

Aplikace modifikovaného živočišného tuku do játrové paštiky

Zuzana Novotná

Bakalářská práce
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2024/2025

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Zuzana Novotná
Osobní číslo:	T22161
Studijní program:	B0721A210002 Technologie a hodnocení potravin
Specializace:	Technologie potravin
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Aplikace modifikovaného živočišného tuku do játrové paštiky

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část:

V literární studii se zaměřte na současný stav řešené problematiky a kriticky jej zhodnotte.

II. Praktická část:

Aplikujte technologický postup modifikace vybraného živočišného tuku mikrobiální lipasou.

Připravte játrové paštiky podle doporučené receptury. Aplikujte enzymově modifikovaný tuk jako náhradu tradiční živočišné suroviny v receptuře paštik.

Připravené paštiky otestujte vhodnými metodami, proveďte srovnání parametrů, diskusi a kriticky zhodnotte dosažené výsledky.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Fereidoon, S. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. John Wiley & Sons: Chichester, UK, 2005, Volume 1-6.
- [2] Hernandez, E. M.; Kamal-Eldin, A. *Processing and Nutrition of Fats and Oils*. 2013.
- [3] Feiner, G. *Meat products handbook practical science and technology: Spreadable liver sausage and liver pâté*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006.
- [4] WHITEHURST, R. J. *Emulsifiers in food technology*. Oxford: Blackwell, 2008.
- [5] Delgado-Pando et al. 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.

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

Datum zadání bakalářské práce: **1. ledna 2025**
Termín odevzdání bakalářské práce: **16. května 2025**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 28. února 2025

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že

- odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění bez ohledu na výsledek obhajoby;
- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a bude dostupná k nahlédnutí;
- jedno vyhotovení bakalářské práce v listinné podobě bude ponecháno Univerzitě Tomáše Bati ve Zlíně k uložení;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – bakalářskou práci – nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá; neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji, že

- jsem na bakalářské práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem řádně citoval(a); v případě publikace výsledků budu uveden(a) jako spoluautor;
- odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne

.....

podpis autora

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zaměřuje na využití částečně enzymaticky upraveného dančího loje jako alternativního tuku při výrobě kuřecí játrové paštiky. Cílem bylo zjistit, jak se tato netradiční surovina projeví ve vlastnostech výsledného produktu. V praktické části byl dančí lůj upraven pomocí enzymatické hydrolýzy, následně analyzován a použit při výrobě několika variant paštiky. Tyto vzorky byly posouzeny z hlediska základních fyzikálně-chemických parametrů, jako je pH, barva, textura nebo roztíratelnost, a také sensoricky zhodnoceny. Výsledky ukázaly, že modifikovaný tuk ovlivnil vlastnosti paštiky, a to jak technologicky, tak smyslově. Práce tak přináší vhled do možností využití méně běžných živočišných tuků při vývoji nových receptur v oblasti výroby masných výrobků.

Klíčová slova: enzymatická hydrolýza, dančí lůj, živočišné tuky, játrová paštika, masné výrobky, enzym

ABSTRACT

This bachelor's thesis focuses on the use of partially enzymatically modified venison fat as an alternative fat source in the production of chicken liver pâté. The aim was to determine how this unconventional raw material affects the properties of the final product. In the practical part, venison fat was modified through enzymatic hydrolysis, subsequently analyzed, and used in the production of several pâté variants. These samples were evaluated in terms of basic physicochemical parameters such as pH, color, texture, and spreadability, and were also assessed through sensory analysis. The results showed that the modified fat influenced the pâté's characteristics both technologically and sensorially. The thesis provides insight into the potential use of less common animal fats in the development of new formulations within the meat product industry.

Keywords: enzymatic hydrolysis, venison fat, animal fats, liver pâté, meat products, enzyme

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Robertu Gálovi, Ph.D., za odborné vedení bakalářské práce, vstřícnost, cenné připomínky a věcné rady, které přispěly k jejímu zpracování. Mé poděkování patří také mé sestře, Ing. Tereze Novotné, za odbornou pomoc a podporu během laboratorních prací, která pro mě byla velmi cenná. Dále děkuji laborantům Petře Elšíkové a Mgr. Tomáši Kolofíkovi za jejich praktickou asistenci a ochotu při realizaci experimentální části. V neposlední řadě vyjadřuji poděkování své rodině za trvalou podporu, trpělivost a motivaci během celého studia.

OBSAH

ÚVOD.....	13
I TEORETICKÁ ČÁST	14
1 CHARAKTERISTIKA A ROZDĚLENÍ TUKŮ.....	15
1.1 ŽIVOČIŠNÉ TUKY	15
1.1.1 Uplatnění živočišných tuků v potravinářství.....	16
1.2 ROSTLINNÉ TUKY	16
1.2.1 Produkce a využití rostlinných tuků.....	16
1.3 KLASIFIKACE TUKŮ PODLE SLOŽENÍ MASTNÝCH KYSELIN	16
1.3.1 Kuřecí tuk.....	17
1.3.2 Vepřový tuk.....	17
1.3.3 Máselný tuk.....	17
1.3.4 Hovězí tuk	17
1.3.5 Dančí tuk	17
1.4 DEGRADAČNÍ PROCESY TUKŮ	18
1.4.1 Hydrolýza tuků.....	18
1.4.2 Oxidační rozklad tuků	21
2 CHARAKTERISTIKA PAŠTIK.....	22
2.1 VÝROBA PAŠTIK	22
2.1.1 Výběr a příprava surovin.....	23
2.1.2 Technologické postupy výroby	23
2.1.3 Hygiena a bezpečnost potravin	24
2.1.4 Balení a skladování	25
2.1.5 Senzorické hodnocení a kvalita.....	25
2.2 DRUHY PAŠTIK	26
2.2.1 Játrové paštiky.....	26
2.2.2 Pštroší paštiky	27
2.2.3 Hrubozrnná játrová paštika s brandy v těstovém obalu	28
2.2.4 Foie gras paštiky	28
2.2.5 Jemně mletá kuřecí játrová paštika s pepřem ve formě	28
2.2.6 Jehněčí játrové paštiky	29
2.2.7 Tradiční francouzská venkovská paštika (Pâté de campagne).....	29
2.2.8 Masová paštika (Pâté de viande).....	30
2.2.9 Paštiky s přidavkem rostlinných extraktů	30
2.2.10 Rillettes porc et oie (Francie)	30
2.2.11 Pâté de Bretons (Francie)	31
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	32
3 CÍL PRÁCE	33
4 METODIKA	34
4.1 PŘÍSTROJE A MATERIÁLY	34

4.1.1	Suroviny a chemikálie pro částečnou hydrolýzu dančího loje a následné chemické analýzy	34
4.1.2	Pomůcky a přístroje pro izolaci a hydrolýzu dančího loje a následné chemické analýzy	34
4.1.3	Suroviny pro výrobu kuřecích játrových paštik	34
4.2	PŘÍPRAVA PŘEČIŠTĚNÉHO A ČÁSTEČNĚ HYDROLYZOVANÉHO DANČÍHO LOJE	35
4.2.1	Opracování vstupní suroviny	35
4.2.2	Tavení tuku	35
4.2.3	Částečná enzymatická hydrolýza	36
4.2.4	Filtrace	37
4.3	ANALÝZY VSTUPNÍ SUROVINY	37
4.3.1	Stanovení sušiny	37
4.3.2	Stanovení obsahu popelovin	38
4.3.3	Stanovení dusíku	39
4.3.4	Teplota tání	40
4.3.5	Jodové číslo	40
4.3.6	Číslo kyselosti	41
4.3.7	Číslo zmýdelnění	42
4.4	VÝROBA KUŘECÍCH PAŠTIK	43
4.4.1	Receptura vzorků kuřecích játrových paštik	43
4.4.2	Postup výroby kuřecích játrových paštik	44
4.5	ANALÝZA KUŘECÍCH JÁTROVÝCH PAŠTIK	46
4.5.1	Stanovení obsahu sušiny	46
4.5.2	Stanovení pH	46
4.5.3	Stanovení barvy	47
4.5.4	Měření textury	47
4.5.5	Senzorické hodnocení	50
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	51
5.1	ANALÝZY VSTUPNÍ SUROVINY	51
5.2	ANALÝZY PŘEČIŠTĚNÉHO, ČÁSTEČNĚ HYDROLYZOVANÉHO DANČÍHO LOJE A MÁSLA	51
5.2.1	Teplota tání	51
5.2.2	Stanovení obsahu sušiny	52
5.2.3	Stanovení pH	53
5.2.4	Stanovení barvy	54
5.2.5	Spreadability test	57
5.2.6	Vyhodnocení reologických vlastností	60
5.2.7	Penetrometrická metoda	65
5.3	SENZORICKÁ ANALÝZA VZORKŮ PAŠTIK	66
5.3.1	Senzorická analýza vzhledu paštik	66
5.3.2	Senzorická analýza vůně paštik	67
5.3.3	Senzorická analýza chuti paštik	68
5.3.4	Senzorické analýza tuhosti paštik	70
5.3.5	Senzorická analýza celkového dojmu paštik	71

ZÁVĚR	73
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	75
SEZNAM OBRÁZKŮ	81
SEZNAM TABULEK.....	82
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	83
SEZNAM PŘÍLOH.....	84

ÚVOD

1. Tuky jsou neoddělitelnou součástí mnoha potravin a v potravinářství plní řadu důležitých funkcí – nejen jako zdroj energie, ale i jako složka, která ovlivňuje chuť, vůni, texturu a celkový dojem z výrobku. Zatímco se v posledních desetiletích klade důraz především na využívání rostlinných tuků, živočišné tuky si i nadále udržují své místo, zejména u tradičních a chuťově výrazných produktů, jako jsou například paštiky.

Játrové paštiky patří mezi oblíbené masné výrobky s dlouhou tradicí. Kromě masa a jater hraje při jejich výrobě zásadní roli také použitý tuk, který ovlivňuje jak výslednou konzistenci, tak i senzorické vlastnosti. Využití méně běžných druhů živočišných tuků, jako je dančí lůj, může být zajímavým způsobem, jak obohatit receptury a zároveň zužitkovat suroviny, které běžně nenacházejí široké uplatnění.

Tato bakalářská práce se věnuje možnostem aplikace částečně enzymaticky upraveného dančího loje do výroby kuřecí játrové paštiky. Cílem je zjistit, jak tato modifikovaná surovina ovlivní vybrané fyzikálně-chemické a senzorické vlastnosti finálního výrobku a zda může představovat vhodnou alternativu k běžně používaným tukům v masném průmyslu.

I TEORETICKÁ ČÁST

1 CHARAKTERISTIKA A ROZDĚLENÍ TUKŮ

Tuky, ať už ve formě pevných tuků nebo olejů, jsou chemicky tvořeny estery glycerolu a středních až vyšších mastných kyselin. [1] V potravinářství hrají nejen roli energetického zdroje, ale významně ovlivňují také sensorické vlastnosti výrobků. Tuky dodávají potravinám jemnost, bohatou texturu a výraznější chuť, čímž přispívají k celkovému požitku z konzumace. Zároveň plní i technologické funkce v závislosti na konkrétním způsobu použití, například jako nosiče aromat, emulgátory nebo látky ovlivňující konzistenci či trvanlivost potravin. [2]

Tuky a oleje jsou klíčovými surovinami a funkčními složkami v mnoha potravinářských produktech, jako jsou cukrovinky, pečivo, zmrzlina, omáčky a margaríny. Většina formulovaných produktů obsahuje několik složek, přičemž každá má specifickou funkci. Tuky hrají důležitou roli při určování fyzikálně-chemických a sensorických vlastností produktů, jako je textura, vzhled, chuť a sytící účinky. Tyto vlastnosti jsou klíčové pro spotřebitele a pro úspěch produktu na trhu. [3]

Lze je rozdělit do dvou hlavních kategorií, a to na tuky rostlinného původu, které se získávají z olejnatých rostlin, a tuky živočišného původu, pocházející z tkání živočichů.

1.1 Živočišné tuky

Živočišné tuky zahrnují lůj, sádlo, mléčný tuk a rybí olej, které pocházejí ze skotu, prasat, ryb a dalších zvířat. Hrají významnou roli ve výživě, ale také v průmyslu a farmacii. Historicky se využíval i velrybí tuk, avšak jeho produkce byla omezena mezinárodními dohodami. [4]

Živočišné tuky mají rozmanité složení mastných kyselin a typicky obsahují vyšší podíl nasycených mastných kyselin a mastných kyselin se středně dlouhým řetězcem. Například mléčný tuk je charakteristický přítomností mastných kyselin s krátkým řetězcem, jako je kyselina máselná, a dále středně dlouhých mastných kyselin, mezi které patří kyselina kaprylová (C8:0), kaprinová (C10:0) a laurová (C12:0). Mořské oleje, jako je lososový olej nebo olej z tresčích jater, jsou naopak bohaté na polynenasycené mastné kyseliny (PUFA), zejména na tzv. n-3 mastné kyseliny, mezi které patří biologicky významné EPA (eikosapentaenová kyselina) a DHA (dokosaheptaenová kyselina). [5]

1.1.1 Uplatnění živočišných tuků v potravinářství

Přestože rostlinné tuky dominují světové produkci, živočišné tuky si nadále udržují své místo v potravinářském průmyslu. Mezi hlavní jedlé živočišné tuky se řadí především máslo, lůj a vepřové sádlo. Tyto tuky jsou ceněny zejména pro své vlastnosti při tepelné úpravě, kde přispívají k chuti, křehkosti a konzistenci hotových výrobků. Jejich použití je typické například v pečivu nebo smažených potravinách. [6]

1.2 Rostlinné tuky

Rostlinné tuky pocházejí z olejnatých semen a plodů obsahující větší množství tuku, jako jsou sója, palma, kukuřice, řepka, slunečnice, kokos, olivy či avokádo. Jsou významným nutričním zdrojem a nacházejí široké uplatnění v potravinářství, kosmetice i průmyslu. Některé oleje, například lněný nebo ricinový, se využívají hlavně pro technické účely. [4]

Rostlinné oleje jsou významným zdrojem nenasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem, zejména esenciálních mastných kyselin, jako jsou kyselina linolová (LA) a linolenová (LNA). Řepkový, sójový a světlicový olej obsahují vysoké koncentrace kyseliny olejové, LA a LNA. Kokosový olej je naopak běžným zdrojem mastných kyselin se středním řetězcem, zejména kyseliny kaprylové, kaprinové a laurové. Zároveň obsahuje vyšší podíl nasycených mastných kyselin s dlouhým řetězcem, jako jsou kyselina myristová a palmitová. [5]

1.2.1 Produkce a využití rostlinných tuků

Celosvětová produkce tuků a olejů výrazně vzrostla od počátku 90. let, zejména v důsledku růstu populace a poptávky po rostlinných bílkovinách. Mezi nejčastěji využívané rostlinné oleje patří sójový, palmový, řepkový a slunečnicový. Složení mastných kyselin v těchto olejích určuje jejich technologické vlastnosti, nutriční hodnotu i stabilitu vůči oxidaci. Rostlinné tuky se běžně využívají v potravinářství, například při smažení, v margarínech, pečivu, majonézách nebo v dětské výživě. [6]

1.3 Klasifikace tuků podle složení mastných kyselin

Živočišné tuky patří k nejstarším lipidovým surovinám využívaným člověkem, a to jak ve výživě, tak i v průmyslovém zpracování. Jejich snadná dostupnost při porážce zvířat a možnost využití i bez existence zemědělství pravděpodobně vedly k jejich časnému využívání. Tyto tuky tvoří především acylglyceroly, které se podle skupenství při pokojové

teplotě označují jako tuky (pevné) nebo oleje (kapalné). Mezi nejvýznamnější živočišné tuky současnosti patří vepřové sádlo, hovězí a skopový lůj či drůbeží tuk, které se liší nejen druhem původu, ale i fyzikálními vlastnostmi, jako je skupenství a bod tání. [7]

1.3.1 Kuřecí tuk

Kuřecí tuk je tekutější než jiné živočišné tuky, což je dáno vyšším podílem nenasycených mastných kyselin. Bod tání se pohybuje v rozmezí 30–34 °C. Z hlediska mastných kyselin obsahuje přibližně 37–41,6 % kyseliny olejové (18:1), 18,9–20 % kyseliny linolové (18:2), 21,6–23,2 % kyseliny palmitové (16:0) a 5,7–6,5 % kyseliny palmitolejové (16:1). [8]

1.3.2 Vepřový tuk

Vepřový tuk má středně pevnou konzistenci a taje při teplotě 30–40 °C. Jeho složení zahrnuje 41–48 % kyseliny olejové, 10–16 % kyseliny linolové, 22–26 % kyseliny palmitové (16:0) a další menší množství dalších mastných kyselin. Díky vyváženému obsahu nasycených a nenasycených kyselin se využívá nejen v potravinářství, ale i v kosmetickém průmyslu. [8]

1.3.3 Máselný tuk

Máselný tuk má bod tání v rozmezí 33–38 °C. Vyniká vysokým obsahem krátkořetězcových mastných kyselin, což přispívá k jeho specifické chuti a vůni. Z hlediska složení obsahuje 25–41 % kyseliny palmitové, 18,7–33,4 % kyseliny olejové, 5,4–14,6 % kyseliny myristové (14:0) a 0,9–3,7 % kyseliny linolové. Tento tuk je významný zejména ve výrobě mléčných produktů a v cukrářství. [8]

1.3.4 Hovězí tuk

Hovězí tuk má nejvyšší bod tání ze všech zmíněných tuků, pohybuje se mezi 40–50 °C, což mu dodává pevnou konzistenci. Mastné kyseliny v něm obsažené zahrnují 26,4 % kyseliny palmitové (16:0), 40,2 % kyseliny olejové (18:1), 10,8 % kyseliny stearové (18:0) a 1,86 % kyseliny linolové (18:2). Tento tuk se často využívá při výrobě masných výrobků a v gastronomii. [8]

1.3.5 Dančí tuk

Dančí tuk má specifické složení mastných kyselin a relativně nízký poměr polynenasycených mastných kyselin k nasyceným mastným kyselinám. Obsahuje 55,4–63,1

% nasycených mastných kyselin (SFA), 25,7–29,4 % mononenasycených mastných kyselin (MUFA) a 11,2–14,9 % polynenasycených mastných kyselin (PUFA). Poměr PUFA/SFA se pohybuje mezi 0,18–0,27, což odráží jeho stabilitu a vhodnost pro různé kulinářské aplikace. [11]

Díky různým bodům tání a složení mastných kyselin se jednotlivé živočišné tuky liší jak v nutriční hodnotě, tak i v technologickém zpracování a využití v potravinářství. [2]

1.4 Degradční procesy tuků

Tuky mohou v průběhu zpracování nebo skladování procházet různými chemickými změnami. Mezi hlavní procesy, které ovlivňují jejich strukturu a vlastnosti, patří hydrolýza a oxidace. Tyto mechanismy hrají důležitou roli při úpravě konzistence, chuti i stability tuků a jejich kontrola je klíčová pro dosažení požadovaných vlastností finálních výrobků. [9]

1.4.1 Hydrolýza tuků

Hydrolýza je chemická reakce, při níž dochází k rozštěpení molekuly za přítomnosti vody. Při tomto procesu se naruší vazba mezi atomem uhlíku a jinou skupinou v molekule, přičemž se současně vytvoří nová vazba uhlík–kyslík. K hydrolýze jsou nejvíce náchylné látky obsahující esterové vazby, zatímco uhlovodíkové sloučeniny bývají vůči tomuto procesu stabilní. Rychlost hydrolýzy může být ovlivněna teplotou, pH prostředí nebo strukturou látky. [12]

V potravinářské technologii hraje hydrolýza zásadní roli zejména při znehodnocování tuků, což se projevuje tzv. hydrolytickým žluknutím. Tento proces spočívá ve štěpení esterových vazeb v triacylglycerolech, čímž dochází k uvolňování volných mastných kyselin. Tuky bohaté na krátkořetězcové kyseliny, jako je například máslo, jsou k tomuto typu degradace obzvláště citlivé. [10]

Naproti tomu mastné kyseliny s delšími řetězci bývají častěji postiženy oxidačním rozkladem. Reaktivita jednotlivých mastných kyselin vůči hydrolýze i oxidaci závisí nejen na délce uhlíkového řetězce a počtu dvojných vazeb, ale i na prostorovém uspořádání těchto vazeb (cis/trans konfigurace), které významně ovlivňuje fyzikální vlastnosti a stabilitu tuků. [13]

Hydrolýza se dělí na chemickou, která probíhá za přítomnosti kyselin nebo zásad a je závislá na pH prostředí, a na enzymatickou, při níž štěpení esterových vazeb katalyzují specifické enzymy – nejčastěji lipázy. Obě formy hydrolýzy vedou k uvolnění volných

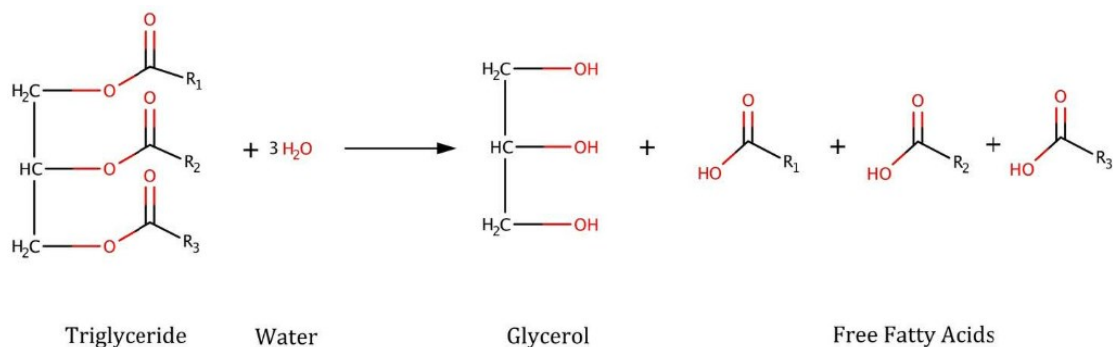
masných kyselin z triacylglycerolů a mohou významně ovlivnit kvalitu tukových surovin. [14]

Enzymatická hydrolýza

Enzymatická hydrolýza představuje proces, při kterém dochází k přeměně složitých látek na jednodušší molekuly pomocí enzymu a vody. Tato reakce probíhá tak, že enzym katalyzuje štěpení chemické vazby ve složité molekule, čímž vznikají dvě nebo více menších částic. Enzym zde usnadňuje samotnou přeměnu – bez něj by k reakci docházelo výrazně pomaleji nebo jen za specifických podmínek. Enzymatická hydrolýza se široce využívá v potravinářství, biotechnologiích i biologických procesech. [15]

V potravinářské technologii se enzymatická hydrolýza často využívá ke štěpení proteinů. Působením specifických enzymů – proteáz – dochází k rozkladu bílkovin na kratší peptidy. Tento proces probíhá za mírných podmínek a umožňuje zachovat funkční vlastnosti výsledných produktů. Rozlišujeme endo-proteázy, které štěpí vazby uvnitř proteinového řetězce, a exo-peptidázy, které působí na jeho koncích. Kombinací těchto enzymů lze dosáhnout vyšší účinnosti hydrolýzy a získat peptidy s lepšími vlastnostmi, jako je rozpustnost, pěnivost či emulgační schopnost, což je výhodné při vývoji funkčních potravin. [16]

V masných a rybích produktech hraje enzymatická hydrolýza klíčovou roli při přirozeném štěpení bílkovin (proteolýza) i tuků (lipolýza). Tyto procesy probíhají spontánně po porážce a podílejí se na vývoji chuti, vůně a textury během zrání a technologického zpracování. Endogenní enzymy, jako jsou peptidázy a lipázy, se přirozeně vyskytují ve svalové a tukové tkáni a účinně působí na své substráty – peptidové a esterové vazby. Aktivita těchto enzymů závisí mimo jiné na jejich stabilitě a blízkosti ke specifickým molekulám, ale také na teplotě. Například enzymy z mořských živočichů zůstávají aktivní i při nízkých teplotách, což může být výhodné při chlazeném skladování. [17]



Obrázek 1: Schéma hydrolýzy glycerolu [10]

Enzymatická hydrolýza se kromě bílkovin uplatňuje také při úpravě tuků. Využívá se při ní lipáza – enzym, který dokáže štěpit tukové molekuly na jednodušší složky. V potravinářské praxi se používají lipázy získané z mikroorganismů, například z rodu *Thermomyces lanuginosus*. Tento typ enzymu působí specificky na určité části tukové molekuly a tím umožňuje částečnou úpravu její struktury, aniž by došlo ke ztrátě původních vlastností. Pro lepší využití v průmyslu bývá enzym navázán na nosič, například z porézního silikagelu, což zajišťuje jeho stabilitu a opakované použití během výrobního procesu. [18]

Enzymatická hydrolýza tuků probíhá za účasti lipáz, přičemž výsledek závisí na typu použitého enzymu. Různé lipázy mají specifickou schopnost štěpit vazby v molekule tuku – některé, jako Lecitase Ultra, působí hlavně na sn-1 a sn-3 pozice glycerolu. Účinnost se liší i mezi jednotlivými mikroorganismy, například lipázy z *Aspergillus niger* a *Penicillium cyclopium* jsou účinnější při hydrolýze lecitinu. Některé lipázy navíc selektivně štěpí určité mastné kyseliny a vykazují nižší aktivitu vůči dlouhořetězcovým omega-3 kyselinám, jako je DHA. Výsledný efekt hydrolýzy ovlivňují také reakční podmínky a přítomnost inhibitorů. [19]

Enzymatická lipolýza hraje významnou roli nejen při řízeném technologickém zpracování tuků, ale také v přírodních fermentačních procesech, kde se podílí na tvorbě charakteristické chuti zrajících sýrů. Některé plísně, například *Penicillium roquefortii* používaná při výrobě sýru Roquefort, produkují lipázy, které štěpí triglyceridy za vzniku krátkořetězcových mastných kyselin. Tyto látky přispívají ke vzniku typických pikantních a štiplavých tónů. Enzymatická lipolýza je klíčová i při zrání tvrdých sýrů, jako jsou Fiore Sardo nebo Pecorino, kde lipolytické enzymy pocházejí z tradičního syřidla. Na rozdíl od másla, které neobsahuje významné množství bílkovin, sýry podléhají kromě lipolýzy i proteolýze, což má zásadní vliv na jejich výsledný chuťový profil. [10]

Enzymy podílející se na štěpení tuků hrají důležitou roli nejen v trávicím systému, ale také v řadě průmyslových odvětví, včetně potravinářství, farmacie nebo výroby kosmetiky. Pro technologické využití se tyto enzymy často upravují tak, aby byly stabilnější a mohly být použity opakovaně. Jedním z možných řešení je jejich navázání na nosné materiály, jako jsou keramika nebo chitosan, které zvyšují odolnost enzymů vůči teplotě a umožňují jejich snadnější separaci po reakci. Tímto způsobem lze dosáhnout efektivnějšího a ekonomičtějšího provozu, což je výhodné při výrobě potravin i dalších produktů, kde je důležitá kontrola kvality a stability tukových složek. [20]

Chemická hydrolýza

Chemická hydrolýza je metoda, při které dochází ke štěpení složitých molekul na menší části za použití kyselých nebo zásaditých roztoků. Nejčastěji se využívá alkalické prostředí, které zvyšuje rozpustnost látek a napomáhá narušení struktur, čímž usnadňuje přístup k cílovým složkám, jako jsou například proteiny. Tento proces může být dále kombinován s úpravou pH nebo použitím dalších látek pro zvýšení účinnosti. Ačkoliv je metoda efektivní, může zároveň ovlivnit i jiné vlastnosti zpracovávaného materiálu, a proto je důležité její parametry vhodně optimalizovat podle cíle použití. [21]

1.4.2 Oxidační rozklad tuků

Oxidace tuků je chemická reakce nenasycených mastných kyselin s kyslíkem ze vzduchu, která vede ke kažení a zhoršení chuti i vůně. Tento proces probíhá jako řetězová reakce a výsledkem jsou látky, které způsobují žluknutí tuků. Oxidace je urychlována teplem, světlem, přítomností kovů a nedostatkem antioxidantů. Průběh oxidace lze sledovat pomocí peroxidového čísla nebo zrychlenými testy, jako je například metoda Rancimat. [22]

2 CHARAKTERISTIKA PAŠTIK

Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, ryby, drůbež a vejce, definuje játrovou paštiku jako tepelně opracovaný masný výrobek z vepřového masa s obsahem minimálně 25 % masa a alespoň 26 % vepřových jater z celkového množství masných surovin. Dále může obsahovat maximálně 70 % vody a 40 % tuku. Typická je kompaktní šedá až růžovošedá barva, případně s ložisky aspiku nebo vytaveného tuku, s drobnými vzduchovými dutinkami a jemně zpracovanými kolagenními částicemi. Konzistence by měla být soudržná a roztíratelná, při teplotě 15 °C pastovitá. Chuť má být jemně kořeněná, přiměřeně slaná, s typickou játrovou chutí, bez cizích pachů či příchutí. [23]

Mnohé potraviny, včetně paštik, představují vícefázové systémy složené ze dvou nebo více vzájemně neslučitelných složek, například vodné a tukové fáze. Stabilita těchto systémů závisí na interakci mezi jednotlivými molekulami, přičemž důležitou roli hrají amfifilní látky, jako jsou emulgátory. Tyto látky se vážou jak na hydrofilní, tak na lipofilní složky a tím pomáhají stabilizovat emulze a ovlivňují výslednou texturu a senzorické vlastnosti výrobku. [24]

Typickým příkladem takového vícefázového systému jsou paštiky a játrové pomazánky, které se vyrábějí po celém světě v široké škále variant. Základní surovinou bývá maso, tuk a často také játra, přičemž právě syrová játra zde často působí jako přirozený emulgátor. Výsledná směs tvoří emulzi, v níž jsou vodná a tuková fáze přítomny ve své tekuté podobě, což umožňuje jejich homogenní propojení. Kromě základních surovin se do výrobků přidávají různá koření, bylinky, případně i víno nebo brandy, které ovlivňují chuťový profil. Z technologického hlediska se jedná o výrobky často plněné do forem (paštiky) či do střívek (játrové klobásky) a většinou se konzumují za studena. Díky využití méně hodnotných částí masa, jako jsou tukové odřezy a játra, představují tyto produkty efektivní způsob zhodnocení vedlejších surovin. [25]

2.1 Výroba paštik

Výroba paštik je velmi rozmanitá a využívá různé suroviny i technologické postupy. Základem je jemně nebo hrubě rozmělněná hmota z masa, tuku a jater, do které se přidávají různé přísady, například červené víno, brandy, rum, bylinky, pepř nebo pistácie. Paštika se plní do keramických, skleněných, hliníkových nebo tepelně odolných plastových forem a peče se suchým teplem při teplotách mezi 85–95 °C až do dosažení vnitřní teploty 72–74

°C. Po vychladnutí může být povrch zalit horkým roztokem želatiny, čímž se vyplní mezery mezi paštikou a formou a omezí se přístup kyslíku. Některé paštiky jsou připravovány v těstových obalech, přičemž mezi paštikou a těstem se po pečení doplňuje želatina. V některých oblastech se vyrábí i krájené paštiky připomínající vařené klobásy, kdy se do syrové masové směsi přidává asi 10–15 % syrových jater a během zpracování se používají přísady jako fosfáty, sůl, dusitan, barviva a koření. [25]

Při výrobě paštik je důležité zajistit rovnoměrné rozptýlení jednotlivých složek a správnou konzistenci. Proces zpravidla začíná mletím nebo mixováním jednotlivých složek, které mohou být předem tepelně upraveny. Tepelná úprava hraje zásadní roli nejen z hlediska bezpečnosti výrobku, ale také ovlivňuje výslednou texturu a chuť. V mnoha případech se používá postup, kdy jsou suroviny jen částečně předvařené, což umožňuje aktivaci bílkovin během následné tepelné úpravy a přispívá k pevnější struktuře výrobku. [29]

2.1.1 Výběr a příprava surovin

Kvalita paštiky je zásadně ovlivněna výběrem a zpracováním surovin. Používají se různé druhy masa (vepřové, drůbeží, zvěřina) a jater, které musí být čerstvé a správně ošetřené. Důležitá je také volba tuku, který ovlivňuje chuť a texturu paštiky. Přidávají se koření, bylinky a další přísady podle receptury. Suroviny se často před zpracováním tepelně upravují, aby se dosáhlo požadované chuti a bezpečnosti výrobku. [25]

2.1.2 Technologické postupy výroby

Výroba paštik zahrnuje několik klíčových technologických kroků: mletí nebo mixování surovin do homogenní hmoty, plnění do forem nebo obalů, tepelnou úpravu (pečení, vaření nebo sterilizaci) a následné chlazení. Tepelná úprava je zásadní pro zajištění mikrobiologické bezpečnosti a dosažení požadované textury. Používají se různé teplotní a časové režimy v závislosti na typu paštiky a použitých surovinách. [26]

Pasterace

Pasterace je mírnější forma tepelné úpravy, při které se produkt zahřívá na teploty nižší než 100 °C. Cílem je snížit počet vegetativních mikroorganismů a enzymatickou aktivitu, aniž by došlo k výrazné změně chuti a textury. Například studie ukázala, že pasterace paštik při

65 °C po dobu 20 minut byla dostatečná pro dosažení požadované mikrobiologické kvality, přičemž byly zachovány senzorické vlastnosti produktu. [27]

Sterilizace

Sterilizace je intenzivnější proces, který eliminuje nejen vegetativní formy mikroorganismů, ale i jejich spory. Obvykle se provádí při teplotách mezi 110–121 °C po dobu 10–90 minut, v závislosti na velikosti balení a složení produktu. Například sterilizace paštik při 114 °C po dobu 55 minut při tlaku 3,2 bar dosáhla hodnoty F_0 mezi 7,24–8,58, což je považováno za dostatečné pro zajištění komerční sterility. [28]

Vliv tepelné úpravy na kvalitu produktu

Tepelná úprava ovlivňuje nejen bezpečnost, ale i senzorické a fyzikálně-chemické vlastnosti paštik. Pasterizace má tendenci lépe zachovávat chuť, barvu a texturu, zatímco sterilizace může vést k tmavší barvě, tužší textuře a změnám chuti. Studie prokázala, že sterilizované paštiky měly vyšší hodnoty TBARS (indikátor oxidace lipidů) a vyšší tvrdost ve srovnání s pasterizovanými vzorky. [26]

Volba vhodné tepelné úpravy závisí na požadované trvanlivosti, typu balení a cílovém trhu. Pasterace je vhodná pro produkty s kratší trvanlivostí a citlivějšími senzorickými vlastnostmi, zatímco sterilizace je preferována pro dlouhodobé skladování bez nutnosti chlazení. Správné nastavení teploty, času a tlaku během tepelné úpravy je klíčové pro zajištění bezpečnosti a kvality paštik. [26]

Chlazení a skladování

Po tepelné úpravě je nezbytné rychlé a účinné chlazení produktu, aby se zabránilo růstu termofilních mikroorganismů. Obvykle se paštiky ochlazují na teplotu pod 15 °C a následně se skladují při teplotě 0–6 °C s relativní vlhkostí 75 %, dokud teplota v jádru produktu neklesne pod 6 °C. [29]

2.1.3 Hygiena a bezpečnost potravin

Při výrobě paštik je nezbytné důsledně dodržovat hygienické standardy, protože masné výrobky, zvláště ty s vysokým obsahem vody a tuku, představují ideální prostředí pro růst mikroorganismů. Hygienická pravidla se vztahují na celý proces – od příjmu surovin až po skladování hotového produktu. Klíčová je správná manipulace se surovinami, která zahrnuje např. udržování chladicího řetězce, minimalizaci kontaminace při krájení a mletí a

dodržování osobní hygieny pracovníků. Dále je nutná pravidelná sanitace zařízení a pracovních ploch, aby se omezilo riziko přenosu mikroorganismů na výrobek. [30]

Důležitou roli hraje také kontrola teploty v každé fázi výroby – zejména během tepelné úpravy, která musí zajistit inaktivaci patogenních mikroorganismů, a následně během chlazení a skladování, kdy je třeba zabránit jejich opětovnému růstu. K ověření bezpečnosti finálního výrobku se používají mikrobiologické testy, které sledují přítomnost nežádoucích bakterií, jako jsou *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp. nebo *Clostridium perfringens*. [30]

Nezbytnou součástí řízení kvality je implementace systému HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), který umožňuje identifikovat kritická kontrolní místa, stanovit limity, monitorovat je a v případě potřeby zavést nápravná opatření. Správně nastavený systém HACCP výrazně snižuje riziko vzniku nebezpečných potravin a je jedním z hlavních pilířů potravinové bezpečnosti v masném průmyslu. [31]

2.1.4 Balení a skladování

Správné balení paštik je klíčovým krokem, který ovlivňuje jejich mikrobiologickou stabilitu, senzorické vlastnosti i trvanlivost během skladování a distribuce. Obaly musí být nejen hygienicky nezávadné, ale také tepelně stabilní, pokud jsou určeny pro následnou pasterizaci nebo sterilizaci. Používají se zejména sklenice, konzervy, plastové vaničky nebo flexibilní obaly vhodné pro vakuové balení. Každý typ obalu má své specifické výhody z hlediska ochrany před kontaminací, propustnosti pro kyslík a mechanické odolnosti. [32]

Bezprostředně po tepelné úpravě je nezbytné produkty co nejrychleji ochladit, aby se zabránilo růstu přežívajících mikroorganismů a zpomalily se degradační změny. Skladování by mělo probíhat při teplotách do 4 °C pro chlazené produkty nebo při pokojové teplotě u sterilovaných paštik, které byly zpracovány za aseptických podmínek. Při nesprávném skladování dochází k negativním změnám v chuti, barvě i textuře, a zároveň ke zkrácení trvanlivosti výrobku. [32]

2.1.5 Senzorické hodnocení a kvalita

Senzorické hodnocení představuje důležitý nástroj pro posuzování kvality potravin, a v případě paštik se zaměřuje zejména na vzhled, barvu, vůni, chuť a texturu produktu. Tyto atributy zásadním způsobem ovlivňují spotřebitelské vnímání výrobku a jeho celkovou přijatelnost. Estetické vlastnosti, jako je barva a konzistence, bývají prvními faktory, které

ovlivní rozhodnutí spotřebitele o koupi. Chuť a textura pak rozhodují o tom, zda si zákazník výrobek oblíbí a zůstane mu věrný. [33]

Senzorické vlastnosti paštik mohou být významně ovlivněny použitými surovinami – například druhem masa, obsahem tuku, typem koření nebo technologickými postupy, jako je mletí, emulgace či způsob tepelného zpracování. Dále hraje roli i skladování, protože nepříznivé podmínky mohou vést ke změnám v chuti nebo zhoršení textury. [33]

Pro systematické hodnocení se využívají školené degustační panely, které hodnotí jednotlivé atributy pomocí standardizovaných metod, jako jsou deskriptivní analýza, hodnocení intenzity nebo preference. Tyto metody jsou přesně definovány a slouží nejen k objektivnímu porovnání výrobků, ale také jako podklad pro optimalizaci receptur a výrobních procesů. [33]

2.2 Druhy paštik

Paštiky lze rozdělit podle několika hledisek. Z hlediska konzistence se rozlišují paštiky jemné (homogenní), hrubozrnné a mozaikové. Jemné paštiky mají hladkou, krémovou konzistenci, zatímco hrubozrnné obsahují viditelné kousky masa nebo jiných složek. Mozaikové paštiky jsou tvořeny většími kusy masa nebo jater, často uspořádanými tak, aby vytvořily atraktivní vzhled při krájení. [25]

Podle způsobu balení rozlišujeme paštiky plněné do forem, konzervované paštiky v plechovkách, paštiky v těstě a také plněné do střívek, kde se často označují jako játrové klobásky. [25]

Rozdělení může být také podle použitých surovin, například na drůbeží, vepřové, zvěřinové, rybí nebo vegetariánské paštiky. Speciální kategorií jsou dietní a nízkotučné varianty paštik, které využívají alternativní složky, například gel z konjaku nebo zahušťovadla ke snížení obsahu tuku a kalorií. [34]

2.2.1 Játrové paštiky

Játrové paštiky jsou tradiční masný výrobek s vysokým podílem syrových jater, doplněných o vepřové maso, tuk a koření. Játra zde slouží nejen jako chuťová složka, ale také jako přirozený emulgátor, který napomáhá vzniku stabilní emulze mezi tukovou a vodní fází. Ta vzniká za tepla, kdy jsou obě složky v tekutém stavu, což umožňuje jejich rovnoměrné propojení. Paštiky se obvykle plní do forem a vyznačují se jemnou texturou, výraznou chutí a aromatem, který může být dále ovlivněn použitím vína, brandy nebo koření. Konzumují se

většinou za studena, často s pečivem, a představují účelný způsob zhodnocení méně hodnotných částí jatečných zvířat, jako jsou tukové odřezy a játra. Běžně se používá dusitan k zajištění trvanlivosti, ačkoli některé řemeslné varianty se vyrábějí i bez něj. [25]



Obrázek 2: Játrové paštiky [35]

2.2.2 Pštroší paštiky

Paštiky připravované z pštroších jater představují zajímavou alternativu k tradičním výrobkům z vepřového nebo drůbežího masa. Typicky se z nich vyrábějí dva základní druhy – rustikální paštika ve stylu campagne s výraznější strukturou a jemnější roztíratelná varianta. Pštroší játra mají přirozeně jemnou chuť a vysoký obsah živin, což je činí vhodnou surovinou pro kvalitní delikatesy. V kombinaci s dalšími složkami, jako je tuk, maso a koření, vzniká paštika s bohatým chuťovým profilem a atraktivní barvou. Díky své jemnosti a neutrální chuti dobře přijímá různá dochucení a zároveň umožňuje experimentovat s moderními přísadami. I když jsou na trhu stále spíše raritou, pštroší paštiky si nacházejí své místo mezi zákazníky hledajícími něco výjimečného a výživově hodnotného. [36]

2.2.3 Hrubozrnná játrová paštika s brandy v těstovém obalu

Tato paštika se vyznačuje kombinací jemné játrové emulze (20–40 %) a hrubě mletých, předsolených a tepelně upravených surovin, mezi které patří například tučné vepřové ořezy, laloky nebo syrová játra (60–80 % směsi). Dochucena je aromatickými bylinkami a brandy, která dodává výraznou chuť bez přehlušení ostatních chutí. Horká paštiková hmota, jejíž teplota přesahuje 35 °C, se plní do forem vyložených těstem a peče se při 120–150 °C, dokud vnitřní teplota nedosáhne 74 °C. [25]

Po vychlazení na přibližně 4 °C se přes otvor v těstovém víku dolévá želatina s přídavkem brandy, která zafixuje chuť, dodá lesk a vylepší celkový vzhled výrobku. Výsledkem je paštika s bohatou texturou i chutí, vhodná pro delikatesní využití a slavnostní příležitosti. [25]

2.2.4 Foie gras paštiky

Foie gras paštiky představují luxusní typ výrobku vyráběný z tučných jater hus nebo kachen. Typická je pro ně jemná, hladká struktura, vysoký obsah tuku a intenzivní, dlouhotrvající chuťový profil. Konzistence těchto paštik je mazlavá až rozplývavá, což je výsledkem specifického složení tuku a bílkovin v játrech. V tradiční kuchyni se foie gras paštika vyskytuje jak ve formě tepelně upravené pomazánky, tak jako součást studených předkrmů. [37]

S rostoucím důrazem na etiku chovu zvířat a zákazem nuceného přejímkování v některých zemích se začaly objevovat výrobky, které se snaží foie gras senzorycky napodobit. Tyto alternativy jsou vyráběny z běžně dostupných jater a tuku, často doplněných o složky, které ovlivňují texturu a chuť – například máslo, rostlinné tuky, mléčné složky nebo přírodní zahušťovadla. Výsledné produkty mají podobnou konzistenci i vzhled, avšak často se liší v intenzitě chuti, rozplývavosti a celkovém smyslovém vjemu. Přesto si své místo na trhu nacházejí jako přijatelnější varianta pro spotřebitele, kteří hledají kompromis mezi chuťovým zážitkem a etickým přístupem k výrobě. [37]

2.2.5 Jemně mletá kuřecí játrová paštika s pepřem ve formě

Tato jemná kuřecí paštika se připravuje z předvařených kuřecích surovin, především tučných ořezů, kůže a stehen. Typické složení tvoří asi 30 % kuřecích jater, 20–30 % kůže a 40 % kuřecího masa. Maso i kůže se nejprve tepelně upraví, většinou v páře nebo horké vodě, na teplotu kolem 68–70 °C, a poté se nechají zchladnout pod 60 °C. Do směsi se následně

přidávají syrová játra a vše se emulguje při vysoké rychlosti, dokud nevznikne jemná, hladká hmota. [25]

Do této základní hmoty se přidává hrubě drcený pepř, který zvýrazní chuť, a vše se opatrně promíchá. Paštika se plní do forem vymazaných tukem a peče se při 85–95 °C, dokud v jádru nedosáhne teploty 74 °C. Po vychlazení na 4 °C se povrch opaluje plamenem, což vytváří její typický zlatavě hnědý, lehce připálený vzhled. Na závěr se do mezer mezi paštikou a formou dolévá horká želatina, která se po zchlazení zpevní a tvoří tenkou ochrannou vrstvu. Výrobek se obvykle prodává ve smršťovací fólii, často i přímo s formou, ve které byl připraven. [25]

2.2.6 Jehněčí játrové paštiky

Paštiky vyráběné z jater a tuku jehňat představují méně obvyklý, ale výživově hodnotný typ masných pomazánek. Používají se při nich zejména játra a omentální tuk, tedy tuk z oblasti břišní dutiny, který má měkkou konzistenci. K dochucení se běžně přidávají směsi koření, sušená zelenina a přírodní barviva, což umožňuje vytvořit jemnou, chuťově vyváženou paštiku. V závislosti na podílu jednotlivých složek se může měnit výsledná textura – od tužší konzistence až po krémově roztíratelnou. Jehněčí játrové paštiky mohou být vnímány jako zajímavá alternativa k běžnějším výrobkům z vepřových nebo drůbežích jater a představují možnost, jak smysluplně využít vedlejší produkty při zpracování masa. [38]

2.2.7 Tradiční francouzská venkovská paštika (Pâté de campagne)

Tato venkovská paštika z Francie je známá svou výraznou chutí a rustikální strukturou. Vyrábí se z kombinace syrových vepřových jater, tučného bůčku a předvařeného homogenního masa (PHM). Suroviny se hrubě melou na 4–6 mm, aby si směs zachovala charakteristickou strukturu. Typické složení zahrnuje přibližně 30 % jater, 30 % PHM a 40 % bůčku. Pro dosažení jemnější textury se někdy přidává i část jemně mleté játrové paštiky. [25]

Směs se ochucuje solí s dusitanem (v koncentraci kolem 1,8 %), pepřem, tymiánem, majoránkou nebo muškátovým oříškem. Pro zahuštění a chuť se přidávají vejce, mouka (asi 2–3 %) a restovaná cibulka. Hotová hmota se plní do forem vymazaných tukem a peče se při 120–140 °C, dokud vnitřní teplota výrobku nedosáhne 72 °C. Po vychladnutí se na povrch nalévá horká želatina, která zaplní případné mezery a pomůže zpevnit finální

strukturu. Následně se výrobek zchladí a obvykle balí přímo ve formě do smrštitelné fólie. [25]

2.2.8 Masová paštika (Pâté de viande)

Tato paštika má jemnou, hladkou konzistenci díky emulgované směsi, která vzniká z čerstvého libového masa, tuku, vody a ledu. Základní poměr surovin tvoří zhruba 45 % libového masa, 25 % tuku a 30 % vody s ledem. Výroba může probíhat buď postupným zpracováním jednotlivých složek, nebo metodou „vše v jednom“. Do směsi se přidává sůl (včetně dusitanové solící směsy, cca 1,8 %), fosfáty a barvivo, a vše se zpracovává při kontrolované teplotě okolo 12–14 °C, aby byla zachována kvalita emulze. [25]

Po vytvoření základní hmoty se do ní přimíchají hrubě mleté předsolené suroviny – konkrétně libový vepřový bůček a plec v poměru po 25 %. Tyto složky dodávají paštice bohatější chuť a pestřejší strukturu. Koření bývá tradiční, s využitím pepře, nového koření, česneku a hřebíčku. Hotová směs se plní do přírodních střev o průměru 50–70 mm a následně se šetrně tepelně upravuje, nejčastěji v páře nebo horké vodě při teplotě 76–78 °C, dokud jádro výrobku nedosáhne 70 °C. Po vychlazení se paštika konzumuje zastudena. [25]

2.2.9 Paštiky s přidavkem rostlinných extraktů

Vedle klasických receptur se v posledních letech rozvíjejí i paštiky obohacené o rostlinné složky, které mohou pozitivně ovlivnit jak jejich chuťové vlastnosti, tak mikrobiologickou stabilitu. Příkladem jsou játrové paštiky, do nichž se přidávají přírodní extrakty, jako je zázvor nebo lékořice. Tyto složky nejen zvýrazňují chuť a aroma výrobku, ale mohou přispět i ke zlepšení trvanlivosti. Výsledné produkty se vyznačují aromatictější vůní, příjemnější texturou a vyšším senzorickým hodnocením ve srovnání s běžnou paštikou bez přidavku bylin. Tento typ paštiky představuje kombinaci tradičních surovin s funkčními přísadami a ukazuje směr, kterým se může vývoj masných pomazánek dále ubírat. [39]

2.2.10 Rillette porc et oie (Francie)

Tato tradiční rilette se připravuje z kombinace husího a vepřového masa, konkrétně z tučnějších částí husy (25–30 %), vepřové plece (50 %), vepřového hřbetního sádla (10 %) a husího tuku (10 %). Nejprve se tuky nechají pozvolna rozpustit, do nich se přidají větší kusy vepřového masa a směs se vaří zhruba 30 až 60 minut. Poté přijde na řadu nadrobno nakrájené husí maso, které se přidává do hrnce a vaří dalších přibližně 30 minut. Celý proces vyžaduje neustálé míchání, aby se směs nepřipálila. [25]

Paštika se dochucuje jemným bílým pepřem, novým kořením, skořicí a hřebíčkem. Přidává se také sůl (běžná nebo dusitanová, v množství 1,2–1,6 %) a trochu vody. Následuje dlouhé pomalé vaření, trvající 4 až 5 hodin, během něhož maso dokonale změkne. Po dovaření se maso ručně natrhá nebo jemně namele, čímž získá typickou vláknitou strukturu. Přebytný tuk se částečně odstraní, ale část zůstává pro zachování vláčnosti a bohaté chuti. Nakonec se do směsi přidá koňak (cca 3–5 %), který dodá paštice aroma a hloubku chuti. Hotová směs se plní do forem a ihned se rychle chladí, aby se minimalizovalo riziko mikrobiální kontaminace. [25]

2.2.11 Pâté de Bretons (Francie)

Tato paštika z Bretaně v sobě spojuje jemně mletou základní směs s výraznými kousky masa, tuku a jater, čímž vzniká produkt bohatý na chuť i strukturu. Základ se připravuje z horkého mléka, menšího množství vepřových jater, vařené kůže, cibule a rozehřátého sádla, které se společně zpracují do hladké paštikové hmoty. Do ní se pak vmíchávají větší podíly syrových jater a hrubě mletých vepřových laloků bez kůže. Celá směs se dochucuje dusitanovou solící směsí, fosfáty, kyselinou askorbovou a výrazným kořením – například pepřem, skořicí, hřebíčkem, kardamomem a zázvorem. Nechybí ani typický přídavek alkoholu, obvykle ve formě koňaku nebo brandy, který chuť zakulacuje a zvýrazňuje. Paštika se následně plní do forem a tepelně upravuje – buď pečením při 85–90 °C, nebo šetrněji v páře při 78–80 °C, až do dosažení 74 °C v jádru. [25]

II PRAKTICKÁ ČÁST

3 CÍL PRÁCE

Tato bakalářská práce se zabývá možností využití částečně enzymaticky upraveného dančího loje jako alternativní tukové složky při výrobě kuřecí játrové paštiky. Dančí lůj není běžnou surovinou v masné výrobě, ale díky svému složení může po úpravě nabídnout zajímavé technologické vlastnosti. Cílem práce je proto zjistit, jak se tento netradiční tuk projeví ve vlastnostech finálního produktu.

V úvodní části bude dančí lůj upraven pomocí enzymatické hydrolýzy, která může ovlivnit jeho fyzikální a senzorické vlastnosti. Následně proběhne jeho laboratorní analýza a praktická aplikace při výrobě několika variant kuřecí játrové paštiky.

Zhotovené vzorky budou hodnoceny z hlediska fyzikálně-chemických parametrů, jako je pH, textura, barva nebo roztíratelnost. Součástí bude i senzorická analýza, která napoví, jak upravený tuk ovlivnil chuť, vůni a celkový dojem z výrobku. Výsledky poslouží k posouzení, zda je dančí lůj po úpravě vhodný k širšímu využití v oblasti výroby masných produktů.

4 METODIKA

V této kapitole jsou podrobně uvedeny suroviny a přístroje nezbytné pro proces získávání dančího tuku a jeho následnou hydrolýzu, která byla klíčovou součástí experimentálních postupů. Dále jsou zde popsány materiály a zařízení použité při výrobě kuřecích játrových paštik a při jejich následné analýze. Kapitola se rovněž zaměřuje na princip jednotlivých technologických operací, přičemž podrobně popisuje nejen jednotlivé kroky zpracování, ale i specifické laboratorní podmínky, které bylo nutné dodržet pro zajištění správného průběhu experimentu a dosažení validních výsledků.

4.1 Přístroje a materiály

4.1.1 Suroviny a chemikálie pro částečnou hydrolýzu dančího loje a následné chemické analýzy

Surový tuk z daňka evropského (*Dama dama*)

Tekutý enzym – Lipex Evity 200 L, 0,1 mol/l $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, H_2SO_4 , 33% H_2O_2 , 2 % roztok H_3BO_3 , 30% roztok NaOH, Tashirův indikátor, 0,02 mol/l roztokem H_2SO_4 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, koncentrovaná HCl, škrobový maz, chloroform, Hanušovo činidlo, KI, kyselina octová, KOH, 0,5 mol/l ethanolický roztok KOH, xylene, ethanol, fenolftalein, 0,5 mol/l HCl.

4.1.2 Pomůcky a přístroje pro izolaci a hydrolýzu dančího loje a následné chemické analýzy

Odměrný válec, odměrné baňky, pipety, balónky, Petriho misky, tyčinky, lžičky, kleště, zkumavky, Erlenmayerovy baňky, koželužské misky, PA tkanina, kuchyňské síto, kádinky, žíhací kelímky, byrety, titrační baňky, navažovací lodička, Büchnerova nálevka, filtrační papír FILPAP KA 2, silikagel, nádoba na vodní lázeň, chladič.

Sušárna WTB Binder, elektronické laboratorní váhy 440-47, varná deska s termostatem a magnetickým míchadlem Schott a IKA C MAG HS7, stopky, exsikátor, plynový kahan, Muflova pec Naberthem, lednička, topné hnízdo LTHS 250.

4.1.3 Suroviny pro výrobu kuřecích játrových paštik

Dančí lůj přečištěný a částečně enzymaticky hydrolyzovaný, máslo, kuřecí játra, kuřecí stehenní řízků, kuřecí kůže, kuřecí vývar, kořenící směs (RAPS – Olivia gold), dusitanová solící směs.

4.2 Příprava přečištěného a částečně hydrolyzovaného dančího loje

4.2.1 Opracování vstupní suroviny

Pro zajištění vysoké kvality finálního produktu bylo nejprve nutné upravit vstupní surovinu. Ze surového loje byly mechanicky odstraněny veškeré přítomné nevyužité části svalové tkáně, kůže a dalších druhů tkání čímž se získal čistý tuk vhodný pro další zpracování. Následně byl takto upravený tuk homogenizován pomocí mletí na požadovanou velikost částic, což usnadnilo jeho následné technologické úpravy. Po mletí byl materiál vakuově balen s cílem minimalizovat oxidační procesy a zabránit mikrobiální kontaminaci. Nakonec byl vakuově balený tuk hluboce zamrazen při teplotě -80 ± 1 °C po dobu 24 hodin a dále byl uchováván při teplotě -18 ± 1 °C, aby byla zachována jeho kvalita a stabilita až do doby dalšího zpracování.



Obrázek 3: Opracování vstupní suroviny

4.2.2 Tavení tuku

Proces tavení tuku byl proveden za účelem získání čistého tuku odděleného od dalších složek. Tuková tkáň byla zahřívána na teplotu 70 ± 2 °C, což umožnilo její postupné rozpouštění a separaci pevné fáze od kapalné. Celková doba tavení se pohybovala v rozmezí 1,5 až 2,5 hodiny, přičemž tento časový interval byl optimalizován tak, aby bylo dosaženo maximálního výtěžku tuku při současném minimalizování tepelné degradace mastných kyselin.

Po ukončení procesu tavení byl uvolněný tuk přefiltrován přes několik vrstev tkaniny, čímž došlo k odstranění jemných pevných částic a zbytkových nečistot. Tento krok zajistil získání čistého tuku, který byl následně připraven k dalším technologickým úpravám.



Obrázek 4: Tavení dančího loje

4.2.3 Částečná enzymatická hydrolýza

Proces částečné hydrolýzy dančího loje byl proveden za účelem jeho modifikace a zlepšení jeho fyzikálně-chemických vlastností. V první fázi bylo provedeno přesné odvážení surovin dle receptury, přičemž byla stanovena následující složení reakční směsi: 8 % vody a 2 % tekutého enzymu Lipex Evity 200.

Po přípravě surovin se směs zahřívala a promíchávala na varné desce s použitím laboratorního míchadla. Teplota byla udržována na 50 °C po dobu 4 hodin, přičemž zahřívání probíhalo ve vodní lázni, což umožnilo rovnoměrnou distribuci tepla a minimalizovalo riziko lokálního přehřátí enzymu.

Během procesu bylo nezbytné umístit silikagel do sušárny za účelem jeho vysušení, aby byl připraven k pozdějšímu odstranění vody z reakční směsi. Před ukončením zahřívání byl silikagel přidán do systému, čímž došlo k efektivní absorpci nadbytečné vody.

V závěrečné fázi hydrolýzy byla nutná deaktivace enzymu, která byla provedena rychlým zvýšením teploty na přibližně 85 °C po dobu 5 minut. Tento krok zajistil ukončení enzymatické aktivity a stabilizaci výsledného produktu.



Obrázek 5: Částečná hydrolyzá dančího loje

4.2.4 Filtrace

Po dokončení enzymatické hydrolyzy a následné deaktivaci enzymu bylo nutné provést okamžitou filtraci s cílem odstranit silikagel a denaturovaný enzym, které zůstaly ve směsi po předchozích krocích zpracování. Filtrace byla realizována přes Büchnerovu nálevku a filtrační papír, což umožnilo efektivní separaci kapalně a pevné fáze.

Aby během filtrace nedocházelo k nežádoucímu tuhnutí tuku, bylo potřeba předem přehřát Büchnerovu nálevku i filtrační sklo na přibližně 100 °C. Následně byl zfiltrovaný tuk rozdělen do menších kádínek, které byly pečlivě označeny, aby nedošlo k záměně vzorků.

4.3 Analýzy vstupní suroviny

4.3.1 Stanovení sušiny

Pro stanovení obsahu sušiny bylo 5 g vzorku naváženo do koželužské misky a umístěno do sušárny přehřáté na 103 °C. Vzorek byl sušen po dobu 2,5 hodiny, poté přemístěn do exsikátoru k ochlazení na laboratorní teplotu. Následně byl zvážen a proces sušení pokračoval v 30minutových intervalech, dokud nebylo dosaženo konstantní hmotnosti, což zajistilo úplné odstranění vody ze vzorku.

$$S = \frac{m}{m_0} * 100 \quad (1)$$

Sobsah sušiny [%]

m_0 hmotnost vzorku před vysušením [g]

mhmotnost vzorku po vysušení [g]



Obrázek 6: Stanovení sušiny

4.3.2 Stanovení obsahu popelovin

V muflové peci byl nejprve zahříván žíhací kelímek při teplotě 650 °C po dobu 10 minut. Po uplynutí této doby byl kelímek umístěn na keramickou destičku a ochlazen v exikátoru na laboratorní teplotu. Do vychlazeného kelímku bylo naváženo 1 g vzorku sušiny, který byl následně zahříván nad kahanem, a poté spálen na popel. Kelímek byl následně žíhán v muflové peci při 650 °C po dobu 1 hodiny do konstantní hmotnosti. Po ochlazení v exikátoru byl žíhací kelímek zvážen.

$$S = \frac{m}{m_0} * 100 \quad (2)$$

Pobsah popela [%]

m_0 hmotnost vzorku před vysušením [g]

mhmotnost vzorku po vysušení [g]



Obrázek 7: Stanovení obsahu popelovin

4.3.3 Stanovení dusíku

Obsah dusíku ve vzorku sušiny byl stanoven metodou podle Kjeldahla. Do mineralizační baňky bylo naváženo 0,5 g suroviny a přidáno 10 ml koncentrované H_2SO_4 se směsným katalyzátorem. Baňka byla umístěna do mineralizační aparatury a pomalu zahřívána na teplotu $450\text{ }^{\circ}\text{C}$, přičemž pro urychlení procesu byla přidána 33% H_2O_2 . Po dokončení mineralizace byla směs smíchána s destilovanou vodou a doplněna na objem 100 ml. Do předlohy Parnas-Wagnerova přístroje byl nalit 50 ml 2% roztoku H_3BO_3 , přidán mineralizát a 25 ml 30% NaOH . Destilace amoniaku probíhala do předlohy, kde byl po dokončení přidán Tashirův indikátor. Směs byla titrována 0,02 mol/l roztokem H_2SO_4 až do dosažení slabě růžového zbarvení.



Obrázek 8: Stanovení dusíku

4.3.4 Teplota tání

Do rozpuštěného dančího tuku byly vloženy kapiláry o vnitřním průměru $2 \pm 0,5$ mm a výšce tukového sloupce přibližně 10 ± 1 mm. Po ztuhnutí byly kapiláry uchovávány v chladničce při teplotě 10°C až do samotného měření. Pro stanovení bodu tání byla kapilára ponořena do zkumavky s destilovanou vodou, do které byl vložen i teploměr. Zkumavka byla následně umístěna do kádinky s vodou, která se postupně zahřívala. Bod tání byl určen v okamžiku, kdy tlak vody vytlačil tuk z kapiláry – zaznamenaná teplota byla považována za teplotu tání.

4.3.5 Jodové číslo

Vzorek o hmotnosti 0,5 g byl vložen do Erlenmeyerovy baňky, přidáno bylo 25 ml chloroformu a směs byla protřepána do úplného rozpuštění. Následně bylo přidáno 25 ml Hanušova činidla, baňka byla uzavřena a ponechána po dobu 1 hodiny na tmavém místě. Po uplynutí této doby bylo přidáno 20 ml 10% roztoku jodidu draselného, zátka byla opláchnuta destilovanou vodou a bylo přidáno přibližně 100 ml vody. Obsah byl promíchán a titrován 0,1 M roztokem thiosíranu sodného do dosažení žlutého zbarvení. Poté byl přidán 1 ml škrobového mazu a titrace byla dokončena do odbarvení.

Současně byl proveden slepý pokus bez přítomnosti vzorku.

$$J. \text{ č.} = \frac{c_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \cdot (a-b) \cdot M_{\text{I}_2} \cdot 100}{2 \cdot n \cdot 1000} \quad [\%] \quad (3)$$

a – spotřeba 0,1M roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ na slepý pokus [ml]

b – spotřeba 0,1M roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ při vlastním stanovení [ml]

c $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ – přesná koncentrace 0,1 M roztoku $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ [$\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$]

M_{I_2} – molární hmotnost I_2 [$M = 253,809 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$]

n – navážka vzorku [g]

4.3.6 Číslo kyselosti

Do 250ml zábrusové baňky bylo naváženo přibližně 2 g vzorku s přesností na 0,0001 g. K vzorku bylo následně přidáno 5 ml xylenu, 30 ml neutrálního ethanolu a 20 kapek fenolftaleinu. Směs byla zahřívána v topném hnízdě pod zpětným chladičem na teplotu 70–80 °C po dobu 10–15 minut a poté byla titrována 0,5M ethanolickým roztokem KOH do dosažení růžového zbarvení, které přetrvávalo alespoň 10 sekund. Spotřeba KOH byla zaznamenána. Stejným způsobem byl připraven a titrován i slepý pokus bez přítomnosti tuku.

$$\text{Č. k.} = \frac{(a-b) \cdot c_{\text{KOH}} \cdot M_{\text{KOH}}}{n} \quad (4)$$

a – spotřeba 0,5M KOH pro vlastní titraci [ml]

b – spotřeba 0,5M KOH pro slepý pokus [ml]

c_{KOH} – koncentrace odměrného roztoku KOH [$\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$]

M_{KOH} – molární hmotnost KOH [$M_{\text{KOH}} = 56,106 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$]

n – navážka vzorku [g]



Obrázek 9: Stanovení čísla kyselosti

4.3.7 Číslo zmydlnění

Na stanovení čísla kyselosti přímo navazuje zmydlnění. K titrovanému roztoku se přidá další KOH tak, aby celkové množství činilo 20 ml. Směs se vaří pod zpětným chladičem po dobu 2 hodin. Stejný postup se provede i pro slepý pokus.

Po ukončení varu se přidá 1 ml fenolftaleinu a titruje se za horka (70–80 °C) 0,5M HCl do zmizení červeného zbarvení. Roztok se znovu povaří a v případě návratu červeného zbarvení se dotitruje. Tento krok se opakuje, dokud zbarvení po varu zcela nezmizí. Souběžně se titruje i slepý pokus.

$$\text{Č. k.} = \frac{(b-a) \cdot c_{\text{HCl}} \cdot M_{\text{KOH}}}{n} \quad (5)$$

a – spotřeba 0,5 M HCl pro vlastní titraci [ml]

b – spotřeba 0,5 M HCl pro slepý pokus [ml]

c_{HCl} – koncentrace odměrného roztoku HCl [$\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$]

M_{KOH} – molární hmotnost KOH [$M_{\text{KOH}} = 56,106 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$]

n – navážka vzorku [g]

4.4 Výroba kuřecích paštik

Bylo vyrobeno sedm vzorků kuřecích paštik s různými poměry dančího tuku a másla, které byly následně tepelně opracovány pasterací při teplotě 72 °C po dobu 10 minut působením v jádře.

4.4.1 Receptura vzorků kuřecích játrových paštik

Základní receptura pro přípravu kuřecích játrových paštik je uvedena v tabulce 1.

Tabulka 1: Receptura játrových paštik

Máslo	Vývar	Kuřecí játra	Kuřecí maso	Kuřecí kůže	DSS	Koření
250 g	100 g	250 g	240 g	160 g	16 g	3 g

V tabulce 2 je znázorněno nahrazení másla přečištěným a částečně hydrolyzovaným dančím lojem.

Tabulka 2: Nahrazení másla u jednotlivých vzorků

Experiment	Máslo [g]	Přečištěný dančí lůj [g]	Částečně hydrolyzovaný dančí lůj [g]
1	250	0	0
2	160	90	0
3	160	0	90
4	90	160	0
5	90	0	160
6	0	250	0
7	0	0	250

4.4.2 Postup výroby kuřecích játrových paštik

Nejprve byly připraveny a přesně odváženy všechny suroviny, včetně masa, jater, koření, vývaru a tukové složky. Tuk byl odvažován ve správném poměru podle jednotlivých vzorků, aby bylo zajištěno dodržení požadovaného složení paštik.



Obrázek 10: Navážené suroviny pro výrobu paštik

Kuřecí játra byla následně vložena do mixéru Vorwerk a rozemleta společně se solí, čímž došlo k jemnému rozmělnění jater a rovnoměrnému rozptýlení soli v surovině. Kuřecí maso bylo mezitím zpracováváno zvlášť, společně s kořením, kůží a vývarem, taktéž v mixéru Vorwerk, aby se suroviny důkladně promísily. Následně bylo přidáno rozpuštěné máslo a směs byla dále zpracována, dokud nebyl tuk rovnoměrně zapracován do masové směsi. Po přípravě obou částí směsi došlo k jejich spojení – rozmixovaná játra se solí byla přidána k masové části a celá hmota byla znovu promíchána, aby byla zajištěna homogenní konzistence výsledné paštiky.



Obrázek 11: Syrová směs

Hotová paštiková směs byla následně plněna do sklenic a uzavřena šroubovacími víčky. Před pasterací byla do jedné z nich vložena teplotní sonda, aby bylo možné sledovat dosažení požadované teploty v jádře produktu. Pasterace probíhala v konvektomatu při teplotě 72 °C po dobu 10 minut v jádře výrobku.



Obrázek 12: Pasterace paštik

Po ukončení pasterace byly skleničky okamžitě šokově zchlazeny ve studené vodě s ledem, aby se rychle snížila jejich teplota. Takto upravené paštiky byly následně uskladněny v chladicím boxu do doby jejich dalšího hodnocení.

4.5 Analýza kuřecích játrových paštik

Vzorky byly analyzovány přibližně dva týdny po jejich výrobě. Analýzy probíhaly za účelem zjištění nutričního složení a posouzení kvality jednotlivých variant výrobků.

4.5.1 Stanovení obsahu sušiny

Stanovení obsahu sušiny bylo provedeno dle normy ČSN ISO 5534. U každého vzorku byla provedeno pět měření. Přibližně 5 g vzorku bylo naváženo do předem zvážené hliníkové váženky obsahující křemenný písek. Navážka byla provedena s využitím analytických vah s přesností na čtyři desetinná místa. Následně byl vzorek důkladně promíchán s křemenným pískem a umístěn do sušárny předeřáté na 102 ± 2 °C, kde probíhalo sušení po dobu pěti hodin. Po ukončení sušení byly vzorky nechány vychladnout a znovu zváženy. Výpočet obsahu sušiny byl proveden podle stanoveného vzorce:

$$S = \frac{k_2 - k_0}{k_1} * 100 \quad (6)$$

S – obsah sušiny ve vzorku [g]

k_0 – hmotnost prázdné váženky s křemenným pískem [g]

k_1 – navážka vzorku [g]

k_2 – hmotnost váženky se vzorkem po vysušení [g]

4.5.2 Stanovení pH

Měření pH bylo provedeno pomocí vpichového pH metru přímo ve vzorcích. U každého vzorku bylo provedeno pět měření v různých místech a z těchto hodnot byl následně vypočítán průměr, který reprezentoval výslednou hodnotu pH.



Obrázek 13: pH metr

4.5.3 Stanovení barvy

Pro analýzu barvy vzorků masových paštik byl použit spektrofotometr Ultrascan PRO (HunterLab), běžně využívaný v kvalitativním výzkumu a kontrole. Tento systém pracuje s barevným prostorem CIELAB, kde barva vzorku je popsána třemi parametry. Prvním je hodnota L^* , která určuje světelnost vzorku v rozmezí od 0 (černá) po 100 (bílá). Dále jsou měřeny hodnoty a^* a b^* , které reprezentují zeleno-červenou a modro-žlutou složku barvy, přičemž tyto hodnoty mohou být v rozsahu od -100 do +100. Každý vzorek byl měřen pětikrát pro zajištění přesnosti výsledků. Před samotným měřením byla odstraněna horní zoxidovaná vrstva vzorku, aby se minimalizovalo možné zkreslení. Vzorek byl rovnoměrně umístěn do kruhové neprůhledné nádoby. Poté byl umístěn do kalibrované měřicí cely, přičemž přístroj zaznamenal hodnoty a na základě nich byl spočítán průměr. Tyto hodnoty byly následně graficky znázorněny.

4.5.4 Měření textury

Analýza texturních vlastností potravin slouží k hodnocení jejich mechanických vlastností, jako je pevnost, pružnost či křehkost. Měření těchto parametrů se provádí pomocí přístrojů, které aplikují kontrolované síly na vzorky, čímž se získají objektivní data o jejich textuře.

Dynamická oscilační reometrie – reologické vlastnosti

Reologie potravin se zaměřuje na viskoelastické vlastnosti materiálů, které popisují jejich schopnost vykazovat jak elastické, tak viskózní chování při aplikaci síly. Dynamická oscilační reometrie je metoda, která umožňuje studium těchto vlastností prostřednictvím oscilačních deformací vzorků, kde je zkoumáno chování materiálu při působení napětí a následné deformaci v závislosti na čase. V rámci této metody jsou charakterizovány dva základní parametry – elastický modul (G') a ztrátový modul (G''). Elastický modul určuje pružnost materiálu, zatímco ztrátový modul vyjadřuje jeho schopnost absorbovat a rozptýlovat energii v důsledku viskózního chování. Oba moduly jsou vyjádřeny v Pascalech (Pa) a mohou být kombinovány do komplexního modulu (G^*), který udává celkovou odolnost vzorku vůči oscilačnímu smyku. Tento komplexní modul je vypočítán podle následujícího vzorce:

$$G^* = \sqrt{(G')^2 + (G'')^2} \quad (7)$$

G^* - komplexní modul pružnosti [Pa]

G' - elastický modul pružnosti [Pa]

G'' - ztrátový modul pružnosti [Pa]

Vzorky byly umístěny na spodní desku reometru a horní deska byla přitisknuta na vzorek, čímž došlo k rovnoměrnému rozprostření materiálu pod tlakem. Nadbytečné množství vzorku bylo odstraněno, a následně bylo zahájeno měření. Při testování byla použita krycí deska pro minimalizaci vnějších vlivů. Měření bylo prováděno při teplotě $20 \pm 0,1$ °C v rozsahu frekvencí 0,1–100 Hz, s amplitudou smykového napětí 20 Pa, přičemž měření probíhalo v lineární viskoelastické oblasti. K dosažení přesných výsledků byla použita 40 mm zoubkovaná geometrie deska-deska.

Penetrometrická metoda

Při analýze texturních vlastností vzorků byl použit texturometr, který byl kalibrován a nastaven na režim „Project Játrovka“. Pro měření byla zvolena sonda o průměru 10 mm, která se pohybovala rychlostí 1 mm/s a pronikala do vzorku do hloubky 10 mm. Před

samotným měřením byla z povrchu vzorku odstraněna zoxidovaná vrstva, aby byla zajištěna přesnost výsledků. Vzorek byl umístěn na platformu textuometru a sonda byla manuálně spuštěna několik milimetrů nad vzorek, a následně bylo zahájeno měření. Každý vzorek byl měřen pětkrát a průměrné hodnoty byly vypočítány z naměřených dat. Textuometr umožnil stanovení síly potřebné k penetraci vzorku a vyhodnocení tvrdosti.



Obrázek 14: Měření penetrometrickou metodou

Spreadability test

Roztíratelnost byla stanovena pomocí textuometru TA.XTplus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, UK) podle modifikované metodiky popsané ve studii Novotná et al. (2024), přizpůsobené pro polotuhé a pastovité matrice. Vzorky paštik byly před měřením temperovány na teplotu 4 ± 1 °C. Po temperaci byly rovnoměrně rozetřeny do standardizovaných plastových nádobek tak, aby byl zajištěn jednotný povrch pro měření.

Měření probíhalo penetrometrickou metodou za použití sondy HDP/SR, která vnikala do vzorku do hloubky 2 mm konstantní rychlostí 1 mm/s. Každý vzorek byl měřen pětkrát a z naměřených hodnot byly následně vypočteny aritmetické průměry a směrodatné odchylky jednotlivých texturních parametrů, především tvrdosti, roztíratelnosti, lepivosti a adhezivité.



Obrázek 15: Spreadability test

4.5.5 Senzorické hodnocení

Ze sedmi připravených vzorků byly pro senzorickou analýzu vybrány čtyři. Jednalo se o paštiky s různým poměrem přísad – konkrétně másla a přečištěného loje. Hodnocení bylo zaměřeno na vzhled, chuť, vůni, tuhost a celkový dojem výrobků. Senzorické výsledky byly statisticky vyhodnoceny pomocí Kruskal-Wallisova testu, který slouží ke zjištění, zda existují statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými skupinami vzorků. Výpočet testového kritéria se provádí podle následujícího vzorce:

$$Q_{kw} = \frac{12}{n \cdot R \cdot (R+1)} * \sum_{i=1}^R \frac{T_i^2}{n_i} - 3 * n * (R+1) \quad (8)$$

$$Q_{kw} = \frac{12}{n * R * (R+1)} * \left(\frac{T_A^2}{n_A} + \frac{T_B^2}{n_B} + \frac{T_C^2}{n_C} + \frac{T_D^2}{n_D} \right) - 3 * n * (R+1)$$

$$Q_{kw}^* = \frac{Q_{kw}}{1 - \frac{\sum (n_k^3 - n_k)}{n^3 - n}} \quad (9)$$

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

$$A: I \not\equiv J \quad (10)$$

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

5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Analýzy vstupní suroviny

V rámci této práce byly sledovány a vyhodnoceny základní parametry přečištěného a částečně hydrolyzovaného tuku z daňka evropského (*Dama dama*), který byl dodán společností Venison CZ s.r.o. (Míšovice, Česká republika). Sledování těchto hodnot vycházelo ze studie Novotná et al. (2024) a cílem bylo ověřit kvalitu a vhodnost daného tuku pro další technologické využití. Ve zmíněné studii byly zjištěny následující hodnoty základního chemického složení dančího tuku: obsah sušiny činil $90,2 \pm 1,3$ %, podíl bílkovin v sušině byl $3,1 \pm 0,2$ % a obsah anorganických látek dosáhl $0,14 \pm 0,06$ %.

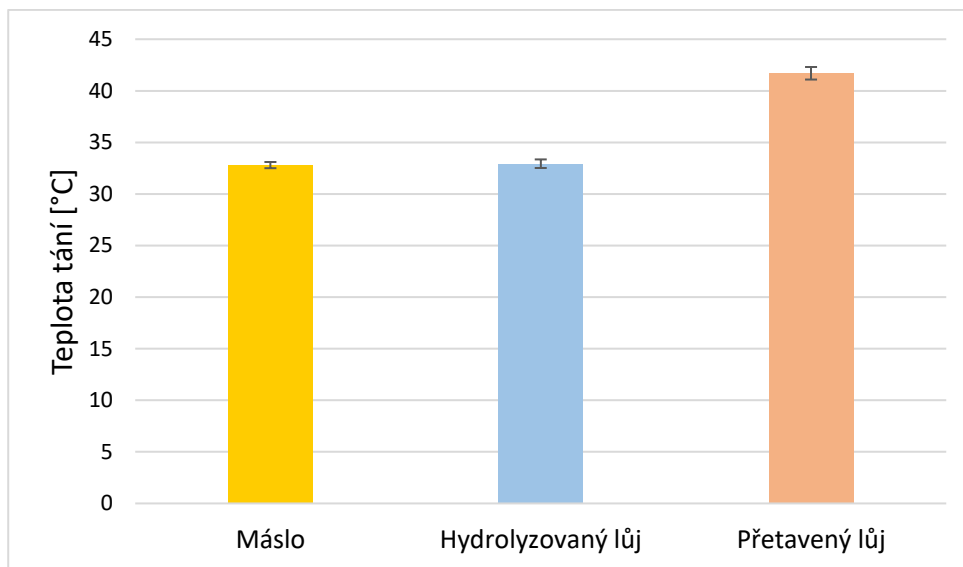
5.2 Analýzy přečištěného, částečně hydrolyzovaného dančího loje a másla

V této části práce jsou představeny výsledky analýz vstupní suroviny, tedy přečištěného a částečně hydrolyzovaného dančího tuku, a dále paštik, ve kterých byl použit tento tuk. Cílem bylo zhodnotit vlastnosti tuku a jeho vliv na kvalitu finálních výrobků. Výsledky jsou následně diskutovány a porovnány s dostupnými údaji z literatury.

Sledované parametry přečištěného tuku vycházejí ze studie Novotná et al. (2024), která uvádí, že po jeho přečištění byly provedeny analýzy technologických ukazatelů s následujícími výsledky: číslo kyselosti bylo stanoveno na $2,6 \pm 0,2$ mg/g, zmýdelňovací číslo činilo $218,3 \pm 1,2$ mg/g, peroxidové číslo bylo $27,8 \pm 1,1$ μval/g tuku a jódové číslo dosáhlo hodnoty $12,5 \pm 0,4$ g/100 g.

5.2.1 Teplota tání

Na obrázku č. 16 jsou zobrazeny teploty tání másla, přečištěného dančího loje a částečně hydrolyzovaného dančího loje. Níže jsou tyto hodnoty vzájemně porovnány a zhodnoceny.

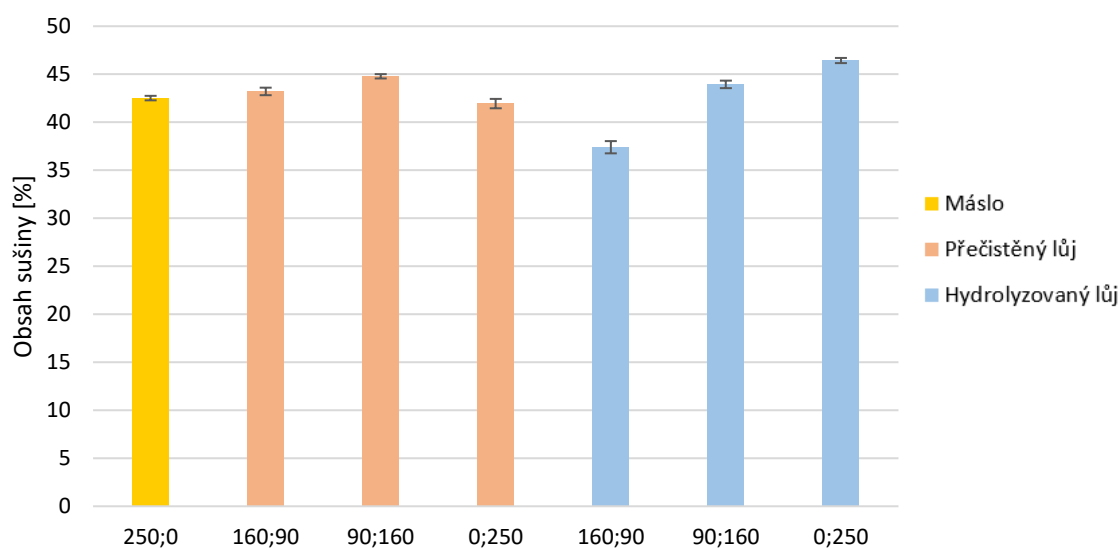


Obrázek 16: Teplota tání

Z naměřených hodnot byla vypočtena průměrná teplota tání částečně hydrolyzovaného tuku, která činila $32,9 \pm 0,42$ °C. Pro srovnání byl do měření zahrnut také vzorek másla s teplotou tání $32,8 \pm 0,3$ °C a přetaveného tuku, jehož průměrná teplota tání dosáhla $41,7 \pm 0,61$ °C. Tyto výsledky naznačují, že částečná enzymatická hydrolýza dančího loje vede ke snížení teploty tání ve srovnání s původním přetaveným tukem a přibližuje jeho fyzikální vlastnosti běžně používaným živočišným tukům, jako je máslo. Tento rozdíl může mít významný vliv na technologické zpracování i senzorické vlastnosti finálních výrobků.

5.2.2 Stanovení obsahu sušiny

Porovnání obsahu sušiny u paštik připravených s různým poměrem másla a dančího tuku je znázorněno na Obrázku č. 17.

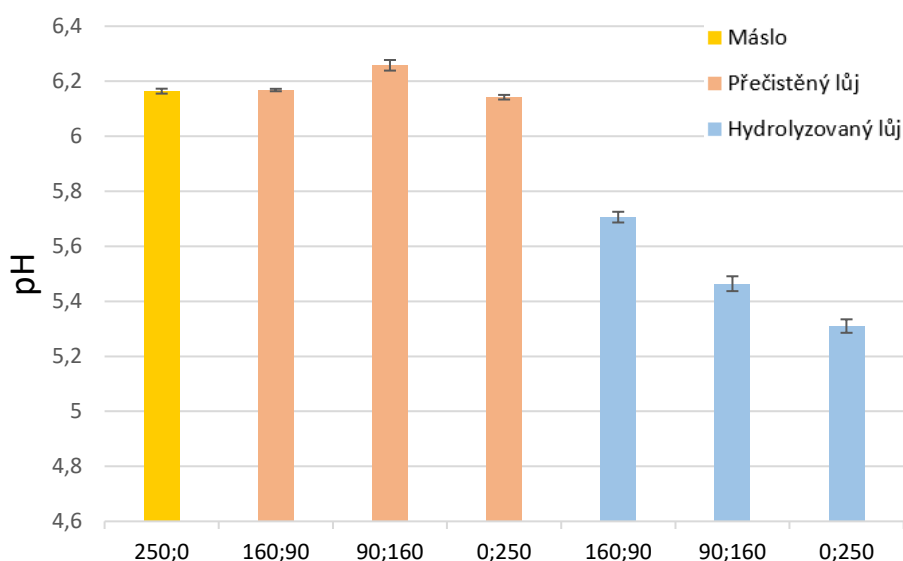


Obrázek 17: Obsah sušiny

Z grafu je patrné, že typ tuku i jeho poměr vůči máslu ovlivňují výsledný obsah sušiny. Nejvyšší hodnota byla zaznamenána u vzorku s nejvyšším zastoupením hydrolyzovaného tuku, zatímco nejnižší hodnotu vykazoval stejný poměr, ale s použitím přečištěného tuku. U vzorků s máslem byla pozorována mírně nižší hodnota sušiny, což lze přičíst vyššímu obsahu vody v této surovině. Výsledky byly dále porovnány s diplomovou prací Čalové et al. (2024), která se zabývala vlivem přídavku hydrokoloidů na technologické vlastnosti masových pomazánek. V této studii se obsah sušiny pohyboval od 28,4 % do 33,6 % v závislosti na druhu použitých drůbežích jater (kuřecí, krůtí, kachní). Srovnatelné výsledky uvádí i studie Pětkové et al. (2024), kde byla u paštiky z vepřových jater stanovena sušina 28,31 %. Ve srovnání s těmito studiemi vykazují paštiky s dančím tukem obecně vyšší hodnoty sušiny, což může být způsobeno specifickým složením receptury a vlastnostmi použitého tuku.

5.2.3 Stanovení pH

Výsledky stanovení pH jsou uvedeny na obrázku č. 18. Hodnoty pH se mezi vzorky mírně lišily v závislosti na typu a poměru použitého tuku.



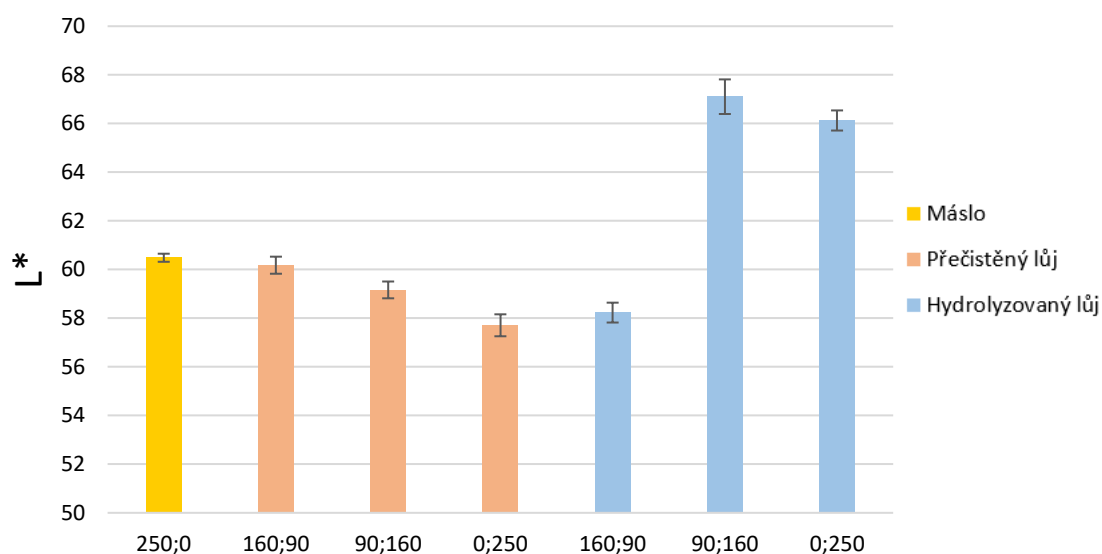
Obrázek 18: Stanovení pH

V grafu jsou zobrazeny průměrné hodnoty pH u vzorků paštik s různými druhy tuku – přechistěného a hydrolyzovaného tuku. Vzorky obsahující máslo vykazují průměrné pH 6,16, což ukazuje na téměř neutrální hodnotu. Vzorky, při jejichž přípravě byl použit přechistěný tuk, měly hodnotu pH 6,17, což je velmi podobné hodnotě másla a naznačuje, že proces přechistění neměl výrazný vliv na pH. U vzorků paštik s hydrolyzovaným tukem, jejichž průměrná hodnota pH je 5,71, je patrný pokles pH. Tento pokles je důsledkem procesu hydrolyzy, který způsobuje zvýšení čísla kyselosti tuku. Zjištěné hodnoty pH se pohybují v rozmezí běžném pro masové pomazánky, kde se obvykle udává pH mezi 5,5 až 6,5 v závislosti na složení a technologii výroby.

Pokud porovnáme naše výsledky s hodnotami pH uvedenými v diplomové práci Novotná et al. (2022), bylo zjištěno, že pH játrových paštik zůstávalo stabilní a pohybovalo se kolem hodnoty 6,5. V této studii se sledoval vliv koncentrace želatiny, která na pH neměla výrazný dopad. To naznačuje, že samotný proces hydrolyzy má přímý vliv na zvýšení kyselosti tukové složky a tím i na celkové pH výrobku.

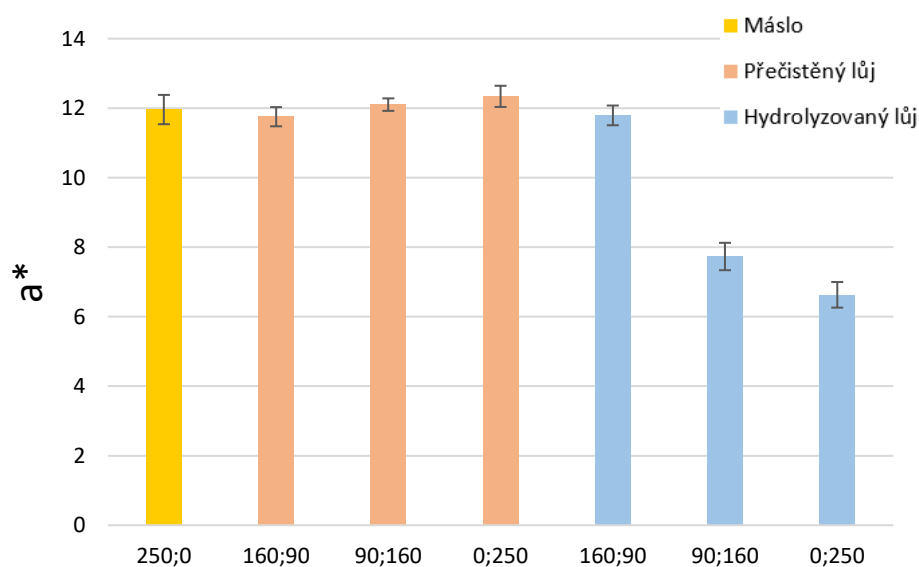
5.2.4 Stanovení barvy

Barevné vlastnosti jednotlivých vzorků paštik jsou přehledně zachyceny na obrázcích 19 až 21. Obrázek 19 znázorňuje světlost vzorků (parametr L^*), obrázek 20 ukazuje hodnoty červené a zelené složky (parametr a^*) a na obrázku 21 jsou zobrazeny hodnoty žluté a modré složky (parametr b^*). Díky těmto údajům lze lépe porovnat, jaký vliv měl použitý typ tuku na celkový vzhled výrobků.

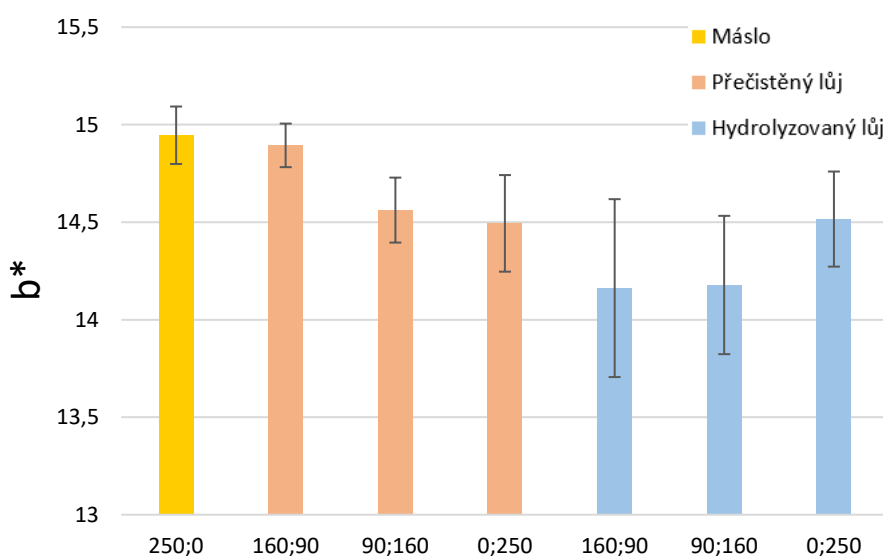


Obrázek 19: Parametr L* pro stanovení barvy kuřecích paštik

Grafy ukazují, že vzorky s hydrolyzovaným tukem (modrá) vykazují nejvyšší hodnoty světelnosti (L^*), přičemž směsi s poměry 90:160 a 0:250 dosahují hodnot L^* přes 66, což naznačuje světlý vzhled těchto vzorků. Je však třeba upozornit, že u vzorku 5 (160:90 – hydrolyzovaný tuk) došlo ke špatnému propojení tukové a vodné fáze, což vedlo k částečnému oddělení tuku a toto mohlo způsobit zkreslení naměřené barvy. Naopak vzorky s máslem (žlutá) a přečištěným tukem (oranžová) vykazují nižší hodnoty L^* , pohybující se mezi 56 a 60, což signalizuje tmavší vzhled těchto paštik. U posledních dvou vzorků bylo navíc během zpracování pozorováno mírné našlehání směsi, které mohlo rovněž přispět k jejich světlejšímu vzhledu.

Obrázek 20: Parametr a^* pro stanovení barvy kuřecích paštik

Vzorky s máslem vykazovaly vyšší hodnoty a^* , což naznačuje výraznější červený nádech paštiky. Naopak vzorky připravené s hydrolyzovaným tukem měly nižší hodnoty a^* , což signalizuje tendenci k méně nápadné až lehce zelenavé barevnosti. Vzorky s přečištěným tukem se pohybovaly mezi těmito dvěma krajními hodnotami. Zajímavé je, že některé z nich – například vzorek s poměrem 0:250 – vykazovaly hodnoty a^* dokonce vyšší než vzorky s máslem. Tento výsledek naznačuje, že přečištěný tuk může v některých případech přispět k intenzivnějšímu červenému zabarvení paštiky než samotné máslo. To může souviset s přirozenou barvou použitých tuků a másla, které se promítají do výsledného vzhledu výrobku a mohou ovlivnit i celkové vnímání barvy.



Obrázek 21: Parametr b^* pro stanovení barvy kuřecích paštik

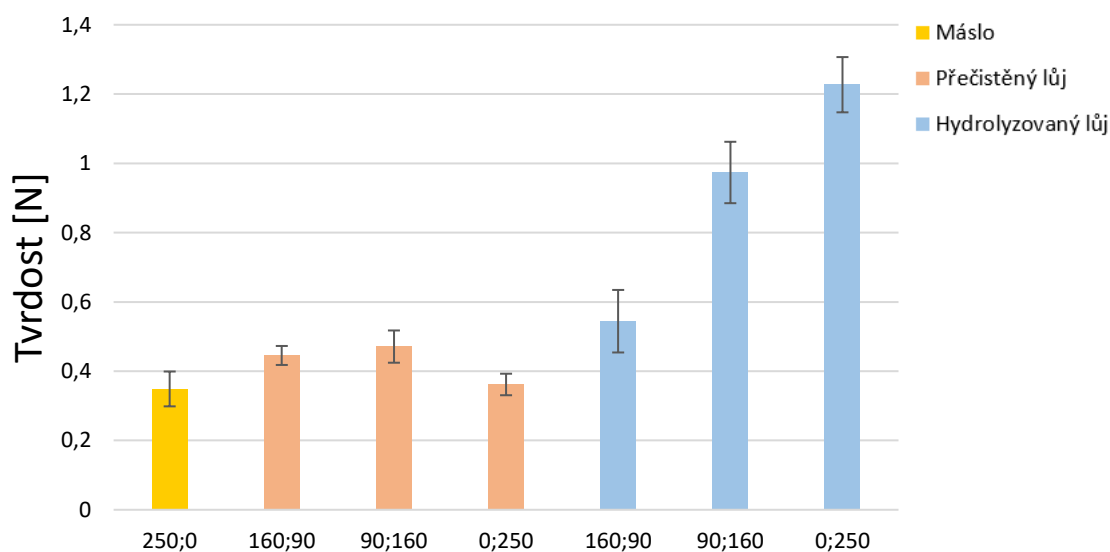
Na základě grafu je patrné, že směsi s máslem (žlutá barva) vykazují nejvyšší hodnoty b^* , což znamená, že paštiky mají nejvýraznější žlutý nádech. Naopak směsi s hydrolyzovaným tukem (modrá barva) vykazují nejnižší hodnoty b^* , což signalizuje spíše neutrální nebo modravý odstín. Směsi s přečištěným tukem (oranžová barva) vykazují střední hodnoty b^* , což znamená, že tyto paštiky mají slabší žlutý nádech než směsi s máslem, ale výraznější než směsi s hydrolyzovaným tukem.

Tento výsledek ukazuje, že více žlutý nádech je spojen s větším podílem másla, zatímco hydrolyzovaný tuk a přečištěný tuk mají tendenci vytvářet paštiky s méně výraznou žlutou barvou.

5.2.5 Spreadability test

Na následujících grafech jsou znázorněny výsledky měření texturních vlastností paštik připravených s různými typy tuků. Obrázek č. 22 ukazuje tvrdost jednotlivých vzorků, obrázek č. 23 přibližuje jejich roztíratelnost. Na obrázku č. 24 je zachycena relativní lepivost a obrázek č. 25 znázorňuje celkovou lepivost paštik. Tyto parametry pomáhají lépe porozumět tomu, jak se použitý tuk promítá do konzistence a zpracovatelnosti výrobku.

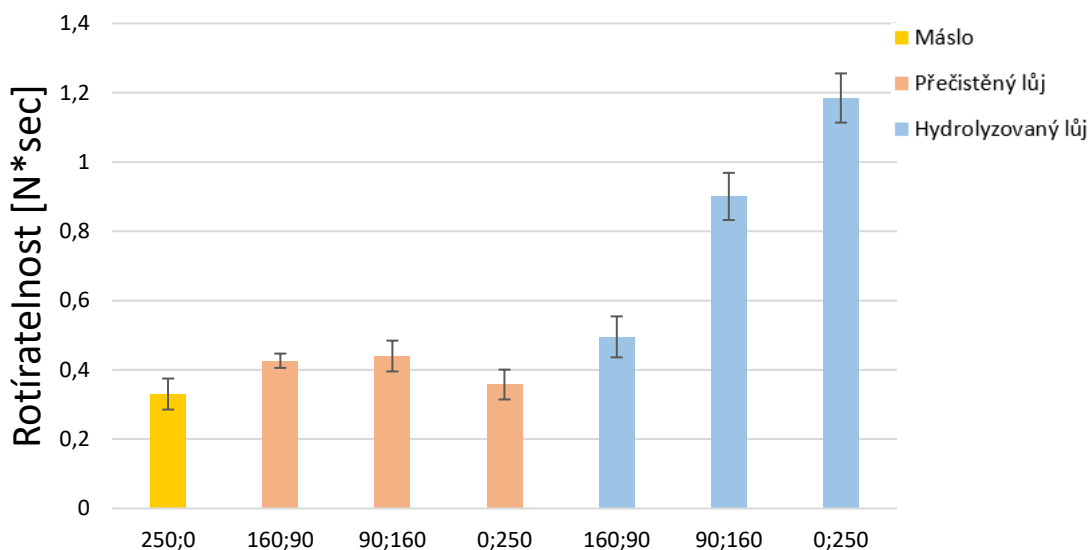
Tvrdost



Obrázek 22: Tvrdost kuřecích paštik

V grafu tvrdosti paštik s různými tuky je patrné, že vzorky s hydrolyzovaným tukem vykazují výrazně vyšší tvrdost než vzorky s máslem nebo přečištěným tukem. S rostoucím podílem hydrolyzovaného tuku se tvrdost paštiky zvyšuje, což naznačuje, že tento tuk přispívá k pevnější struktuře produktu. Vzorky s máslem a přečištěným tukem mají nižší hodnoty tvrdosti, přičemž rozdíly mezi různými poměry nejsou tak výrazné.

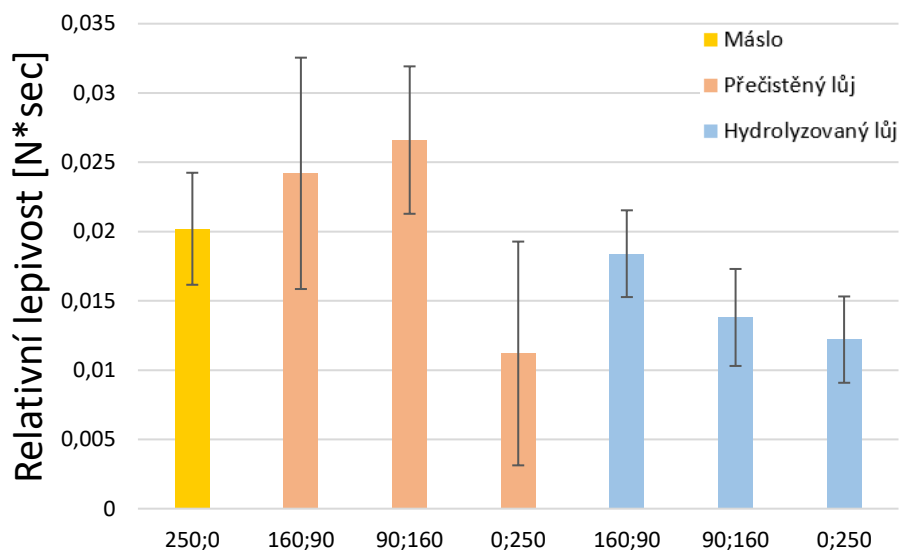
Porovnáním s výsledky Čalové et al. (2024), kde nejnižší hodnoty tvrdosti vykazovaly vzorky s kuřecími játry, je patrné, že v obou studiích typ složky výrazně ovlivňuje texturu. Stejně jako hydrokoloidy v práci Čalové, i hydrolyzovaný tuk ve vzorcích vedl k pevnější struktuře.

Roztíratelnost

Obrázek 23: Roztíratelnost kuřecích paštik

V grafu znázorňující naměřené hodnoty roztíratelnosti paštik je patrné, že vzorky s hydrolyzovaným tukem vykazují nejvyšší hodnoty síly potřebné k rozetření, což znamená, že tyto vzorky mají nejnižší roztíratelnost a pro dosažení požadované konzistence je třeba vynaložit více úsilí. Naopak vzorky obsahující máslo vykazují nižší hodnoty síly, což indikuje lepší roztíratelnost a snadnější aplikaci. Vzorky s přečištěným tukem se nacházejí mezi těmito dvěma krajními hodnotami, vykazují střední úroveň roztíratelnosti.

Tato tendence se shoduje s výsledky uvedenými v diplomové práci Čalová et al. (2024), kde byly pozorovány nižší hodnoty roztíratelnosti u vzorků s kuřecími játry, zatímco vzorky s kachními a krůtími játry vykazovaly lepší roztíratelnost. Podobně jako v její studii, i zde typ složky významně ovlivňuje roztíratelnost produktu, přičemž hydrolyzovaný tuk vede k pevnější struktuře, která ztěžuje roztírání, zatímco máslo a přečištěný tuk přispívají k lepší roztíratelnosti.

Relativní lepivost

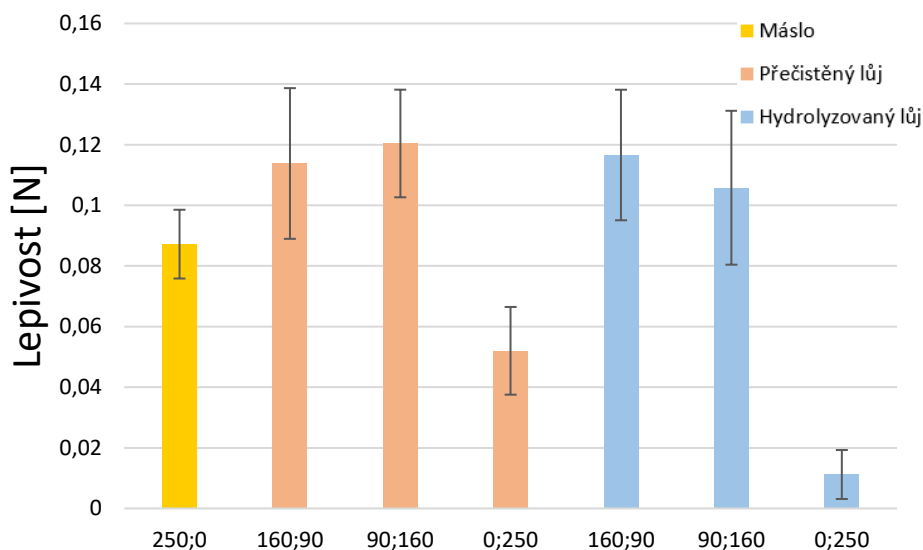
Obrázek 24: Relativní lepivost kuřecích paštik

V grafu relativní lepivosti je zřejmé, že vzorky s přečištěným tukem vykazují nejvyšší hodnoty relativní lepivosti, což znamená, že tyto paštiky jsou nejvíce lepkavé a vyžadují větší sílu pro oddělení. Naopak vzorky s máslem vykazují nižší hodnoty relativní lepivosti, což naznačuje, že jsou méně lepkavé a snadněji se oddělují. Vzorky s hydrolyzovaným tukem vykazují nejnižší hodnoty relativní lepivosti, což znamená, že jsou nejméně lepkavé.

Tento výsledek ukazuje, že přečištěný tuk zajišťuje vyšší lepivost, zatímco hydrolyzovaný tuk způsobuje nejmenší lepivost. Tento trend může souviset s fyzikálními vlastnostmi těchto tuků, které ovlivňují konzistenci a lepivost paštiky.

Ve srovnání s výsledky Novotná et al. (2022), kde byla pozorována klesající lepivost vzorků s rostoucí teplotou opracování, je v našich vzorcích patrný podobný trend, kde vzorky s hydrolyzovaným tukem vykazují nižší lepivost než vzorky s přečištěným tukem, což může být způsobeno odlišnými fyzikálními vlastnostmi tuků.

Lepivost



Obrázek 25: Lepivost kuřecích paštik

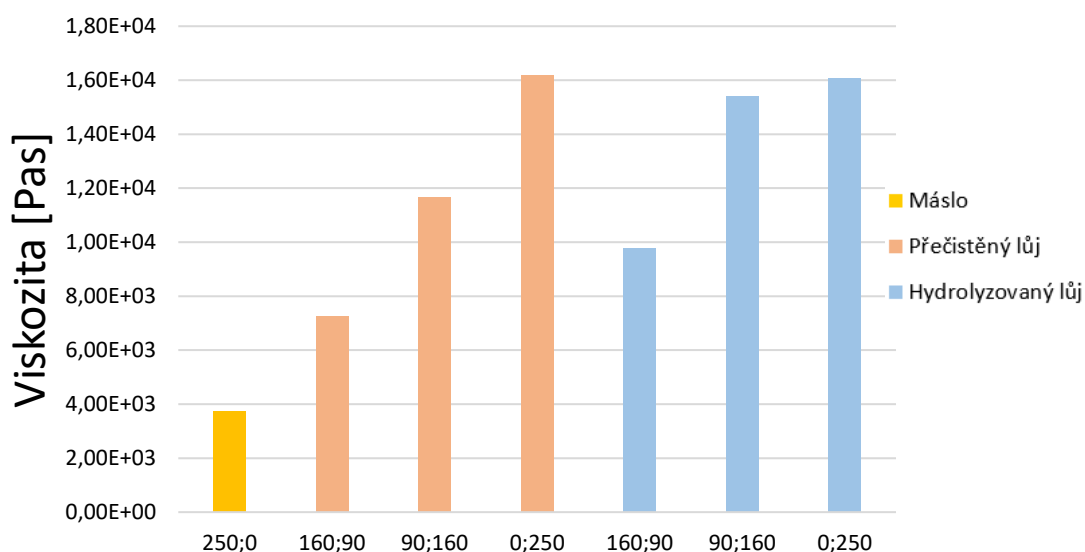
V grafu je patrné, že vzorek s poměrem 0:250 (máslo:hydrolyzovaný tuk) vykazuje výrazně nižší hodnoty lepivosti než ostatní vzorky. Tento vzorek má výrazně nižší lepivost ve srovnání s ostatními kombinacemi tuků. Naopak vzorky s poměry 160:90 a 90:160, kde je vyšší podíl hydrolyzovaného tuku, vykazují vyšší hodnoty lepivosti. To ukazuje, že zvýšený podíl hydrolyzovaného tuku ovlivňuje lepivost.

5.2.6 Vyhodnocení reologických vlastností

V následujícím vyhodnocení reologických vlastností paštik budou výsledky prezentovány v grafech, které zachycují chování vzorků při frekvenci 1 Hz. Tato frekvence byla zvolena pro zajištění konzistentního a srovnatelného měření, které umožňuje analyzovat viskoelastické vlastnosti jednotlivých vzorků. Pomocí těchto grafů budou podrobně zhodnoceny změny reologických vlastností v závislosti na použitých typech tuků a jejich poměrech v jednotlivých vzorcích.

Viskozita

Na obrázku č. 12 je znázorněna viskozita jednotlivých vzorků paštik připravených s použitím másla, přečištěného dančího loje a částečně hydrolyzovaného dančího loje. Graf umožňuje porovnat, jak se použitý tuk promítl do výsledné konzistence výrobku. Na základě těchto údajů bylo provedeno porovnání jednotlivých vzorků.



Obrázek 26: Viskozita kuřecích paštik

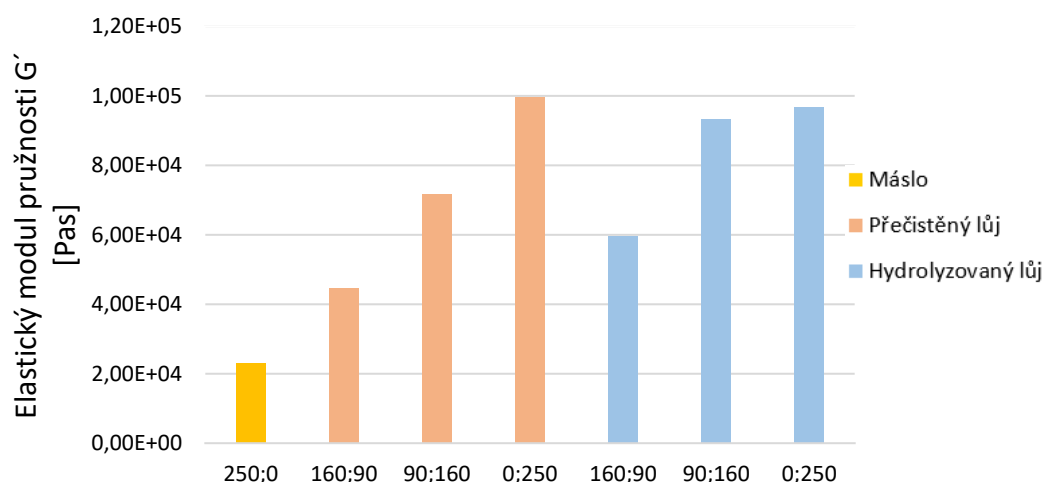
V grafu viskozity je patrné, že nejvyšší hodnoty viskozity vykazuje vzorek s poměrem 0:250 (máslo;přečištěný tuk), který má nejvyšší hodnotu mezi všemi vzorky. Tento vzorek dosahuje nejvyšší viskozity. Naopak vzorek s poměrem 250:0 (pouze máslo) vykazuje nejnižší hodnoty viskozity, což znamená, že je nejméně viskózní a vykazuje nejnižší odpor.

Vzorky s poměry 160:90 a 90:160 (přečištěný tuk a hydrolyzovaný tuk) vykazují střední hodnoty viskozity, které jsou mezi těmito dvěma extrémy, což naznačuje, že jejich textury jsou hustší než u vzorku s máslem, ale méně viskózní než u vzorku s hydrolyzovaným tukem ve větším podílu.

Ve srovnání s diplomovou prací Novotné et al. (2022), kde viskozita vzorků rostla s přidávkou želatiny a zvýšením teploty opracování, výsledky této studie ukazují, že viskozita vzorků je nejvyšší u kombinace s hydrolyzovaným tukem, což naznačuje, že typ složky významně ovlivňuje viskozitu. V obou studiích tedy existuje podobný trend, kdy vyšší podíl určité složky (ať už želatiny, přečištěného nebo hydrolyzovaného tuku) vede k vyšší viskozitě.

Elastický modul pružnosti

Na obrázku č. 13 jsou zobrazeny hodnoty elastického modulu pružnosti u paštik s různým obsahem tukové složky – konkrétně s máslem, přečištěným dančím lojem a částečně hydrolyzovaným dančím lojem.



Obrázek 27: Elastický modul pružnosti

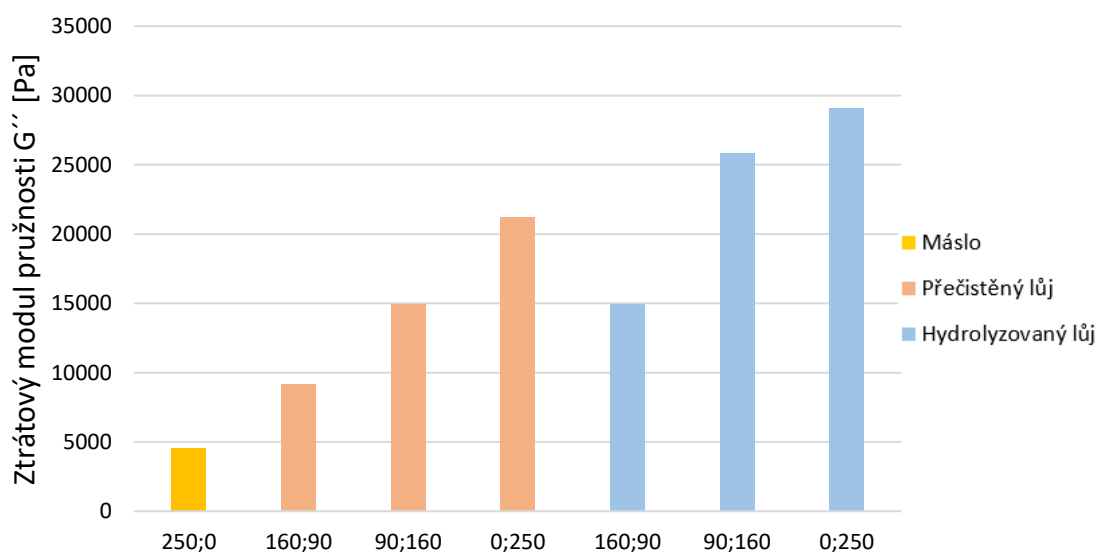
V grafu elastického modulu pružnosti (G') je zřejmé, že nejvyšší hodnotu modulu pružnosti vykazuje čtvrtý vzorek (poměr 0:250), který obsahuje vyšší podíl přečištěného tuku. Tento vzorek dosahuje nejvyšších hodnot, což naznačuje, že směs s tímto poměrem tuků má nejvyšší pružnost a tuhost. Naopak vzorek s poměrem 250:0 (pouze máslo) vykazuje nejnižší hodnoty modulu pružnosti, což znamená, že má nejnižší pružnost. Vzorky s přečištěným tukem (poměry 160:90 a 90:160) vykazují střední hodnoty mezi těmito dvěma krajními hodnotami, což naznačuje, že jejich pružnost je nižší než u vzorku s hydrolyzovaným tukem, ale vyšší než u vzorku s máslem.

Tento výsledek ukazuje, že vyšší podíl hydrolyzovaného tuku v paštikách významně zvyšuje elastický modul pružnosti, což přispívá k větší tuhosti a stabilitě produktu.

Ve srovnání s diplomovou prací Novotná et al. (2022), kde elastický modul pružnosti vzorků obsahujících želatinu rostl s teplotou opracování, vaše výsledky ukazují podobný trend. Vzorky s hydrolyzovaným tukem vykazují vyšší elastický modul pružnosti, což naznačuje větší tuhost a stabilitu, zatímco vzorky s máslem mají nižší hodnoty pružnosti, podobně jako vzorky bez želatiny.

Ztrátový modul pružnosti

Na obrázku č. 14 jsou zachyceny hodnoty ztrátového modulu pružnosti u jednotlivých vzorků paštik. Výsledky ukazují, jaký vliv měl použitý tuk na viskoelastické chování produktu.



Obrázek 28: Ztrátový modul pružnosti

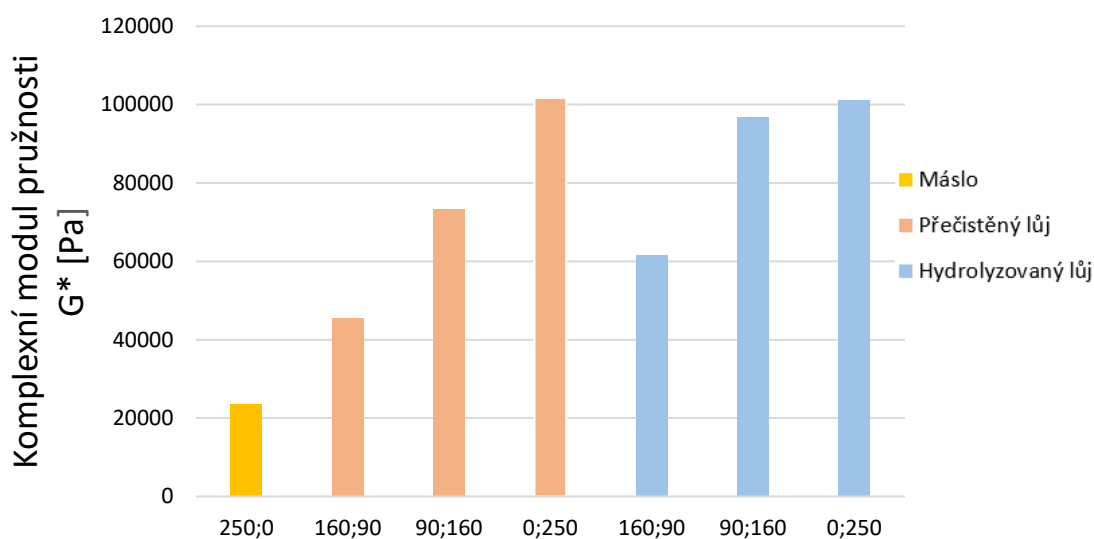
V grafu ztrátového modulu pružnosti (G'') je patrné, že vzorky s hydrolyzovaným tukem vykazují nejvyšší hodnoty ztrátového modulu pružnosti, přičemž vzorky s poměrem 0:250 dosahují nejvyšší hodnoty mezi všemi vzorky. To znamená, že tyto vzorky mají nejvyšší ztrátovou pružnost, což naznačuje jejich větší měkkost a viskoelastické chování. Naopak vzorek s máslem vykazuje nejnižší hodnoty ztrátového modulu.

Tento výsledek ukazuje, že podíl hydrolyzovaného tuku v paštikách zvyšuje ztrátový modul pružnosti, což naznačuje, že tento tuk přispívá k větší měkkosti a viskoelastickým vlastnostem produktu, zatímco máslo a přečištěný tuk mají nižší ztrátovou pružnost, což znamená pevnější strukturu.

Ve srovnání s prací Čalová et al. (2024) vykazují vzorky s kuřecími játry, stejně jako u vás vzorek s máslem, nejnižší hodnoty ztrátového modulu pružnosti. Vzorky s hydrolyzovaným tukem vykazují vyšší hodnoty, podobně jako vzorky s kachními a krůtími játry.

Komplexní modul pružnosti

Na obrázku č. 29 jsou uvedeny hodnoty komplexního modulu pružnosti pro jednotlivé vzorky paštik. Tento parametr vyjadřuje celkové mechanické chování produktu a slouží k porovnání vlivu různých tukových složek na texturu výsledného výrobku.



Obrázek 29: Komplexní modul pružnosti

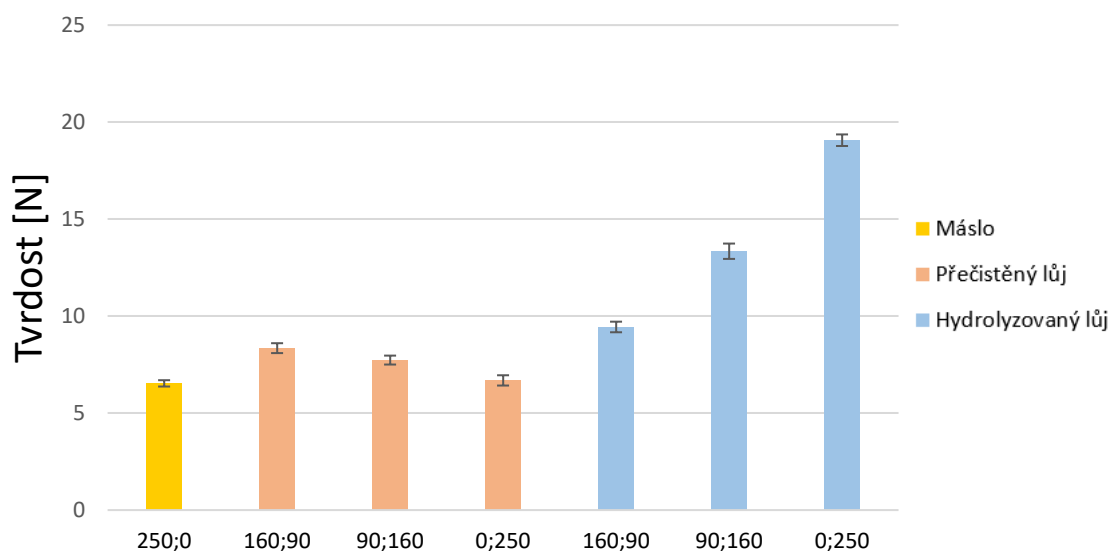
V grafu komplexního modulu pružnosti (G^*) je patrné, že nejvyšší hodnoty vykazují vzorky s poměrem 0:250 (mázlo:hydrolyzovaný tuk) a 0:250 (mázlo:přechišťený tuk), které dosahují hodnoty kolem 100 000 Pa. Tyto vzorky vykazují nejvyšší pružnost a viskoelastické vlastnosti mezi všemi vzorky. Naopak vzorek s poměrem 250:0 (pouze máslo) vykazuje nejnižší hodnoty, přibližně 20 000 Pa, což znamená, že je nejméně pružný. Vzorky s přechišťeným tukem (poměry 160:90 a 90:160) vykazují střední hodnoty mezi těmito dvěma krajními hodnotami, přičemž hodnoty komplexního modulu pružnosti se pohybují mezi 40 000 a 60 000 Pa.

Tento výsledek ukazuje, že podíl dančího loje jak přechišťeného, tak i hydrolyzovaného, výrazně zvyšuje komplexní modul pružnosti, což naznačuje, že tento tuk přispívá k lepší stabilitě produktu, zatímco máslo vede k nižší pružnosti.

Ve srovnání s diplomovou prací Čalová et al. (2024), kde byl pozorován vzrůstající trend komplexního modulu pružnosti s přidavkem hydrokoloidů a jejich rostoucí koncentrací u masových výrobků, vaše výsledky ukazují podobné chování. U vašich vzorků s hydrokoloidy, zejména s 0,5 % (w/w) κ -karagenanu, došlo k nárůstu hodnot komplexního modulu pružnosti. Stejně jako v práci Čalové et al. (2024), vzorky s kuřecími játry vykazovaly nejnižší hodnoty, zatímco vzorky s kachními a krůtími játry měly vyšší a podobné hodnoty.

5.2.7 Penetrometrická metoda

Na obrázku č. 30 jsou uvedeny výsledky penetrometrického měření tvrdosti u jednotlivých vzorků paštik. Naměřené hodnoty slouží k porovnání vlivu různých tukových složek na vlastnosti finálního produktu.



Obrázek 30: Tvrdość kuřecích paštik

V grafu tvrdosti je patrné, že vzorky s hydrolyzovaným tukem vykazují nejvyšší hodnoty tvrdosti, přičemž vzorek s poměrem 0:250 dosahuje nejvyšší tvrdosti mezi všemi vzorky. To znamená, že tento vzorek je nejpevnější a vyžaduje nejvyšší sílu pro deformaci. Naopak vzorek s máslem vykazuje nejnižší hodnoty tvrdosti, což znamená, že je nejměkčí a vyžaduje menší sílu pro deformaci. Vzorky s přechišťeným tukem (oranžová barva) vykazují střední hodnoty tvrdosti mezi těmito krajními hodnotami, což naznačuje, že mají střední pevnost. Tato penetrometrická metoda hodnocení textury tak potvrzuje výsledky získané pomocí spreadability testu, při kterém byly u vzorků s hydrolyzovaným tukem rovněž zaznamenány vyšší hodnoty odporu při roztírání, což odpovídá zvýšené tvrdosti těchto výrobků.

Tento výsledek ukazuje, že vyšší podíl hydrolyzovaného tuku v paštikách zvyšuje jejich tvrdost, zatímco vyšší podíl másla vede k nižší tvrdosti. Vzorky s přechišťeným tukem mají podobné hodnoty jako vzorek s máslem.

Studie zaměřené na texturových vlastností paštik s přídavkem loje a hydrolyzovaného loje nebyly v dostupné literatuře dohledány, a proto byly výsledky této práce porovnány s jinými relevantními studiemi. Ve srovnání s výsledky uvedenými v diplomové práci Novotná et al. (2022), kde teplota opracování a koncentrace želatiny

ovlivnily tvrdost vzorku, vaše výsledky ukazují podobný trend u vzorků s hydrolyzovaným tukem. V práci Novotná et al. (2022) vyšší koncentrace želatiny vedly k vyšší tvrdosti, zejména u vzorků s hovězí želatínou. Podobně u vašich vzorků s hydrolyzovaným tukem (0:250) byla zjištěna nejvyšší tvrdost, což naznačuje, že vyšší podíl hydrolyzovaného tuku zvyšuje pevnost, obdobně jako želatina. Také vzorky s kachními a krůtími játry vykazovaly podobné hodnoty tvrdosti ve studii Miklášová (2019). U vzorků s kuřecími játry, jak ve vaší studii, tak u vzorků s kuřecí želatínou v práci Novotná et al. (2022), byla tvrdost nižší, což opět souvisí s chemickými vlastnostmi těchto složek.

5.3 Senzorická analýza vzorků paštik

Pro senzorické hodnocení byly ze sedmi připravených vzorků vybrány čtyři paštiky s různým poměrem přísadků másla a přečištěného dančího loje. Vzorky byly hodnotitelům předkládány anonymně, očíslované, a k neutralizaci chuti bylo k dispozici bílé pečivo a voda. Posuzování probíhalo pomocí pětibodové stupnice, kdy hodnotitelé posuzovali vzhled, chuť, vůni, tuhost a celkový dojem. Své hodnocení zaznamenávali do připraveného senzorického dotazníku, který je součástí příloh této práce. Výsledky senzorického testování byly následně vyhodnoceny pomocí Kruskal-Wallisova testu při hladině významnosti 5 %. Vzorky, které obsahovaly hydrolyzovaný dančí lůj, nebyly senzoricky přijatelné, a proto byly ze senzorické analýzy vyřazeny.

5.3.1 Senzorická analýza vzhledu paštik

Senzoričtí hodnotitelé posuzovali vzhled výrobků s ohledem na to, zda splňují ideální požadavky. Za optimální vzhled byl považován výrobek s vynikajícím a typickým vzhledem, homogenní strukturou bez přítomnosti vzduchových dutin a bez uvolněného tuku na povrchu. Naopak za nevyhovující byl označen vzorek, jehož vzhled se výrazně odlišoval od standardního vzhledu paštiky. Výsledky senzorického hodnocení byly statisticky zpracovány pomocí Kruskal-Wallisova testu.

Testovaná nulová hypotéza předpokládala, že všechny hodnocené výrobky jsou si vzájemně podobné a mezi jednotlivými vzorky neexistují statisticky významné rozdíly ($H_0: 1=2=3=4=5=6=7=8=9$). Alternativní hypotéza stanovila, že alespoň jeden ze vzorků se statisticky významně odlišuje od ostatních.

Tabulka 1: Senzorická analýza pro vzhled

		Vzorek	Kategorie					Suma
			1	2	3	4	5	
			1	8	2	0	0	
n	40	2	2	8	0	0	0	10
R	4	3	5	5	0	0	0	10
α	0,05	4	3	5	2	0	0	10
		nk	18	20	2	0	0	
		Nk³	5832	8000	8	0	0	
		Nk	18	38	22	2	0	
		Rk	9,5	28,5	39,5	22,5	2,5	
		T1	76	57	0	0	0	133
		T2	19	228	0	0	0	247
		T3	47,5	142,5	0	0	0	190
		T4	28,5	142,5	79	0	0	250

$$Q_{kw}^* = 6,73 \quad (11)$$

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

$$6,73 \geq 7,81$$

Hodnota testového kritéria nespadá do kritického oboru. Nulovou hypotézu tedy přijímáme a alternativní zamítáme. S 95% spolehlivostí bylo prokázáno, že mezi hodnocenými vzorky paštik neexistuje statisticky významný rozdíl ve vzhledu.

5.3.2 Senzorická analýza vůně paštik

Senzoričtí hodnotitelé posuzovali vůni výrobků s ohledem na to, zda splňuje ideální požadavky. Za optimální byla považována vůně typická pro paštiku, jemná a bez cizích pachů. Naopak za nevyhovující byl označen vzorek, u kterého byla detekována atypická nebo nežádoucí vůně. Výsledky senzorického hodnocení byly následně statisticky vyhodnoceny pomocí Kruskal-Wallisova testu.

Testovaná nulová hypotéza předpokládala, že všechny hodnocené výrobky jsou si vzájemně podobné a mezi jednotlivými vzorky neexistují statisticky významné rozdíly ($H_0: 1=2=3=4=5=6=7=8=9$). Alternativní hypotéza předpokládala, že alespoň jeden ze vzorků se ve vůni statisticky významně odlišuje od ostatních.

Tabulka 2: Senzorická analýza pro vůni

		Kategorie						
		Vzorek	1	2	3	4	5	Suma
		1	4	4	2	0	0	10
n	40	2	4	4	2	0	0	10
R	4	3	0	4	6	0	0	10
α	0,05	4	0	6	2	2	0	10
		nk	8	18	12	2	0	
		Nk³	512	5832	1728	8	0	
		Nk	8	26	30	14	2	
		Rk	4,5	17,5	32,5	31,5	14,5	
		T1	18	70	65	0	0	153
		T2	18	70	65	0	0	153
		T3	0	70	195	0	0	265
		T4	0	105	65	63	0	233

$$Q_{kw}^* = 2,36 \quad (12)$$

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

$$2,36 \geq 7,81$$

Hodnota testového kritéria nespadá do kritického oboru. Nulovou hypotézu tedy přijímáme a alternativní zamítáme. S 95% spolehlivostí bylo prokázáno, že mezi hodnocenými vzorky paštik neexistuje statisticky významný rozdíl ve vzhledu.

5.3.3 Senzorická analýza chuti paštik

Senzoričtí hodnotitelé posuzovali chuť výrobků s ohledem na typičnost a celkovou vyváženost. Za optimální byla považována chuť typická pro paštiku, harmonická, bez cizích a rušivých příchutí. Vzorky s neobvyklou nebo nepříjemnou chutí byly označeny jako nevyhovující. Výsledky senzorického hodnocení byly zpracovány pomocí Kruskal-Wallisova testu.

Testovaná nulová hypotéza předpokládala, že všechny hodnocené výrobky mají podobné chuťové vlastnosti a mezi jednotlivými vzorky neexistují statisticky významné rozdíly ($H_0: 1=2=3=4=5=6=7=8=9$). Alternativní hypotéza předpokládala, že alespoň jeden ze vzorků se v chuti statisticky významně odlišuje od ostatních.

Tabulka 3: Senzorická analýza pro chuť

		Kategorie						
		Vzorek	1	2	3	4	5	Suma
		1	1	8	1	0	0	10
n	40	2	6	4	0	0	0	10
R	4	3	0	3	4	3	0	10
α	0,05	4	0	3	1	4	2	10
		nk	7	18	6	7	2	
		Nk ³	343	5832	216	343	8	
		Nk	7	25	24	13	9	
		Rk	4	16,5	28,5	28	14,5	
		T1	4	132	28,5	0	0	164,5
		T2	24	66	0	0	0	90
		T3	0	49,5	114	84	0	247,5
		T4	0	49,5	28,5	112	29	219

$$Q_{kw}^* = -17,36 \quad (13)$$

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

$$-17,36 \geq 7,81$$

Při statistickém vyhodnocení chuti hodnota testového kritéria spadla do kritického oboru. Na hladině významnosti 5 % se tak podařilo prokázat, že mezi hodnocenými vzorky existuje alespoň jeden, který se statisticky významně odlišuje od ostatních. Pro určení konkrétního vzorku nebo vzorků, které vykazují odlišnost, byl následně použit Nemenyiho test pro vícenásobné párové 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

$$A: I \not\equiv J \quad (14)$$

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

$$|T_i - T_j| \geq 134,3$$

Tabulka 4: Výsledky Nemenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro chuť

	1	2	3
2	74,5		
3	-83	-157,5	
4	-54,5	-129	28,5

Statistickým hodnocením bylo zjištěno, že existuje statisticky významný rozdíl mezi vzorkem č. 2 (160 g másla: 90 g přechištěného tuku) a vzorkem č. 3 (90 g másla: 160 g přechištěného tuku).

5.3.4 Senzorické analýza tuhosti paštik

Tuhost paštik byla senzoricky hodnocena na základě pevnosti a odolnosti vůči deformaci při konzumaci. Hodnotitelé posuzovali vzorky na škále od velmi vysoké tuhosti po velmi měkkou konzistenci. Výsledky hodnocení byly statisticky zpracovány pomocí Kruskal-Wallisova testu.

Nulová hypotéza předpokládala, že mezi jednotlivými vzorky nejsou v tuhosti statisticky významné rozdíly ($H_0: 1=2=3=4=5=6=7=8=9$), zatímco alternativní hypotéza připouštěla, že alespoň jeden vzorek se v tomto parametru odlišuje.

Tabulka 5: Senzorická analýzy pro tuhost

		Kategorie						
		Vzorek	1	2	3	4	5	Suma
		1	0	3	3	4	0	10
n	40	2	0	3	6	1	0	10
R	4	3	0	4	4	2	0	10
α	0,05	4	0	4	5	1	0	10
		nk	0	14	18	8	0	
		Nk ³	0	2744	5832	512	0	
		Nk	0	14	32	26	8	
		Rk	0,5	7,5	23,5	36,5	26,5	
		T1	0	22,5	70,5	146	0	239
		T2	0	22,5	141	36,5	0	200
		T3	0	30	94	73	0	197
		T4	0	30	117,5	36,5	0	184

$$Q_{kw}^* = 1,23 \quad (15)$$

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

$$1,23 \geq 7,81$$

Hodnota testového kritéria nespadla do kritického oboru. Nulovou hypotézu tedy přijímáme a alternativní zamítáme. S 95% spolehlivostí bylo prokázáno, že mezi hodnocenými vzorky paštik neexistuje statisticky významný rozdíl ve vzhledu.

5.3.5 Senzorická analýza celkového dojmu paštik

Při hodnocení celkového dojmu senzoričtí hodnotitelé zohledňovali komplexní vnímání výrobku, tedy kombinaci vzhledu, vůně, chuti a konzistence. Optimálním byl vzorek, který ve všech hodnocených parametrech působil vyváženě a harmonicky. Vzorky, které vykazovaly výrazné nedostatky v některém z parametrů, byly hodnoceny jako méně vhodné. Statistické zpracování dat bylo provedeno pomocí Kruskal-Wallisova testu. Testovaná nulová hypotéza stanovila, že všechny výrobky mají srovnatelný celkový dojem ($H_0: 1=2=3=4=5=6=7=8=9$), alternativní hypotéza předpokládala existenci alespoň jednoho vzorku, který se celkovým dojmem odlišuje.

Tabulka 6: Senzorická analýza pro celkový dojem

		Kategorie						
		Vzorek	1	2	3	4	5	Suma
		1	2	8	0	0	0	10
n	40	2	5	3	2	0	0	10
R	4	3	0	1	6	3	0	10
α	0,05	4	0	1	3	4	2	10
		nk	7	13	11	7	2	
		Nk ³	343	2197	1331	343	8	
		Nk	7	20	24	18	9	
		Rk	4	14	26	28	19,5	
		T1	8	112	0	0	0	120
		T2	20	42	52	0	0	114
		T3	0	14	156	84	0	254
		T4	0	14	78	112	39	243

$$Q_{kw}^* = -12,54 \quad (16)$$

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

$$-12,54 \geq 7,81$$

Při statistickém vyhodnocení celkového dojmu hodnota testového kritéria spadla do kritického oboru. Na hladině významnosti 5 % se tak podařilo prokázat, že mezi

hodnocenými vzorky existuje alespoň jeden, který se statisticky významně odlišuje od ostatních. Pro určení konkrétního vzorku nebo vzorků, které vykazují odlišnost, byl následně použit Némenyiho test pro vícenásobné párové 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

$$A: I \not\equiv J \quad (17)$$

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

$$|T_i - T_j| \geq 134,3$$

Tabulka 7: Výsledky Némenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro celkový dojem

	1	2	3
2	6		
3	-134	-140	
4	-123	-129	11

Statistickým hodnocením bylo zjištěno, že existuje statisticky významný rozdíl mezi vzorkem č. 2 (160 g másla: 90 g přechištěného tuku) a vzorkem č. 3 (90 g másla: 160 g přechištěného tuku).

ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo ověřit, jak se projeví použití částečně enzymaticky upraveného dančího loje při výrobě kuřecí játrové paštiky. Dančí lůj, který běžně nenachází široké uplatnění v potravinářství, byl upraven pomocí enzymatické hydrolýzy a následně zařazen do receptury jako náhrada části běžně používaného tuku.

V průběhu práce byly analyzovány fyzikálně-chemické vlastnosti jak samotného upraveného tuku, tak i hotových paštikových výrobků. Získané výsledky ukázaly, že použití modifikovaného loje ovlivnilo řadu sledovaných parametrů, včetně textury, barvy či pH. Senzorické hodnocení navíc potvrdilo, že změny ve složení měly dopad i na chuťové vlastnosti jednotlivých vzorků.

Na základě těchto poznatků lze říci, že přečištěný dančí lůj vykazuje určitý potenciál jako alternativní tuková složka při výrobě masných výrobků. Jeho použití může přinést nové možnosti v oblasti zpracování méně využívaných živočišných surovin. Částečně enzymaticky hydrolyzovaný dančí lůj se však v této práci projevil jako surovina, která si zaslouží další zkoumání – především z hlediska technologické stability, vlivu na sensorické vlastnosti výrobků a možnosti širšího praktického využití v potravinářské praxi.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VARGEL, Christian; GERMAIN, Jean-Marc; DUNLOP, Hugh. *Corrosion of Aluminium*. Amsterdam: Elsevier, 2020. ISBN 978-0-08-099927-2
- [2] MARANGONI, Alejandro G. *Structure-Function Analysis of Edible Fats*. 2nd ed. Urbana: AOCS Press, 2018. ISBN 978-1-62956-528-5
- [3] BOFF, C. et al. Application of fats in some food products. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 2013, 33(1), s. 1–10. DOI: 10.1590/S0101-20612013005000001. Dostupné z: <https://www.scielo.br/j/cta/a/dGjsjmWPp9nJtwSJxYvTFMf/>
- [4] O'BRIEN, Richard D.; FARR, Walter E.; WAN, Peter J. *Introduction to Fats and Oils Technology*. 2nd ed. Urbana: AOCS Press, 2000. ISBN 1-893997-10-4
- [5] WILLIS, W. M.; LENCKI, R. W.; MARANGONI, A. G. Lipid modification strategies in the production of nutritionally functional fats and oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 1998, 75(12), 1545-1553. DOI: 10.1080/10408699891274336
- [6] HERNANDEZ, Ernesto M. a Afaf KAMAL-ELDIN. *Processing and Nutrition of Fats and Oils*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2013. ISBN 978-0-470-67114-6
- [7] ERTEN, Sinan a David B. MIN. Animal fats. In: SHahidi, Fereidoon, ed. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. 6th ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2005. Vol. 1–6. ISBN 978-0-471-09902-2.
- [8] FIRESTONE, David. *Physical and Chemical Characteristics of Oils, Fats, and Waxes*. 3rd ed. Urbana: AOCS Press, 2013. ISBN 978-1-893997-59-4
- [9] SREE, S. Rachana a W. Jessie SUNEETHA. Fats and Oils: Effects of Processing and Its Oxidation. *Chemical Science Review and Letters*, 2022, 11(42), s. 226–230. DOI: 10.37273/chesci.cs205301423. Dostupné z: https://chesci.com/wp-content/uploads/2022/06/v11i42_18_CS205301423.pdf
- [10] DRAIN, Johnny. Aged Butter Part 2: The Science of Rancidity [online]. Copenhagen: Nordic Food Lab, 2016-01-29 [cit. 2025-05-02]. Dostupné z: <https://nordicfoodlab.org/blog/2016/01/aged-butter-part-2-the-science-of-rancidity/>
- [11] CAWTHORN, D.-M.; FITZHENRY, L.B.; KOTRBA, R.; BUREŠ, D.; HOFFMAN, L.C. Chemical Composition of Wild Fallow Deer (Dama Dama) Meat from South

- Africa: A Preliminary Evaluation. *Foods*. 2020, 9(5), 598. DOI: 10.3390/foods9050598. [CrossRef] [PubMed]
- [12] TOTTEN, George E., Rajesh J. SHAH a David R. FORESTER. *Fuels and Lubricants Handbook: Technology, Properties, Performance, and Testing*. 2nd ed. West Conshohocken: ASTM International, 2019. MNL 37-2nd-EB. ISBN: 978-0-8031-7506-6
- [13] SUBRAMANIAM, Persis, ed. Mechanisms of oxidation and hydrolysis in fats and oils. In: *Stability and Shelf Life of Food*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 2016. ISBN 978-0-08-100435-7.
- [14] CHRISTIE, William W. *Lipid Analysis: Isolation, Separation, Identification and Structural Analysis*. 4th ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2010. ISBN 978-1-84569-945-0.
- [15] CLEVELAND, Cutler J. a Christopher MORRIS. *Dictionary of Energy*. Expanded ed. Amsterdam: Elsevier, 2009. ISBN 978-0-08-096812-4.
- [16] SINGH, Jaspreet a Lovedeep KAUR. *Advances in Potato Chemistry and Technology*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier, 2016. ISBN 978-0-12-800002-4
- [17] YADA, Rickey Y., ed. *Improving and Tailoring Enzymes for Food Quality and Functionality*. Amsterdam: Elsevier, 2015. ISBN 978-1-78242-258-1
- [18] GUPTA, Monoj K. *Practical Guide to Vegetable Oil Processing*. 2. vyd. Urbana: AOCS Press, 2017. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpPGVOPE01/practical-guide-vegetable/practical-guide-vegetable>
- [19] HAYES, Douglas G., Daniel K. Y. SOLAIMAN a Richard D. ASHBY, eds. *Biobased Surfactants: Synthesis, Properties, and Applications*. 2. vyd. Amsterdam: Elsevier, 2019. ISBN 978-0-12-812449-2.
- [20] GEORGE, Nancy, Vagish DWIBEDI, Santosh Kumar RATH a Prakram Singh CHAUHAN. *Management and Mitigation of Emerging Pollutants*. Cham: Springer Nature, 2023.
- [21] KNOERZER, Kai a Kasiviswanathan MUTHUKUMARAPPAN, eds. *Innovative Food Processing Technologies: A Comprehensive Review*. Vol. 1–3. Amsterdam: Elsevier, 2021. ISBN 978-0-12-815781-0.
- [22] TIEFENBACHER, Karl F. *Technology of Wafers and Waffles I: Operational Aspects*. Amsterdam: Elsevier, 2017. ISBN 978-0-12-809438-2

- [23] Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Částka 26, 2016, s. 714–748. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69> [cit. 2025-05-13]
- [24] NORN, Viggo. *Emulsifiers in Food Technology*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2015. ISBN 978-1-118-95303-0.
- [25] FEINER, Gerhard. *Meat Products Handbook: Practical Science and Technology*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. ISBN 978-1-84569-050-2
- [26] TOLDRÁ, Fidel, ed. *Handbook of Meat Processing*. Hoboken: Wiley-Blackwell, 2010. ISBN 978-0-8138-2182-5. Dostupné také online: <https://doi.org/10.1002/9780813820897>
- [27] AZIZPOUR, Nasim, RAZAVI, Seyed Hadi, AZIZPOUR, Mehran a KHAZAEI POUL, Esmaeil. The effect of post-packaging pasteurization on physicochemical and microbial properties of beef ham. *Foods and Raw Materials* [online]. 2024, 12(1), 142–155 [cit. 2025-05-08]. DOI: 10.21603/2308-4057-2024-1-596. Dostupné z: <https://jfrm.ru/files/archive/24/AzizpourN.pdf>
- [28] KNEŽEVIĆ, Dragan, et al. Determination of Co-value as an indicator of nutritive value of pâté sterilised by regular and optimized regimes. *Veterinarski Glasnik* [online]. 2018, 72(2), 101–111 [cit. 2025-05-08]. DOI: 10.2298/VETGL1802101K. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/328635109_Determination_of_Co-value_as_an_indicator_of_nutritive_value_of_pate_sterilised_by_regular_and_optimized_regimes
- [29] BARBUT, Shai. *The Science of Poultry and Meat Processing* [online]. Guelph: University of Guelph, 2015 [cit. 2025-05-08]. Kapitola 11: Heating, Cooling & Preservation. Dostupné z: <https://download.poultryandmeatprocessing.com/v01/SciPoultryAndMeatProcessing%20-%20Barbut%20-%2011%20Heating%20Cooling%20%26%20Preservation%20-%20v01.pdf>
- [30] LAWRIE, R. A. a D. A. LEDWARD. *Lawrie's Meat Science*. 7. vydání. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006. ISBN 978-0-8493-0897-2

- [31] U.S. Food and Drug Administration. *HACCP Principles & Application Guidelines* [online]. Silver Spring, MD: FDA, 1997 [cit. 2025-05-08]. Dostupné z: <https://www.fda.gov/food/hazard-analysis-critical-control-point-haccp/haccp-principles-application-guidelines>
- [32] BROWN, M. H., ed. *Meat Refrigeration*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2000. ISBN 1-85573-395-6
- [33] STONE, Herbert a Joel L. SIDEL. *Sensory Evaluation Practices*. 3. vydání. Amsterdam: Elsevier, 2004. ISBN 978-0-12-672690-2
- [34] DELGADO-PANDO, G. et al. 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
- [35] PROŽENY.CZ. Játrová paštika s brusinkami [online]. Praha: ProŽeny.cz, 2018 [cit. 2025-05-08]. Dostupné z: <https://www.prozeny.cz/clanek/jatrova-pastika-s-brusinkami-46337>
- [36] FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J., E. SAYAS-BARBERÁ, E. SENDRA a J.A. PÉREZ-ÁLVAREZ. Quality characteristics of ostrich liver pâté. *Journal of Food Science*, 2006, 71(1), S42–S45. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.tb12399.x>
- [37] BAECHLE, Mathias, Arlete M. L. MARQUES, Matias A. VIA, Mathias P. CLAUSEN a Thomas A. VILGIS. Foie gras pâté without force-feeding featured. *Physics of Fluids*, 2025, 37, 037196. ISSN 1070-6631. Dostupné z: <https://doi.org/10.1063/5.0255813>
- [38] DA SILVA, B.A., V.C.G. DE CASTRO, C. DA SILVA ARAÚJO, M.R.S.P. JOELE, A.G.M.E. SILVA, J.A.R. DA SILVA, W.C. DA SILVA, E.C.N. RODRIGUES a J. DE BRITO LOURENÇO-JÚNIOR. Optimization of the process of preparation of liver pâtés and omental fat of lambs fed with lipid cakes. *PLoS ONE*, 2024, 19 (7 July), e0304532. ISSN 1932-6203. Dostupné z: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0304532>.
- [39] KENENBAY, Gulmira, Urishbay CHOMANOV, Samat KOZHAKHMETOV, Alibek TURSUNOV, Torgyn ZHUMALIYEVA, Nurzhan TULTABAYEV a Anuarbek SUYCHINOV. Effect of extract of ginger root and liquorice on the

- microbiological safety of mutton liver pâté. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2023, 17, s. 886–898. ISSN 1338-0230. Dostupné z: <https://doi.org/10.5219/1929>
- [40] LORENZO, José M. a Mirian PATEIRO. Effect of fat content on physico-chemical properties and lipid and protein stability of foal liver pâté. *Meat Science*, 2013, 95(2), s. 330–335. ISSN 0309-1740. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.045>
- [41] NOVOTNÁ, Tereza, MOKREJŠ, Pavel, PAVLAČKOVÁ, Jana a GÁL, Robert. Study of Processing Conditions during Enzymatic Hydrolysis of Deer By-Product Tallow for Targeted Changes at the Molecular Level and Properties of Modified Fats. *International Journal of Molecular Sciences* [online]. 2024, 25(7), 4002 [cit. 2025-05-08]. ISSN 1422-0067. DOI: 10.3390/ijms25074002. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1422-0067/25/7/4002>
- [42] ČALOVÁ, Alice. *Vliv přídavku vybraných hydrokoloidů na technologické vlastnosti masových pomazánek*. Zlín, 2024. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická.
- [43] PĚTKOVÁ, M. et al., 2024. Evaluation of the viscoelastic properties of pork liver pâté during sterilisation observed in situ. *LWT* [online]. 191 [cit. 2024-02-27]. ISSN 0023-6438. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.1115614>
- [44] NOVOTNÁ, Tereza. *Perspektivy vývoje, výroby a aplikace želatiny do jádrových paštik*. Zlín, 2022. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická.
- [45] MIKLÁŠOVÁ, Terezie. *Možnosti a využití kolagenu do masných výrobků*. Zlín, 2019. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma hydrolýzy glycerolu [10]	20
Obrázek 2: Játrové paštiky [33]	27
Obrázek 3: Opracování vstupní suroviny	35
Obrázek 4: Tavení dančího loje	36
Obrázek 5: Částečná hydrolýza dančího loje.....	37
Obrázek 6: Stanovení sušiny.....	38
Obrázek 7: Stanovení obsahu popelovin	39
Obrázek 8: Stanovení dusíku	40
Obrázek 9: Stanovení čísla kyselosti	42
Obrázek 10: Navážené suroviny pro výrobu paštik.....	44
Obrázek 11: Syrová směs	45
Obrázek 12: Pasterace paštik	45
Obrázek 13: pH metr.....	47
Obrázek 14: Měření penetrometrickou metodou	49
Obrázek 15: Spreadability test.....	50
Obrázek 16: Teplota tání.....	52
Obrázek 17: Obsah sušiny	53
Obrázek 18: Stanovení pH.....	54
Obrázek 19: Parametr L* pro stanovení barvy kuřecích paštik.....	55
Obrázek 20: Parametr a* pro stanovení barvy kuřecích paštik	55
Obrázek 21: Parametr b* pro stanovení barvy kuřecích paštik	56
Obrázek 22: Tvrdost kuřecích paštik	57
Obrázek 23: Roztíratelnost kuřecích paštik	58
Obrázek 24: Relativní lepivost kuřecích paštik	59
Obrázek 25: Lepivost kuřecích paštik	60
Obrázek 26: Viskozita kuřecích paštik	61
Obrázek 27: Elastický modul pružnosti.....	62
Obrázek 28: Ztrátový modul pružnosti	63
Obrázek 29: Komplexní modul pružnosti.....	64
Obrázek 30: Tvrdost kuřecích paštik	65

SEZNAM TABULEK

Tabulka 3: Senzorická analýza pro vzhled	67
Tabulka 4: Senzorická analýza pro vůni	68
Tabulka 5: Senzorická analýza pro chuť	69
Tabulka 6: Výsledky Němenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro chuť	70
Tabulka 7: Senzorická analýzy pro tuhost	70
Tabulka 8: Senzorická analýza pro celkový dojem	71
Tabulka 9: Výsledky Němenyiho testu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů pro celkový dojem.....	72

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DHA	Dokosahexaenová kyselina
EPA	Eikosapentaenová kyselina
H ₂ O ₂	Peroxid vodíku
H ₂ SO ₄	Kyselina sírová
H ₃ BO ₃	Kyselina boritá
HCl	Kyselina chlorovodíková
I ₂	Jod
KI	Jodid draselný
KOH	Hydroxid draselný
LA	Kyselina linolová
LNA	Kyselina linolenová
Na ₂ S ₂ O ₃	Thiosíran sodný
NaOH	Hydroxid sodný
PHM	Předvařené homogenní maso
PUFA	Polynenasycené mastné kyseliny

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Senzorický dotazník

PŘÍLOHA P I: SENZORICKÝ DOTAZNÍK

SENZORICKÁ ANALÝZA VZORKŮ PAŠTIK

Jméno a příjmení:

Věk:

Datum senzorického hodnocení:

Ohodnoťte u předložených vzorků jejich vlastnosti (vzhled, vůně, chuť, konzistence a celkový dojem). Vámi vybranou vlastnost запиšte do uvedené tabulky. Při hodnocení využijte přiložené stupnice.

Vzorek	Vzhled	Vůně	Chuť	Tuhost	Celkový dojem
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Vzhled

1	VÝBORNÝ	Vzhled je typický pro daný výrobek, bez výskytu texturních vad (vzduchové bubliny, větší kusy surovin), směs je velmi dobře homogenizovaná.
2	VELMI DOBRÝ	Vzhled je typický a vyhovující pro daný výrobek, směs je homogenní, s minimálním výskytem vad v textuře.
3	DOBRÝ	Vzhled je uspokojivý, ve výrobku jsou vidět malé změny v textuře (výskyt vzduchových bublin či větších kusů surovin).
4	MÉNĚ DOBRÝ	Vzhled je méně uspokojivý, ve výrobku se vyskytují značné texturní vady.
5	NEVYHOVUJÍCÍ	Vzhled je neuspokojivý, nepodobá se typickému vzhledu výrobku

Vůně

1	VÝBORNÁ	Vůně je lahodná, výrazná, můžeme rozlišit vůně jednotlivých složek (játra, maso, koření).
2	VELMI DOBRÁ	Vůně je typická pro daný výrobek, rozlišení jednotlivých komponent není ale zcela jasné, vůně je stále lahodná, harmonická.
3	DOBRÁ	Vůně je stále přijatelná pro daný výrobek, ve vůni nejsou cítit cizí pachy.
4	MÉNĚ DOBRÁ	Vůně je typická, málo výrazná, převládají vůně jednotlivých složek.
5	NEVYHOVUJÍCÍ	Vůně je netypická pro daný výrobek, dochází k výskytu cizích pachů.

Chuf

1	VÝBORNÁ	Vynikající chuť, typická pro daný výrobek, lahodná, vyvážená, harmonická, vyvážená slanost.
2	VELMI DOBRÁ	Typická chuť pro daný výrobek, bez příměsí cizích příchutí, vyvážená, s optimální slaností.
3	DOBRÁ	Chuť odpovídá danému výrobku, ale dochází k vyvstávání chutí jednotlivých komponent, lze cítit menší odchylka ve slanosti.
4	MÉNĚ DOBRÁ	Chuť je příliš silná/slabá, výrazná odchylka ve slanosti, lze cítit i jiné příměsi.
5	NEVYHOVUJÍCÍ	Chuť neodpovídá danému výrobku, výrazně se liší, je nepříjemná.

Tuhost

1	VELMI VYSOKÁ	Výrobek je extrémně tuhý, špatně roztíratelný, velmi dobře krájitelný.
2	VYSOKÁ	Výrobek je pevný, pospolitý, hůře roztíratelný.
3	STŘEDNÍ	Výrobek je dobře roztíratelný, dobře se krájí, dobře drží pospolu, typická konzistence daného výrobku.
4	MĚKKÁ	Konzistence je měkká, nesoudržná.
5	VELMI MĚKKÁ	Výrobek je velmi měkký, kašovitý, velmi špatně roztíratelný.

Celkový dojem

1	VÝBORNÝ	Výrobek splnil očekávání pro daný výrobek, má odpovídající chuť, barvu, vůni i vzhled.
2	VELMI DOBRÝ	Výrobek splnil očekávání pro daný výrobek, ovšem došlo k vyvstání alespoň jednoho nedostatku.
3	DOBRÝ	Výrobek je uspokojivý, s nedostatky, splnil očekávání.
4	MÉNĚ DOBRÝ	Výrobek nesplnil očekávání, ale má alespoň jeden společný znak s výrobky tohoto typu.
5	NEVYHOVUJÍCÍ	Výrobek se liší od ostatních, je netypický pro daný typ.