

# **Vliv přídatku oleogelů na technologické vlastnosti masových pomazánek**

Bc. Irena Lukeščíková

---

Diplomová práce  
2025



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2024/2025

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

|                   |                                                                              |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| Jméno a příjmení: | <b>Bc. Irena Lukeščíková</b>                                                 |
| Osobní číslo:     | <b>T23275</b>                                                                |
| Studijní program: | <b>N0721A210004 Technologie potravin</b>                                     |
| Forma studia:     | <b>Kombinovaná</b>                                                           |
| Téma práce:       | <b>Vliv přídavku oleogelů na technologické vlastnosti masových pomazánek</b> |

## Zásady pro vypracování

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

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

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] Feichtinger, A. & Scholten, E., 2020. Preparation of Protein Oleogels: Effect on Structure and Functionality. *Foods*, 9(12), p.1745.
- [2] LU, Y., ZHANG, Y., YUAN, F., GAO, Y. and MAO, L., 2021. Emulsion gels with different proteins at the interface: Structures and delivery functionality. *Food Hydrocolloids*, 116, pp. 106637.
- [3] Scharfe, M., Flöter, E., Oleogelation: From Scientific Feasibility to Applicability in Food Products. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2020, 122, 2000213.

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

Datum zadání diplomové práce: **1. ledna 2025**  
Termín odevzdání diplomové práce: **9. května 2025**

L.S.

---

**prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.**  
děkan

---

**Ing. Robert Gál, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 14. února 2025

# PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

## Beru na vědomí, že

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

## Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně, dne .....

.....  
podpis autora



## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá výrobou masových pomazánek, které byly vyrobeny z vepřového masa s přídavkem oleogelu z řepkového oleje se žlutým včelím voskem a oleogelu vyrobeného z řepkového oleje a glycerol mono stearátu se žlutým včelím voskem v různých koncentracích. Byl sledován vliv koncentrace a složení oleogelu na vybrané technologické vlastnosti těchto výrobků.

Klíčová slova: maso, vepřové maso, masné výrobky, masové pomazánky, paštika, oleogely, technologické vlastnosti, žlutý včelí vosk

## **ABSTRACT**

The diploma thesis focuses on the production of meat spreads made from pork with the addition of oleogels based on rapeseed oil with yellow beeswax, and oleogels made from rapeseed oil and glycerol monostearate with yellow beeswax in various concentrations. The effect of oleogel concentration and composition on selected technological properties of these products was studied.

**Keywords:** meat, pork, meat products, meat spreads, pâté, oleogels, technological properties, yellow beeswax.

## PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji panu Ing. Robertu Gálovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady týkající se zpracování diplomové práce. Také děkuji své rodině za podporu a trpělivost při mém studiu.

# OBSAH

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>ÚVOD.....</b>                                                               | <b>13</b> |
| <b>I TEORETICKÁ ČÁST .....</b>                                                 | <b>14</b> |
| <b>1 TECHNOLOGIE MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ.....</b>                               | <b>15</b> |
| 1.1 DEFINICE MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ .....                                      | 15        |
| 1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA .....                                                | 16        |
| 1.2.1 Voda .....                                                               | 17        |
| 1.2.2 Bílkoviny .....                                                          | 17        |
| 1.2.3 Tuky .....                                                               | 17        |
| 1.2.4 Minerální látky .....                                                    | 18        |
| 1.2.5 Vitamíny.....                                                            | 18        |
| 1.2.6 Extraktivní látky .....                                                  | 19        |
| 1.3 TECHNOLOGIE VÝROBY MASOVÝCH POMAZÁNEK .....                                | 20        |
| 1.3.1 Suroviny pro výrobu masových pomazánek .....                             | 20        |
| 1.3.2 Zpracování masa .....                                                    | 22        |
| 1.3.3 Struktura masných výrobků .....                                          | 22        |
| 1.3.4 Fyzikálně-chemické faktory při mělnění surovin .....                     | 23        |
| 1.3.5 Mělnění surovin .....                                                    | 23        |
| 1.3.6 Narážení do obalů a tvarování.....                                       | 24        |
| 1.3.7 Konzervace a obchodní sterilita .....                                    | 24        |
| <b>2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ .....</b>                 | <b>25</b> |
| 2.1 VAZNOST MASA.....                                                          | 25        |
| 2.1.1 Bílkoviny.....                                                           | 25        |
| 2.1.2 Změna hodnoty pH.....                                                    | 26        |
| 2.1.3 Přídavek jedlé soli .....                                                | 27        |
| 2.1.4 Posmrtné změny .....                                                     | 28        |
| 2.2 KŘEHKOST MASA .....                                                        | 28        |
| 2.3 CHUTNOST MASA .....                                                        | 29        |
| 2.4 BARVA MASA .....                                                           | 29        |
| <b>3 APLIKACE PŘÍDATNÝCH LÁTEK A HYDROKOLOIDŮ DO<br/>MASNÝCH VÝROBKŮ .....</b> | <b>30</b> |
| 3.1 DUSITANY A DUSIČNANY .....                                                 | 30        |
| 3.2 FOSFOREČNANY .....                                                         | 31        |
| 3.3 HYDROKOLOIDY.....                                                          | 31        |
| 3.3.1 Hydrokoloidy na bázi polysacharidů .....                                 | 32        |
| 3.3.2 Hydrokoloidy na bázi bílkovin.....                                       | 34        |
| <b>4 VYUŽITÍ OLEOGELŮ V TECHNOLOGII MASNÝCH VÝROBKŮ.....</b>                   | <b>36</b> |
| 4.1 ROZDĚLENÍ OLEOGELŮ .....                                                   | 36        |
| 4.2 VÝROBA OLEOGELŮ .....                                                      | 37        |

|           |                                                    |            |
|-----------|----------------------------------------------------|------------|
| 4.2.1     | Přímá disperze .....                               | 37         |
| 4.2.2     | Metoda nepřímé disperze .....                      | 38         |
| 4.3       | OLEOGELÁTORY NA LIPIDOVÉ BÁZI .....                | 39         |
| 4.3.1     | Vosky.....                                         | 39         |
| 4.3.2     | Monoacylglyceroly.....                             | 40         |
| 4.3.3     | Steroly a fytosteroly .....                        | 40         |
| 4.4       | REFORMULACE MASNÝCH VÝROBKŮ .....                  | 40         |
| 4.4.1     | Náhrada tuku .....                                 | 41         |
| 4.4.2     | Využití oleogelů v potravinářství .....            | 41         |
| <b>II</b> | <b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>                        | <b>43</b>  |
| <b>5</b>  | <b>CÍLE PRÁCE.....</b>                             | <b>44</b>  |
| <b>6</b>  | <b>METODIKA PRÁCE A POUŽITÝ MATERIÁL.....</b>      | <b>45</b>  |
| 6.1       | POUŽITÝ MATERIÁL PRO VÝROBU OLEOGELŮ .....         | 45         |
| 6.1.1     | Výroba oleogelů .....                              | 46         |
| 6.2       | VÝROBA VZORKŮ JÁTROVÝCH VEPŘOVÝCH PAŠTIK .....     | 47         |
| 6.2.1     | Surovinové složení a postup výroby paštik.....     | 47         |
| 6.3       | VYHODNOCENÍ TECHNOLOGICKÝCH VLASTNOSTÍ PAŠTIK..... | 48         |
| 6.3.1     | Stanovení pH paštik.....                           | 49         |
| 6.3.2     | Stanovení barvy paštik .....                       | 49         |
| 6.3.3     | Hodnocení textury paštik.....                      | 50         |
| 6.3.4     | Hodnocení reologických vlastností .....            | 50         |
| 6.4       | SENZORICKÁ ANALÝZA .....                           | 51         |
| 6.4.1     | Senzorické hodnocení masových pomazánek .....      | 52         |
| 6.4.2     | Hodnocení s použitím stupnic .....                 | 53         |
| 6.4.3     | Pořadová zkouška.....                              | 56         |
| <b>7</b>  | <b>VÝSLEDKY A DISKUSE.....</b>                     | <b>58</b>  |
| 7.1       | STANOVENÍ PH .....                                 | 58         |
| 7.2       | VYHODNOCENÍ BARVY .....                            | 59         |
| 7.3       | VYHODNOCENÍ TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ.....             | 63         |
| 7.3.1     | Analýza textury masových pomazánek .....           | 63         |
| 7.3.2     | Vyhodnocení dynamické oscilační reometrie .....    | 68         |
| 7.4       | HODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY .....                 | 72         |
| 7.4.1     | Stupnicová zkouška podle Kruskal-Wallise .....     | 72         |
| 7.4.2     | Pořadová zkouška.....                              | 85         |
| 7.5       | ZHODNOCENÍ SENZORICKÉ ANALÝZY .....                | 90         |
|           | <b>ZÁVĚR.....</b>                                  | <b>92</b>  |
|           | <b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>             | <b>95</b>  |
|           | <b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>                        | <b>105</b> |

|                                                |            |
|------------------------------------------------|------------|
| <b>SEZNAM TABULEK.....</b>                     | <b>106</b> |
| <b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b> | <b>107</b> |
| <b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>                      | <b>108</b> |



## ÚVOD

Maso a masové pomazánky byly a jsou nedílnou součástí stravování dnešních konzumentů. Jedná se o potraviny s vyšším stupněm zpracování, tzv. konvenience food. Tyto potraviny se řadí k základním trendům při vývoji potravin jejichž sortiment se neustále rozšiřuje, také pro jejich rostoucí popularitu díky snadné dostupnosti, minimálním požadavkům na přípravu a pro možnost rychlé konzumace.

Masové pomazánky obsahují veškeré masové přísady s přídavkem potravinářských přídatných látek, pro zajištění vhodné konzistence, barvy, chuti a struktury. Vzhledem k tomu, že často mají vyšší obsah nasycených mastných kyselin jejichž konzumací byl prokázán vztah s výskytem civilizačních onemocnění, je trendem eliminovat množství nasycených tuků a nahradit je jinou alternativou. Vhodně zvolenou reformulací se jeví využití potravinářských oleogelů nebo hydrogelů, s cílem zlepšit nutriční profil masných výrobků a učinit je zdravějšími, alespoň částečným nahrazením živočišných tuků.

Technologie výroby masových pomazánek má svá prověřená specifika, která vedou ke spotřebiteli požadovaným sensorickým vlastnostem těchto výrobků. Pro jejich reformulaci je nutné tuto technologii uzpůsobit tak, aby výsledkem byl výrobek, který se svými sensorickými vlastnostmi co nejvíce přibližuje k původnímu produktu a zároveň splňuje vylepšený nutriční profil. (Perța-Crișan et al., 2023)

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 TECHNOLOGIE MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ

Maso se řadí mezi velmi oblíbené složky potravy člověka, především pro jeho senzorické vlastnosti. Důležitým důvodem konzumace je nesporně také nutriční složení této komodity pro obsah plnohodnotných bílkovin, vitamínů a minerálních látek. Legislativně je pojem maso a masné výrobky definován vyhláškou č. 69/2016 Sb. v platném znění o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. Jedná se o soubor požadavků, který je závazný pro výrobce s cílem ochrany jak výrobců, tak spotřebitelů. (Pipek, 1995)

### 1.1 Definice masa a masných výrobků

Pojmem maso jsou definovány všechny části těl živočichů vhodné k lidské výživě, které je člověk ochoten zkonzumovat, včetně živočišných tuků, krve, drobů, kůže a kostí vhodných ke konzumaci, ale také masné výrobky. V užším slova smyslu je masem pouze kosterní svalovina buď samotná svalová tkáň nebo svalová tkáň včetně vmezeřeného tuku, nervů, cév a vazivových částí. Podle předmětné vyhlášky je za maso považována i tuková tkáň, syrové sádlo nebo syrový lůj určené pro lidskou spotřebu získané z jatečně upravených těl zvířat nebo při bourání masa. (Zákony pro lidi, 2010–2024)

Masné výrobky lze dělit na druhy a skupiny dané vyhláškou č. 69/2016 S., v příloze č. 6, viz. Tabulka 1.

Tabulka 1 Členění masných výrobků

| Druh                   | Skupina                                  |
|------------------------|------------------------------------------|
| <b>Masný výrobek</b>   | tepelně opracovaný                       |
|                        | tepelně neopracovaný                     |
|                        | tepelně neopracovaný pro tepelnou úpravu |
|                        | trvanlivý tepelně opracovaný             |
|                        | trvanlivý fermentovaný                   |
|                        | konzerva                                 |
|                        | polokonzerva                             |
| <b>Masný polotovár</b> |                                          |

(zdroj: Zákony pro lidi, 2010–2024)

Tato práce se zabývá tepelně opracovanými masnými výrobky z vepřového masa, konkrétně masovými pomazánkami. Pro účely Vyhlášky č. 69/2016 Sb. v platném znění se rozumí, že tepelně opracovaný výrobek je takový, u kterého bylo během tepelného zpracování ve všech částech dosaženo minimální teploty  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu nejméně 10 minut. Masové pomazánky jsou potravinářské výrobky vyrobené z jemně mletého nebo mělněného masa svou strukturou se podobají paštikám. Paštiku lze definovat jako tepelně opracovaný masný výrobek z mělněného masa, který je převážně roztíratelný, kdy není nutné jej narážet do technologického obalu. Jestliže je taková paštika narážena do výrobního obalu, je možné ji klasifikovat jako konzervu, kde vzniká povinnost tepelného ošetření ve všech částech na teplotu  $+121\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu nejméně 10 minut. Vznikne výrobek s dlouhou dobou trvanlivosti, protože teplota ošetření zaručí zničení všech případných mikroorganismů a také spor, které by se mohly ve výrobku vyskytnout. Jestliže je paštika ošetřena jako polokonzerva, tj. na teplotu v jádře potraviny odpovídající účinkům teploty  $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu nejméně 10 minut, jsou při tepelném ošetření zničeny pouze mikroorganismy ve vegetativní formě a je nutné tento výrobek uchovávat při chladničkových teplotách s dobou trvanlivosti asi 6 měsíců. (Šilhánková, 2002; Adams & Moss, 2008)

## 1.2 Chemické složení masa

Maso je tvořeno vodou, lipidy, minerálními látkami, také vitamíny a extraktivními látkami, v malém množství i sacharidy – glykogenem. (viz. Tabulka 2).

Tabulka 2 Chemické složení masa v %

| Složka            | Obsah [%] |
|-------------------|-----------|
| Voda              | 70-75     |
| Bílkoviny         | 18-22     |
| Lipidy            | 1-5       |
| Minerální látky   | 1         |
| Extraktivní látky | 1-1,5     |

(zdroj: Kameník et al., 2014)

Chemické složení masa je proměnlivé a souvisí se stářím zvířete, jeho pohlavím, složením a velikostí krmné dávky, jeho životními podmínkami a také s částí svalové partie, ze které je získáno. Jeho posouzení souvisí také s tím, zda je hodnoceno jatečně opracované tělo jako celek, nebo pouze čistá svalovina. (Pipek, 1995)

### 1.2.1 Voda

Složka masa zastoupená nejvyšším procentem, má významný technologický a senzorický význam, jejíž obsah souvisí s množstvím tuků a bílkovin v mase. Slouží jako rozpouštědlo pro bílkoviny, sacharidy, soli a další látky zastoupené v mase a též je prostředím pro umožnění průběhu enzymových reakcí. Způsob její vazby na myofibrilární bílkoviny ovlivňuje technologické vlastnosti masa tzv. vaznost masa. Obsah vody v mase je důležitý také pro rozvoj nežádoucích, především patogenních mikroorganismů, které představují velké zdravotní riziko. Z tohoto důvodu je důležité dodržovat hygienické zásady při manipulaci s vepřovým masem, droby i masnými výrobky a využívat bariérové teorie k eliminaci pomnožení mikroorganismů způsobujících kažení potravin. (Ingr, 2003; Kadlec et al., 2012)

### 1.2.2 Bílkoviny

Z nutričního hlediska jde o významnou složku masa, jsou zde zastoupeny plnohodnotné bílkoviny obsahující všechny esenciální aminokyseliny, tedy takové, které si lidské tělo nedokáže samo syntetizovat. Bílkoviny plní řadu důležitých funkcí jako jsou funkce stavební pro podporu růstu buněk a tkání, enzymatické pro urychlení chemických reakcí, transportní (hemoglobin, který transportuje kyslík), ochranné (imunitní systém) nebo regulační funkce (hormony) v organismu. Důležitým ukazatelem jakosti masa je obsah čistých svalových bílkovin, tj. sarkoplasmatických a myofibrilárních. Bílkoviny stromatické jsou řazeny jako neplnohodnotné, proto maso s vyšším obsahem těchto bílkovin je posuzováno jako méně hodnotné. (Haurowitz & Kohsland, 2025; Kadlec et al., 2012)

### 1.2.3 Tuky

Na základě chemické struktury lze tuky rozdělit do dvou skupin – triacylglyceroly a fosfolipidy. Triacylglyceroly jsou estery vyšších mastných kyselin a glycerolu a řadí se mezi zásobní tuky, kdežto fosfolipidy jsou strukturální lipidy a podílejí se na stavbě buněčných membrán. Lze je také rozdělit na tuk zásobní, jež je základem tukové tkáně a intramuskulární uvnitř svaloviny, důležitý z pohledu senzorického, protože dodává masu křehkost a chuť. Tento tuk, rozložený mezi svalovými buňkami, tvoří tzv. mramorování masa. Přítomnost tuku v mase má nezastupitelnou funkci především ze senzorického hlediska, protože je nositelem chuti a vůně. Jsou zde rozpuštěny lipofilní látky, které jsou

při zahřívání masa uvolňovány, a tak přispívají k jeho chutnosti. (Kameník, 2014, Khan et al., 2015; Steinhauser, 1995)

#### 1.2.4 Minerální látky

Maso je považováno za významný zdroj minerálních látek potřebných pro lidskou výživu, především stopových prvků a železa obsaženého v hemu, jež je součástí hemoglobinu a myoglobinu. Množství a skladba minerálních látek obsažených v mase se pohybuje okolo 1 % a souvisí s výživou zvířete, způsobem chovu, plemenem, druhem svaloviny a také způsobem zpracování masa. S výjimkou hemového železa je biologická dostupnost těchto látek pro lidský organismus omezená, proto je vhodné sledovat jejich biologickou přítomnost sledováním procenta popelovin i mineralizovaných prvků, které je lidský organismus schopen absorbovat střevem, tzn. že jsou biologicky dostupné. (Pipek, 1993; Ramos et al., 2012)

Minerální látky jsou z většiny rozpustné ve vodě, plní specifické funkce z hlediska metabolismu, podílí se na udržování osmotického tlaku buněk, významně regulují svalovou kontrakci a enzymatické pochody ve svaích. Z hlediska výživového je důležitý obsah vápníku, hořčíku, železa, draslíku, které se v mase vyskytují ve formě iontů, jejich funkce je klíčová i v technologickém procesu. **Hořčík** se uplatňuje v aktivitě enzymů metabolismu cukrů a ovlivňuje hodnotu enzymu adenosintrifosfatázy. **Vápník** hraje roli při svalové kontrakci, účastní se pochodů při srážení krve a také je v nemalém množství obsažen ve struktuře kostí a zubů. Vápník a hořčík mají velký význam při tvorbě struktury masa a masných výrobků, protože se účastní tvorby příčných vazeb mezi bílkovinnými řetězci. **Železo** se v mase nachází v hemových barvivech, volné i iontové formě a je hlavním zdrojem železa z potravy, využitelné a lehce vstřebatelné je především z hemového barviva. (Kadlec et al., 2012; Kameník, 2014)

#### 1.2.5 Vitamíny

Různorodá skupina výživných látek, důležitých pro správný vývoj a pro udržení zdraví v dospělém věku až do stáří. Vitamíny jsou děleny na dvě skupiny, ty rozpustné ve vodě a rozpustné v tucích. Mezi vitamíny rozpustné v tucích jsou řazeny A, D, E, K, ukládají se v organismu především v tukové tkáni a játrech. Organismus si jejich zásobu udržuje až po dobu 6. měsíců a dokáže je dle nutnosti velmi dobře distribuovat. Vitamíny skupiny B a vitamín C jsou řazeny mezi hydrofilní vitamíny, organismu si zásobu netvoří, kromě vitamínu B<sub>12</sub>, nacházejí se v krevním řečišti při jejich nadbytku jsou z organismu

vylučovány. Proto je důležité každodenní doplňování těchto vitamínů, neboť jejich nedostatek může vést k závažným zdravotním problémům. Maso je velmi významným zdrojem vitamínu skupiny B. (Rejinold et al., 2019)

Přičemž vitamíny B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, a B<sub>9</sub> jsou obsaženy především v játrech a B<sub>1</sub>, B<sub>5</sub> a B<sub>12</sub> ve svalové tkáni a mají důležité pozitivní účinky na funkce lidského organismu, což je patrné z Tabulky 3. (Kameník, 2014)

Tabulka 3 Vitamíny skupiny B přítomné v mase

| Vitamíny skupiny B      | Výskyt                       | Účinky                                                                      |
|-------------------------|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| B1 thiamin              | Všechny druhy masa           | Srdce a nervový systém<br>Látková přeměna cukrů<br>Nervové a svalové funkce |
| B2 riboflavin           | Játrech                      | Dobrý stav kůže, očí<br>Správná funkce srdce<br>Energetická přeměna         |
| B3 niacin               | Játrech                      | Energetická přeměna v těle<br>Obnova pleti<br>Roztahuje cévy                |
| B5 kyselina pantotenová | Kuřecí, hovězí maso, játrech | Vstřebávání sacharidů a lipidů                                              |
| B6 pyridoxin            | Hovězí maso, játrech         | Funkce nervového systému<br>Funkce krevního oběhu                           |
| B9 kyselina listová     | Vnitřnosti, listová zelenina | Krvetvorba                                                                  |
| B12 kobalamin           | Všechny druhy masa           | Uvolnění energie z jídla<br>Krvetvorba, paměť                               |

(zdroj: Kameník, 2014)

### 1.2.6 Extraktivní látky

Jsou to látky extrahovatelné do vody při teplotě média okolo 80 °C, v mase se vyskytují ve velmi malém množství. Vznikají při zrání masa jako rozkladné produkty. Jejich význam spočívá ve vytvoření typické chuti a pachu masa. Do této skupiny jsou řazeny sacharidy, organické fosfáty a dusíkaté extraktivní látky.

**Sacharidy** se v mase vyskytují v poměrně malém množství. Nejvýznamnější je obsah polysacharidu glykogenu – živočišného škrobu a produktů odbourávání během zrání masa.

Jedná se o důležitý zdroj energie při svalové práci, který se anaerobně rozpadá za vzniku kyseliny mléčné, které maso okyseluje a tím přispívá k jeho lepší údržnosti. Mimo kyselinu mléčnou mohou vznikat také další organické kyseliny – octová, pyrohroznová nebo jantarová.

**Organické látky** jsou v mase obsaženy v podobě nukleotidů, nukleových kyselin a jejich rozkladných produktů, především adenosintrifosfátu, který slouží jako zdroj energie a během zrání masa je enzymaticky štěpen na adenosindifosfát a další produkty, které významně ovlivňují chutnost masa.

Mezi **dusíkaté extraktivní látky** jsou řazeny aminokyseliny a některé peptidy. Zástupci volných aminokyselin jsou například arginin, lysin nebo histidin, avšak při technologických operacích, tepelném opracování masa nebo rozkladu volných aminokyselin dekarboxylací pomocí mikroorganismů hrozí vznik nežádoucích biogenních aminů. (Hrabě et al., 2006; Schirone et al., 2022; Steinhäuser, 1995)

### 1.3 Technologie výroby masových pomazánek

Masnými výrobky jsou technologicky opracované produkty jejichž převažující základní surovinou je syrové nebo tepelně opracované maso. V minulosti byly vyráběny pro zajištění údržnosti masa, využití odřezků při jeho bourání. Pro produkci masných výrobků je maso kombinováno s dalšími ingrediencemi jako je koření nebo voda a přídatnými látkami. Vznikají potraviny charakteristických vlastností, textury, barvy a dalších organoleptických vlastností, jejichž údržnost je dosahována kombinací několika konzervačních zákroků. Vyrábí se různé typy výrobků, mezi nimiž je významný rozdíl ve struktuře, například tvořeny celými kusy masa tzv. celosvalové výrobky, kam jsou řazeny různé šunky nebo uzená masa nebo výrobky mělněnými, kdy je nutné strukturu výrobku technologickými operacemi vytvořit. (Dostálová & Kadlec, 2014; Kadlec et al., 2012)

#### 1.3.1 Suroviny pro výrobu masových pomazánek

Masnými surovinami používanými pro výrobu masových pomazánek jsou využívány především vepřové maso, kuřecí játra a vepřový tuk. Všechny zmíněné suroviny jsou velmi málo údržné, především játra jsou velmi náchylná k pomnožení nežádoucí mikroflóry, jež způsobuje kažení potravin a mohou negativně ovlivnit výsledný výrobek, jeho chuť, strukturu a barvu. Proto je důležité základní ingredience správně ošetřit a skladovat. Dalšími

přísadami mohou být polysacharidy, fosfáty, dusitanová solící směs nebo barviva. (Feiner, 2006; Kadlec et al., 2012)

Hlavní surovinou pro výrobu masových pomazánek je zdravotně nezávadné výrobní **maso** z dostatečně vyzrálé vepřové plece buď samostatné nebo v kombinaci s dalšími jatečnými druhy masa. Přídavkem jiného druhu masa je možné získat konečný výrobek chutnější a s vylepšenými texturními vlastnostmi. (Steinhauser, 1995)

**Vepřové sádlo** je řazeno mezi vedlejší produkty při zpracovávání jatečně upraveného vepřového těla ve zpracovatelských závodech. Obsahuje okolo 99 % tuku, který tvoří asi 51,2 % nasycených mastných kyselin, 35,8 % monoenových mastných kyselin a asi 11,6 % polyenových mastných kyselin. Získává se při bourání masa, kdy je důležité dodržet hygienické předpisy pro zabránění možné kontaminace. Tato složka může při správném technologickém zpracování vylepšit vlastnosti masové pomazánky jako je roztíratelnost, šťavnatost a jemnost konzistence. Tuk přidávaný do masného výrobku, ale také tuk obsažený v samotném použitém mase může chuť masa ovlivňovat několika způsoby. Jedná se především o oxidaci lipidů, účast tuku při Maillardových reakcích a interakci oxidačních produktů lipidů s produkty vzniklými při Maillardových reakcích a degradaci vitamínů. (Cao et al., 2017; Kadlec et al., 2012; Khan et al., 2015; Liu et al., 2023)

Nedílnou součástí vepřové paštiky jsou **kuřecí játra**, která jsou produkována jako vedlejší surovina vznikající při výrobě kuřecího masa a řadí se mezi nejkonzumovanější a nejvýživnější suroviny. Kuřecí játra obsahují asi 20 % bílkovin a jsou také velmi dobrým zdrojem vitamínů A, B<sub>12</sub> a minerálních látek. Obsahují velké množství hemových barviv, které pak dávají barvu paštikám, do kterých jsou použita jako surovina při výrobě. Pro výrobu paštik se používají chlazená játra jemně rozmělněná a syrová, tak působí jako emulgátor důležitý pro zachování kompaktní struktury masného výrobku a zároveň při použití nezamražených jater nedochází k tak velkým ztrátám vody jako při použití jater rozmražených. Při tepelném zpracování paštiky je důležité, pro dosažení mikrobiologicky bezpečného produktu, dodržet alespoň minimální teplotu okolo +74 °C. Současně tepelná úprava jater při nižších teplotách napomáhá vzniku měkké a šťavnaté struktury paštiky a zároveň nedochází k rozvinutí hořké chuti paštiky během probíhajících Maillardových reakcí. (Qu et al., 2021)

Pro vyzdvižení senzorického charakteru paštiky je důležitý přídavek **koření**, jež podstatně ovlivňuje vzhled, barvu a v neposlední řadě chuť masného výrobku. Nezanedbatelnou úlohu také hraje jeho schopnost prodloužení trvanlivosti a prevence kažení

potravin na základě jeho antioxidační aktivity a antimikrobiálních vlastností. Jako koření jsou definovány oddenky, kůra, listy, nať a květy rostlin, v nezbytné míře technologicky zpracované. Vzhledem k tomu, že sušené koření vykazuje nízkou aktivitu vody, má dlouhou živostnost, je ovšem nutné přihlídnout k zachování jeho aroma a barvy, neboť ty během skladování degradují a mohou nepříznivě ovlivnit jeho kvalitu. Další možností je využití kořeního přípravku distribuovaného například ve formě extraktu. Tato forma je bezpečnější z mikrobiologického hlediska a také lze výrobu zlevnit. Na druhou stranu extrakt koření nedodává do masného výrobku přidanou hodnotu mozaiky na řezu jako koření sušené. (Carlsen et al., 2010; Kadlec et al., 2012; Liu et al., 2017)

### 1.3.2 Zpracování masa

Pro získání chutných, a především bezpečných výrobků je důležité tepelné opracování masa, při němž se současně rozvíjí aroma. Působením teplot probíhají Maillardovy reakce, oxidace lipidů, denaturace thiaminu, za současné interakce nejen těchto produktů vzniká masová příchut', jež je kombinací chuti a tvorby aromatických látek vznikající vařením masa. Tyto reakce se významnou měrou podílejí na tvorbě těkavých látek, které se nachází ve vařeném mase. Teplota použitá při tepelném opracování, technologická metoda a délka vaření přímo ovlivňují chemické složení a nutriční hodnotu výsledného produktu. Již při teplotě 30 °C se mění prostorové uspořádání molekul bílkovin, dochází ke snižování vaznosti masa a zvyšuje se jeho tuhost. Při teplotě okolo 45 °C myozin denaturuje, což se projevuje zkrácením svalového vlákna. Při dalším zvyšování teploty postupně dochází k denuraci a koagulaci myozinu a následně i sarkoplazmatických bílkovin. (Cao et al., 2017; Kanokruangrong et al., 2019; Khan et al., 2015; Odstrčil & Odstrčilová, 2006)

### 1.3.3 Struktura masných výrobků

Struktura masného výrobku je dána jeho povahou a technologií zpracování. Jedná se o dva různé typy masných výrobků – celosvalové a mělněné. V případě celosvalových výrobků je žádoucí tvorba gelu na základě rozpustnosti a bobtnání bílkovin, jež celý výrobek spojí. Při výrobě mělněných masných výrobků je důležité vytvořit tzv. dílo, tvořené z jemně mělněného vazného výrobního masa smíchaného s podílem méně vazného masa, se solící směsí, šupinkovým ledem a dalšími ingrediencemi. Tuto směs, nazývanou jako spojka, která je základem mělněných masných výrobků, je možné smíchat s vložkou. Vložkou se rozumí kousky masa nebo jiné potraviny, jež po tepelném zpracování vytváří mozaiku celého výrobku. (Dostálová & Kadlec, 2014; Kadlec et al., 2012; Pipek, 1998)

### 1.3.4 Fyzikálně-chemické faktory při mělnění surovin

Při výrobě masových játrových pomazánek je dílo tvořeno pouze spojkou z jemně mělněného vařeného vepřového masa a vepřového sádla smíchaného s rozkútrovanými játry s přidavkem koření a solící směsí. Mechanická energie, která působí na strukturu masa, narušuje sarkolemu, která je přístupná fosfátům a kuchyňské soli, dochází tak k uvolňování a rozpouštění bílkovin. Struktura jemně mělněného masného výrobku je tvořena složitou polydisperzní soustavou, jejíž základem je síť nabobtnalých myofibrilárních bílkovin stabilizovaných koloidním roztokem rozpustných bílkovin ve formě suspenze, v nichž jsou zachyceny kapičky tuku. Stabilita, pevnost, množství rozpuštěných myofibrilárních bílkovin, velikost rozptýlených částic v disperzní soustavě a jejich vzájemný poměr, a především množství přidané soli nebo solící směsí má zásadní vliv na charakter výsledného produktu. Nemaý vliv na strukturu, barvu, texturu a stálost masové pomazánky má technologický postup výroby. Je důležité zvolit správnou teplotu zpracování díla a ideální stupeň rozmělnění tuku. Při vysokém stupni rozmělnění a vyšším množství tuku, vzniká velké množství drobných kapiček, které mají velký povrch, a nelze je stabilizovat v bílkovinné síti. Při tepelném zpracování je nezachycený tuk oddělen a dochází ke zkrácení díla. Vlivem nízké teploty při zpracování dochází k nedokonalému rozmělnění tuku, ten je obtížně zachycován v bílkovinném roztoku. Při vysoké teplotě mělnění tuku dochází k jeho roztírání. Vzniká výrobek velmi nestabilní, tuk se lehce uvolňuje a vyvstává na povrch výrobku, což může být klasifikováno jako vada. (Dostálová & Kadlec, 2014; Kadlec et al., 2012; Pipek, 1998)

### 1.3.5 Mělnění surovin

Důvodem je zmenšení částí masa vařeného nebo syrového a jeho následná homogenizace v jednom zařízení kutru nebo kombinací umletí na řezačce a následném kutrování. Řezačka je stroj sloužící k mělnění masa součinností řezací desky, nože a šnekové hřídele. Maso určené ke zpracování je podáváno pomocí šnekové hřídele k otvorům řezací desky jejíž průměr určuje stupeň rozmělnění. Maso je těmito otvory protlačováno a současně je oproti desce odřezáváno břitý nože. Pro zlepšení účinnosti jsou ostřeny jak břitý nože, tak hrany otvorů v desce. (Hrabě et al., 2006; Kadlec et al., 2012)

Kutrování probíhá v zařízení pro přípravu díla, jedná se o mělníci zařízení s otočnou mísou, ve které se na hřídeli otáčí několik srpovitých nožů. Kombinací délky kutrování a rychlostí otáček je možné dosáhnout požadovaného rozmělnění díla. Vzhledem k tomu, že

při kutrování dochází ke vzniku tepla, je nutné dílo ochlazovat přidavkem šupinkového ledu pro zabránění nežádoucí denaturace bílkovin a tím snížení vaznosti zpracovávaného masa. Současně jsou do kutru, který zajistí i dokonalé promíchání díla, přidávány ostatní recepturní složky jako je koření, dusitanová solící směs a další přídatné látky. (Kadlec et al., 2012)

### **1.3.6 Narážení do obalů a tvarování**

Hotové dílo je naráženo do technologických obalů, jež udávají tvar a velikost hotových výrobků. Jako obaly jsou používána vyčištěná a upravená přírodní střeva, umělá přírodní střeva tzv. klihovková nebo celulózové obaly a obaly syntetické, současně splňující požadavky Vyhlášky č. 38/2001 Sb. o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrmů. Pro plnění mohou být využívány obaly vyrobené z lisovaného kovu, plastů na bázi hliníkové fólie nebo obaly skleněné. (Kadlec et al., 2012; Vyhláška č. 69/2016 Sb., 2010–2025)

### **1.3.7 Konzervace a obchodní sterilita**

Pro dosažení obchodní sterility je nutné docílit inaktivace vegetativních forem mikroorganismů a současně mikrobiálních spor nežádoucích mikroorganismů tepelným zákrokem pasterace nebo sterilace, aby bylo dosaženo takové úrovně mikrobiální kontaminace výrobku, který zaručuje jeho zdravotní nezávadnost a stabilitu po dobu očekávané trvanlivosti. Výrobek není sterilní, mikroorganismy jsou v něm přítomny, ale pouze v takovém množství, počtu a formě, která neohrožuje zdravotní nezávadnost daného produktu. Dochází k inaktivaci patogenních mikroorganismů a také mikroorganismů, které se mohou ve výrobku během skladování pomnožit. Před uvedením výrobku do oběhu je při termostátové zkoušce prováděna zkouška obchodní sterility, která slouží k ověření nepřítomnosti životaschopných mikroorganismů, které by byly schopny pomnožení za podmínek oběhu a znamená, že v neprodyšně uzavřených obalech nedojde po 7 až 10denní inkubaci při teplotě 35 °C až 37 °C ke zvýšení počtu mikroorganismů nad 10<sup>2</sup>, což je ověřeno mikrobiologickým vyšetřením výrobku. (Český normalizační institut, 2008; Diep et al., 2019)

## 2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ

Technologické vlastnosti masa a masných výrobků se posuzují z pohledu jejich technologických a organoleptických vlastností. Jedná se o charakteristiky masa, které ovlivňují jeho zpracování a konečné vlastnosti výrobků z něj vyrobených. Jsou ovlivněny různými faktory jako je druh zvířete, ze kterého maso pochází, jeho věk, výživa, podmínky chovu a také způsob zpracování masa při porážce, nebo průběh postmortálních změn. K technologickým vlastnostem masa se řadí vaznost, textura, křehkost a tvorba barvy. Organoleptickými vlastnostmi jsou chutnost, barva a textura. (Kadlec et al., 2009)

### 2.1 Vaznost masa

Jedná se o schopnost masa vázat a udržet vlastní obsaženou vodu, případně i vodu přidanou ke své struktuře při zpracování, skladování, tepelném opracování nebo manipulaci s ním. Je ovlivněna strukturou svaloviny, především obsahem plnohodnotných bílkovin, stadiem postmortálních změn, hodnotou pH, také stupněm zpracování masa a množstvím a povahou dalších látek přidávaných během výroby. Vaznost masa též souvisí s působením mechanických sil na zpracovávané maso, jejich velikostí a intenzitou. Čím je působení síly větší a intenzivnější, tím více vody se uvolňuje a přechází do volně se pohybujícího stavu. Vaznost je vyjádřena jako podíl vody hydratační a vázané k celkovému obsahu vody v mase. (Pipek, 1993)

Ve svalovině je voda vázána různě pevně a rozdílnými mechanismy. Z technologického hlediska rozlišujeme vodu volnou a vázanou, která se může, za daných podmínek, z masa samovolně uvolňovat. Pro technologii je žádoucí voda vázaná, která ovlivňuje senzorické vlastnosti výrobků, především šťavnatost, chuť, texturu a v neposlední řadě také ekonomiku výroby, kdy nedochází k hmotnostním ztrátám. (Ingr, 1996; Pipek, 1993)

#### 2.1.1 Bílkoviny

Nejdůležitější složkou masa z pohledu technologického představují živočišné bílkoviny, jejich poměrové zastoupení v mase a rozpustnost ve vodě a slabých solných roztocích. Rozpustnost bílkovin hraje zásadní roli při zpracování v masné výrobě pro schopnost vytvářet gelové struktury. Podle umístění předmětných bílkovin ve svalových strukturách jsou děleny na:

Sarkoplasmatické bílkoviny – ve vodě a slabých solných roztocích rozpustné, jsou obsaženy v sarkoplazmatu v buňkách. Při tepelné úpravě masa jsou zodpovědné za vznik gelové struktury mezi složkami masa, které navzájem spojují. Řadí se sem především myoglobin a hemoglobin, které mají největší význam v technologii masa a masných výrobků. Jedná se o esenciální bílkoviny, skládající se z hemové skupiny se schopností vázat vzdušný kyslík. Tato schopnost je zodpovědná za červenou barvu masa a za přenos kyslíku. (Pipek & Pour, 1998; Saud et al., 2019)

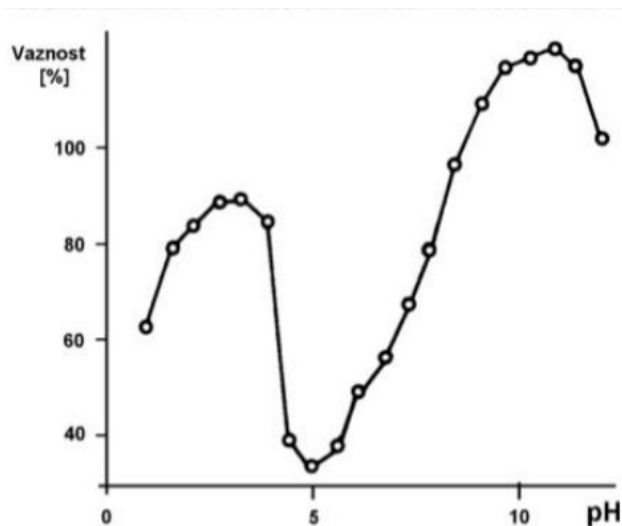
Myofibrilární bílkoviny – nerozpustné ve vodě, rozpustné ve slabých solných roztocích, tvoří základ svalového vlákna. Z technologického hlediska se mezi nejdůležitější řadí aktin, který patří mezi hlavní složky tenkých filament a myozin, jež je důležitou složkou filament tlustých. Zásadním způsobem ovlivňují průběh posmrtných změn ve svalu vznikem aktomyozinového komplexu prostřednictvím vápenatých můstků, iontových vazeb nebo disulfidických můstků. Tyto proteiny mají nejvyšší vaznost vody a jsou zodpovědné za svalové kontrakce. (Pipek & Pour, 1998; Steinhauser, 1995)

Stromatické bílkoviny – ve vodě a v solných roztocích nerozpustné, jsou součástí pojivových tkání a obalů svalových struktur. Z nutričního hlediska jsou řazeny mezi neplnohodnotné bílkoviny pro absenci tryptofanu. Do této skupiny je řazen kolagen, podle jeho množství v mase se vyhodnocuje obsah všech stromatických bílkovin. Podíl přítomnosti kolagenu v mase ovlivňuje jemnost a strukturu masa nebo masného výrobku po tepelné úpravě. Během zahřívání na teplotu asi 60 °C dochází k deformaci kolagenních vláken jejich zkrácením až na třetinu původní délky, mění se uspořádaná struktura kolagenního vlákna na náhodnou, dochází k nabobtnání a tvorbě rozpustné látky nazývané želatinou. (Kameník & Steinhauser, 2011; Pipek & Pour, 1998)

### 2.1.2 Změna hodnoty pH

Jedná se o klíčový faktor ovlivňující technologické vlastnosti masa. Jeho význam spočívá především ve vlivu na zadržování vody v mase, ovlivňuje barvu, texturu a také mikrobiální stabilitu masa. V mase se hodnota pH ihned po zabíjení zvířete pohybuje kolem hodnoty 7,0 – 7,2. Tato hodnota velmi rychle klesá s nastupující posmrtnou ztuhlostí (rigor mortis), kdy je vlivem biochemických procesů ve svalu rychle spotřebováván zbytkový glykogen a nastává produkce kyseliny mléčné v důsledku nedostatečného okysličení svaloviny. Výsledkem je pokles hodnoty pH mezi 6,3 až 6,7 do 1 hodiny po porážce, 24 hodin po porážce se hodnoty pH pohybují mezi 5,7 až 6,1. (Kim et al., 2016)

Změna pH nastává též při technologických operacích, při jeho záměrných úpravách na hodnotu mezi 4,0 až 10,0 což je patrné z grafu na Obrázku 1. Dále je zřejmé, že při hodnotách pH okolo 5,0, což odpovídá izoelektrickému bodu masa, je vaznost minimální a zvyšuje se zalkalizováním nebo okyselením masa, kdy zásadité prostředí přibližující se hodnotě pH 9,0 vykazuje vaznost masa nejvyšší. Úpravou pH svaloviny se mění rozložení kladných a záporných nábojů na molekulách bílkoviny, dochází k přerušení elektrostatických vazeb a tím oddalování peptidových vazeb ve svalové bílkovině. Vlivem těchto změn dochází ke zvětšení prostoru mezi mini a k možnosti navázání většího množství vody do svaloviny. (Kadlec et al., 2012)



Obrázek 1 Vliv pH masa na vaznost

(zdroj: Kadlec et al., 2012)

### 2.1.3 Přídavek jedlé soli

Přídavek chloridu sodného ovlivňuje interakce mezi ionty a molekuly proteinů. Do 5 % obsahu přídavku soli k masu dochází k růstu vaznosti, při vyšší koncentraci se vaznost snižuje, jedná se o tzv. stínící efekt solí. V mase s vyšším procentem tuku je současně nižší obsah vody, proto pro dosažení požadované maximální vaznosti je nutné k tomuto přihlídnout, proto nejvyšší vaznost vody v takovém mase bývá dosažena při koncentraci soli okolo 3,5 %. Nejvyšší efekt na vaznost má přídavek soli do rozmělněného masa. Anionty soli jsou vázány na kladně nabitě molekuly bílkovin, dochází k odstínění kladně nabitých iontů, což způsobuje zhuštění proteinové struktury a snížení vaznosti. Naopak kationty soli jsou vázány na anionty v peptidovém řetězci a odstiňují záporně nabitě ionty, a naopak

vaznost masa zvyšují. Tyto vazby se projevují různě v kyselém a alkalickém prostředí od izoelektrického bodu bílkovin masa. Při zvyšování pH dochází k převažujícímu vlivu kationtů a tím k vyšší vaznosti masa. Při vyšších koncentracích soli může docházet k působení velkých iontových sil a vést až k denaturaci bílkovin. (Pipek, 1995)

#### 2.1.4 Posmrtné změny

Vaznost masa je výrazně ovlivněna průběhem posmrtných změn, taktéž pohlavím zvířete, jeho věkem a v neposlední řadě také způsobem porážky. Během prae-rigor mortis dosahuje vaznost masa svého maxima, v průběhu rigor mortis klesá v důsledku okyselení a během zrání masa se její hodnoty zvyšují. Tento proces může být ovlivněn různými stresovými situacemi ještě před zabitím zvířete, které způsobují změnu obsahu glykogenu ve svalu a tím i tvorbu kyseliny mléčné během zrání. Může docházet k myopatiím, kdy je vaznost nízká, vzniká tzv. PSE maso – bledé, měkké, vodnaté nebo naopak vysoká, za vzniku tzv. DFD masa – tmavé, tuhé, suché. (Kadlec et al., 2012)

### 2.2 Křehkost masa

Křehkost masa souvisí s obsahem intramuskulárního tuku, bílkovin pojivové tkáně, především kolagenu, které zpevňují strukturu masa a dalších bílkovin, jež se podílí na křehkosti masa. Pro dosažení dostatečné křehkosti je nutné nechat maso dostatečně uzrát, aby mohly proběhnout všechny biofyzikálně-chemické změny, během nichž se sval přemění na maso. Tento proces je možné rozdělit do tří fází:

1. Prae-rigor mortis – tzv. teplé maso, kdy množství kolagenu způsobuje houževnatost masa;
2. Rigor mortis – dochází ke ztuhnutí masa v důsledku zkrácení svalových vláken;
3. Zrání masa – enzymatické změny způsobují změknutí a zkřehnutí masa.

Na křehkost masa má nemalý vliv také okolní teplota během skladování a při zrání masa. Při teplotě zrání masa mezi -2 až -3 °C se aktivita, především proteolytických enzymů zvyšuje, ovšem zvyšuje se také riziko růstu mikroorganismů způsobujících kažení masa a rozvoj patogenních mikroorganismů a s tím spojené jeho znehodnocení. S vlivem vyšší teploty při zrání masa souvisí i rychlost glykolýzy probíhající ve svaích, s tím spojená tvorba většího množství kyseliny mléčné a následný rychlý pokles pH masa. Pro maximální křehkost masa je nutná aktivace vhodných endogenních proteolytických enzymů, které odpovídají za narušení svalových vláken. (Bhat et al., 2018; Kadlec et al., 2012)

## 2.3 Chutnost masa

Chuť masa je ovlivněna velkým množstvím sloučenin, které během technologického zpracování, především tepelného, ovlivňují její rozvoj. Chutnost masa je dána druhem a množstvím intracelulárních tuků, které jsou nositeli extraktivních látek vznikajících během zrání masa. Jedná se o nejdůležitější vlastnost při hodnocení kvality masa. Maso, jež obsahuje přiměřené množství tuku a současně je dobře vyzrálé, se vyznačuje plnou chutí a vůní. (Kadlec et al., 2012; Kanokruangrong et al., 2019; Khan et al., 2015)

## 2.4 Barva masa

Jedná se o velmi nápadný znak, pomocí kterého je posuzována kvalita masa a masných výrobků, také souvisí s čerstvostí a zdravotní nezávadností masa. Červenou barvu způsobují hemová barviva, především hemoglobin a myoglobin, jež jsou tvořeny bílkovinou globin a barevnou skupinou hem, obsahující atom dvojmocného železa navázaného v protoporfyrinovém kruhu. Množství hemových barviv souvisí se stupněm vykrvení a také s obsahem tohoto barviva v mase. Změny barvy masa souvisí s oxidoredukčními ději nutnými z důvodu přenosu kyslíku do svalové hmoty a reakcemi na atomu železa. Působením kyslíku obsaženého v běžné koncentraci ve vzduchu se molekulární kyslík váže na centrální atom železa v hemoglobinu, vzniká tak oxymyoglobin, který se vyznačuje rumělkově červenou barvou. Při déle trvajícím skladování syrového masa, které je vystaveno působení vzdušného kyslíku dochází k reakcím mezi hemovými barvivy a tuky, obě složky jsou oxidovány vzdušným kyslíkem a dochází ke změně barvy masa na šedohnědý metmyoglobin. (Feiner, 2016; Kadlec et al., 2012)

### 3 APLIKACE PŘÍDATNÝCH LÁTEK A HYDROKOLOIDŮ DO MASNÝCH VÝROBKŮ

Potravinářské přídatné látky nazývané jako aditiva se nevyužívají k běžné konzumaci, ale slouží k záměrnému přidávání do potravin s cílem prodloužit jejich trvanlivost, zlepšit chuť výrobku, barvu nebo vůni. Ve výrobcích plní především technologickou funkci, ať už v podobě konzervantů, barviv, plnidel nebo emulgátorů. Tyto látky ovlivňují strukturní vlastnosti výrobku, jejich texturu například schopností vázat vodu, aby se předcházelo jejím ztrátám při tepelné úpravě. Barviva a ochucující látky se využívají pro vylepšení senzorického dojmu z výrobku. Velmi důležitou roli hrají také antioxidanty a látky s antimikrobiální aktivitou pro svou schopnost potlačit nebo zcela zastavit aktivitu mikroorganismů. Tyto látky je možné použít jen v potravinách, pro jejichž výrobu jsou povoleny. Dle Nařízení (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách, v platném znění, je stanoven seznam všech povolených aditiv, která jsou rozdělena do skupin a kategorií pro různé účely použití v potravinách a je určeno nejvyšší povolené množství definované číselnou hodnotou. Aditiva jsou označena přiděleným E kódem s celým názvem dle Nařízení (ES) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, v platném znění. (Nařízení (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách, 2024; Nařízení (ES) č. 1169/2011, 2018)

#### 3.1 Dusitany a dusičnany

V současnosti se dusitanové solící směsi používají k prodloužení trvanlivosti masa a masných výrobků, ke stabilizaci barvy a zvýraznění chuti výrobku. Svým působením v kombinaci s chloridem sodným zabraňují oxidaci železa v hemu a tím napomáhají udržet růžovou barvu masa především při tepelné úpravě. Přídavek dusitanové solící směsi ke zpracovanému masu má za následek ovlivnění jeho typické chuti tím, že dusitany zabraňují oxidaci tuků. Dalším významným přínosem těchto látek je docílení zvýšení údržnosti masných výrobků antimikrobiálním působením a zabráněním vzniku toxických látek, především botulotoxinu. (Kameník et al., 2014; Pipek, 1998; Velíšek, 2002)

Z hlediska zdravotního je používání dusitanů a dusičnanů problematické. Přestože jsou dospělými osobami v běžných koncentracích velmi dobře metabolizovány a poměrně rychle vylučovány močí, může být část dusičnanů pomocí působení bakterií v ústech přeměněna na dusitany, které ovlivňují funkce centrálního nervového systému jako toxické látky přenášené

pomocí krevního řečiště a mohou se v organismu podílet na tvorbě karcinogenních nitrosaminů. (Evropský úřad pro bezpečnost potravin, 2017)

### 3.2 Fosforečnany

Přídavek fosforečnanů a polyfosfátů do masných výrobků vede ke zlepšení vaznosti masa a ke snížení ztrát hmotnosti výrobku při tepelné úpravě. Svým účinkem přispívají ke zpomalení oxidace lipidů, podpoře emulgace tuků a vážou těžké kovy. Ovlivňují vazby  $Mg^{2+}$  a  $Ca^{2+}$  iontů vázaných na bílkovinách, čímž přispívají k rozvolnění aktomyozinového komplexu, což zvyšuje křehkost a šťavnatost masa. Kombinace NaCl a fosfátů přidávaných při technologických procesech do díla zvyšuje rozpustnost myofibrilárních proteinů, tím umožňuje navázání většího množství vody a účinnější emulgaci tuku. Při tepelné úpravě dochází ke koagulaci bílkovin a vytvoření stabilní proteinové sítě. Svou schopností vázat dvojmocné kationty Ca a Mg mohou ve výrobku omezit růst mikroorganismů a svým působením nepřímo prodloužit trvanlivost masných výrobků. (Fernández-Martín et al., 2002; Molina et al., 2023)

### 3.3 Hydrokoloidy

Jedná se polymerní látky se schopností vázat velké množství vody do své struktury, čímž vytvářejí viskózní roztoky nebo gely. Na základě své struktury jsou řazeny mezi polysacharidické nebo proteinové vysokomolekulární látky. Typickými sacharidickými přísadami v podobě hydrokoloidů využívaných v potravinářství je mouka, škrob, především modifikovaný, rostlinné gumy a polysacharidy získané z mořských řas. Hydrokoloidy bílkovinné povahy jsou využívány v podobě želatiny, proteinů z vaječných bílků, syrovátkových proteinů nebo kaseinátů. (Williams & Phillips, 2009)

V potravinářství jsou využitelné především jako zahušťovadla a stabilizátory. V masné výrobě mají zásadní význam pro vylepšení konzistence, tvorbu požadované struktury masové pomazánky, mají schopnost udržet stabilitu výrobku a omezit separaci jednotlivých složek výrobku. Pro svou schopnost navázat vodu, jejich přídavek přispívá k menším ztrátám vody v průběhu tepelného zpracování. (Krempel et al., 2019; Pirsá & Hafezi, 2023)

Hydrokoloidy jsou v potravinářství využívány nejenom jako přídatné látky, které plní technologické funkce, ale také mohou napomáhat ke zvýšení zdravotních benefitů pro spotřebitele. Díky svým biologickým a fyziologickým vlastnostem se mohou podílet na regulaci glykemie konzumenta svou schopností ovlivnit rychlost vstřebávání cukrů střevem

do krevního oběhu, pozitivně ovlivnit vstřebávání cholesterolu a snížit tak riziko kardiovaskulárních onemocnění. Jako zdroj rozpustné vlákniny mohou přispět k udržení vhodného složení střevní mikroflóry, jež napomáhá ke správné funkci tlustého střeva a předcházet tak některým gastrointestinálním potížím. (Edwards & Garcia, 2009)

### 3.3.1 Hydrokoloidy na bázi polysacharidů

Nejvíce využívanou sacharidickou přísadou, která je přidávána do masných výrobků, především drobných, je **mouka**. Její přídavek se pohybuje do maximálních 3 % hmotnosti všech surovin použitých k výrobě těchto masných výrobků. Důvodem využívání této suroviny je její schopnost vaznosti tuku v díle, a především představuje levnou a snadno dostupnou variantu. (Ingr, 2011)

Další přísadou, jež je také velmi často používaná je **škrob**, ať už vyrobený z brambor nebo kukuřice. Vyznačuje se jedinečnými vlastnostmi a s nimi spojeným širokým rozsahem aplikací. Pro svou velkou schopnost bobtnání, tj. absorpci vody, má výborné emulgační vlastnosti, působí jako stabilizátor či zahušťovadlo a může být využíván i jako částečná náhrada tuku v masném výrobku. Pro jeho špatnou rozpustnost ve studené vodě je využíván především modifikovaný škrob, který byl chemickými, fyzikálními nebo enzymatickými postupy upraven za účelem získání specifických vlastností vhodných pro účely potravinářského průmyslu, pro optimalizaci sensorických vlastností potravin, ale také jejich funkčnosti během skladování a zpracovávání. (Informační centrum bezpečnosti potravin, ©2009-2025; Ingr, 2011; Taggart & Mitchell, 2009)

**Agar** (E406) je silným gelotvorným lineárním hydrokoloidem vyráběným z červených mořských řas využívaným v masné výrobě pro jeho tepelnou reverzibilitu, kdy na rozdíl od želatiny při opětovném zahřátí netaje. Jeho předností je tvorba pevných gelů i při nízkých koncentracích, agarové gely jsou stabilní v širokém rozmezí teplot a také odolné vůči kyselému prostředí a enzymatickému působení. Mají nízký obsah kalorií, jsou bez chuti, a tudíž ideální pro využití při výrobě široké škály výrobků. (Armisen & Gaiatas, 2009)

**Karagenany a furcellarany** (E407) jsou hydrofilní polysacharidy získávané z červených mořských řas, které jsou složeny z částečně sulfátovaných galaktózových jednotek. Karagenan je získáván z řas rodu Rhodophyceae, především druhů *Kappaphycus alvarezii*, *Euclima deticulatum*, *Chondrus crispus* a *Furcellaria*. Z různých druhů řas jsou získávány různé typy karagenanu (kappa, iota, lambda), které se navzájem liší svými fyzikálními vlastnostmi v návaznosti na obsah esterifikovaných sulfátů

a 3, 6 - anhydrogalaktózy. V přítomnosti draselných iontů tvoří kappa-karagenan pevné, křehké, termoreverzibilní gely, iota-karagenan v interakci s vápenatými ionty vytváří měkké a elastické gely stabilní výkyvům teploty, oproti tomu lambda-karagenan gely netvoří, ale díky vysokému obsahu sulfátů má při pokojové teplotě schopnost zahušťování. Furcellaran je získáván z mořské řasy *Furcellaria lumbricalis*, je svou strukturou podobný kappa karagenanu. V masném průmyslu se karagenany využívají jako zahušťovadlo, stabilizátor a želírující látka v masných výrobcích jako jsou šunky, paštiky nebo masové konzervy. (Eha et al., 2022; Imeson, 2009)

**Algináty** (E400) se izolují z hnědých mořských řas z mezibuněčné gelové hmoty. Svým složením se liší podle druhu řasy, její části i životních podmínek. Vyrábějí se jako sodné, vápenaté nebo draselné soli. Jsou řazeny mezi přírodní lineární polysacharidy tvořené kopolymerem kyseliny 1,4-D-kyseliny mannurové a 1,4-L-kyseliny glukoronové uspořádané do blokových struktur. Vzhledem k různé blokové struktuře se tyto jednotky liší fyzikálními vlastnostmi, především svou schopností tvorby gelu v přítomnosti  $\text{Ca}^{2+}$ . Mezi nejvýznamnější vlastnosti alginátů patří schopnost vytvoření termostabilního gelu bez nutnosti zahřátí, zabraňují vysychání výrobku a zlepšují šťavnatost. Mají schopnost vázat tukové i vodné fáze, zamezují jejich oddělování a podporují dlouhodobou homogenitu výrobků během skladování. Přídavkem alginátů vzniká hladká a roztíratelná struktura paštik, čím je lze využít při reformulaci pro snížení obsahu tuku. (Draget, 2009; Fér potravina, ©2025)

**Xantanová guma** je extracelulární sacharid, který produkují bakterie *Xantomonas campestris* tím, že fermentují substráty s vysokým obsahem sacharidů. Jde o rozvětvený polysacharid tvořený z opakujících se jednotek glukosy, mannosy a glukuronové kyseliny. Je rozpustný ve studené i teplé vodě, kde i při nízkých koncentracích v kombinaci s guarovou gumou nebo karagenany vytváří vysoce viskózní roztoky, které zajišťují dobrou roztíratelnost s dobrou schopností udržet homogenní strukturu výrobku. Xantanové gely vykazují vysokou termickou stabilitu, proto je možné výrobky s jejich obsahem vystavit tepelnému zpracování, zmrazování i dlouhodobému skladování se zachováním struktury výrobku. Je stabilní v kyselém i zásaditém prostředí, v masném průmyslu se využívá pro jeho schopnost zlepšení roztíratelnosti tím, že zajišťuje jemnou a rovnoměrnou texturu paštik, aniž by došlo k oddělení tuku a vody při skladování. Využívá se jako stabilizátor pro jeho schopnost rovnoměrného rozmístění tuku ve výrobku a zabránění jeho vyvstávání na povrchu. (Sworn, 2009)

**Guarová guma** (E412) se získává ze semen rostliny *Cyamopsis tetragonoloba* rostoucí především v Indii a Pákistánu. Tento polysacharid, jehož hlavní složkou je galaktomannan, je tvořený lineárním řetězcem jednotek D-mannózy a D-galaktózy. Guma guar je velmi dobře rozpustná ve studené vodě, stabilní v širokém rozmezí pH, není toxická, není hygroskopická a je biologicky odbouratelná. V potravinářském průmyslu se využívá jako stabilizátor, zahušťovadlo, je ceněna pro své emulgační vlastnosti. Zlepšuje texturu výrobků, zabraňuje oddělování vody a tuku, napomáhá prodloužení trvanlivosti výrobků, velmi dobře váže vodu a činí ji tak nedostupnou pro mikroorganismy. (Fér potravina, ©2025; Thombare et al., 2016)

### 3.3.2 Hydrokolidy na bázi bílkovin

Mezi přední nejuniverzálnější proteinové hydrokoloidy je řazena **želatina**, ta je tvořena polypeptidovými řetězci s různou molekulovou hmotností. Klíčovou vlastností pro její široké využití v potravinářském průmyslu, je tvorba termorezistentních gelů. Vyrábí se především z vepřové kůže, ale může být získána také z ryb nebo drůbeže, kde je využívána jako alternativa v oblastech s náboženským omezením, ovšem její schopnost tvořit pevný gel je často horší. V potravinářském průmyslu je velmi široce využívána jako stabilizátor, želírovací nebo zahušťovací látka. V masném průmyslu se želatina používá pro svou schopnost vázat vodu, zajistit vhodnou strukturu výrobku, nachází uplatnění při výrobě potravin s nízkým obsahem tuku jako pojivo. Želatina je kvalitním zdrojem bílkovin, neobsahuje cholesterol a prakticky žádný tuk. Je velmi snadno stravitelná, může mít preventivní a regenerační účinky na pohybový aparát, především chrupavky, šlachy, vazy a kosti. (Haug & Draget, 2009)

Významnou skupinou živočišných proteinových hydrokoloidů jsou **bílkoviny kravského mléka**. Získávají se oddělením dvou hlavních frakcí – kaseinů a syrovátkových bílkovin. Kaseiny, které tvoří asi 80 % mléčných bílkovin, se vyskytují ve formě micel, jež propůjčují mléku gelotvorné vlastnosti. Zbývajících 20 % je tvořeno bílkovinami syrovátkovými s globulární strukturou s odlišnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi. Tyto bílkoviny nacházejí v potravinářství uplatnění jako emulgátory, stabilizátory, pěnotvorné látky nebo zahušťovadla. Využívají se jako důležitá složka klinické a sportovní výživy pro svou vysokou výživovou hodnotu. (O'Regan et al., 2009)

Tradičně využívané přírodní látky v potravinářství jsou **vaječné proteiny**, ceněné pro svou výživovou hodnotu, ale především pro výjimečné technologické vlastnosti. Z 60 % své

hmotnosti je vejce tvořeno vaječným bílkem, který je složen z vodného bílkovinného roztoku. Bílek obsahuje více než 90 % sušiny tvořené globulárními proteiny složenými především ovalbuminem, ovotransferinem a ovomucoidem s velmi malým obsahem minerálních látek a sacharidů a s vysokou citlivostí na denaturaci. Hlavním proteinem bílku je ovalbumin, který se vyznačuje, díky své rychlé adsorpci na rozhraní vzduch/voda, velmi dobrou schopností tvořit pevnou a stabilní pěnu především po částečné denaturaci při mechanickém namáhání. Těchto vlastností je možné využít při výrobě masových pomazánek nebo paštik pro získání vyššího objemu při zachování požadované konzistence. Působením tepla nebo zmrazením a v závislosti na pH prostřední a iontové síle, tvoří bílek průhledné nebo neprůhledné gely. **Vaječný žloutek** tvoří asi 36 % hmotnosti celého vejce, obsahuje vyšší množství lipoproteinů (především LDL a HDL), jež jsou důležité pro tvorbu emulzí a gelu. Vaječné bílkoviny, především LDL lipoproteiny, jsou využívány jako přírodní přídatné látky pro svou schopnost tvorby stabilní emulze olej ve vodě (O/V). Tepelnou úpravou žloutku (nad +75 °C) nebo zmrazením dochází k tvorbě gelu degradací LDL částic, které tvoří trojrozměrnou síť. Díky schopnosti vaječných bílkovin tvořit stabilní emulze, pěny a gely, zvyšují viskozitu výrobků, zlepšením retence vody, zabraňují oddělování tekutin, představují výjimečně účinné přírodní přídatné látky s širokým spektrem funkčních vlastností. (Anton et al., 2009)

Jako alternativa k živočišným proteinům stále více narůstá význam **rostlinných bílkovin** pro využití v potravinářské výrobě. Bílkoviny získané z rostlinných zdrojů méně zatěžují životní prostředí, jsou cenově dostupnější a vzhledem k jejich rozmanitým funkčním vlastnostem umožňují široké využití. K hlavním zdrojům rostlinných bílkovin patří luštěniny, obilniny, okopaniny a zelené rostliny. Nejčastěji používanými rostlinnými proteiny jsou sójové (s obsahem až 40 % bílkovin ve formě globulinů) a hrachové (20 % až 25 % proteinů s výrazným obsahem leguminu a vicilinu). V potravinářství se používají především ve formě izolátů, s obsahem více než 90 % proteinů v sušině, pro jejich emulgační vlastnosti zásadní pro stabilitu masových pomazánek. Tepelnou denaturací, v závislosti na pH a iontové síle, vytváří gely tvořící potřebnou strukturu výrobku. Tvoří stabilní pěny, lze je využít jako stabilizátory pro vylepšení struktury masových výrobků a mohou být využívány jako částečná náhrada masa v podobě texturovaných rostlinných proteinů. Nevýhodou při použití může být přítomnost anti nutričních faktorů, nižší biologická hodnota, chuťové vady a také možné působení jako alergenů (sója, vaječné nebo mléčné proteiny). (González-Pérez & Arellano, 2009)

## 4 VYUŽITÍ OLEOGELŮ V TECHNOLOGII MASNÝCH VÝROBKŮ

Vzhledem k tomu, že v posledních letech je konzumace nasycených a trans-masných kyselin spojována s negativním vlivem na zdravotní stav obyvatelstva především v souvislosti s onemocněním kardiovaskulárního systému, roste zájem o vývoj alternativních surovin. Tyto suroviny umožní náhradu trans-nasycených a téměř všech nasycených tuků ve výrobcích, s výrazně vylepšeným nutričním profilem a se současným zachováním technologických vlastností produktů. (Perța-Crișan et al., 2023)

Velmi perspektivním řešením se jeví oleogely – strukturované látky, které ve své trojrozměrné síti zachycují kapky oleje a vytvářejí pevnou či polotuhou konzistenci, vznikají gelací rostlinných olejů s přidavkem tzv. oleogelátorů. Jeví se jako vhodné systémy pro transport funkčních složek, ať už hydrofobních nebo hydrofilních, například pro distribuci vitamínů rozpustných v tucích, karotenoidů nebo probiotik. Z hlediska zdravotních benefitů se využití oleogelů nabízí v různých odvětvích potravinářského průmyslu, kdy největší prospěch má pekařský, cukrářský, mlékárenský a masný průmysl. Použití oleogelů v potravinách může mít také benefity v podobě zlepšení stability a prodloužení skladovatelnosti potravin. (Lu et al., 2021; Perța-Crișan et al., 2023; Pușcaș et al., 2021)

### 4.1 Rozdělení oleogelů

Technologie výroby souvisí s povahou použitého oleogelátoru, který svým složením vytváří síť, která zachycuje použitý olej. Proto, aby jej bylo možné použít v potravinářské výrobě je nutné, aby byl zdravotně nezávadný, negativně neovlivňoval senzorické vlastnosti výrobku, výhodou je jeho stabilita a ekonomická dostupnost. Na základě fyzikálních vlastností je možné oleogelátory rozdělit podle rozpustnosti nebo molekulové hmotnosti. (Flöter et al., 2021; Perța-Crișan et al., 2023)

Tvorba gelu souvisí s povahou oleogelátoru a také druhem rozpouštědla. Lze rozlišit **lipofilní oleogelátory**, běžně využívané jsou včelí vosk, karnaubský vosk, monoglyceridy nebo fytosteroly. Tyto nízkohmotnostní oleogelátory se vyznačují schopností samospořádání v olejové fázi tvorbou inverzních nebo válcových micel, lamel a dvojvrstev. Vynikají tvorbou stabilní struktury a dobrou tepelnou stabilitou při použití především v masném a pekárenském průmyslu. (Scholten, 2019)

**Vysokomolekulárními, polymerními oleogelátory** jsou látky hydrofilní povahy, především proteiny (syrovátkový protein, vaječný bílek, želatina), polysacharidy (xantanová

guma, ethylcelulóza, karagenany) a také kombinace proteinů a polysacharidů. (Scholten, 2019)

## 4.2 Výroba oleogelů

Oleogely lze získat dvěma různými způsoby, a to disperzí přímou nebo nepřímou v závislosti na povaze gelátoru. Podstatné je, že ani jedna metoda získávání oleogelů neovlivňuje chemické nebo strukturní vlastnosti výsledných produktů. (Silva et al., 2021)

### 4.2.1 Přímá disperze

V případě oleogelátoru lipofilní povahy se pro výrobu využívá metody přímé disperze, kdy se rozpouští v horkém oleji nad jeho bodem tání, kde je rozptýlen a po následném ochlazení vytváří pevnou gelovou strukturu. Jedná se o velmi jednoduchý, časově a technicky nenáročný postup. Pro podporu tvorby textury, reologických, tepelných vlastností a stability lze kombinovat dva nebo více oleogelátorů, jejichž účinky se vzájemně doplňují. Rychlost krystalizace gelu, jeho strukturu a v neposlední řadě teplotu oleje nutnou pro rozpuštění ovlivňuje druh oleogelátoru. (Perța-Crișan et al., 2023; Martins et al., 2020)

Použití tohoto druhu oleogelu může přinášet i různá omezení, jako je nutnost použít pouze lipofilní látky z důvodu možných komplikací při začleňování do potravinářského výrobku a také vliv na stravitelnost. Důvodem může být nižší biologická dostupnost oleogelů během trávení. (Martins et al., 2020)

Při krystalizaci **vosků** se v zahřátém oleji tvoří krystalické destičky, které mají schopnost vytvářet velmi přizpůsobivé struktury. Využitím vosků s různou teplotou tání lze vyrábět oleogely s odlišnými viskoelastickými, fyzikálními, senzorickými a texturními vlastnostmi. Pozitivní pro tvorbu oleogelu je dostačující jeho nízká koncentrace, což může být z ekonomického hlediska pozitivní faktor a zároveň vést ke zlepšení rozpustnosti bioaktivních látek v použitém oleji. Naproti tomu oleogelátory ve směsi **esterů a fytosterolů** tvoří, při vhodné kombinaci, oleogely s tubulárními strukturami umožňujícími vznik transparentních oleogelů s vylepšenými mechanickými vlastnostmi. Tyto oleogely vykazují také funkční účinky díky obsahu fytosterolů, které si po trávení zachovávají svou biologickou hodnotu. Díky své schopnosti tvořit oleogely je **ethylcelulóza** nejvíce prostudovaný gelátor s dobrou dostupností pro lipofilní sloučeniny a jeví se jako zajímavý produkt pro tvorbu oleogelů přímou disperzí. Tvrdost oleogelu se zvyšuje se zvyšující se koncentrací a stupněm nenasycení jedlého oleje, kdy se tvoří pevnější struktura gelu

s malými póry. Molekulová hmotnost ethylcelulózy pravděpodobně velikost pórů v gelu neovlivňuje. Jeho výsledné mechanické vlastnosti souvisí s rychlostí ochlazení a na délce tuhnutí gelu, kdy prudké ochlazení vede většinou k tvorbě gelu s nižší stabilitou a pružností. (Martins et al., 2019; Scharfe & Flöter, 2020)

#### 4.2.2 Metoda nepřímé disperze

Jedná se o přístup k přípravě oleogelů z hydrofilních sloučenin jako jsou proteiny a polysacharidy. Tyto látky nejsou v olejové fázi rozpustné, proto je potřeba strukturu gelu vytvořit nejprve ve vodní fázi. Tímto postupem je umožněno získat stabilní strukturní síť ve vodě, pak dochází k odstranění vody a její nahrazení olejem. Na základě tohoto principu je možné vyrobit stabilní oleogely se zcela odlišnými fyzikálně-chemickými vlastnostmi v porovnání s vlastnostmi oleogelů vyrobenými přímou disperzí. Využívanými technikami jsou dvoufázová emulzní metoda, výměna rozpouštědla nebo metoda pění. (Perța-Crișan et al., 2023)

Při přípravě oleogelů **dvoufázovou emulzní metodou** se v počáteční fázi vytváří emulze typu olej ve vodě. Dispergovanou fází je zde přítomný olej, který je absorbován vrstvičkou emulgátorů bílkovinné povahy jako například proteiny sóji a syrovátky, proteiny zajišťují stabilitu. Po úplném absorbování oleje a následném několikanásobném promytí je neabsorbovaná bílkovina odstraněna. Po vysušení a mechanickém zpracování je vytvořena pevná síť, která je schopna v polymerní matici zachytit více než 97 % oleje. Elastické vlastnosti jsou dané velikostí kapek oleje a hustotou vzniklé proteinové sítě. (Li et al., 2022; Romoscanu & Mezzenga, 2006; Scholten, 2019)

**Metoda výměny rozpouštědel** je postavena na schopnosti vybraných proteinů nebo polysacharidů vytvářet po tepelném zpracování pevné sítě. Zahřátím ve vodné fázi dochází ke strukturálním změnám, které denaturací odhalují hydrofobní skupiny, vlivem chemických a fyzikálních interakcí umožní vznik trojrozměrné sítě. Poté je voda pozvolna nahrazena meziproduktovým rozpouštědlem, tak aby nedošlo k narušení vytvořené trojrozměrné sítě. Posledním krokem je výměna rozpouštědla za olej až do vyplnění vzniklé sítě více než z 99 % za současné stabilizace oleogelu. Vlastnosti oleogelů souvisí s koncentrací proteinů a podmínkách při tvorbě gelu v první vodné fázi. Při nízké koncentraci proteinů se tvoří shluky částic o velikosti 200 až 300 nm, vzniká plastický roztíratelný oleogel transparentního vzhledu, při vyšších koncentracích jsou tvořeny prostorově větvené proteinové sítě, které tvoří pevné neprůhledné lámavé oleogely. (De Vries et al., 2017; Scholten, 2019)

**Metoda tvorbou pěny** je založena na vytvoření stabilní proteinové pěny našleháním proteinového hydrogelu často s přidavkem polysacharidů pro zvýšení stability pěny a tvorby kompaktní trojrozměrné sítě. Dalším krokem je odstranění vody sušením (nejčastěji lyofilizace) za vzniku bílkovinné sítě ve formě porézního skeletu – aerogelu. Do této struktury je postupným sprejováním nebo ponořením aerogelu do oleje, který vyplní mechanicky narušenou pórovitou síť, vytvořen oleogel. Mechanické vlastnosti výsledného oleogelu souvisí s různými parametry jako je použitý typ proteinu, které mají odlišnou pěnotvornou schopnost a vliv na tuhost výsledné sítě, přítomnost polysacharidů v pěně, rychlost šlehání, pH pěny a přítomnost solí ovlivňujících stabilitu pěny v procesu sušení, způsob sušení a schopnost absorbce oleje. Vzniklé měkké, plastické aerogely mohou navázat více než 90 % oleje. Výhodou metody tvorbou pěny je vyloučení použití organických rozpouštědel z procesu výroby, nízká spotřeba proteinů (do 3 %), dobrá přizpůsobitelnost reologických vlastností oleogelu v závislosti na použitých surovinách a výroba clean-label produktů. (Feichtinger & Scholten, 2020)

### 4.3 Oleogelátory na lipidové bázi

Jedná se o látky se schopností vytvářet prostorové sítě s navázanými lipidovými molekulami. Nejčastěji používanými oleogelátory jsou vosky, monoacylglyceroly, steroly, ethylcellulóza a šelak, kdy každý z nich vykazuje specifické možnosti použití. (Silva et al., 2021)

#### 4.3.1 Vosky

Jsou ceněny pro svou vynikající schopnost vázat olej v krystalické síti i při nízkých koncentracích, často do 1 % a mechanicky tak zajišťovat stabilní gelové emulze tvorbou jemných krystalů ve formě destiček především v kapalných tucích. Takto vzniklá síť má schopnost zadržovat olej, zabránit spojování kapek vody a tím stabilizovat vzniklou emulzi. Nejvíce používanými jsou rýžový, kandelilový, včelí, slunečnicový a karnaubský vosk. Včelí vosk je v potravinářství používán ve formě přídatné látky jako leštidlo nebo stabilizátor. Surový extrakt včelího vosku vykazuje inhibiční účinky proti patogenům jako jsou *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enterica*, *Candida albicans* a *Aspergillus niger*. Vlastnosti vzniklého oleogelu souvisí s množstvím přidaného vosku, s obsahem vody v systému a délkou krystalizace, kdy vyšší koncentrace vosku a zároveň delší doba při tvorbě oleogelu vedou ke tvorbě pevné a pružné struktury odolné vůči deformaci. (Cornara et al., 2017; Silva et al., 2021)

#### 4.3.2 Monoacylglyceroly

Jedná se o amfifilní molekuly, tvořené hydrofilní glycerovou a hydrofobní skupinou tvořenou mastnou kyselinou, s vynikající schopností tvořit emulze a stabilní gely. Jde o emulgátory s výbornými vlastnostmi jako je schopnost začlenění lipidových fází do struktury gelu. Díky schopnosti přechodů mezi různými formami krystalizace ovlivňují stálost a hustotu jemné trojrozměrné sítě. Při emulgaci oleje tvoří monoacylglyceroly lamelární fáze, které obalují kapky oleje a vzniklý obal vykazuje vlastnosti tuhé fáze. Kombinace s vosky vykazuje synergický efekt při tvorbě prostorové sítě, který vede k jemnější mikrostruktuře a stabilitě gelu. Vykazují polymorfní vlastnosti, což přispívá k řízení tvorby reologických vlastností oleogelu. (Silva et al., 2021)

#### 4.3.3 Steroly a fytosteroly

Mezi často využívané látky při výrobě oleogelů patří steroly a fytosteroly. Jsou běžně přítomné v rostlinných olejích a při tvorbě oleogelu samovolně tvoří vláknité nebo trubicovité stabilní trojrozměrné sítě zachycující olej. Ve vodném prostředí mohou fytosteroly vykazovat menší stabilitu tvorbou tzv. monohydrátových krystalů, které snižují schopnost tvořit gel, což vede k nižší pevnosti struktury. Schopnost tvorby jemných krystalů je využívána při stabilizaci emulze voda v oleji, kde krystalky obklopují kapky vody a zabraňují jejich spojování. Strukturu oleogelu ovlivňuje druh použitého oleje, správným výběrem oleje lze ovlivnit stabilitu a uspořádání krystalické struktury gelu. Vlastnosti výsledného oleogelu je možné ovlivnit nejen vhodně zvoleným olejem, ale také správně nastaveným procesem emulgace pro zajištění vhodné krystalizace a zvýšení využitelnosti fytosterolů v potravinách. (Silva et al., 2021)

### 4.4 Reformulace masných výrobků

Klíčovou složku masných výrobků tvoří tuky, které svou přítomností ovlivňují jejich texturu, šťavnatost, chuť a celkovou přijatelnost pro konzumenta. Jsou významným zdrojem nasycených masných kyselin, jejichž doporučený přívod je maximálně 10 % z celkové denní energetické bilance. Konzumací těchto výrobků se strava v průmyslově vyspělých zemích stává po energetické stránce příliš bohatou a současně poskytuje malé množství nenasycených masných kyselin. Změnou poměru tuků a rostlinných olejů zastoupených v masných výrobcích je možné vylepšit jejich nutriční hodnotu. Vzhledem k tomu, že

konzumenti neradi mění své stravovací návyky je reformulace často konzumovaných masných výrobků nebo polotovarů vhodným řešením.

#### 4.4.1 Náhrada tuku

Z hlediska technologie výroby je v masných výrobcích náhrada tuku obtížná, protože tuk hraje významnou roli při emulgaci, vaznosti a tepelném zpracování. Jednou z možností je snížení celkového množství tuku v masném výrobku, čímž lze dosáhnout také snížení energetické hodnoty výrobku. Druhou možností je využití alternativních tukových složek, které mají nutričně vylepšený profil. Nejčastějšími zdroji nenasycených mastných kyselin, které jsou v současnosti využívány jako náhrada, jsou rostlinné oleje (lněný, řepkový, olivový nebo slunečnicový) a rybí olej. Z praktického hlediska a přijetí výrobku spotřebitelem jsou reformulované výrobky vyvíjeny s ohledem na zachování co nejbližšího chuťového profilu a textury v porovnání s původním produktem. Často se stává, že konzumenti poznají sensorické rozdíly v reformulovaném produktu, a to může snižovat jejich zájem o výrobek. (Perța-Crișan et al., 2023; Reformulace potravin, 2019)

#### 4.4.2 Využití oleogelů v potravinářství

Oleogely se stávají alternativou pro reformulaci jako náhrada živočišných tuků při výrobě potravinářských výrobků. Jejich složení lze přizpůsobit technologickým požadavkům pro výrobu různých druhů výrobků jako jsou pomazánky a margaríny, přes cukrářské a pekařské výrobky až k výrobkům masného průmyslu. V potravinách zlepšují nutriční profil s minimálním vlivem na sensorickou kvalitu výrobku. (Pușcaș et al., 2020)

Oleogely využívané pro výrobu pomazánek a margarínů představující alternativu másla, jsou vyráběny z rostlinných olejů (slunečnicový olej) s přídavkem rýžového, kandelilového nebo včelího vosku v rozmezí koncentrací 2–10 %. Jejich použití jako plné náhrady hydrogenovaných tuků prokázalo stabilitu po dobu skladování více než 4 měsíce. Příkladem reformulace pomocí oleogelu tvořeného olivovým olejem a s 3,75 % nebo 4,5 % přídavkem včelího vosku a emulgátorů, je vyrobený margarín, při jehož skladování po dobu 3 měsíců nedošlo k nežádoucím změnám texturním, oxidačním ani barevným. (Pușcaș et al., 2020)

Náhrada tuku v cukrovinkách jako jsou čokolády, náplně nebo pralinky ve formě oleogelů může být inovativním způsobem, jak je možné docílit snížení obsahu nasycených tuků, aniž by došlo ke ztrátě sensorických a technologických vlastností. Tyto výrobky

obsahují až 20 % nasycených tuků, které udávají texturu, chuť a senzorický vjem. Oleogely mohou být uplatněny jako náhrada pevných tuků nebo také jako stabilizátory zabraňující oddělování tuku při skladování výrobků. Využívané jsou oleogely z řepkového a granátového oleje s přídavkem vosků nebo monoglyceridů jako náhrada palmového oleje nebo oleogely ze sójového oleje a monoglyceridů s využitím jako stabilizační činidlo. Význam oleogelů z včelího vosku jako částečné náhrady tuku v náplních používaných v cukrovinkách spočívá ve schopnosti tohoto gelu vytvořit stabilní strukturu při náhradě palmového oleje v rozmezí 17–50 %. (Puşcaş et al., 2020)

Přítomnost tuku v pečivu má zásadní vliv na texturu, strukturu, objem těsta při kynutí, chuť a vzhled pečiva. Oleogely jsou využívány jako náhražka tuku v pečivu s cílem nahradit ztužené a nasycené tuky a snížení kalorické hodnoty výrobků především u jemného pečiva, aniž by došlo ke ztrátě jeho kvality. Využití nachází například oleogely tvořené z řepkového oleje s přídavkem 3-6 % kandelilového vosku jako až 60 % náhrada tuku v sušenkách se současným zachováním textury a senzorických vlastností. Další kombinace oleogelů vyrobených z lněného oleje a různých druhů vosků prokázaly výrazný vliv na texturu a chování těsta při zpracování, a to při zachování vysoké kvality sušenek a současného snížení obsahu nasyceného tuku na 17 %. (Puşcaş et al., 2020)

Masné výrobky často obsahují až 35 % nasycených mastných kyselin. Reformulací přídavkem oleogelů je snaha snížit jejich obsah a eliminovat tak možné zdravotní problémy související s jejich konzumací. Zásadní je ale zachovat konzistenci a soudržnost díla a senzorické vlastnosti reformulovaných výrobků. Oleogely ze slunečnicového oleje s fytosteroly či etylcelulózou nebo z olivového oleje se sójovým proteinem je možné používat jako 50 % až 100 % náhradu u výrobků jako jsou párky, klobásy a fermentované výrobky. Při 15 % náhradě oleogelem ze směsi olivového, lněného a rybího oleje s včelím voskem nevykazovaly reformulované paštiky negativní vliv na senzorickou kvalitu. (Puşcaş et al., 2020)

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 5 CÍLE PRÁCE

Cílem práce bylo vyrobit oleogel takových reologických vlastností, aby jej bylo možné použít jako částečnou náhradu vepřového tuku do játrové paštiky z vepřového masa. Určit vhodnou koncentraci oleogelátorů, v tomto případě žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu v řepkovém oleji. Vyrobit vepřovou játrovou paštiku s přídavkem těchto oleogelů a zhodnotit jejich přídavek z hlediska možné změny barvy, hodnoty pH vzorků, texturních a reologických vlastností. Součástí experimentu bylo posouzení senzorických vlastností vyrobených vzorků vepřových paštik.

Pro posouzení byly vyrobeny tři druhy oleogelů – řepkový olej a žlutý včelí vosk v poměru 90:10, řepkový olej a glycerol mono stearát ve stejném poměru a řepkový olej, žlutý včelí vosk a glycerol mono stearát v poměru 90:6:4. Jako kontrolní vzorek byla vyrobena vepřová játrová paštika bez náhrady vepřového tuku.

## 6 METODIKA PRÁCE A POUŽITÝ MATERIÁL

Zde je uveden postup při výrobě vzorků oleogelů, vepřových paštik, popis použitých surovin, přístrojů a analytických metod.

### 6.1 Použitý materiál pro výrobu oleogelů

Zdrojem tuku byl komerčně dostupný řepkový olej zakoupený v obchodní síti řetězce Kaufland (Refined Rapessed Oil, značky Kaufland/K-Classic, výrobce Glencore Agriculture, Ústí nad Labem, Česká republika), průměrné složení mastných kyselin řepkového oleje je 62 % kyseliny olejové (n9), kyselina linolová (n6) je zastoupena z 19 %, kyselina linolenová (n3) z 9 % a ze 7 % je olej tvořen nasycenými mastnými kyselinami. (Sey et al., 2020)

Jako oleogelátor byl použit žlutý včelí vosk v potravinářské kvalitě (od výrobce Výzkumný ústav včelařský, s.r.o., Măslovice, Česká republika) bez příměsí nežádoucích látek jako je parafin, ceresin, stearin ani karnaubský vosk, vhodný pro využití v potravinářském průmyslu. Tuto látku tvoří směs esterů mastných kyselin a mastných alkoholů, uhlovodíků a volných mastných kyselin. Pomocí horké páry, vody nebo tepla ze slunce se získává ze včelích plástů po předchozím odstranění medu. Vosk se taví a je filtrován pro odstranění nečistot. Odlévá se do forem ve tvaru tabulek jako žlutý vosk, mírně lepivý s charakteristickou vůní po medu. Bílý vosk je ze žlutého vosku získáván pomocí bělících látek. Včelí vosk je v potravinářském průmyslu využíván jako přídatná látka pod označením E901 jako leštadlo pro výrobu cukrovinek a výrobků s povrchem potaženým čokoládou nebo u ovoce a zeleniny, kde zabraňuje vysušování. (Fér potravina, ©2025; Výzkumný ústav včelařský, 2025)

Glycerol (E422), konkrétně glycerol mono stearát (Glycerolmonostearát 90 %, distribuoval Green Medical, s.r.o., Praha 1, Česká republika) je silným oleogelátorem se schopností tvořit pevné gely i při nízkých koncentracích, přispívá také ke tvorbě menších krystalků a tvorbě hustší trojrozměrné sítě. Jedná se o sloučeninu využitelnou jako emulgátor, stabilizátor, pěnotvornou látku, napomáhá k tvorbě jemné krémovité struktury, zvlhčující látku nebo zahušťovadlo. (Food emulsifiers producer, 2025; Choi et al., 2020)

### 6.1.1 Výroba oleogelů

Metodou přímé disperze byly vyrobeny tři šarže oleogelů: z řepkového oleje se žlutým včelím voskem v poměru 90:10, řepkový olej a glycerol mono stearát v poměru 90:10 a kombinace řepkového oleje, žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu v poměru 90:6:4.

Příprava oleogelu s názvem BW1 vyrobeného z řepkového oleje a žlutého včelího vosku v poměru 9:1 (dále v textu používána zkratka BW1) spočívala v zahřátí oleje a včelího vosku v daném poměru za stálého míchání v kuchyňském robotu Thermomix (výrobce Vorwerk SE & Co. KG, Wuppertal, Německo) při teplotě 65 °C, rychlosti 3, tak dlouho pokud nedošlo k úplnému rozpuštění vosku a dokonalému promíchání s olejem. Výsledný roztok byl okamžitě nalit do zavařovacích sklenic Mangoneto o objemu 235 ml – rovná čírá. V zavařovacích sklenicích byl teplý roztok oleogelu ponechán 30 minut ve tmě při pokojové teplotě vychladnout. Po uplynutí této doby byly sklenice s oleogelem BW1 přemístěny do chladu a skladovány při teplotě 2-4 °C v temnu 7 dnů až do použití při výrobě paštik.

Příprava oleogelu s názvem BW2, který byl připraven z řepkového oleje, žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu (poměr ingrediencí 90:6:4) probíhala obdobně jako u oleogelu BW1, pouze dosažená teplota při míchání byla 90 °C. Tekutý oleogel byl dávkován do zavařovacích sklenic, stejných jako u předchozí šarže oleogelu BW1, umístěn v temnu po dobu 30 minut a poté skladován v temnu a chladu při teplotě 2-4 °C. V textu bude pro tento oleogel používáno označení BW2.

Oleogel s názvem BW3, vyrobený z řepkového oleje a glycerol mono stearátu (GMS) v poměru 9:1, teplota oleje pro rozpuštění GMS dosahovala v nádobě Thermomixu 90 °C, intenzita míchání byla nastavena na stupeň 3. Po úplném rozpuštění GMS v oleji byl oleogel naplněn do zavařovacích sklenic, ponechán zchladnout v temnu při pokojové teplotě a po 30ti minutách uložen do temna a chladu (teplota 2-4 °C) až do použití pro výrobu masových pomazánek.

Pro použití oleogelů jako částečné náhrady vepřového tuku do játrových paštik byly senzorycky zhodnoceny jednotlivé oleogely. Hodnocena byla především tvrdost, roztíratelnost a chuť. Na základě výsledků senzorické analýzy byly vybrány oleogely BW1 a BW2 pro aplikaci při reformulaci játrových paštik z vepřového masa.

## 6.2 Výroba vzorků játrových vepřových paštik

Pro vyhodnocení vlivu přídavku oleogelů bylo vyrobeno 5 vzorků játrové vepřové paštiky (1 000 g na každou šarži). Vždy dva vzorky vepřové játrové paštiky obsahovaly přídavek stejného oleogelu a byly rozděleny podle množství nahrazovaného vepřového tuku. Náhradou části vepřového tuku byly zvoleny oleogely BW1 a BW2, v množství 30 % a 60 % v každé masové pomazánce, které daný oleogel obsahovaly. Pátým vzorkem byla vepřová játrová paštika bez přidaného oleogelu, která sloužila jako kontrolní vzorek.

### 6.2.1 Surovinové složení a postup výroby paštik

Paštiky byly vyrobeny s využitím surovin uvedených v Tabulce 4.

Tabulka 4 Složení surovin pro výrobu paštiky

|                           | kontrolní<br>vzorek | BW1<br>30 % | BW1<br>60 % | BW2<br>30 % | BW2<br>60 % |
|---------------------------|---------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                           | g                   | g           | g           | g           | g           |
| vepřová plec              | 420                 | 420         | 420         | 420         | 420         |
| vepřové sádlo<br>syrové   | 230                 | 160         | 90          | 160         | 90          |
| kuřecí játra              | 264                 | 264         | 264         | 264         | 264         |
| dusitanová<br>solící směs | 16                  | 16          | 16          | 16          | 16          |
| černý pepř                | 1,8                 | 1,8         | 1,8         | 1,8         | 1,8         |
| muškátový<br>ořech        | 0,35                | 0,35        | 0,35        | 0,35        | 0,35        |
| zázvor sušený             | 0,176               | 0,176       | 0,176       | 0,176       | 0,176       |
| skořice                   | 0,176               | 0,176       | 0,176       | 0,176       | 0,176       |
| cibule                    | 17,6                | 17,6        | 17,6        | 17,6        | 17,6        |
| oleogel                   | xxx                 | 70          | 140         | 70          | 140         |
| vývar z masa              | 50                  | 50          | 50          | 50          | 50          |
|                           | 1 000,102           | 1 000,102   | 1 000,102   | 1 000,102   | 1 000,102   |

(zdroj: vlastní)

Kuřecí játra byla očištěna, překrájena na menší kousky, přidáno koření a dusitanová solící směs dle receptury uvedené v Tabulce 4 a v nádobě Thermomixu mělněna po dobu 30 sekund na stupeň 4.

Vepřová plec a vepřový syrový tuk byly po vytužení po dobu 5-8 minut ve vroucí vodě z vody vyjmuty, mírně zchlazeny po dobu 6-8 minut při pokojové teplotě. Po částečném ochlazení nakrájeny na menší kousky a řezačkou protlačeny otvory řezací desky s průměrem

4 mm. Po rozmělnění byly přidány do nádoby k játrům společně s jemně nakrájenou dozlátova orestovanou cibulí.

Posledním krokem v přípravě vepřových játrových paštik bylo řádné rozmělnění a homogenizace směsi všech ingrediencí při rychlosti 6 po dobu 10 minut bez volby teploty ohřívání. Pro dosažení optimální konzistence byl do díla během mělnění přidáván vývar z vepřového masa.

Při výrobě reformulovaných vepřových játrových paštik byl při posledním kroku do nádoby Thermomixu přidán vyrobený oleogel v daném množství dle Tabulky 4.

Syrová směs vepřové paštiky byla plněna do řádně vymytých zavařovacích sklenic. Pomocí kuchyňské lžice byly sklenice naplněny směsí asi 1 cm pod okraj, vloženy do vakuovacího zařízení za účelem odsátí přebytečného vzduchu a řádně uzavřeny sterilními víčky. Důvodem odsátí vzduchu bylo předejít tvorbě nežádoucích vzduchových bublin v hotové paštice. Jednotlivé šarže paštik byly na víčkách označeny vytvořeným kódem, který odpovídá složení oleogelu a jeho množstevnímu přídatku.

Následovalo tepelné ošetření vyrobených vzorků paštik. Tepelné zpracování proběhlo v konvektomatu 4easy Touch 6.10 EB (výrobce Welbilt Deutschland GmbH, Eglfing, Německo) předehřátému na teplotu 85 °C. Po dosažení této teploty byly do komory vloženy jednotlivé vzorky. Sklenice s libovolným vzorkem uzavřená speciálním víčkem, které umožnilo do jádra vzorku vložit teplotní sondu byla umístěna do středu komory konvektomatu. Po uzavření konvektomatu se vzorky a dosažení teploty +72 °C na teploměru sondy byly sklenice s paštikou opracovávány po dobu 12 minut. Po uplynutí této doby a vyjmutí vzorků z konvektomatu do nerezové nádoby, následovalo prudké ochlazení výrobků zasypáním ledem. Led byl několikrát doplněn pro dosažení co nejrychlejšího zchlazení paštiky. Dosažením teploty +30 °C v jádře sledované paštiky byly vzorky přemístěny do chladicího zařízení a udržovány při teplotě +4 – +6 °C až do provádění potřebných analýz.

### 6.3 Vyhodnocení technologických vlastností paštik

Vzorky vepřových játrových paštik byly hodnoceny z hlediska texturních a reologických vlastností, měření pH vzorků, jejich barvy a senzorické analýzy.

Hodnocení texturních a reologických vlastností, měření pH a barvy bylo provedeno 7 dnů po vyhotovení vzorků, senzorická analýza proběhla za 15 dnů.

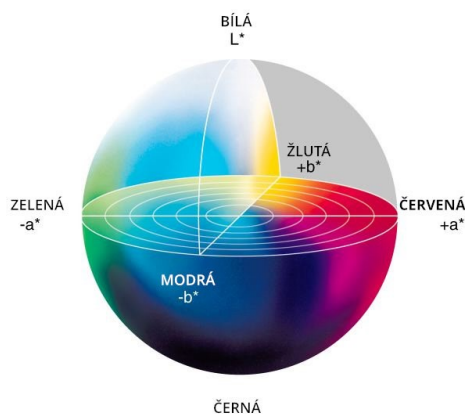
### 6.3.1 Stanovení pH paštik

Hodnota pH je důležitým parametrem při posuzování kvality vzorků masných výrobků, včetně masových pomazánek. Tato veličina může ovlivnit barvu, texturu, vaznost vody i mikrobiologickou stabilitu výrobku. U mělněných výrobků jako jsou paštiky hraje pH roli především při emulgaci bílkovin. Ovlivňuje texturu, soudržnost a šťavnatost masových pomazánek, proto je jeho stanovení vhodné pro optimalizaci receptur paštik. (Dutson, 1983)

Měření pH vzorků bylo provedeno pomocí zkalibrovaného pH metru (Hanna Foodcare, Hanna Instruments) při teplotě +20 °C přímo ve výrobku bez jeho ředění. Měření každého vzorku bylo provedeno pětkrát do různých míst. Před každým měřením byla sonda pH metru očištěna v kádince s destilovanou vodou, aby se zabránilo ulpění tuků a bílkovin, které by mohly zkreslit hodnoty dalšího měření. Výsledky měření byly zpracovány do tabulky, vypočten jejich průměr a znázorněny pomocí grafu.

### 6.3.2 Stanovení barvy paštik

Měření barvy paštik bylo provedeno pomocí spektrofotometru (Ultrascan PRO, HunterLab) využívaném pro výzkum a hodnocení kontroly kvality. V trojrozměrném prostoru kvantifikuje barevnou škálu pomocí číselných stupnic. Hodnocení barvy je založeno na trichromatických souřadnicích, což je vyobrazeno na Obrázku 2. Hodnotou  $L^*$  je vyjádřena světlost v číselné škále 0 (označuje černou barvu) - 100 (barvu bílou). Parametr  $a^*$  vyjadřuje zeleno-červené spektrum od ( $-a^*$  zelené barvy) do ( $+a^*$  červené barvy). Údaj  $b^*$  udává modro-žlutou barevnou škálu v rozmezí ( $-b^*$  modré barvy) do ( $+b^*$  vyjadřující žlutou barvu), přičemž údaje vyjádřené pomocí  $a^*$  a  $b^*$  jsou definovány číselnými hodnotami v rozmezí od -60 do +60. (Kopina, 2022)



Obrázek 2 Grafické znázornění LAB modelu

(Kopina, 2022)

Před odběrem vzorku byla ze sklenice odstraněna vrchní vrstva paštiky, která by mohla zkreslit výsledky. Poté byl vzorek rovnoměrně rozetřen do připravené měřicí nádoby až po její okraj. Před měřením byl přístroj v souladu s návodem zkalibrován a osazen měřící celou. Připravené vzorky byly postupně přikládány na měřicí plochu, proměřovány a data zaznamenána pomocí připojeného softwaru. Z naměřených číselných údajů byl vypočítán aritmetický průměr a jednotlivé údaje graficky zaznamenány.

### 6.3.3 Hodnocení textury paštik

Vzorky paštik byly hodnoceny pomocí texturometru, který je vybaven vertikálně se pohybujícím ramenem, měřícím stolkem pro umístění analyzovaného vzorku. Princip měření spočívá v určení velikosti síly potřebné ke stlačení, rozetření nebo protlačení sondy do vzorku. Výsledek je vyneseno v podobě grafické závislosti síly na čase nebo pohybu sondy, pro vyhodnocení mechanických vlastností paštik. Texturní profilová analýza byla realizována na analyzátoru Texture Analyser XT.plus se softwarem Exponent verze 4.0.

Pro vyhodnocení tvrdosti byla použita kovová válcová sonda připevněná ve vertikálním ramenu přístroje, která při měření pronikala do vzorku v původním obalu umístěném na desce přístroje. Měření každého vzorku bylo provedeno 5x v různých místech paštiky.

Pomocí totožného analytického přístroje, ale odlišné sondy, byla stanovena roztíratelnost výrobků. Do plexisklové misky ve tvaru kužele byl vetřen analyzovaný vzorek masové pomazánky a ta vložena do přidržovače umístěného na desce přístroje. Pomocí ramene s upnutou sondou tvaru kužele byl vzorek stlačen a naměřené hodnoty zaznamenány pomocí připojeného softwaru. Každý vzorek byl měřen 5x, naměřený vzorek v misce byl vždy obměněn ze stejné sklenice.

Měřeními byly získány numerické údaje a grafické vyobrazení v závislosti síly na čase o vyhodnocení tvrdosti, roztíratelnosti, relativní lepivosti a lepivosti jednotlivých šarží vzorků. Byl vypočítán aritmetický průměr jednotlivých měření a údaje zobrazeny pomocí grafů.

### 6.3.4 Hodnocení reologických vlastností

Pomocí reologické analýzy je možné vyhodnotit chování vzorků během toku a deformace. Sleduje se vztah mezi napětím působícím na vzorek a jeho deformací v čase. Viskoelastické vlastnosti jsou popsány pomocí elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) jež udává pružnost materiálu, ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) vyjadřující viskózní chování vzorků

a komplexní viskozitou  $\eta^*$ , která je kombinací obou modulů a poskytuje celkový pohled na viskoelastické vlastnosti zkoumaného vzorku.

Poměr obou modulů lze vyjádřit jako tangens delta ( $\tan \delta$ ), kdy  $\delta > 1$  vyjadřuje viskózní charakter vzorku a  $\delta < 1$  znamená, že vzorek vykazuje elastické vlastnosti. Celkovou odolnost vzorku vůči cyklickému smykovému zatížení lze vyjádřit pomocí komplexního modulu pružnosti ( $G^*$ ), veličinou určenou k popisu viskoelastického chování materiálu. Vzorec využívaný pro výpočet této hodnoty je: (Candogan & Kolsarici, 2003)

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

Kde:  $G^*$  komplexní modul pružnosti [Pa]  
 $G'$  elastický modul pružnosti [Pa]  
 $G''$  ztrátový modul pružnosti [Pa]

Vzorky byly analyzovány na dynamickém oscilačním reometru KINEXUS společnosti Malvern. Měření každého ze vzorků proběhlo s dvojím opakováním v rozsahu 0,1 – 100 Hz při okolní teplotě +20 °C se vzorkem nahřátým na +70 °C a využitím metody deska-deska. Na kovovou 40 mm zoubkovanou desku umístěnou na stolku přístroje byl špachtlí nanesen vzorek. Pohyblivé vertikální rameno s upevněnou horní kovovou deskou bylo přitlačeno na vzorek a ten byl způsobeným tlakem mezi deskami rovnoměrně rozprostřen. Nadbytečné množství vzorku bylo odstraněno. Před spuštěním měření byl použit kryt přístroje. Při měření byl odečten elastický modul pružnosti ( $G'$ ) [Pa], ztrátový modul pružnosti ( $G''$ ) [Pa], komplexní modul pružnosti ( $G^*$ ) [Pa] a komplexní viskozita ( $\eta^*$ ) [Pa/s].

## 6.4 Senzorická analýza

Pomocí fyzikálních, chemických, mikrobiologických a senzorických metod lze hodnotit jakost potravin, kdy při každé z nich jsou využívány jiné specifické postupy. Pomocí chemických metod je stanovováno složení potravin, co se týká obsahu hlavních živin nebo také látek, které se v potravinách vyskytují a jejich přítomnost je nežádoucí. Mikrobiologické postupy zjišťují množství a druh přítomných mikroorganismů a jejich možný vliv na jakost potravin, případně na zdraví konzumentů. Cílem analýzy pomocí fyzikálních metod je posoudit mechanické vlastnosti výrobků.

Metody senzorické analýzy jsou zaměřeny na vlastnosti potravin, které spotřebitelé hodnotí svými smysly. Tato metoda neslouží ke zjišťování složení potravin, ale k posouzení existence nebo intenzity určitého vjemu. Jednotlivé výsledky tak slouží buď k samotnému posouzení určitých ukazatelů nebo jejich kombinaci pro poskytnutí celkového obrazu o kvalitě potravin. (Kříž et al., 2007)

Vzorky určené pro senzorické hodnocení masných výrobků jsou vyrobeny výhradně z masa zdravých zvířat, které byly poraženy v odpovídající tělesné a zdravotní kondici. Je možné posuzovat syrové, tepelně nebo jinak upravené vzorky pro hodnocení vzhledu, vůně, chuti, šťavnatosti, křehkosti a jemnosti. Obvykle je předkládáno pět anonymních vzorků, které se hodnotí pomocí pětibodové nebo více stupňové hodnotící škály.

Mezi požadavky, které platí pro všechny typy masných výrobků patří:

- a) Po nakrojení/narušení výrobku se nesmí uvolňovat voda ani tuk.
- b) Z výrobku nesmí po nakrojení/narušení vypadávat větší kusy svaloviny nebo vložek.
- c) Výrobek nesmí obsahovat cizí tělesa.
- d) Po nakrojení/narušení nesmí výrobek obsahovat syrové nebo nedostatečně zpracované části.
- e) Koření nebo jiné složky výrobku nesmí tvořit shluky, pokud to není typické pro daný výrobek.
- f) Povrch masného výrobku nesmí být netypicky seschlý a vykazovat známky mazlavosti nebo lepkavosti.
- g) Nepřípustná je přítomnost plísně, s výjimkou ušlechtilé plísně typickou pro daný výrobek.
- h) Je žádoucí neporušenost výrobku.
- i) Výrobek nesmí vykazovat cizí příchutě nebo pachutě.
- j) Chuť musí odpovídat charakteru výrobku. (Ježek, 2014)

#### **6.4.1 Senzorické hodnocení masových pomazánek**

Hodnocení vzorků vepřových masových pomazánek s kuřecími játry proběhlo v senzorické laboratoři na technologické fakultě Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Pro hodnocení bylo

nachystáno všech pět vzorků – (A) kontrolní vzorek, (B) vzorek s 30 % náhradou vepřového tuku oleogelem BW1 (řepkový olej a žlutý včelí vosk v poměru 90:10), (C) vzorek s 60 % náhradou vepřového tuku oleogelem BW1, (E) vzorek s 60 % náhradou vepřového tuku oleogelem BW2 (řepkový olej, žlutý včelí vosk a glycerol mono stearát v poměru 90:6:4) a vzorek (D) s 30% náhradou vepřového tuku oleogelem BW2.

Po vyjmutí z chladicího zařízení byly vzorky asi 1,5 hodiny temperovány při laboratorní teplotě. Před samotnou analýzou byly vzorky nakladeny na testovací talíře a to tak, že z jednotlivých sklenic se vzorky masových pomazánek byla odstraněna horní vrstva a poté pomocí lžic formovány malé hrudky v podobě noků, které byly rovnoměrně rozloženy po obvodu talíře. Každému vzorku na talíři bylo přiděleno písmeno A-E pro zachování objektivitu hodnocení, pro zajištění odrazu skutečných sensorických vjemů posuzovatelů a zabránění možného zkreslení hodnocení. Talíře se vzorky byly předkládány hodnotitelům v testovacích kójiích s přiloženými neutralizátory (pitná voda a běžné bílé pečivo). Pro možnost zaznamenání výsledků byl do kóji přiložen sensorický dotazník s popisem hodnocených znaků a pero.

Pro vyhodnocení vzorků byla zvolena stupnicová zkouška a pořadové preferenční zkoušky dle tuhosti a na základě celkového dojmu.

#### 6.4.2 Hodnocení s použitím stupnic

Pro srovnání hodnocených znaků u dvou a více výrobků bylo vhodné použití testu podle Kruskal-Wallise, který slouží k vyhodnocení shody sledovaných vlastností jako jsou vzhled a barva, chuť, vůně a konzistence testovaných vzorků. Nulová hypotéza udává předpoklad, že mezi jednotlivými testovanými výrobky není na úrovni sledovaného znaku žádný rozdíl. Naopak alternativní hypotéza předpokládá, že alespoň jeden vzorek vykazuje na úrovni sensorického znaku statistické odlišnosti.

Při výpočtu se postupuje tak, že všechna hodnocení jsou převedena na pořadí vzestupně od nejnižší hodnoty a pro každou skupinu se vypočítá suma pořadí. Následně je proveden výpočet testového kritéria a posléze je doporučeno použít i výpočet pro korigované testové kritérium pro případ, že bude ve všech výběrech shodných více než 25 % pozorování.

Vzorec pro výpočet testového kritéria:

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

Kde  $Q_{KW}$  ..... testovací kritérium  
 $n$  ..... počet posuzovatelů  
 $n_r$  ..... počet posuzovatelů v  $r$ -tém výběru  
 $T_r$  ..... součet pořadí jednotek

Vzorec pro výpočet korigovaného testového kritéria:

$$Q_{KW}^* = \frac{Q_{KW}}{1 - \frac{D}{n^3 - n}}$$

$$D = \sum_{k=1}^K (n_k^3 - n_k)$$

Kde  $Q_{KW}^*$  ..... korigované testovací kritérium  
 $Q_{KW}$  ..... testovací kritérium  
 $n$  ..... počet hodnotitelů v testu  
 $n_k$  ..... celkové zastoupení

hypotézu se  $100(1 - \alpha)\%$  spolehlivostí je možné zamítnout, pokud bude platit

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

kde  $\chi_{1-\alpha}^2(R-1)$  je  $100(1-\alpha)\%$  kvantil Pearsonova rozdělení s  $(R-1)$  stupni volnosti pro  $\alpha = 0,05$ .

Jestliže na předem zvolené hladině významnosti dojde k zamítnutí zvolené hypotézy, je možné konstatovat vzájemnou odlišnost vzorků ve sledovaném znaku. K určení těchto vzorků se využívá Nemenyiho metoda vícenásobného párového porovnání závislých výběrů. K určení jsou volena písmena  $i$ -tého a  $j$ -tého vzorku, rozdíl mezi vzorky je se  $100(1 - \alpha)\%$  spolehlivostí významný, pokud platí:

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

Kde  $T_i, T_j$  ..... sloupcové součty pořadí  
 $Q_{1-\alpha}(R, n_r)$  ..... kritická hodnota pro párová porovnání závislých výběrů  
 $R$  ..... počet vzorků z původního Kruskal-Wallisova testu

V případě, že na základě vyhodnocení vzorků podle Nemenyiho metody vícenásobného párového porovnání závislých výběrů je zjištěno, že právě dva vzorky vykazují odlišnosti, použije se k porovnání sledovaných senzorických vlastností Wilcoxonův test. Podmínkou pro vyhotovení testu je alespoň 20 posuzovatelů, kteří provedli hodnocení obou výrobků.

Nejprve je hodnocení obou vzorků spojeno do jednoho seznamu a hodnoty seřazeny od nejnižší po nejvyšší. Poté je pro každý vzorek spočten celkový součet pořadí, ten je používán k vypočtení celkové statistiky, na základě, kterého je možné zhodnotit, zda je mezi vzorky statisticky významný rozdíl. Vzhledem k tomu, že při hodnocení vzorků jsou posuzovateli přiřazovány opakující se hodnoty je vhodné použít upravenou Wilcoxonovu statistiku s opravou na spojitost.

Výpočet podle vzorce:

$$u_W = \frac{T_j - \frac{n_j \cdot (n + 1)}{2} \pm \frac{1}{2}}{\sqrt{\text{var}(s_W)}}$$

Kde  $T_j$  ..... součet pořadových hodnot  
 $n_j$  ..... počet posuzovatelů j-tého vzorku  
 $j$  ..... A nebo B

$$\text{var}(s_W) = \frac{n_A \cdot n_B}{12} \cdot \frac{n^3 - \sum_{k=1}^K (n_k)^3}{n \cdot (n - 1)}$$

Kde  $K$  ..... počet kategorií ordinární stupnice  
 $n_k$  ..... četnost celkového zastoupení k-té kategorie  
 $n_{A,B}$  ..... počet posuzovatelů vzorků A, B

Ve vztahu při výpočtu se použije +1/2 pokud je výraz v čitateli záporný, -1/2 pokud bude výraz v čitateli kladný.

Pro vyhodnocení preference, který ze vzorků na stupnici 1 – výborný do 5 – nevyhovující je lepší než ten druhý, je využit jednostranný test při použití ordinární stupnice 2. druhu. Hodnota testového kritéria je stanovena pouze pro vzorek A. Nulovou hypotézou je tvrzení, že sledované znaky nevykazují rozdíl. Alternativní hypotézu je možné formulovat podle dané stupnice. Bude-li alternativní hypotéza tvrdit, že vzorek  $A < B$  a tento výrok je na stanovené hladině významnosti přijat, platí kritický obor pro stupnici 2. druhu.

Vzorec pro výpočet kritického oboru pro stupnici 2. druhu:

$$u_W \geq u_{1-\alpha}$$

Kde  $u_W$  ..... kritická hodnota standardního normálního rozdělení  
 $u_{1-\alpha}$  ..... hodnota kvantilu normovaného normálního rozdělení

Hodnotu kvantilu normovaného normálního rozdělení lze zjistit pomocí výpočtu v MS Excell podle vzorce funkce „NORM.S.INV“.

Pokud bude alternativní hypotéza opačná, to znamená že vzorek  $A > B$  a tento výrok je přijat na stanovené hladině významnosti, platí kritický obor pro stupnici 2. druhu:

$$u_W \leq -u_{1-\alpha}$$

### 6.4.3 Pořadová zkouška

Tato zkouška je využívána k seřazení předkládaných vzorků podle spotřebitelských preferencí, intenzity určitého senzorického znaku nebo vlivu vybraného faktoru na smyslové vlastnosti hodnoceného výrobku. Její použití je vhodné v případě určení pořadí vzorků, kdy každému pořadí by měl odpovídat právě jeden vzorek – pořadová preferenční zkouška s nucenou volbou. Hodnotitelé vzorky označí jednotlivým přiřazeným pořadím podle svého zhodnocení označením v dotazníku, každý vzorek může být označen jen jedním místem v řadě.

Zkoušku je možné vyhodnocovat různými metodami, nejznámější je Friedmanův test, který byl využit. Nulová hypotéza předpokládá, že všechny vzorky jsou stejné, to znamená, že nevykazují významné rozdíly, co se týče sledované preference. Alternativní hypotéza, naopak říká, že mezi vzorky je alespoň jeden, který tvrzení nulové hypotézy popírá, to znamená, že alespoň jeden vzorek se od ostatních liší. Pomocí Friedmanova testu je možné posoudit, zda případné rozdíly v součtech pořadí jsou významné.

Testové kritérium:

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

Kde: FR ..... testové kritérium

R ..... počet vzorků

n ..... počet hodnotitelů

T<sub>i</sub> ..... součet jednotlivých vzorků

Pro alternativní hypotézu bude platit následující vztah:

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

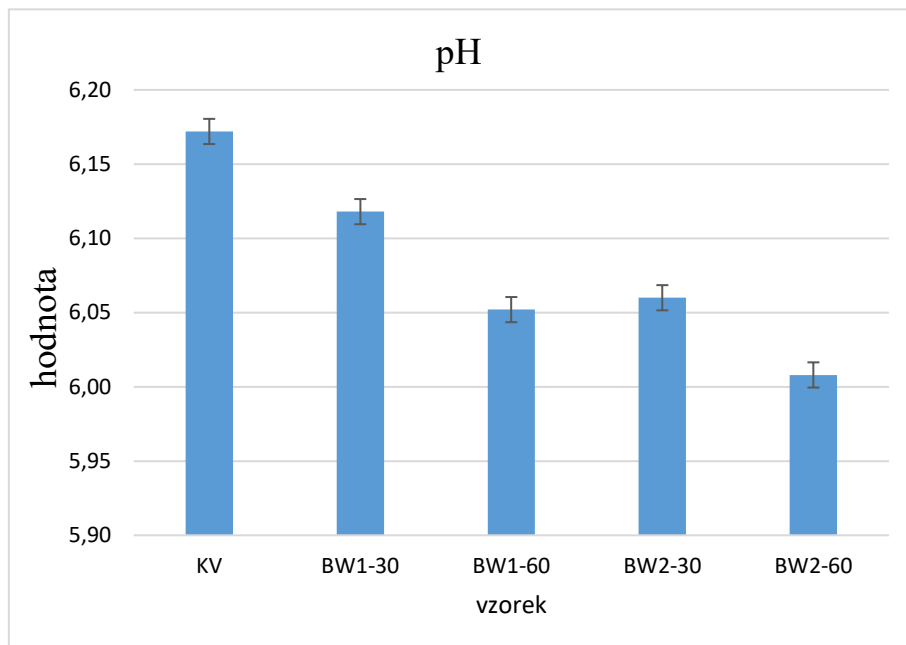
Kde: FR ..... testové kritérium

Q<sub>1-α</sub>(R,n) ..... kritická hodnota (pro α = 0,05)

Pokud nastane situace, kdy dojde k zamítnutí nulové hypotézy a potvrzení alternativní je potřeba zhodnotit, které jednotlivé vzorky jsou odlišné. Je možné využít Němenyiho metodu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů. (Kříž et al., 2007)

## 7 VÝSLEDKY A DISKUSE

### 7.1 Stanovení pH



Obrázek 3 Hodnoty pH masových pomazánek

KV – kontrolní vzorek

BW1-30 – oleogel – řepkový olej se žlutým včelím voskem v poměru 9:1 s 30 % náhradou

BW1-60 – oleogel – řepkový olej se žlutým včelím voskem v poměru 9:1 s 60 % náhradou

BW2-30 - oleogel řepkový olej se žlutým včelím voskem a glycerol mono stearátem v poměru 90:6:4 s 30 % náhradou

BW2-60 - oleogel řepkový olej se žlutým včelím voskem a glycerol mono stearátem v poměru 90:6:4 s 60 % náhradou

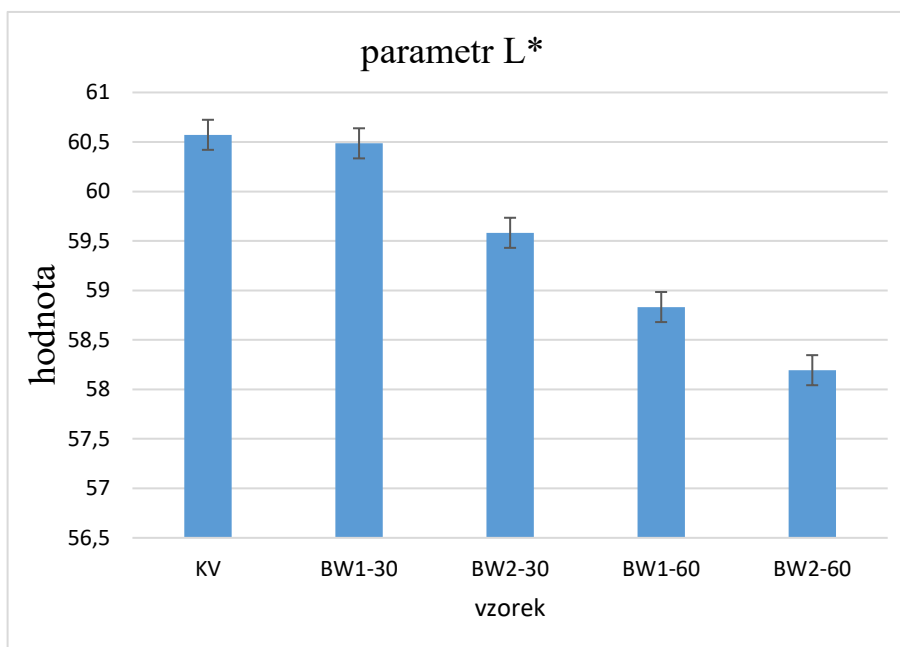
Dle grafického znázornění Obrázku 3 vykazuje nejvyšší hodnotu pH kontrolní vzorek (6,17), což dokazuje, že nepřítomnost oleogelů vede k zachování vyšší zásaditosti produktu. U ostatních vzorků, kde byly použity oleogely v různém složení, je patrný postupný pokles pH, a to s rostoucí koncentrací oleogelu. Vzorky s prvním typem oleogelu BW1-30 a BW1-60 vykazují pokles hodnot na 6,12 a 6,05, což znamená mírné, ale zřetelné okyselení produktu v závislosti na množství přidaného oleogelu. Podobný trend lze pozorovat i u oleogelu BW2-30 a BW2-60, kdy pH klesá z hodnoty 6,06 na 6,01. Také v případě oleogelu tohoto složení je patrný vliv množství přídavku oleogelu na snížení pH. Z porovnání hodnot BW1 a BW2 při stejných koncentracích je patrné, že oleogel BW2 má mírně kyslejší složení, a tudíž

způsobí větší okyselení výrobku. Vzorky s oleogelem BW2 vykazují nižší pH při stejné koncentraci než BW1.

Data v grafu ukazují, že přidavek oleogelů vede ke snížení pH, a to u obou typů oleogelů. Tento jev souvisí jak s koncentrací přidávaného oleogelu, tak s jeho povahou. Nejnižší hodnoty pH byly naměřeny u vzorku s přidavkem oleogelu BW2-60, což ukazuje na nejvyšší okyselující schopnost tohoto typu. Toto pozorování je důležité pro posouzení mikrobiologické stability výrobku a jeho senzorické vlastnosti.

Ve studii (Martins et al. 2020) byla hodnota pH paštik s přidavkem oleogelů ze včelího vosku a lněného oleje naměřena v hodnotách 6,38 pro vzorek s přidavkem oleogelu 30 % a 6,29 pro vzorek s přidavkem 60 %, kdy kontrolní vzorek vykazoval hodnoty 6,45. Ze studie je patrné, že pH paštik mělo klesající tendenci se zvyšující se koncentrací přidávaného oleogelu. Tato tendence je podobná jako v případě výsledků této práce, kdy hodnoty dosahovaly mírně nižších hodnot v případě oleogelu BW1. Naměřené hodnoty pH kontrolního vzorku v obou případech jsou z naměřených hodnot nejvyšší.

## 7.2 Vyhodnocení barvy



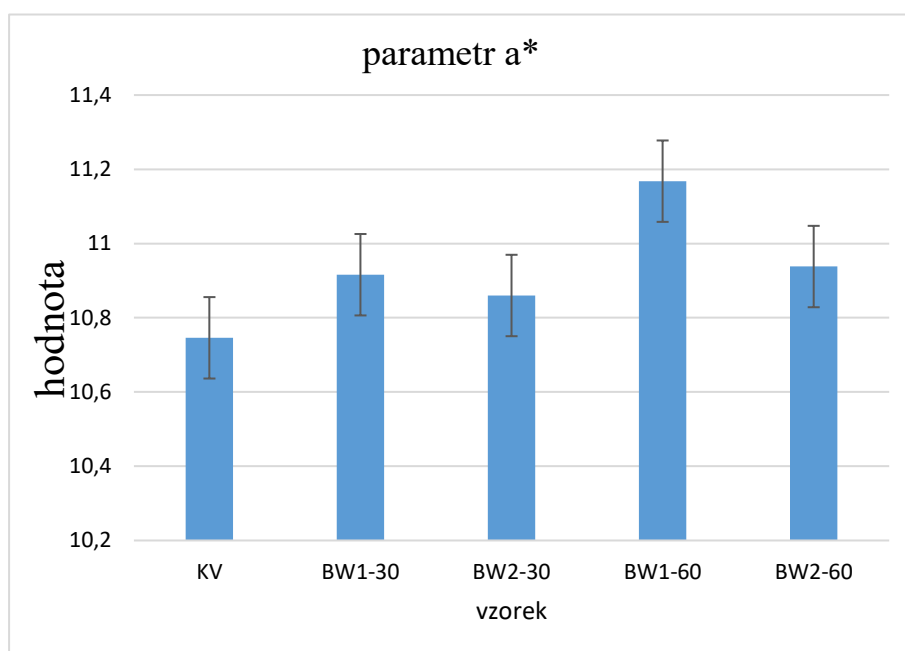
Obrázek 4 Hodnoty parametru L\* masových pomazánek

Nejvyšší hodnotu parametru L\* vykazuje kontrolní vzorek, viz Obrázek 4, s průměrnou hodnotou 60,57, což v porovnání s ostatními vzorky znamená, že je nejsvětlejší. Průměrnou hodnotu 60,49 vykazuje vzorek BW1-30, kde je oproti kontrolnímu vzorku nepatrný pokles,

což může znamenat, že přidaný typ oleogelu má v nízkých koncentracích minimální vliv na světlost vzorků. Oproti tomu vzorky s BW2-30 a BW2-60 mají sníženou hodnotu parametru  $L^*$  oproti vzorku KV a BW1 srovnatelných koncentrací. U vzorku BW1-60 hodnota klesá na 58,83 a BW2-60 na 58,18, což znamená, že při vyšších koncentracích oleogelů vykazují vzorky ztmavnutí.

Výsledky měření parametru  $L^*$  ukazují, že koncentrace a typ přidaného oleogelu ovlivňují barvu paštiky. Nízký přídavek oleogelů nevede ke změně, vyšší dávky způsobují posun parametru  $L^*$  do tmavších oblastí. Tento poznatek je důležitý z hlediska posuzování vzhledu výrobku.

Ve studii (Martins et al., 2020) se konstatuje, že barevné parametry  $L^*$  vykazovaly se zvyšující se koncentrací oleogelů klesající tendenci. Nejvyšší hodnota byla naměřena u kontrolního vzorku (63,81), nižší hodnota u vzorku s 30 % přídavkem oleogelu (63,33) a nejnižší s 60 % přídavkem oleogelu (59,77). V případě studie, (Kim et al., 2022) která se zabývala vlastnostmi oleogelů vyrobených z řepkového oleje, s přídavkem kandelilového vosku (CDW) a řepkového oleje, kandelilového vosku a glycerol mono stearátu (GMS), je patrná klesající světlost v souvislosti s přídavkem kombinovaného oleogelu v poměru (CDW60:GMS40), kdy výsledky obou studií vykazují porovnatelné údaje se zjištěním v této práci.

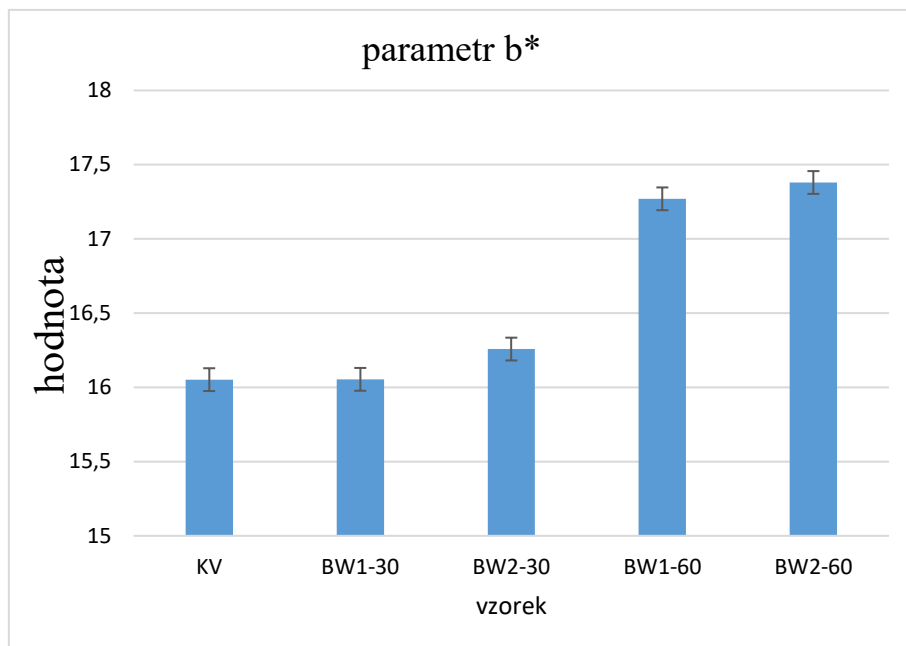


Obrázek 5 Hodnoty parametru  $a^*$  masových pomazánek

Na základě hodnot Obrázku 5, nejnižší hodnota parametru  $a^*$  je naměřena u kontrolního vzorku a to 10,75, což znamená, méně intenzivní červené zbarvení v porovnání s ostatními vzorky s přídavkem oleogelů. U všech vzorků s oleogely má přídavek oleogelů vliv na zvýšení naměřených hodnot parametru  $a^*$  a tudíž k zesílení červeného zbarvení paštik. Nejvyšší nárůst je u vzorku BW1-60, kde hodnota dosahuje 11,17, také BW1-30 (10,92) a BW2-60 (10,94) mají vyšší hodnoty než kontrolní vzorek. U vzorku BW2-30 je nárůst mírný, ale patrný. Vliv oleogelu je závislý na koncentraci, vyšší dávky oleogelu, především BW1 vedou k více intenzivnímu červenému zbarvení. V tomto ohledu je také patrný vliv druhu oleogelu, kdy BW1, má patrný vliv na zvýšení sledovaného parametru, a to u obou koncentrací více než u vzorků s oleogelem BW2.

Výsledky měření parametru  $a^*$  ukazují, že sledované vzorky s přídavky oleogelů mají ovlivněné barevné vlastnosti nejen z hlediska světlosti, ale také barevného tónu. Zvýšení hodnoty  $a^*$  ovlivňuje posunutí barevného spektra k červenějším odstínům, což může mít pozitivní vliv na senzorický dojem. Nejvyšší efekt byl zaznamenán u vzorku BW1-60, což naznačuje, že úprava vzhledu pomocí oleogelů může mít kladný vliv na optimalizaci vzhledu konečného výrobku.

Ve studii (Martins et al., 2020) se konstatuje, že barevné parametry  $a^*$  byly naměřeny v nejvyšší hodnotě u vzorku s přídavkem oleogelu v koncentraci 60 % (5,66), nižší hodnota u kontrolního vzorku (5,23) a nejnižší s 30 % přídavkem oleogelu (4,48). V porovnání s pozorováním v této práci byly měřené výsledky ve vyšších, téměř dvojnásobných hodnotách a s rostoucí tendencí v případě přídavku koncentrace oleogelů BW1, což může souviset s použitím jiného gelátoru a také surovinovou skladbou výrobku. V případě studie, (Kim et al., 2022) která se zabývala vlastnostmi oleogelů vyrobených z řepkového oleje, s přídavkem kandelilového vosku (CDW100:GMS0 - -1,49) a řepkového oleje, kandelilového vosku a glycerol mono stearátu (CDW60:GMS40 - -1,11), je patrný přechod k červenějším odstínům v souvislosti s přídavkem kombinovaného oleogelu, kdy výsledky studie vykazují porovnatelné údaje se zjištěním v této práci.



Obrázek 6 Hodnoty parametru  $b^*$  masových pomazánek

Dle grafu na Obrázku 6, kontrolní vzorek KV a vzorek BW1-30 vykazují podobné průměrné hodnoty a to oba 16,05, což může znamenat, že nízká koncentrace oleogelů téměř neovlivňuje žlutou barevnou škálu výrobku. Vzorek BW2-30 s parametrem v průměrné hodnotě 16,26 vykazuje mírný nárůst oproti předchozím, což může způsobovat odlišné složení oleogelu i při nízkém přídávku. Výrazný vliv na zvýšení parametru  $b^*$  má přidavek oleogelu BW1-60 (17,27) a BW2-60 (17,38) s posunutím spektra do žlutých odstínů při vyšších koncentracích oleogelů nehledě na jejich složení. Nejsilnější vliv má BW2-60, což může naznačovat vliv kombinace koncentrace a složení oleogelu.

Barevný odstín výrobku je ve žlutém spektru výrazně ovlivněn nejen druhem oleogelu, ale především jeho koncentrací. Zatímco, při nízké koncentraci přídávku obou typů oleogelů je vliv minimální, vyšší dávky způsobují intenzivnější žluté zbarvení. Tento vliv může hrát důležitou roli při posuzování kvality produktu.

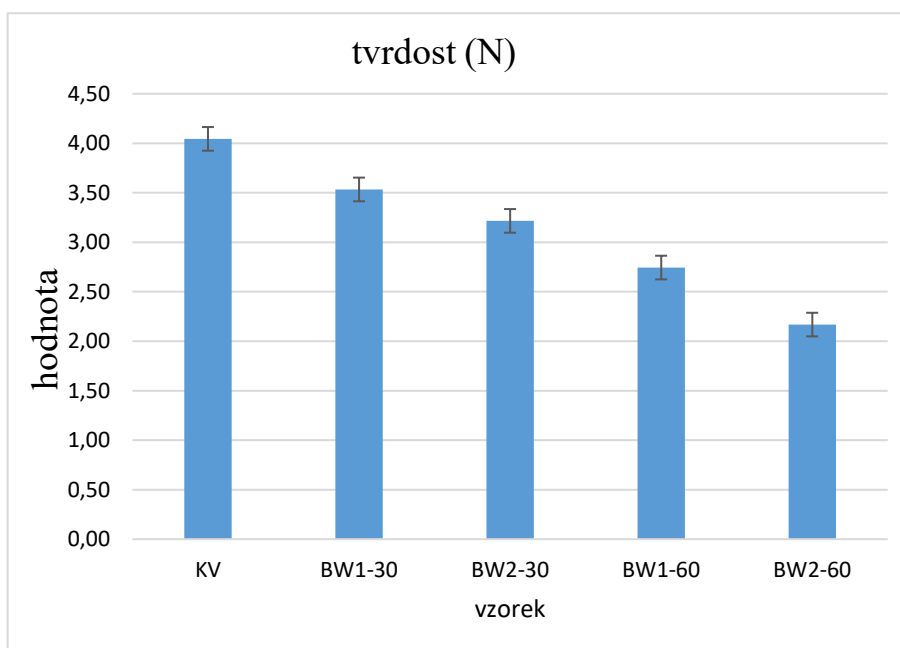
Ve studii (Martins et al., 2020) se konstatuje, že barevné parametry  $b^*$  byly naměřeny v nejvyšší hodnotě u vzorku s přídávkem oleogelu v koncentraci 60 % (28,29), nižší hodnota s 30 % přídávkem oleogelu (23,82) a nejnižší u kontrolního vzorku (20,88). V porovnání s pozorováním v této práci byly měřené výsledky v podobných hodnotách, i s rostoucí tendencí v případě přídávku 60 % koncentrace oleogelu BW1. V případě studie, (Kim et al., 2022) která se zabývala vlastnostmi oleogelů vyrobených z řepkového oleje, s přídávkem kandelilového vosku (CDW100:GMS0 –  $b^*$  10,22) a řepkového oleje, kandelilového vosku

a glycerol mono stearátu (CDW60:GMS40 – b\* 6,96), je patrný přechod k modrým odstínům v souvislosti s přidavkem kombinovaného oleogelu (CDW60:GMS40), kdy výsledky studie vykazují zcela opačnou tendenci oproti zjištěním v této práci.

### 7.3 Vyhodnocení texturních vlastností

#### 7.3.1 Analýza textury masových pomazánek

##### Tvrдост



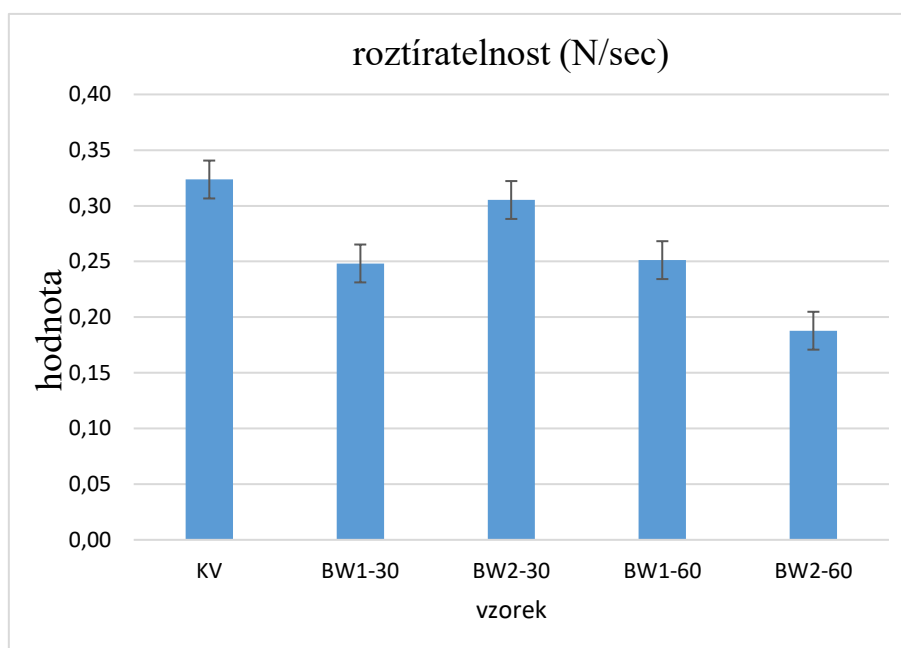
Obrázek 7 Hodnoty tvrdosti masových pomazánek

Nejvyšší tvrdost vykazuje kontrolní vzorek s hodnotou 4,04 N, viz Obrázek 7, což odpovídá nejpevnější struktuře ze všech testovaných vzorků. Vzorky s přidavkem oleogelů vykazují snižující se hodnotu tvrdosti, a to v souvislosti s velikostí přidavku a také na typu použitého oleogelu. Vzorek BW1-30 má naměřenou průměrnou tvrdost 3,53 N, zatímco vzorek BW1-60 má naměřenou průměrnou tvrdost 2,74 N, což ukazuje na vliv vyšší dávky v souvislosti se změkčující se konzistencí. U vzorku BW2-30 se tvrdost snižuje na 3,22 N, zatímco vzorek BW2-60 dosahuje pouze 2,17 N, to dokazuje, že vyšší přidavek oleogelu do vzorku vede ke snižující se tvrdosti. Z grafu také vyplývá, že také složení oleogelu ovlivňuje měkkčí konzistenci vzorků. Kombinace složení oleogelu a výše jeho přidavku do vzorku zásadně ovlivňuje tvrdost v porovnání s kontrolním vzorkem.

Přídavek oleogelů významně ovlivňuje texturní vlastnosti paštik, v tomto případě jejich tvrdost zásadně snižuje. Efekt je patrný již při nižších koncentracích přídavku oleogelu, ale zvýšení náhrady vepřového tuku oleogelem dochází k výraznému snížení tvrdosti. Největší efekt byl naměřen u vzorku BW2-60, což svědčí o silném účinku přidaného oleogelu. Vzhledem k důležitosti dosažení požadované struktury paštik, především její tvrdosti pro senzorické a technologické vlastnosti jeví se volba a množství přidaných oleogelů důležitým faktorem při návrhu reformulované masové pomazánky.

Ze studie (Martins et al., 2020) vyplývá, že přídavkem oleogelů do paštiky byly naměřeny výrazně nižší hodnoty tvrdosti u vzorku s přídavkem oleogelu v koncentraci 60 % a s 30 % ve srovnání s kontrolním vzorkem. V porovnání s výsledky této práce měl přídavek oleogelů BW1 na výsledky podobný vliv, i s rostoucí tendencí změkčení struktury v případě přídavku 60 % koncentrace oleogelu BW1. V případě studie, (Kim et al., 2022) zabývající se vlastnostmi oleogelů vyrobených z řepkového oleje, s přídavkem kandelilového vosku (CDW100:GMS0 – 8,43 N) a řepkového oleje, kandelilového vosku a glycerol mono stearátu (CDW60:GMS40 – 9,32 N), je patrné zvýšení tvrdosti v souvislosti s přídavkem kombinovaného oleogelu (CDW60:GMS40), kdy výsledky studie vykazují zcela opačnou tendenci oproti zjištěním v této práci. V porovnání s kontrolním vzorkem přídavek obou oleogelů ovlivnil pokles tvrdosti výrobku, což odpovídá měřením popsáním v této práci.

### Roztíratelnost



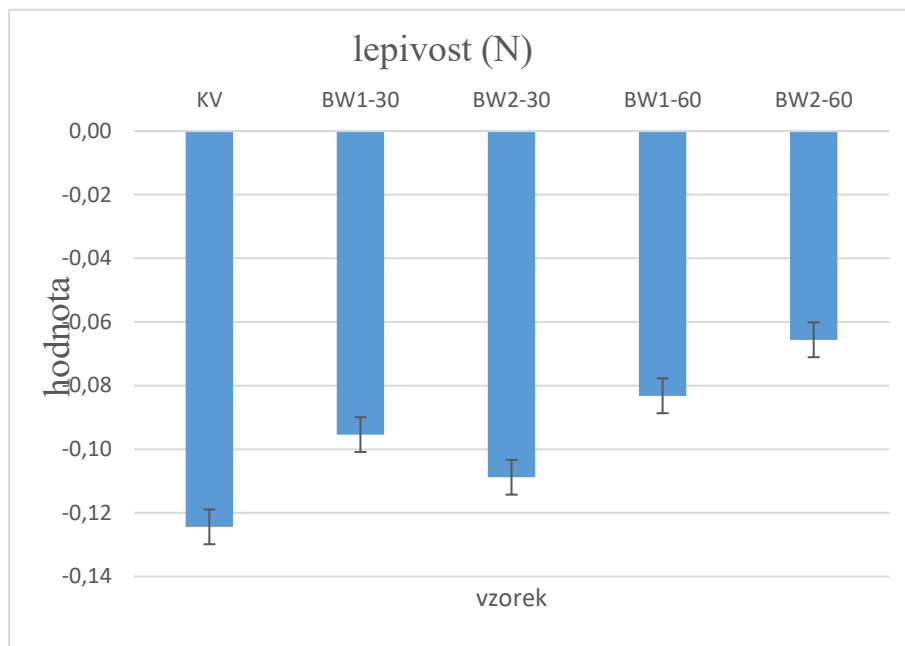
Obrázek 8 Hodnoty roztíratelnosti masových pomazánek

Na základě Obrázku 8, nejvyšší průměrnou hodnotu roztíratelnosti vykazuje kontrolní vzorek s hodnotou 0,32 N/sec, což poukazuje na nejvyšší odpor při roztírání – paštika je nejhůře roztíratelná. U vzorků s přidavkem oleogelů BW2 se roztíratelnost zvyšuje, a to v závislosti na výši přidavku oleogelu. Vzorky BW1-30 (0,25 N/sec) a BW1-60 (0,25 N/sec) vykazují oproti kontrolnímu vzorku roztíratelnost vyšší, kde její hodnota nesouvisí s koncentrací oleogelu ve vzorku. Oproti tomu vzorek BW2-30 má roztíratelnost přibližující se kontrolnímu vzorku (0,31 N/sec), ale s nárustem koncentrace tohoto složení oleogelu se roztíratelnost v případě vzorku BW2-60 velmi zlepšuje, kdy vykazuje průměrnou naměřenou hodnotu 0,19 N/sec což odpovídá nejlepším roztíracím vlastnostem.

Výsledky ukazují, že oleogely zlepšují funkční vlastnosti paštik z hlediska roztíratelnosti, kdy nejvýraznější efekt má oleogel BW2, zvláště při vyšší koncentraci. Zatímco kontrolní vzorek vykazuje nejhorší roztíratelnost, přidavek oleogelů vede ke zlepšení této vlastnosti, což může mít pozitivní vliv při konzumaci a může hrát nezanedbatelnou roli při reformulaci masových pomazánek s cílem zvýšit atraktivitu výrobků.

V případě studie, (Kim et al., 2022) která se zabývala vlastnostmi oleogelů vyrobených z řepkového oleje, s přidavkem kandelilového vosku (CDW100:GMS0 – 20,35 N/mm) a řepkového oleje, kandelilového vosku a glycerol mono stearátu (CDW60:GMS40 – 22,72 N/mm), je patrné zhoršení roztíratelnosti v souvislosti s přidavkem kombinovaného oleogelu (CDW60:GMS40), kdy výsledky studie jsou v souladu se zjištěním v této práci. V porovnání s kontrolním vzorkem přidavek obou oleogelů zlepšil roztíratelnost výrobku, což odpovídá měřením popsáním v této práci.

## Lepivost



Obrázek 9 Hodnoty roztíratelnosti masových pomazánek

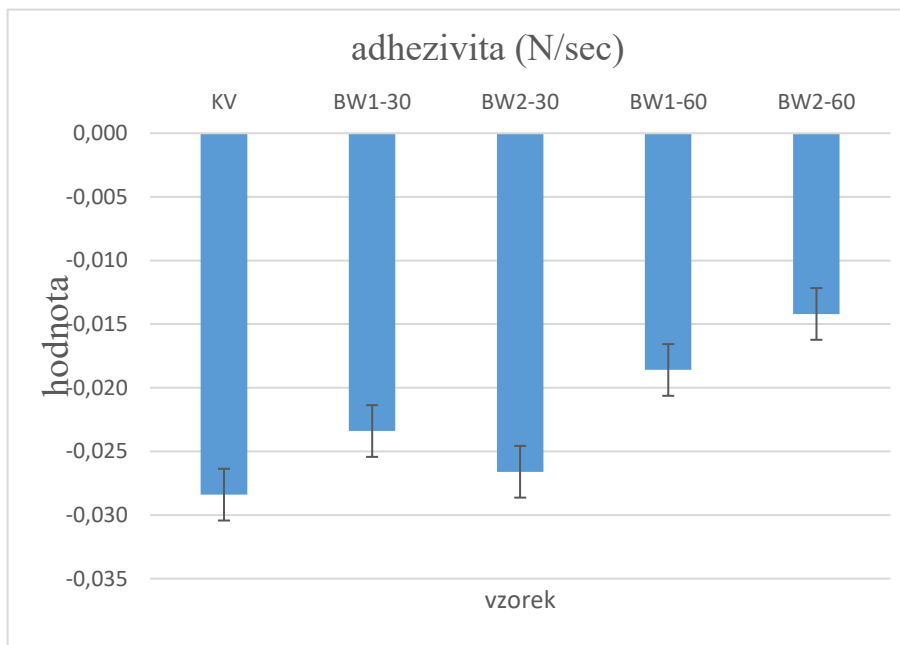
Nejlepší lepivost viz Obrázek 9, vykazuje kontrolní vzorek s průměrnou hodnotou -0,12 N, přídavek oleogelů má za následek snížení lepivosti. Vzorky BW1-30 (-0,10 N) a BW2-30 (-0,11 N) vykazují nižší lepivost ve srovnání s použitím oleogelů stejného složení (BW1 a BW2), ale s přídavkem ve vyšší koncentraci do vyrobených vzorků. V obou případech došlo ke znatelnému snížení lepivosti, přičemž vzorek BW2-60 vykazuje nejnižší lepivost ze všech (-0,07 N). Lepivost vzorků ovlivňuje nejenom složení oleogelu, ale především jeho přidané množství.

Výsledky měření lepivosti potvrzují, že oleogely ovlivňují snížení lepivosti, a to především z hlediska manipulace s výrobkem. Nejvyšší lepivost byla naměřena u kontrolního vzorku, zatímco přídavek oleogelů, především BW2 v množství náhrady 60 % výrazně snížil úroveň lepivosti. Nižší lepivost je žádoucí především z technologického hlediska při manipulaci a balení, ale také z pohledu spotřebitele.

V případě studie, (Kim et al., 2022) která se zabývala vlastnostmi oleogelů vyrobených z řepkového oleje, s přídavkem kandelilového vosku (CDW100:GMS0 – -8,24 N) a řepkového oleje, kandelilového vosku a glycerol mono stearátu (CDW60:GMS40 – -8,56 N), je patrné zvýšení lepivosti v souvislosti s přídavkem kombinovaného oleogelu (CDW60:GMS40), kdy výsledky studie jsou v souladu se zjištěním v této práci.

V porovnání s kontrolním vzorkem přidavek obou oleogelů snížil lepivost výrobku, což odpovídá měřením popsáním v této práci.

### Adhezivita



Obrázek 10 Hodnoty přilnavosti masových pomazánek

Jak je patrné z Obrázku 10, nejvyšší hodnotu vykazuje kontrolní vzorek s přilnavostí -0,028 N/sec, což znamená nejsilnější přilnutí k povrchu. Vzorky s přidavkem oleogelů vykazují nižší přilnavost, kdy se hodnoty pohybují mezi -0,027 až -0,014 N/sec. Nejmenší přilnavost vykazuje vzorek BW2-60, který se nejlépe odděluje od povrchu, naopak vzorky BW1-30 (-0,023 N/sec) a BW2-30 (-0,023 N/sec) si zachovávají vyšší adhezivitu, velmi blízkou kontrolnímu vzorku. Z měření lze vyvodit, že vyšší přidavek oleogelu do výrobku má vyšší vliv na snížení přilnavosti.

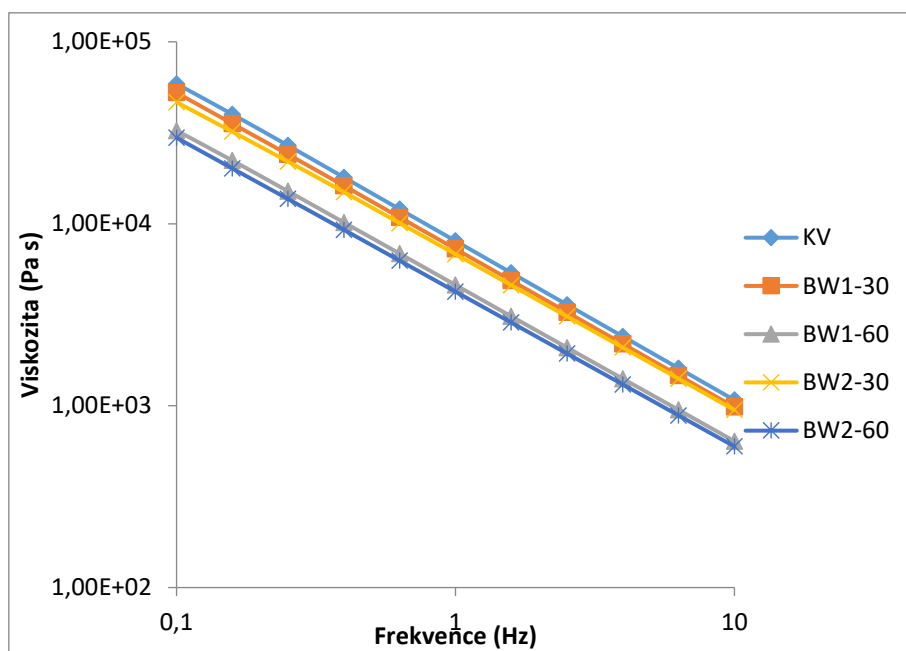
Výsledky ukazují, že přidavek oleogelů do výrobků má pozitivní vliv na snížení přilnavosti vzorku k povrchu. Může se jednat o žádoucí efekt při balení a manipulaci s výrobkem. Nejvyššího vlivu bylo dosaženo u vzorku BW2-60, kde došlo k nejvyššímu poklesu přilnavosti oproti kontrolnímu vzorku. Této skutečnosti může být využito při výrobě produktů, kde je snížení přilnavosti žádoucí.

Ve studii (Martins et al., 2020) se konstatuje, že začleněním oleogelů do paštiky byly naměřeny výrazně nižší hodnoty přilnavosti u vzorku s přidavkem oleogelu v koncentraci 60 % a s 30 % oleogelem ve srovnání s hodnotami kontrolního vzorku. V porovnání

s pozorováním v této práci měl přídavek oleogelů BW1 na výsledky podobný vliv, i s rostoucí tendencí zhoršení přilnavosti pomazánky v případě přídavku 60 % koncentrace oleogelu BW1. V případě studie, (Kim et al., 2022) která se zabývala vlastnostmi oleogelů vyrobených z řepkového oleje, s přídavkem kandelilového vosku (CDW100:GMS0 – 2,31 N/mm) a řepkového oleje, kandelilového vosku a glycerol mono stearátu (CDW60:GMS40 – 2,21 N/mm), je patrné snížení přilnavosti v souvislosti s přídavkem kombinovaného oleogelu (CDW60:GMS40), kdy výsledky studie vykazují zcela opačnou tendenci oproti zjištěním v této práci. V porovnání s kontrolním vzorkem přídavek obou oleogelů snížil přilnavost výrobku, což odpovídá měřením popsáním v této práci.

### 7.3.2 Vyhodnocení dynamické oscilační reometrie

#### Viskozita



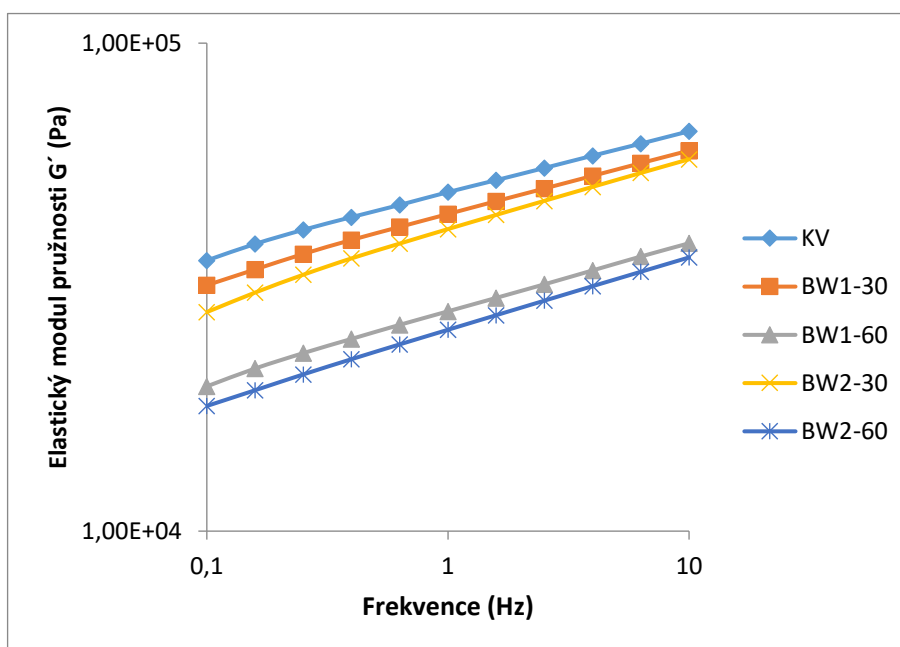
Obrázek 11 Hodnoty viskozity masových pomazánek

Dle Obrázku 11, vzorky vykazují typické pseudoplastické chování, kdy s nárůstem frekvence dochází k poklesu viskozity a stávají se tak tekutějšími. Kontrolní vzorek vykazuje nejvyšší hodnoty s nejpevnější strukturou, kdy s rostoucí frekvencí viskozita klesá. Vzorky s přídavkem oleogelů mají viskozitu nižší než kontrolní vzorek a se zvyšující se frekvencí a přídavkem oleogelů s rostoucí koncentrací jejich viskozita klesá. Vzorky BW1-30 a BW2-30 vykazují podobné chování jako kontrolní vzorek s hodnotami nižšími, velmi blízko kontrolnímu vzorku a kopírují průběh jeho toku. Vzorky BW1-60 a BW2-60 s vyšším

přídavkem oleogelu vykazují nižší viskozitu, také kopírují průběh toku kontrolního vzorku, přičemž vzorek BW2-60 má nejnižší hodnoty. Z měření vyplývá, že přídavek oleogelů do vzorků snižuje viskozitu systému, především při jeho vyšší koncentraci.

Masové pomazánky s přídavkem oleogelů vykazují nižší viskozitu než kontrolní vzorek, což naznačuje modifikaci texturních vlastností. Tento efekt je více patrný při přidavku vyšších koncentrací oleogelů, především BW2 s náhradou 60 %, což potvrzují i výsledky tvrdosti, roztíratelnosti a lepidlosti. Z technologického hlediska může tato vlastnost zajistit snadnější dávkování, roztírání a příznivější senzorický vjem.

### Elastický modul pružnosti

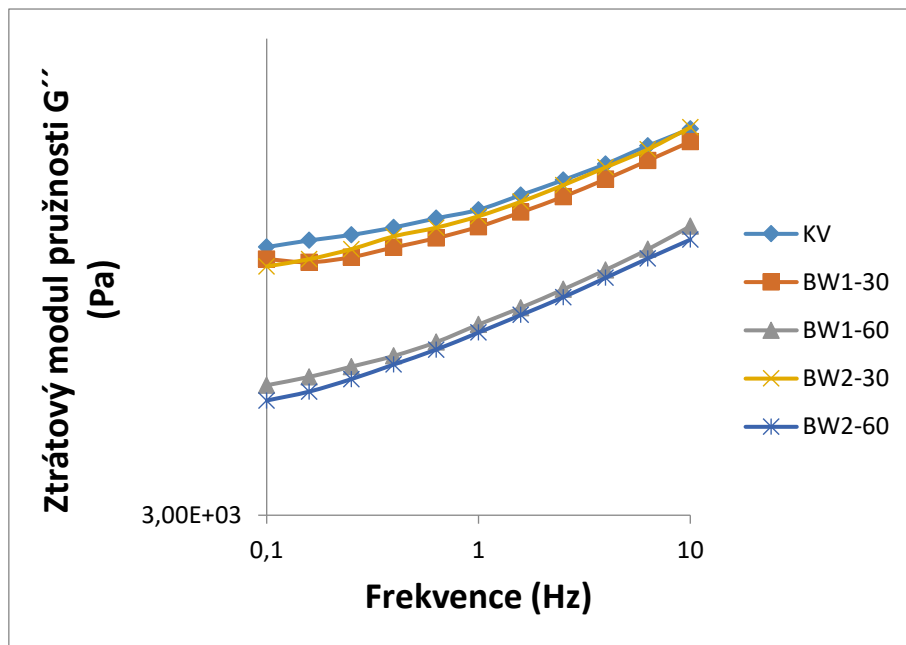


Obrázek 12 Hodnoty elastického modulu pružnosti masových pomazánek

Z grafu, na Obrázku 12 vyplývá, že kontrolní vzorek vykazuje nejvyšší hodnoty  $G'$ , tedy nejvyšší pevnost a pružnost textury. Se zvyšující se frekvencí dochází k nárůstu hodnot, což je typické pro strukturně stabilní systémy. Vzorky s přídavkem oleogelů vykazují nižší hodnoty  $G'$  proti kontrolnímu vzorku, což znamená snížení pružnosti a tuhosti systému. Vzorky BW1-30 a BW2-30 vykazují mírně snížení hodnot, to znamená mírně oslabení struktury, hodnoty se nacházejí blízko hodnot kontrolního vzorku. Pro vzorky BW1-60 a BW2-60 byly naměřeny hodnoty znatelně nižší, což znamená oslabení pevnosti a pružnosti struktury, kdy vzorek BW2-60 vykazuje nejnižších hodnot ze všech naměřených údajů. Výstup z testu potvrzuje výsledky dalších měření jako je tvrdost, roztíratelnost a viskozita,

kdy se zvyšující koncentrací oleogelů ve výrobku se nabízí možnost cílené modifikace konzistence masových pomazánek.

### Ztrátový modul pružnosti

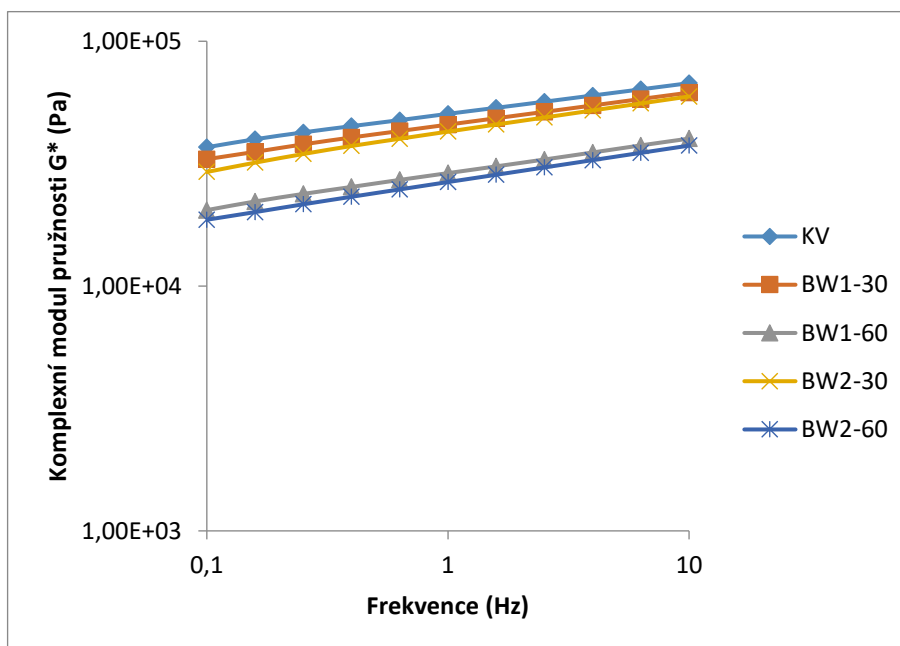


Obrázek 13 Hodnoty ztrátového modulu pružnosti masových pomazánek

Na základě údajů z měření, viz Obrázek 13, všechny vzorky vykazují rostoucí trend  $G''$  se zvyšující se frekvencí. Kontrolní vzorek má nejvyšší hodnoty ze všech měřených vzorků, což znamená nejvyšší odpor vůči deformaci. Oleogely obojího složení s přídavkem 30 % vykazují jen mírné snížení ztrátového modulu pružnosti než kontrolní vzorek. Výrazný pokles naměřených hodnot je u vzorků BW1-60 a BW2-60, přičemž BW2-60 má nejnížší naměřené hodnoty ze všech vzorků. Přidané oleogely mají při vyšším přídavku vliv na změkčení struktury.

Přídavek oleogelů do masových pomazánek vede k omezení viskózního chování, zvyšující se přídavek oleogelu, především BW2, vede k měkčí a lépe roztíratelné struktuře paštiky.

## Komplexní modul pružnosti



Obrázek 14 Hodnoty komplexního modulu pružnosti masových pomazánek

Na základě hodnot dle Obrázku 14, u všech měřených vzorků dochází k růstu hodnoty  $G^*$  v závislosti na stoupající frekvenci. Nejvyšších hodnot dosahuje kontrolní vzorek, což potvrzuje nejvyšší texturní odolnost, vzorky s oleogely s nižší náhradou vepřového tuku mají  $G^*$  nižší než kontrolní vzorek, ale velmi blízko jeho hodnotám, což znamená, že nízká náhrada oleogelem strukturní vlastnosti výrazně neovlivňuje. Výrazný rozdíl v hodnotách oproti kontrolnímu vzorku i vzorkům BW1-30 a BW2-30 vykazují výrobky BW1-60 a BW2-60, což naznačuje oslabení texturní odolnosti. Přídavek oleogelů ve vyšších koncentracích výrazně ovlivňuje celkovou tuhost masových pomazánek.

Komplexní modul pružnosti  $G^*$  ukazuje celkovou odezvu chování paštiky na mechanické zatížení. Platí, že oleogely snižují tuhost vzorku, především při vyšších přídavcích. Snižují pevnost a zvyšují měkkost a pružnost výrobku. Tento efekt je žádoucí pro dosažení lepší roztíratelnosti výrobku. Nejnižší  $G^*$  vykázalo měření vzorku BW2-60, což značí nejlépe rozvolněnou, ale konzistentní strukturu. Měření  $G^*$  doplňuje předchozí reologické parametry a potvrzuje, že oleogely jsou vhodným zdrojem pro reformulaci mechanického chování paštik.

## 7.4 Hodnocení senzorické analýzy

### 7.4.1 Stupnicová zkouška podle Kruskal-Wallise

Hodnoceno bylo 5 vzorků vepřové játrové paštiky. Kontrolní vzorek s označením KV a 4 vzorky s náhradou vepřového tuku dvěma šaržemi oleogelů a to:

- 1) řepkový olej se žlutým včelím voskem v poměru 9:1 pod označením BW1,
- 2) řepkový olej, žlutý včelí vosk a glycerol mono stearát v poměru 90:6:4 pod označením BW2.

Obě šarže oleogelů byly v různém procentu přidány jako náhrada vepřového tuku do masových pomazánek takto:

- a) oleogel BW1 s náhradou 30 % a 60 % do dvou šarží paštik – označen BW1-30 a BW1-60,
- b) oleogel BW2 s náhradou 30 % a 60 % do dvou šarží paštik – označen BW2-30 a BW2-60.

Masové pomazánky hodnotilo celkem 16 proškolených hodnotitelů pomocí 5ti bodové ordinární hédonické stupnice 2. druhu s charakteristikou každého stupně, na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ . Vzorky byly označeny písmeny abecedy viz. Tabulka 5.

Tabulka 5 Složení vzorků

| vzorek | složení               |
|--------|-----------------------|
| A      | bez přídavku oleogelu |
| B      | BW1-30                |
| C      | BW1-60                |
| D      | BW2-60                |
| E      | BW2-30                |

**Vzhled a barva**

V rámci senzorického hodnocení byl posuzován vzhled a barva jednotlivých vzorků masových pomazánek. Průběžné výsledky a hodnocení vzorků jsou uvedeny v Tabulce 6.

Tabulka 6 Složení vzorků – vzhled a barva

| Výrobek                     | kategorie |       |      |      |    |        |
|-----------------------------|-----------|-------|------|------|----|--------|
|                             | 1         | 2     | 3    | 4    | 5  | součet |
| A                           | 10        | 4     | 1    | 1    | 0  | 16     |
| B                           | 6         | 8     | 1    | 1    | 0  | 16     |
| C                           | 3         | 12    | 1    | 0    | 0  | 16     |
| D                           | 7         | 4     | 5    | 0    | 0  | 16     |
| E                           | 5         | 2     | 7    | 2    | 0  | 16     |
| celkové zastoupení $n_k$    | 31        | 30    | 15   | 4    | 0  | 80     |
| $n_k^3$                     | 29791     | 27000 | 3375 | 64   | 0  | 60230  |
| kumulované zastoupení $N_k$ | 31        | 61    | 76   | 80   | 80 |        |
| průměrné pořadí $R_k$       | 16        | 46,5  | 69   | 78,5 | 0  |        |
| součet pořadí TA            | 160       | 186   | 69   | 78,5 | 0  | 493,5  |
| součet pořadí TB            | 96        | 372   | 69   | 78,5 | 0  | 615,5  |
| součet pořadí TC            | 48        | 558   | 69   | 0    | 0  | 675    |
| součet pořadí TD            | 112       | 186   | 345  | 0    | 0  | 643    |
| součet pořadí TE            | 80        | 93    | 483  | 157  | 0  | 813    |

Nulová hypotéza H:

$$H: A \equiv B \equiv C \equiv D \equiv E$$

Výrobky nelze rozlišit, jsou si ve vzhledu a barvě podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

$$A: \text{non } H$$

Mezi srovnávanými vzorky masové paštiky je alespoň jeden, který se ve vzhledu a barvě liší od jiného nebo jiných.

Počet posuzovatelů je  $n_r = 16$ , počet výrobků  $R = 5$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Testovací kritérium  $Q_{KW}$ :

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

$$Q_{KW} = \frac{12}{n \cdot (n + 1)} \cdot \left( \frac{T_A^2}{n_A} + \frac{T_B^2}{n_B} + \frac{T_C^2}{n_C} + \frac{T_D^2}{n_D} + \frac{T_{EA}^2}{n_E} \right) - 3 \cdot (n + 1)$$

$$Q_{KW} = \frac{12}{80 \cdot (80 + 1)} \cdot \left( \frac{493,5^2}{16} + \frac{615,5^2}{16} + \frac{675^2}{16} + \frac{643^2}{16} + \frac{813^2}{16} \right) - 3 \cdot (80 + 1)$$

$$Q_{KW} = 6,12$$

Korigované testovací kritérium  $Q^*_{KW}$ :

$$D = \sum_{k=1}^K (n_k^3 - n_k)$$

$$D = (n_{k1}^3 - n_{k1}) + (n_{k2}^3 - n_{k2}) + (n_{k3}^3 - n_{k3}) + (n_{k4}^3 - n_{k4}) + (n_{k5}^3 - n_{k5})$$

$$D = (31^3 - 31) + (30^3 - 30) + (15^3 - 15) + (4^3 - 4) + (0^3 - 0)$$

$$D = 60150$$

$$Q^*_{KW} = \frac{Q_{KW}}{1 - \frac{D}{n^3 - n}}$$

$$Q^*_{KW} = \frac{6,12}{1 - \frac{60150}{80^3 - 80}} = 6,94$$

Kritický obor  $W_{0,05}$ :

$$Q^*_{KW} \geq \chi^2_{1-\alpha} \cdot (R - 1)$$

$$6,94 \geq \chi^2_{0,95} \cdot (5 - 1)$$

$$6,94 \geq 9,49 \dots\dots\dots \text{neplatí}$$

Celkový závěr analýzy vzhledu a barvy:

Na hladině významnosti 5 % nebyly shledány významné rozdíly v barvě a vzhledu testovaných vzorků. Přijímá se tedy nulová hypotéza, na základě, které se všechny vzorky rovnají.

### Chuť

V rámci senzorického hodnocení byla posuzována chuť jednotlivých vzorků masových pomazánek. Průběžné výsledky a hodnocení vzorků jsou uvedeny v Tabulce 7.

Tabulka 7 Složení vzorků – chuť

| Výrobek                     | kategorie |       |       |       |    |        |
|-----------------------------|-----------|-------|-------|-------|----|--------|
|                             | 1         | 2     | 3     | 4     | 5  | součet |
| A                           | 10        | 6     | 0     | 0     | 0  | 16     |
| B                           | 9         | 4     | 3     | 0     | 0  | 16     |
| C                           | 6         | 4     | 5     | 1     | 0  | 16     |
| D                           | 8         | 5     | 3     | 0     | 0  | 16     |
| E                           | 3         | 5     | 5     | 3     | 0  | 16     |
| celkové zastoupení $n_k$    | 36        | 24    | 16    | 4     | 0  | 80     |
| $n_k^3$                     | 46656     | 13824 | 4096  | 64    | 0  | 64640  |
| kumulované zastoupení $N_k$ | 36        | 60    | 76    | 80    | 80 |        |
| průměrné pořadí $R_k$       | 18,5      | 48,5  | 68,5  | 78,5  | 0  |        |
| součet pořadí TA            | 185       | 291   | 0     | 0     | 0  | 476    |
| součet pořadí TB            | 166,5     | 194   | 205,5 | 0     | 0  | 566    |
| součet pořadí TC            | 111       | 194   | 342,5 | 78,5  | 0  | 726    |
| součet pořadí TD            | 148       | 242,5 | 205,5 | 0     | 0  | 596    |
| součet pořadí TE            | 55,5      | 242,5 | 342,5 | 235,5 | 0  | 876    |

Nulová hypotéza H:

$$H: A \equiv B \equiv C \equiv D \equiv E$$

Výrobky nelze rozlišit, jsou si v chuti podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

$$A: \text{non } H$$

Mezi srovnávanými vzorky masové paštiky je alespoň jeden, který se v chuti liší od jiného nebo jiných.

Počet posuzovatelů je  $n_r = 16$ , počet výrobků  $R = 5$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Testovací kritérium  $Q_{KW}$ :

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

$$Q_{KW} = \frac{12}{n \cdot (n + 1)} \cdot \left( \frac{T_A^2}{n_A} + \frac{T_B^2}{n_B} + \frac{T_C^2}{n_C} + \frac{T_D^2}{n_D} + \frac{T_{EA}^2}{n_E} \right) - 3 \cdot (n + 1)$$

$$Q_{KW} = \frac{12}{80 \cdot (80 + 1)} \cdot \left( \frac{476^2}{16} + \frac{566^2}{16} + \frac{726^2}{16} + \frac{596^2}{16} + \frac{876^2}{16} \right) - 3 \cdot (80 + 1)$$

$$Q_{KW} = 11,24$$

Korigované testovací kritérium  $Q^*_{KW}$ :

$$D = \sum_{k=1}^K (n_k^3 - n_k)$$

$$D = (n_{k1}^3 - n_{k1}) + (n_{k2}^3 - n_{k2}) + (n_{k3}^3 - n_{k3}) + (n_{k4}^3 - n_{k4}) + (n_{k5}^3 - n_{k5})$$

$$D = (36^3 - 36) + (24^3 - 24) + (16^3 - 16) + (4^3 - 4) + (0^3 - 0)$$

$$D = 64560$$

$$Q^*_{KW} = \frac{Q_{KW}}{1 - \frac{D}{n^3 - n}}$$

$$Q^*_{KW} = \frac{11,24}{1 - \frac{64560}{80^3 - 80}} = 12,86$$

Kritický obor  $W_{0,05}$ :

$$Q^*_{KW} \geq \chi^2_{1-\alpha} \cdot (R - 1)$$

$$12,86 \geq \chi^2_{0,95} \cdot (5 - 1)$$

$$12,86 \geq 9,49 \dots\dots\dots \text{platí}$$

S 95 % spolehlivostí se prokázalo, že existují významné rozdíly mezi vzorky v chuti. Zamítá se tedy nulová hypotéza a přijímá alternativní, která říká, že mezi vzorky je alespoň jeden, který se v chuti liší od jiného nebo jiných.

Pro zjištění rozdílných vzorků je možné využít Néményiho metodu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů.

Počet posuzovatelů je  $n_r = 16$ , počet výrobků  $R = 5$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ . K určení jsou volena písmena i-tého a j-tého vzorku. Průběžné výsledky a hodnocení vzorků jsou uvedeny v Tabulce 7.

Nulová hypotéza  $H$ :

$$H: I \equiv J$$

Výrobky nelze rozlišit, jsou si v chuti podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

$$A: I \neq J$$

Mezi srovnávanými vzorky masové paštiky je alespoň jeden, který se v chuti liší od jiného nebo jiných.

Pro výpočet je použita závislost:

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

$$|T_A - T_E| \geq Q_{0,95}(5; 16)$$

$$|476 - 876| \geq 358,6$$

$$400 \geq 358,6$$

Rozdíly v pořadí vzorků jsou vypočteny v Tabulce 8. Rozdíl bude průkazný, pokud absolutní hodnota rozdílu součtu jednotlivých vzorků bude nejvýše rovna tabelované hodnotě. Hodnota  $Q_{1-\alpha}$  zvolená na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  je tabelovanou hodnotou dle obrázku v Příloze P I.

Tabulka 8 Diference součtů pořadí – chuť

| Výrobek | kategorie  |     |     |     |    |
|---------|------------|-----|-----|-----|----|
|         | TA         | TB  | TC  | TD  | TE |
| TA      |            |     |     |     |    |
| TB      | 90         |     |     |     |    |
| TC      | 250        | 160 |     |     |    |
| TD      | 120        | 30  | 130 |     |    |
| TE      | <b>400</b> | 310 | 150 | 280 |    |

Hodnoty porovnání vzorků, které vykazují významné rozdíly jsou vyznačeny tučně.

Na hladině významnosti 5 % se podařilo prokázat, že mezi vzorky existuje rozdíl. Vzájemně se v chuti odlišují vzorky A a E. Ostatní vzorky se ve v chuti vzájemně neliší.

Srovnání chuti odlišných vzorků A a E bude provedeno na základě Wilcoxonova jednostranného testu na základě 5. bodové ordinární stupnice 2. druhu. Hodnocení je uvedeno v Tabulce 7 pro vzorky A a E.

Počet posuzovatelů je  $n_A = 16$ ,  $n_B = 16$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Nulová hypotéza H:

$$H: A \equiv E$$

Výrobky nelze rozlišit, v chuti jsou si podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

$$H: A > E$$

Mezi srovnávanými vzorky je rozdíl, liší se v chuti, výrobek A je lepší než výrobek E.

Vzorec použitý pro výpočet:

$$\begin{aligned}\text{var}(s_W) &= \frac{n_A \cdot n_E}{12} \cdot \frac{n^3 - \sum_{k=1}^K (n_k)^3}{n \cdot (n-1)} \\ \text{var}(s_W) &= \frac{n_A \cdot n_E}{12} \cdot \frac{n^3 - (n_{k1}^3 + n_{k2}^3 + n_{k3}^3 + n_{k5}^3 + n_{k5}^3)}{n \cdot (n-1)} \\ \text{var}(s_W) &= \frac{16 \cdot 16}{12} \cdot \frac{32^3 - (13^3 + 11^3 + 5^3 + 3^3 + 0^3)}{32 \cdot (32-1)} \\ \text{var}(s_W) &= 625,55\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}u_W &= \frac{T_j - \frac{n_j \cdot (n+1)}{2} \pm \frac{1}{2}}{\sqrt{\text{var}(s_W)}} \\ u_W &= \frac{T_A - \frac{n_A \cdot (n+1)}{2} \pm \frac{1}{2}}{\sqrt{\text{var}(s_W)}} \\ u_W &= \frac{184 - \frac{16 \cdot (32+1)}{2} \pm \frac{1}{2}}{\sqrt{625,55}} \\ u_W &= \frac{-80 + \frac{1}{2}}{25,01} = -3,18\end{aligned}$$

Pro zvolenou alternativní hypotézu – vzorek  $A > E$  a tento výrok je přijat na stanovené hladině významnosti, platí kritický obor pro stupnici 2. druhu:

$$\begin{aligned}u_W &\leq -u_{1-\alpha} \\ -3,18 &\leq -1,645 \dots \dots \dots \text{platí}\end{aligned}$$

Výrok platí, to znamená, že hodnota testovaného kritéria padla do kritického oboru. Nulová hypotéza je tedy zamítnuta a je přijata alternativní hypotéza. Na hladině významnosti 5 % se podařilo prokázat, že výrobek A je lepší než výrobek E.

### Vůně

V rámci senzorického hodnocení byla posuzována vůně jednotlivých vzorků masových pomazánek. Průběžné výsledky a hodnocení vzorků jsou uvedeny v Tabulce 9.

Tabulka 9 Složení vzorků – vůně

| Výrobek                     | kategorie |       |       |       |    |       |
|-----------------------------|-----------|-------|-------|-------|----|-------|
|                             | 1         | 2     | 3     | 4     | 5  |       |
| A                           | 10        | 5     | 1     | 0     | 0  | 16    |
| B                           | 5         | 6     | 5     | 0     | 0  | 16    |
| C                           | 5         | 5     | 6     | 0     | 0  | 16    |
| D                           | 8         | 6     | 1     | 1     | 0  | 16    |
| E                           | 4         | 4     | 3     | 5     | 0  | 16    |
| celkové zastoupení $n_k$    | 32        | 26    | 16    | 6     | 0  | 80    |
| $n_k^3$                     | 32768     | 17576 | 4096  | 216   | 0  | 54656 |
| kumulované zastoupení $N_k$ | 32        | 58    | 74    | 80    | 80 |       |
| průměrné pořadí $R_k$       | 16,5      | 45,5  | 66,5  | 77,5  | 0  |       |
| součet pořadí TA            | 165       | 227,5 | 66,5  | 0     | 0  | 459   |
| součet pořadí TB            | 82,5      | 273   | 332,5 | 0     | 0  | 688   |
| součet pořadí TC            | 82,5      | 227,5 | 399   | 0     | 0  | 709   |
| součet pořadí TD            | 132       | 273   | 66,5  | 77,5  | 0  | 549   |
| součet pořadí TE            | 66        | 182   | 199,5 | 387,5 | 0  | 835   |

Nulová hypotéza H:

$$H: A \equiv B \equiv C \equiv D \equiv E$$

Výrobky nelze rozlišit, jsou si ve vůni podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

$$A: \text{non } H$$

Mezi srovnávanými vzorky masové paštiky je alespoň jeden, který se vůní liší od jiného nebo jiných.

Počet posuzovatelů je  $n_r = 16$ , počet výrobků  $R = 5$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Testovací kritérium  $Q_{KW}$ :

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

$$Q_{KW} = \frac{12}{n \cdot (n + 1)} \cdot \left( \frac{T_A^2}{n_A} + \frac{T_B^2}{n_B} + \frac{T_C^2}{n_C} + \frac{T_D^2}{n_D} + \frac{T_{EA}^2}{n_E} \right) - 3 \cdot (n + 1)$$

$$Q_{KW} = \frac{12}{80 \cdot (80 + 1)} \cdot \left( \frac{459^2}{16} + \frac{688^2}{16} + \frac{709^2}{16} + \frac{549^2}{16} + \frac{835^2}{16} \right) - 3 \cdot (80 + 1)$$

$$Q_{KW} = 9,93$$

Korigované testovací kritérium  $Q^*_{KW}$ :

$$D = \sum_{k=1}^K (n_k^3 - n_k)$$

$$D = (n_{k1}^3 - n_{k1}) + (n_{k2}^3 - n_{k2}) + (n_{k3}^3 - n_{k3}) + (n_{k4}^3 - n_{k4}) + (n_{k5}^3 - n_{k5})$$

$$D = (32^3 - 32) + (26^3 - 26) + (16^3 - 16) + (6^3 - 6) + (0^3 - 0)$$

$$D = 54576$$

$$Q^*_{KW} = \frac{Q_{KW}}{1 - \frac{D}{n^3 - n}}$$

$$Q^*_{KW} = \frac{9,93}{1 - \frac{54576}{80^3 - 80}} = 11,12$$

Kritický obor  $W_{0,05}$ :

$$Q^*_{KW} \geq \chi^2_{1-\alpha} \cdot (R - 1)$$

$$11,12 \geq \chi^2_{0,95} \cdot (5 - 1)$$

$$11,12 \geq 9,49 \dots\dots\dots \text{platí}$$

S 95 % spolehlivostí se prokázalo, že existují významné rozdíly mezi vzorky ve vůni. Zamítá se tedy nulová hypotéza a přijímá alternativní, která říká, že mezi vzorky je alespoň jeden, který se ve vůni liší od jiného nebo jiných.

Pro zjištění rozdílných vzorků je možné využít Néményiho metodu vícenásobného párového porovnání závislých výběrů.

Počet posuzovatelů je  $n_r = 16$ , počet výrobků  $R = 5$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ . K určení jsou volena písmena i-tého a j-tého vzorku. Průběžné výsledky a hodnocení vzorků jsou uvedeny v Tabulce 10.

Nulová hypotéza H:

$$H: I \equiv J$$

Výrobky nelze rozlišit, jsou si ve vůni podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

$$A: I \neq J$$

Mezi srovnávanými vzorky masové paštiky je alespoň jeden, který se ve vůni liší od jiného nebo jiných.

Pro výpočet je použita závislost:

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

$$|T_A - T_E| \geq Q_{0,95}(5; 16)$$

$$|459 - 835| \geq 358,6$$

$$376 \geq 358,6$$

Rozdíly v pořadí vzorků jsou vypočteny v Tabulce 10. Rozdíl bude průkazný, pokud absolutní hodnota rozdílu součtu jednotlivých vzorků bude nejvýše rovna tabelované hodnotě. Hodnota  $Q_{1-\alpha}$  zvolená na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  je tabelovanou hodnotou dle Obrázku 3 v Příloze P I.

Tabulka 10 Diference součtů pořadí – vůně

| Výrobek | kategorie  |     |     |     |    |
|---------|------------|-----|-----|-----|----|
|         | TA         | TB  | TC  | TD  | TE |
| TA      |            |     |     |     |    |
| TB      | 229        |     |     |     |    |
| TC      | 250        | 21  |     |     |    |
| TD      | 90         | 139 | 160 |     |    |
| TE      | <b>376</b> | 147 | 126 | 286 |    |

Hodnoty porovnání vzorků, které vykazují významné rozdíly jsou vyznačeny tučně.

Na hladině významnosti 5 % se podařilo prokázat, že mezi vzorky existuje rozdíl. Vzájemně se ve vůni odlišují vzorky A a E. Ostatní vzorky se ve vůni vzájemně neliší.

Srovnání vůně odlišných vzorků A a E bude provedeno na základě Wilcoxonova jednostranného testu na základě 5. bodové ordinární stupnice 2. druhu. Hodnocení je uvedeno v Tabulce 9 pro vzorky A a E.

Počet posuzovatelů je  $n_A = 16$ ,  $n_B = 16$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Nulová hypotéza H:

$$H: A \equiv E$$

Výrobky nelze rozlišit, ve vůni jsou si podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

$$H: A > E$$

Mezi srovnávanými vzorky je rozdíl, liší se vůní, výrobek A má lepší vůni než výrobek E.

Vzorec použitý pro výpočet:

$$\text{var}(s_W) = \frac{n_A \cdot n_E}{12} \cdot \frac{n^3 - \sum_{k=1}^K (n_k)^3}{n \cdot (n - 1)}$$

$$\text{var}(s_W) = \frac{n_A \cdot n_E}{12} \cdot \frac{n^3 - (n_{k1}^3 + n_{k2}^3 + n_{k3}^3 + n_{k5}^3 + n_{k5}^3)}{n \cdot (n - 1)}$$

$$\text{var}(s_W) = \frac{16 \cdot 16}{12} \cdot \frac{32^3 - (14^3 + 9^3 + 4^3 + 5^3 + 0^3)}{32 \cdot (32 - 1)}$$

$$\text{var}(s_W) = 625,94$$

$$u_W = \frac{T_j - \frac{n_j \cdot (n + 1)}{2} \pm \frac{1}{2}}{\sqrt{\text{var}(s_W)}}$$

$$u_W = \frac{T_A - \frac{n_A \cdot (n + 1)}{2} \pm \frac{1}{2}}{\sqrt{\text{var}(s_W)}}$$

$$u_W = \frac{195,5 - \frac{16 \cdot (32 + 1)}{2} \pm \frac{1}{2}}{\sqrt{625,94}}$$

$$u_W = \frac{-68,5 + \frac{1}{2}}{25,02} = -2,72$$

Pro zvolenou alternativní hypotézu – vzorek  $A > E$  a tento výrok je přijat na stanovené hladině významnosti, platí kritický obor pro stupnici 2. druhu:

$$u_W \leq -u_{1-\alpha}$$

$$-2,72 \leq -1,645 \dots\dots\text{platí}$$

Výrok platí, to znamená, že hodnota testovaného kritéria padla do kritického oboru. Nulová hypotéza je tedy zamítnuta a je přijata alternativní hypotéza. Na hladině významnosti 5 % se podařilo prokázat, že výrobek A má lepší vůni než výrobek E.

### Konzistence

V rámci sensorického hodnocení byla posuzována konzistence jednotlivých vzorků masových pomazánek. Průběžné výsledky a hodnocení vzorků jsou uvedeny v Tabulce 11.

Tabulka 11 Složení vzorků – konzistence

| Výrobek                     | kategorie |       |       |       |    |       |
|-----------------------------|-----------|-------|-------|-------|----|-------|
|                             | 1         | 2     | 3     | 4     | 5  |       |
| A                           | 8         | 4     | 3     | 1     | 0  | 16    |
| B                           | 9         | 2     | 5     | 0     | 0  | 16    |
| C                           | 8         | 5     | 2     | 1     | 0  | 16    |
| D                           | 11        | 2     | 2     | 1     | 0  | 16    |
| E                           | 6         | 3     | 4     | 3     | 0  | 16    |
| celkové zastoupení $n_k$    | 42        | 16    | 16    | 6     | 0  | 80    |
| $n_k^3$                     | 74088     | 4096  | 4096  | 216   | 0  | 82496 |
| kumulované zastoupení $N_k$ | 42        | 58    | 74    | 80    | 80 |       |
| průměrné pořadí $R_k$       | 21,5      | 50,5  | 66,5  | 77,5  | 0  |       |
| součet pořadí TA            | 172       | 202   | 199,5 | 77,5  | 0  | 651   |
| součet pořadí TB            | 193,5     | 101   | 332,5 | 0     | 0  | 627   |
| součet pořadí TC            | 172       | 252,5 | 133   | 77,5  | 0  | 635   |
| součet pořadí TD            | 236,5     | 101   | 133   | 77,5  | 0  | 548   |
| součet pořadí TE            | 129       | 151,5 | 266   | 232,5 | 0  | 779   |

Nulová hypotéza H:

$$H: A \equiv B \equiv C \equiv D \equiv E$$

Výrobky nelze rozlišit, jsou si v konzistenci podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

*A: non H*

Mezi srovnávanými vzorky masové paštiky je alespoň jeden, který se vůní liší od jiného nebo jiných.

Počet posuzovatelů je  $n_r = 16$ , počet výrobků  $R = 5$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Testovací kritérium  $Q_{KW}$ :

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

$$Q_{KW} = \frac{12}{n \cdot (n + 1)} \cdot \left( \frac{T_A^2}{n_A} + \frac{T_B^2}{n_B} + \frac{T_C^2}{n_C} + \frac{T_D^2}{n_D} + \frac{T_{EA}^2}{n_E} \right) - 3 \cdot (n + 1)$$

$$Q_{KW} = \frac{12}{80 \cdot (80 + 1)} \cdot \left( \frac{651^2}{16} + \frac{627^2}{16} + \frac{635^2}{16} + \frac{548^2}{16} + \frac{779^2}{16} \right) - 3 \cdot (80 + 1)$$

$$Q_{KW} = 3,22$$

Korigované testovací kritérium  $Q^*_{KW}$ :

$$D = \sum_{k=1}^K (n_k^3 - n_k)$$

$$D = (n_{k1}^3 - n_{k1}) + (n_{k2}^3 - n_{k2}) + (n_{k3}^3 - n_{k3}) + (n_{k4}^3 - n_{k4}) + (n_{k5}^3 - n_{k5})$$

$$D = (42^3 - 42) + (16^3 - 16) + (16^3 - 16) + (6^3 - 6) + (0^3 - 0)$$

$$D = 82416$$

$$Q^*_{KW} = \frac{Q_{KW}}{1 - \frac{D}{n^3 - n}}$$

$$Q^*_{KW} = \frac{3,22}{1 - \frac{82416}{80^3 - 80}} = 3,83$$

Kritický obor  $W_{0,05}$ :

$$Q^*_{KW} \geq \chi^2_{1-\alpha} \cdot (R - 1)$$

$$3,83 \geq \chi^2_{0,95} \cdot (5 - 1)$$

$$3,83 \geq 9,49 \dots\dots\dots \text{neplatí}$$

S 95 % spolehlivostí se prokázalo, že neexistují významné rozdíly mezi vzorky v konzistenci. Přijímá se nulová hypotéza, která říká, že testované vzorky jsou v konzistenci podobné, to znamená nevykazují statisticky významné rozdíly.

### 7.4.2 Pořadová zkouška

Pořadovou zkouškou byly hodnoceny stejné vzorky jako v případě stupnicových zkoušek. Pro vyhodnocení tuhosti a celkového dojmu byl využit Friedmanův test s nucenou volbou s využitím 5-ti bodové hédonické stupnice 2. druhu.

#### Zkouška tuhosti

V rámci senzorického hodnocení byla posuzována tuhost jednotlivých vzorků masových pomazánek. Průběžné výsledky a hodnocení vzorků jsou uvedeny v Tabulce 12. Dvě hodnocení nebyla použitelná, kdy posuzovatelé nesplnili podmínku nucené volby a přisoudili všem vzorkům stejná pořadí. Tato hodnocení (7 a 14) byla z testu vyřazena.

Tabulka 12 Složení vzorků – tuhost

| posuzovatel     | vzorek |      |      |     |      | součet |
|-----------------|--------|------|------|-----|------|--------|
|                 | A      | B    | C    | D   | E    |        |
| 1               | 4      | 2    | 3    | 1   | 5    |        |
| 2               | 4      | 3    | 2    | 1   | 5    |        |
| 3               | 4      | 3    | 5    | 1   | 2    |        |
| 4               | 5      | 4    | 2    | 1   | 3    |        |
| 5               | 5      | 2    | 3    | 1   | 4    |        |
| 6               | 5      | 3    | 2    | 1   | 4    |        |
| 8               | 5      | 3    | 4    | 2   | 1    |        |
| 9               | 4      | 1    | 5    | 2   | 3    |        |
| 10              | 2      | 3    | 4    | 1   | 5    |        |
| 11              | 2      | 3    | 5    | 1   | 4    |        |
| 12              | 4      | 2    | 3    | 1   | 5    |        |
| 13              | 5      | 4    | 2    | 1   | 3    |        |
| 15              | 1      | 3    | 2    | 4   | 5    |        |
| 16              | 1      | 2    | 3    | 4   | 5    |        |
| Ti              | 51     | 38   | 45   | 22  | 54   |        |
| Ti <sup>2</sup> | 2601   | 1444 | 2025 | 484 | 2916 | 9470   |

Nulová hypotéza H:

$$H: A \equiv B \equiv C \equiv D \equiv E$$

Výrobky nelze rozlišit, jsou si v tuhosti podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

*A: non H*

Mezi srovnávanými vzorky masové paštiky je alespoň jeden, který se tuhostí liší od jiného nebo jiných.

Počet posuzovatelů je  $n = 14$ , počet výrobků  $R = 5$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Testové kritérium:

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

$$FR = \frac{12}{n \cdot R \cdot (R + 1)} \cdot (T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 + T_4^2 + T_5^2) - 3 \cdot n \cdot (R + 1)$$

$$FR = \frac{12}{14 \cdot 5 \cdot (5 + 1)} \cdot (9470) - 3 \cdot 14 \cdot (5 + 1)$$

$$FR = 18,57$$

Kritický obor  $W_{0,05}$ :

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

$$FR \geq Q_{0,95}(5, 14)$$

$$18,57 \geq 9,32 \dots \text{platí}$$

Hodnota  $Q_{1-\alpha}$  zvolená na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  je tabelovanou hodnotou dle Obrázku 4 v Příloze P I.

Nulová hypotéza je zamítnuta, přijata hypotéza alternativní. Na 5 % hladině významnosti se podařilo prokázat, že existuje alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo jiných.

Na základě Nemenyiho testu vícenásobného párového porovnání je třeba zjistit, mezi kterými vzorky je rozdíl.

Počet posuzovatelů je  $n = 14$ , počet výrobků  $R = 5$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ . K určení jsou volena písmena i-tého a j-tého vzorku. Průběžné výsledky a hodnocení vzorků jsou uvedeny v Tabulce 13.

Nulová hypotéza  $H$ :

$$H: I \equiv J$$

Výrobky nelze rozlišit, jsou si v tuhosti podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

$$A: I \neq J$$

Mezi srovnávanými vzorky masové paštiky je alespoň jeden, který se v chuti liší od jiného nebo jiných.

Pro výpočet je použita závislost:

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

$$|T_A - T_D| \geq Q_{0,95}(5; 14)$$

$$|51 - 22| \geq 22,8$$

$$29 \geq 22,8$$

Rozdíly v pořadí vzorků jsou vypočteny v Tabulce 12. Rozdíl bude průkazný, pokud absolutní hodnota rozdílu součtu jednotlivých vzorků bude nejvýše rovna tabelované hodnotě. Hodnota  $Q_{1-\alpha}$  zvolená na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  je tabelovanou hodnotou dle Obrázku 3 v Příloze P I.

Tabulka 13 Diference součtů pořadí – tuhost

| Výrobek | kategorie |    |           |           |    |
|---------|-----------|----|-----------|-----------|----|
|         | TA        | TB | TC        | TD        | TE |
| TA      |           |    |           |           |    |
| TB      | 13        |    |           |           |    |
| TC      | 6         | 7  |           |           |    |
| TD      | <b>29</b> | 16 | <b>23</b> |           |    |
| TE      | 3         | 16 | 9         | <b>32</b> |    |

Hodnoty porovnání vzorků, které vykazují významné rozdíly jsou vyznačeny tučně.

Na hladině významnosti 5 % se podařilo prokázat, že mezi vzorky existuje rozdíl. Vzájemně se v chuti odlišují vzorky A–D, C–D a D–E. Ostatní vzorky se v tuhosti vzájemně neliší. Lze konstatovat, že vzorky A, C a E jsou tužší než vzorek D a současně vzorek E je tužší než vzorek A a C, vzorek A je tužší než vzorek C. Pořadí vzorků od nejvíce tuhé po nejméně tuhé je E, A, C, B a D.

### Zkouška z celkového dojmu

V rámci senzorického hodnocení byl posuzován celkový dojem jednotlivých vzorků masových pomazánek. Průběžné výsledky a hodnocení vzorků jsou uvedeny v Tabulce 14.

Tabulka 14 Složení vzorků – celkový dojem

| posuzovatel     | vzorek |      |      |      |      | součet |
|-----------------|--------|------|------|------|------|--------|
|                 | A      | B    | C    | D    | E    |        |
| 1               | 4      | 3    | 2    | 1    | 5    |        |
| 2               | 2      | 4    | 5    | 1    | 3    |        |
| 3               | 2      | 1    | 5    | 4    | 3    |        |
| 4               | 1      | 2    | 5    | 4    | 3    |        |
| 5               | 4      | 2    | 5    | 1    | 3    |        |
| 6               | 3      | 2    | 4    | 1    | 5    |        |
| 7               | 2      | 4    | 3    | 1    | 5    |        |
| 8               | 1      | 2    | 5    | 3    | 4    |        |
| 9               | 2      | 5    | 3    | 1    | 4    |        |
| 10              | 1      | 4    | 3    | 5    | 2    |        |
| 11              | 1      | 5    | 2    | 4    | 3    |        |
| 12              | 2      | 3    | 4    | 1    | 5    |        |
| 13              | 3      | 2    | 1    | 4    | 5    |        |
| 14              | 3      | 4    | 2    | 1    | 5    |        |
| 15              | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    |        |
| 16              | 4      | 1    | 3    | 2    | 5    |        |
| Ti              | 36     | 46   | 55   | 38   | 65   |        |
| Ti <sup>2</sup> | 1296   | 2116 | 3025 | 1444 | 4225 | 12106  |

Nulová hypotéza H:

$$H: A \equiv B \equiv C \equiv D \equiv E$$

Výrobky nelze rozlišit, jsou si v celkovém dojmu podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza A:

$$A: \text{non } H$$

Mezi srovnávanými vzorky masové paštiky je alespoň jeden, který se liší celkovým dojmem od jiného nebo jiných.

Počet posuzovatelů je  $n = 16$ , počet výrobků  $R = 5$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Testové kritérium:

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

$$FR = \frac{12}{n \cdot R \cdot (R + 1)} \cdot (T_1^2 + T_2^2 + T_3^2 + T_4^2 + T_5^2) - 3 \cdot n \cdot (R + 1)$$

$$FR = \frac{12}{16 \cdot 5 \cdot (5 + 1)} \cdot (12106) - 3 \cdot 16 \cdot (5 + 1)$$

$$FR = 14,65$$

Kritický obor  $W_{0,05}$ :

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

$$FR \geq Q_{0,95}(5, 16)$$

$$14,65 \geq 9,34 \dots \text{platí}$$

Hodnota  $Q_{1-\alpha}$  zvolená na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  je tabelovanou hodnotou dle Obrázku 4 v Příloze P I.

Nulová hypotéza je zamítnuta, přijata hypotéza alternativní. Na 5 % hladině významnosti se podařilo prokázat, že existuje alespoň jeden vzorek, který se liší od jiného nebo jiných.

Na základě Nemenyiho testu vícenásobného párového porovnání je třeba zjistit, mezi kterými vzorky je rozdíl.

Počet posuzovatelů je  $n = 16$ , počet výrobků  $R = 5$ , hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ . K určení jsou volena písmena i-tého a j-tého vzorku. Průběžné výsledky a hodnocení vzorků jsou uvedeny v Tabulce 14.

Nulová hypotéza  $H$ :

$$H: I \equiv J$$

Výrobky nelze rozlišit, jsou si v tuhosti podobné. Mezi vzorky neexistuje statisticky významný rozdíl.

Alternativní hypotéza  $A$ :

$$A: I \neq J$$

Mezi srovnávanými vzorky masové paštiky je alespoň jeden, který se v celkovém dojmu liší od jiného nebo jiných.

Pro výpočet je použita závislost:

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

$$|T_D - T_E| \geq Q_{0,95}(5; 14)$$

$$|38 - 65| \geq 22,8$$

$$27 \geq 22,8$$

Rozdíly v pořadí vzorků jsou vypočteny v Tabulce 15. Rozdíl bude průkazný, pokud absolutní hodnota rozdílu součtu jednotlivých vzorků bude nejvýše rovna tabelované hodnotě. Hodnota  $Q_{1-\alpha}$  zvolená na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  je tabelovanou hodnotou dle Obrázku 3 v Příloze P I.

Tabulka 15 Diference součtů pořadí – celkový dojem

| Výrobek | kategorie |    |    |           |    |
|---------|-----------|----|----|-----------|----|
|         | TA        | TB | TC | TD        | TE |
| TA      |           |    |    |           |    |
| TB      | 10        |    |    |           |    |
| TC      | 19        | 9  |    |           |    |
| TD      | 2         | 8  | 17 |           |    |
| TE      | <b>29</b> | 19 | 10 | <b>27</b> |    |

Hodnoty porovnání vzorků, které vykazují významné rozdíly jsou vyznačeny tučně.

Na hladině významnosti 5 % se podařilo prokázat, že mezi vzorky existuje rozdíl. Vzájemně se v celkovém dojmu odlišují vzorky A–E a D–E. Ostatní vzorky se v celkovém dojmu vzájemně neliší. Lze konstatovat, že vzorky A a D jsou lepší než vzorek E a současně vzorek A je lepší než vzorek D. Pořadí vzorků od nejlepšího po nejhorší je A, D, B, C a E.

## 7.5 Zhodnocení senzorické analýzy

Senzorické hodnocení předložených vzorků proběhlo během jednoho dne a to 15-tý den od výroby paštik. Hodnocení se zúčastnilo 16 proškolených hodnotitelů s pomocí 5ti bodové ordinární hédonické stupnice 2. druhu, vzorky byly hodnotitelům předloženy pod

kódovaným označením pomocí písmen A-E. Hladina významnosti pro hodnocení všech vzorků byla stanovena 5 %.

Při hodnocení pomocí stupnicové zkoušky byly posuzovány tyto znaky: vzhled a barva, chuť, vůně a konzistence. Ze závěru analýzy vzhledu a barvy posuzovaných vzorků nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl a bylo konstatováno, že vzorky jsou si podobné. Hodnocení chuti vzorků vykazovalo významné rozdíly v chuti vzorků A a E, kdy bylo zhodnoceno, že vzorek A je chutnější než vzorek E. Mezi ostatními vzorky nebyly prokázány významné rozdíly. Hodnocení vůně výrobků prokázalo existenci rozdílů mezi vzorky A a E, s vyhodnocením lepší vůně vzorku A. Analýza konzistence prokázala podobnost všech vzorků a neexistenci statisticky významných rozdílů.

Pořadovou zkouškou byla hodnocena tuhost a celkový dojem vyrobených paštik. Zhodnocením tuhosti vzorků bylo zjištěno, že mezi nimi existuje významný rozdíl, a to mezi vzorky A-D, C-D a D-E, ostatní vzorky se vzájemně nelišily. Bylo stanoveno pořadí vzorků podle tuhosti, od nevíce tuhého po nejméně tuhý. Pořadí vzorků je E, A, C, B a D. Hodnocení celkového dojmu prokázalo významné rozdíly mezi vzorky A-E a D-E, ostatní vzorky se vzájemně významně nelišily. Pořadí vzorků od nejlepšího po nejhorší – A, D, B, C a E.

Pro snadnější orientaci v textu je připojena legenda pro jednotlivé označení vzorků.

Vzorek:

A ..... kontrolní vzorek bez přídavku oleogelu,

B ..... vzorek s přídavkem oleogelu z řepkového oleje a žlutého včelího vosku v poměru 9:1 s 30 % náhradou vepřového tuku,

C .... vzorek s přídavkem oleogelu z řepkového oleje a žlutého včelího vosku v poměru 9:1 s 60 % náhradou vepřového tuku,

D .... vzorek s přídavkem oleogelu z řepkového oleje, žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu v poměru 90:6:4 s 60 % náhradou vepřového tuku,

E .... vzorek s přídavkem oleogelu z řepkového oleje, žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu v poměru 90:6:4 s 30 % náhradou vepřového tuku.

## ZÁVĚR

Cílem práce bylo vyhodnocení vlivu přídavku oleogelů do masových pomazánek na jejich technologické vlastnosti. Pro výrobu oleogelů byly využity poznatky z různých publikací, které se zabývají problematikou implementace oleogelů různého složení do masových výrobků. Na základě těchto studií byly vyrobeny oleogely z řepkového oleje a žlutého včelího vosku v poměru 9:1 a řepkového oleje, žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu (GMS) v poměru 90:6:4 a tyto v rámci reformulace použity jako náhrada 30 % a 60 % vepřového tuku v masové pomazánce. Vzorky byly poté sledovány z hlediska změny technologických a senzorických vlastností v porovnání s kontrolním vzorkem. Byla hodnocena změna pH, barva, texturní a reologické vlastnosti všech vzorků. Po naměření všech potřebných dat a propočtu výsledků, byly tyto pro přehlednost graficky zpracovány. Získané výsledky byly v rámci diskuse zhodnoceny s vyvozením závěrů.

Přídavek oleogelů vede ke snížení pH, a to u obou typů. Tento jev souvisí jak s koncentrací přidávaného oleogelu, tak s jeho povahou. Nejnížší hodnoty pH byly naměřeny u vzorku s přídavkem oleogelu BW2-60, což ukazuje na nejvyšší okyselující schopnost tohoto typu. Toto pozorování je důležité pro posouzení mikrobiologické stability výrobku a jeho senzorické vlastnosti.

Výsledky měření parametru  $L^*$  ukazují, že koncentrace a typ přidaného oleogelu ovlivňují barvu paštiky. Nízký přídavek oleogelů nevede ke změně, vyšší dávky způsobují posun parametru  $L^*$  do tmavších oblastí. Tento poznatek je důležitý z hlediska posuzování vzhledu výrobku.

Výsledky měření parametru  $a^*$  ukazují, že sledované vzorky s přídavky oleogelů mají ovlivněné barevné vlastnosti nejen z hlediska světlosti, ale také barevného tónu. Zvýšení hodnoty  $a^*$  ovlivňuje posunutí barevného spektra k červenějším odstínům, což může mít pozitivní vliv na senzorický dojem. Nejvyšší efekt byl zaznamenán u vzorku BW1-60, což naznačuje, že úprava vzhledu pomocí oleogelů může mít kladný vliv na optimalizaci vzhledu konečného výrobku.

Při měření parametru  $b^*$  bylo zjištěno, že barevný odstín výrobku je v modro-žlutém spektru výrazně ovlivněn nejen druhem oleogelu, ale především jeho koncentrací. Zatímco, při nízké koncentraci přídavku obou typů oleogelů je vliv minimální, vyšší dávky způsobují intenzivnější žluté zbarvení. Tento vliv může hrát důležitou roli při posuzování kvality produktu.

Přídavek oleogelů významně ovlivňuje texturní vlastnosti paštik, v tomto případě jejich tvrdost zásadně snižuje. Tento efekt je patrný již při nižších koncentracích přídavku oleogelu, ale při zvýšení náhrady vepřového tuku oleogelem dochází k výraznému snížení tvrdosti. Největší efekt byl naměřen u vzorku BW2-60, což svědčí o silném účinku přidaného oleogelu. Vzhledem k důležitosti dosažení požadované struktury paštik, především její tvrdosti pro senzorické a technologické vlastnosti jeví se volba a množství přidaných oleogelů důležitým faktorem při návrhu reformulované masové pomazánky.

Výsledky ukazují, že oleogely zlepšují funkční vlastnosti paštik z hlediska roztíratelnosti, kdy nejvýraznější efekt má oleogel BW2, zvláště při vyšší koncentraci. Zatímco kontrolní vzorek vykazuje nejhorší roztíratelnost, přídavek oleogelů vede ke zlepšení této vlastnosti, což může mít pozitivní vliv při konzumaci a může hrát nezanedbatelnou roli při reformulaci masových pomazánek s cílem zvýšit atraktivitu výrobků.

Z naměřených hodnot lepivosti je patrné, že oleogely ovlivňují snížení lepivosti. Nejvyšší lepivost byla naměřena u kontrolního vzorku, zatímco přídavek oleogelů, především BW2 v množství náhrady 60 % výrazně snížil úroveň lepivosti. Nižší lepivost je žádoucí především z technologického hlediska při manipulaci a balení, ale také z pohledu spotřebitele.

Přídavek oleogelů do výrobků má pozitivní vliv na snížení přilnavosti vzorku k povrchu. Nejvyššího vlivu bylo dosaženo u vzorku BW2-60, kde došlo k nejvyššímu poklesu přilnavosti oproti kontrolnímu vzorku. Této skutečnosti může být využito při výrobě produktů, kde je snížení přilnavosti žádoucí.

Vyhodnocení dynamické oscilační reometrie ukázalo, že masové pomazánky s přídavkem oleogelů mají nižší viskozitu než kontrolní vzorek, což naznačuje modifikaci texturních vlastností. Tento efekt je více patrný při přídavku vyšších koncentrací oleogelů, především BW2 s náhradou 60 %, což potvrzují i výsledky tvrdosti, roztíratelnosti a lepivosti. Z technologického hlediska může tato vlastnost zajistit snadnější dávkování, roztírání a příznivější senzorický vjem.

Vzorky s přídavkem oleogelů při měření elastického modulu pružnosti vykazaly nižší hodnoty  $G'$  než u kontrolního vzorku, v případě přídavku oleogelů ve vyšší koncentraci, především BW2-60 byly tyto hodnoty ze všech naměřených údajů nejnižší, což souvisí se snížením pružnosti a tuhosti vzorků.

Z údajů testu ztrátového modulu pružnosti  $G''$  bylo zjištěno, že přidavek oleogelů do masových pomazánek ovlivňuje jejich strukturu, zvyšující se přidavek oleogelu, především BW2, vede k měkčí a lépe roztíratelné struktuře paštiky.

Komplexní modul pružnosti  $G^*$  ukazuje celkové chování paštiky na mechanické zatížení. Platí, že oleogely snižují tuhost vzorku, především při vyšších přídavech. Snižují pevnost a zvyšují měkkost a pružnost výrobku. Tento efekt je žádoucí pro dosažení lepší roztíratelnosti výrobku. Nejnížší  $G^*$  vykazalo měření vzorku BW2-60, což značí nejlépe rozvolněnou, ale konzistentní strukturu. Měření  $G^*$  doplňuje předchozí reologické parametry a potvrzuje, že oleogely jsou vhodným zdrojem pro reformulaci mechanického chování paštik. Výstup z testu potvrzuje výsledky dalších měření jako je tvrdost, roztíratelnost a viskozita, kdy se zvyšující koncentrací oleogelů ve výrobku, především oleogelu BW2, nabízí možnost cílené modifikace konzistence masových pomazánek.

Na základě sensorického hodnocení nebyly mezi vzorky zjištěny staticky významné rozdíly ve vzhledu, barvě a konzistenci. Významné rozdíly byly zaznamenány v chuti a vůni mezi kontrolním vzorkem a vzorkem s 30 % přídávkem oleogelu z řepkového oleje, žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu, přičemž kontrolní vzorek byl zhodnocen jako chutnější a voňavější. V hodnocení tuhosti se nejvíce lišil vzorek s 60 % přídávkem oleogelu z řepkového oleje, žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu, který byl zhodnocen jako nejméně tuhý, zatímco nejtušším byl vyhodnocen vzorek s 30 % přídávkem oleogelu z řepkového oleje, žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu. Nejlépe ze všech vzorků z pohledu celkového dojmu byl vyhodnocen kontrolní vzorek, následován vzorkem s 60 % přídávkem oleogelu z řepkového oleje, žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu, s označením BW2-60.

Na základě všech vyhodnocení z reformulovaných vzorků vepřových masových pomazánek vykazuje nejlepší vlastnosti k modifikacím oleogel BW2-60.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

ADAMS, M. R. & MOSS, M. O., 2008. *Food microbiology*. 3rd ed. Cambridge: Royal Soc. of Chemistry. ISBN 978-0-85404-284-5.

ANTON, M.; NAU, F. & LECHEVALIER, V., 2009. Egg proteins. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 359-382. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.359>. [cit. 2025-04-02].

ARMISÉN, R. & GAIATAS, F., 2009. Agar. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 82-107. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.82>. [cit. 2025-03-28].

BHAT, Z. F.; MORTON, J. D.; MASON, S. L. & BEKHIT, A. A., 2018. Role of calpain system in meat tenderness: A review. Online. *Food Science and Human Wellness*. Roč. 7, č. 3, s. 196-204. ISSN 22134530. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2018.08.002>. [cit. 2025-03-15].

CANDOGAN, K. & KOLSARICI, N., 2003. Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin. Online. *Meat Science*. Roč. 64, č. 2, s. 207-214. ISSN 03091740. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00182-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00182-1). [cit. 2025-04-15].

CAO, C.; XIE, J.; HOU, L.; ZHAO, J.; CHEN, F. et al., 2017. Effect of glycine on reaction of cysteine-xylose: Insights on initial Maillard stage intermediates to develop meat flavor. Online. *Food Research International*. Roč. 99, s. 444-453. ISSN 09639969. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.06.012>. [cit. 2025-03-12].

CARLSEN, M. H.; HALVORSEN, B. L.; HOLTE, K.; BØHN, S. K.; DRAGLAND, S. et al., 2010. The total antioxidant content of more than 3100 foods, beverages, spices, herbs and supplements used worldwide. Online. *Nutrition Journal*. Roč. 9, č. 1. ISSN 1475-2891. Dostupné z: <https://doi.org/10.1186/1475-2891-9-3>. [cit. 2025-03-12].

CORNARA, L.; BIAGI, M.; XIAO, J. & BURLANDO, B., 2017. Therapeutic Properties of Bioactive Compounds from Different Honeybee Products. Online. *Frontiers in Pharmacology*. 2017-06-28, roč. 8. ISSN 1663-9812. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00412>. [cit. 2025-04-12].

ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, c2008. ČSN 56 9609 *Pravidla správné hygienické a výrobní praxe: Mikrobiologická kritéria pro potraviny. Principy stanovení a aplikace*. Praha: Český normalizační institut.

DIEP, B.; MOULIN, J.; BASTIC-SCHMID, V.; PUTALLAZ, T.; GIMONET, J. et al., 2019. Validation protocol for commercial sterility testing methods. Online. *Food Control*. Roč. 103, s. 1-8. ISSN 09567135. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.03.029>. [cit. 2025-03-14].

DE VRIES, A.; WESSELINGOVÁ, A.; VAN DER LINDEN, E. & SCHOLTEN, E., 2017. Protein oleogels from heat-set whey protein aggregates. Online. *Journal of Colloid and Interface Science*. Roč. 486, s. 75-83. ISSN 00219797. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2016.09.043>. [cit. 2025-04-08].

DOSTÁLOVÁ, J. & KADLEC, P., 2014. *Potravinářské zbožížnalství: technologie potravin*. Monografie. Ostrava: Key Publishing. ISBN 978-80-7418-208-2.

DRAGET, K. I., 2009. Alginates. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 807-828. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.807>. [cit. 2025-03-31].

DUTSON, T. R., 1983. The Measurement of pH in Muscle and Its Importance to Meat Quality. Online. In: *Reciprocal Meat Conference Proceedings*. Vol. 36. American Meat Science Association, s. 89-97. Dostupné z: [https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/1983/the-measurement-of-ph-in-muscle-and-its-importance-to-meat-quality.pdf?sfvrsn=2&utm\\_source=chatgpt.com](https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/1983/the-measurement-of-ph-in-muscle-and-its-importance-to-meat-quality.pdf?sfvrsn=2&utm_source=chatgpt.com). [cit. 2025-04-15].

EDWARDS, C. A. & GARCIA, A. L., 2009. The health aspects of hydrocolloids. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 50-81. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.50>. [cit. 2025-03-28].

EHA, K.; KALEDA, A.; MENERT, A. & LAOS, K. Water Sorption Behaviour of Commercial Furcellaran. Online. *SSRN Electronic Journal*. ISSN 1556-5068. Dostupné z: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4113802>. [cit. 2025-03-28].

Evropský úřad pro bezpečnost potravin. Online. *Dusitany a dusičnany přidávané do potravin*. Roč. 2017, s. 1-4. Dostupné z: <https://doi.org/doi:10.2805/378700>. [cit. -03-18].

FEICHTINGER, A. & SCHOLTEN, E., 2020. Preparation of Protein Oleogels: Effect on Structure and Functionality. Online. *Foods*. Roč. 9, č. 12. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods9121745>. [cit. 2025-04-08].

FEINER, G., 2006. *Meat products handbook: practical science and technology*. Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited. ISBN 978-1-84569-172-1. Dostupné také z: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/natl-ebooks/detail.action?docID=1604743>.

FÉR POTRAVINA, ©2025. *Seznam Ěček*. Online. FÉR POTRAVINA. Fér potravina. Dostupné z: <https://www.ferpotravina.cz/seznam-ecek>. [cit. 2025-03-31].

FERNÁNDEZ-MARTÍN, F.; COFRADES, S.; CARBALLO, J. & JIMÉNEZ-COLMENERO, F., 2002. Salt and phosphate effects on the gelling process of pressure/heat treated pork batters. Online. *Meat Science*. Roč. 61, č. 1, s. 15-23. ISSN 03091740. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00157-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00157-7). [cit. 2025-03-18].

FEINER, G., 2016. Color in Cured Meat Products and Fresh Meat. Online. In: *Salami*. Elsevier, s. 89-101. ISBN 9780128095980. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809598-0.00005-6>. [cit. 2025-03-15].

FOOD EMULSIFIERS PRODUCER, 2025. *Food emulsifiers producer*. Online. Food emulsifiers producer. Dostupné z: <https://www.yizeliadditive.com>. [cit. 2025-04-14].

GÓMEZ-ESTACA, J.; HERRERO, A.; HERRANZ, B.; ÁLVAREZ, M. D.; JIMÉNEZ-COLMENERO, F. et al., 2019. Characterization of ethyl cellulose and beeswax oleogels and their suitability as fat replacers in healthier lipid pâtés development. Online. *Food Hydrocolloids*. Roč. 87, s. 960-969. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.09.029>. [cit. 2025-04-12].

GONZÁLEZ-PÉREZ, S. & ARELLANO, J. B., 2009. Vegetable protein isolates. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 383-419. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.383>. [cit. 2025-04-02].

HAUG, I. J. & DRAGET, K. I., 2009. Gelatin. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 142-163. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.142>. [cit. 2025-04-01].

HAUROWITZ, F. & KOHSLAND, D. E., 2025. *Protein*. Online. Britannica. Dostupné z: <https://www.britannica.com/science/amino-acid/Amino-acids-and-the-origin-of-life-on-Earth>. [cit. 2025-03-05].

HRABĚ, J.; BŘEZINA, P. & VALÁŠEK, P., 2006. *Technologie výroby potravin živočišného původu: bakalářský směr*. Učební texty vysokých škol. Zlín: Univerzita Tomáše Bati. ISBN 80-7318-405-2. Dostupné také z: <http://krameriusndk.nkp.cz/search/handle/uuid:f47004d0-0e1a-11e7-9b53-005056827e52>.

CHOI, K.; HWANG, H.; JEONG, S.; KIM, S. & LEE, S., 2020. The thermal, rheological, and structural characterization of grapeseed oil oleogels structured with binary blends of oleogelator. Online. *Journal of Food Science*. Roč. 85, č. 10, s. 3432-3441. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15442>. [cit. 2025-04-14].

IMESON, A. P., 2009. Carrageenan and furcellaran. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 164-185. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.164>. [cit. 2025-03-28].

INGR, I., 1996. *Technologie masa*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. ISBN 80-7157-193-8.

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

INGR, I., 2011. *Produkce a zpracování masa*. Vyd. 2., nezměn. V Brně: Mendelova univerzita. ISBN 978-80-7375-510-2.

JEŽEK, F., 2014. *Senzorická analýza potravin: návody na cvičení*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-724-4.

KADLEC, P.; MELZUCH, K. & VOLDŘICH, Michal, 2009. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin*. Monografie. Ostrava: Key Publishing. ISBN 978-80-7418-060-6.

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

KAMENÍK, J., 2014. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-673-5.

- KAMENÍK, J.; JANŠTOVÁ, B. & SALÁKOVÁ, A., 2014. *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno. ISBN 978-80-7305-722-0.
- KAMENÍK, J. & STEINHAUSER, L., 2011. Maso na talíři. *Maso*. Roč. 2011, č. 5, s. 8-10.
- KANOKRUANGRONG, S.; BIRCH, J. & EL-DIN AHMED BEKHIT, A., 2019. Processing Effects on Meat Flavor. Online. In: *Encyclopedia of Food Chemistry*. Elsevier, s. 302-308. ISBN 9780128140451. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21861-1>. [cit. 2025-03-15].
- KHAN, M. I.; JO, C. & TARIQ, M. R., 2015. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors—A systematic review. Online. *Meat Science*. Roč. 110, s. 278-284. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.08.002>. [cit. 2025-03-05].
- KIM, M.; HWANG, H.; JEONG, S. & LEE, S., 2022. Utilization of oleogels with binary oleogelator blends for filling creams low in saturated fat. Online. *LWT*. Roč. 155. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112972>. [cit. 2025-04-20].
- KIM, T. W.; KIM, C. W.; YANG, M. R.; NO, G. R.; KIM, S. W. et al., 2016. Pork Quality Traits According to Postmortem pH and Temperature in Berkshire. Online. *The Korean Society for Food Science of Animal Resources*. S. 29–36. Dostupné z: <https://doi.org/10.5851/kosfa.29.36.2016>. [cit. 2025-03-14].
- KOPINA, 2022. *LAB barevný prostor LAB*. Online. KOPINA. <https://kopina.cz/>. Dostupné z: <https://kopina.cz/terminologie/>. [cit. 2025-04-15].
- KREMPEL, M.; GRIFFIN, K. & KHOURYIEH, H., 2019. Hydrocolloids as Emulsifiers and Stabilizers in Beverage Preservation. Online. In: *Preservatives and Preservation Approaches in Beverages*. Elsevier, s. 427-465. ISBN 9780128166857. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816685-7.00013-6>. [cit. 2025-03-28].
- KŘÍŽ, O.; BUŇKA, F. & HRABĚ, J., 2007. *Senzorická analýza potravin II.: statistické metody*. Učební texty vysokých škol. Zlín: Univerzita Tomáše Bati. ISBN 978-80-7318-494-0. Dostupné také z: <http://kramerusndk.nkp.cz/search/handle/uuid:749ce210-cf3e-11e7-9c14-005056827e51>.
- LI, Y.; ZOU, Y.; QUE, F. & ZHANG, H., 2022. Recent advances in fabrication of edible polymer oleogels for food applications. Online. *Current Opinion in Food Science*. Roč. 43,

s. 114-119. ISSN 22147993. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.11.007>. [cit. 2025-04-07].

LIU, Q.; MENG, X.; LI, Y.; ZHAO, C. TANG, G. et al., 2017. Antibacterial and Antifungal Activities of Spices. Online. *International Journal of Molecular Sciences*. Roč. 18, č. 6. ISSN 1422-0067. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/ijms18061283>. [cit. 2025-03-12].

LIU, Z.; YUAN, J.; WEN, P.; GUO, X.; LI, K. et al., 2023. Effect of Lard or Plus Soybean Oil on Markers of Liver Function in Healthy Subjects: A Randomized Controlled-Feeding Trial. Online. *Foods*. Roč. 12, č. 9. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods12091894>. [cit. 2025-03-12].

LU, Y.; ZHANG, Y.; YUAN, F.; GAO, Y. & MAO, L., 2021. Emulsion gels with different proteins at the interface: Structures and delivery functionality. Online. *Food Hydrocolloids*. Roč. 116. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106637>. [cit. 2025-04-05].

MARTINS, A. J.; CERQUEIRA, M. A.; PASTRANA, L.M.; CUNHA, R. L. & VICENTE, A. A., 2019. Sterol-based oleogels' characterization envisioning food applications. Online. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Roč. 99, č. 7, s. 3318-3325. ISSN 0022-5142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9546>. [cit. 2025-04-07].

MARTINS, A. J.; LORENZO, J. M.; FRANCO, D.; PATEIRO, M.; DOMÍNGUEZ, R. et al., 2020. Characterization of Enriched Meat-Based Pâté Manufactured with Oleogels as Fat Substitutes. Online. *Gels*. Roč. 6, č. 2. ISSN 2310-2861. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/gels6020017>. [cit. 2025-04-13].

MARTINS, A. J.; VICENTE, A. A.; PASTRANA, L. M. a CERQUEIRA, M. A., 2020. Oleogels for development of health-promoting food products. Online. *Food Science and Human Wellness*. Roč. 9, č. 1, s. 31-39. ISSN 22134530. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2019.12.001>. [cit. 2025-04-05].

MOLINA, Rafael Eduardo; BOHRER, Benjamin M. a MEJIA, Sandra Milena Vásquez, 2023. Phosphate alternatives for meat processing and challenges for the industry: A critical review. Online. *Food Research International*. Roč. 166. ISSN 09639969. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112624>. [cit. 2025-03-24].

Nariadení (ES) č. 1333/2008: o potravinářských přídatných látkách, 2024. In: *EUR-Lex*. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32008R1333>. [cit. 2025-03-17].

Nariadení (ES) č. 1169/2011: o poskytování informací o potravinách spotřebitelům, 2018. In: *EUR-Lex*. Praha. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32011R1169>. [cit. 2025-03-17].

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

O'REGAN, J.; ENNIS, M. P. & MULVIHILL, D. M., 2009. Milk proteins. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 298-358. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.298>. [cit. 2025-04-01].

PERȚA-CRIȘAN, S.; URSACHI, C.; CHEREJI, B. & MUNTEANU, F., 2023. Oleogels—Innovative Technological Solution for the Nutritional Improvement of Meat Products. Online. *Foods*. Roč. 12, č. 1. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods12010131>. [cit. 2025-04-05].

PIPEK, P., 1993. *Technologie masa*. 1. 3. přeprac. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-7080-174-3

PIPEK, P., 1995. *Technologie masa I*. Praha: VŠCHT Praha, ISBN 890-70-80.

PIPEK, P., 1998. *Technologie masa II*. [vyd. 3]. Praha: Kostelecké uzeniny. ISBN 80-7192-283-8.

PIPEK, P. & POUR, M., 1998. *Hodnocení jakosti živočišných produktů*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 80-213-0442-1.

PIRSA, S. & HAFEZI, K., 2023. Hydrocolloids: Structure, preparation method, and application in food industry. Online. *Food Chemistry*. Roč. 399. ISSN 03088146. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133967>. [cit. 2025-03-28].

PUȘCAȘ, A.; MUREȘAN, V.; SOCACIU, C. & MUSTE, S., 2020. Oleogels in Food: A Review of Current and Potential Applications. Online. *Foods*. Roč. 9, č. 1. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods9010070>. [cit. 2025-04-12].

PUŞCAŞ, A.; MUREŞAN, V. & MUSTE, S., 2021. Application of Analytical Methods for the Comprehensive Analysis of Oleogels—A Review. Online. *Polymers*. Roč. 13, č. 12. ISSN 2073-4360. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/polym13121934>. [cit. 2025-04-05].

QU, Z.; TANG, J.; SABLANI, S. S.; ROSS, C. F.; SANKARAN, S. et al., 2021. Quality changes in chicken livers during cooking. Online. *Poultry Science*. Roč. 100, č. 9. ISSN 00325791. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101316>. [cit. 2025-03-12].

RAMOS, A.; CABRERA, M. C. a SAADOUN, A., 2012. Bioaccessibility of Se, Cu, Zn, Mn and Fe, and heme iron content in unaged and aged meat of Hereford and Braford steers fed pasture. Online. *Meat Science*. Roč. 91, č. 2, s. 116-124. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.001>. [cit. 2025-03-05].

*Reformulace potravin: hodnocení možností reformulací hlavních potravinářských komodit*, 2019. Praha: Potravinářská komora České republiky, Česká technologická platforma pro potraviny. ISBN 978-80-88019-36-7.

REJINOLD, N. S.; KIM, H. K.; ISAKOVITC, A. F.; GATER, D. L. a KIM, Y., 2019. Therapeutic vitamin delivery: Chemical and physical methods with future directions. Online. *Journal of Controlled Release*. Vol. 2019, no. 298, s. 83-98. ISSN 01683659. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2019.01.038>. [cit. 2025-03-06].

ROMOSCANU, A. I. & MEZZENGA, R., 2006. Emulsion-Templated Fully Reversible Protein-in-Oil Gels. Online. *Langmuir*. 2006-08-01, roč. 22, č. 18, s. 7812-7818. ISSN 0743-7463. Dostupné z: <https://doi.org/10.1021/la060878p>. [cit. 2025-04-09].

SAUD, S.; LI, G.; KONG, H.; KHAN, M. I.; QIANG, Z. et al., 2019. Identification of chicken meat quality via rapid array isoelectric focusing with extraction of hemoglobin and myoglobin in meat sample. Online. *Journal of Chromatography B*. Roč. 1128. ISSN 15700232. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jchromb.2019.121790>. [cit. 2025-03-14].

SEY, A. A.; PHAM, T. H.; KAVANAGH, V.; KAUR, S.; CHEEMA, M. et al., 2020. Canola produced under boreal climatic conditions in Newfoundland and Labrador have a unique lipid composition and expeller press extraction retained the composition for commercial use. Online. *Journal of Advanced Research*. Roč. 24, s. 423-434. ISSN 20901232. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2020.05.002>. [cit. 2025-04-14].

SCHARFE, M. & FLÖTER, E., 2020. Oleogelation: From Scientific Feasibility to Applicability in Food Products. Online. *European Journal of Lipid Science and Technology*.

Roč. 122, č. 12. ISSN 1438-7697. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/ejlt.202000213>. [cit. 2025-04-07].

SCHIRONE, M.; ESPOSITO, L.; D'ONOFRIO, F.; VISCIANO, P.; MARTUSCELLI, M. et al., 2022. Biogenic Amines in Meat and Meat Products: A Review of the Science and Future Perspectives. Online. *Foods*. Roč. 11, č. 6. ISSN 2304-8158. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods11060788>. [cit. 2025-03-11].

SCHOLTEN, E., 2019. Edible oleogels: how suitable are proteins as a structurant? Online. *Current Opinion in Food Science*. Roč. 27, s. 36-42. ISSN 22147993. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2019.05.001>. [cit. 2025-04-05].

SILVA, T. J.; BARRERA-ARELLANO, D. & RIBEIRO, A. P. B., 2021. Oleogel-based emulsions: Concepts, structuring agents, and applications in food. Online. *Journal of Food Science*. Roč. 86, č. 7, s. 2785-2801. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15788>. [cit. 2025-04-05].

STEINHAUSER, L., 1995. *Hygiena a technologie masa*. Brno: Vydavatelství potravinářské literatury LAST. ISBN 80-900260-4-4.

SWORN, G., 2009. Xanthan gum. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 186-203. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.186>. [cit. 2025-03-31].

ŠILHÁNKOVÁ, L., 2002. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. Vyd. 3., opr. a dopl., v nakl. Academia 1. vyd. Praha: Academia. ISBN 80-200-1024-6.

TAGGART, P. & MITCHELL, J.R., 2009. Starch \* \*The authors would like to thank J. Scott and P. Hendrikx, National Starch Food Innovation and Professor S. E. Hill, University of Nottingham for information and support provided. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 108-141. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.108>. [cit. 2025-03-28].

THOMBARE, N.; JHA, U.; MISHRA, S. & SIDDIQUI, M. Z., 2016. Guarová guma jako slibný výchozí materiál pro různé aplikace: Přehled. Online. *International Journal of Biological Macromolecules*. Roč. 88, s. 361-372. ISSN 01418130. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.04.001>. [cit. 2025-04-01].

VELÍŠEK, J., 2002. *Chemie potravin*. 1. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS. ISBN 80-86659-00-3.

Vyhláška č. 38/2001 Sb.: Vyhláška Ministerstva zdravotnictví o hygienických požadavcích na výrobky určené pro styk s potravinami a pokrm, 2010-2025. In: *Zákony pro lidi*. Praha: © 2010-2025, 13/2001. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-38#cast1>. [cit. 2025-03-6].

Vyhláška č. 69/2016 Sb.: Vyhláška o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, 2010-2025. In: *Zákony pro lidi*. Praha: © 2010–2025, 26/2016. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>. [cit. 2025-03-14].

*Výzkumný ústav včelařský*, 2025. Online. Výzkumný ústav včelařský. Dostupné z: <https://www.beedol.cz/>. [cit. 2025-04-14].

WILLIAMS, P. A. & PHILLIPS, G. O., 2009. Introduction to food hydrocolloids. Online. In: *Handbook of Hydrocolloids*. Elsevier, s. 1-22. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://doi.org/10.1533/9781845695873.1>. [cit. 2025-03-28].

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

|                                                                                                         |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Obrázek 1 Vliv pH masa na vaznost.....                                                                  | 27  |
| Obrázek 2 Grafické znázornění LAB modelu .....                                                          | 49  |
| Obrázek 3 Hodnoty pH masových pomazánek.....                                                            | 58  |
| Obrázek 4 Hodnoty parametru L* masových pomazánek.....                                                  | 59  |
| Obrázek 5 Hodnoty parametru a* masových pomazánek .....                                                 | 60  |
| Obrázek 6 Hodnoty parametru b* masových pomazánek .....                                                 | 62  |
| Obrázek 7 Hodnoty tvrdosti masových pomazánek .....                                                     | 63  |
| Obrázek 8 Hodnoty roztíratelnosti masových pomazánek .....                                              | 64  |
| Obrázek 9 Hodnoty roztíratelnosti masových pomazánek .....                                              | 66  |
| Obrázek 10 Hodnoty přilnavosti masových pomazánek .....                                                 | 67  |
| Obrázek 11 Hodnoty viskozity masových pomazánek.....                                                    | 68  |
| Obrázek 12 Hodnoty elastického modulu pružnosti masových pomazánek .....                                | 69  |
| Obrázek 13 Hodnoty ztrátového modulu pružnosti masových pomazánek .....                                 | 70  |
| Obrázek 14 Hodnoty komplexního modulu pružnosti masových pomazánek .....                                | 71  |
| Obrázek 15 Kritické hodnoty pro vícenásobná párová porovnání závislých výběrů pro $\alpha = 0,05$ ..... | 109 |
| Obrázek 16 Kritické hodnoty Friedmanova testu pro $\alpha = 0,05$ .....                                 | 109 |
| Obrázek 17 Senzorický dotazník .....                                                                    | 112 |
| Obrázek 18 Stupnice senzorického hodnocení .....                                                        | 113 |

**SEZNAM TABULEK**

|                                                          |     |
|----------------------------------------------------------|-----|
| Tabulka 1 Členění masných výrobků.....                   | 15  |
| Tabulka 2 Chemické složení masa v % .....                | 16  |
| Tabulka 3 Vitamíny skupiny B přítomné v mase .....       | 19  |
| Tabulka 4 Složení surovin pro výrobu paštiky .....       | 47  |
| Tabulka 5 Složení vzorků .....                           | 72  |
| Tabulka 6 Složení vzorků – vzhled a barva .....          | 73  |
| Tabulka 7 Složení vzorků – chuť .....                    | 75  |
| Tabulka 8 Diference součtů pořadí – chuť .....           | 77  |
| Tabulka 9 Složení vzorků – vůně.....                     | 79  |
| Tabulka 10 Diference součtů pořadí – vůně .....          | 81  |
| Tabulka 11 Složení vzorků – konzistence.....             | 83  |
| Tabulka 12 Složení vzorků – tuhost.....                  | 85  |
| Tabulka 13 Diference součtů pořadí – tuhost .....        | 87  |
| Tabulka 14 Složení vzorků – celkový dojem.....           | 88  |
| Tabulka 15 Diference součtů pořadí – celkový dojem ..... | 90  |
| Tabulka 16 Hodnoty pH.....                               | 110 |
| Tabulka 17 Hodnoty barvy .....                           | 110 |
| Tabulka 18 Hodnoty tvrdosti (N).....                     | 110 |
| Tabulka 19 Hodnoty tvrdosti (N).....                     | 111 |
| Tabulka 20 Hodnoty lepivosti (N) .....                   | 111 |
| Tabulka 21 Hodnoty přilnavosti (N/sec).....              | 111 |

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

|                  |                                                                           |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| BW1              | oleogel z řepkového oleje a žlutého včelího vosku                         |
| BW2              | oleogel z řepkového oleje, žlutého včelího vosku a glycerol mono stearátu |
| BW3              | oleogel z řepkového oleje a glycerol mono stearátu                        |
| $\text{Ca}^{2+}$ | vápenatý iont                                                             |
| CDW              | kandelilový vosk                                                          |
| DFD              | maso – tmavé, tuhé, suché                                                 |
| GMS              | glycerol mono stearát                                                     |
| HDL              | lipoprotein o vysoké hustotě                                              |
| KV               | kontrolní vzorek                                                          |
| LDL              | lipoprotein o nízké hustotě                                               |
| $\text{Mg}^{2+}$ | hořečnatý iont                                                            |
| NaCl             | chlorid sodný                                                             |
| O/V              | emulze olej ve vodě                                                       |
| PSE              | maso – bledé, měkké, vodnaté                                              |

**SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha P I: Tabelované hodnoty

Příloha P II: Hodnoty pH, barvy, texturních vlastností analyzovaných vzorků

Příloha P III: Senzorický dotazník a stupnice pro hodnocení

## PŘÍLOHA P I: TABELOVANÉ HODNOTY

| Hodnotitelé | Výrobky |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|---------|------|------|------|------|------|------|------|
|             | 3       | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 3           | 5,7     | 8,1  | 10,6 | 13,1 | 15,6 | 18,2 | 20,8 | 23,5 |
| 4           | 6,6     | 9,4  | 12,2 | 15,1 | 18,0 | 21,0 | 24,0 | 27,1 |
| 5           | 7,4     | 10,5 | 13,6 | 16,9 | 20,1 | 23,5 | 26,9 | 30,3 |
| 6           | 8,1     | 11,5 | 14,9 | 18,5 | 22,1 | 25,7 | 29,4 | 33,2 |
| 7           | 8,8     | 12,4 | 16,1 | 19,9 | 23,9 | 27,8 | 31,8 | 35,8 |
| 8           | 9,4     | 13,3 | 17,3 | 21,3 | 25,5 | 29,7 | 34,0 | 38,3 |
| 9           | 9,9     | 14,1 | 18,3 | 22,6 | 27,0 | 31,5 | 36,0 | 40,6 |
| 10          | 10,5    | 14,8 | 19,3 | 23,8 | 28,5 | 33,2 | 38,0 | 42,8 |
| 11          | 11,0    | 15,6 | 20,2 | 25,0 | 29,9 | 34,8 | 39,8 | 44,9 |
| 12          | 11,5    | 16,2 | 21,1 | 26,1 | 31,2 | 36,4 | 41,6 | 46,9 |
| 13          | 11,9    | 16,9 | 22,0 | 27,2 | 32,5 | 37,9 | 43,3 | 48,8 |
| 14          | 12,4    | 17,5 | 22,8 | 28,2 | 33,7 | 39,3 | 45,0 | 50,7 |
| 15          | 12,8    | 18,2 | 23,6 | 29,2 | 34,9 | 40,7 | 46,5 | 52,5 |
| 16          | 13,3    | 18,8 | 24,4 | 30,2 | 36,0 | 42,0 | 48,1 | 54,2 |

Obrázek 15 Kritické hodnoty pro vícenásobná párová porovnání závislých výběrů pro  $\alpha = 0,05$

| Hodnotitelé | Výrobky |      |      |       |       |       |       |       |
|-------------|---------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 3       | 4    | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| 3           | 6,00    | 7,40 | 8,53 | 9,86  | 11,24 | 12,57 | 13,88 | 15,19 |
| 4           | 6,50    | 7,80 | 8,80 | 10,24 | 11,63 | 12,99 | 14,34 | 15,67 |
| 5           | 6,40    | 7,80 | 8,99 | 10,43 | 11,84 | 13,23 | 14,59 | 15,93 |
| 6           | 7,00    | 7,60 | 9,08 | 10,54 | 11,97 | 13,38 | 14,76 | 16,12 |
| 7           | 7,14    | 7,80 | 9,11 | 10,62 | 12,07 | 13,48 | 14,87 | 16,23 |
| 8           | 6,25    | 7,65 | 9,19 | 10,68 | 12,14 | 13,56 | 14,95 | 16,32 |
| 9           | 6,22    | 7,66 | 9,22 | 10,73 | 12,19 | 13,61 | 15,02 | 16,40 |
| 10          | 6,20    | 7,67 | 9,25 | 10,76 | 12,23 | 13,66 | 15,07 | 16,44 |
| 11          | 6,54    | 7,68 | 9,27 | 10,79 | 12,27 | 13,70 | 15,11 | 16,48 |
| 12          | 6,17    | 7,70 | 9,29 | 10,81 | 12,29 | 13,73 | 15,15 | 16,53 |
| 13          | 6,00    | 7,70 | 9,30 | 10,83 | 12,32 | 13,76 | 15,17 | 16,56 |
| 14          | 6,14    | 7,71 | 9,32 | 10,85 | 12,34 | 13,78 | 15,19 | 16,58 |
| 15          | 6,40    | 7,72 | 9,33 | 10,87 | 12,35 | 13,80 | 15,20 | 16,60 |
| 16          | 5,99    | 7,73 | 9,34 | 10,88 | 12,37 | 13,81 | 15,23 | 16,60 |

Obrázek 16 Kritické hodnoty Friedmanova testu pro  $\alpha = 0,05$

## PŘÍLOHA P II: HODNOTY pH, BARVY, TEXTURNÍCH VLASTNOSTÍ ANALYZOVANÝCH VZORKŮ

Tabulka 16 Hodnoty pH

| vzorek | paštika<br>pH   |
|--------|-----------------|
|        |                 |
| KV     | $6,17 \pm 0,01$ |
| BW1-30 | $6,12 \pm 0,02$ |
| BW1-60 | $6,05 \pm 0,02$ |
| BW2-30 | $6,06 \pm 0,02$ |
| BW2-60 | $6,01 \pm 0,01$ |

Tabulka 17 Hodnoty barvy

| vzorek | parametr L*      | parametr a*      | parametr b*      |
|--------|------------------|------------------|------------------|
|        |                  |                  |                  |
| KV     | $60,57 \pm 0,32$ | $10,75 \pm 0,13$ | $16,05 \pm 0,14$ |
| BW1-30 | $60,49 \pm 0,40$ | $10,92 \pm 0,20$ | $16,05 \pm 0,16$ |
| BW2-30 | $59,58 \pm 0,42$ | $10,86 \pm 0,21$ | $16,26 \pm 0,17$ |
| BW1-60 | $58,83 \pm 0,11$ | $11,17 \pm 0,24$ | $17,27 \pm 0,10$ |
| BW2-60 | $58,19 \pm 0,26$ | $10,94 \pm 0,32$ | $17,38 \pm 0,20$ |

Tabulka 18 Hodnoty tvrdosti (N)

| vzorek | paštika<br>tvrdost (N) |
|--------|------------------------|
|        |                        |
| KV     | $4,04 \pm 0,13$        |
| BW1-30 | $3,53 \pm 0,16$        |
| BW2-30 | $3,22 \pm 0,09$        |
| BW1-60 | $2,74 \pm 0,21$        |
| BW2-60 | $2,17 \pm 0,08$        |

Tabulka 19 Hodnoty tvrdosti (N)

| vzorek | paštika<br>roztíratelnost (N/sec) |
|--------|-----------------------------------|
|        |                                   |
| KV     | $0,32 \pm 0,06$                   |
| BW1-30 | $0,25 \pm 0,01$                   |
| BW2-30 | $0,31 \pm 0,05$                   |
| BW1-60 | $0,25 \pm 0,03$                   |
| BW2-60 | $0,19 \pm 0,02$                   |

Tabulka 20 Hodnoty lepivosti (N)

| vzorek | paštika<br>lepivost (N) |
|--------|-------------------------|
|        |                         |
| KV     | $- 0,12 \pm 0,02$       |
| BW1-30 | $- 0,10 \pm 0,01$       |
| BW2-30 | $- 0,11 \pm 0,02$       |
| BW1-60 | $- 0,08 \pm 0,01$       |
| BW2-60 | $- 0,07 \pm 0,01$       |

Tabulka 21 Hodnoty přilnavosti (N/sec)

| vzorek | paštika<br>přilnavost (N/sec) |
|--------|-------------------------------|
|        |                               |
| KV     | $- 0,028 \pm 0,003$           |
| BW1-30 | $- 0,023 \pm 0,004$           |
| BW2-30 | $- 0,027 \pm 0,007$           |
| BW1-60 | $- 0,019 \pm 0,002$           |
| BW2-60 | $- 0,014 \pm 0,005$           |

## PŘÍLOHA P III: SENZORICKÝ DOTAZNÍK A STUPNICE PRO HODNOCENÍ

### Senzorické hodnocení paštik

Datum hodnocení:

Hodnotitel: žena / muž

Předložené vzorky paštiky byly vyrobeny z vepřového masa, vepřového sádla a kuřecích jater s přidavkem oleogelů.

#### Stupnicová zkouška

Ochutnejte předložené vzorky a zhodnoťte je podle předložených vlastností:

Vzhled a barva, konzistence, chuť a vůně.

Ohodnoťte podle předložené stupnice číslem do tabulky.

| Vzorek | Vzhled a barva | Chuť | Vůně | Konzistence |
|--------|----------------|------|------|-------------|
| A      |                |      |      |             |
| B      |                |      |      |             |
| C      |                |      |      |             |
| D      |                |      |      |             |
| E      |                |      |      |             |

#### Pořadová preferenční zkouška dle tuhosti

Ochutnejte předložené vzorky a seřaďte je podle tuhosti od nejméně tuhý (1) po nejvíce tuhý (5):

| Vzorek | Pořadí |
|--------|--------|
| A      |        |
| B      |        |
| C      |        |
| D      |        |
| E      |        |

#### Pořadová preferenční zkouška

Ochutnejte předložené vzorky paštik a seřaďte je na základě celkového dojmu od nejlepší (1) po nejhorší (5).

| Vzorek | Pořadí |
|--------|--------|
| A      |        |
| B      |        |
| C      |        |
| D      |        |
| E      |        |

Vzhled a barva:

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

Chuť a vůně:

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

Konzistence:

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

Obrázek 18 Stupnice senzorického hodnocení