Vliv aplikace vybraných hydrokoloidů na technologické vlastnosti masových pomazánek

Bc. František Štefunko

Diplomová práce
2023

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Bc. František Štefunko**
Osobní číslo:	**T21461**
Studijní program:	**N0721A210004 Technologie potravin**
Forma studia:	**Prezenční**
Téma práce:	**Vliv aplikace vybraných hydrokoloidů na technologické vlastnosti masových pomazánek**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část
Technologické vlastnosti masa.
Aplikace přídatných látek do masných výrobků.
Využití hydrokoloidů v technologii masných výrobků.
II. Praktická část
Laboratorní příprava vzorků masných výrobků.
Měření technologických vlastností masných výrobků.
Interpretace výsledků, diskuze a závěr.

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

Seznam doporučené literatury:

[1] TERRASA, A.M., DELLO STAFFOLO, M., TOMÁS M.C. Nutritional improvement and physicochemical evaluation of liver pâté formulations. *LWT – Food Science and Technology* [online]. 2016, 66, 678-684. ISSN 00236438
[2] IMESON, A. P. Handbook of hydrocolloids (second edition)[online]. G. O. PHILLIPS a P. A. WILLIAMS. Woodhead Publishing. , 20097 – Carrageenan and furcellaran. . 164-185 s. ISBN 9781845694142
[3] YASIN,H., Abdul S. B. and H., ISMAIL. Optimization and rheological properties of chicken ball as affected by κ-carrageenan, fish gelatin and chicken meat. LWT – Food Science and Technology . 2016, vol. 66, s. 79-85. ISSN 0023-6438
[4] STEINHAUSER, L. a kol.. Hygiena a technologie masa, LAST Brno, 1. vydání, 1995 664

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

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2022**
Termín odevzdání diplomové práce: **12. května 2023**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 20. února 2023

PROHLÁŠENÍ AUTORA
DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

……..
podpis studenta

ABSTRAKT

Tato diplomová práce se zabývá možnostmi přídavku hydrokoloidů do masných výrobků. Konkrétněji v této práci byly použity hydrokoloidy kappa karagenan, furcelaran a iota karagenan, které byly aplikovány do kuřecích játrových paštik. Hydrokoloidy byly přidávány v různých hmotnostních procentech. Účelem této práce bylo určení reologických a texturních vlastností paštik.

Klíčová slova: játrovky, hydrokoloidy, reologie

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the possibility of adding hydrocolloids to meat products. More specifically, the hydrocolloids kappa carrageenan, furcellaran and iota carrageenan were used in this thesis and applied to chicken liver patties. The hydrocolloids were added in different weight percentages. The purpose of this work was to determine the rheological and textural properties of the pates.

Keywords: pâtés, hydrocolloids, rheology

Chtěl bych velice poděkovat panu doktoru Gálovi za cenné rady a pomocnou ruku a panu docentovi Salekovi za konzultace s reometrickou částí diplomové práce. Dále také patří díky všem laborantům a pracovníkům UTP, kteří mi byli velkou pomocí při analýzách.

Díky rodině, která mi dala prostředky na studium a přátelům za podporu.

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

OBSAH

ÚVOD **9**
I TEORETICKÁ ČÁST **10**
1 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA **11**
1.1 VAZNOST 11
1.1.1 Faktory ovlivňující vaznost vody 11
1.1.2 Působení tepelného opracování na vaznost vody 13
1.2 TEXTURA 14
1.3 BARVA 15
1.4 HODNOTA PH 16
1.4.1 Vady masa 16
2 APLIKACE PŘÍDATNÝCH LÁTEK DO MASNÝCH VÝROBKŮ **18**
2.1 ANTIOXIDANTY V MASNÝCH VÝROBCÍCH 18
2.2 DUSITANOVÉ A DUSIČNANOVÉ SOLÍCÍ SMĚSI 19
2.3 FOSFOREČNANY 20
3 VYUŽITÍ HYDROKOLOIDŮ V TECHNOLOGII MASNÝCH VÝROBKŮ **22**
3.1 FUNKČNÍ VLASTNOSTI HYDROKOLOIDŮ V POTRAVINÁŘSTVÍ 23
3.1.1 Stabilizační vlastnosti hydrokoloidů 23
3.1.2 Kontrola vody a vytváření gelu 23
3.1.3 Nahrazování tuku hydrokoloidy 24
3.1.4 Adhezivní vlastnosti 24
3.2 HYDROKOLOIDY VE STRAVĚ 25
3.3 ZÍSKÁVÁNÍ HYDROKOLOIDŮ Z MOŘSKÝCH ŘAS 26
3.3.1 Extrakce 26
3.4 HYDROKOLOIDY MOŘSKÝCH ŘAS 29
3.5 CHEMICKÁ STRUKTURA HYDROKOLOIDŮ MOŘSKÝCH ŘAS 30
3.6 VYUŽITÍ HYDROKOLOIDŮ V MASNÉM PRŮMYSLU 31
II PRAKTICKÁ ČÁST **33**
4 CÍL PRÁCE **34**
5 METODIKA **35**
5.1 VÝROBA VZORKŮ KUŘECÍCH JÁTROVÝCH PAŠTIK 35
5.1.1 Recepturní složení paštik 35
5.1.2 Postup výroby 35
5.2 ANALÝZY VLASTNOSTÍ KUŘECÍCH PAŠTIK 36
5.2.1 Analýza aktivity vody 36
5.2.2 Analýza obsahu amoniaku 37

5.2.3 Analýza bílkovin 38
5.2.4 Analýza pH 39
5.2.5 Analýza sušiny 39
5.2.6 Analýza thiobarbiturového čísla 40
5.2.7 Analýza obsahu tuků 41
5.2.8 Analýza stravitelnosti kombinovanou hydrolýzou pepsinem a pankreatinem 42
5.2.9 Analýza barvy 44
5.2.10 Analýza stability emulze 44
5.2.11 Analýza reologických vlastností – dynamická oscilační reometrie 44
5.2.12 Analýza textury 45
5.2.13 Analýza senzoriky 47
6 VÝSLEDKY A DISKUZE 51
6.2 ANALÝZA OBSAHU AMONIAKU 52
6.3 ANALÝZA BÍLKOVIN 53
6.4 ANALÝZA PH 54
6.5 ANALÝZA SUŠINY 54
6.6 ANALÝZA THIOBARBITUROVÉHO ČÍSLA 55
6.7 ANALÝZA OBSAHU TUKŮ 56
6.8 ANALÝZA STRAVITELNOSTI KOMBINOVANOU HYDROLÝZOU PEPSINEM A PANKREATINEM 56
6.9 ANALÝZA BARVY 57
6.10 ANALÝZA STABILITY EMULZE 59
6.11 ANALÝZA REOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ – DYNAMICKÁ OSCILAČNÍ REOMETRIE 60
6.12 ANALÝZA TEXTURY 70
6.13 ANALÝZA SENZORIKY 73
ZÁVĚR 82
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 84
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK 95
SEZNAM OBRÁZKŮ 97
SEZNAM TABULEK 98
SEZNAM PŘÍLOH 99

ÚVOD

Játrová paštika je oblíbené tradiční jídlo z vepřových nebo telecích jater, vepřového hřbetního sádla a dalších jedinečných ingrediencí. Pro své nutriční a senzorické vlastnosti je vysoce ceněnou potravinou, zejména v evropských zemích. S celosvětovým nárůstem produkce a spotřeby drůbežího masa však v drůbežářském průmyslu vznikají různé vedlejší produkty, včetně kuřecích jater, které jsou obecně nedostatečně využívány. Vzhledem k tomu se tato práce zaměřuje na výrobu paštik z kuřecích jater.

Termín "hydrokoloidy" se běžně používá pro označení řady polysacharidů a proteinů, které se v současné době široce používají v různých průmyslových odvětvích k plnění řady funkcí, včetně zahušťování a želírování vodných roztoků, stabilizace pěn, emulzí a disperzí, potlačování tvorby ledu a krystalů cukru a řízeného uvolňování aromat. Zejména v potravinářském průmyslu došlo v posledních letech k velkému nárůstu používání těchto materiálů. Přestože jsou často přítomny pouze v koncentracích nižších než 1,00 %, mohou mít významný vliv na texturní a organoleptické vlastnosti potravinářských výrobků.

Tato práce se zabývá výrobou paštik z kuřecích jater s přídavkem různých hydrokoloidů. Zkoumány byly parametry jak chemické, tak texturní a reologické a byla provedena i senzorická analýza určených vzorků.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA

Technologické vlastnosti masa jsou odvozeny od jeho chemického složení, stupně postmortálních změn a fyzikálních vlastností a určují nám smyslové i nutriční hodnoty. Pro co nejsprávnější technologické uplatnění masa je důležité znát jeho stupeň čerstvosti, zrání, a především včasné poznání mikrobiologického nebezpečí, které způsobuje kažení masa. Jako technologické vlastnosti masa lze označit ty vlastnosti, které ovlivňují výrobek při kulinárním nebo průmyslovém zpracování (Ingr 1996, Pipek 1991, Slunková a kol. 2016).

Důležitým pojmem je také kvalita potravin, což je součet všech požadavků, které klademe na určitou potravinu. Výsledkem tohoto součtu je právě kvalita potravin. Technologická kvalita potravin potom definuje soubor vlastností, které jsou důležité při dalším zpracování. Například u výroby uzenin je důležitá schopnost masa vázat vodu a konzistence tuku. (Winkelmayer, Lebersorger a kol. 2005)

1.1 Vaznost

Vaznost vody je jednou z nejdůležitějších technologických vlastností masa, protože umožňuje při dalším zpracování nejen vázat další vodu přidanou, ale také udržet vodu stávající.

1.1.1 Faktory ovlivňující vaznost vody

Podstatnými faktory pro vaznost vody je množství bílkovin a jejich poměr, kdy nejvýznamnější je poměr sarkoplazmatických a myofibrilárních bílkovin k bílkovinám stromatickým. Pokud maso obsahuje málo bílkovin vhodných k vázání vody, mohou být do matrice výrobku přidány bílkoviny různého původu. Mezi běžně používané bílkoviny patří bílkoviny z mléka, pšenice nebo vajec. To umožňuje lepší schopnost vázat vodu a v konečném důsledku vede ke kvalitnějšímu konečnému výrobku.

Dalším způsobem, jak zvýšit schopnost masa vázat vodu, je zajistit lepší přístup k bílkovinám. Rozmělněním masa se zvětší kontaktní plocha bílkoviny pro styk s vodou, což následně vede k lepšímu vázání vody. Rozmělněním masa se navíc uvolní více sarkoplazmatických bílkovin, které v kombinaci s myofibrilárními bílkovinami mohou vázat ještě více vody.

Schopnost vázat vodu však není dána pouze obsahem bílkovin v mase. Schopnost masa vázat vodu mohou ovlivnit i další faktory, jako je pH, obsah soli a koncentrace iontů. Svou

roli hraje také stupeň rozpadu bílkovinných vláken a stáří zvířete. S přibývajícím věkem se v mase zvířat ukládá více tuku, což může mít vliv na vázání vody.

Vnější faktory, jako jsou krmné směsi, kvalita života a stres, mohou navíc ovlivnit schopnost masa zadržovat vodu. Například maso samic má tendenci obsahovat více tuku než maso samců. Pochopení různých faktorů, které ovlivňují schopnost vázat vodu, má zásadní význam pro výrobu vysoce kvalitních masných výrobků.

Dalším důležitým faktorem je také správný průběh postmortálních změn. Při práci s tučným nebo šlachovitým masem nebo s masem postiženým abnormálními postmortálními změnami se však schopnost vázat vodu stává velkým problémem. K nejhorší hydrataci masa dochází, když se pH blíží izoelektrickému bodu bílkovin, což je přibližně pH 5,2 a dochází k němu ve fázi rigor mortis (Ingr 2003, Kadlec 2009, Steinhauser 1995).

Kromě již zmíněných faktorů je dalším faktorem, který může ovlivnit vazebnou kapacitu masa, oxidace myofibrilárních bílkovin. Oxidace je přirozený proces, který probíhá ve svalech post mortem během zrání a může vést k přeměně některých aminokyselinových zbytků, jako je histidin, na karbonylové deriváty. Tento proces může způsobit vznik disulfidických můstků, které mohou snížit funkčnost bílkovin a v konečném důsledku i vazebnou kapacitu masa. Rychlost oxidace ve svalové tkáni se může lišit v závislosti na několika faktorech, včetně manipulace s jatečně upraveným tělem. Rozdíly ve výživě, typu plemene, stresu před porážkou a způsobu manipulace mohou ovlivnit rychlost oxidace. Například u zvířat, která jsou před porážkou vystavena stresu, může být míra oxidace ve svalové tkáni vyšší, což může vést ke snížení vazebné kapacity. Podobně může míru oxidace ovlivnit i typ krmiva, které zvíře dostává. Celkově je důležité minimalizovat oxidaci myofibrilárních bílkovin během zpracování, aby byla zajištěna optimální vazebná kapacita. Toho lze dosáhnout správnou manipulací s jatečně upraveným tělem a jeho skladováním, jakož i použitím antioxidantů, které zabrání procesu oxidace nebo jej zpomalí (Juncher et al. 2001, Martinaud et al. 1997).

Je také důležité si uvědomit, že mnohé z těchto faktorů jsou vzájemně propojeny a mohou se ovlivňovat. Proto je k zajištění optimální schopnosti vázat vodu nutný komplexní přístup. Například při mletí masa se často přidávají spolu se šupinkovým ledem i aditiva, která mají zabránit tomu, aby se maso při zpracování příliš zahřálo. Tím je zajištěno, že maso je důkladně rozdrceno a zároveň je zachována jeho schopnost vázat vodu. Dostatečné pochopení faktorů, které ovlivňují schopnost vázat vodu, může v konečném důsledku vést

k účinnějším a efektivnějším technikám zpracování masa (Ingr 2003, Kadlec 2009, Steinhauser 1995).

1.1.2 Působení tepelného opracování na vaznost vody

Teplota v jádře výrobku při tepelném opracování přímo souvisí s technologickými a reologickými vlastnostmi masa. Při tepelné úpravě masa se jeho schopnost vázat vodu snižuje a dochází k významným ztrátám vody. To je způsobeno denaturací myofibrilárních bílkovin, především komplexu aktinu a myozinu, což způsobuje uvolňování vody do prostředí při vaření. Nejvíce vody se nachází právě mezi svalovými vlákny.

Strukturní uspořádání svalových bílkovin hraje rozhodující roli při distribuci vody v mase. Zvýšená schopnost zadržovat vodu vede ke snížení ztrát při tepelných úpravách bez nutnosti použití přísad, jako je škrob nebo fosfáty, což vede k vyšší výtěžnosti konečného produktu. Schopnost zadržovat vodu úzce souvisí s dalšími vlastnostmi, jako je struktura masa, barva nebo ztráta masových šťáv. Naopak nízká schopnost zadržet vodu může způsobit značné ztráty vody z masa a masných výrobků v důsledku exsudace a odpařování, což vede ke ztrátě hmotnosti a snížení kvality výrobku.

Pro zvýšení schopnosti zadržovat vodu je nezbytné imobilizovat co nejvíce vody během zpracování masa. Volná voda se při zpracování masa snadno ztrácí, ale může být zadržena ve strukturách masa, jako jsou buněčné membrány a kapiláry související s prostorem mezi myofibrilami. Jakékoli zpracování, které tuto strukturu poškodí, vede ke zvýšeným ztrátám vody.

Správné zpracování masa je nezbytné pro změnu volné vody na vodu imobilizovanou, což zahrnuje snížení denaturace bílkovin, zvýšení pH masa, prodloužení délky sarkomer, minimalizaci poškození struktury svalu a udržení nízkých skladovacích teplot. Tlak významně ovlivňuje funkční vlastnosti myofibrilárních bílkovin, jako je jejich schopnost vázat vodu a gelovatět, což jsou vlastnosti související se schopností masa zadržovat vodu.

Je nezbytné důkladně porozumět schopnosti zadržovat vodu, protože ovlivňuje kvalitu, bezpečnost a ziskovost v masném průmyslu. Proto je pro udržení maximálního množství vody v mase a masných výrobcích rozhodující zachování správných podmínek a přijetí nezbytných opatření během zpracování, skladování a vaření. (Chapleau, de Lamballerie-Anton 2003, Murphy, Marks 2000, Põldvere et al. 2016, Sazonova et al. 2019)

1.2 Textura

Textura potravin je komplexní pojem, který je ovlivněn různými faktory, jako jsou fyzikální vlastnosti samotné potraviny, způsob jejího zpracování, skladování a přípravy a subjektivní vnímání jednotlivce. Textura je důležitým atributem potravin, protože hraje zásadní roli při určování celkového smyslového dojmu z potraviny.

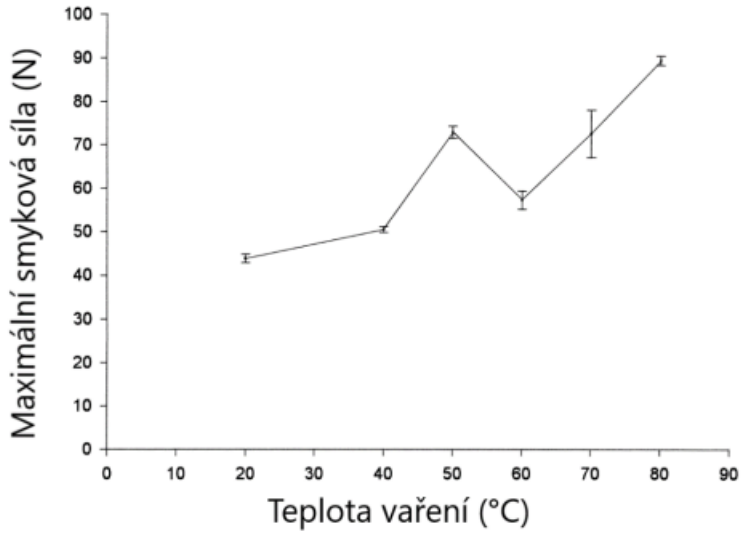
Textura je mnohostranný atribut, který lze popsat z hlediska mechanických, geometrických a povrchových vlastností. Mechanické vlastnosti zahrnují tvrdost, žvýkatelnost, pružnost a přilnavost, zatímco geometrické vlastnosti zahrnují velikost, tvar a povrch. Povrchové vlastnosti zahrnují drsnost, hladkost a vlhkost. Tyto vlastnosti společně přispívají k celkové struktuře potraviny.

Při konzumaci potravin používáme své smysly, abychom zjistili a interpretovali jejich texturu. Hlavní metodou vnímání textury je hmat, ale k vnímání textury mohou přispívat i další smysly, například zrak a sluch. Například zvuk, který vydávají křupavé bramborové lupínky, může posílit naše vnímání jejich textury.

Zejména texturu masa ovlivňuje několik faktorů. Vláknitost masa je dána uspořádáním jeho svalových vláken a kontrakce těchto vláken během vaření je rozhodujícím faktorem při určování textury masa. Kromě toho se na struktuře masa může podílet množství kolagenu v mase, stejně jako přítomnost povrchového a intramuskulárního tuku.

Křehkost masa je rozhodujícím faktorem při hodnocení kvality masa pro kulinářské zpracování. Křehké maso je žádoucí, protože se lépe žvýká a polyká a je vnímáno jako chutnější a šťavnatější. Technologické parametry masa pro kulinářské zpracování se proto často hodnotí na základě jeho křehkosti (Bourne 2002, Chen, Rosenthal 2015, Kenmegne Kamdem, Hardy 1995, Szczesniak 2002).

Při tepelné úpravě masa dochází ke změnám jeho struktury a pevnosti. Změny konformace bílkovin začínají kolem 35 °C, kdy dochází k částečné asociaci sarkoplazmatických bílkovin. K viditelným změnám dochází při 45 °C, kdy začíná denaturace myozinu a sval se zkracuje. Aktinomyozin denaturuje při 50-55 °C a mezi 55 a 65 °C dochází k denaturaci sarkoplazmatických proteinů. Při teplotách nad 80 °C koagulují sarkoplazmatické a myofibrilární proteiny a při teplotách nad 90 °C želatinizuje kolagen. Předpokládá se, že na tuhost masa má vliv také průměr svalového vlákna, který ovlivňuje velikost a typ vlákna, ale jeho vliv není dosud zcela jasný.



Obrázek 1: Změna tuhosti masa v závislosti na teplotě (Christensen et al. 2000)

Se zvyšující se teplotou se tuhost masa zvyšuje ve dvou fázích. První fáze nastává mezi 40 a 50 °C, což se připisuje denaturaci myofibrilárních bílkovin, zejména myozinu. Druhé zvýšení tuhosti nastává při teplotě nad 60 °C a je způsobeno denaturací intramuskulárního kolagenu, k níž dochází mezi 65 a 70 °C (Christensen et al. 2000, Martens et al. 2007, Mutungi et al. 1996, Odstrčil, Odstrčilová, 2006).

1.3 Barva

Myoglobin je bílkovina, která se nachází ve svalech zvířat a je zodpovědná za červenou barvu masa. K barvě masa mohou u některých druhů masa přispívat i další hemové bílkoviny, jako je hemoglobin a cytochrom C, ale myoglobin je hlavní odpovědnou bílkovinou.

V přirozeném stavu může být myoglobin v jednom ze tří stavů: deoxymyoglobin, oxymyoglobin a metmyoglobin. Deoxymyoglobin je redukovaná forma myoglobinu, která ještě neváže kyslík. Na vzduchu reaguje s kyslíkem za vzniku oxymyoglobinu, který dodává masu jasně třešňově červenou barvu. Časem může oxymyoglobin oxidovat a změnit se na metmyoglobin, který má hnědou barvu.

Rychlost tvorby metmyoglobinu je ovlivněna různými faktory, včetně teploty, pH a přítomnosti redukčních činidel. Například vysoké teploty a zásadité hodnoty pH urychlují přeměnu oxymyoglobinu na metmyoglobin, zatímco kyselé hodnoty pH a přítomnost redukčních činidel ji mohou zpomalit.

Uzené masné výrobky, jako je šunka a slanina, se ošetřují dusitanem sodným, který stabilizuje myoglobin v mase a dodává mu charakteristickou růžovou barvu. Dusitan sodný reaguje s myoglobinem za vzniku nitrosomyoglobinu, což je stabilní sloučenina, která odolává oxidaci a udržuje barvu masa (Mancini, Hunt 2005, Pujol et al. 2023).

Dále je také barva závislá na využití svalu. Dobrým příkladem je drůbeží maso, kdy například koroptve a tetřevi, kteří krátce létají, mají bílé maso na prsou. Naproti tomu kachny, husy a další lovná zvěř, která létá na dlouhé vzdálenosti, mají výhradně tmavé maso. U domácí drůbeže, jako jsou krůty a kuřata, je patrný kontrast v barvě masa mezi prsy (bílé maso) a stehny a paličkami (tmavé maso) (BC Cook Articulation Committee 2022).

1.4 Hodnota pH

Typické finální pH kosterní svaloviny hovězího, vepřového a jehněčího masa po smrti je 5,5-5,8, zatímco pH svaloviny ptáků po smrti se pohybuje od 5,7 do 6,0. Naproti tomu pH živé svaloviny je ≈ 7,2. Rozklad glykogenu na kyselinu mléčnou při přeměně svaloviny na maso způsobuje pokles pH, což významně ovlivňuje funkčnost a stabilitu myoglobinu. Myoglobin je stabilnější při pH 7,4 než při pH 5,6 a studie na hovězím, jehněčím, vepřovém a krůtím mase ukazují, že myoglobin v mase o pH < 5,4 je méně stabilní vůči teplu. Vysoké pH masa (> 6,0) však chrání myoglobin před denaturací způsobenou teplem a zvyšuje vnitřní červenost vařeného masa.

Měření pH masa se používá k posouzení trvanlivosti a kvality jatečně upraveného těla a k určení jeho vhodnosti pro různé metody zpracování. Při kontrole masa a v masném průmyslu jsou předepsány různé hodnoty pH pro různá použití jatečně upraveného těla, např. v případě PSE (světlé, měkké, exsudativní) a DFD (tmavé, pevné, suché) maso (Korkeala et al. 1986, Suman et al. 2016).

1.4.1 Vady masa

Masný průmysl se potýká se dvěma hlavními jakostními vadami, a to s bledým měkkým vodnatým masem (PSE) a tmavým tuhým suchým masem (DFD). Tyto vady vedou ke snížení přijatelnosti pro spotřebitele, trvanlivosti a výtěžnosti masa, což má nepříznivý vliv na zisky. K těmto vadám přispívá několik faktorů jako je plemeno, pohlaví, druh, manipulace se zvířaty před porážkou a po porážce. Zemědělci, výzkumní pracovníci a zúčastněné strany v masném průmyslu však pracují na snížení výskytu PSE a DFD masa.

Ke snížení výskytu těchto vad byly zavedeny různé moderní technologie, jako je například konstrukce vozidel pro přepravu živých zvířat, konstrukce jatek, metody omračování a postupy chlazení. Kromě toho byly zavedeny různé přídatné látky a přísady s cílem zlepšit zpracovatelské vlastnosti PSE a DFD ve zpracovaných masných výrobcích.

Příčinou PSE masa jsou genetické i negenetické faktory, včetně nerovnováhy vápníku a stresu před porážkou, které mají za následek nežádoucí vlastnosti. Vzniká v důsledku příliš rychlého poklesu pH po porážce, který je téměř pětkrát rychlejší než u normálních vzorků masa. Barva masa a ztráta odkapáváním jsou nežádoucí parametry. (Adzitey, Huda 2011, Guo, Dalrymple 2022)

Tmavé tuhé suché maso (DFD) je významnou kvalitativní vadou, která je často spojena s dlouhodobým stresem před porážkou, který vede k vyčerpání zásob glykogenu ve svalu. Vyčerpání zásob glykogenu může omezit posmrtnou glykolýzu a tvorbu kyseliny mléčné, což vede k vysokému pH masa. Toto vysoké pH nepříznivě ovlivňuje kvalitu masa a může mít za následek značné ekonomické ztráty v masném průmyslu. Maso s DFD vykazuje řadu kvalitativních vad týkajících se barvy, křehkosti, šťavnatosti, chuti a trvanlivosti. Jednou z nejviditelnějších vad je, že maso nemá jasně červenou barvu. Důvodem je zvýšená schopnost masa DFD zadržovat vodu, která pohlcuje světlo, místo aby ho odrážela od povrchu, a maso se tak jeví tmavší. Kromě barevné vady je DFD maso často tužší a méně křehké než maso s normálním pH (Ijaz et al. 2020).

2 APLIKACE PŘÍDATNÝCH LÁTEK DO MASNÝCH VÝROBKŮ

Látky, které mají malou nebo žádnou výživovou hodnotu, ale používají se při zpracování nebo skladování potravin nebo krmiv, zejména ve vyspělých zemích, zahrnují antioxidanty, konzervační látky, potravinářská barviva, ochucovadla a jiné podobně používané látky. Potravinářské přídatné látky jsou látky přidávané do potravin za účelem zachování nebo zlepšení jejich chuti a vzhledu. Některé přídatné látky se používají již po staletí, například konzervování potravin nakládáním do octa, solením jako u slaniny, konzervováním sladkostí nebo použitím oxidu siřičitého u některých vín. S nástupem zpracovaných potravin ve druhé polovině 20. století se objevilo mnohem více přídatných látek, a to jak přírodního, tak umělého původu.

Přídatné látky lze rozdělit do šesti hlavních kategorií: konzervační látky, látky, které zlepšují nutriční hodnotu, ochucovadla, barviva, texturu upravující látky a další zvláštní přídatné látky, které nezapadají ani do jedné z uvedených kategorií. V Evropě a dalších částech světa existuje systém Éček, který vytvořila Evropská unie. Seznam většiny běžně používaných přídatných látek, který je pravidelně aktualizován, zahrnuje ty přídatné látky, které jsou v členských státech obecně uznávány jako bezpečné, a umožňuje pohyb potravin mezi jednotlivými zeměmi v rámci Evropské unie. Přítomnost těchto látek v potravině musí být na obalu uvedena v sestupném pořadí podle množství látky v potravině. Přítomnost látky musí být na obalu pro spotřebitele uvedena buď názvem, nebo číselným kódem E, případně obojím. Kód E musí být složen z písmene E a tří nebo čtyřmístného kódu. Potravinářská aditiva je možné používat při výrobě potravin pouze tehdy, je-li to nezbytné z technologických důvodů. (Branen, Haggerty 2002, Klescht a kol. 2007, Pandey, Upadhyay 2012)

2.1 Antioxidanty v masných výrobcích

Antioxidanty jsou sloučeniny, které mohou zpomalit nebo zabránit oxidaci snadno oxidovatelných biomolekul, jako jsou lipidy a bílkoviny v mase. To je důležité, protože oxidační poškození může způsobit kažení, nepříjemné chutě a ztrátu výživové hodnoty potravin. Syntetické antioxidanty, jako jsou butylhydroxyanisol (BHA) a butylhydroxytoluen (BHT), se tradičně používají v masných výrobcích ke zlepšení jejich trvanlivosti. Jejich potenciální toxikologické účinky však vyvolávají obavy spotřebitelů a regulačních orgánů.

Oxidace lipidů je v masných výrobcích velkým problémem a může zkrátit jejich trvanlivost. Antioxidanty mohou zabránit oxidaci lipidů tím, že odstraňují iniciační radikály, přerušují řetězové reakce, rozkládají peroxidy, snižují lokální koncentraci kyslíku a vážou katalyzátory iniciující řetězce, jako jsou ionty kovů. Ačkoli existuje mnoho sloučenin, u nichž byla navržena antioxidační aktivita, pouze některé z nich lze použít v potravinářských výrobcích.

Přírodní antioxidanty z rostlinných zdrojů si získaly pozornost jako alternativa k syntetickým antioxidantům. Rostliny jsou bohaté na fenolické sloučeniny, které mají antioxidační vlastnosti. Rostlinné extrakty lze získat macerací rostlinné hmoty organickými rozpouštědly nebo pomocí superkritické extrakce CO_2. Ovoce, jako jsou hrozny, granátové jablko a datle, zelenina, jako je brokolice, brambory, dýně, a byliny a koření, jako je čaj, rozmarýn, oregano, skořice, šalvěj, tymián, máta, zázvor a hřebíček, kari a kopřiva byly zkoumány z hlediska jejich potenciálu jako přírodních antioxidantů v masných výrobcích. Tyto přírodní antioxidanty mají potenciál zlepšit trvanlivost masných výrobků a zároveň se vyhnout potenciálním toxikologickým účinkům syntetických antioxidantů (Karre et al. 2013, Shiekh 2018).

2.2 Dusitanové a dusičnanové solící směsi

Dusičnany a dusitany se běžně používají v potravinářském průmyslu jako konzervační látky, zejména v masných výrobcích. Dusitany, které se obvykle přidávají ve formě draselných nebo sodných solí, jsou účinnou látkou, která působí především jako inhibitor některých mikroorganismů a zabraňuje růstu Clostridium botulinum, které může produkovat botulotoxin. Dusitany jsou také zodpovědné za charakteristickou červenou barvu a jedinečnou chuť uzenin. Přirozená barva masa pochází z přítomnosti hemových pigmentů, jako je myoglobin a hemoglobin, a jejich příslušných chemických forem. Když dusitany reagují s těmito pigmenty, zabraňují oxidaci železa v hemu během vaření nebo zpracování, což vede k požadované barvě masa.

Když se dusitany přidávají do masového díla, částečně se oxidují na dusičnany tím, že zadržují kyslík, takže působí jako antioxidant. Část dusitanů se váže na myoglobin a vytváří tepelně stabilní NO-myoglobin, zatímco další část se váže na bílkoviny nebo jiné látky v mase. Dusičnany mohou být v syrových masných výrobcích redukovány mikroorganismy na dusitany.

Koncentrace dusitanů a dusičnanů ve výrobku musí být pečlivě kontrolována a měřena. Ve většině zemí je použití dusičnanů a dusitanů omezeno a buď vstupní, nebo zbytková množství jsou regulována zákony. Právní předpisy omezují jejich přídavek do dusitanové solné směsi na koncentraci 0,5-0,6 %. To znamená, že masné výrobky mohou obsahovat maximálně 100 mg dusitanu sodného na kilogram masného výrobku. Na druhé straně mohou být dusitany přidávány přímo do směsi masných výrobků v maximální koncentraci 600 mg na kilogram masného výrobku.

Při konzumaci potravin obsahujících dusičnany, například uzenin, se dusičnany vstřebávají trávicím traktem do krve. V ústní dutině se dusičnany redukují na dusitany, které se slinami smíchají s potravou a jsou spolknuty. Dusitany jsou pro organismus obecně toxičtější než dusičnany, přičemž se uvádí, že dusitany jsou desetkrát toxičtější než dusičnany. Je to způsobeno tím, že dusitany se mohou v žaludku přeměnit na toxické nitrosaminy, zejména v kyselém prostředí. Je však důležité poznamenat, že v masných výrobcích se dusitany obvykle oxidují na dusičnany, což vede k vyšší koncentraci dusičnanů v mase než dusitanů. Smrtelná perorálně podávaná dávka u lidí se u dusičnanů pohybuje mezi 80-800 mg/kg tělesné hmotnosti, zatímco u dusitanů mezi 33-250 mg/kg tělesné hmotnosti.

Bezpečnost dusičnanů a dusitanů je předmětem diskusí a existují obavy z jejich nepříznivých účinků na lidské zdraví. Jejich používání je však stále povoleno a široce používáno v potravinářském průmyslu díky jejich inhibičnímu účinku na patogeny potravin a jejich schopnosti zvýraznit barvu a chuť uzenin (Abdollahi, Khaksar 2014, 2014, Honikel 2008, Kadlec a kol. 2012, Parthasarathy, Bryan 2012)

2.3 Fosforečnany

Fosforečnany jsou nezbytné pro všechny živé organismy a anorganický fosforečnan se běžně používá jako potravinářská přísada v masném průmyslu. Panel EFSA pro potravinářské přídatné látky a látky určené k aromatizaci považuje fosforečnany za látky s nízkou akutní orální toxicitou a nepředstavují riziko z hlediska genotoxicity a karcinogenity.

Fosforečnany používané v masném průmyslu jsou obvykle soli kyseliny fosforečné, sodíku nebo draslíku a mají několik funkcí, např. úpravu pH, pufrovací vlastnosti a bakteriostatické účinky. Polyfosforečnany, jako jsou tri- a polyfosforečnany, přispívají ke schopnosti masa zadržovat vodu, jeho křehkosti a barvě tím, že se po rigor mortis vážou s

Ca2+ a Mg2+ a oddělují aktin a myosin. Tento proces zvyšuje rozpustnost bílkovin masa a snižuje oxidační žluknutí.

Potravinářské fosfáty existují v různých typech a jejich vliv na pH, chelataci, iontovou sílu a antibakteriální aktivitu je činí vhodnými pro použití v masném průmyslu. V masných výrobcích splňují několik funkčních vlastností, jako je pufrovací kapacita, disociace aktomyosinového komplexu a aktivace masných bílkovin. Podle evropské legislativy je lze přidávat maximálně do 0,5 %. Vysoký příjem fosforečnanových přísad je však spojován s kardiovaskulárními onemocněními a úmrtností, zejména u osob s chronickým onemocněním ledvin. Panel EFSA pro potravinářské přídatné látky a aromata předložil vědecké stanovisko, ve kterém přehodnotil bezpečnost fosforečnanů a stanovil přijatelný denní příjem ve výši 40 mg/kg tělesné hmotnosti na den.

Tržní trend směřující k výrobkům bez přídatných látek a negativních účinků fosforečnanů na lidské zdraví u některých skupin obyvatelstva odůvodňují snahy o vývoj emulgovaných masných výrobků bez fosforečnanů. Odstranění fosfátů však vede ke snížení funkčnosti bílkovin v mase, což způsobuje kvalitativní vady, jako je zhoršená stabilizace emulzí. Proto je zapotřebí alternativních složek nebo inovativních technologií, které by tuto ztrátu funkčnosti kompenzovaly. Mezi ně patří přísady zlepšující pH, škroby, hydrokoloidy, vysokotlaké technologie a zdroje živočišných nebo rostlinných bílkovin, které zlepšují kvalitativní vlastnosti masných výrobků (Bach et al. 2011, Dimitrovska et al. 2019, Goemaere et al. 2021).

3 VYUŽITÍ HYDROKOLOIDŮ V TECHNOLOGII MASNÝCH VÝROBKŮ

Hydrokoloidy jsou polysacharidy, které fungují jako zahušťovadla, gelotvorné látky, stabilizátory emulzí, inhibitory růstu a expanze ledových krystalů ve zmrazovaných materiálech a také inhibitory růstu cukerných krystalů v různých průmyslových odvětvích. Hydrokoloidy se také dají použít pro zlepšení reologických i texturních profilů potravinářských výrobků, dále jako náhrada za tukovou složku. Potravinářské hydrokoloidy nebo gumy jsou biopolymery s velkou molekulovou hmotností a jsou hydrofilní. Dají se získat z rostlin, zvířat, mikroorganismů a modifikovaných biopolymerů (Pirsa, Hafezi, 2023).

Obecně většina hydrokoloidů spadá do kategorie polysacharidů a jsou klasifikovány podle tohoto zdroje. Proto jsou do sběru sekrečních gum ze stromů zahrnuty guma karya, tragant, guma qati, arabská guma a další rostlinné gumy. Agar, alginát, karagenan, furcelaran, fosuidan jsou v kategorii mořských řas a želatina a chitin jsou v kategorii živočišných hydrokoloidů. V další klasifikaci spadají všechny tyto kategorie do tří kategorií: 1) přírodní gumy nalezené v přírodě, 2) modifikované (polysyntetické) gumy vyrobené z přírodních gum na základě chemických modifikací a 3) syntetické gumy, které jsou vyráběny na základě chemické syntézy (Belorio & Gómez, 2021).

Pro potravinářské hydrokoloidy neexistuje regulační kategorie sama o sobě, spíše jsou regulovány buď jako přídatná látka, nebo jako složka potravin. S výjimkou želatiny je však naprostá většina hydrokoloidů v současnosti regulována jako potravinářské aditivum. Povolení potravinářských hydrokoloidů byla Evropskou komisí poprvé zavedena v roce 1995 podle směrnice 95/2/EU (nahrazeno: Nařízení (ES) č. 1333/2008) o potravinářských přídatných látkách jiných než barviva a sladidla. Toto je známé jako směrnice o různých přísadách, která poskytuje povolení pro velké množství přísad ze skupiny hydrokoloidů. Podle této směrnice mají karagenany i furcelaran stejný E-kód 407 (Phillips, Williams, 2000).

3.1 Funkční vlastnosti hydrokoloidů v potravinářství

Hydrokoloidy se používají při výrobě, zpracování a optimalizaci různých potravin. Hydrokoloidy se používají zejména jako zahušťovadla do polévek, vývarů, salátových dresinků, omáček a koření. Dále se také používají jako gelotvorný prostředek pro výrobu pudinků a želé, jako emulgátor při výrobě zmrzliny, jogurtu a másla, jako náhražka tuku v masných a mléčných výrobcích, jako součást polevy v cukrárenství a jako organické lepidlo v pekařství, jako čiření v nápojích (Belorio & Gómez, 2021).

Správná volba hydrokoloidu je komplexní rozhodnutí, kdy každý hydrokoloid ovlivňuje výtěžnost produktu, texturu a celkový pocit v ústech, a každá z tato vlastnost ovlivňuje výrobek v jiném směru, a proto jsou nezaměnitelné v surovinových skladbách (Shand et al., 1993).

3.1.1 Stabilizační vlastnosti hydrokoloidů

Jedním z důvodů širokého použití hydrokoloidů je jejich vliv na konzistenci. Zahušťování nebo zvyšování viskozity je klíčovou vlastností při použití hydrokoloidů jako emulgátorů, stabilizátorů a strukturních činidel v potravinách. Konzistence, která se vytvoří nad kritickou koncentrací, známe jako překrývající se koncentraci. Koncentrace hydrokoloidů pod touto koncentrací se chovají jako newtonská kapalina, ale nad ní se jeví nenewtonsky. Proto jsou hydrokoloidy jednou z nejdůležitějších složek používaných při výrobě kečupové omáčky. Používají se, jako ředící kapalina, která hraje důležitou roli při kontrole viskozity (Krempel et al., 2019).

3.1.2 Kontrola vody a vytváření gelu

Ačkoli všechny hydrokoloidy zvyšují viskozitu, malý počet hydrokoloidů z nich může tvořit gely. Mezi hydrokoloidy tvořící gel patří agar, alginát, karagenan, pektin, želatina, gellan, forceselan, modifikovaný škrob, methylcelulosa. Tato vlastnost hydrokoloidů se využívá ve výrobcích, jako jsou např. želé, džemy, pudinky. U některých hydrokoloidů dochází k reverzibilním změnám z pevné látky na gel, při rostoucí a klesající teplotě, což souvisí se silami na kovalentních vazbách, jako jsou vodíkové vazby nebo hydrofobní reakce (Dickinson 2018, Zhang et al., 2021).

Hydrokoloidy kontrolují vodu v mase po dobu celého procesu zpracování, distribuce, kulinární úpravy, skladování i konzumace. Důležitá je volba jednotlivých hydrokoloidů, pro určené výrobky. Ta se děje na základě požadovaných vlastností finálního výrobku, možnostech zpracování, skladování a distribuci. Například karagenan je jedním z hlavních hydrokoloidů používaný v masném průmyslu (Kerry, Kerry, 2011).

Směsi hydrokoloidů se běžně používají pro lepší reologické vlastnosti masa a potravin obecně. Základními příklady může být přídavek karubinu (E410) ke kappa karagenanu pro vytvoření měkkých, přesto více transparentních gelů. Dále přídavek karubinu ke xantanové gumě indukuje formování gelu (Kerry, Kerry, 2011).

3.1.3 Nahrazování tuku hydrokoloidy

Tuky ve většině potravin způsobují požadovanou strukturu, chuť a vzhled. Zmrzlina, mražené dezerty, salátové dresinky, pudinky, omáčky a další emulzifikované potraviny mají relativně vysoký obsah tuku a kalorií. Některé hydrokoloidy mohou v potravinách nahradit tuk. Tyto hydrokoloidy plní všechny funkce tuků v potravinách. Mezi tyto hydrokoloidy patří například inulin, pektin, guarová guma, tragant, xantanová guma, kappa karagenan, alginát sodný, karobová guma atd. Jedním z hydrokoloidů používaných ke snižování tuku je inulin. Inulin jako vláknina má příznivé účinky na zdraví a na životní prostředí. Má probiotické vlastnosti. Inulin se také používá jako nízkokalorické sladidlo a náhražka tuku. Jako náhražka tuku je inulin široce rozšířen, používá se zejména v masných a mléčných výrobcích (Azmoon et al., 2021).

3.1.4 Adhezivní vlastnosti

Mnoho hydrokoloidů je známo jako organická pojiva, například chitosan, pektin, dextran a arabská guma. Arabskou gumu lze přidávat do strouhanky jako jedlé organické lepidlo, které zvyšuje lepivost chleba, hovězích, kuřecích a rybích odřezků. Hydrokoloidní lepidla jsou díky svým jedlým, netoxickým, hydrofilním a smáčivým vlastnostem široce zvažována ve farmaceutických vědách. Hydrokoloidy působí jako biotransmiter i jako ochranná vrstva. Adhezivní slizniční hydrokoloidy mohou prodloužit dobu kontaktu léčiva se slizniční vrstvou v ústech a gastrointestinálním traktu. V potravinářských výrobcích se slizniční adhezivní hydrokoloidy používají také k řízení přísunu určité složky, jako jsou koření, chuť nebo nutriční přísady, do těla (Krempel et al., 2019).

3.2 Hydrokoloidy ve stravě

Změny v moderním životním stylu, rostoucí povědomí o spojení mezi dietou a zdravím a nové zpracovatelské technologie vedly k velkému zvýšení spotřeby ready-made pokrmů, potravin nových a vývoj jídel s vysokým podílem vlákniny a nízkým procentem tuku. Z tohoto důvodu se začalo používat spoustu hydrokoloidů jako náhražka za tukovou část potraviny (Phillips, Williams, 2000).

Hydrokoloidy ovlivňují lidské zdraví dvěma hlavními způsoby. Za prvé: regulace fyzikálních účinků, jako je doba vyprazdňování žaludku, rychlost průchodu živin střevy, absorpce a trávení živin. A za druhé: indukce molekulárních a buněčných účinků. Hydrokoloidy v potravinové matrici mohou snížit aktivitu trávicích enzymů pro sacharidy, lipidy a proteiny vazbou na aktivní místa enzymů nebo blokováním interakcí enzymů a substrátů. (YEMENICIOĞLU et. al., 2020) Rozrušení interakcí mezi enzymy a substráty také způsobuje neúplné trávení makroživin v tenkém střevě a tyto živiny potom nejsou substráty pro střevní transportní proteiny (Mergaet al., 2014). Prodlužují také dobu průchodu živin a zvyšují viskozitu tráveniny v lumenu, což má za následek nízkou úroveň absorpce živin enterocity střeva. Navíc vysoká viskozita v žaludku způsobena hydrokoloidy vede k prodloužení sytosti, což je důležité pro kontrolu příjmu energie a regulaci hmotnosti (YEMENICIOĞLU et. al., 2020).

Interakce hydrokoloidů by měly být také zváženy během jejich aplikace v potravinářství, protože některé hydrokoloidy by mohly interagovat s fytochemikáliemi, vitamíny nebo minerály, a tak by se snížila jejich vstřebatelnost v tenkém střevě (Gao et al., 2017).

Lidé nemají žádný mechanismus, kterým by byli schopni trávit některé hydrokoloidy (např. inulin, pektin a modifikované škroby). Ty však mohou být metabolizovány v tlustém střevě (zejména ve slepém střevě) bakteriemi. Tyto hydrokoloidy nazýváme probiotika. Jsou to látky, které mají pozitivní účinek na lidské zdraví zvýšením počtu dobrých bakterií a produkcí mastných kyselin s krátkým řetězcem (SCFA), včetně acetátu, butyrátu a propionátu. Fyziologické role SCFA byly nedávno objasněny ve *in-vivo* studiích (YEMENICIOĞLU et. al., 2020). SCFA ovlivňují imunitu (D'Souza et al., 2017) a rakovinu (Wu et al. 2022). Dále mají SCFA také příznivý vliv na zdraví tlustého střeva tím, že stimulují průtok krve, zlepšují vstřebávání elektrolytů a tekutin, zlepšují svalovou aktivitu a snižují hladinu cholesterolu (Phillips, Williams, 2000).

3.3 Získávání hydrokoloidů z mořských řas

Základní surovinou jsou červené mořské řasy. Mezi hlavní druhy *Rhodophyceae* používané při komerční výrobě karagenanu patří *Eucheuma cottonii*, *Kappaphycus alverezii* a *Eucheuma denticulatum*. Jedná se o trnité keříčkovité rostliny vysoké asi 50 cm, které rostou na útesech a v mělkých lagunách v okolí Filipín a Indonésie a na pobřeží dalších ostrovů na Dálném východě. *K. alverezii* poskytuje kappa karagenan a *E. denticulatum* obsahuje iota karagenan.

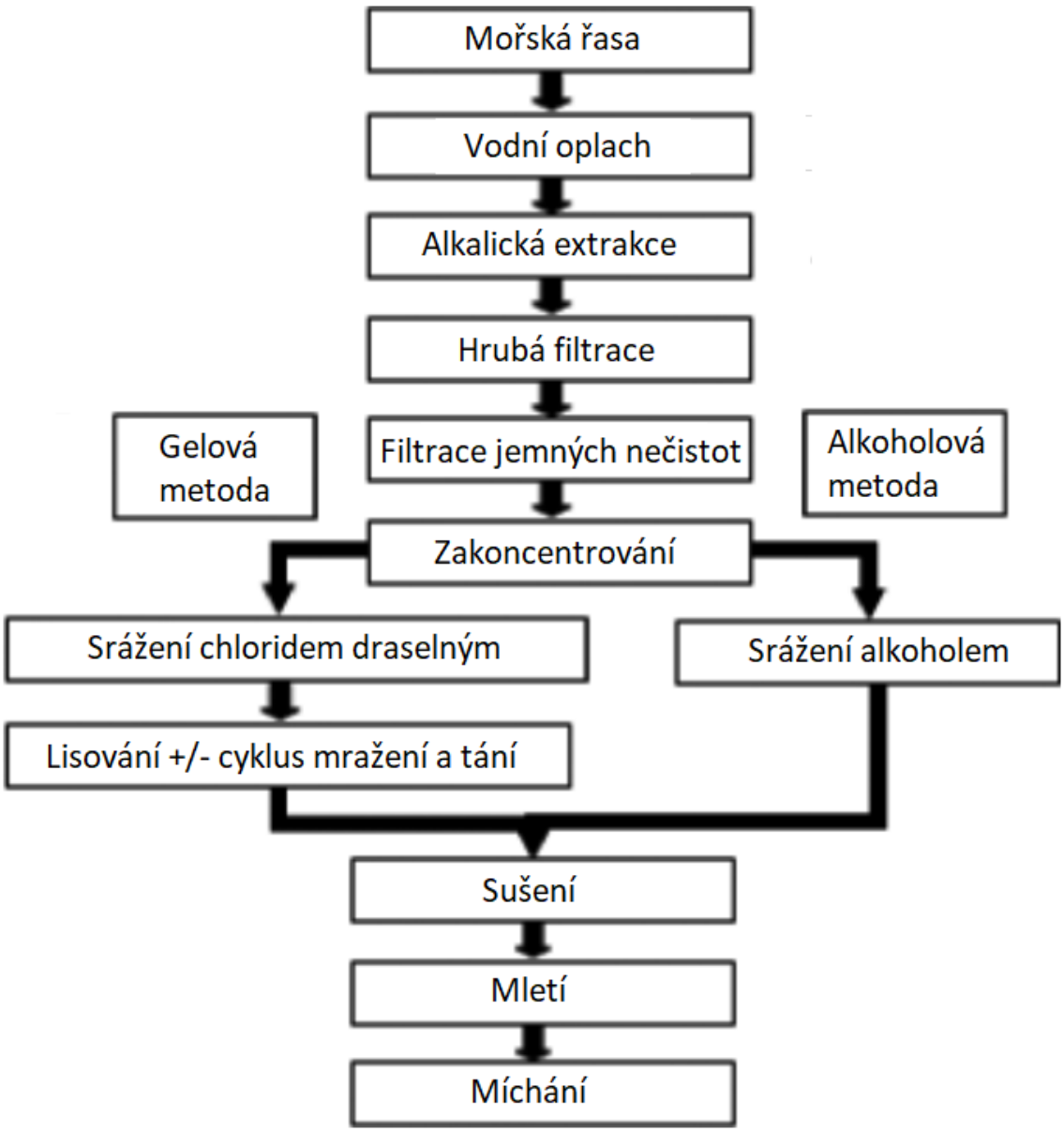
Díky svému využití v tradičních potravinářských výrobcích je *Chondrus crispus* nejznámější z červených mořských řas. Vyskytuje se jako malá keříčkovitá rostlina, vysoká jen asi 10 cm, rozšířená kolem pobřeží severního Atlantiku. Karagenan získaný z tohoto druhu obsahuje jak typ kappa, tak typ lambda, ačkoli bylo prokázáno, že se nevyskytují v rámci jedné rostliny, ale v jednotlivých rostlinách, které rostou v rámci jednoho druhu. Druhy rodu *Gigartina* jsou velké rostliny o velikosti až 5 m dlouhé, které se sbírají ve studených hlubokých pobřežních vodách u Chile a Peru, z nichž se získávají karagenany kappa a lambda. Druhy rodu *Furcellaria*, které se vyskytují ve studených vodách kolem severní Evropy a Asie, dávají kappa a lambda karagenany. (Phillips, Williams, 2000).

3.3.1 Extrakce

Proces výroby karagenanu začíná výběrem mořských řas, které se sklízejí ve vhodnou dobu. Řasy se promyjí, aby se odstranil písek a kamínky, a poté se rychle usuší, aby se zachovala kvalita karagenanu. Sušené řasy se pak balí, přepravují a skladují, než se použijí ke zpracování. Ve výrobním závodě se řasy testují a vybírají se různé šarže, aby se získal požadovaný extrakt. Vybrané mořské řasy se promyjí, aby se odstranily pevné nečistoty, a ošetří se vhodným druhem a množstvím alkálií, aby řasy nabobtnaly a karagenan se z nich extrahoval. Karagenanové extrakty se pak filtrují a čistí vysokorychlostní odstředivkou a koncentrují různými metodami.

Jakmile roztok karagenanu obsahuje 1 až 2 % karagenanu, je obvykle zahuštěn na 2 až 3 % vakuovou destilací a ultrafiltrací. K získání pevné látky se používají dvě metody, a to metoda srážení alkoholem a gelová metoda. Při alkoholové srážecí metodě se přidává isopropanol, dokud se veškerý karagenan nevysráží ve formě vláknitého koagula, které se oddělí odstředěním nebo prosetím přes jemné síto. Koagulum se pak lisuje, aby se odstranilo rozpouštědlo, promyje alkoholem, vysuší a rozemele na vhodnou velikost částic. Naproti tomu gelová metoda je založena na schopnosti kappa karagenanu vytvářet gel s draselnými solemi a gel může být vytvořen různými způsoby. Kousky se pak promyjí chloridem draselným, stlačí se, aby se odstranila přebytečná voda, a poté se zmrazí. Pláty gelu se pak nasekají, vysuší v horkovzdušné sušičce a rozemelou na vhodnou velikost částic.

Nakonec se hotové výrobky upraví smícháním jednoho nebo více extraktů se standardizačními činidly nebo bez nich, aby se zachovala stálá kvalita jednotlivých šarží. Správný výběr surovin a pochopení vlivu procesu na vlastnosti konečného karagenanu jsou zásadní pro výrobu vysoce kvalitního a konzistentního konečného produktu. (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food, (ANS) et al. 2018, Phillips, Williams, 2009)



Obrázek 2: Schéma extrakce karagenanů (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food, (ANS) et al. 2018)

3.4 Hydrokoloidy mořských řas

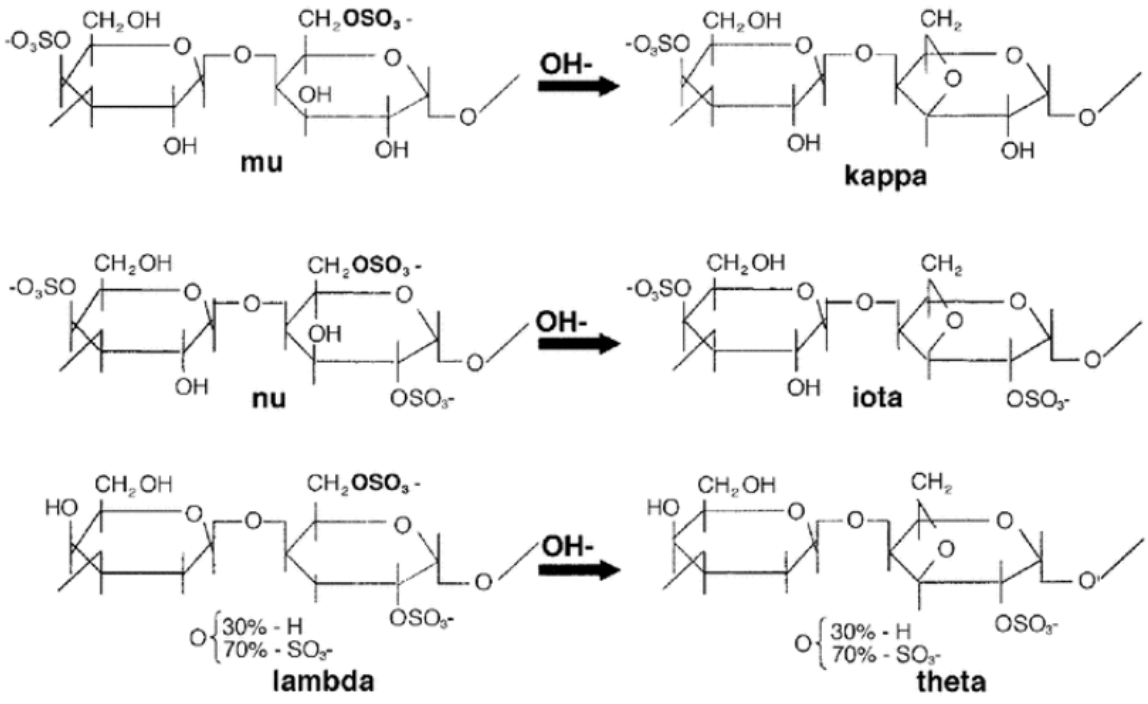
Červené mořské řasy (*Rhodophyceae*) jsou zdrojem přirozeně se vyskytujících polysacharidů, jako je karagenan, furcelaran a agar, které vyplňují dutiny ve struktuře celulózy rostliny. Tyto polysacharidy mají dlouhou historii používání v potravinách na Dálném východě a v Evropě, přičemž agar se v potravinách používá od roku 1658 a karagenan se v potravinách používá již více než 100 let. Ačkoli je furcelaran označován jako "dánský agar", obsahuje vyšší obsah sulfátů než agar a strukturně je podobný kappa karagenanu. V Evropě bylo furceralanu původně přiděleno samostatné číslo E, ale později byl zařazen společně s karagenanem jako E407 kvůli strukturní a funkční podobnosti. Naproti tomu agar má nižší obsah sulfátů a podle potravinářské legislativy je uznán jako samostatný materiál a je mu přiděleno číslo E406.

Karagenan, furcelaran a agar mají páteř z galaktózy, ale liší se podílem a umístěním esterových sulfátových skupin a podílem 3 ,6-anhydrogalaktózy. Tyto rozdíly ve složení a konformaci způsobují širokou škálu reologických vlastností, které se využívají v široké škále potravin. Různé typy karagenanu, včetně KAPPA, IOTA a LAMBDA, poskytují široké spektrum textur, od viskózního zahušťovadla pro lambda karagenan až po tepelně reverzibilní gely, jejichž textura se pohybuje od měkké a elastické pro iota po pevnou a křehkou pro kappa karagenan a furcelaran.

Díky pravidelné šroubovicové konformaci, která se vytvoří při ochlazení roztoků kappa karagenanu, jsou řetězce schopny synergicky interagovat s jinými gumami, jako je guma ze svatojánského chleba, a dále tak modifikovat texturu gelu. Specifická interakce mezi kappa karagenanem a kappa kaseinem se široce používá ke stabilizaci mléčných výrobků. Karagenan má zásadní význam nejen v potravinářském průmyslu díky své schopnosti stabilizovat mléčné výrobky, regulovat obsah vody v masných výrobcích, stabilizovat strukturu zmrzliny nebo dodávat požadovanou strukturu cukrářským výrobkům, dezertům na vodní bázi a přípravě ovoce, ale také se široce používá jako zahušťovadlo nebo filmotvorné činidlo ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. Využití těchto tří základních typů karagenanu však vyžaduje přesné technické znalosti zdrojů mořských řas, používaných extrakčních a modifikačních procesů a rozsáhlé znalosti o jejich použití v různých potravinářských výrobcích (Alavi et al. 2018, Phillips, Williams, 2009, Pirsa, Hafezi 2023).

3.5 Chemická struktura hydrokoloidů mořských řas

Karagenan je vysokomolekulární lineární polysacharid obsahující opakující se řady β-D-galaktopyranosy a 3,6-anhydro-α-D-galaktopyranosy, sulfátované i nesulfátované, spojené střídavými -(1,3) a -(1,4) glykosidickými vazbami. Struktura karagenanu je dále modifikována přítomností různých substituentů (sulfátové, methylové a pyruvátové skupiny) (Ficko-Blean et al., 2017). Existuje téměř nekonečné spektrum karagenanů, ale práce Reese a spolupracovníků (Anderson, Dolan a Rees, 1965, Rees, 1963) dokázala rozlišit a přiřadit definitivní chemické struktury malému počtu idealizovaných polysacharidů. Hlavní typy karagenanu, lambda, kappa a iota, lze připravit v čisté formě selektivními extrakčními technikami. Karagenany mu a nu jsou považovány za prekurzorové struktury, které v důsledku vnitřního přeskupení při alkalické úpravě vytvářejí karagenany kappa a iota, kdežto karagenan lambda je prekurzorem karagenanu theta. Základní disacharidové jednotky, které tvoří různé karagenany, jsou znázorněny na obrázku číslo 2.



Obrázek 3: Konfigurace karagenanu

Jednotlivé struktury karagenanů se liší obsahem 3,6-anhydro-α-D-galaktopyranosy a esterů sulfátu. Rozdíly v těchto složkách ovlivňují hydrataci, pevnost a strukturu gelu, teplotu tání a tuhnutí, synerezi a synergismus. Tyto rozdíly jsou kontrolovatelné a vznikají výběrem mořských řas, zpracováním a mícháním různých extraktů. Obsah ester sulfátu a

3,6-anhydro-α-D-galaktopyranosy v karagenanech je přibližně 25 %, resp. 34 % u kappa karagenanu a 32 %, resp. 30 % u iota karagenanu. Lambda karagenan obsahuje 35 % ester sulfátu s malým nebo žádným obsahem 3,6-anhydro-α-D-galaktopyranosy.

Furcellaran je přirozeně sulfátovaný aniontový polysacharid získávaný obvykle z extraktu červené řasy (*Furcellaria lumbricalis*), který svými vlastnostmi připomíná agar a karagenan. Furcelarany se v přírodě tradičně vyskytují jako směs sodných, draselných, hořečnatých a vápenatých solí lineárního polymeru složeného z [→4)-3, 6-anhydro-d-galaktopyranosy-(1→3)-galaktopyranosy-4′- sulfátu -(1→]. Furcelaran, který byl v minulosti poněkud zavádějícím způsobem nazýván "dánský agar", obsahuje 16-20 % sulfátů. Tyto vysoké obsahy sulfátů jsou kontrastní s agarem, který má velmi nízký obsah sulfátů, vždy pod 4,5 %, a obvykle je to 1,5-2,5 %. Pro potravinářské účely se karagenan nejlépe popisuje jako "výtažky z *Rhodophyceae*, které obsahují 20 % a více esterů sulfátu a jsou jimi střídavě tvořeny a které jsou střídavě vázány glykosidicky vazbou -(1,3) a -(1,4) (Glicksman 1983, Marangoni Júnior et al. 2021, Phillips, Williams, 2009).

V literatuře chybí informace o chování furcelaranu v masných výrobcích, přestože příbuzné skupiny karagenanů byly podrobně studovány. Kromě toho se furcellaran používá v masných drůbežích výrobcích jen zřídka a nejsou k dispozici žádné informace o jeho použití při výrobě kuřecích játrových paštik (Polášek a kol. 2021)

3.6 Využití hydrokoloidů v masném průmyslu

Hydrokoloidy jsou skupinou potravinářských přísad, které se běžně používají v potravinářském průmyslu k dosažení požadované konzistence a tvorby gelu. Používají se jako zahušťovadla a želírující látky a jejich účinnost závisí na různých faktorech, jako je typ použitého hydrokoloidu, koncentrace, pH, teplota a druh potraviny.

Mezi běžně používané hydrokoloidy v potravinářském průmyslu patří guarová guma, karob, xantan, škrob, pektin, alginát, agar, želé a karagenan. Tyto hydrokoloidy mají různé účinky na rozpustnost, viskozitu, reologii, tavení, emulgování, krémování, přenos tepla, transport vitaminů a lipofilních aromat, chuť a nutriční hodnotu potravin.

Agar je specifický hydrokoloid, který se v některých zemích běžně používá při výrobě masových, rybích a drůbežích konzerv. Přidává se do vývaru v koncentraci 0,5 až 2,0 % hmotnosti vývaru, aby v konzervě vytvořil pevný ochranný gel, který odolá autoklávování a zabrání poškození obsahu během přepravy a skladování. Agar je upřednostňován před

jinými hydrokoloidy, jako je želatina a karagenan, protože má vyšší pevnost gelu, vyšší teplotu tání a větší odolnost vůči autoklávování.

Agar byl také použit jako základ pro konzervy s ochuceným tuňákem v agarovém želé vyvinutém v Japonsku. Uvádí se, že při konzervování tuňáka agar zabraňuje tomu, aby se složky ryby oddělily a zčernaly v obsahu konzervy, čímž by se staly neprodejnými. Podobně se v horkých zemích používá vaření s agarem jako dočasný způsob konzervace snadno se kazících potravin.

Dříve se agar používal například k přípravě dehydrovaného rybího extraktu do polévek a ochucovadel, jako želírovací prostředek do masových koláčů a do umělých kůží na klobásy. Agar a karagenan byly navíc experimentálně použity jako nosič ve vodě rozpustných antibiotických přípravků, které byly aplikovány jako jedlý ochranný povlak pro prodloužení trvanlivosti drůbeže.

Hydrokoloidy se v potravinářském průmyslu běžně používají jako zahušťovadla a želírující látky a jejich účinnost závisí na různých faktorech, jako je typ použitého hydrokoloidu, koncentrace, pH, teplota a druh potraviny. Agar je specifický hydrokoloid, který se v některých zemích běžně používá při výrobě masových, rybích a drůbežích konzerv. Díky své vysoké gelové pevnosti, vysoké teplotě tání a větší odolnosti vůči autoklávování ve srovnání s jinými hydrokoloidy (Glicksman 1983, Pirsa, Hafezi 2023).

Použití hydrokoloidů v masných výrobcích se v posledních dvaceti letech stále rozšiřuje a vyvíjí, ačkoli se v souvislosti s jejich používáním objevily relativně nové problémy, jako je status alergenu a otázky geneticky modifikovaných organismů, což vedlo k dramatickým změnám v typech a formách hydrokoloidů používaných při zpracování masa. V současné době se úspěšně vyvíjejí nové receptury s nízkým obsahem tuku a soli, které obsahují tyto netradiční složky. Příkladem jsou hovězí paštiky s ovesnou vlákninou jako náhražkou tuku z práce Piñero et al., 2008, párky s ovesnou vlákninou a karagenanem, který vyráběl Hughes et al., 1997. Frankfurtské párky s transglutaminázou, kaseinátem, KCl a vlákninou jako přístup ke snížení obsahu soli, které studoval Colmenero et al., 2005 (McArdle et al. 2011).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo určit nejvhodnější koncentraci vybraných hydrokoloidů a stanovit co nejvíce parametrů u kuřecích játrových paštik s přídavkem hydrokoloidů. Stanoveny byly hodnoty aktivity vody, obsahu amoniaku, barvy, bílkovin, stravitelnosti, sušiny, pH, tuku, stability emulze, textury thiobarbiturového čísla a reologických vlastností. Taky bylo provedeno senzorické hodnocení vzorků paštik.

Byly použity tři hydrokoloidy, a to kappa karagenan, furcelaran a iota karagenan v koncentracích 0,25; 0,50; 0,75 a 1,00 % (w/w). Pro kontrolu byla vyrobena i paštika bez přidaného hydrokoloidu.

5 METODIKA

V této kapitole jsou vypsány přístroje a suroviny, které byly použity při výrobě kuřecích játrových paštik a k jejich analýzám. Dále je zde popsán princip a postup jednotlivých technologických operací včetně všech laboratorních podmínek.

5.1 Výroba vzorků kuřecích játrových paštik

Bylo vyrobeno 13 různých vzorků paštik, kdy jedna šarže byla kontrolní. Ostatní paštiky byly vyrobeny s různým procentuálním přídavkem [0,25 %; 0,50 %; 0,75 % a 1,00 % (w/w)] různých hydrokoloidů, a to kappa a iota karagenanu a furcelaranu. Vyrobené vzorky byly tepelně opracovány v konvektomatu při teplotě 72 °C v jádře výrobku po dobu 10 minut.

5.1.1 Recepturní složení paštik

V tabulce č. 1 jsou uvedeny použité suroviny k výrobě paštik v procentech.

Tabulka 1: Surovinové složení paštiky [%] (w/w)

Vzorek	Kuřecí játra	Kuřecí stehna	Kuřecí kůže	Kuřecí vývar	DSS	Kořenící směs	Hydrokoloid
K/F 0	31	25,5	24	17	2	0,5	0
2	31	25,5	24	17	2	0,5	0,25
3	31	25,5	24	17	2	0,5	0,50
4	31	25,5	24	17	2	0,5	0,75
5	31	25,5	24	17	2	0,5	1,00

5.1.2 Postup výroby

K výrobě bylo zapotřebí použít chlazená kuřecí játra, čerstvá kuřecí stehenní svalovina a kuřecí kůže. Všechny suroviny byly váženy na váhách Kern s přesností na dvě desetinná místa.

Prvně bylo nezbytné nechat vyvařit kůže, čímž jsme dostali vývar a ztužené kůže. Následovně bylo potřeba játra navážit spolu s ostatními surovinami podle potřeby jednotlivých vzorků. Suroviny byly následně rozkutrovány.

Kutrovaly se dvě různé směsi, které se následně smíchaly do finální homogenní směsi. První směs se skládala z jater a dusitanové solící směsi. Druhou část tvořilo maso z kuřecích stehen, kořenící směs, uvařené kuřecí kůže a vývar z nich a hydrokoloid určený

pro daný vzorek. Po ideálním rozmělnění se přidala první část díla kutrem upravených jater a dusitanové solící směsi. Vše se řádně rozmělnilo a promíchalo.

Směs byla rozdělena do jednotlivých sklenic, které byly naplněny zhruba ze 3/4 objemu sklenice, aby šly dokonale uzavřít. Před nasazením víček se sklenice s tepelně neopracovaným dílem vložily do vakuové baličky za účelem odstranění případných vzduchových kaveren. Poté byly okraje sklenic očištěny a uzavřely se víčkem. Víčko bylo popsáno z důvodu identifikace vzorku. Jedna sklenice byla uzavřena víčkem uzpůsobeným pro umístění tepelné sondy, díky tomu jsme mohli sledovat teplotu v jádře výrobku.

Následně byly nádobky vloženy do konvektomatu Rational. Paštiky byly tepelně ošetřeny teplotou 85 °C. Když paštiky dosáhly 70 °C v jádře, spustil se časovač na 10 minut, aby se paštiky tepelně ošetřily a odpovídaly tak vyhlášce č. 69/2016 Sb. Po tepelném ošetření se paštiky přesunuly do vodní lázně s ledem pro rychlejší zchlazení. Po vychlazení se přesunuly do chladicího boxu, kde byly skladovány při teplotě 4 ± 2 °C.

5.2 Analýzy vlastností kuřecích paštik

V této kapitole jsou vypsány všechny analýzy, které byly na paštikách provedeny. Bude uveden přístroj, který byl použit ke měření daného parametru a princip dané metody. Prvních 7 kapitol se věnuje chemickému složení paštik. V kapitolách následujících se vyhodnocuje stravitelnost, barva, stabilita emulze, reologické vlastnosti, textura a senzorika.

5.2.1 Analýza aktivity vody

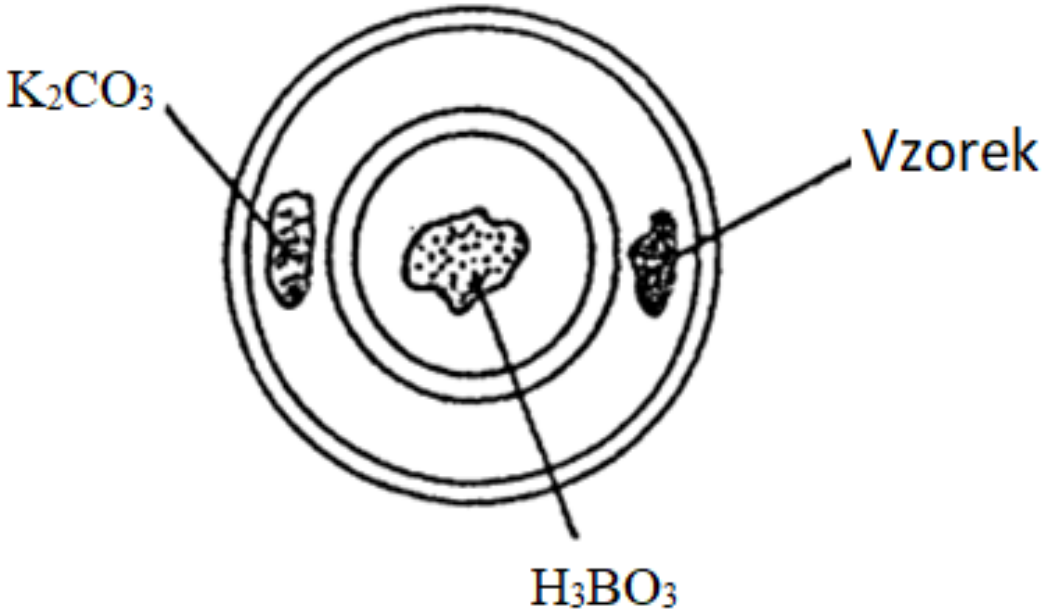
Voda v potravinách existuje ve formách, jako je mobilní, volná a vázaná voda. Aktivita vody je množství volné vody, která je dostupná pro mikroorganismy. Nabývá hodnot od 0 do 1 a značí se zkratkou a_w (availeble water). Významně ovlivňuje strukturu potravin, stabilitu při skladování a mikrobiální růst. Je definovaná jako rozdíl mezi tlakem vodní páry nad čistou vodou a tlakem nad potravinou. Limitující hodnotou pro většinu patogenů je hodnota a_w pod 0,9.

U všech modelových vzorků paštik byla stanovena aktivita vody celkem dvakrát pomocí přístroje AquaLab 4ETE (Mater food). Přístroj má teplotní čidlo, infračervený teploměr a čidlo rosného bodu. Vzorek byl rovnoměrně rozprostřen do misky a vložen do přístroje, kde došlo k vyrovnání vlhkosti. Po uplynutí cca deseti minut bylo měření u konce a na displeji se objevila finální aktivita vody, kterou jsme z přístroje odečetli.

5.2.2 Analýza obsahu amoniaku

Principem této mikrodifuzní metody je to, že se amoniak se vytěsní z extraktu vzorku roztokem uhličitanu draselného v Conwayově nádobce a absorbuje se v roztoku kyseliny borité ve střední části nádobky za vzniku boritanu amonného. Množství absorbovaného amoniaku se stanoví titrací odměrným roztokem H_2SO_4 za použití indikátoru (Vorlová 2012).

Ke stanovení obsahu amoniaku v paštikách byla použita analytická Conwayova metoda. Do plastové zkumavky bylo naváženo 5 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa. Vzorek se důkladně zhomogenizoval s 15 ml destilované vody na třepačce. Homogenizát se odstředil při 6000 ot/min po dobu pěti minut. Stanovení se provádělo v Conwayově nádobce (obrázek 4), která byla na vnější hraně potřena vrstvou tuku Ramsay. Dále bylo napipetováno 1 ml 1 % kyseliny borité, ke které se přidaly 2 kapky Conwayova indikátoru. Roztok se zabarvil červeně. Na jednu stranu vnějšího okraje nádobky se napipetoval 1 ml nasyceného roztoku uhličitanu draselného a na opačnou stranu vnějšího okraje zfiltrovaného homogenizátu. Nádobka se uzavřela a roztok se krouživým pohybem smíchal. Po dvou hodinách při pokojové teplotě se dala pozorovat absorpce amoniaku do kyseliny borité (roztok se zbarvil do zelena). Roztok se ztitroval kyselinou sírovou o koncentraci 0,005 M do červeného zbarvení. Měření bylo provedeno 2 týdny po výrobě.



Obrázek 4: Conwayova nádobka

Obsah amoniaku v $mg.kg^{-1}$ byl vypočten ze vztahu (Lukešová 2010):

$$m_{NH_3} = \frac{f_{H_2SO_4}\, V_{H_2SO_4} \times 17{,}3 \times 10}{0{,}25}$$

Kde: V (H_2SO_4) – spotřeba roztoku H_2SO_4 o koncentraci 0,005 mol.dm-3 [ml],
f – faktor kyseliny sírové

5.2.3 Analýza bílkovin

Pro stanovení celkového obsahu dusíku byla nejprve provedena mineralizace vzorku. Následně proběhlo vlastní stanovení dusíkatých látek podle Winklera, jehož principem je, že se z roztoku zmineralizovaného vzorku se uvolní NH_3 působením koncentrovaného roztoku NaOH. Amoniak se destilací s vodní párou převede do předlohy, kde reaguje s roztokem H_3BO_3 za vzniku boritanu amonného. $(NH_4)_3BO_3$ se titruje odměrným roztokem kyseliny sírové na indikátor Tashiro nebo metyl červeň (Lukešová 2010).

Mineralizace probíhala mokrou cestou. Nejprve bylo do mineralizační baňky naváženo 0,25 g s přesností na 4 desetinná místa. Se vzorkem jsme se přesunuli do digestoře, kde bylo přidáno 10 ml koncentrované kyseliny sírové, 5 kapek peroxidu vodíku a lžička mineralizačního katalyzátoru v poměru 10:1 Na_2SO_4 a $CuSO_4 \cdot 5\ H_2O$. Následně byly baňky vloženy do mineralizátoru Bloc Digest 12. Na baňky byl nasazen odsávač par a spustila se vodní vývěva. Na mineralizátoru se spustil přednastavený program na 400 °C. Mineralizace probíhala cca hodinu. Po zchladnutí se vzorek převedl do 25 ml odměrných baněk.

Destilace probíhala v přístroji Behr distilation unit S2. Mineralizát byl doplněn po rysku destilovanou vodou a vložen do ultrazvuku na potřebnou dobu. Vzorek se ještě protřepal a bylo odpipetováno 10 ml do destilační baňky. Do jímací titrační baňky byl napipetován roztok kyseliny borité. Obě baňky byly vloženy do přístroje a byla zahájena destilace vodní parou, která trvala 7 minut. Zachycený amoniak byl titrován odměřeným roztokem kyseliny sírové o koncentraci c(H_2SO_4) = 0,05 mol/l s použitím Tashiro indikátoru do světle červeného zbarvení. (Lukešová 2010). Pro každý vzorek byla provedena dvě opakování.

Výpočet obsahu hrubé bílkoviny v [% (w/w)]

$$m = \frac{V \times 10^{-3} \times c_{H_2SO_4} \times M_N \times f_t \times f_z \times f_{p\check{r}}}{n} \times 100$$

Kde: V - spotřeba odměrného roztoku H2SO4 při titraci [ml]

$c_{(H2SO4)}$ - přesná koncentrace odměrného roztoku H2SO4 [$mol \cdot l^{-1}$]

M_N - molární hmotnost dusíku [$g \cdot mol^{-1}$]

f_t - titrační faktor

f_z - zřeďovací faktor

$f_{př}$ - přepočítací faktor

n - navážka [g]

5.2.4 Analýza pH

Hodnota pH je definována jako záporně nabitý dekadický logaritmus aktivity oxoniových kationtů. Ve vodném roztoku je kromě molekul H_2O je také jisté množství oxoniových kationtů H_3O^+ (přesněji definováno: $H[H_2O)_4]^+$) a hydroxylových aniontů OH^-. Kyselost vzniká přebytkem H3O+ (Formánek 2014).

Stanovení pH bylo provedeno pomocí potravinářského vpichového pH metru Hanna HI. Každý vzorek byl měřen šestkrát na různém místě. K měření byly použity dvě různé sklenice pro každý vzorek. Mezi každým měřením byl hrot pH metru očištěn destilovanou vodou.

5.2.5 Analýza sušiny

Sušina vzorku byla stanovena pomocí gravimetrické metody.

Do předem navážených a vysušených hliníkových mističek byly naváženy 3 gramy vzorku s přesností na čtyři desetinná místa. Mističky obsahovaly také mořský písek a skleněnou tyčinku. Takto připravené vzorky se umístily do sušárny a sušily se při teplotě 102 °C po dobu cca 5 hodin do konstantního úbytku hmotnosti. Byly testovány vzorky s koncentrací hydrokoloidu 0,25 % (w/w), 1,00 (w/w) a kontrola bez přídavku hydrokoloidu. Provedla se tři opakování a byla použita průměrná hodnota. Sušina byla stanovena jak pro čerstvý vzorek, tak pro lyofilizát, kdy rozdíl byl v navážce lyofilizátu, která byla 1 g a ve vzorcích [1,00 % (w/w) a čisté látky hydrokoloidů plus kontrola]. Hodnoty sušiny lyofilizátu byly použity při výpočtech stravitelnosti.

Sušina se vypočetla pomocí vzorce:

$$Sušina = \frac{m_2 - m_1}{m_n} \times 100 \ [\%]$$

Kde: m_1 – hmotnost hliníkové misky s pískem a vzorkem před usušením

m_2 – hmotnost hliníkové misky s pískem a vzorkem po usušení

m_n – hmotnost vzorku (Severová a kol. 1998)

5.2.6 Analýza thiobarbiturového čísla

Stanovením thiobarbiturového čísla se dá sledovat střední fázi žluknutí tuků. Stanovujeme obsah malondialdehydu, což je sekundární produkt oxidace lipidů. Malondialdehyd reaguje s kyselinou 2-thiobarbiturovou za vzniku barevného komplexu. Intenzita zabarvení se proměřuje na spektofotometru. Absorbance je měřena při vlnové délce 538 nm pro červené odstíny nebo 450 nm pro odstíny žluté. Čím je hodnota thiobarbiturového čísla vyšší, tím více jsou lipidy zoxidovány (Severová a kol. 1998, Straka a kol. 2006).

Bylo naváženo 5 g vzorku s přesností 0,1 mg. Vzorek byl převeden do plastové zkumavky a ke vzorku bylo přidáno 15 ml kyseliny chloristé o koncentraci 3,86 % a 0,50 ml 4,20 % etanolového roztoku butylhydroxytoulenu. Následně byl zhotoven slepý pokus č. 1, kdy místo vzorku bylo použito 5 ml destilované vody. Se slepým pokusem bylo dále pracováno stejně jako se vzorky. Vzorky byly rozmíchány na vortexu a byly vloženy na 15 minut na třepačku. Poté byl vzorek uložen do odstředivky, která se nastavila na 6000 ot/min. Vzorek byl odstřeďován po dobu 5 minut. Ze supernatantu byla odebrána alikvótní část (4 ml) do skleněné zkumavky. Kromě supernatantu byl do zkumavky přidán roztok kyseliny thiobarbiturové (4 ml) o koncentraci 0,02 mol.dm^{-3}. Slepý pokus č. 2 byl vytvořen náhradou kyseliny thiobarbiturové za vodu (4 ml). V dalším kroku byly všechny zkumavky vloženy do vroucí vodní lázně, kde se po dobu 45 minut zahřívaly. Po lázni byly vzorky zchlazeny a přefiltrovány přes papírový filtr. Nakonec byly absorbance měřeny při vlnové délce 450nm a byl stanoven sekundárních produktů oxidace tuků vyjádřený jako TBARS (thiobarbituric acid reactive substances) a vypočítány podle vzorce:

$$TBARS = \frac{A_{vz} - A_{sl1} - A_{sl2}}{m} \times 1000 \ [{}^{A450}/_{mg}]$$

Kde: TBARS Tiobarbiturové číslo (A450·mg1)

A_{vz} - absorbance vzorku

$A_{sl\ 1}$ - absorbance slepého pokusu č. 1 (s kyselinou tiobarbiturovou)

$A_{sl\ 2}$ - absorbance slepého pokusu č. 2 (se vzorkem)

m – navážka vzorku [g]

5.2.7 Analýza obsahu tuků

Tato metoda je založena na extrakci tuku ze vzorku pomocí nepolárních rozpouštědel, odstranění rozpouštědla odpařením, sušením a vážením (gravimetricky) (Vorlová 2012).

Stanovení obsahu celkových lipidů bylo uskutečněno modifikovanou metodou extrakce podle Soxhleta na extraktoru Soxtherrm. Nepolární netěkavé látky byly z homogenizovaného vzorku získány pomocí extrakčního rozpouštědla (hexan). Do papírové extrakční patrony byl navážen 1 g lyofilizovaného vzorku s přesností na 0,0001 g. Následně byl vzorek překryt vatou. Vysušená extrakční baňka byla zvážena se třemi varnými kamínky s přesností na 0,0001 g. Do extrakční baňky byl vložen drátěný držák s extrakční patronou a byl nalit hexan o objemu 100 ml pomocí odměrného válce. Extrakční baňka s extrakční patronou byla umístěna do extraktoru Soxtherm. Byla spuštěna chladící voda, tlakový vzduch a program s názvem Hexan. Extrakce probíhala 2,5 hodiny, následně byl hexan oddestilován. Zbytek hexanu byl odpařen v digestoři a extrakční baňky byly dosušeny v sušárně. Extrakční baňky byly následně vloženy do exsikátoru po dobu 30 minut k vychladnutí. Nakonec byla extrakční baňka s tukem zvážena.

Obsah celkových lipidů v % byl vypočítán ze vzorce:

$$Tuk\ (\%) = \frac{m_b - m_a}{n} \times 100$$

Kde: m_a - hmotnost prázdné baňky (g)

m_b - hmotnost baňky s tukem (g)

n - navážka vzorku (g)

5.2.8 Analýza stravitelnosti kombinovanou hydrolýzou pepsinem a pankreatinem

Nejprve byl připraven fosfátový pufr (pH 7,45), a to smícháním 3,09 g KH2PO4 a 32,49 g $Na_2HPO_4.12H_2O$ do 1,7 l destilované vody a dále 0,1 mol.dm^{-3} roztok HCl o objemu 1,7 l. Filtrační sáčky byly vyprány v acetonu, zváženy a bylo do nich naváženo 0,25 g nadrceného lyofilizovaného vzorku [1,00 % (w/w)] s přesností na čtyři desetinná místa. Dále bylo do sáčků naváženo 0,25 g čistých hydrokoloidů s přesností na čtyři desetinná místa. Sáčky byly při vážení zataveny a spolu s korekcí (prázdný sáček) byly umístěny do inkubační lahve. Do láhve bylo přilito 1,7 l 0,1 mol.dm^{-3} roztoku HCl s rozpuštěným pepsinem (3 g). Láhve se následně umístily do inkubátoru Daisy a po dobu 4 hodin se vzorky inkubovaly (4 hodiny jsou doba, po kterou potrava zůstává v žaludku). Po inkubaci se sáčky z láhve vyjmuly a byly propláchnuty několikrát destilovanou vodou. Dále bylo jako inkubační roztok použito 1,7 l předem připraveného fosfátového pufru s rozpuštěným pankreatinem (3 g). Inkubační doba byla 24 hodin (doba trávení v tenkém střevě). Po uplynutí této doby byly sáčky promyty destilovanou vodou a vloženy do sušárny na 24 hodin při teplotě 103 °C. Vysušené sáčky byly vychlazeny v exikátoru a zváženy. Závěrečným krokem bylo spálení sáčků v peci při teplotě 550 °C po dobu 5,5 hodin. Sáčky se uložily do předem popsaných keramických kelímků a byly vloženy do pece. Po spálení se kelímky nechaly vychladnout v exikátoru a byly zváženy.

Výpočet stravitelnosti vyjádřené jako stravitelnost sušiny a organické hmoty vzorku:

$$DMD = 100 - \frac{100 \times DMR}{m_2 \times DM}$$

$$DMR = m_3 - m_1 \times c_1$$

$$DM = \frac{S \times m_s}{100}$$

$$OMD = \frac{100 \times (DMR - AR)}{m_2 \times DM \times OM}$$

$$AR = m_4 - m_1 \times c_2$$

$$OM = \frac{S - Po}{100}$$

Kde: DMD - hodnota stravitelnosti sušiny vzorku [%]

OMD - hodnota stravitelnosti organické hmoty vzorku [%]

DMR - hmotnost vzorku bez sáčku po inkubaci a vysušení [g]

DM - obsah sušiny ve vzorku [g]

S - obsah sušiny ve vzorku [%]

AR - hmotnost popela vzorku bez sáčku [g]

OM - obsah organické hmoty v sušině vzorku [g]

Po - obsah popela ve vzorku [%]

m_1 - hmotnost sáčku [g]

m_2 - hmotnost vzorku [g]

m_3 - hmotnost vysušeného sáčku se vzorkem po inkubaci [g]

m_4 - hmotnost popela vysušeného sáčku se vzorkem po inkubaci [g]

m_s - hmotnost vzorku na stanovení sušiny [g]

c_1 - korekce sáčku [g]

c2 - korekce popele sáčku [g]

Stanovení popela

Prázdné porcelánové kelímky byly nejprve vyžíhány při teplotě 550 ± 25 °C po dobu 1 hodiny. Dále byly vychlazeny v exsikátoru a následně byly zváženy s přesností na 0,0001 g. Do kelímků bylo naváženo 1 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa a byly vloženy do muflové pece, kde byly vzorky spalovány při teplotě 550±25 °C po dobu 5,5 hodiny. Po spálení byly vzorky vloženy do exsikátoru a po vychlazení byly zváženy s přesností 0,0001 g. Výsledek je průměr ze tří měření. Postup byl proveden podle normy ČSN ISO 1575.

Výpočet obsahu popela v [%]:

$$P = \frac{m_1 - m_2}{m_3 - m_2} \times 100$$

Kde: m_1 - hmotnost porcelánového kelímku s popelem [g]

m_2 - hmotnost prázdného porcelánového kelímku [g]

m_3 - hmotnost porcelánového kelímku s navážkou vzorku [g]

5.2.9 Analýza barvy

Barvu masa lze hodnotit vizuálně i přístrojově. Zatímco vizuální hodnocení je subjektivní povahy a provádějí ho členové komise, instrumentální hodnocení je objektivní a provádí se pomocí odrazové spektrofotometrie. K instrumentálnímu hodnocení se používá řada kolorimetrů a spektrofotometrů, které poskytují fyzikální popis odrazivosti barvy, jako jsou L* (světlost), a* (červenost) a b*. (žlutost) a chromatičnost (index sytosti) (Neethling, et al. 2017).

Vzorky byly analyzovány na zařízení Ultrascan PRO od výrobce HunterLab. Prvně byla provedena kalibrace na černé a bílé pozadí. Každý ze vzorků byl analyzován 2x.

5.2.10 Analýza stability emulze

Při hodnocení kvality emulze je stabilita základním kritériem. Stabilitu můžeme posuzovat z dvou pohledů, a to kinetiky nebo termodynamiky. Kinetická stabilita definuje rychlost rozpadu emulze a termodynamická její eventualitu, že rozpad emulze nastane (Bartovská a kol. 2005).

U vzorků paštik byla měřena stabilita celkem dvakrát u každého ze vzorků. Pro stanovení stability emulze bylo naváženo přibližně 5 g vzorku s přesností na čtyři desetinná místa do předem zvážených centrifugačních plastových zkumavek s kónickým dnem. Takto připravené vzorky byly vloženy do centrifugy, nastavené na 6000 ot/min na 20 minut. Po uplynutí této doby byl odstraněn přebytek vody, který byl ze vzorku odstředěn. Zkumavka byla zvážena a výsledná stabilita se vypočítala dle následujícího vztahu:

$$Stabilita = \frac{m_2 - m_0}{m_1} \times 100\ [\%]$$

Kde: m_0 – hmotnost prázdné centrifugační zkumavky s víčkem [g]

m_1 – navážka vzorku [g]

m_2 – hmotnost zkumavky se vzorkem po centrifugaci [g]

5.2.11 Analýza reologických vlastností – dynamická oscilační reometrie

Reologická analýza se věnuje studiu viskoelastických vlastností. Tato analýza je založena na toku a deformaci vzorků potravin. Jedná se o vztah napětí, které na potraviny působí a na následné deformaci v závislosti na čase. Viskoelastické vlastnosti vzorků jsou charakterizovány díky elastickému (G´) a ztrátovému modulu (G´´) pružnosti. Elastický

modul pružnosti určuje míru pružnosti materiálu a ztrátový modul určuje jeho míru viskózního chování a schopnost materiálu rozptýlit energii. Jednotkou obou modulů pružnosti je Pascal (Pa). Poměrem mezi těmito dvěma moduly se dá získat tzv. tangens delta (tan δ). Když je tangens delta větší než 1 jeví zkoumaný vzorek více viskózní charakter a naopak když je hodnota menší než 1 j vzorek více elastický. Odolnost materiálů vůči oscilačnímu smyku je známá jako komplexní modul (G*) a ta vyjadřuje vztah mezi ztrátovým a elastickým modulem pružnosti. Také byla stanovena komplexní viskozita vzorků η*. Komplexní modul lze vypočítat dle následujícího vzorce:

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2}$$

Kde: G* - komplexní modul pružnosti [Pa]

G´- elastický modul pružnosti [Pa]

G´´ - ztrátový modul pružnosti [Pa]

Analýza vzorků byla provedena pomocí dynamického oscilačního reometru KINEXUS od Malvernu. Vzorky byly měřeny v rozsahu 0,1-100 Hz při teplotě 20,0 ± 0,1 °C a byla využita geometrie deska-deska. Také byla použita metoda se stálou frekvencí 1 Hz ale v průběhu času se měnila teplota. Teplota začínala na 4,5 ± 0,25 °C vzrostla na 70 ± 0,6 °C, kde měla 11 minut výdrž a následně klesala zpět na 5 ± 0,25 °C. Ze vzorku byla odstraněna zoxidovaná vrstva a vzorek byl lžičkou nanesen na spodní pevnou desku přístroje. Poté byl přístroj spuštěn a horní deska byla spuštěna na vzorek a mezi geometrií zůstala vrstva vzorku 1 mm. Přebytečný vzorek byl před samotným měřením odstraněn, aby nedocházelo ke zkreslení výsledků. Každý vzorek byl změřen dvakrát.

5.2.12 Analýza textury

Textura je velmi důležitým parametrem celkové kvality masného výrobku. Pro přijatelnost výrobku pro spotřebitele je křehkost zásadní vlastností. V praxi se k hodnocení textury masa používá mnoho metod. Lze je rozdělit do tří kategorií: senzorické metody (které jsou v zásadě subjektivní), instrumentální metody (tzv. objektivní) a nepřímé metody (Kamdem et al. 1995)

Textura paštik je především dána obsahem vody a tuku dále také obsahem nerozpustných bílkovin a obsahem a složením polysacharidů. Změny textury většinou nastávají při významných změnách obsahu vody či tuku v důsledku destrukce polysacharidů, koagulací

nebo hydrolýzou proteinů. Paštiky jsou emulze a při technologických operacích je možnost emulzi stabilizovat nebo naopak je možnost její destrukce (Voldřich 2003).

Analýza byla provedena pomocí texturního analyzátoru TA.XT Plus. Na vzorky bylo použito dvojnásobné stlačení o 50 % původní výšky pomocí 10 mm válcové sondy s rychlostí sondy 1 mm/s a spouštěcí silou 5 g. Výsledkem analýzy je křivka, která vyjadřuje sílu potřebnou pro deformaci potraviny za určitý čas. Z této křivky byly odečteny parametry jako tvrdost, kohezivnost, relativní lepivost, gumovitost, žvýkatelnost. Měření bylo prováděno pro každý vzorek dvakrát při laboratorní teplotě.

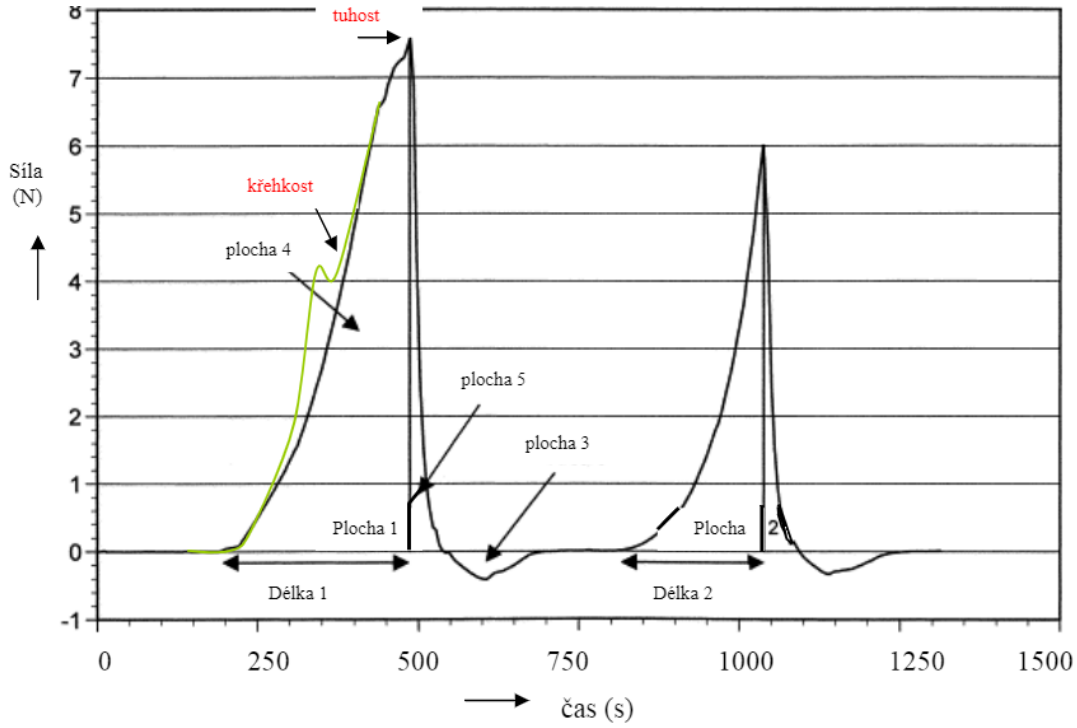
Tvrdost je mechanická vlastnost textury a je to síla potřebná k dosažení určité deformace nebo penetrace výrobku. Při konzumaci potraviny je vnímána jejím stlačením mezi zuby nebo mezi jazykem a patrem. Udává maximum síly při prvním stlačení (jedná se tedy o výšku prvního píku).

Kohezivnost neboli soudržnost zahrnuje vlastnosti jako lámavost, žvýkatelnost a gumovitost. Je definována jako síla vnitřních vazeb, které tvoří potravinu a je to poměr ploch energie druhého cyklu k energii prvého cyklu.

Relativní lepivost je definována jako síla potřebná k překonání síly mezi povrchem vzorku a povrchem zatěžovací desky, se kterou maso přichází do kontaktu (plocha 3).

Gumovitost – V ústech je ve vztahu k úsilí, potřebnému k dezintegraci výrobku do stavu připraveného k polknutí. Je definována jako: Gumovitost = Tvrdost x Soudržnost, je charakteristická pro polotuhé potraviny s nízkým stupněm tvrdosti a vysokým stupněm soudržnosti.

Žvýkatelností se označuje mechanická texturní vlastnost vztahující se k soudržnosti a délce doby nebo počtu skusů potřebných k rozžvýkání výrobku do vhodné konzistence k polknutí (Buňka a kol. 2008)



Obrázek 5: Analýza texturního profilu (Veterinární a farmaceutická univerzita Brno 2011)

Také byla stanovena roztíratelnost pomocí TA.XT Plus za pomocí jiné sondy a jiných parametrů. Roztíratelnost byla stanovena pomocí hlavní sondy ve tvaru kužele (samec; 90°) a držáků analytu ve tvaru kužele z plexiskla (samice). Vzorky CC byly naneseny na spodní kužel (samice) a přebytečný vzorek byl opatrně odstraněn. Testované vzorky byly následně penetrovány horním kuželem pod úhlem 45°. Rychlost pronikání do vzorku byla 1,0 mm/s při hloubce 2,0 mm.

5.2.13 Analýza senzoriky

Konkrétněji jde o vědeckou disciplínu, která se zabývá měřením, analýzou a interpretací reakcí na vlastnosti a charakteristiku surovin nebo potravin, které můžeme postřehnout našimi smysly, například: sluchem, hmatem, chutí, čichem nebo zrakem. Mnohdy se senzorická analýza zjednodušuje k tzv. ochutnávání – používá se pouze chuť a vůně. Ovšem kvůli poskytnutí nezbytných informací by se neměly opomíjet i další smysly, jako jsou vzhled, konzistence nebo zvuky, které při rozlomení či jiné deformaci vzniknou. Senzorická analýza je využívána v procesu kontroly jakosti a bezpečnosti už po řadu desetiletí. Největší výhodou je její rychlost v získávání podstatných informací a obvykle nízkých nákladů na pořízení. Podle výsledků je následně možné za jistých okolností upravovat technologické etapy výroby potravin. Výsledky analýz senzorického hodnocení

se používají z části k samostatnému vyhodnocení jednotlivých ukazatelů, ale také se kombinují a poskytují informace k souhrnnému hodnocení jakosti potravin (Kříž a kol. 2007), (Buňka a kol. 2008).

Analýza senzorických vlastností byla provedena u sedmi různých vzorků. Při posuzování byla použita zkouška stupnicová a pořadová.

Pořadová zkouška

Pro srovnávání senzorického znaku dvou a více vzorků je nejvíce využívaný Kruskal-Wallisův test. Používá se jako ověření shody úrovně určitého znaku daného produktu. Počet posuzovatelů musí být alespoň 5. Hypotéza testu předpokládá, že mezi výrobky není rozdíl na úrovni sledovaného znaku. Alternativa tohoto testu bude předpokládat, že alespoň 1 výrobek, který ve sledovaném znaku liší od jiného nebo jiných výrobků. Testové kritérium pro Kruskal-Wallisův test se vypočítá ze vzorce:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n\,.\,(n+1)}\,.\sum_{r=1}^{R}\frac{T_r^2}{n_r} - 3\,.\,(n+1)$$

Kde: Q_{KW} – testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

n – počet posuzovatelů

T_r – součet pořadí

Testové kritérium má při platnosti hypotézy přibližně rozdělení χ^2 s (R-1) stupni volnosti. Pokud je shodných pozorování ve všech výběrech více než, 25 % potom je lepší využít korigované testové kritérium:

$$Q_{kw}^{*} = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum n_k^3 - n_k}{n^3 - n}}$$

Q^*_{KW} korigované testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

Q_{KW} – testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

n – počet posuzovatelů

Hypotézu se 100 (1 – α) % spolehlivostí zamítneme, pokud bude platit:

$$Q_{kw}^{*} \geq \chi_{1-\alpha}^{2}(R-1)$$

Kde:

Q^*_{KW} – korigované testové kritérium Kruskal-Wallisova testu

$\chi^2_{1-\alpha}(R-1)$ – 100 (1 – α) % kvantil Pearsonova rozdělení s (R-1) stupni volnosti

Jestliže se testovaná hypotéza zamítne, lze prohlásit vzorky na dané hladině významnosti α za rozdílné v daném senzorickém znaku. Dále se určí, které vzorky se od sebe liší. K tomuto porovnání slouží Némenyiho test vícenásobného párového porovnání závislých výběrů. Tato metoda zjistí rozdílnosti mezi dvěma vzorky. Rozdíl mezi vzorky se 100 (1 – α) % spolehlivostí se zjistí pomocí vzorce:

$$\left|T_i - T_j\right| \geq Q_{1-\alpha}(R; n_r)$$

Kde: $T_{i,j}$ - součet pořadí

$Q_{1-\alpha}$ (R; nr) – tabelovaná kritická hodnota pro párová orovnání závislých výběrů

Pořadová preferenční zkouška

Pořadová zkouška se provádí za účelem seřazení skupiny výrobků podle intenzity sledovaného znaku, podle preferencí hodnotitelů, nebo sledování vlivu určitého faktoru na organoleptické vlastnosti a senzorickou jakost výrobku. Používá se především u výrobků, u kterých jsou minimální rozdíly a stupnicové metody nejsou dostačující.

Při výkonu pořadové preferenční zkoušky obdrží posuzovatel skupinu vzorků a jeho úkolem je vzorky seřadit podle preference. Tato zkouška obsahuje nucenou volbu – každý vzorek musí mít pouze jedno místo v pořadí. Pořadí posuzovatel zapíše do přiloženého dotazníku. Tato zkouška je náročná na senzorickou paměť.

Při vyhodnocování se obecně používá Friedmanův test. Používá se k ověření shody úrovně sledovaného znaku. Pro využití Friedmanova testu je nejprve nutné uspořádat data do tabulky. Sloupce tabulky odpovídají jednotlivým vzorkům a řádky jednotlivým posuzovatelům. Pro další výpočty jsou východiskem součty pořadí jednotlivých vzorků.

Testovaná hypotéza předpokládá, že všechny vzorky jsou ze stejného základního souboru a tím pádem předpokládá, že mezi zkoumanými vzorky nejsou významné rozdíly ve sledovaném znaku. Alternativní hypotéza toto tvrzení vyvrací a říká, že mezi zkoumanými vzorky je alespoň jeden, který se od jiného nebo jiných odlišuje. Jestliže platí testovaná

hypotéza, měly by být součty pořadí teoreticky stejné. Friedmanův test zjišťuje, zda případné rozdíly součtů pořadí jsou významné. Testovací kritérium se vypočítá dle vzorce:

$$FR = \frac{12}{n \,.R\,.(R+1)} \,.\sum_{i=1}^{R} T_i^2 \,-\, 3\,.n\,.(R+1)$$

Kde: FR – testovací kritérium Friedmanova testu

n – počet posuzovatelů

R – počet vzorků

T_i – součet pořadí jednotlivých vzorků

Kritické hodnoty $Q_{1-\alpha}(R, n)$ jsou pro $\alpha = 0{,}05$ zjistitelné z tabulek. Testovaná hypotéza je zamítnuta, v případě že pro zvolené α bude platit:

$$FR \geq Q_{1-\alpha}(R; n)$$

Kde: FR – testovací kritérium Friedmanova testu

$Q_{1-\alpha}(R, n)$ - kritická hodnota

Jestliže je testovaná hypotéza zamítnuta, vzorky prohlásí v dané hladině významnosti α za rozdílné v intenzitě sledovaného znaku. Dále je nutné určit, které vzorky se od sebe liší, k tomu slouží Némenyiho test vícenásobného párového porovnávání závislých výběrů (Buňka a kol. 2008, Kříž a kol. 2007).

6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Analýza vodní aktivity

Vodní aktivita byla stanovena dvakrát pro každý vzorek. Výsledky byly zpracovány do tabulky v podobě průměrných hodnot měření se směrodatnou odchylkou.

Tabulka 2: Hodnoty vodní aktivity

Vzorek	**Vodní aktivita [-]**
K/F 0	0,9944 ± 0,0004
K 0,25	0,9984 ± 0,0004
K 0,5	0,9989 ± 0,0001
K 0,75	0,9972 ± 0,0032
K 1	0,9994 ± 0,0007
F 0,25	0,9994 ± 0,0003
F 0,5	0,9999 ± 0,0019
F 0,75	0,9998 ± 0,0006
F 1	0,9995 ± 0,0005
I 0,25	0,9979 ± 0,0017
I 0,5	0,9992 ± 0,0004
I 0,75	0,9995 ± 0,0007
I 1	0,9994 ± 0,0008

Námi naměřené hodnoty vodní aktivity v paštikách se pohybovaly v rozmezí od 0,9944 – 0,9999 %. Všechny vzorky vykazovaly různou hodnotu, i když se od sebe lišily jen nepatrně. Při srovnání všech vzorků je zřejmé, že nejnižší a měl vzorek bez přídavku hydrokoloidu. Při srovnání s hodnotou z Schmidt, Fontana Jr. 2020, jsou naše hodnoty mírně vyšší. S jistotou můžeme říci, že vzorky mají vodní aktivitu vysokou a tím pádem jsou náchylné ke zkáze způsobené mikrobiologickou kontaminací.

6.2 Analýza obsahu amoniaku

Analýza obsahu amoniaku byla provedena podle návodu v kapitole 5.2.2.

Tabulka 3: Hodnoty naměřeného amoniaku

Vzorek	**Obsah amoniaku [mg/kg]**
K/F 0	170,30 ± 3,4
K 0,25	163,49 ± 3,4
K 0,5	177,11 ± 3,4
K 0,75	183,92 ± 6,8
K 1	163,48 ± 3,4
F 0,25	170,30 ± 6,8
F 0,5	177,11 ± 3,4
F 0,75	170,30 ± 3,4
F 1	183,92 ± 3,4
I 0,25	183,92 ± 3,4
I 0,5	177,11 ± 3,4
I 0,75	177,11 ± 3,4
I 1	170,30 ± 3,4

Když se hodnotí obsah amoniaku, vycházíme z hodnot udávaných pro maso. Hodnoty amoniaku pro čerstvé maso jsou 120–170 $mg.kg^{-1}$. Maso dosud nezávadné by pak mělo mít obsah amoniaku mezi 170–250 $mg.kg^{-1}$. Maso s obsahem amoniaku 260 až 300 $mg.kg^{-1}$ je pak považováno za podezřelé, ale ne za zkažené. U masa, které má hodnoty amoniaku 310–350 $mg.kg^{-1}$ začíná rozklad a maso s hodnotami nad 360 $mg.kg^{-1}$ se považuje za zkažené. (Kopřiva, a další, 2012) Dle naměřených hodnot, které jsou zapsány v tabulce lze tvrdit, že by se vzorky paštiky daly zařadit do kategorie čerstvého masa.

6.3 Analýza bílkovin

Stanovení hrubých bílkovin bylo provedeno podle postupu, který je uveden v kapitole 5.2.3.

Tabulka 4: Hodnoty hrubých bílkovin

Vzorek	**Hrubá bílkovina [%]**
K/F 0	15,06 ± 0,01
K 0,25	14,56 ± 0,04
K 0,5	14,52 ± 0,06
K 0,75	14,60 ± 0,18
K 1	14,50 ± 0,10
F 0,25	14,36 ± 0,06
F 0,5	14,25 ± 0,03
F 0,75	14,57 ± 0,01
F 1	14,26 ± 0,01
I 0,25	14,75 ± 0,01
I 0,5	14,89 ± 0,03
I 0,75	14,53 ± 0,18
I 1	14,37 ± 0,20

Obsah hrubé bílkoviny ve vzorcích se pohyboval v rozmezí od 14,25 – 15,06 %. Nejvyšší hodnoty dosáhla paštika bez přídavku hydrokoloidů a nejnižší hodnota byla stanovena u paštiky s přídavkem 0,25 % (w/w) furceralanu. Hodnoty hrubých bílkovin v potravinách závisí především na jejich surovinové skladbě. Naše paštiky se obsahem bílkovin podobaly například játrové paštice od výrobce Uzeniny Příbram, a.s. jak uvádí České cechovní normy.

6.4 Analýza pH

V tabulce č. 5 jsou naměřená data z měření pH v závislosti na jednotlivých koncentracích hydrokoloidů.

Tabulka 5: Hodnoty pH

Vzorek	**pH [-]**
K/F 0	6,93 ± 0,02
K 0,25	6,93 ± 0,01
K 0,5	6,91 ± 0,01
K 0,75	6,93 ± 0,01
K 1	6,94 ± 0,01
F 0,25	6,91 ± 0,02
F 0,5	6,90 ± 0,01
F 0,75	6,91 ± 0,01
F 1	6,91 ± 0,01
I 0,25	6,92 ± 0,01
I 0,5	6,90 ± 0,01
I 0,75	6,89 ± 0,01
I 1	6,87 ± 0,01

Hodnoty pH se pohybovaly mezi 6,87 a 6,94. Při stanovení pH nebyly pozorovány významné změny v závislosti na koncentraci hydrokoloidů. Z tabulky je možné vyčíst mírný pokles pH u vzorku s iota karagenanem, kdy s rostoucí koncentrací klesá pH. Hodnoty pH se blíží neutrální hodnotě 7. Ve srovnání s prací od Štefunko, 2021 byly naše hodnoty poněkud vyšší. To je nejspíše způsobeno jinou surovinou.

6.5 Analýza sušiny

Stanovení sušiny bylo u zkoumaných vzorků provedeno podle postupu, který je uveden v kapitole 5.2.5. Získané výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Tabulka 6: Hodnoty sušiny

Vzorek	**Sušina [%]**
K/F 0	29,32 ± 0,16
K 0,25	29,35 ± 0,14
K 1	29,66 ± 0,27
F 0,25	29,54 ± 0,24
F 1	30,24 ± 0,07
I 0,25	29,65 ± 0,37
I 1	30,01 ± 0,53

Zkoumané vzorky paštik vykazovaly hodnoty sušiny v rozmezí od 29,32 – 30,24 %. Nejvyšší hodnoty sušiny dosahoval vzorek s 1,00 % (w/w) furcelaranu a nejmenší hodnotu získal vzorek bez použití hydrokoloidu. Z tabulky můžeme vyčíst, že přídavkem hydrokoloidu se zvýší sušina výrobku. Podobných výsledků došla práce od Novotná, 2022.

6.6 Analýza thiobarbiturového čísla

Pomocí analýzy thiobarbiturového čísla byla změřena oxidační stabilita vzorků kuřecích játrových paštik. Byly získány průměrné hodnoty ze tří měření, které jsou uvedeny v tabulce č. 7:

Tabulka 7: Naměřené hodnoty TBARS

Vzorek	**Thiobarbiturové č. TBARS [A450/mg]**
K/F 0	2,59 ± 0,04
K 0,25	1,54 ± 0,02
K 0,5	2,38 ± 0,03
K 0,75	1,79 ± 0,03
K 1	2,15 ± 0,02
F 0,25	1,98 ± 0,02
F 0,5	2,39 ± 0,04
F 0,75	2,16 ± 0,02
F 1	1,96 ± 0,02
I 0,25	1,80 ± 0,03
I 0,5	1,99 ± 0,03
I 0,75	2,19 ± 0,03
I 1	2,38 ± 0,03

Z tabulky jsou patrné zanedbatelné rozdíly mezi jednotlivými vzorky paštik. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí mezi 1,54 – 2,59 [A_{450}/mg]. Naše hodnoty jsou v porovnání s prací od Estévez et al. 2005, o malé procento nižší, kdy v jejich práci byly hodnoceny paštiky s přídavkem tuku. To odpovídá závislosti obsahu TBARS a tuku, kdy čím větší je obsah tuku tím větší bude i TBARS. Thiobarbiturové číslo také dosti závisí na skladovací době, jak uvádí Bayrak Kul et al., 2021. Jelikož naše vzorky měly relativně nízké hodnoty TBARS daly by se považovat za oxidativně stabilní.

6.7 Analýza obsahu tuků

Hodnoty celkových lipidů se pohybovaly v rozmezí 39,35 – 40,23 %. Výsledné hodnoty všech vzorků si byly velice podobné. Stanovením celkových lipidů bylo zjištěno, že přídavek hydrokoloidu neovlivňuje obsah tuku ve výrobku. Naše hodnoty jsou v porovnání s Estévez et al. 2005 vyšší, to ale bude způsobeno surovinovou skladbou zkoumaných vzorků paštik.

Tabulka 8: Výsledné hodnoty celkových lipidů

Vzorek	**Obsah tuků [%]**
K/F 0	40,17 ± 0,70
K 0,25	39,92 ± 0,08
K 0,5	38,28 ± 0,60
K 0,75	40,59 ± 0,40
K 1	38,53 ± 0,24
F 0,25	40,84 ± 0,25
F 0,5	40,77 ± 0,45
F 0,75	39,00 ± 0,35
F 1	38,90 ± 0,24
I 0,25	39,68 ± 0,34
I 0,5	40,03 ± 1,44
I 0,75	37,35 ± 0,28
I 1	38,16 ± 0,75

6.8 Analýza stravitelnosti kombinovanou hydrolýzou pepsinem a pankreatinem

Stanovení popela

Stanovení popela bylo provedeno podle postupu v kapitole 5.2.8. Získané výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 9.

Tabulka 9: Hodnoty obsahu popelu

Vzorek	**Obsah popelu [%] ± SD**
K/F 0	8,98 ± 0,02
K	10,02 ± 0,05
F	10,07 ± 0,11
I	10,05 ± 0,03
K-p	31,18 ± 0,12
F-p	12,75 ± 0,05
I-p	27,19 ± 0,03

U hodnot vzorků paštik, které se pohybovaly v rozmezí 8,98 – 10,07 je vidět přídavek hydrokoloidů, a to zvýšením procentuální hodnoty popela. Vzorky čistých látek hydrokoloidů se pohybovaly v rozmezí 12,75 – 31,18 %, kdy nejmenší hodnota byla zjištěna u furcelaranu a nejvyšší u kappa karagenanu.

Při stanovení stravitelnosti sušiny DMD za použití kombinované hydrolýzy pepsinem a pankreatinem se pohybovaly naměřené hodnoty vzorků paštik v rozmezí 95,31 – 97,88 % a vzorky čistých hydrokoloidů se pohybovaly v rozmezí 30,59 – 97,88 %. Při stanovení stravitelnosti organické hmoty vzorků OMD se hodnoty pohybovaly v rozmezí 97,50 – 99,76 % a hodnoty čistých hydrokoloidů 50,13 – 99,83 %.

Tabulka 10: Hodnoty stravitelnosti

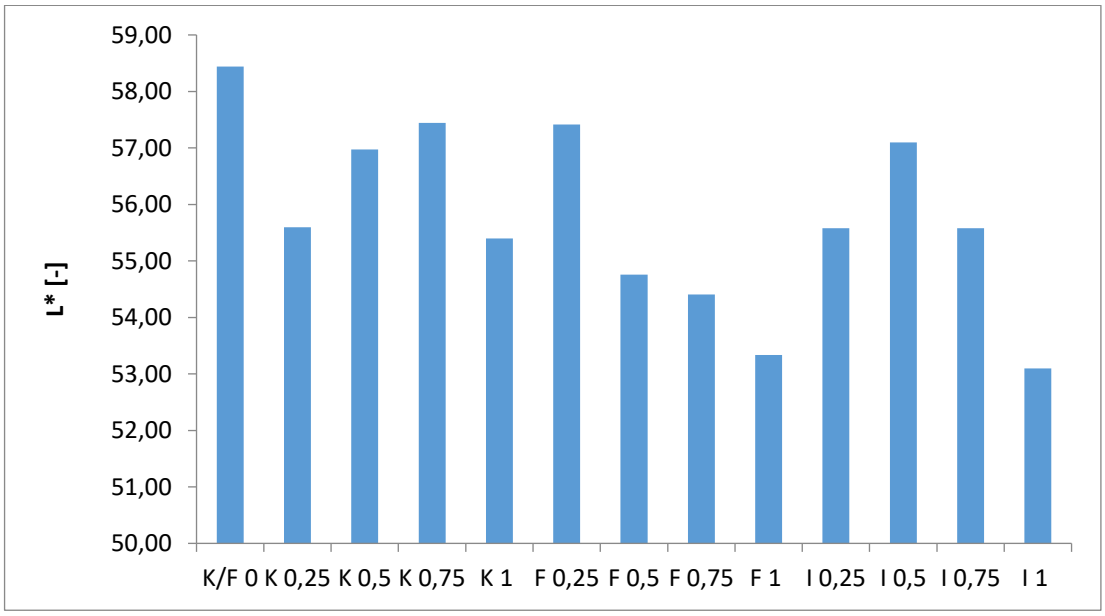
Vzorek	**DMD [%] ± SD**	**OMD [%] ± SD**
K/F 0	96,45 ± 0,72	97,84 ± 0,56
K	97,41 ± 0,21	98,12 ± 1,02
F	95,31 ± 0,18	97,50 ± 0,72
I	97,84 ± 0,36	99,09 ± 0,28
K-p	97,88 ± 0,24	99,73 ± 0,10
F-p	30,59 ± 0,32	50,13 ± 0,54
I-p	90,26 ± 0,13	98,83 ± 0,16

Ze zjištěných hodnot můžeme usuzovat, že nejmenší stravitelnost jak sušiny DMD, tak stravitelnost organické hmoty OMD má paštika s přidaným furcelaranem. Naopak nejlepší hodnoty DMD i OMD měl vzorek paštiky s přidaným iota karagenanem. U vzorků čistých látek byly nejmenší hodnoty DMD a OMD opět stanoveny u furcelaranu. Nejvyšší hodnotu DMD měl kappa karagenan. Stravitelnost může být ovlivněna sulfátováním monomerů polysacharidu, čím více je polysacharid sulfátovaný, tím více je stravitelný. Nízká stravitelnost furcelaranu by se dala přisuzovat nedokonalé čistotě vzorku furcelaranu. Ve srovnání s prací od Mišurcová 2008, kdy byla stanovena stravitelnost různých mořských řas se hodnoty stravitelnosti pohybovaly níže, to bude způsobeno odlišností vzorku.

6.9 Analýza barvy

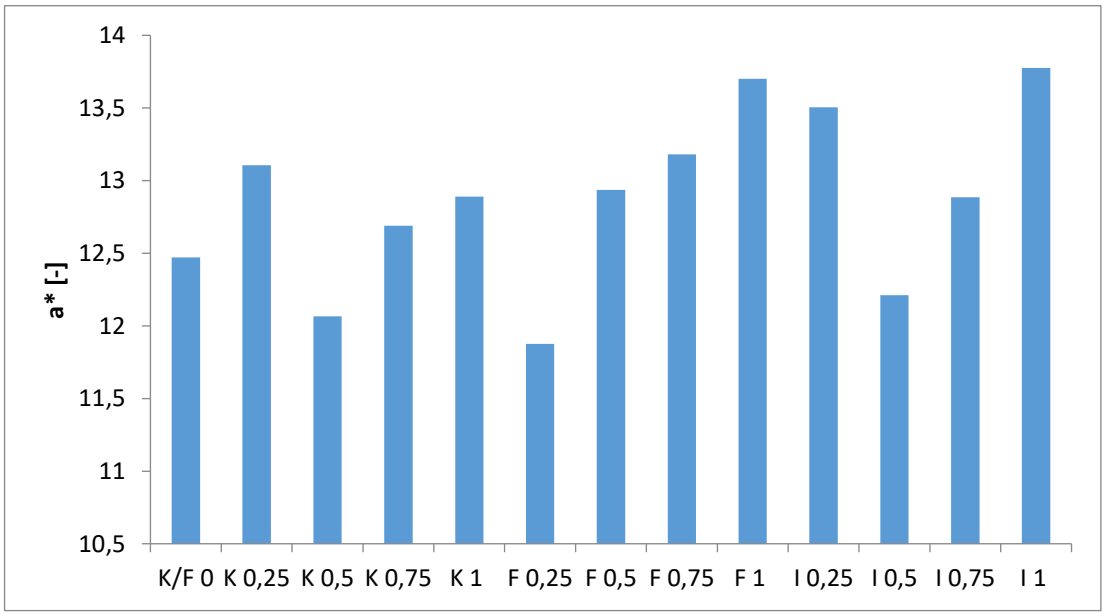
Výsledky analýzy barvy jsou uvedeny v tabulce v příloze I. Hodnoty jasu se pohybovaly v rozmezí 53,10 – 58,44. Směrodatné odchylky jsou v rozmezí 0,01 – 0,27 a nejsou znázorněny v grafu. Největší jas vykazovala paštika bez přídavku jakéhokoliv hydrokoloidu. U paštik s přídavkem hydrokoloidu měla vždy větší jas koncentrace 0,25 %

(w/w) než koncentrace 1,00 % (w/w). V práci Martins et al., 2020 byly hodnoty L* vyšší, to lze přisuzovat přídavku včelího vosku.



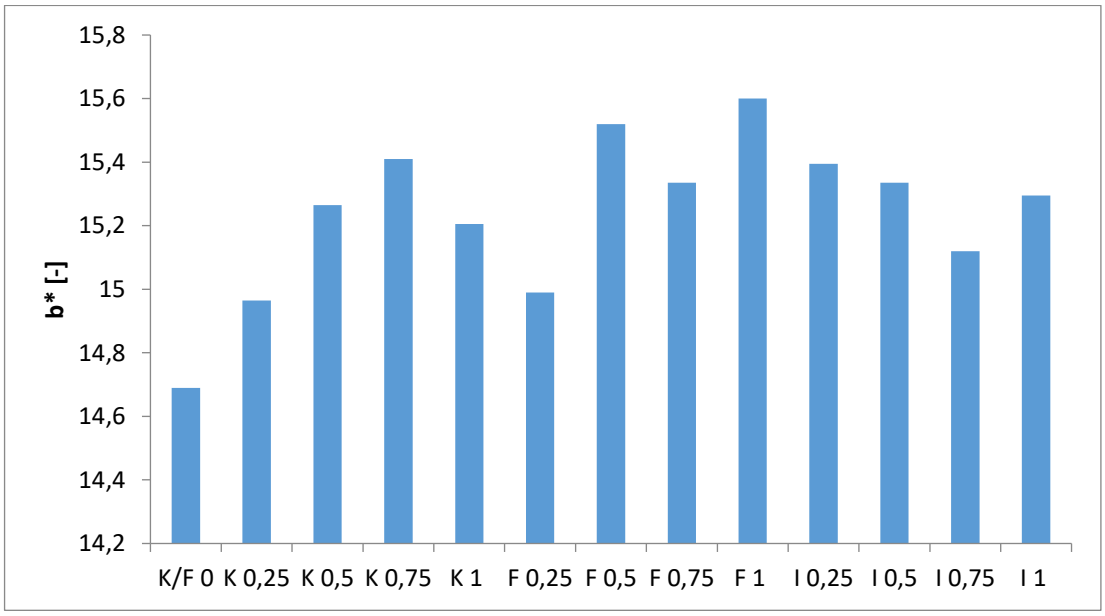
Obrázek 6: Hodnocení barvy parametr L*

Parametr a* nabýval u všech vzorů kladnou hodnotu, z toho plyne, že všechny vzorky byly ve spektru červené barvy, což je typické pro masné výrobky. Hodnoty a* se pohybovaly v rozmezí 11,88 – 13,78. Směrodatné odchylky jsou v rozmezí 0,03 – 0,05 a nejsou znázorněny v grafu. Vzorky s 1,00 % a 0,75 % (w/w) obsahem hydrokoloidu měly vyšší hodnotu a* než vzorek bez něj. Tyto vzorky tedy měly dle měření více červenou barvu. Podobné parametry a* byly stanoveny u práce Delgado-Pando et al., 2012.



Obrázek 7: Hodnocení barvy parametr a*

Parametr b* také nabýval kladnou hodnotu u všech stanovení. Vzorky byly na spektru zařazeny spíše do žluté, a to odpovídá charakteru vzorku. Hodnoty b* se pohybovaly v rozmezí 14,69 – 15,60. Směrodatné odchylky jsou v rozmezí 0,01 – 0,11 a nejsou znázorněny v grafu. U všech vzorků s přídavkem hydrokoloidu byl parametr b* vyšší než u kontrolního vzorku bez hydrokoloidu. Z toho můžeme říci, že přídavek hydrokoloidu do paštik zvyšuje jejich žlutost. Nižší hodnoty b* naměřil i Estévez et al. 2005, kde se do paštik hydrokoloidy nepřidávaly.



Obrázek 8: Hodnocení barvy parametr b*

6.10 Analýza stability emulze

Hodnoty stability emulze byly stanoveny podle metodiky v kapitole 5. 2. 10. Hodnoty byly v rozmezí 99,32 – 99,97 %. V porovnání s prací od Zbrožkové V., 2022, kdy v práci byly paštiky obohaceny o tuk, byly naše hodnoty stability vyšší. To by se dalo přisuzovat přídavku hydrokoloidů. Nejvyšší stabilita byla zjištěna u vzorku s kappa karagenanem 0,25 % (w/w) a naopak nejnižší byla u vzorku kappa karagenanu 0,50 % (w/w).

Tabulka 11: Hodnoty stability emulze

Vzorek	**Stabilita [%]**
K/F 0	99,96 ± 0,01
K 0,25	99,97 ± 0,02
K 0,5	99,32 ± 0,24
K 0,75	99,86 ± 0,02
K 1	99,33 ± 0,78
F 0,25	99,81 ± 0,06
F 0,5	99,88 ± 0,00
F 0,75	99,91 ± 0,00
F 1	99,66 ± 0,21
I 0,25	99,48 ± 0,57
I 0,5	99,89 ± 0,01
I 0,75	99,89 ± 0,00
I 1	99,94 ± 0,01

6.11 Analýza reologických vlastností – dynamická oscilační reometrie

Měření reologických vlastností vzorků paštik bylo provedeno celkem dvakrát. Měření probíhalo při rozsahu frekvence 0,1-100 Hz při teplotě 20,0 ± 0,1 °C. Z tohoto měření byly stanoveny hodnoty elastického modulu pružnosti G´, ztrátového modulu pružnosti G´´ a komplexní viskozity η*. Z hodnot G´ a G´´ byla vypočtena hodnota komplexního modulu pružnosti G* a tangens úhlu fázového posunu tan δ při frekvenci 1 Hz. Získané průměrné hodnoty jsou uvedeny v tabulce č. 12.

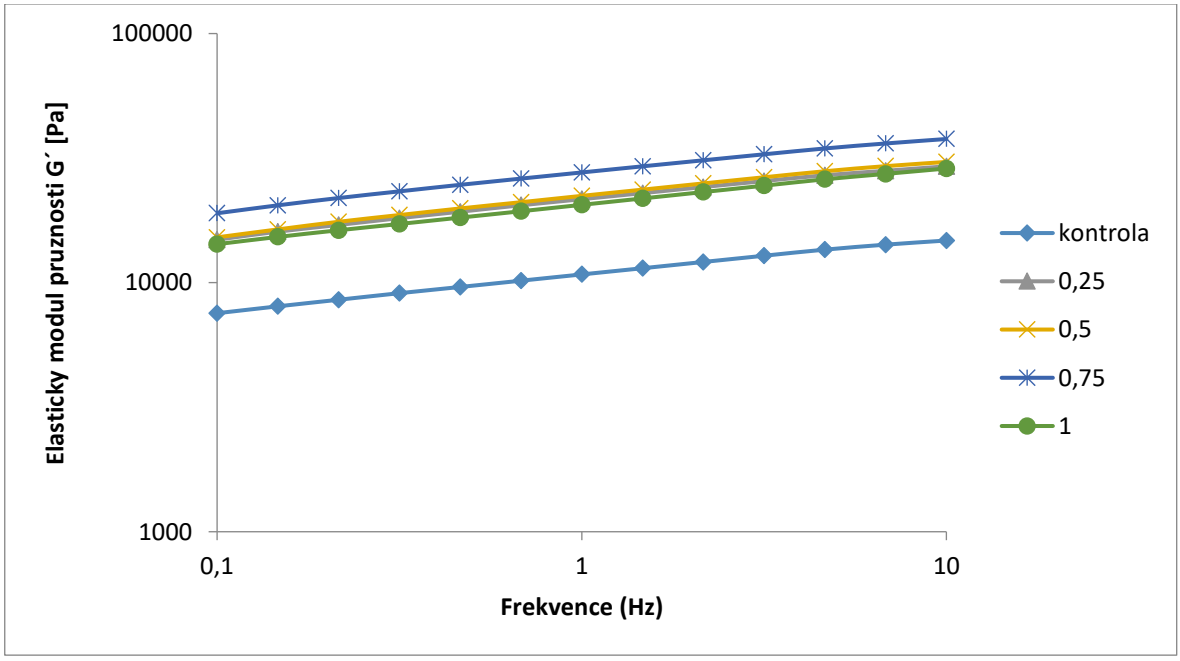
Tabulka 12: Průměrné hodnoty komplexního modulu pružnosti G* a ztrátového faktorku tan δ modelových vzorků paštik

Vzorek	**G* [Pa]**	**tan δ[-]**
K/F 0	10383,67	0,201
K0,25	20796,61	0,186
K0,5	21448,93	0,199
K0,75	26671,52	0,199
K 1	19750,68	0,206
F 0,25	15978,28	0,201
F 0,5	19488,58	0,193
F 0,75	25258,75	0,198
F 1	21854,1	0,200
I 0,25	13085,51	0,214
I 0,5	13204,35	0,211
I 0,75	13568,89	0,204
I 1	11829,16	0,202

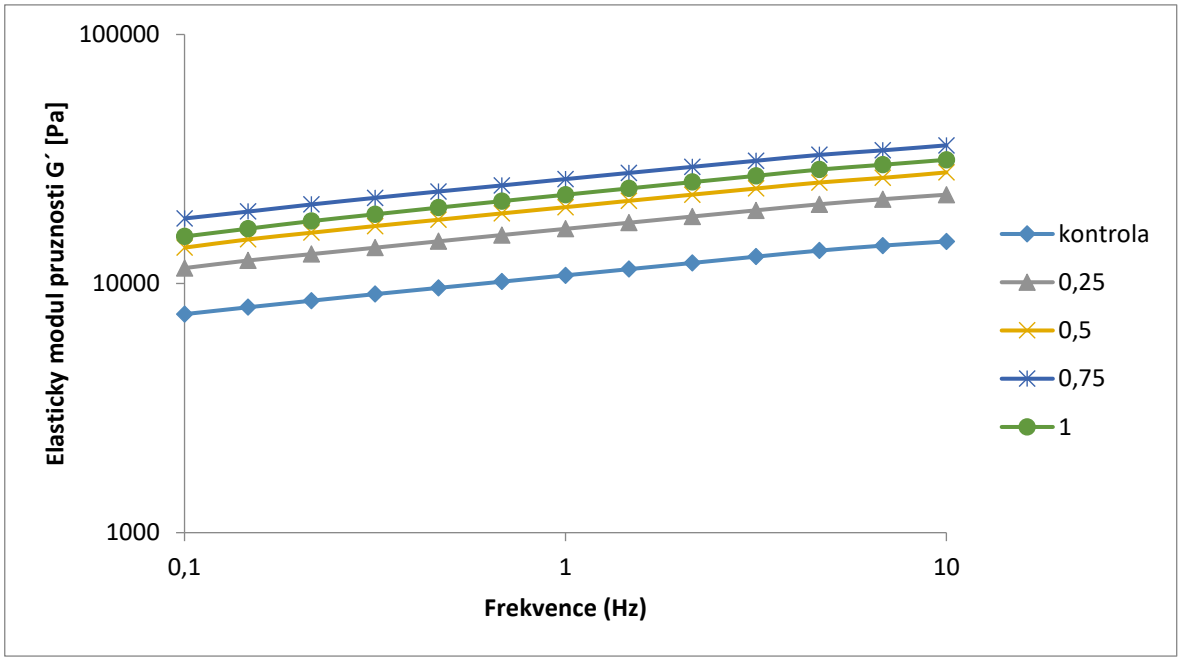
Z tabulky č. 12 jsou patrné změny zejména u komplexního modulu pružnosti G*, kde vzorek bez použití hydrokoloidů (10383,67 [Pa]) byl až 100% menší než vzorky kappa karagenanu kromě koncentrace 1,00 % (w/w), který měl i tak pozorovatelně vyšší hodnotu G*. Furcelaran měl také znatelně vyšší hodnotu G* a to nejvíce u koncentrace 0,75 % (w/w). Iota karagenan se jako jediný svými výsledky nejvíce blížil hodnotě kontroly, ale přesto byly hodnoty G* stále vyšší. Také můžeme obecně říci, že nejvíce hodnotu G* zvyšovala koncentrace hydrokoloidů 0,75 % (w/w). Při porovnání s prací od Družbík, 2021 byly naše hodnoty nižší, to ale bude nejspíše způsobenou jinou surovinovou skladbou, kdy v práci se přidával tuk ve formě oleje a másla.

Rozdíly u hodnot ztrátového faktoru tan δ u různých koncentrací různých hydrokoloidů nebyly tak značné. Hodnoty ztrátového faktoru se pohybovaly v rozmezí 0,186 – 0,214. Jelikož se hodnoty pohybují kolem okolo 0,2 ± 0,006, jsou spíše elastické než viskózní.

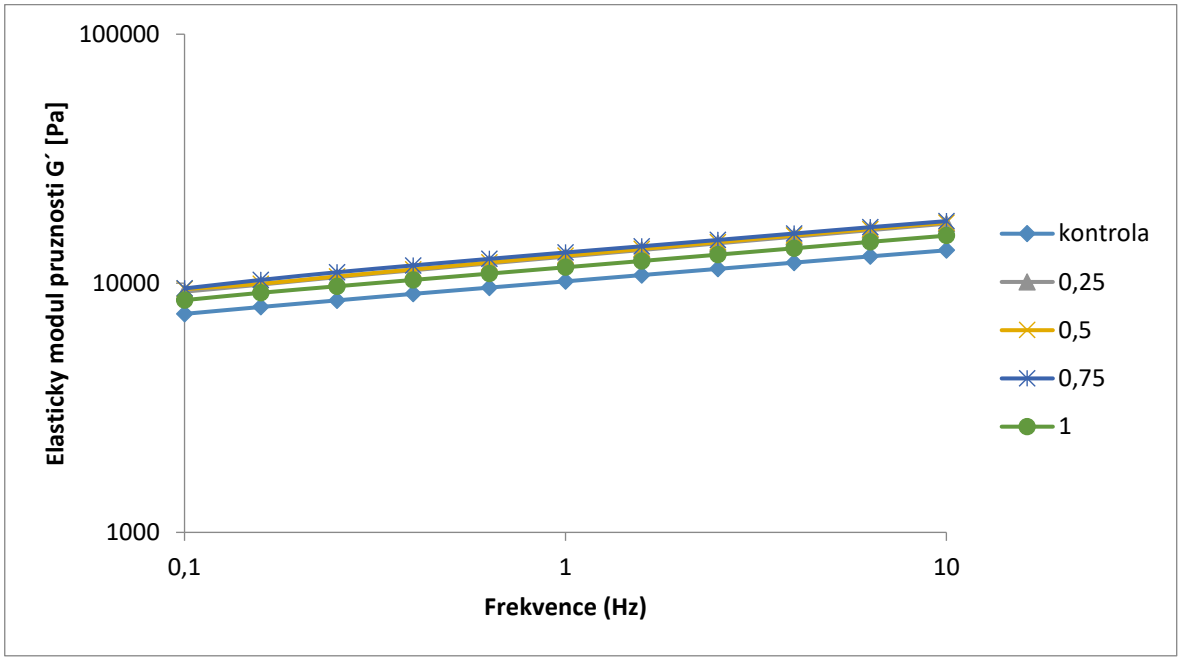
Na grafech následujících grafech pozorujeme závislost frekvence na elastickém modelu pružnosti G´, ztrátovém modulu pružnosti G´´ a komplexní viskozitě η*.



Obrázek 9 : Vliv závislosti elastického modulu pružnosti G´ na frekvenci u modelových vzorků paštik s přidaným kappa karagenanem



Obrázek 10: Vliv závislosti elastického modulu pružnosti G´ na frekvenci u modelových vzorků paštik s přidaným furcelaranem

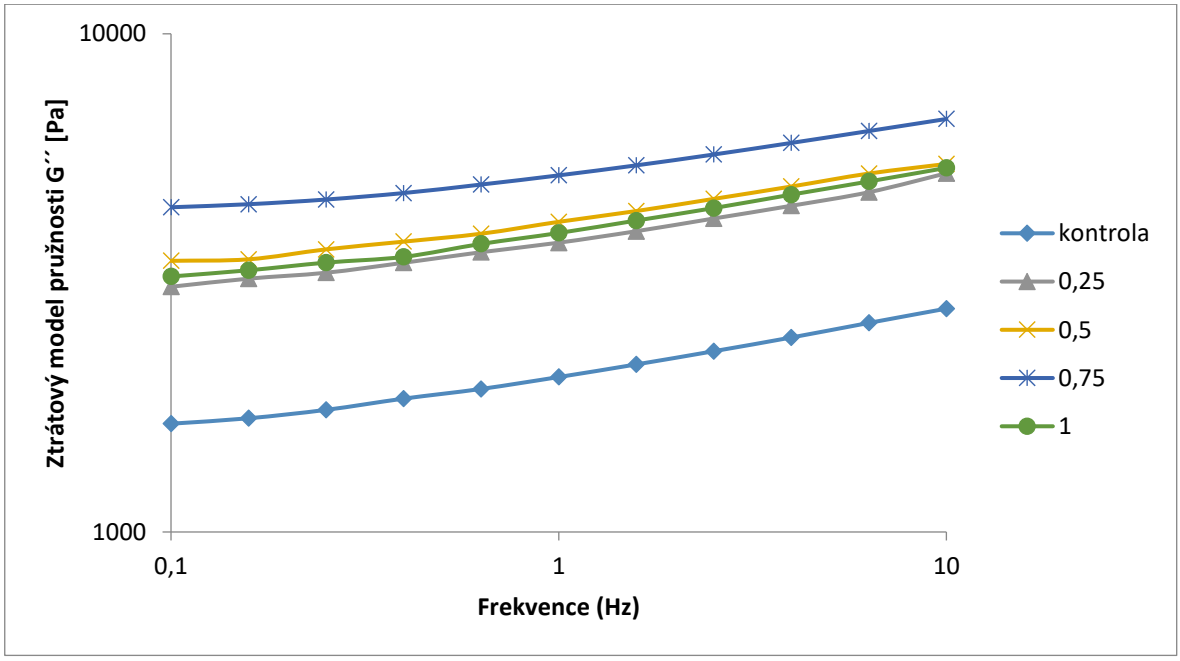


Obrázek 11: Vliv závislosti elastického modulu pružnosti G´ na frekvenci u modelových vzorků paštik s přidaným iota karagenanem

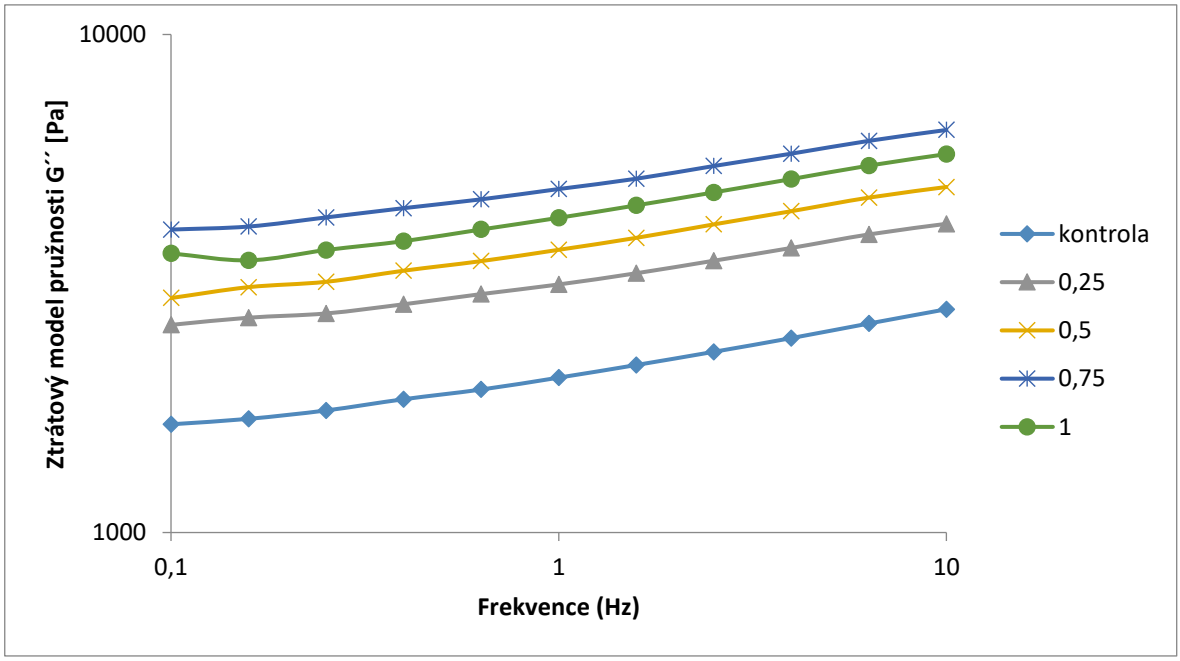
Z grafů č. 9, 10, 11 je zřejmé, že hodnota elastického modelu pružnosti se zvyšuje s rostoucí frekvencí. S koncentrací hydrokoloidu se také zvyšovala, a to do koncentrace 0,75 % (w/w), kdy dosáhla svého píku. S vyšším přídavkem koncentrace na 1,00 % (w/w) se ale hodnota snížila. Největší rozdíl mezi kontrolou a vzorkem obsahující hydrokoloid

byl zaznamenán u kappa karagenanu. Také u práce od Delgado-Pando 2012 byl vidět zvyšující se trend závislosti elastického modulu pružnosti na frekvenci.

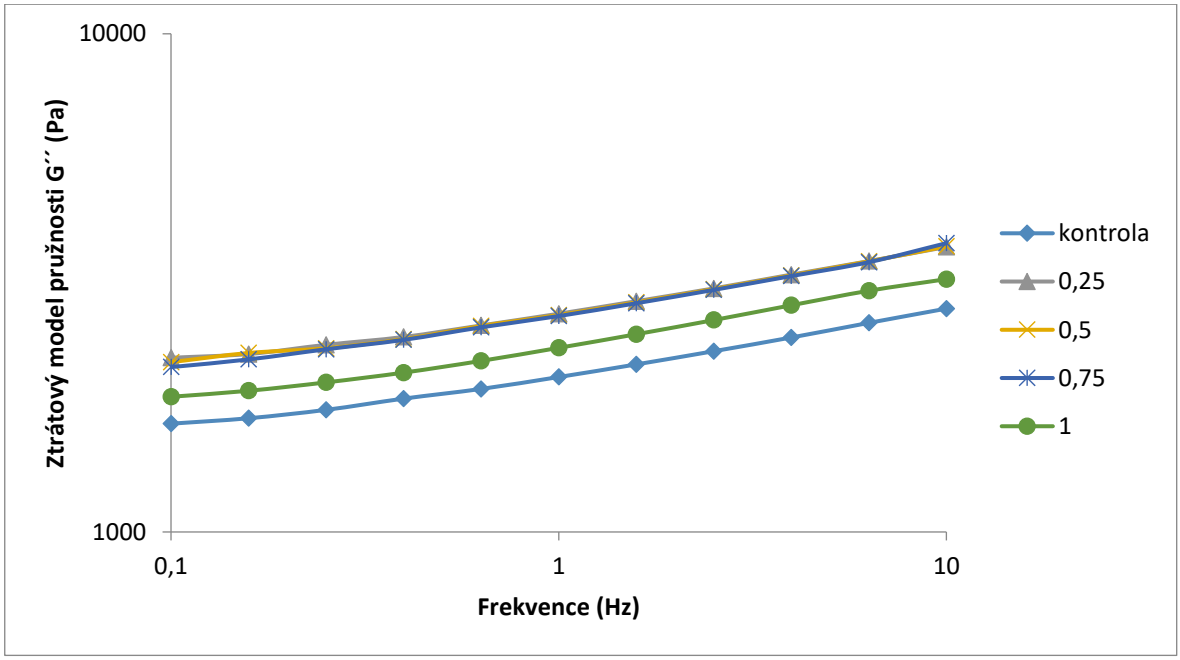
Závislost ztrátového modulu pružnosti G´´ na frekvenci s různými hydrokoloidy je znázorněna na grafech 12, 13 a 14. Opět můžeme z grafu vyčíst, že největší rozdíl mezi kontrolou a paštikou s přídavkem hydrokoloidu byla u vzorku s kappa karagenanem. Naopak nejmenší rozdíl byl zjištěn u vzorku s iota karagenanem.



Obrázek 12: Vliv závislosti ztrátového modulu pružnosti G´´ na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem kappa karagenanu

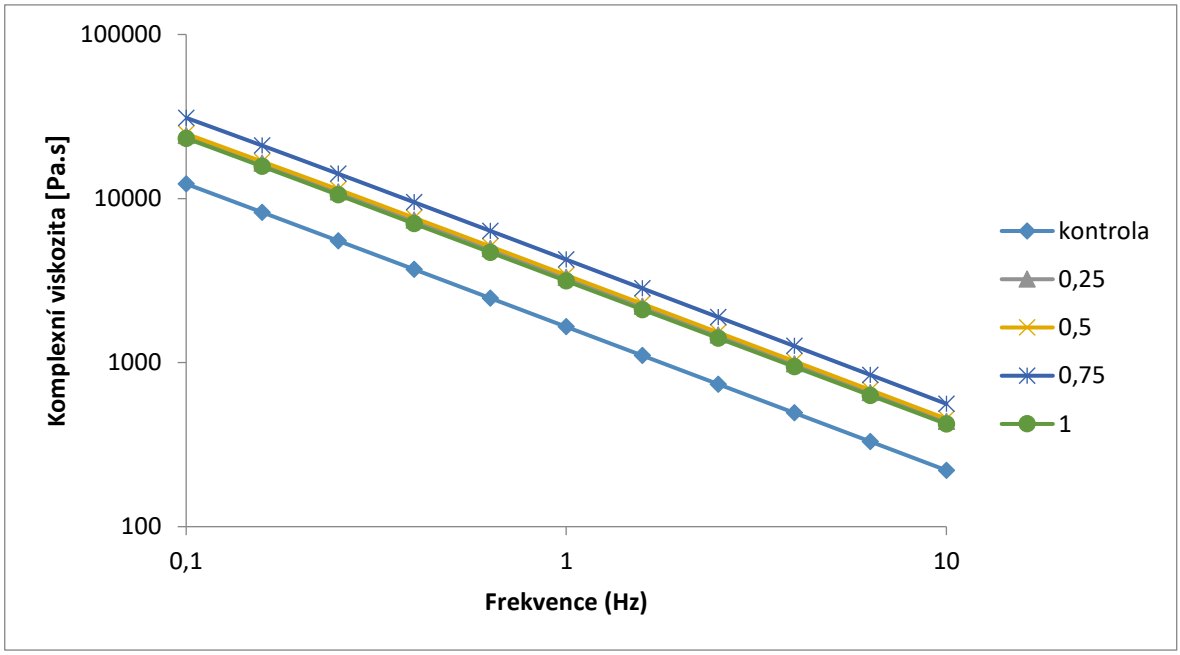


Obrázek 13: Vliv závislosti ztrátového modulu pružnosti G´´ na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem furcelaranu

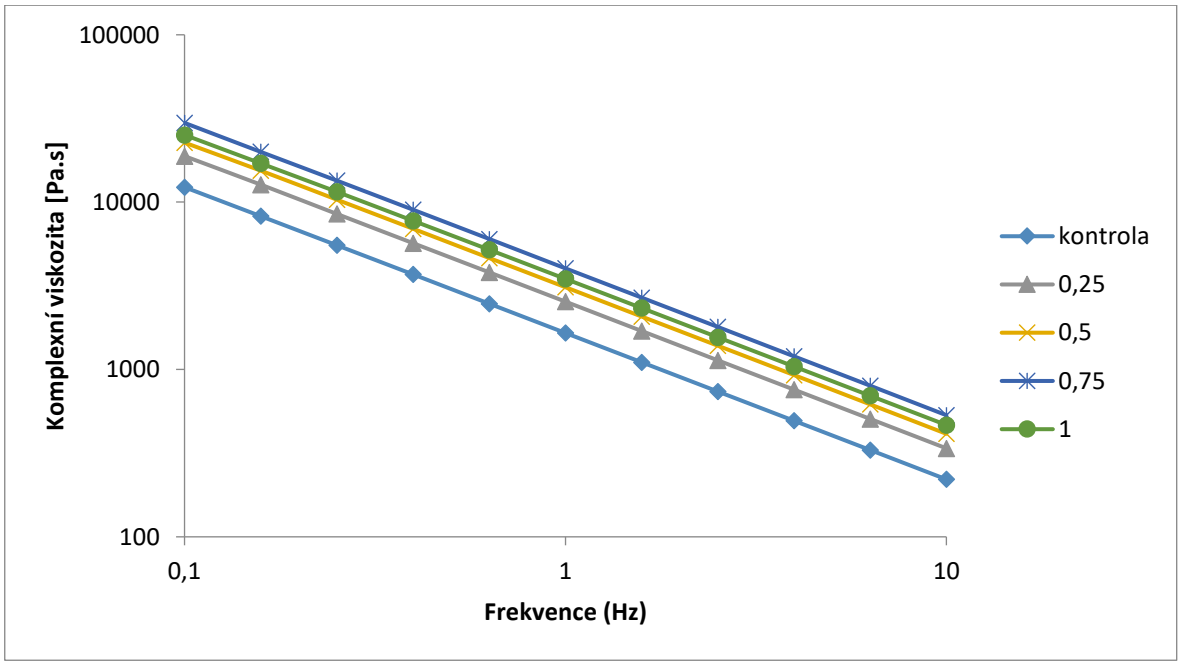


Obrázek 14: Vliv závislosti ztrátového modulu pružnosti G´´ na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem iota karagenanu

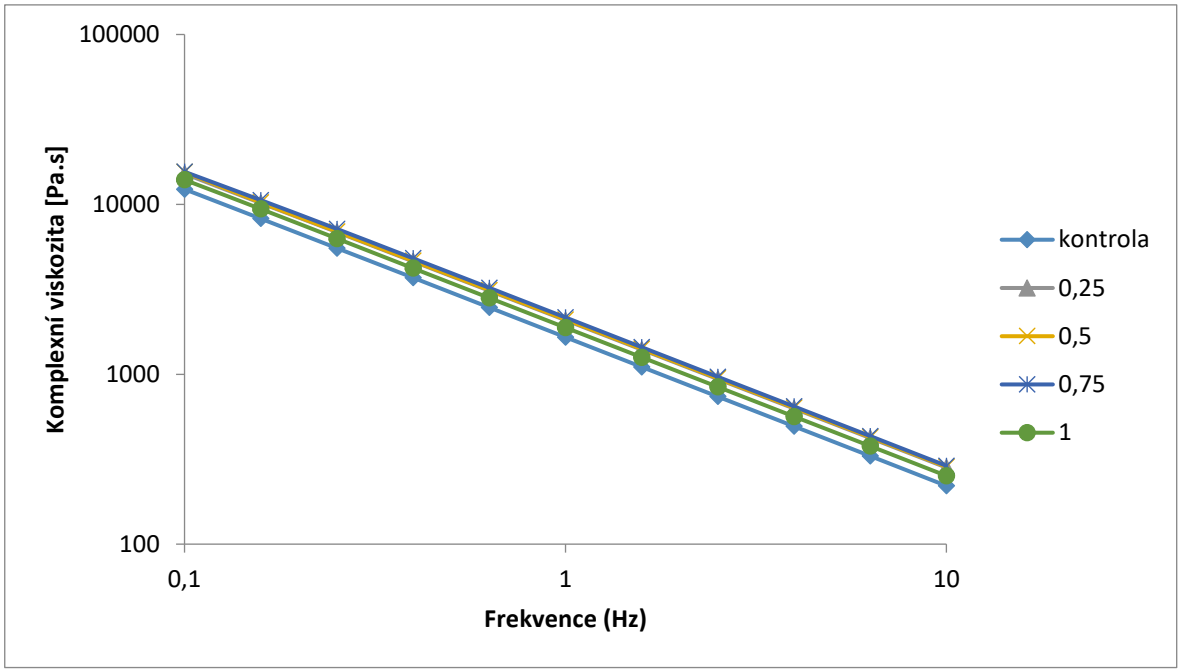
Na grafech č. 15, 16, 17 můžeme vidět závislost komplexní viskozity modelových vzorků paštik na frekvenci. S frekvencí dochází k lineárnímu snižování komplexní viskozity u všech vzorků.



Obrázek 15: Vliv závislosti komplexní viskozity na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem kappa karagenanu



Obrázek 16: Vliv závislosti komplexní viskozity na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem furcelaranu



Obrázek 17: Vliv závislosti komplexní viskozity na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem iota karagenanu

Vzorek s iota karagenanem se hodnotami komplexní viskozity nejvíce blížil kontrole, z toho plyne, že komplexní viskozitu zvyšoval nejméně. Naopak největší nárůst komplexní viskozity oproti kontrole byl pozorován u vzorku s kappa karagenanem.

Měření za konstantní frekvence a různé teploty

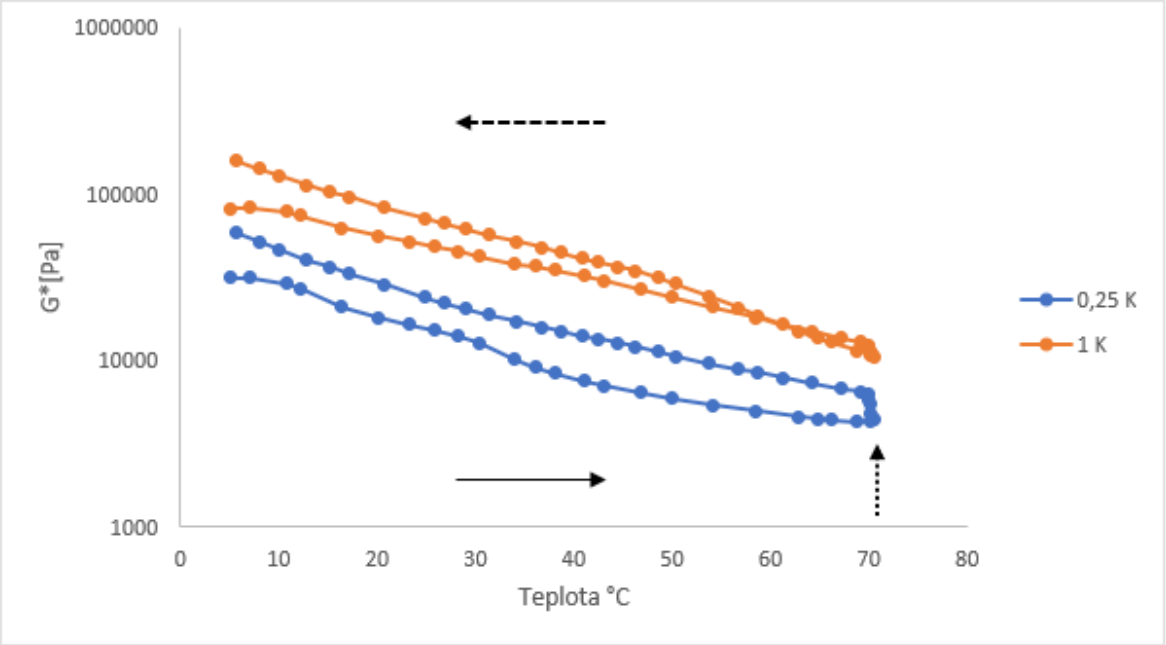
Měření je popsáno v kapitole 5. 2. 11. V tabulce č. 13 jsou uvedeny hodnoty elastického modulu pružnosti G´, ztrátového modulu pružnosti G´´ a ztrátového faktoru tan δ, při teplotách 70 °C, kdy se paštika zahřívala, 20 °C a 5 °C, kdy paštika byla chlazena.

Z tabulky č. 13 lze vyčíst, že nejvyšších hodnot elastického modulu pružnosti G´ dosahoval vzorek s kappa karagenanem 1 % (w/w). Naopak nejnižších hodnot dosahoval opět kappa karagenan ale s koncentrací 0,25 % (w/w). Stejně to bylo u ztrátového modulu pružnosti G´´. U kappa karagenanu je pozorován nejvyšší nárůst hodnot s rostoucí koncentrací. Ztrátový faktor tan δ byl nejvyšší u iota karagenanu, ve dvou teplotách a to při 70 °C a 20 °C. Z toho by se dalo říci, že má vzorek s 1 % (w/w) iota karagenanu nejblíže k viskóznímu charakteru výrobku, pořád je ale spíše elastický jako zbytek vzorků. Nejnižší hodnota byla zjištěna u vzorku s 1 % (w/w) kappa karagenanu, takže má nejvíce elastický charakter.

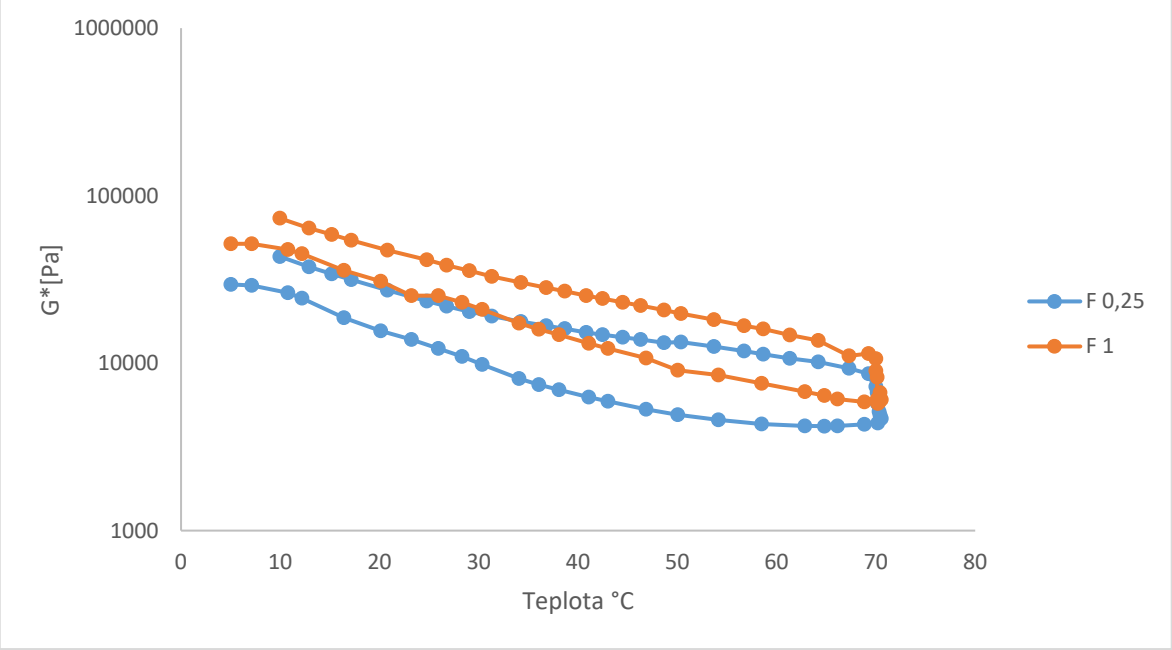
Tabulka 13: Hodnoty elastického modulu pružnosti G´, ztrátového modulu pružnosti G´´ a ztrátového faktoru tan δ při různých teplotách a konstantní frekvenci

Vzorek	T [°C]	G' [Pa]	G" [Pa]	tan δ [-]	Vzorek	T [°C]	G' [Pa]	G" [Pa]	tan δ [-]
K 0,25	70	6178	1027	0,17	I 0,25	70	8869	1942	0,22
	20	59060	11630	0,21		20	28770	6325	0,22
	5	28820	6126	0,21		5	57100	11475	0,20
K 0,50	70	7972	1477	0,19	I 0,50	70	8361	1847	0,22
	20	35030	7703	0,22		20	26360	6148	0,23
	5	68285	14030	0,21		5	51950	11220	0,22
K 0,75	70	9049	1819	0,20	I 0,75	70	10584	2526	0,24
	20	42270	8759	0,21		20	27875	6598	0,24
	5	79835	15845	0,20		5	54130	11720	0,22
K 1,00	70	12650	1641	0,13	I 1,00	70	8216	1919	0,23
	20	86305	15820	0,18		20	20655	4792	0,23
	5	161600	28885	0,18		5	40845,00	8827,50	0,22
F 0,25	70	7984	1728	0,22	K/F 0	70	6803	1398	0,21
	20	27290	6211	0,23		20	28315	6499	0,23
	5	54500	11389	0,21		5	57560	12075	0,21
F 0,50	70	7917	1557	0,20					
	20	32800	7059	0,22					
	5	66365	13155	0,20					
F 0,75	70	9596	2118	0,22					
	20	33250	7296	0,22					
	5	66140	13495	0,20					
F 1,00	70	10419	1987	0,19					
	20	47445	9664	0,20					
	5	91690	17685	0,19					

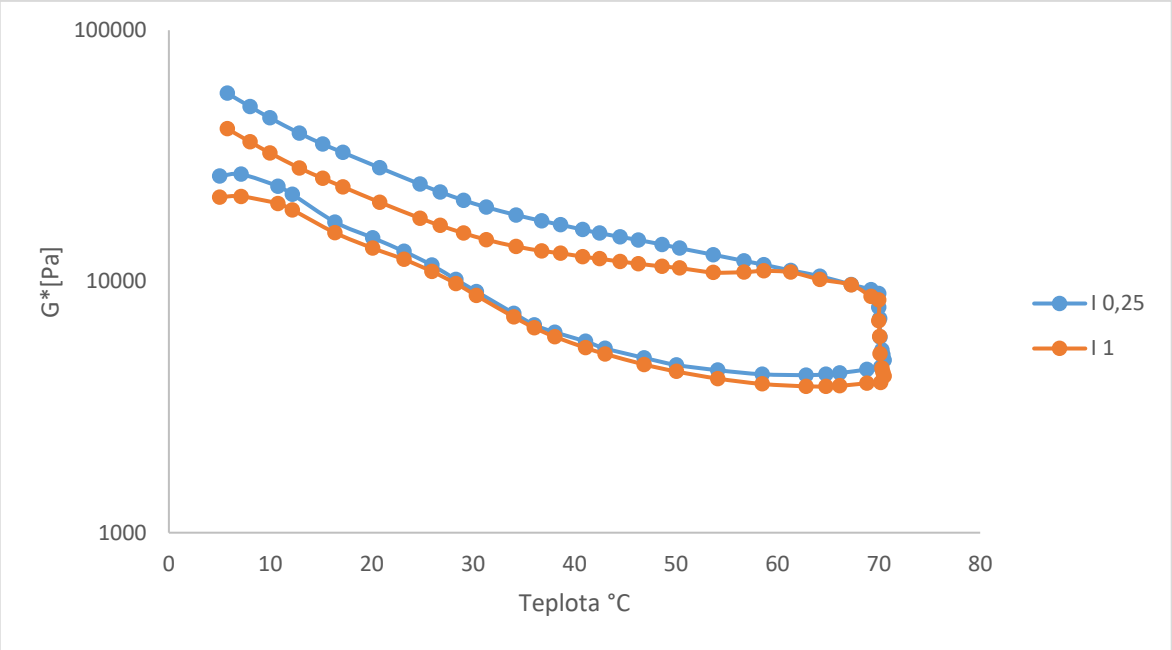
Dále jsou uvedeny grafy, které porovnávají koncentrace 0,25 a 1,00 (w/w) u jednotlivých hydrokoloidů. V závislosti je komplexní modul G* a teplota.



Obrázek 18: Závislost komplexního modulu G* a teploty pro kappa karagenan



Obrázek 19: Závislost komplexního modulu G* a teploty pro furcelaran



Obrázek 20: Závislost komplexního modulu G* a teploty pro iota karagenan

Vývoj komplexního modulu G* při zahřívání (spodní část křivky; směr šipky (plná) ukazuje nárůst teploty), udržování při 70 °C (znázorněno tečkovanou šipkou) a ochlazování [horní část křivky; směr šipky (čárkovaná) ukazuje pokles teploty] kontrolního vzorku.

Z grafů 18, 19 a 20 můžeme vyčíst, že největší rozdíl komplexního modulu G* u koncentrací 0,25 % (w/w) a 1,00 % (w/w) byl u vzorku paštiky s kappa karagenanem, kdy vyšší koncentrace měla vyšší hodnoty komplexního modulu G*. Podobně na tom byl vzorek s furcelaranem. Naopak u vzorku s iota karagenanem byl konečný (po zahřívání) komplexní modul vzorku s nižší koncentrací vyšší. Podobný trend byl vidět také ve studii od Polášek a kol., 2021, kdy s rostoucí koncentrací hydrokoloidu roste i komplexní modul G*.

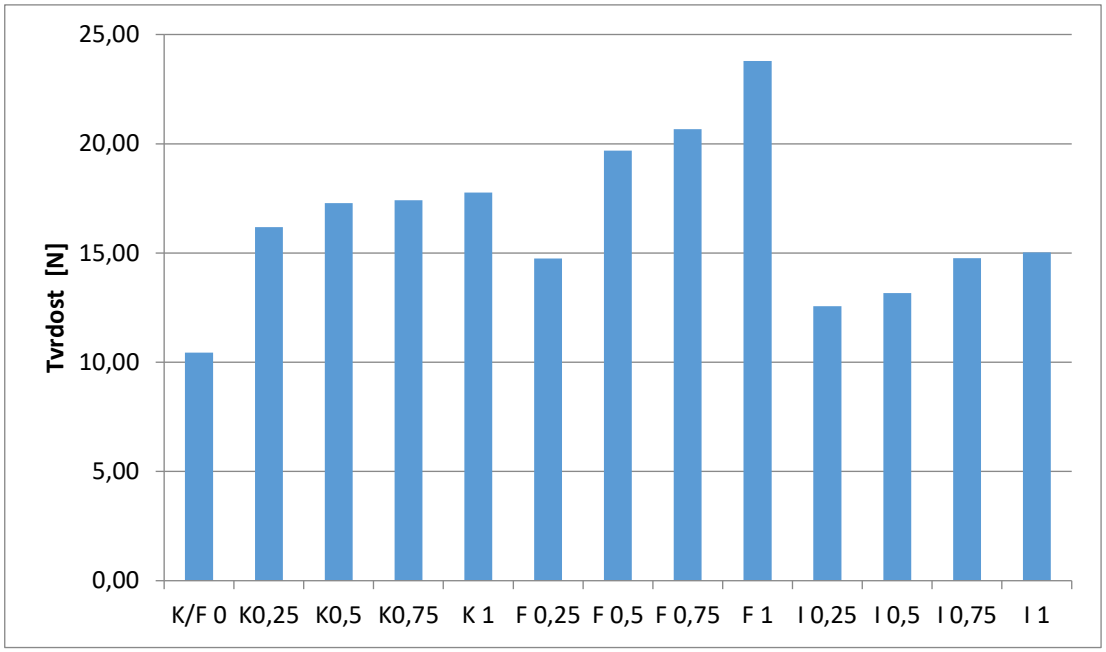
6.12 Analýza textury

Z texturní profilové analýzy byly získána data tvrdosti, relativní lepivosti, elasticity, kohezivnosti a gumovitosti které jsou uvedeny v tabulce č. 14:

Tabulka 14: Hodnoty z TPA analýzy

Vzorek	**Relativní lepivost [-]**	**Elasticita [s]**	**Kohezivita [-]**	**Gumovitost [N]**
K/F 0	3,15 ± 0,11	11,02 ± 0,49	0,47 ± 0,03	4,92 ± 0,26
K 0,25	3,52 ± 4,53	11,60 ± 0,68	0,43 ± 0,03	7,02 ± 0,38
K 0,5	4,80 ± 2,52	10,97 ± 0,50	0,42 ± 0,09	7,27 ± 1,41
K 0,75	6,72 ± 2,24	11,79 ± 1,29	0,34 ± 0,17	6,20 ± 3,87
K 1	9,24 ± 3,26	11,65 ± 0,05	0,37 ± 0,02	6,64 ± 1,78
F 0,25	5,57 ± 2,81	11,59 ± 0,78	0,38 ± 0,08	5,62 ± 1,93
F 0,5	8,50 ± 1,43	11,61 ± 0,44	0,37 ± 0,03	7,35 ± 0,96
F 0,75	8,75 ± 1,56	11,31 ± 0,51	0,42 ± 0,04	8,79 ± 2,57
F 1	6,76 ± 2,20	10,74 ± 0,19	0,47 ± 0,03	11,13 ± 1,41
I 0,25	5,41 ± 0,40	11,31 ± 0,25	0,42 ± 0,01	5,22 ± 0,97
I 0,5	4,74 ± 2,02	11,88 ± 1,05	0,35 ± 0,09	4,61 ± 1,50
I 0,75	8,78 ± 1,61	11,96 ± 0,88	0,31 ± 0,10	4,87 ± 2,93
I 1	7,94 ± 2,48	12,02 ± 0,31	0,28 ± 0,02	4,29 ± 1,12

Naměřené hodnoty tvrdosti se pohybovaly v rozsahu 10,44 – 23,79 [N], kdy nejmenší tvrdost byla zjištěna u vzorku bez přídavku hydrokoloidu. Naopak vzorek s nejvyšší tvrdostí byla paštika s přídavkem furcelaranu. U všech vzorků s přídavkem hydrokoloidu oproti kontrole se tvrdost zvýšila. Také byla pozorována zvyšující se hodnota tvrdosti s rostoucí koncentrací hydrokoloidu. Výrazně nižších hodnot dosahovaly paštiky z prací od Lorenzo et al., 2014, což bude způsobeno jinou surovinovou skladbou. Hodnoty směrodatných odchylek se pohybovaly v rozmezí 0,12 – 1,93 a nejsou znázorněny v grafu.



Obrázek 21: Hodnoty tvrdosti jednotlivých vzorků

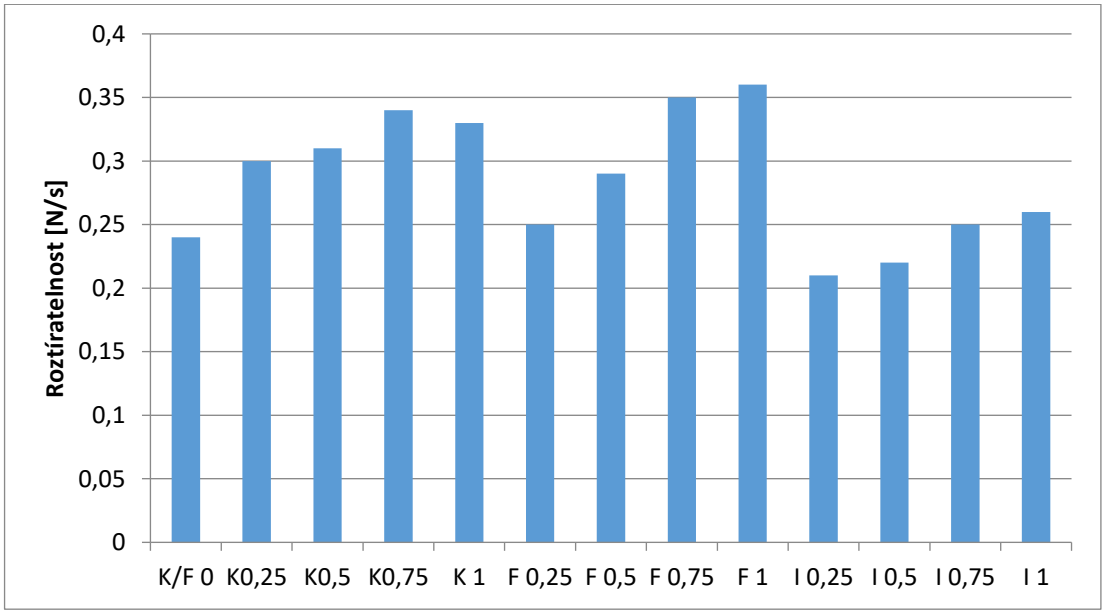
U hodnot relativní lepivosti je opět vidět nárůst u vzorků s hydrokoloidy oproti kontrole. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí 3,15 – 9,24, kdy největší hodnoty dosáhl vzorek s kappa karagenanem o obsahu 1,00 % (w/w). Obecně jde říci, že hydrokoloidy zvyšují relativní lepivost paštik. U vzorku s kappa karagenanem zvyšovala relativní lepivost nejvíce koncentrace 1,00 % (w/w), u vzorku s furcelaranem 0,75 % (w/w) a u vzorku s iota karagenanem 0,75 % (w/w).

Hodnoty elasticity se lišily v řádu desetin. Nejnižší hodnota byla určena u vzorku s přídavkem 1,00 % (w/w) furceralanu. Hodnoty vzorku s kappa karagenanem se pohybovaly v rozmezí 10,97 -11,79, vzorky s furcelaranem 11,31 – 11,74 a vzorky s iota karagenanem 11,31 – 12,02. U vzorků iota karagenanu se se zvyšující koncentrací hydrokoloidu rostla i elasticita vzorku.

Z hodnot kohezivity lze vyčíst, že různé hydrokoloidy v různých koncentracích spíše kohezivitu snižují, i když velice málo. Jediný vzorek, který nebyl menší, byla paštika s přídavkem 1,00 % (w/w) furcelaranu, kdy se hodnota rovnala hodnotě kontroly. Nejvyšších hodnot kohezivity dosáhla tedy kontrola a paštika s 1,00 % (w/w) furcelaranu 0,47 a nejnižších paštika s kappa karagenanem o koncentraci 0,75 % (w/w). V porovnání s prací od práce Zając et al., 2018 byly naše hodnoty mírně vyšší, to je nejspíše způsobeno jinou surovinovou skladbou.

Z tabulky můžeme vidět, že na gumovitost má velký vliv zvolený hydrokoloid i jeho koncentrace. U kappa karagenanu jednoznačně zvýšila, kdy největší rozdíl byl pozorován u koncentrace 0,50 % (w/w), kde byla zjištěna hodnota 7,27 [N] oproti kontrole kde byla hodnota 4,92 [N]. U furcelaranu byl pozorován nárůst gumovitosti s rostoucí koncentrací. Hodnoty se pohybovaly v rozmezí 5,62 – 11,13. Furcelaran měl z použitých hydrokoloidů největší vliv na gumovitost výrobku. Vzorek s přídavkem iota karagenanu ovlivňoval gumovitost opačným směrem, s rostoucí koncentrací hydrokoloidu gumovitost klesala. U koncentrace 1,00 % (w/w) byla hodnota stanovena na 4,29 [N], což je i nejmenší stanovená hodnota gumovitosti. V porovnání s prací od Martins et al., 2020 byly naše hodnoty vyšší, to bude zapříčiněno jinou surovinovou skladbou.

Roztíratelnost



Obrázek 22: Hodnoty roztíratelnosti jednotlivých vzorků

Na obrázku 22 jsou znázorněny hodnoty roztíratelnosti vzorků paštik. Hodnoty roztíratelnosti byly u vzorků poněkud podobné, mimo to lze pozorovat určitý trend, kdy se hodnota roztíratelnosti zvyšovala se zvyšující se koncentrací hydrokoloidu, přičemž nezáleží na použitém hydrokoloidu. Nejvyšších hodnot dosahoval vzorek s 1,00 % (w/w) furcelaranu. Naopak nejnižší hodnoty roztíratelnosti byly naměřeny u vzorku s přídavkem 0,25 % (w/w) iota karagenanu. Směrodatné odchylky jsou v rozmezí 0,002 – 0,088 a nejsou znázorněny v grafu. Ve srovnání s tvrdostí se projevil přídavek hydrokoloidu, kdy ten vzorek, který vykazuje větší tvrdost, vykazuje i větší sílu potřebnou k rozetření.

Vyšších hodnot dosáhla studie od Tonchev et al. 2017, kde byla použita jiná surovinová skladba.

6.13 Analýza senzoriky

Bylo zhodnoceno 7 vzorků paštik. Vždy se zvolila nejvyšší a nejnižší koncentrace pro každý hydrokoloid a také kontrola bez přídavku hydrokoloidu.

Tabulka 15: Legenda ke vzorkům senzoriky

A	K 0,25
B	I 0,25
C	F 0,25
D	K 1
E	I 1
F	F 1
G	K/F 0

Hodnotitelům byly nachystány vzorky, chuťový neutralizátor (bageta a voda) a senzorický dotazník (příloha 2)

Za pomoci stupnicové zkoušky byly hodnoceny parametry barvy a vzhledu, chutě a vůně a konzistence. K hodnocení byla použita 5 bodová stupnice. Výsledky senzorických dotazníků byly statisticky vyhodnoceny pomocí Kruskal-Wallisova testu při spolehlivosti 5 %.

Obrázek 23: Senzorická analýza

Vzhled a barva

Hodnotitelé posuzovali vzhled a barvu paštik. Ideálním vzhledem je paštika bez vzduchových kavern, bez žádného uvolněného tuku a celkově je homogenní. Oproti tomu nepřijatelný je vzorek nepodobný paštice. Co se týká barvy, tak ideální je barva typická pro paštiku – růžovo-hnědá, stejnoměrná s lesklým povrchem. Nevyhovující barva je netypická pro paštiky. Pro statistické vyhodnocení byl použit Kruskal-Wallisův test.

Testovaná hypotéza: Výrobky jsou si podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 1 \equiv 2 \equiv 3 \equiv 4 \equiv 5 \equiv 6 \equiv 7$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných.

$$A: non\ H$$

Tabulka 16: Hodnocení vzorků pro vzhled a barvu

	Kategorie					
Vzorek	1	2	3	4	5	Suma
A	0	10	2	0	0	12
B	1	7	4	0	0	12
C	1	5	4	1	1	12
D	0	7	4	1	0	12
E	2	8	2	0	0	12
F	0	8	4	0	0	12
G	2	7	3	0	0	12
nk	6	52	23	2	1	
Nk	6	58	81	83	84	
Rk	3,5	32,5	70	82,5	84	
T1	0	325	140	0	0	465
T2	3,5	227,5	280	0	0	511
T3	3,5	162,5	280	82,5	84	612,5
T4	0	227,5	280	82,5	0	590
T5	7	260	140	0	0	407
T6	0	260	280	0	0	540
T7	7	227,5	210	0	0	444,5
n	84	R	7	A	0,05	

$$Q_{kw} = \frac{12}{n\,.\,(n+1)} \cdot \left(\frac{T_1^2}{n_1} + \frac{T_2^2}{n_2} + \frac{T_3^2}{n_3} + \frac{T_4^2}{n_4} + \frac{T_5^2}{n_5} + \frac{T_6^2}{n_6} + \frac{T_7^2}{n_7}\right) - 3\,.\,(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{84\,.\,(84+1)} \cdot \left(\frac{465^2}{12} + \frac{511^2}{12} + \frac{612{,}5^2}{12} + \frac{590^2}{12} + \frac{407^2}{12} + \frac{540^2}{12} + \frac{444{,}5^2}{12}\right) - 3\,.\,(84+1)$$

$$Q_{kw} = 4{,}86$$

$$Q_{kw}^{*} = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}}$$

$$Q_{KW}^{*} = \frac{4{,}86}{1 - \frac{(6^3 - 6) + (52^3 - 52) + (23^3 - 23) + (2^3 - 2) + (1^3 - 1)}{84^3 - 84}}$$

$$Q_{kw}^{*} = 6{,}56$$

$$Q_{kw}^{*} \geq \chi_{0{,}95}(R - 1)$$

$$6{,}56 \geq 12{,}59$$

Hodnota testového kritéria nepadla do kritického oboru. Hypotézu tedy přijímáme a zamítáme alternativu. S 95 % spolehlivostí se podařilo prokázat, že mezi vzorky neexistuje rozdíl ve vzhledu a barvě.

Chuť a vůně

Hodnotitelé posuzovali chuť a vůni paštik. Za ideální chuť byla považována paštika s chutí vynikající a tu, která je typická po použitých surovinách, je příjemná, kořeněná, harmonická a optimálně slaná. Za chuť nevyhovující by se daly označit paštiky s chutí nepříjemnou, výrazně jinou nebo bez chuti. Vůně ideální paštiky by měla být vynikající, harmonická a výrazná po jednotlivých komponentech její surovinové skladby. Nevyhovující vůní je vůně nepříjemná nebo s výskytem cizích pachů. Pro statistické vyhodnocení byl použit Kruskal-Wallisův test.

Testovaná hypotéza: Výrobky jsou si podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 1 \equiv 2 \equiv 3 \equiv 4 \equiv 5 \equiv 6 \equiv 7$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných.

$$A: non\ H$$

Tabulka 17: Hodnocení vzorků pro chuť a vůni

	Kategorie					
Vzorek	1	2	3	4	5	Suma
A	3	3	6	0	0	12
B	0	12	0	0	0	12
C	0	11	1	0	0	12
D	1	3	7	0	1	12
E	1	3	7	1	0	12
F	1	1	8	1	1	12
G	4	6	1	0	1	12
nk	10	39	30	2	3	
Nk	10	49	79	81	84	
Rk	5,5	30	64,5	80,5	83	
T1	16,5	90	387	0	0	493,5
T2	0	360	0	0	0	360
T3	0	330	64,5	0	0	394,5
T4	5,5	90	451,5	0	83	630
T5	5,5	90	451,5	80,5	0	627,5
T6	5,5	30	516	80,5	83	715
T7	22	180	64,5	0	83	349,5
n	84	R	7	A	0,05	

$$Q_{kw} = \frac{12}{n\,.\,(n+1)} \cdot \left(\frac{T_1^2}{n_1} + \frac{T_2^2}{n_2} + \frac{T_3^2}{n_3} + \frac{T_4^2}{n_4} + \frac{T_5^2}{n_5} + \frac{T_6^2}{n_6} + \frac{T_7^2}{n_7}\right) - 3\,.\,(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{84\,.\,(84+1)} \cdot \left(\frac{493{,}5^2}{12} + \frac{360^2}{12} + \frac{394{,}5^2}{12} + \frac{630^2}{12} + \frac{627{,}5^2}{12} + \frac{715^2}{12} + \frac{349{,}5^2}{12}\right) - 3\,.\,(84+1)$$

$$Q_{kw} = 18{,}50$$

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}}$$

$$Q_{KW}^* = \frac{18{,}50}{1 - \frac{(10^3 - 10) + (39^3 - 39) + (30^3 - 30) + (2^3 - 2) + (3^3 - 3)}{84^3 - 84}}$$

$$Q_{kw}^* = 21{,}69$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0{,}95}(R-1)$$

$$21{,}69 \geq 12{,}59$$

Hodnota testového kritéria padla do kritického oboru při statistickém vyhodnocení vzhledu. S 95 % spolehlivostí se podařilo prokázat, že mezi vzorky existuje alespoň jeden,

který se liší od jiného nebo jiných vzorků. Pro určení odlišných nebo odlišného vzorku se použije Némenyiho test vícenásobného párového porovnání závislých výběrů.

Testovaná hypotéza: Vzorky jsou si podobné; nejsou mezi nimi rozdíly.

$$H: I \equiv J$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od ostatních

$$A: I \not\equiv J$$

$$\left|T_i - T_j\right| \geq Q_{0,95}(R, n)$$

$$\left|T_i - T_j\right| \geq 352{,}4$$

Tabulka 18: Výsledky Némenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro chuť a vůni

	A	B	C	D	E	F
B	133,5					
C	99	34,5				
D	136,5	270	235,5			
E	134	267,5	233	2,5		
F	221,5	**355**	320,5	85	87,5	
G	144	10,5	45	280,5	278	**365,5**

Z hodnocení bylo zjištěno, že existuje statistický rozdíl mezi vzorky B (Iota karagenan 0,25 % (w/w)) a F (Furcelaran 1,00 % (w/w)) a mezi vzorky G (Kontrola) a F (Furcelaran 1,00 % (w/w)). Nejlepší chuť a vůně byla zjištěna u vzorku G (Kontrola) a nejhorší chuť a vůně byla zjištěna u vzorku F (Furcelaran 1,00 % (w/w)).

Konzistence

Hodnotitelé posuzovali konzistenci paštik. Za ideální konzistenci byla považována paštika s konzistencí optimální, výborně roztíratelnou, soudržnou a typickou pro výrobek. Naopak nevyhovující konzistencí byla paštika rozbředlá, příliš tuhá, drobivá nebo extrémně pevná. Pro statistické vyhodnocení byl použit Kruskal-Wallisův test.

Testovaná hypotéza: Výrobky jsou si podobné a neexistuje mezi nimi statistický rozdíl.

$$H: 1 \equiv 2 \equiv 3 \equiv 4 \equiv 5 \equiv 6 \equiv 7$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných.

$$A: non\ H$$

Tabulka 19: Hodnocení vzorků pro konzistenci

	Kategorie					
Vzorek	1	2	3	4	5	Suma
A	2	2	5	3	0	12
B	5	6	1	0	0	12
C	2	8	2	0	0	12
D	2	4	3	3	0	12
E	1	3	3	5	0	12
F	2	1	4	3	2	12
G	3	6	0	2	1	12
nk	17	30	18	16	3	
Nk	17	47	65	81	84	
Rk	9	32,5	56,5	73,5	83	
T1	18	65	282,5	220,5	0	586
T2	45	195	56,5	0	0	296,5
T3	18	260	113	0	0	391
T4	18	130	169,5	220,5	0	538
T5	9	97,5	169,5	367,5	0	643,5
T6	18	32,5	226	220,5	166	663
T7	27	195	0	147	83	452
n	84	R	7	A	0,05	

$$Q_{kw} = \frac{12}{n\,.\,(n+1)} \cdot \left(\frac{T_1^2}{n_1} + \frac{T_2^2}{n_2} + \frac{T_3^2}{n_3} + \frac{T_4^2}{n_4} + \frac{T_5^2}{n_5} + \frac{T_6^2}{n_6} + \frac{T_7^2}{n_7}\right) - 3\,.\,(n+1)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{84\,.\,(84+1)} \cdot \left(\frac{586^2}{12} + \frac{296{,}5^2}{12} + \frac{391^2}{12} + \frac{538^2}{12} + \frac{643{,}5^2}{12} + \frac{663^2}{12} + \frac{452^2}{12}\right) - 3\,.\,(84+1)$$

$$Q_{kw} = 15{,}53$$

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum(n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}}$$

$$Q_{KW}^* = \frac{15{,}53}{1 - \frac{(17^3 - 17) + (30^3 - 30) + (18^3 - 18) + (16^3 - 16) + (3^3 - 3)}{84^3 - 84}}$$

$$Q_{kw}^* = 16{,}71$$

$$Q_{kw}^* \geq \chi_{0,95}(R-1)$$

$$16{,}71 \geq 12{,}59$$

Hodnota testového kritéria padla do kritického oboru při statistickém vyhodnocení vzhledu. S 95 % spolehlivostí se podařilo prokázat, že mezi vzorky existuje alespoň jeden,

který se liší od jiného nebo jiných vzorků. Pro určení odlišných nebo odlišného vzorku se použije Némenyiho test vícenásobného párového porovnání závislých výběrů.

Testovaná hypotéza: Vzorky jsou si podobné; nejsou mezi nimi rozdíly.

$$H: I \equiv J$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od ostatních

$$A: I \not\equiv J$$

$$\left|T_i - T_j\right| \geq Q_{0,95}(R, n)$$

$$\left|T_i - T_j\right| \geq 352{,}4$$

Tabulka 20: Výsledky Némenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro chuť a vůni

	A	B	C	D	E	F
B	289,5					
C	195	94,5				
D	48	241,5	147			
E	57,5	347	252,5	105,5		
F	77	**366,5**	272	125	19,5	
G	134	155,5	61	86	191,5	211

Z hodnocení bylo zjištěno, že existuje statistický rozdíl mezi vzorky B (Iota karagenan 0,25 % (w/w)) a F (Furcelaran 1,00 % (w/w)). Nejlepší konzistence byla zjištěna u vzorku B (Iota karagenan 0,25 % (w/w)) a konzistence byla zjištěna u vzorku F (Furcelaran 1,00 % (w/w)).

Pořadová preferenční zkouška

Pomocí pořadové zkoušky byla zjištěna preference hodnotitelů. Pro statistické vyhodnocení byl použit Freudmanův test.

Tabulka 21: Hodnocení posuzovatelů při pořadové preferenční zkoušce

	Vzorek						
Hodnotitel	A	B	C	D	E	F	G
1	1	2	4	5	3	6	7
2	4	7	6	3	1	5	2
3	4	2	3	7	5	6	1
4	2	4	3	5	7	6	1
5	4	2	3	5	6	7	1
6	2	6	4	5	3	7	1
7	7	2	3	6	1	5	4
8	2	4	6	5	7	1	3
9	4	2	7	1	3	5	6
10	4	1	3	5	7	6	2
11	4	2	3	7	5	6	1
12	1	3	5	7	4	6	2
Ti	39	37	50	61	52	66	31
Ti2	1521	1369	2500	3721	2704	4356	961
n	12	R	7	A	0,05		

$$FR = \frac{12}{n \,.\, R \,.\, (R+1)} \,.\, \sum_{i=1}^{R} T_i^2 \; - \; 3 \,.\, n \,.\, (R+1)$$

$$FR = \frac{12}{12 \,.\, 7 \,.\, (7+1)} \,.\, (1521 + 1369 + 2500 + 3721 + 2704 + 4356 + 961)$$
$$- (3 \,.\, 12 \,.\, (7+1)) = 17{,}93$$

$$FR \geq Q_{0,95}(7{,}12)$$

$$17{,}93 \geq 12{,}29$$

Hodnota testového kritéria padla do kritického oboru při statistickém vyhodnocení vzhledu. S 95 % spolehlivostí se podařilo prokázat, že mezi vzorky existuje alespoň jeden, který se liší od jiného nebo jiných vzorků. Pro určení odlišných nebo odlišného vzorku se použije Némenyiho test vícenásobného párového porovnání závislých výběrů.

Testovaná hypotéza: Vzorky jsou si podobné; nejsou mezi nimi rozdíly.

$$H: I \equiv J$$

Alternativní hypotéza: Mezi výrobky existuje alespoň jeden, který se liší od ostatních

$$\text{A: I} \not\equiv \text{J}$$

$$|T_i - T_j| \geq Q_{0,95}(R, n)$$

$$|T_i - T_j| \geq 31{,}2$$

Tabulka 22: Výsledky Némenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro pořadovou zkoušku

	A	B	C	D	E	F
B	2					
C	11	13				
D	22	24	11			
E	13	15	2	9		
F	27	29	16	5	14	
G	8	6	19	30	21	**35**

Z rozdílů součtu pořadí je zřejmé, že v preferenci existuje s 95 % spolehlivostí významný rozdíl mezi vzorky F (Furcelaran 1,00 % (w/w)) a G (Kontrola)

S 95 % spolehlivostí existuje statisticky významný rozdíl v preferencích mezi zkoumanými vzorky. Jako nejvíce preferovaný označili hodnotitelé vzorek G (Kontrola) další pořadí vzorků je: B A C, což jsou vzorky s přídavkem 0,25 % (w/w) v pořadí iota karagenan, kappa karagenan a furcelaran. Vzorky E D F měly ve své receptuře 1 % (w/w) hydrokoloidu a pořadí bylo stejné jako u nižší koncentrace: iota karagenan, kappa karagenan a furcelaran, který byl hodnocený nejhůře ze všech vzorků. Statisticky významný rozdíl je však pouze mezi vzorky F (Furcelaran 1,00 % (w/w)) a G (Kontrola). Mezi ostatními nebyly na 5 % hladině významnosti v preferencích zjištěny statisticky významné rozdíly.

ZÁVĚR

Hydrokoloidy se v poslední době stávají stále oblíbenější v masné výrobě. Úspěšně se vyvíjejí nové receptury s nízkým obsahem tuku a soli využívající právě hydrokoloidy. Vědečtí pracovníci kombinují hydrokoloidy, aby optimalizovali jejich funkční vlastnosti v masných výrobcích, což by mohlo snížit potřebu dražších složek a využít synergických efektů. Cílem této práce bylo stanovení co nejvhodnější koncentrace hydrokoloidů do kuřecích játrových paštik vzhledem k texturním a reologickým parametrům, také byly stanoveny různé chemické analýzy.

Z chemických analýz byla stanovena vodní aktivita, která je blízká hodnotě 1, to je pro paštiky typické. Obsah amoniaku byl stanoven pomocí conwayovy metody a podle výsledných hodnot byly paštiky zařazeny do kategorie masa čerstvého. Dále byl stanoven obsah hrubých bílkovin, jeho hodnoty se pohybovaly v rozmezí 14,25 – 15,06 %. Hodnota hrubých bílkovin se nejvíce odráží v surovinové skladbě paštiky. Z hodnot pH nebyla zřejmá žádná korelace s různými přídavky hydrokoloidů. Hydrokoloidy neovlivňovaly zásadním způsobem ani sušinu výrobku, kdy se obsah sušiny pohyboval v rozmezí 29,32 - 30,24 %. Jelikož naše vzorky měly relativně nízké hodnoty TBARS daly by se považovat za oxidativně stabilní, nicméně bylo by příhodné udělat i skladovací pokus, aby se zjistily hodnoty TBARS i v závislosti na skladovací době. Obsah tuků v paštice je dán převážně jejím složením a přídavek hydrokoloidů na jeho obsah neměl vliv. Obsah tuků se pohyboval kolem 40 % což je limit stanovený vyhláškou č. 69/2016 Sb. Stravitelnost byla stanovena kombinovanou hydrolýzou pepsinem a pankreatinem, kdy vzorky paštik měly sušinu stravitelnou z 95,31 – 97,88 % a stravitelnost organické hmoty byla stanovena na hodnoty 97,50 – 99,76 %. Hydrokoloid i v 1 % (w/w) přídavku stravitelnost nesnižuje ve významném množství, ale stále je schopen ovlivňovat reologické a texturní vlastnosti výrobku.

Dále byly stanoveny instrumentálně hodnoty barvy, kdy u parametrů L*, a*, b* byly naměřeny minimální rozdíly vzhledem ke kontrole. Hodnoty L* byly nepatrně nižší u vzorků s hydrokoloidy, hodnoty a* byly největší u vzorku s iota karagenanem 1 % (w/w) a hodnoty b* byly největší u vzorku s furcelaranem 1 % (w/w). Také byla stanovena stabilita emulze, kdy hodnoty byly blízké 100 % a s jistotou můžeme říci, že vzorky byly stabilní.

Pomocí stanovení reologických parametrů bylo zjištěno, že přídavek hydrokoloidu výrazně ovlivňuje jak elastický, tak ztrátový modul pružnosti, kdy oba moduly, ve srovnání

s kontrolou, zvýšily svoje hodnoty. S rostoucí koncentrací hydrokoloidu se zvětšoval i komplexní modul G*. Největší hodnoty všech modulů byly však u všech vzorků s hydrokoloidy o koncentraci 0,75 % (w/w). Hodnoty tan δ vycházely pod 1, což naznačuje více elastické chování vzorků. Komplexní viskozita také rostla s koncentrací hydrokoloidu. U texturních analýz byly pozorovány změny ve tvrdosti a roztíratelnosti, kde byl trend zvětšujících se hodnot s rostoucí koncentrací hydrokoloidu. Hodnoty relativní lepivosti a gumovitosti vzorků s hydrokoloidy navýšily své hodnoty oproti kontrole, ale nebyl zpozorován žádný trend. U hodnot elasticity a kohezivity nebyl oproti kontrole významný rozdíl.

Senzorická analýza vzhledu a barvy nepoukázala na žádné rozdíly. V analýze chuti a vůně byl jako nejlepší vyhodnocen vzorek bez přídavku hydrokoloidu a jako nejhorší byl určen vzorek s přídavkem 1 % (w/w) furcelaranu. U analýzy konzistence byl nejlépe hodnocen vzorek s 0,25 % (w/w) iota karagenanu a za nejhorší byl zvolen vzorek s 1 % (w/w) furcelaranu. Při vyhodnocení pořadové preferenční zkoušky byl nejlépe vyhodnocen vzorek bez přídavku hydrokoloidů a jako nejhorší byl opět zvolen vzorek s 1 % (w/w) furcelaranu.

Pro zlepšení výsledků by bylo vhodné pozorovat některé analýzy v čase jako například hodnoty thiobarbiturového čísla nebo stability emulze. Dále by se hydrokoloidy mohly využít i u jiných masných výrobků nebo u jinak tepelně upravených paštik, například sterilací.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BRANEN A. L. a HAGGERTY R. J.. Introduction to Food Additives. [online] ISBN 0-8247-9343-9 Dostupné z: https://www.academia.edu/26297318/Food_Additives

ABDOLLAHI, M. a M. R. KHAKSAR. Encyclopedia of toxicology (third edition)[online]. Philip WEXLER. Oxford: Academic Press., 2014Sodium Nitrite. 334-337 s. ISBN 9780123864550. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123864543012069ID: 308305.

ADZITEY, F. A HUDA N. Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences—A mini review. International Food Research Journal [online]. 2011, vol. 18, s. 11-20. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/279582972_Pale_soft_exudative_PSE_and_dark_firm_dry_DFD_meats_Causes_and_measures_to_reduce_these_incidences-A_mini_review

ALAVI, F. et al. Cold gelation of curcumin loaded whey protein aggregates mixed with k-carrageenan: Impact of gel microstructure on the gastrointestinal fate of curcumin. *Food Hydrocolloids* [online]. 2018, vol. 85, s. 267-280. ISSN 0268-005X. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X18304466.

AZMOON, E. et al. The Effects of Hydrocolloids-Protein Mixture as a Fat Replacer on Physicochemical Characteristics of Sugar-Free Muffin Cake: Modeling and Optimization. *Foods* [online]. 2021, vol. 10, no. 7. ISSN 2304-8158. Dostupné z: https://doi.org/10.3390/foods10071549

BACH, N. et al. Use of phosphates in meat products. African Journal of Biotechnology [online]. 2011, vol. 10. Dostupné z: https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/99173

BARTOVSKÁ, L. a ŠIŠKOVÁ M. Fyzikální chemie povrchů a koloidních soustav. Vyd. 5. přeprac. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2005, 244 s. ISBN 807080579X. Dostupné také z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_isbn-80-7080-579-X/pages-img/

BAYRAK KUL, D. et al. Furosine and Nε-carboxymethyl-lysine in cooked meat product (kavurma): Effects of salt and fat levels during storage. *Journal of Stored Products Research* [online]. 2021, vol. 93, s. 101856. ISSN 0022-474X. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022474X21000953.

BC Cook Articulation Committee. Meat Cutting and Processing for Food Service [online].LibreTexts, 2022 Dostupné z: https://opentextbc.ca/meatcutting/.

BELORIO, M. a GÓMEZ M. Psyllium: a useful functional ingredient in food systems. Critical Reviews in Food Science and Nutrition [online]. 2022, vol. 62, no. 2, s. 527-538. ISSN 1040-8398. Dostupné z: https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1080/10408398.2020.1822276.

BOURNE, M. C. Food texture and viscosity (second edition)[online]. Malcolm C. BOURNE. London: Academic Press., 2002 Chapter 1 - Texture, Viscosity, and Food. 1-32 s. ISBN 9780121190620. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780121190620500012ID: 275602.

BUŇKA, F., J. HRABĚ a B. VOSPĚL. *Senzorická analýza potravin I*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 145 s. ISBN 9788073186289.

COLMENERO, F. Jiménez, M. J. AYO a J. CARBALLO. Physicochemical properties of low sodium frankfurter with added walnut: effect of transglutaminase combined with caseinate, KCl and dietary fibre as salt replacers. Meat Science [online]. 2005, vol. 69, no. 4, s. 781-788. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174004002931.

DELGADO-PANDO, G., S. COFRADES, C. RUIZ-CAPILLAS, M. TRIKI a F. JIMÉNEZ-COLMENERO. Low-fat pork liver pâtés enriched with n-3 PUFA/konjac gel: Dynamic rheological properties and technological behaviour during chill storage. Meat Science. 2012, 92(1), 44-52. ISSN 03091740. Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2012.04.002

MUTUNGI, G., PURSLOW, P., & WARKUP, C. Influence of temperature, fibre diameter and conditioning on the mechanical properties of single muscle fibres extended to fracture. In: Journal of Science Food and Agriculture [online]. 1996, 72, 359-366. Dostupné z: https://doiorg.proxy.k.utb.cz/10.1002/(SICI)1097-0010(199611)72:3<359::AIDJSFA667>3.0.CO;2-H

DICKINSON, E.. Hydrocolloids acting as emulsifying agents – How do they do it?. *Food Hydrocolloids* [online]. 2018, vol. 78, s. 2-14. ISSN 0268-005X. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X17301200.

DIMITROVSKA, M. et al. Phosphates as food additives in meat and meat products in North Macedonia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science [online]. 2019, vol. 333, no. 1, s. 012054. ISSN 1755-1315. Dostupné z: https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/333/1/012054.

DRUŽBÍK, M. *Vliv sterilačního záhřevu na jakost paštik* Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2021, 68 s. Dostupné také z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/47329/dru%c5%beb%c3%adk_2021_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav analýzy a chemie potravin. Vedoucí práce Lazárková Z.

D'SOUZA, W. N. et al. Differing roles for short chain fatty acids and GPR43 agonism in the regulation of intestinal barrier function and immune responses. *PloS One* [online]. 2017, vol. 12, no. 7, s. e0180190. ISSN 1932-6203. Dostupné z: https://doi.org/10.3389/fphys.2021.650313

EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food, (ANS) et al. Re-evaluation of carrageenan (E 407) and processed Eucheuma seaweed (E 407a) as food additives. *EFSA Journal* [online]. 2018, vol. 16, no. 4, s. e05238. ISSN 1831-4732. Dostupné z: https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5238.

ESTÉVEZ, M., VENTANAS M. a R. CAVA. Physicochemical properties and oxidative stability of liver pâté as affected by fat content. Food Chemistry [online]. 2005, vol. 92, no. 3, s. 449-457. ISSN 0308-8146. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814604006211.

FICKO-BLEAN, E. et al. Carrageenan catabolism is encoded by a complex regulon in marine heterotrophic bacteria. Nature Communications [online]. 2017, vol. 8. Dostupné z: DOI:10.1038/s41467-017-01832-6

FORMÁNEK, J. Podklady k principu měření hodnoty ph a vodivosti kapalin [online]. 2014. Dostupné z: http://home.zcu.cz/~formanek/mmvyuka/Data/ivkmt-soubory/14 F.pdf

GAO, Z. et al. Hydrocolloid-food component interactions. *Food Hydrocolloids* [online]. 2017, vol. 68, s. 149-156. ISSN 0268-005X. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X16304015.

GLICKSMAN, M.. Red Seaweed Extracts (Agar, Carrageenans, Furcellaran [online]., 1983. 73-113 s. ISBN 9780429290374. Dostupné z: https://doi.org/10.1201/9780429290374-7

GOEMAERE, O. et al. Phosphate Elimination in Emulsified Meat Products: Impact of Protein-Based Ingredients on Quality Characteristics. Foods (Basel, Switzerland) [online]. 2021, vol. 10, no. 4, s. 882. doi: 10.3390/foods10040882. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi: 10.3390/foods10040882. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8073691/

GUO, B. a DALRYMPLE B. P. New aspects of meat quality (second edition)[online]. Peter PURSLOW. Woodhead Publishing. , 2022Chapter 13 - Transcriptomics of meat quality. . 337-391 s. ISBN 9780323858793. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323858793000052ID: 782568.

HONIKEL, K.. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. Meat Science [online]. 2008, vol. 78, no. 1, s. 68-76. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174007001994.

HUGHES, E., S. COFRADES a D. J. TROY. Effects of fat level, oat fibre and carrageenan on frankfurters formulated with 5, 12 and 30% fat. Meat Science [online]. 1997, vol. 45, no. 3, s. 273-281. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917409600109X.

CHAPLEAU, N J. a M I. DE LAMBALLERIE-ANTON. Changes in myofibrillar proteins interactions and rheological properties induced by high-pressure processing. European Food Research and Technology [online]. 2003, vol. 216, no. 6, s. 470-476. ISSN 1438-2385. Dostupné z: https://doi.org/10.1007/s00217-003-0684-5.

CHEN, J., and A. ROSENTHAL. “Food Texture and Structure.” Modifying Food Texture, [online]. 2015, pp. 3–24. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/B978-1-78242-333-1.00001-2

CHRISTENSEN, M., PURSLOW P. a LARSEN L. M.. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. Meat Science [online]. 2000, vol. 55, no. 3, s. 301-307. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174099001576.

IJAZ, M et al. Association between meat color of DFD beef and other quality attributes. Meat Science [online]. 2020, vol. 161, s. 107954. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174019303419.

INGR, I. Produkce a zpracování masa. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. s. 11. ISBN 80-7157-719-7.

INGR, I., Technologie masa. Vydání 1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996. 273 stran: ilustrace ISBN:80-7157-193-8

JUNCHER, D. et al. Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of pork. Meat Science [online]. 2001, vol. 58, no. 4, s. 347-357. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400000156X.

KADLEC, P., MELZOCH K., VOLDŘICH M. Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074180514

KADLEC, P.; MELZOCH, K.; VOLDŘICH, M. Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin. 1. vyd. Ostrava: Key Publishing, 2012. 569 s. ISBN 978-80-7418-145-0

KAMDEM, A.T.K. a J. HARDY. Grinding as a method of meat texture evaluation. Meat science [online]. 1995, 39(2), 225-236. ISSN 03091740. Dostupné z: https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsagr&an=edsagr.US201301497788&scope=site

KENMEGNE KAMDEM, A. T. a HARDY J.. Grinding as a method of meat texture evaluation. Meat Science [online]. 1995, vol. 39, no. 2, s. 225-236. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0309174094P1823E.

KERRY, J. P. a J. F. KERRY. *Processed meats - improving safety, nutrition and quality* [online]. 2011 Woodhead Publishing. ISBN 9781-845694661. Dostupné

z: https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPMISNQ04/processed-meats-improving/processed-meats-improving.

KLESCHT, V.; HRNČIŘÍKOVÁ, I.; MANDELOVÁ, L. Éčka v potravinách. 1. vyd. Brno: Computer press, a. s., 2007. 108 s. ISBN 978-80-251-1483-4

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

KORKEALA, H. et al. Determination of pH in meat. Meat Science [online]. 1986, vol. 18, no. 2, s. 121-132. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0309174086900884.

KREMPEL, M., GRIFFIN K. a Hanna"John KHOURYIEH. Hydrocolloids as Emulsifiers and Stabilizers in Beverage Preservation [online]., 2019 . 427-465 s. ISBN 9780128166857. Dostupné z: https://sci-hub.se/10.1016/b978-0-12-816685-7.00013-6

KŘÍŽ, O., F. BUŇKA a J. HRABĚ. *Senzorická analýza potravin II.: statistické metody*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2007, 127 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 9788073184940.

LORENZO, J M. et al. Effect of fat content on physical, microbial, lipid and protein changes during chill storage of foal liver pâté. Food Chemistry [online]. 2014, vol. 155, s. 57-63. ISSN 0308-8146. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614000594.

LUKEŠOVÁ, E. Laboratorní cvičení z analytické chemie pro 3. a 4. ročník: Obor: 29-42-M/01[online]. Analýza potravin. Praha, 2010. Dostupné také z: http://studenti.podskalska.cz/eucebnice/labcvzach3.pdf

MANCINI, R. A. a HUNT M. C. Current research in meat color. Meat Science [online]. 2005, vol. 71, no. 1, s. 100-121. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030917400500094X.

MARANGONI JÚNIOR, L. et al. Furcellaran: An innovative biopolymer in the production of films and coatings. *Carbohydrate Polymers* [online]. 2021, vol. 252, s. 117221. ISSN 0144-8617. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861720313941.

MARTENS, H., E. STABURSVIK a M MARTENS. Texture during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins. Journal of Texture Studies [online]. 2007, vol. 13, s. 291-309. DOI: 10.1111/j.1745-4603.1982.tb00885.x. ISSN 0022-4901. Dostupné z: http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4603.1982.tb00885.x

MARTINAUD, A et al. Comparison of Oxidative Processes on Myofibrillar Proteins from Beef during Maturation and by Different Model Oxidation Systems. Journal of Agricultural and Food Chemistry [online]. 1997, vol. 45, no. 7, s. 2481-2487. ISSN 0021-. Dostupné z: https://doi.org/10.1021/jf960977g.

MARTINS, A. J. et al. Characterization of Enriched Meat-Based Pâté Manufactured with Oleogels as Fat Substitutes. Gels [online]. 2020, vol. 6, no. 2. ISSN 2310-2861. Dostupné z: https://www.mdpi.com/2310-2861/6/2/17.

MCARDLE, R, HAMILL R. a KERRY J. [online]., 2011Utilisation of hydrocolloids in processed meat systems. . 243-269 s. ISBN 9781845694661. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/229118305_Utilisation_of_hydrocolloids_in_processed_meat_systems

MERGA, Y., B. J. CAMPBELL a J. M. RHODES. Mucosal Barrier, Bacteria and Inflammatory Bowel Disease: Possibilities for Therapy. Digestive Diseases [online]. 2014, vol. 32, no. 4, s. 475-483. ISSN 0257-2753. Dostupné z: https://www.karger.com/DOI/10.1159/000358156.

MEZGER, Thomas. The Rheology Handbook: For users of rotational and oscillatory rheometers. Hannover: Curt R. Vincentz Verlag. 2002. ISBN: 3878707452.

MIŠURCOVÁ, L. Nové nutriční aspekty a využití mořských a sladkovodních řas ve výživě. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 120 s. Dostupné také z: http://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/5950/mi%20urcov%C3%A1_2008_dp.pdf?sequence=1. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav analýzy a chemie potravin.

MURPHY, R. Y. A B. P. MARKS. Effect of meat temperature on proteins, texture, and cook loss for ground chicken breast patties1. Poultry Science [online]. 2000,

vol. 79, no. 1, s. 99-104. ISSN 0032-5791. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119414454.

NEETHLING, Nikki et al. Exogenous and Endogenous Factors Influencing Color of Fresh Meat from Ungulates. Meat and Muscle Biology [online]. 2017, vol. 1, s. 253. Dostupné z: DOI: 10.22175/mmb2017.06.0032

NOVOTNÁ, T. Perspektivy vývoje, výroby a aplikace želatiny do játrových paštik. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2022, 128 s. Dostupné také z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/51498/novotn%C3%A1_2022_dp.pdf?sequence=-1. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav analýzy a chemie potravin. Vedoucí práce Gál, Robert.

ODSTRČIL, J. a M. ODSTRČILOVÁ. Chemie potravin. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. ISBN 80-7013-435-6.

PANDEY, R. a UPADHYAY S. 2012 Food Additive. [online]. 1-30 s. ISBN 978-953-51-0067-6. Dostupné z: DOI:10.5772/34455. https://www.researchgate.net/publication/221925228_Food_Additive

PARTHASARATHY, D. K. a N. S. BRYAN. Sodium nitrite: The “cure” for nitric oxide insufficiency. Meat Science [online]. 2012, vol. 92, no. 3, s. 274-279. ISSN 0309 1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174012000824..

Paštika játrová 300g - České cechovní normy. Potravinářská komora ČR - České cechovní normy [online]. Dostupné z: https://www.cechovninormy.cz/index.php/vyrobky/3388-pastika-jatrova-300g

PHILLIPS, G. O. a P. A. WILLIAMS. *Handbook of hydrocolloids (2nd edition)* 2009 [online].Woodhead Publishing. 7.2.2 Manufacturing Process. ISBN 978-1-84569-414-2. Dostupné z: https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt006R7N02/handbook-hydrocolloids/manufacturing-process.

PHILLIPS, G. O. a P. A. WILLIAMS. *Handbook of hydrocolloids* [online]. 2000 Woodhead Publishing. 1.1 Introduction. ISBN 978-1-85573-501-9. Dostupné z: https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0017U471/handbook-hydrocolloids/introduction.

PIÑERO, M. P. et al. Effect of oat's soluble fibre (β-glucan) as a fat replacer on physical, chemical, microbiological and sensory properties of low-fat beef patties. Meat Science [online]. 2008, vol. 80, no. 3, s. 675-680. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174008000715.

PIPEK, P., Technologie masa. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemickotechnologická, 1991, 174 s. ISBN 80-7080-106-9

PIRSA, Sajad a Kosar HAFEZI. Hydrocolloids: Structure, preparation method, and application in food industry. *Food Chemistry* [online]. 2023, vol. 399, s. 133967. ISSN 0308-8146. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881462201929X.

POLÁŠEK, Z. et al. The effect of furcellaran or κ-carrageenan addition on the textural, rheological and mechanical vibration damping properties of restructured chicken breast ham. Lwt [online]. 2021, vol. 138, s. 110623. ISSN 0023-6438. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364382031611X.

PÕLDVERE, A. et al. Effect of heat treatment at constant 120 °C temperature on the rheological and technological properties of pork. Agronomy Research [online]. 2016, vol. 14, s. 1434-1441. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/303842937_Effect_of_heat_treatment_at_constant_120_C_temperature_on_the_rheological_and_technological_properties_of_pork

PUJOL, Andrea et al. Myoglobin content and oxidative status to understand meat products' color: Phenomenological based model. Journal of Food Engineering [online]. 2023, vol. 348, s. 111439. ISSN 0260-8774. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877423000377.

SAZONOVA, Sanita et al. Effect of high pressure processing on raw pork microstructure and water holding capacity [online]., 2019. Dostupné z: https://dspace.emu.ee/xmlui/handle/10492/4712

SEVEROVÁ, M. a BŘEZINA P. Návody pro laboratorní cvičení z analýzy potravin. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska, 1998, 83 s. ISBN 8072310224.

SHAND, P. J., J. N. SOFOS a G. R. SCHMIDT. Properties of Algin/Calcium and Salt/Phosphate Structured Beef Rolls with Added Gums. *Journal of Food*

Science [online]. 1993, vol. 58, no. 6, s. 1224-1230. ISSN 0022-1147. Dostupné z: https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1993.tb06153.x.

SCHMIDT, Shelly J. a Anthony J. FONTANA JR. *Water activity in foods*[online]., 2020E: Water Activity Values of Select Food Ingredients and Products. . 573-591 s. ISBN 9781118765982. Dostupné z: https://doi.org/10.1002/9781118765982.app530; Wiley Online Books.

SLUKOVÁ, M. a kol. Výroba potravin a nutriční hodnota. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. 2016. ISBN 978-80-7080-947-1

STEINHAUSER, L. Hygiena a technologie masa. Brno: Last, 1995, 643 s. ISBN 8090026044.

STRAKA, I. a L. MALOTA. Chemické vyšetření masa: (klasické laboratorní metody). Tábor: OSSIS, 2006, 94 s. ISBN 8086659097.

SUMAN, Surendranath P. et al. Factors influencing internal color of cooked meats. Meat Science [online]. 2016, vol. 120, s. 133-144. ISSN 0309-1740. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309174016300997.

SZCZESNIAK, A. S.. Texture is a sensory property. Food Quality and Preference [online]. 2002, vol. 13, no. 4, s. 215-225. ISSN 0950-3293. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950329301000398.

ŠTEFUNKO, F. Sledování technologických vlastností u játrových paštik s přídavkem furceralanu Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2021, 62 s. Dostupné také z: https://digilib.k.utb.cz/handle/10563/47189. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav analýzy a chemie potravin. Vedoucí práce Gál, Robert.

TONCHEV, M. et al. Sensory and instrumental texture analysis of Bulgarian commercial pates. Agricultural Science and Technology [online]. 2017, vol. 9, s. 251-256. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/320145903_Sensory_and_instrumental_texture_analysis_of_Bulgarian_commercial_pates

Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. Stanovení texturních parametrů masa a masných výrobků [online]. Dostupné z: https://docplayer.cz/1510108-Aktivita-ka-2350-1-4-nazev-inovacestanoveni-texturnich-parametru-masa-a-masnych-vyrobku-inovace-predmeturegistracni-cislo-projektu-nazev-projektu.html

VOLDŘICH, M. Procesy potravinářských a biotechnologických výrob: Vliv zpracování na nutriční a senzorické vlastnosti potravin. Praha: VŠCHT, 2003. ISBN 80- 7080-527-7.

VORLOVÁ, L.. Chemie potravin: praktická cvičení [online]. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2012. ISBN 978-8073056469. Dostupné z: https://docplayer.cz/6998043-Chemie-potravin-prakticka-cviceni.html

WINKELMAYER, R., LEBERSORGER P. a kol. Hygiena zvěřiny. Institut ekologie zvěře VFU Brno, 2005. 168 stran. ISBN:80-7305-523-6

WU, Z. et al. Propofol Prevents the Growth, Migration, Invasion, and Glycolysis of Colorectal Cancer Cells by Downregulating Lactate Dehydrogenase Both In Vitro and In Vivo. *Journal of Oncology* [online]. 2022, vol. 2022, s. 8317466. ISSN 1687-8450. Dostupné z: https://doi.org/10.1002/jcp.28436. PMID: 35535311; PMCID: PMC9078837.

YEMENICIOĞLU, A. et al. A review of current and future food applications of natural hydrocolloids. *International Journal of Food Science & Technology* [online]. 2020, vol. 55, no. 4, s. 1389-1406. ISSN 0950-5423. Dostupné z: https://doi.org/10.1111/ijfs.14363.

ZAJĄC, M. a R. ŚWIĄTEK. The effect of hemp seed and linseed addition on the quality of liver pâtés. Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria [online]. 2018, vol. 17. Dostupné z: DOI:10.17306/J.AFS.0566

ZBROŽKOVÁ, V. *Vliv vybraných hydrokoloidů na reologické vlastnosti drůbeží paštiky* Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2022, 108 s. Dostupné také z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/50530/zbro%C5%BEkov%C3%A1_2022_dp.pdf?sequence=-1. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav analýzy a chemie potravin. Vedoucí práce Šenkýřová, Jana.

ZHANG, T. et al. Effects of pH and temperature on the structure, rheological and gel-forming properties of sugar beet pectins. *Food Hydrocolloids* [online]. 2021, vol. 116, s. 106646. ISSN 0268-005X. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X2100062X.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SCFA	Short chained fatty acids
a_w	Aktivita vody
H_2SO_4	Kyselina sírová
NaOH	Hydroxid sodný
HCl	Kyselina chlorovodíková
n_K	Celkové zastoupení
N_K	Kumulované zastoupení
R_K	Průměrné pořadí
T_1,T_n	Součet pořadí
n	Součet počtu hodnotitelů hodnotících jednotlivé vzorky
R	Počet vzorků
α	Hladina významnosti
KCl	Chlorid draselný
K/F 0	kontrolní vzorek paštiky bez přídavku hydrokoloidů
K 0,25	paštika s kappa karagenanem o koncentraci 0,25 % (w/w)
K 0,50	paštika s kappa karagenanem o koncentraci 0,50 % (w/w)
K 0,75	paštika s kappa karagenanem o koncentraci 0,75 % (w/w)
K 1,00	paštika s kappa karagenanem o koncentraci 1,00 % (w/w)
F 0,25	paštika s furcelaranem o koncentraci 0,25 % (w/w)
F 0,50	paštika s furcelaranem o koncentraci 0,50 % (w/w)
F 0,75	paštika s furcelaranem o koncentraci 0,75 % (w/w)
F 1,00	paštika s furcelaranem o koncentraci 1,00 % (w/w)
I 0,25	paštika s iota karagenanem o koncentraci 0,25 % (w/w)
I 0,50	paštika s iota karagenanem o koncentraci 0,50 % (w/w)
I 0,75	paštika s iota karagenanem o koncentraci 0,75 % (w/w)

I 1 paštika s iota karagenanem o koncentraci 1,00 % (w/w)

K lyofilizovaný vzorek paštiky s kappa karagenanem

F lyofilizovaný vzorek paštiky s 1 % (w/w) furcelaranem

I lyofilizovaný vzorek paštiky s 1 % (w/w) iota karagenanem

K-p kappa karagenan jako čistá látka

F-p furcelaran jako čistá látka

I-p iota karagenan jako čistá látka

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Změna tuhosti masa v závislosti na teplotě (Christensen et al. 2000) 15

Obrázek 2: Schéma extrakce karagenanů (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food, (ANS) et al. 2018) 28

Obrázek 3: Konfigurace karagenanu 30

Obrázek 4: Conwayova nádobka 37

Obrázek 5: Analýza texturního profilu (Veterinární a farmaceutická univerzita Brno 2011) 47

Obrázek 6: Hodnocení barvy parametr L* 58

Obrázek 7: Hodnocení barvy parametr a* 58

Obrázek 8: Hodnocení barvy parametr b* 59

Obrázek 9 : Vliv závislosti elastického modulu pružnosti G´ na frekvenci u modelových vzorků paštik s přidaným kappa karagenanem 61

Obrázek 10: Vliv závislosti elastického modulu pružnosti G´ na frekvenci u modelových vzorků paštik s přidaným furcelaranem 62

Obrázek 11: Vliv závislosti elastického modulu pružnosti G´ na frekvenci u modelových vzorků paštik s přidaným iota karagenanem 62

Obrázek 12: Vliv závislosti ztrátového modulu pružnosti G´´ na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem kappa karagenanu 63

Obrázek 13: Vliv závislosti ztrátového modulu pružnosti G´´ na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem furcelaranu 64

Obrázek 14: Vliv závislosti ztrátového modulu pružnosti G´´ na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem iota karagenanu 64

Obrázek 15: Vliv závislosti komplexní viskozity na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem kappa karagenanu 65

Obrázek 16: Vliv závislosti komplexní viskozity na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem furcelaranu 65

Obrázek 17: Vliv závislosti komplexní viskozity na frekvenci u vzorků paštik s přídavkem iota karagenanu 66

Obrázek 18: Závislost komplexního modulu G* a teploty pro kappa karagenan 68

Obrázek 19: Závislost komplexního modulu G* a teploty pro furcelaran 68

Obrázek 20: Závislost komplexního modulu G* a teploty pro iota karagenan 69

Obrázek 21: Hodnoty tvrdosti jednotlivých vzorků 71

Obrázek 22: Hodnoty roztíratelnosti jednotlivých vzorků 72

Obrázek 23: Senzorická analýza 73

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Surovinové složení paštiky [%] (w/w) 35
Tabulka 2: Hodnoty vodní aktivity 51
Tabulka 3: Hodnoty naměřeného amoniaku 52
Tabulka 4: Hodnoty hrubých bílkovin 53
Tabulka 5: Hodnoty pH 54
Tabulka 6: Hodnoty sušiny 54
Tabulka 7: Naměřené hodnoty TBARS 55
Tabulka 8: Výsledné hodnoty celkových lipidů 56
Tabulka 9: Hodnoty obsahu popelu 56
Tabulka 10: Hodnoty stravitelnosti 57
Tabulka 11: Hodnoty stability emulze 60
Tabulka 12: Průměrné hodnoty komplexního modulu pružnosti G* a ztrátového faktorku tan δ modelových vzorků paštik 60
Tabulka 13: Hodnoty elastického modulu pružnosti G´, ztrátového modulu pružnosti G´´ a ztrátového faktoru tan δ při různých teplotách a konstantní frekvenci 67
Tabulka 14: Hodnoty z TPA analýzy 70
Tabulka 15: Legenda ke vzorkům senzoriky 73
Tabulka 16: Hodnocení vzorků pro vzhled a barvu 74
Tabulka 17: Hodnocení vzorků pro chuť a vůni 76
Tabulka 18: Výsledky Némenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro chuť a vůni 77
Tabulka 19: Hodnocení vzorků pro konzistenci 78
Tabulka 20: Výsledky Némenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro chuť a vůni 79
Tabulka 21: Hodnocení posuzovatelů při pořadové preferenční zkoušce 80
Tabulka 22: Výsledky Némenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro pořadovou zkoušku 81

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Výsledky barvy, tvrdosti a roztíratelnosti

Příloha 2: Senzorický dotazník

PŘÍLOHA 1: VÝLEDKY BARVY, TVRDOSTI A ROZTÍRATELNOSTI

Vzorek	**L* [-]**	**a* [-]**	**b* [-]**
K/F 0	58,44 ± 0,04	12,47 ± 0,5	14,69 ± 0,16
K 0,25	55,60 ± 0,07	13,11 ± 0,07	14,97 ± 0,04
K 0,5	56,97 ± 0,13	12,07 ± 0,28	15,27 ± 0,02
K 0,75	57,45 ± 0,01	12,69 ± 0,04	15,41 ± 0,05
K 1	55,40 ± 0,25	12,89 ± 0,24	15,21 ± 0,10
I 0,25	55,58 ± 0,10	13,51 ± 0,19	14,99 ± 0,01
I 0,5	57,10 ± 0,27	12,21 ± 0,13	15,52 ± 0,04
I 0,75	55,58 ± 0,27	12,89 ± 0,04	15,34 ± 0,11
I 1	53,10 ± 0,15	13,78 ± 0,09	15,40 ± 0,01
F 0,25	57,42 ± 0,02	11,88 ± 0,03	15,40 ± 0,01
F 0,5	54,76 ± 0,06	12,94 ± 0,05	15,34 ± 0,09
F 0,75	54,41 ± 0,31	13,18 ± 0,17	15,12 ± 0,09
F 1	53,34 ± 0,23	13,70 ± 0,05	15,30 ± 0,09

Vzorek	**Síla [N]**	**Roztíratelnost [N/s]**
K/F 0	10,44 ± 0,12	0,24 ± 0,002
K0,25	16,18 ± 0,24	0,3 ± 0,088
K0,5	17,28 ± 0,41	0,31 ± 0,021
K0,75	17,42 ± 1,87	0,34 ± 0,057
K 1	17,77 ± 1,93	0,33 ± 0,037
F 0,25	14,75 ± 1,85	0,25 ± 0,004
F 0,5	19,69 ± 1,84	0,29 ± 0,053
F 0,75	20,67 ± 1,06	0,35 ± 0,025
F 1	23,79 ± 1,62	0,36 ± 0,061
I 0,25	12,56 ± 1,28	0,21 ± 0,006
I 0,5	13,17 ± 0,92	0,22 ± 0,006
I 0,75	14,76 ± 1,78	0,25 ± 0,0021
I 1	15,03 ± 1,92	0,26 ± 0,0011

PŘÍLOHA 2: SENZORICKÝ DOTAZNÍK

Senzorické hodnocení vzorků paštiky

Hodnotitel: muž / žena
Datum:
Zdravotní stav: kuřák / nekuřák
Věk:

Stupnicová zkouška:

Zhodnoťte předložené vzorky dle jejich vlastností – vzhled, barva, konzistence, chuť a vůně a následně zapište do tabulky číslo z přiložené stupnice
*Hodnotící stupnice se nachází na straně 2 a 3

Vzorek	Vzhled a barva	Chuť a vůně	Konzistence
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Pořadová preferenční zkouška:

Předložené vzorky seřaďte dle vašich preferencí, kdy je hodnocen celkový dojem, řaďte je od podle vás nejlepšího (1) až po ten nejhorší (7).

Pořadí	Vzorek
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	

* Vzhled a barva:

1	Výborná	Vzhled: Vynikající, směs homogenní, bez vzduchových dutin, žádný uvolněný tuk Barva: Typická pro paštiku, růžovo-hnědá, stejnoměrná lesklý povrch
2	Velmi dobrá	Vzhled: Vyhovující, směs homogenní, minimum vad na textuře Barva: Vyhovující, odpovídá druhu paštiky, lesklý povrch
3	Dobrá	Vzhled: Optimální, občasný výskyt vzduchových dutin, mírně patrné uvolnění tuku Barva: Optimální, ojediněle se mohou vyskytovat nedostatky, povrch lesklý
4	Méně dobrá	Vzhled: Vykazuje výrazné nedostatky, velký výskyt vzduchových bublin, směs není homogenní Barva: Vykazuje výrazné nedostatky, extrémně tmavá či bledá, povrch je matný
5	Nevyhovující	Vzhled: Nepřijatelný, nepodobá se paštice Barva: Nepřijatelná, netypická pro daný výrobek

* Chuť a vůně

1	Výborná	Chuť: Vynikající, typická po použitých surovinách, příjemná, kořeněná, harmonická, optimálně slaná Vůně: Vynikající, výrazná vůně jednotlivých komponent (koření, játra, maso), harmonická
2	Velmi dobrá	Chuť: Typická po použitých surovinách bez pachutí, optimálně slaná Vůně: Typická, více výrazná ale stále harmonická
3	Dobrá	Chuť: Optimální, ale méně výrazná a harmonická, převládá kořeněná příchuť/příchuť po jednotlivých surovinách (koření, játra, maso), menší odchylky ve slanosti Vůně: Optimální, typická po použitých surovinách, harmonická
4	Méně dobrá	Chuť: Nevýrazná, neochucená, mdlá nebo naopak hodně kořeněná, výrazně slaná Vůně: Typická ale málo výrazná, neharmonická, převládá vůně po jednotlivých surovinách (koření, játra, maso)
5	Nevyhovující	Chuť: Nepříjemná, výrazně jiná, bez chuti Vůně: Nepřijatelná, nepříjemná, výskyt cizích pachů

* Konzistence – možnost využití nože k rozetření po talíři, či pečivu nebo stlačením mezi prsty

1	Výborná	Optimální konzistence, výborně roztíratelná, soudržná, typická pro výrobek
2	Velmi dobrá	Lehce roztíratelná, pevná, jemná
3	Dobrá	Dobře roztíratelná, dostatečná tvrdost
4	Méně dobrá	Velmi pevná, tuhá, měkká
5	Nevyhovující	Rozbředlá, příliš tuhá, drobivá, extrémně pevná