

# **Vliv xanthanové gumy a kukuřičného škrobu na reologické vlastnosti majonézy**

Bc. Alena Jedounková

---

Diplomová práce  
2020



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická  
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Alena Jedounková**  
Osobní číslo: **T18264**  
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie potravin**  
Forma studia: **Prezenční**  
Téma práce: **Vliv xanthanové gumy a kukuřičného škrobu na reologické vlastnosti majonézy**

### Zásady pro vypracování

#### I. Teoretická část

1. Obecná charakteristika majonéz
2. Technologie výroby majonéz
3. Faktory ovlivňující kvalitu

#### II. Praktická část

1. Vlastní výroba majonéz
2. Provedení základních chemických analýz majonézy po výrobě a při skladovacím pokusu
3. Vyhodnocení výsledků
4. Diskuze a formulace závěru

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

**Seznam doporučené literatury:**

- [1] DEPREE, J.A a G.P SAVAGE, 2001. Physical and flavour stability of mayonnaise. 12 (5-6), 157-163. DOI: 10.1016/S0924-2244(01)00079-6. ISSN 09242244. Dostupné také z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224401000796>.
- [2] OLSSON, Viktoria et al., 2018. The Effect of Emulsion Intensity on Selected Sensory and Instrumental Texture Properties of Full-Fat Mayonnaise. Foods. 7 (1). DOI: 10.3390/foods7010009. ISSN 2304-8158. Dostupné také z: <http://www.mdpi.com/2304-8158/7/1/9>.
- [3] MARUYAMA, Kentaro et al., 2007. Relationship between Rheology, Particle Size and Texture of Mayonnaise. Food Science and Technology Research. 13 (1), 1-6. DOI: 10.3136/fstr.13.1. ISSN 1344-6606. Dostupné také z: <http://joi.jlc.jst.go.jp/JSTJSTAGE/fstr/13.1?from=CrossRef>.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jana Šenkýřová, Ph.D.**  
Ústav technologie potravin

Datum zadání diplomové práce: **17. února 2020**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

---

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

---

**doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.**  
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 17. února 2020

## PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

### **Prohlašuji,**

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

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Majonéza je jedna z nejvyžívanějších emulgovaných omáček na světě. Tato práce je zaměřena na optimalizaci výrobního procesu majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy. Škrob byl přidáván v koncentraci 0,5 – 2 % a xanthanová guma v koncentraci 0,1 % a 0,3 %. Byl zkoumán vliv těchto látek na vybrané parametry vyrobených majonéz – sledovaly se texturní vlastnosti, reologické vlastnosti, hodnoty pH a stabilita.

Klíčová slova: majonéza, kukuřičný škrob, xanthanová guma, texturní analýza, reologie

## **ABSTRACT**

Mayonnaise is one of the most widely used emulsified sauces in the world. This thesis is focused on the optimization of the manufacturing process of mayonnaise with addition of corn starch and xanthan gum. Corn starch was added in concentration 0,5 – 2 % and xanthan gum in concentration 0,1 % and 0,3 %. The effect of these substances on selected parameters of mayonnaise was examined: textural properties, rheological properties, pH value and stability were observed.

Keywords: mayonnaise, corn starch, xanthan gum, textural properties, rheological properties

Touto cestou bych chtěla poděkovat vedoucí mé diplomové práce Ing. Janě Šenkýřové, Ph.D. za odborné vedení, rady, konzultace a připomínky, které mi poskytovala při zpracování této práce, a hlavně za její trpělivost.

Dále bych chtěla poděkovat své rodině a přátelům za jejich podporu po celou dobu mého studia.

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

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA MAJONÉZ</b> .....	<b>11</b>
1.1 NÍZKOTUČNÁ MAJONÉZA.....	12
1.2 SUROVINY .....	12
1.2.1 Vejce .....	13
1.2.2 Olej.....	15
1.2.3 Jedlá sůl.....	16
1.2.4 Ocet .....	16
1.2.5 Voda .....	17
1.2.6 Cukr.....	18
1.2.7 Koření, aromatické přísady a konzervanty.....	18
1.2.8 Zahušťovadla.....	19
<b>2 TECHNOLOGIE VÝROBY MAJONÉZ</b> .....	<b>20</b>
2.1 VÝROBA.....	20
2.1.1 Tvorba emulze olej ve vodě .....	22
<b>3 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITU</b> .....	<b>25</b>
3.1 SUROVINY OVLIVŇUJÍCÍ CHUŤ A KVALITU MAJONÉZY .....	25
3.2 ZAHUŠŤOVADLA A OCHUCOVADLA .....	25
3.2.1 Škrob .....	26
3.2.2 Xanthanová guma E 415 .....	27
3.3 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ FAKTORY .....	28
3.3.1 Teplota.....	28
3.3.2 Světlo.....	29
3.3.3 pH.....	30
3.3.4 Aktivita vody.....	30
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>31</b>
<b>4 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE</b> .....	<b>32</b>
<b>5 MATERIÁL A METODIKA</b> .....	<b>33</b>
5.1 POUŽITÉ PŘÍSTROJE .....	33
5.2 MATERIÁL.....	33
5.3 METODIKA .....	34
5.3.1 Příprava majonézy.....	34
5.3.2 Texturní analýza.....	35
5.3.3 Reologická analýza .....	36
5.3.4 Základní chemická analýza .....	37
A. Měření stability .....	37
B. Měření pH .....	37

<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY A DISKUZE</b> .....	<b>38</b>
6.1	TEXTURNÍ ANALÝZA .....	38
6.1.1	Tuhost.....	38
6.1.2	Soudržnost.....	40
6.1.3	Elasticita.....	42
6.1.4	Lepivost.....	44
6.1.5	Žvýkatelnost a gumovitost .....	46
6.2	REOLOGICKÁ ANALÝZA.....	47
6.2.1	Výsledky reologických vlastností majonéz po výrobě.....	47
6.2.2	Výsledky reologických vlastností po 7 dnech skladování .....	51
6.2.3	Výsledky analýzy po 14 dnech skladování .....	55
6.2.4	Výsledky analýzy po 28 dnech skladování .....	59
6.2.5	Shrnutí a diskuze výsledků $G'$ a $G''$ během skladování.....	63
6.2.6	Viskozita .....	64
6.2.7	Vliv doby skladování na $\tan \delta$ u modelových vzorků majonéz .....	65
6.3	ZÁKLADNÍ CHEMICKÁ ANALÝZA .....	68
6.3.1	Měření pH .....	68
6.3.2	Měření stability .....	69
<b>7</b>	<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>71</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>72</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>82</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>83</b>
	<b>SEZNAM TABULEK</b> .....	<b>86</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH</b> .....	<b>87</b>



## ÚVOD

Majonéza je směs vajec, octa, oleje a koření a pravděpodobně je jednou z nejstarších a nejpoužívanějších omáček na světě. Tradiční majonéza je emulze typu olej ve vodě, přestože obsahuje 70 – 80 % tuku. Pečlivé promísení přísad napomáhá udržovat olejové kapičky ve směsi. Majonézy s nízkým obsahem tuku potřebují k udržení stability další přísady.

Majonézy, stejně jako ostatní potraviny s vysokým obsahem tuku, jsou náchylné ke kažení v důsledku autooxidace a jejich stabilita závisí také na druhu použitého oleje. Přidáním hydrokoloidů nebo potravinářských gum do receptury majonézy má za následek změnu texturních a reologických vlastností. Proto je důležité vědět maximální možnou dávku stabilizátorů a zahušťovadel přidávajících se do majonézy. V případě použití velkého množství těchto látek může dojít ke ztrátě soudržnosti, nedojde ke spojení olejové a vodní fáze. Produkt může být velmi tuhý, nežvýkatelný. Při mechanickém namáhání potravinářské gumy také dochází k jejímu zahřívání, což má za následek vytěsnění olejových kapiček ze směsi.

Praktická část této diplomové práce byla zaměřena na optimalizaci procesu výroby majonézy s použitím kukuřičného škrobu a xanthanové gumy v různých koncentracích do základní receptury majonézy. Byla provedena reologická analýza a také byly sledovány vybrané texturní vlastnosti jednotlivých výrobních sad a jejich případné změny.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA MAJONÉZ

Poprvé byla majonéza připravena ve Francii za vlády Ludvíka XIV. Stala se velmi rychle jednou z nejoblíbenějších salátových omáček. V Americe byla majonéza neznámá až do doby, kdy ji představili v kuchyních francouzští přistěhovalci. Celá léta byla považována za pochoutku, která se jedla samostatně. Aby mohla být hostitelka pochválena za pohoštění, musela být majonéza připravena tak, aby se neoddělovaly jednotlivé fáze a konzistence byla jemná. [1]

Dle vyhlášky č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich se majonézou rozumí studené ochucené omáčky obsahující slepičí vaječné žloutky a získané emulgací jedlých rostlinných olejů ve vodné fázi obsahující ocet a případně jiné okyselující přísady. [2]

Tradiční majonéza je emulze typu olej ve vodě i přesto, že obsahuje 70 - 80 % tuku. Majonéza s 80 % oleje se přibližuje limitu pro stabilní emulzi oleje ve vodě. Nad 85 % jsou tyto emulze nestabilní. Chuť majonézy se může v některých zemích velmi lišit. V Evropě má chuť mírně kyselou, ve Středomoří převládá citronová šťáva nebo ocet. Ve Skandinávii je naopak velmi sladká. [3, 4, 5, 6]

Majonézy můžeme rozdělit do několika skupin podle množství obsahu oleje na: [7]

- majonézy s obsahem oleje 80 %
- ochucené majonézy s obsahem oleje 65 %
- majonézové pomazánky s obsahem oleje 40 %
- majonézové krémy a omáčky s obsahem oleje 10 %

Nebo je lze také rozdělit na: [8]

- vysokoolejové (více než 65 % oleje)
- nízkoolejové (20 – 50 % oleje)
- majonézy ochucené obsahující kromě základních složek i další ochucující složky

Majonézy se sníženým obsahem oleje mají část olejové složky nahrazenou škrobem nebo jogurtem. Existují i „majonézy“ bez vajec, kde je škrob použit místo žloutků. [8]

Mezi základními požadavky pro majonézu je homogenita, nepřítomnost bublin, slabě nažloutlá barva. Vůně by měla být typická po použitých surovinách s jemně nakyslou chutí

po použitých přísadách. Konzistence tekutá až hustá. Majonézové výrobky by měly vykazovat obdobné vlastnosti, konzistence se může lišit podle druhu použitých přísad. [8, 9]

Stejně jako u všech potravin s vysokým obsahem tuku je i majonéza náchylná ke kažení v důsledku autooxidace. Její stabilita závisí na druhu použitého oleje. Díky svému pH je však relativně odolná vůči mikrobiální kontaminaci. Uchovává se v chladu při nekolísavé teplotě 0-15 °C, ale neměla by zmrznout, jinak dojde k rozpadu emulze. [8, 10, 11]

### 1.1 Nízkotučná majonéza

V posledních letech se konzumace potravin s nízkým obsahem tuku stala trendem. Už kvůli chronickým onemocněním (obezita, kardiovaskulární onemocnění) je jasné, že spotřebitelé se snaží dodržet nutriční pokyny týkající se snížení spotřeby tuku. Na potravinářský průmysl je tak vyvíjen tlak skrze snížení množství tuku, cukru, cholesterolu, soli a jiných přísad ve svých produktech. [12, 13]

Produkty majonézy s nízkým obsahem tuku jsou relativně nestabilní. Čím nižší je obsah tuku, tím je samotná emulze méně stabilní a dochází tak ke změně reologických i senzorických vlastností (textura, chuť, pocit v ústech). Při přípravě potravin s nižším obsahem tuku je obtížné napodobit tradiční kvalitu výrobků, protože žádná jednotlivá složka nemůže napodobit charakteristiku tuku. Majonéza je emulze typu olej ve vodě a proto je u nízkotučné majonézy nutné snížit dispergovanou fázi a zvýšit obsah vody. Dnes se spíše využívají náhrady na bázi uhlohydrátů, proteinů nebo syntetických tuků. Vyžaduje se ale stejný vzhled, barva a hladkost. [12, 14, 15]

Mezi tukové náhražky na bázi uhlohydrátů patří škrob nebo různé gemy. Jsou levné, snadno dostupné a jejich vlastnosti jsou známy. Hlavní funkcí škrobů je zahušťování a stabilizace. Podmínky užívání škrobů jsou pro majonézy obtížné. Škroby musí být schopny tolerovat kyselost, jelikož pH majonéz může být nízké. [14, 16, 17]

### 1.2 Suroviny

Suroviny a veškeré přísady používané k výrobě majonéz musí být bezpečné a zdravotně nezávadné. Dále musí být vhodné pro potravinářské účely a odpovídat jakostním požadavkům. Mezi základní suroviny patří rostlinný olej, voda, vaječný žloutek, sůl, cukr, ocet a ochucovadla. [3, 4, 7]

### 1.2.1 Vejce

Vaječné výrobky jsou podle American Egg Board [18] klasifikovány do čtyř základních skupin:

- 1) chlazené vaječné výrobky
- 2) zmrazené vaječné výrobky
- 3) sušené vaječné výrobky
- 4) speciální vaječné výrobky (včetně vařených vajec, omelet, míchaných vajec a náhražek vajec)

Většina z těchto produktů na maloobchodní úrovni není vidět, ale používají se jako další složky potravinářského průmyslu pro výrobky jako je majonéza, salátový dresink, těstoviny, quiche, vaječné likéry a podobně. Zmrazené omelety, vaječné placičky a míchaná vejce jsou připraveny pro provozy rychlého občerstvení, hotely a restaurace. [18]

Většina tekutých vaječných výrobků musí být vzhledem ke své krátké době skladování spotřebována v relativně krátké době. Zmrazené nebo sušené výrobky mohou být skladovány podstatně déle. [18]

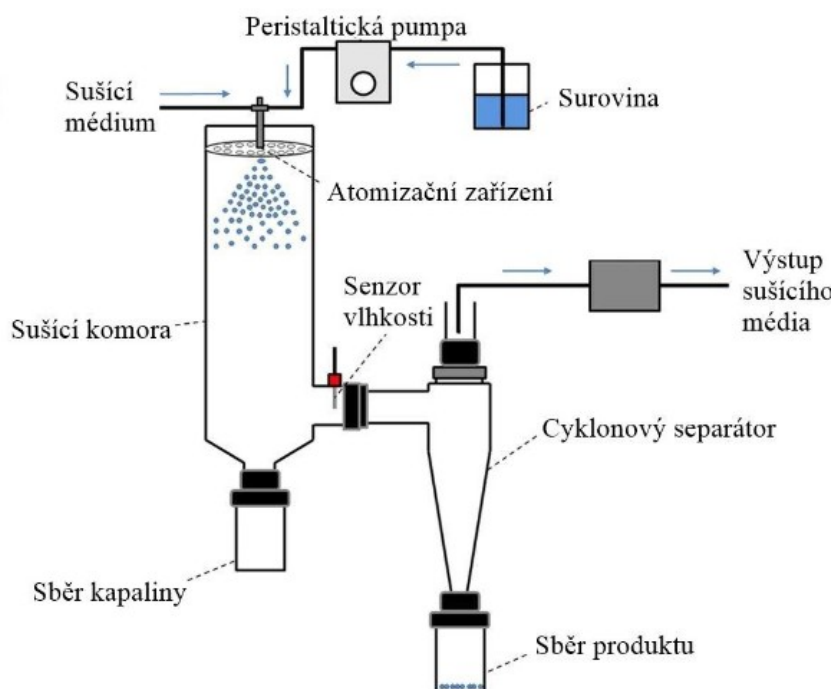
Po rozbití vajec vznikají tři produkty: celé vejce, vaječné bílky a žloutky. Tekuté vaječné výrobky jsou chlazené, zmrazené nebo sušené. Sušený vaječný prášek patří mezi nejstarší zpracovávaný výrobek. Pro výrobu těchto složek se nejčastěji používají malá nebo naopak moc velká, naprasklá nebo znečištěná vejce, která nejsou vhodná pro přímý prodej spotřebiteli. [5, 18]

#### **Sušená vejce**

Velká spotřeba průmyslových potravin obsahující vejce, jako jsou pekárenské výrobky nebo těstoviny, vyvolala potřebu přeměnit tekuté vejce na sušenou vaječnou hmotu. Sušené vaječné hmoty jsou plně dehydratovaná vejce. Sušená vejce mají mnoho výhod jako je nižší cena, delší doba skladovatelnosti, pohodlnější skladování, snadnější manipulace a přeprava. [5]

Nejběžnějším způsobem dehydratace vajec je sušení rozprašováním. Pro specifické produkty, jako jsou míchaná vejce, se používá sušení vymrazováním. Při sušení rozprašováním se kapalina rozprašuje tryskami. Rotační atomizér (viz obr. 1) ve tvaru kužele následně vstupuje do sušící komory. Kapičky horkého vzduchu o teplotě 120–230 °C jsou poháněny ventilátorem v opačném směru. Jelikož je povrchová plocha

rozprašované kapaliny dost velká, vlhkost se velmi rychle odpařuje. Suchý produkt se oddělí od vzduchu, ochladí se a v některých případech se prosévá před balením. Vlhkost výsledného produktu se pohybuje kolem 5 %. [18]



Obrázek 1: Sprejová sušárna (vejce) [19]

Celá vejce, vaječné bílky a žloutky přirozeně obsahují menší množství cukru. Aby se prodloužila skladovatelnost a zabránilo se hnědnutí (Maillardovy reakce), odstraňuje se glukóza z vejce pekařským droždím, které spotřebovává glukózu za 2-3 h při 30 °C. [18, 20]

### Mikrobiální kontaminace

Hlavními původci kažení vajec jsou *Listeria spp.*, *Salmonella spp.* a *Campylobacter spp.*. Při použití sprejového sušení je velmi nepravděpodobné, že by mohl některý z mikroorganismů přežít teplotní záhřev. [21]

Majonéza se doporučuje připravovat s kyselinou octovou pro snížení hodnoty pH na 4,1. Se snížením hodnoty pH se mikroorganismy špatně rozmnožují a v takovém prostředí nepřežívají. [21]

### **Vejsce v majonéze**

V tradiční majonéze se jako přírodní emulgátor používá pasterovaný vaječný žloutek. Minimální obsah žloutku v majonéze činí 2 %. Žloutek je přírodní surovina, která podléhá kolísání ceny a kvality a není vždy upřednostňována kvůli obsahu cholesterolu, riziku mikrobiální kontaminace a také kvůli jeho alergennímu potenciálu. [8,14]

Emulze, která je tvořena rozptýlením oleje ve formě jemných kapiček do vodné fáze, je stabilizována emulgátorem vaječného žloutku, lecitinem. Jeho úkolem je snížení povrchového napětí olejových kapek. Díky tomu jsou velké kapky nestabilní, rozpadají se a zabraňuje se tak oddělování oleje od emulze. Vejce či samotný žloutek mají vynikající emulgační, vazebné a tepelně koagulační vlastnosti. Bílek vyniká schopností šlehatelnosti a tvorbou pěny. [20, 22, 23]

### **1.2.2 Olej**

Tuky a oleje převládají v mnoha potravinách po celém světě a jsou nezbytnou součástí každé stravy. Jsou zdrojem energie, mají důležitou úlohu v metabolických procesech těla, při vstřebávání tuků rozpustných v živinách a hrají také zásadní roli při zpracování potravinářských výrobků. Ovlivňují kvalitu a organoleptické vlastnosti produktů. [24]

Dle vyhlášky č. 397/2016 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje se tukem a olejem rozumí směs smíšených triacylglycerolů, které se v závislosti na poměrném zastoupení mastných kyselin v triacylglycerolu vyskytují za normálních podmínek v tekutém nebo tuhém stavu. Rostlinným tukem a olejem se rozumí jedlé tuky a olej získaný ze semen, plodů nebo jader plodů olejnatých rostlin. [25]

Nejběžnější olejnatá semena obsahují 30 – 50 % oleje s výjimkou sóji, jejíž obsah oleje je v rozmezí 19 – 22 %. Používají se na vaření, smažení, pečení, do salátů či jako margarín. [26]

Oleje užívané při zvýšených teplotách (smažení, pečení) fungují jako médium pro přenos tepla a přispívají chuti, vzhledu a struktuře potraviny. Pro tento typ úprav se dává přednost nasyceným olejům, které jsou méně náchylné k oxidačnímu, tepelnému nebo hydrolytickému rozkladu. Menší požadavky jsou kladeny na oleje do salátů, dresinků či majonéz, jelikož nejsou vystaveny vysokým teplotám. [17, 24, 26]

Nejčastěji používaným olejem je řepkový, slunečnicový, sojový a někdy i bavlníkový. Olej izolovaný přímo ze semen nevyžaduje winterizaci ani frakcionaci, které slouží pro odstranění kalů a odstranění nahromaděných mastných kyselin s dlouhým řetězcem a také vosky. Tyto sloučeniny nepředstavují zdravotní riziko a jsou obvykle přítomny ve velmi nízké koncentraci na to, aby ovlivnily stabilitu emulze při použití do majonéz, emulgovaných salátových zálivek nebo margarínů. Nesmí ale vykazovat známky žluknutí. [8, 17, 27]

### 1.2.3 Jedlá sůl

Legislativním předpisem upravující jedlou sůl je vyhláška č. 398/2016 Sb., o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dresinky a hořčici. [28]

Sůl se pro jednotlivé účely může upravovat mletím, drcením, tříděním nebo separací. Při příjmu se provádí senzoričké hodnocení a chemický rozbor vzorků pro zjištění obsahu chloridu sodného, vlhkosti, obsahu síranů, vápníku, hořčíku a protispékavých látek. Samostatná sůl bez přísad je mikrobiologicky neriziková, nehrozí tedy mikrobiální kontaminace. Skladuje se v čistých, suchých a větratelných místnostech při relativní vlhkosti do 80 %. Skupiny a podskupiny soli by měly obsahovat 98 % NaCl v sušině s obsahem minerálních příměsí maximálně 2 % v sušině. [8]

Sůl a cukr v majonéze snižují vodní aktivitu, čímž brání množení organismů, které by mohly vyvolat nežádoucí reakce. Bylo zjištěno, že obsah soli má významný vliv na reologické vlastnosti emulzí salátového typu. Do majonéz běžně přidáváme 0,5 - 1 % soli z celkového objemu. [8, 10, 17]

### 1.2.4 Ocet

Ocet - tekutina sloužící jako konzervační činidlo, čisticí prostředek nebo lék. Kvasný ocet upravuje vyhláška č. 248/2018 Sb., o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí. Dle této vyhlášky se kvasným octem rozumí okyselující potravina vyrobená výlučně biologickým procesem kysání lihu obohaceného živinami za pomoci octových bakterií. Kvasným octem lihovým se rozumí ocet vyrobený kysáním lihu pocházejícího ze škrobnatých nebo cukerných surovin. [29, 30]

Jedná se o druh koření používaný více než 3 000 let. V každé zemi se ocet může vyrábět z různých surovin. V evropských zemích slouží jako surovina převážně ovoce. V asijských zemích používají čirok, fazole, pšeničné otruby nebo rýže. [30]



Okyselení salátů a majonézy se často provádí přidáním okyselujících přísad jako je ocet nebo citronová šťáva, limetová šťáva a také okyselující organické kyseliny (kyselina citronová, mléčná, vinná). Hodnota pH potravinářských výrobků ovlivňuje jejich citlivost k mikrobiální kontaminaci. Slabé kyseliny používané v salátových dresincích se liší svou konzervační schopností. Kyselina citronová snižuje hladinu pH, ale nemá antimikrobiální aktivitu, zatímco kyselina octová inhibuje růst laktobacilů. [17]

Stejně jako u ostatních surovin má i ocet své požadavky na jakost. Mezi senzoryckými hodnotenými parametry se řadí vzhled, barva, vůně a chuť. U všech druhů octů je povolený výskyt jemného sedimentu. Kvasný ocet lihový je bezbarvý nebo nažloutlý, barva ostatních druhů by měla odpovídat použitým surovinám. [8, 29]

Kyselina octová je v koncentraci 4 - 18 % dle druhu octa, nejčastější koncentrací je 8 %. Používá se jako ochucovadlo a konzervační prostředek mnoha potravin. [8, 30]

#### **Druhy octů**

- Lihový
- Vinný
- Ovocný
- Balzamikový
- Rýžový
- Ochucený

#### **1.2.5 Voda**

Vodu upravuje vyhláška 252/2004 Sb., kterou se stanovují hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Pitná voda musí mít takové fyzikálně-chemické vlastnosti, které nepředstavují ohrožení veřejného zdraví. Nesmí obsahovat mikroorganismy, parazity ani jiné látky, které by mohly vyvolat ohrožení veřejného zdraví. [31]

V potravinářském průmyslu může být voda konečným produktem, jako je balená voda, nebo složkou v široké škále komodit. Může být také využita jako prostředek k produkci potravin jako je zavlažovací systém, voda pro chování ryb a měkkýšů. Při zpracování potravin se využívá k mytí a čištění, ošetření, v chladicích procesech, k vytvoření páry pro přímý nebo nepřímý ohřev, k sanitaci. Pouze pitná voda je určena k lidské spotřebě a vhodná pro potraviny. Musí splňovat požadavky pro kvalitu vody odpovídající normám stanovené příslušným orgánem. [32, 33]

Voda je součástí všech potravin a biologických materiálů a má výrazný vliv na kvalitu, fyzikální vlastnosti a bezpečnost potravin. Na makroskopické úrovni má výrazný vliv na reologické a texturní vlastnosti materiálu. V případě tekutých potravin snižuje viskozitu. U polotuhých potravin snižuje tuhost a zvyšuje pružnost. V dresinkových a majonézových produktech je několik přísad, které jsou rozpustné ve vodě, včetně bílkovin, cukrů, solí, vitamínů, barev a antioxidantů. [32,34, 35]

Velmi důležitým parametrem je aktivita vody. Označuje množství „volné“ vody ve vzorku, která není chemicky nebo fyzicky vázaná. Volná voda může sloužit jako medium pro mikrobiální reprodukci, migraci nebo kontaminaci. Je tedy zásadním parametrem pro hodnocení kvality a bezpečnosti dresinkových salátů a majonézových produktů. Hodnoty 0,95 - 0,93 jsou charakteristické pro majonézy obsahující více než 77 % oleje. Kombinace aktivity vody a nízkého pH může inhibovat růst organismů kvasinek i laktobacilu v potravinářských produktech. [17]

### **1.2.6 Cukr**

Stejně jako ostatní složky i cukr podléhá legislativním nařízením. Cukrem se podle vyhlášky č. 76/2003 Sb. rozumí vyčištěná krystalizovaná sacharóza upravená do krystalů, kostek, moučky či homolí. Může být doplněn přídatnými látkami nebo látkami určenými k aromatizaci. [36]

Funkční vlastnosti cukru jsou používány po celá staletí při přípravě potravinářských výrobků. Mnoho vlastností produktů, jako je objem, textura, pocit v ústech, chuť a barva, jsou odvozeny právě od atributů, které dodává cukr. Cukr společně s ostatními přísadami (koření, sůl) přispívá k vyvážené, hladké a bohaté chuti majonézy. Tyto složky poskytují určitou fyzikální stabilitu a inhibici mikroorganismů. [11, 37]

### **1.2.7 Koření, aromatické přísady a konzervanty**

Vyhláška 398/2016 Sb. upravuje pojmy jako je koření, ochucovadla, hořčice a jedlá sůl. Pod pojmem koření se rozumí části rostlin, zejména kořeny, listy, plody, semena nebo jejich části, které jsou v nezbytné míře technologicky zpracované a užívané k ovlivňování chutě a vůně potravin. Konzervanty upravuje Evropské nařízení č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách. Upravuje tyto látky a rozděluje je do několika funkčních tříd: sladidla, konzervanty, regulátory kyselosti, emulgátory, stabilizátory, zahušřovadla a podobně. [28, 38]

Příchuť hraje důležitou roli pro zákazníka. Hlavní složkou tvořící příchuť v majonéze je hořčice. V salátových dresincích se používá větší množství aromatických přísad, a to například sušené kousky celeru, cibule, papriky, česneku nebo petrželky. Rozpustnost a hydrofobnost koření a ochucovacích činidel určuje, jak budou tyto ingredience ovlivňovat chuť produktů a budou vnímány spotřebitelem. Většina aromatických sloučenin v potravinách je rozpustná v tucích, vnímání chuti tedy může být upraveno se sníženým obsahem tuku. [17]

Kromě organických kyselin se v dresinkových a majonézových produktech často používají konzervační látky, které zajišťují mikrobiologickou stabilitu. Slabé lipofilní organické kyseliny jsou důležitou skupinou konzervačních látek běžně používaných v potravinových emulzích. Zahrnují kyselinu sorbovou, sorbát draselný, sorbát vápenatý, benzoát sodný, benzoát draselný a vápenatý. Benzoáty jsou schopny vázat kovy (měď, železo) a zabránit tvorbě nepříjemných pachutí. Povolené úrovně těchto různých konzervačních látek se liší v závislosti na legislativě platné v dané zemi. [17]

### 1.2.8 Zahušťovadla

Jak již bylo zmíněno, zahušťovadla upravuje nařízení Evropské komise č. 1333/2008. Dle tohoto nařízení jsou zahušťovadla látky, které zvyšují viskozitu potravin. Zahušťovadlo je chemická složka nebo směs složek, které udržují stabilitu emulze produktem snižováním pohybu systému a vytvářením viskózních uspořádaných sítí, aby se zabránilo separaci oleje. Fungují buď jako objemové činidlo (škrob) nebo vytváří síť (pektiny). [17, 38, 39]

Mezi nejběžnější zahušťovadla patří karagenany, pektiny, škrob nebo modifikovaný škrob, arabská guma, xanthanová guma apod. Zmíněná zahušťovadla mají svůj E-kód. Některé z těchto látek jsou získávány extrahováním z mořských řas (agary, karagenany) nebo jiných přírodních materiálů a nevyvolávají žádné vedlejší účinky. Jsou přidávány do krémů nebo pudinků a jejich úkolem je vázat vodu. [40]

Biopolymerní gummy se získávají ze stromů, rostlin, fermentací bakteriálních produktů, biosyntézou nebo chemickou modifikací. Kromě schopnosti stabilizace přispívají gummy také k technickým a funkčním vlastnostem emulzí jako je zahušťování a gelovatění. Z důvodu snižování hladiny cholesterolu zaznamenaly gummy (xanthanová, guarová, arabská) v potravinách pozitivní ohlas. [17]

## 2 TECHNOLOGIE VÝROBY MAJONÉZ

Majonéza je emulze typu olej ve vodě. Aby taková emulze mohla vzniknout, je důležité do směsi přidat povrchově aktivní látku, která smísí dvě fáze. Povrchově aktivní látky jsou produkty, které mění povrchové vlastnosti materiálů. Absorbují se podél kraje povrchu běžně nemísitelných látek či omezeně mísitelných. V tomto případě jde o rozhraní mezi dvěma tekutinami. Potravinářské povrchově aktivní látky plní velké množství úkolů. Dělí se dle hlavních funkcí pro dispergování, kontrolu krystalizace či smáčení. [41]

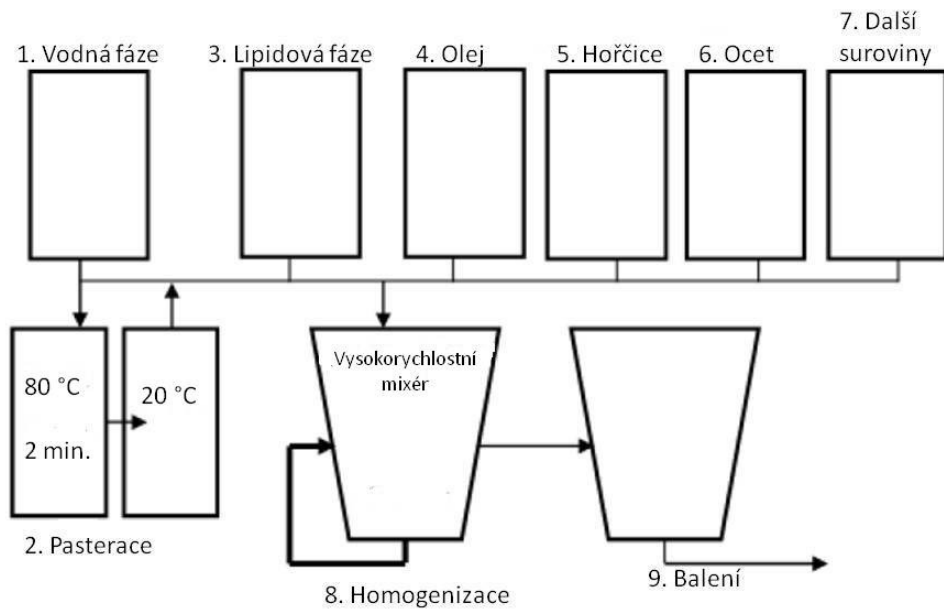
Získání konzistentní, stabilní emulze znamená, že produkce majonézy je spíše umění než věda. Individuální zkušenosti s výrobou majonézy pomáhají dosahovat úspěchu a mnoho hlavních výrobců majonézy používá vlastní techniky. [3, 41]

### 2.1 Výroba

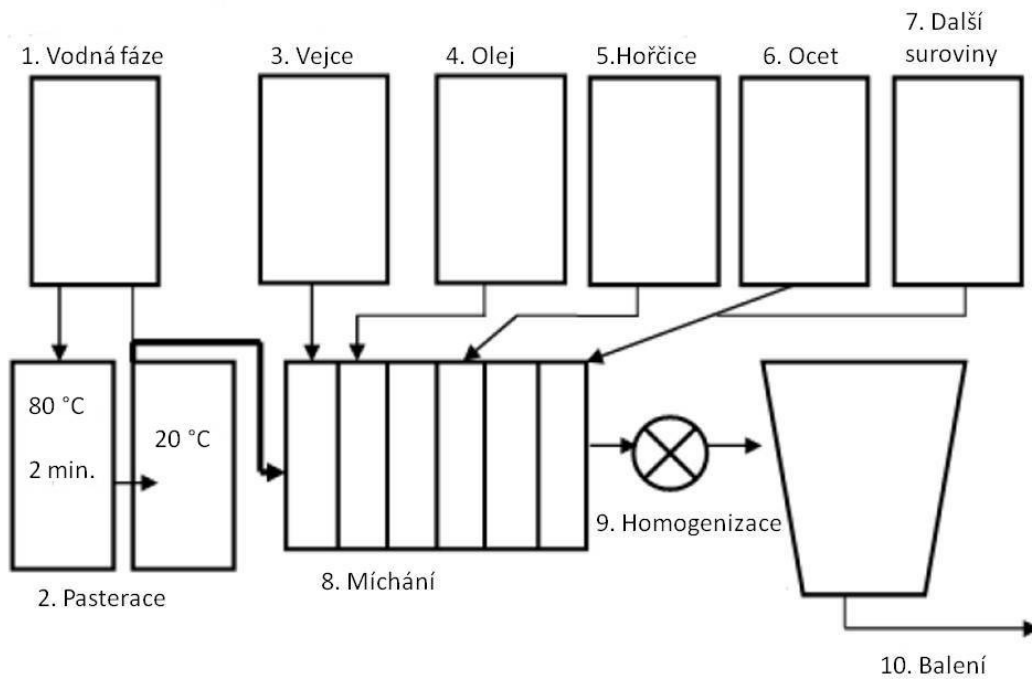
Výroba majonézy se skládá ze dvou typů procesů: kontinuální a dávkovací. Tyto procesy lze rozdělit na studené a polo-teplé. Ve studeném procesu se celá výroba (míchání složek, tvorba emulze během homogenizace) a balení produktu provádí v chladných podmínkách, maximálně při pokojové teplotě. V polo-teplém procesu jsou mikrobiologicky citlivé složky (voda, koření) pasterizovány při teplotě 80 °C po dobu několika minut a ochlazeny. Zbytek této výroby pokračuje jako studený proces, protože homogenizace vyžaduje nízkou teplotu pro vytvoření stabilní emulze. [3, 10, 41]

Prvním krokem v obou případech je rozpuštění ve vodě rozpustných surovin (soli, cukru a potravinářských konzervantů). V polo-teplém procesu je tato směs nejdříve pasterizována. Následně se lipidová fáze, vejce a další emulgační a zahušťovací činidla smísí s malým množstvím oleje a postupně se přidávají do směsi. Další části oleje se přidávají zlehka za intenzivního míchání. V této fázi se vytváří emulze typu olej ve vodě. [41]

Rozdíl mezi kontinuálním (obrázek 3) a dávkovacím procesem (obrázek 2) je v automatizaci systému. Během kontinuálního procesu nelze provádět změny. Všechny suroviny jsou přidávány prostřednictvím čerpadel automaticky. Dávkovací proces je flexibilnější, surovina může být čerpána automaticky nebo může být do míchací nádrže přidávána ručně. [41]



Obrázek 2: Dávkovací proces výroby majonézy - upraveno dle zdroje [41]



Obrázek 3: Kontinuální proces výroby majonézy – upraveno dle zdroje [41]

### 2.1.1 Tvorba emulze olej ve vodě

Příprava emulze do majonézy je obtížná, i přesto, že se potřebuje minimální množství surovin. Pro běžnou emulzi platí, že jsou drobné složky dispergovány ve fázi, která převládá. V majonéze je však hlavní složka, olej, nucena se rozptýlit v menším množství vodné fáze. Vysoké množství oleje v produktu nepodporuje tvorbu emulze typu olej ve vodě. K stabilizaci této jedinečné disperze je zapotřebí emulgátor, který působí na povrchu dvou jinak nemísitelných kapalin. Jemnější disperze vyžadují více emulgátoru pro obklopení kapek oleje a stabilizaci emulze. [42]

Při výrobě majonézy není povoleno přidávání syntetických emulgátorů. Jediný zdroj emulgátorů pro stabilizaci majonézy je získán z vaječného žloutku. Proto musí být žloutek před zahájením přidávání oleje zcela rozpuštěn ve vodní fázi, aby se dosáhlo dostatečné emulgační účinnosti. Účinnou látkou pro emulze typu olej ve vodě jsou hydrofilní emulgátory. Ve vaječném žloutku se nachází nízkomolekulární povrchově aktivní látka, která je účinným emulgátorem – lecitin. [42]

### 2.1.2 Zařízení pro výrobu majonézy

Zařízení pro výrobu majonézy musí být z nerezové oceli. Ocet obyčejnou ocel či hliník snadno zkoroduje. Při výrobě má zásadní význam jakákoli forma intenzivního mixéru, který rozptýlí olej do jemných kapiček. Pro komerční výrobu majonézy se používá koloidní mlýn a kontinuální mixéry. [9, 42]

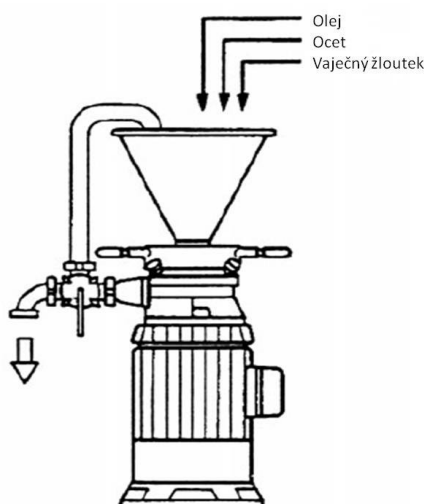
Běžný systém se skládá ze dvou směšovačů a koloidního mlýna, ventily a rotačním objemovým čerpadlem. Jeden mixér přivádí směs do mlýna, zatímco jiná dávka se mísí v druhém mixéru. Jakmile je jeden míchač vyprázdněn, směs z druhého se začíná čerpat, čímž se získá nepřetržitý tok – kontinuální provoz. První „míchač“ je kruhová nádrž vybavená třemi turbínovými míchadly namontovanými vedle sebe poblíž dna nádrže. Hřídel se otáčí motorem s proměnnou rychlostí. Směs připravená v této části je hrubá, ale nevyžaduje další zpracování. Pro zjemnění emulze a získání smetanové textury majonézy se míchá hrubá část s jemnější (z druhého mixéru) v koloidním mlýnu. [42, 43]

#### 2.1.2.1 Fáze míchání

Voda, vejce, sůl, koření a ochucovadla jsou smíchány za vzniku kaše. Proces probíhá za nízkých otáček. Při použití vysokorychlostního míchání by měly být tekuté přísady

zchlazeny na cca 10 °C, protože během mletí teplota stoupá. Přidání vejce do vodné fáze umožňuje fungování hydrofilních vlastností vaječného žloutku v momentě, kdy se doplňuje určité množství oleje. Postupné dodávání octu poskytuje lepší viskozitu produktu než při úplném přidání na začátku procesu. Olej se dolévá zpočátku pomalu v tenkém proudu, jelikož první emulgované částice oleje jsou poměrně velké. S postupným zahušťováním majonézy se rychlost dolévání oleje zvyšuje. Jak se hladina oleje v emulzi zvyšuje, rozptýlené kapičky se zmenšují a majonéza se stává tužší. [42]

Jakmile jsou recepturní složky důkladně promísены, čerpá se produkt do koloidního mlýna (obrázek 4). Koloidní mlýn je mechanické zařízení s vysokorychlostním rotorem (3600 ot·min<sup>-1</sup>) a pevným statorem. Velikost otvoru mlýna ovlivňuje velikost olejových kapiček. Správný otvor mlýna pro získání požadovaných charakteristik produktu se stanovuje empiricky metodou pokus - omyl. Nejúčinnější otvor mlýna je ten nejmenší, optimálně v rozmezí 25 - 40 mm. [42]



Obrázek 4: Koloidní mlýnek [41]

### 2.1.2.2 Plnění

Emulze je po míchání stále tekutá, ale musí být rychle přečerpána do příslušných nádob, jelikož po určité době ztuhne na polotuhý gel. Čas potřebný pro gelovatění závisí na několika faktorech spojených s postupem a použitým zařízením. [42]

Maloobchodní balení je obvykle sklo nebo polyethylenové plasty. Velkoobchodní balení se může pohybovat od jedné porce (1 polévková lžíce) pro distribuci potravinářských služeb až po 5litrový kbelík. Možnost balení zohledňuje pohodlí uživatele,

náklady na materiál a dobu použitelnosti produktu. Sklo nabízí větší bariérovou ochranu před kyslíkem než plasty, čímž poskytuje i lepší ochranu před oxidací. [42]



### 3 FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KVALITU

Obecně je jakost a kvalita majonézy závislá na několika faktorech, jako je množství oleje, množství žloutku, viskozita, relativní objem olejové fáze k vodné fázi, způsob míchání, kvalita vody a teplota, oxidace lipidů. Při změně některých složek může dojít také ke změně chuti, vůně, textury a reologických vlastností. Všechny potravinářské výrobky, pokud nejsou náležitě zabaleny, přepraveny a skladovány, se nevyhnutelně zkaží v relativně krátké době. [12, 44]

#### 3.1 Suroviny ovlivňující chuť a kvalitu majonézy

Olej, ocet, vaječný žloutek, cukr i koření jako je hořčice přispívají k celkové chuti majonézy. Složky cukru a octa jsou relativně stabilní. U oleje, žloutkových bílkovin a těkavých příchutí získaných z koření je pravděpodobné, že dojde k významnému rozkladu. V emulzi, jako je majonéza, mají aromatické molekuly tendenci se dělit mezi olejovou a vodní fázi v závislosti na jejich rozpustnosti. Předpokládá se, že původní vůně majonézy pochází z molekul přítomných ve vodné fázi. Olej difunduje z kapiček a vytváří vazbu na receptory chuti. [11]

Sůl zlepšuje kvalitu a také stabilitu majonézy několika způsoby. Za prvé pomáhá rozptýlit granule vaječného žloutku a zpřístupnit povrchově aktivnější materiál. Dále neutralizuje veškeré náboje na proteinech. To umožňuje lipovitelinu absorbovat vodu a posílit povrchovou vrstvu olejových kapek. Granule vaječného žloutku tak mohou bobtnat. Sůl může mít i nežádoucí účinky pokud se použije v nadměrném množství. Proteiny vaječného žloutku vytvoří agregáty místo povlaku na olejových kapkách. [41]

Další surovinou ovlivňující stabilitu je hořčice. Hořčice může působit jako emulgační činidlo. Chuť hořčice je vytvářena těkavými sloučeninami síry, které jsou rozpustné v oleji a částečně i ve vodě. Má také antioxidační účinek. Studie prokázala, že majonéza obsahující hořčici má delší trvanlivost než majonéza bez hořčice. [41]

#### 3.2 Zahušťovadla a ochucovadla

Zahušťovadla jsou řazena do skupiny aditiv, která jsou využívána k úpravám fyzikálních vlastností. Většinou dochází ke zvýšení hustoty a viskozity. [28, 45,46]

Xanthanová guma, guarová guma nebo modifikované škroby jsou nejčastěji používanými zahušťovadly v potravinářském průmyslu. Uvedené látky jsou pevné

disperzní makromolekuly s převážně hydrofilním charakterem. Polysacharidy se používají pro zahušťování a gelovatění vodné fáze v emulzi. Bez stabilizátorů a zahušťovadel by mnoho dnešních hotových jídel či polotovarů nebylo možné připravit. [47]

### 3.2.1 Škrob

Hlavní funkcí škrobů v potravinách je zahušťování a stabilizace. Pro majonézové a salátové dresinky je použití škrobů přísné. Musí být schopny tolerovat kyselost, kde pH může být tak nízké jako je např. 2,8 a musí zvládnout tepelný proces při mechanickém zpracování. [22]

Používají se také k zajištění kvality produktu po dlouhou dobu skladování až 12 měsíců. Vysoce modifikované škroby jsou nezbytné pro stabilizaci tolerance vůči teplu, kyselinám a přináší výhody pro udržení stability při zmrazování a tání. Pro zlepšení gelové struktury produktu se využívají škroby obsahující amylózu nebo v kombinaci škrob a stabilizovaný vosk. V tomto případě je nejčastěji využíván kukuřičný škrob, který přispívá ke zlepšení stability procesu a skladování. [22]

Škroby jsou nejčastěji využívanými hydrokoloidy v salátových dresincích a majonézách s nízkým obsahem oleje díky své speciální krémové struktuře a nízkým nákladům. Zvyšují viskozitu, ovlivňují rychlost retrogradace a výjimečně brání synerezi. [48]

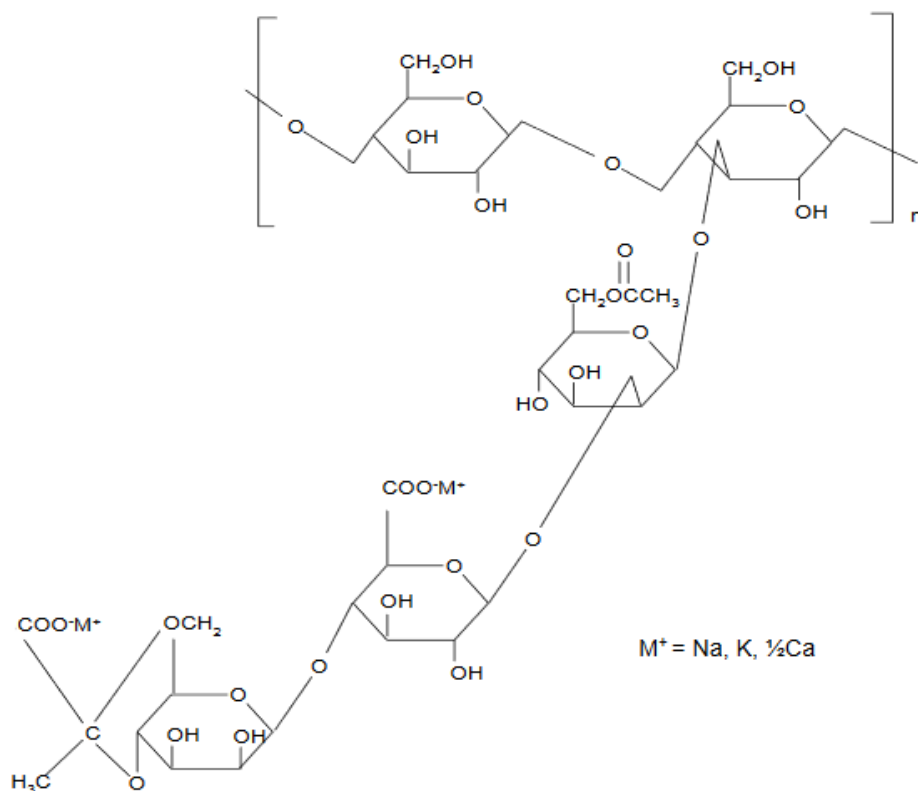
#### Kukuřičný škrob

Kukuřice je jednoletá pícnina, která se využívá v potravinářství, pro krmení hospodářských zvířat nebo pro průmyslové zpracování. Z kukuřičného zrna lze vyrobit alkohol, invertní cukr, škrob nebo kukuřičný olej. Kukuřičné zrna se vyznačují vysokým obsahem škrobu (má nejvyšší energetickou hodnotu z obilovin), jehož vlastnosti mají velké využití. [49]

Přírodní škrob je velmi málo využívaný kvůli své nízké reaktivitě. Pro zlepšení těchto vlastností se upravují jeho fyzikální a chemické vlastnosti. Uplatnění v potravinářství jako zahušťovadlo má především termicky modifikovaný škrob. [45, 50]

### 3.2.2 Xanthanová guma E 415

Xanthanová guma je přírodní polysacharid a důležitý průmyslový biopolymer. Byl objeven v 50. letech 20. století ve Spojených státech amerických. Bakterie *Xanthomonas campestris* produkuje polysacharid na povrchu buněčné stěny během svého běžného životního cyklu enzymatickým procesem. Bakterie se přirozeně nacházejí na listech zeleniny, jako je například zelí. Komerčně se vyrábí z čisté kultury bakterií aerobním kvašením. Je tvořen dvěma glukózovými jednotkami, dvěma manóзовými jednotkami a jednou jednotkou kyseliny glukuronové. Chemická struktura hlavního řetězce je identická se strukturou celulózy viz obrázek 5. [47, 51]



Obrázek 5: Chemická struktura xanthanové gummy [52]

Je rozpustná ve studené vodě a roztok vykazuje vysoce pseudoplastický tok. Viskozita xanthanové gummy má vynikající stabilitu v širokém rozmezí pH a teplot. Tato guma je také odolná vůči enzymatické degradaci a většímu množství soli. Viskozita gummy klesá se zvyšováním teploty a při teplotě  $65\text{ }^\circ\text{C}$  se ztrácí viskozita jako celek. Po ochlazení se ovšem viskozita rychle vrací. [47, 51, 53]

## Využití xanthanové gumy

Xanthanová guma se široce používá ke stabilizaci suspenzí částic a emulzí díky své extrémně vysoké viskozitě. Zachycuje a znehybňuje olejové kapičky v xanthanové polymerní síti, což vytváří efektivní napětí, které je dostatečné k překonání vztlakových sil působících na jednotlivé kapičky. [41]

Xanthan se využívá v kombinaci s jinými hydrokoloidy za účelem nastavení požadovaného chování produktu při toku. V pekárenských výrobcích přídavek xanthanové gumy zlepšuje soudržnost škrobových granulí a přispívá ke zlepšení struktury. Zvyšuje také trvanlivost produktu díky zadržování vlhkosti. Je součástí také některých potravin, které se mrazí. Zmrazené potraviny mohou vykazovat synerezi po rozmrazení. Xanthanová guma zlepšuje stabilitu produktu vázáním volné vody, omezuje tak růst ledových krystalů a poskytuje požadovanou strukturu. V dezertech, polevách a také v mléčných výrobcích se používá jako stabilizátor. [47, 54]

V masné technologii je využívána pro tekuté marinády k regulaci viskozity. V malém množství se nachází ve vstřikovacích solankách pro šunky, aby zabránila sedimentaci jiných materiálů ve slaném nálevu. [53]

V nápojích je účinná při dlouhodobém sušení ovocné vlákniny. Dodává nápoji lepší pocit v ústech s plnou chutí. Nejčastěji ji lze využít u nízkokalorických nápojů, kde jsou cukry zcela nebo jen částečně nahrazeny umělým sladidlem, což má za následek snížení konzistence. [54]

## 3.3 Fyzikální a chemické faktory

### 3.3.1 Teplota

Prodloužení čerstvosti potravin spolu s prodloužením trvanlivosti zahrnuje použití různých procesů, jako je například regulace teploty. Při práci s potravinami znamená zvýšení teploty změnu některých vnitřních vlastností složek (proteiny, vitamíny, lipidy), které mohou nevratně degradovat. Zvýšená teplota přispívá ke ztrátě nutriční hodnoty potravin a k tvorbě toxických rozkladných sloučenin. [48]

Pokud je majonéza vystavena teplotním výkyvům, může dojít k rozdělení dvou fází: oleje a vody. Je ovlivněna stabilita emulze změnou rozpustnosti emulgačního činidla a snížena viskozita fází. [55]

### 3.3.2 Světlo

Světlo, hlavně ultrafialové (UV), je obecně známý faktor odpovědný za podporu degradace potravin, který vede ke vzniku nepříjemných chutí, ztrát nutriční hodnoty a vyblednutí barvy. Je dokázáno, že se některé složky, citlivé na světlo, zhoršují vlivem působení světla. Jde především o vitamíny (vitamín A, D, K, E či kyselina listová, atd.), pigmenty (například karotenoidy, chlorofyly, myoglobin nebo hemoglobin), aminokyseliny (tryptofan, tyrosin, histidin) a tuky (nenasyčené mastné kyseliny a fosfolipidy). Světlo je katalyzátor oxidace volných radikálů. [48]

### Oxidace

Oxidace lipidů je hlavní příčinou kažení potravin u všech produktů obsahující tuk a může probíhat v různých fázích přípravy: v surovinách samotných, během zpracování, balení nebo skladování. Způsobuje vytváření nepříjemných chutí a zápachů, které se označují jako žluknutí. Kvůli spontánní povaze reakce je tento proces často označován jako autooxidace. Dochází k oxidaci nenasyčených a polynenasycených tuků v oleji a tím k oslabení kvality a stability majonézy. Tato reakce ovlivňuje nejen kvalitu potravin zhoršenou vůní a zápachem, ale také změnou struktury a barvy. [41, 56]

Oxidace má tři fáze: iniciace, propagace a terminace. V první fázi působí vnější energie (světlo) na tuk v přítomnosti katalyzátoru (např. ionty těžkých kovů) a dochází k produkci volných radikálů. Následně radikály reagují s molekulárním kyslíkem za vzniku peroxidových radikálů a primárních oxidačních produktů. To vede k tvorbě více volných radikálů a k rozkladu na aldehydy, ketony, alkoholy, uhlovodíky nebo sekundární oxidační produkty. Během terminace koncentrace oxidačních produktů dosáhne dostatečné úrovně a reagují tak společně za vytvoření stabilních sloučenin, které dodávají produktu charakteristickou žluklou chuť. [41, 48, 57]

Jedním z faktorů ovlivňující oxidaci lipidů v majonéze je chemická struktura lipidů. Oxidační žluknutí se může objevit na povrchu majonézy i uvnitř. Citlivost lipidové molekuly na oxidaci závisí na počtu a umístění dvojných vazeb. Nasycené lipidy jsou vůči oxidaci stabilnější než nenasyčené, jelikož neobsahují žádné dvojně vazby. S použitím jen nasycených lipidů však nelze dosáhnout fyzikálních a smyslových vlastností majonézy. Pro majonézu je vhodnější vybírat olej nejvyšší kvality. [41, 42]

### 3.3.3 pH

Hodnota pH potravinářského výrobku se mění v závislosti na jeho složení, zpracování a skladování a musí být kontrolována tam, kde kyselost má hlavní vliv na bezpečnost a kvalitu produktu. Hodnoty pH systému souvisí s koncentrací vodíkových iontů, které v případě potravin pochází z kyselých složek. Při snižování pH prostředí dochází k inhibici růstu mikroorganismů. Uvnitř bakteriální buňky je pH blízké neutrální hodnotě a je třeba tuto hodnotu udržovat, aby mikroorganismus mohl růst a reprodukovat se. V kyselém prostředí a proto také nepřátelském, musí mikroorganismy využít velké množství energie k udržení stavu homeostázy. Výsledkem je zpomalení růstu nebo usmrcení. [58]

Některé složky organických a anorganických kyselin mají kromě svých vlastností snižujících pH i vlastní specifické antimikrobiální účinky. U organických kyselin je jejich konzervační účinek přisuzován jejich nedisociovaným formám, které se mohou dostat do buňky a tak snížit vnitřní pH. Antimikrobiální účinnost organických kyselin je závislá na koncentraci nedisociované kyseliny. pH také ovlivňuje chemické a biochemické změny v potravinách a to enzymatické i neenzymatické zhnědnutí nebo odstíny některých barev. [58]

### 3.3.4 Aktivita vody

Voda je nejhojnější složkou ve většině potravin. Působí jako rozpouštědlo pro biologické reakce a transportní procesy a také jako reaktant v několika reakcích. Voda, která je v potravině „volná“, je snadno dostupná nežádoucím mikroorganismům. Pro tuto vodu byl zaveden termín vodní aktivita se zkratkou  $a_w$ . [59]

Hodnoty aktivity vody jsou běžně používány k označení stability potravin. Mezi potraviny s nízkým obsahem vody dostupné pro mikroorganismy, a tedy mezi stabilní potraviny, se řadí potraviny sušené nebo výrobky s vysokým obsahem tuku (majonéza, tukové krémy) a cukru (marmelády, cukrovinky). Nízkotučné majonézy s nižším obsahem tuku už mezi stabilní potraviny řadit nelze. [59, 60]

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4 CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Cílem teoretické části této práce bylo:

- charakterizovat majonézu
- popsat výrobu majonézy
- popsat faktory ovlivňující kvalitu majonézy

Cílem praktické části diplomové práce byla optimalizace procesu výroby majonézy s použitím různých koncentrací xanthanové gumy a kukuřičného škrobu do původní receptury. Naplnění tohoto cíle bylo rozděleno do dílčích úkolů:

- příprava kontrolní majonézy
- příprava majonézy obsahující kukuřičný škrob a xanthanovou gumu
- stanovit vliv přidaných látek na:
  - texturní vlastnosti
  - reologické vlastnosti
  - změnu pH
  - stabilitu



## 5 MATERIÁL A METODIKA

### 5.1 Použité přístroje

Pro přípravu majonézy a měření reologické a texturní analýzy byly použity tyto přístroje:

- Digitální váha (Kern & Sohn GmbH, Německo)
- Běžné laboratorní sklo a pomůcky
- Vorwerk Thermomix TM 31-1, Německo
- Sušárna Venticell, Brněnská medicínská technika a.s., Česká republika
- TA.XT plus Texture Analyser (Stable Micro Systems Ltd., Velká Británie)  
společně se softwarem Exponent Lite
  - sonda HDP/90, číslo 12262
- Sonda Heavy duty platfrom, HDP/90, number 12262
- Centrifuga EBA 21, Hettich Zentrifugen, Německo
- Reometr Rheostress 1, HAAKE, Německo
- pH metr Spear se skleněnou elektrodou, Eutech Instruments, Oakton Malaysia

### 5.2 Materiál

K výrobě 1 kg majonézy byla použita základní receptura:

- řepkový olej 700 g
- sušená žloutková emulze 50 g
- voda 200 g
- ocet 35 g (8 %)
- sůl 12 g
- cukr 3 g

Xanthanová guma značky Vital Country s.r.o. je původem z Číny, hmotnost balení je 250 g, minimální trvanlivost produktu je do srpna 2021. Dle doporučení výrobce se dávkuje v rozmezí 1 až 2 g na 1 kg suchých směsí.

Kukuřičný škrob byl zakoupen v obchodě s názvem Profi koření. Zemí původu je Německo. Balení škrobu váží 200 g, minimální trvanlivost je do května 2021.



Obrázek 6: Balení kukuřičného škrobu



Obrázek 7: Balení xanthanové gummy

## 5.3 Metodika

### 5.3.1 Příprava majonézy

Byly odváženy suroviny dle původní receptury pro majonézu. Do nádoby přístroje Vorwerk byly nejdříve vloženy sypké suroviny (vejce, cukr, sůl) a následně přidán ocet a voda. Směs byla promíchána po dobu 5 minut při  $3000 \text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$ . Následně byl do směsi dávkován olej, který byl rozdělen na 10 dílů a každých 5 minut byl přidán jeden díl. Směs s olejem byla míchána při  $5000 \text{ ot}\cdot\text{min}^{-1}$ . Celková doba přípravy 1 kg majonézy byla 30 minut. Směs byla míchána při teplotě nižší než  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ , zahřívání bylo nežádoucí, jelikož se jednalo o studený způsob výroby. Poté byla majonéza dávkována do kelímků a zavíčkována.

Po výrobě majonézy ze základní receptury byly připraveny majonézy s příměsí kukuřičného škrobu a xanthanové gummy. Jako první proběhla výroba majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu v koncentracích 0,5 %, 1 %, 1,5 % a 2 %. Do dalších výrob byla přidána xanthanová guma společně s kukuřičným škrobem o různé koncentraci. Procentuální zastoupení škrobu bylo ve všech recepturách stejné (0,5 %, 1 %, 1,5 % a

2 %), xanthanová guma byla přidána nejdříve v koncentraci 0,1 %, poté 0,3 %. Při přípravě majonézy s xanthanovou gumou a kukuřičným škrobem byla navážka těchto surovin odečtena od celkové váhy oleje, aby konečná váha produktu byla stále 1 kg.

Vzorky byly řádně označeny a uloženy v chladicím zařízení při teplotě  $\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aby mohl být proveden skladovací pokus. Následně byly podrobeny kontrolnímu měření vybraných ukazatelů 1., 7., 14. a 28. den po výrobě.



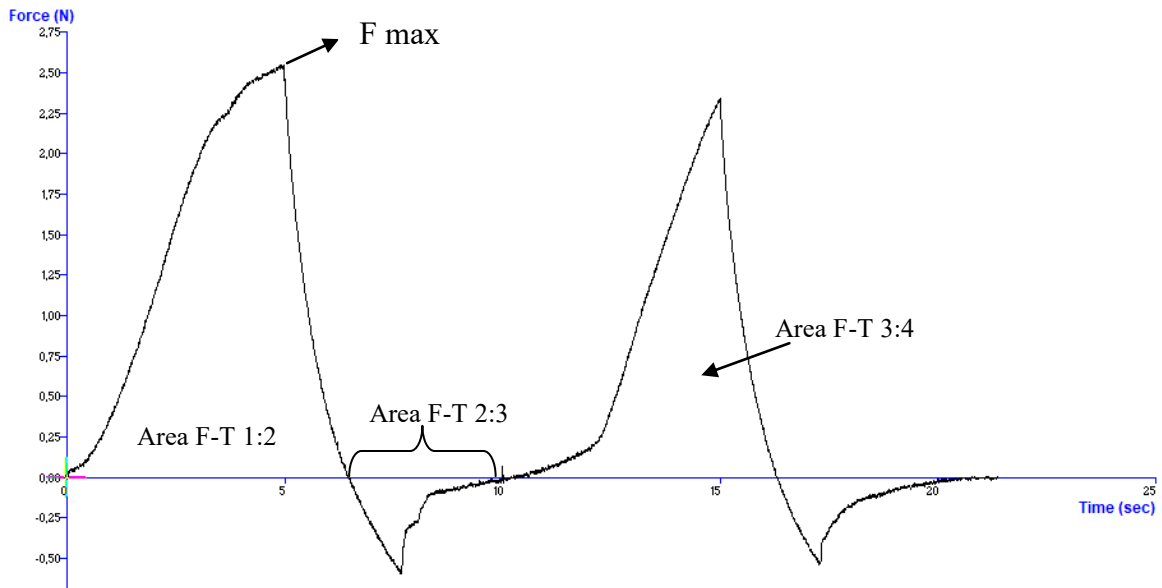
Obrázek 8: Vzhled majonézy s kukuřičným škrobem



Obrázek 9: Vzhled majonézy s kukuřičným škrobem a xanthanovou gumou

### 5.3.2 Texturní analýza

Kelímky s majonézou byly rozbaleny a provedla se komprese výrobku. Pro každou výrobní sadu byla provedena 3 měření. Textura byla měřena na přístroji Texture Analyser TA.XT plus, pro následné vyhodnocení byl použit program Exponent Lite a Excel. Pro kompresi byla použita sonda HDP/90, číslo 12262 a následně vyhodnoceny vlastnosti jako je tuhost, lepivost, soudržnost, elasticita, žvýkatelnost a gumovitost.



Obrázek 10: Vzorový graf závislosti působení síly deformace na čase pro kompresi [61]

Tuhost je na obrázku 10 značena jako F max. Lepivost získáme převedením plochy Area F-T 2:3 do absolutní hodnoty. Soudržnost je síla vnitřních vazeb, které vytváří potravinu a vypočítá se jako poměr ploch Area F-T 3:4 a 1:2. Elasticita je míra, do které je výrobek schopný se po stlačení vrátit do původního stavu. Vypočítá se odečtením první plochy (Area F-T 1:2) od součtu zbylých dvou ploch (Area F-T 2:3 + Area F-T 3:4). Žvýkatelnost je energie potřebná k rozžvýkání pevného jídla, dokud není připraveno k polknutí. Hodnotu žvýkatelnosti získáme součinem tuhosti, pružnosti a soudržnosti. Gumovitost je energie potřebná k rozpadu polotuhé potraviny tak, aby byla připravena k polknutí. Vynásobením hodnot tuhosti a soudržnosti získáme hodnotu gumovitosti. [62]

### 5.3.3 Reologická analýza

Reologická analýza byla provedena u všech výrobních sad, každý vzorek byl měřen 2x. Pro analýzu viskoelastických vlastností modelových vzorků majonézy byl použit oscilační reometr Rheostress s geometrií deska-deska a rozsahem frekvence 0,01 – 10 Hz, amplitudou stříhového napětí 2 Pa, při teplotě  $20,0 \pm 0,1$  °C. Byl vyhodnocen elastický modul pružnosti ( $G'$ ), ztrátový modul pružnosti ( $G''$ ) a viskozita vzorku. Dle vztahu (1) byl vypočítán tangens úhlu fázového posunu:

$$\tan \delta = \frac{G''}{G'} \quad (1)$$

Podle vztahu (2) byl vypočítán komplexní modul pružnosti  $G^*$ :

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

Vzorek majonézy byl vložen mezi desky reometru. Desky byly pomocí programu přiblíženy k sobě na požadovanou vzdálenost. Přebytek majonézy byl odebrán z povrchu desek, aby nedocházelo k ovlivňování měření.

### 5.3.4 Základní chemická analýza

#### A. Měření stability

Měření stability bylo opakováno vždy 2x pro každou výrobní sadu. Na analytických vahách byly zváženy prázdné zkumavky, do kterých bylo následně vloženo cca 5 g vzorku a znovu zváženo. Poté byly zkumavky vloženy do centrifugy na 20 minut o  $6000 \text{ ot} \cdot \text{min}^{-1}$ . Po uplynutí této doby byla ze zkumavky vylita tekutina, která nebyla pevně navázána na vzorek. Vzorek se zkumavkou byl znovu zvážen. Pro výpočet stability (S) byl použit vzorec 3:

$$S = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot 100 \quad (3)$$

kde:  $m_0$  – hmotnost zkumavky s víčkem [g]

$m_1$  – hmotnost zkumavky s víčkem a se vzorkem před vysušením [g]

$m_2$  – hmotnost zkumavky s víčkem a se vzorkem po vysušení [g]

#### B. Měření pH

U majonézy byla během doby skladování sledována změna pH. Hodnoty pH byly měřeny při laboratorní teplotě ( $23 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) pomocí pH metru Spear. U každé výrobní sady bylo pH měřeno vždy 3x, do modelového vzorku byl proveden vpich. Hodnoty pH z jednotlivých výrobních sad majonézy byly porovnány v rámci průběhu doby skladování Kruskall-Wallisovým testem v programu StatK25. Pokud byl zaznamenán statisticky významný rozdíl, byla použita metoda srovnání dvojic pro hladinu významnosti 0,05.

## 6 VÝSLEDKY A DISKUZE

Studie Maruyama et al. uvádí, že důležitým faktorem ovlivňující fyzikální vlastnosti majonézy je teplota. Pro dosažení správných výsledků je nezbytné dodržet stálou teplotu během procesu. Průmyslová výroba se běžně provádí za chlazení. Ve studii Maruyama byla teplota vyšší (pokojová), což má také vliv na výsledky. [63] I příprava vzorků majonézy do diplomové práce probíhala za pokojové teploty. Po výrobě byly uloženy do chladničky s teplotou 4 °C.

Pro lepší orientaci jsou výsledky jednotlivých výrobních sad odlišeny barevnou plochou grafického pozadí. Modelové vzorky majonézy s přídavkem škrobu – modře, s přídavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy oranžově, s přídavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy – zeleně.

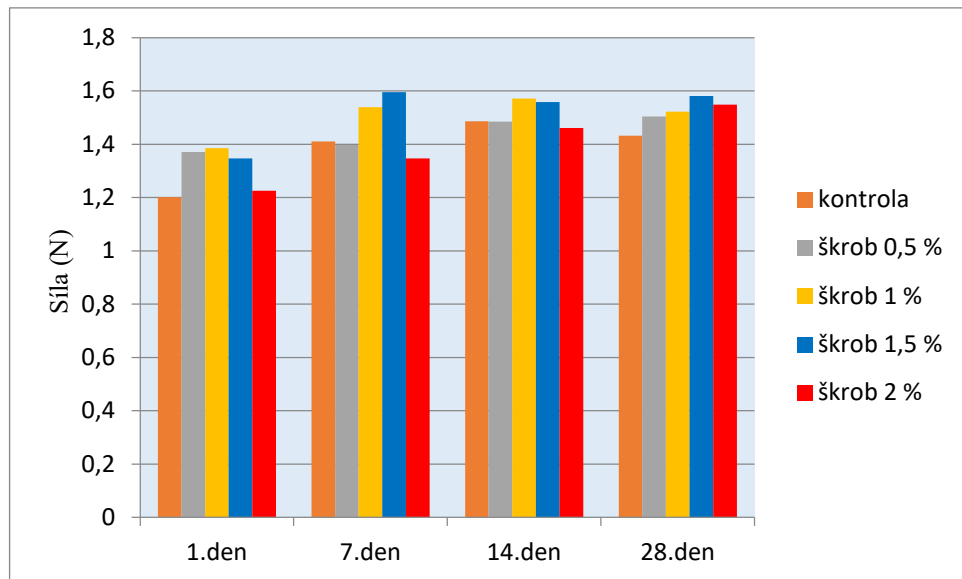
### 6.1 Texturní analýza

Texturní analýza byla provedena na přístroji Texture Analyser TA.XT plus. Byla provedena komprese majonézy. Rozbory vzorků se konaly vždy 1. den po výrobě majonézy a následně po 7, 14 a 28 dnech skladování.

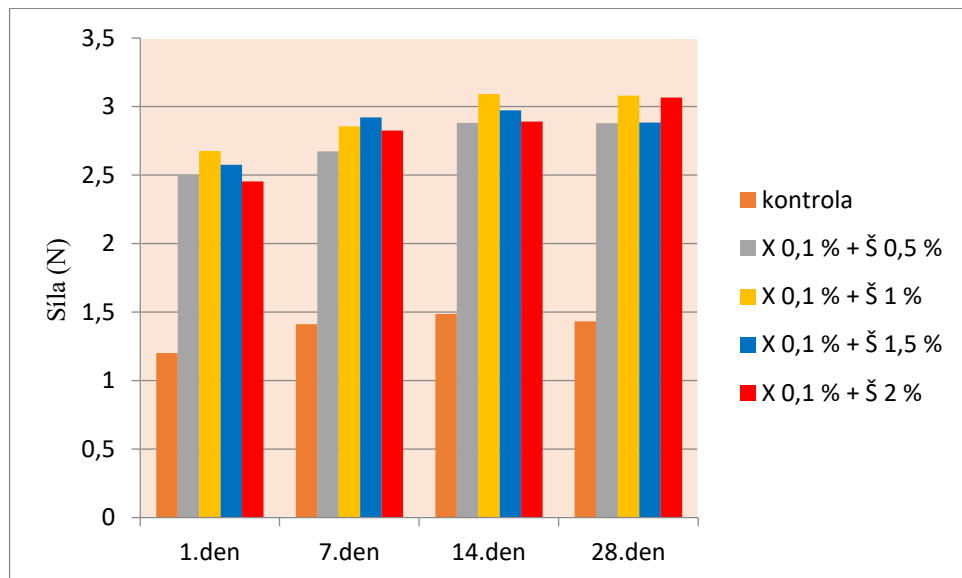
#### 6.1.1 Tuhost

Tuhost je definována jako síla potřebná k dosažení deformace vzorku majonézy. Čím vyšších hodnot dosahuje maximum křivky, tím více síly je nutné k deformaci, protože vzorek je tvrdší. [63]

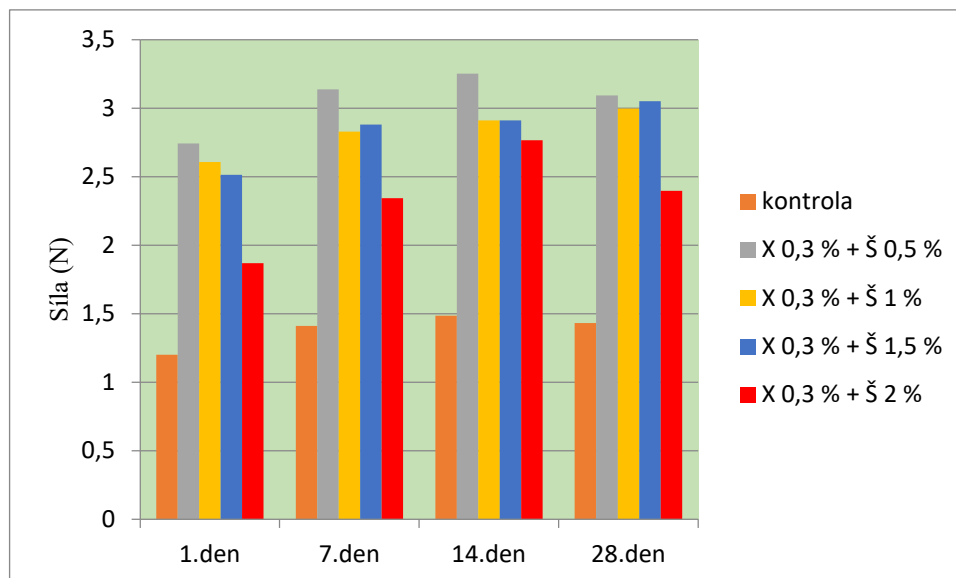
Výsledky tuhosti a sledování jejich změn v průběhu skladování jsou zobrazeny na obrázku 11 – 13.



Obrázek 11: Závislost tuhosti majonézy obsahující škrob na době skladování



Obrázek 12: Závislost tuhosti majonézy obsahující xanthanovou gumu v koncentraci 0,1 % a škrob na době skladování



Obrázek 13: Závislost tuhosti majonézy obsahující xanthanovou gumu v koncentraci 0,3 % a škrob na době skladování

Po přidání pouze škrobu do majonézy nebyl zaznamenán žádný výrazný rozdíl ve změně tuhosti (obr. 11). Během skladování dochází ke zvyšování tuhosti stejně jako u majonézy, která sloužila jako kontrola (základní receptura). Ke změnám tuhosti majonézy došlo až po přidání xanthanové gumy a to v obou přidávaných koncentracích. Oproti kontrolnímu vzorku je tuhost mnohem vyšší, což bylo znatelné i při vizuálním hodnocení. Po přidání xanthanové gumy v koncentraci 0,1 % i 0,3 % se tuhost vzorku zvýšila téměř dvojnásobně. Mírné snížení tuhosti oproti ostatním vzorkům je patrný u majonézy s přídavkem 2 % škrobu a 0,3 % xanthanové gumy. Nejvyšší hodnoty jsou zaznamenány u vzorku s přídavkem 0,5 % škrobu a 0,3 % xanthanu.

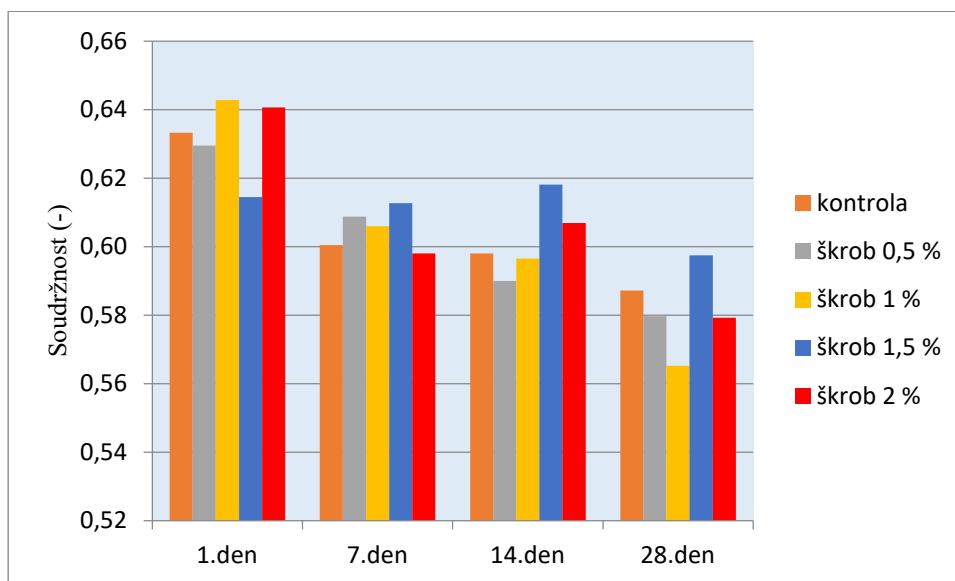
Trend zvýšení tuhosti je v souladu s článkem Mozafari et al. (2017), kteří ve svých výzkumech dospěli k závěru, že přídavek xanthanové gumy zvyšuje pevnost a tuhost vzorku. Olsson a et al (2018) vedli výzkum zabývající se texturou a fyzikálními vlastnostmi majonézy upravené různým stupněm emulgace. Bylo zjištěno, že majonéza s intenzivnější emulgací je pevnější a má vyšší krémovitost. Majonéza s xanthanovou gumou je sice pevnější, ale vyšší krémovitost se neprojevila. Naopak byla hrubší. [64, 65]

### 6.1.2 Soudržnost

Dalším sledovaným parametrem je soudržnost produktu. Soudržnost, neboli kohezivnost, je popsána jako síla vnitřních vazeb tvořící potraviny. Je to míra, do které může být vzorek deformován předtím, než dojde k jeho rozrušení. [62]

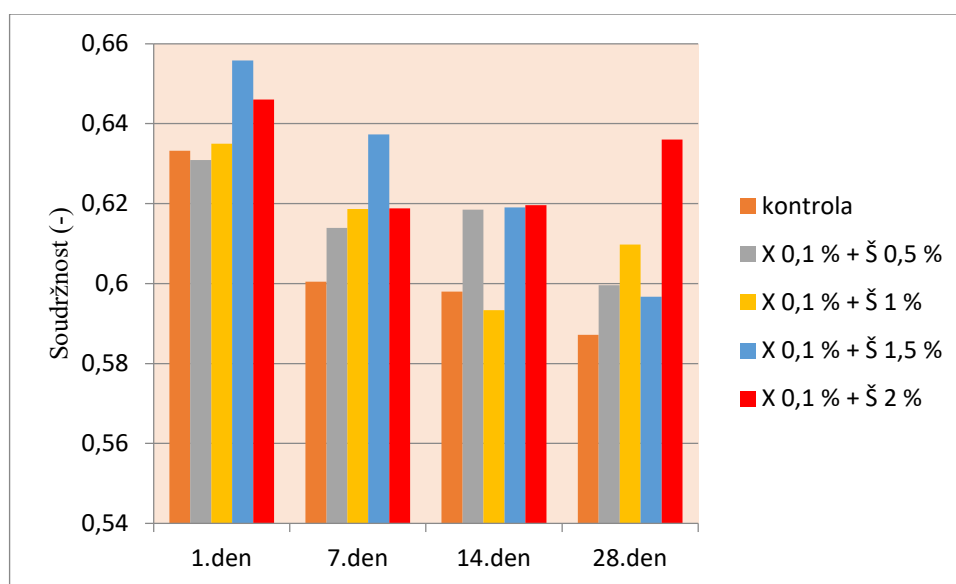


Výsledky měření soudržnosti vyrobených vzorků majonéz během skladování jsou znázorněny na obrázcích 14-16.

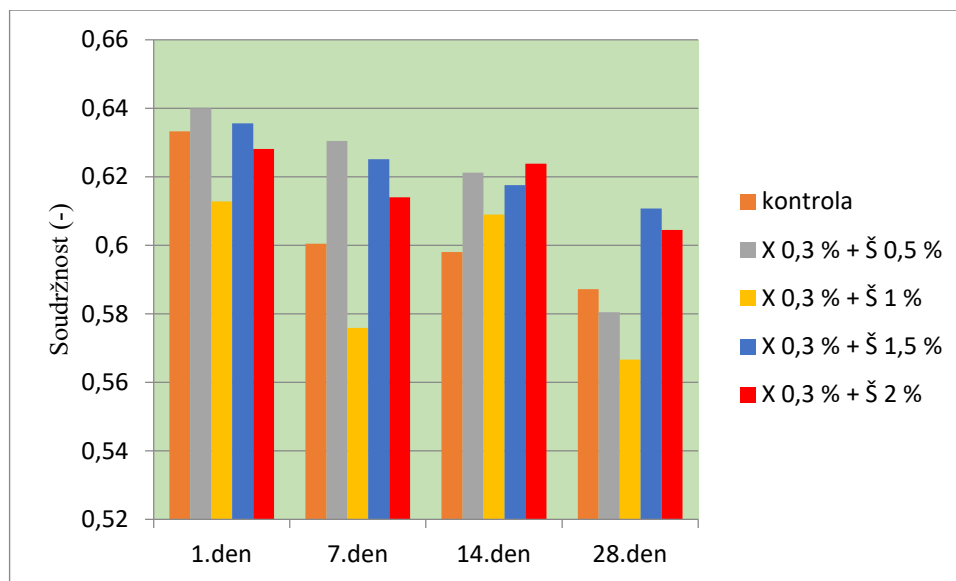


Obrázek 14: Závislost soudržnosti majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu

Během doby skladování dochází k poklesu soudržnosti u kontrolního vzorku. Mírné zvýšení počáteční soudržnosti je zaznamenáno u vzorků majonéz s přidavkem 1 % a 2 % škrobu, ale trend klesajících hodnot je stejný jako u kontrolního vzorku. Nejvyšší hodnotu soudržnosti na konci skladovacího pokusu vykazuje vzorek s přidavkem 1,5 % škrobu.



Obrázek 15: Závislost soudržnosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanu na době skladování

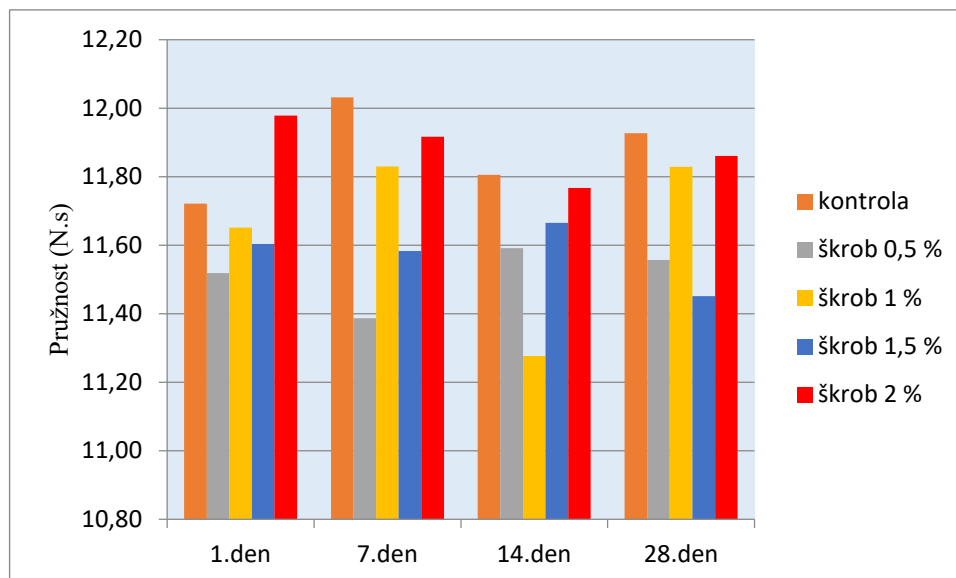


Obrázek 16: Závislost soudržnosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanu na době skladování

Po přidání xanthanové gumy došlo ovšem k výraznému zvýšení soudržnosti oproti kontrolnímu vzorku během celého skladovacího pokusu. Největší rozdíl je vidět u majonézy obsahující škrob v koncentraci 2 % a xanthanovou gumu v koncentraci 0,1 % po 28 dnech skladování. Zde nedošlo ke snížení soudržnosti. Nejméně soudržný je vzorek s přidavkem 0,3 % xanthanu a 1 % škrobu. Liu et al. ve své práci uvádí, že majonéza doplněná gely či různými hydrokoloidy vykazuje zvýšení soudržnosti i konzistence produktu oproti klasické komerční majonéze. [12]

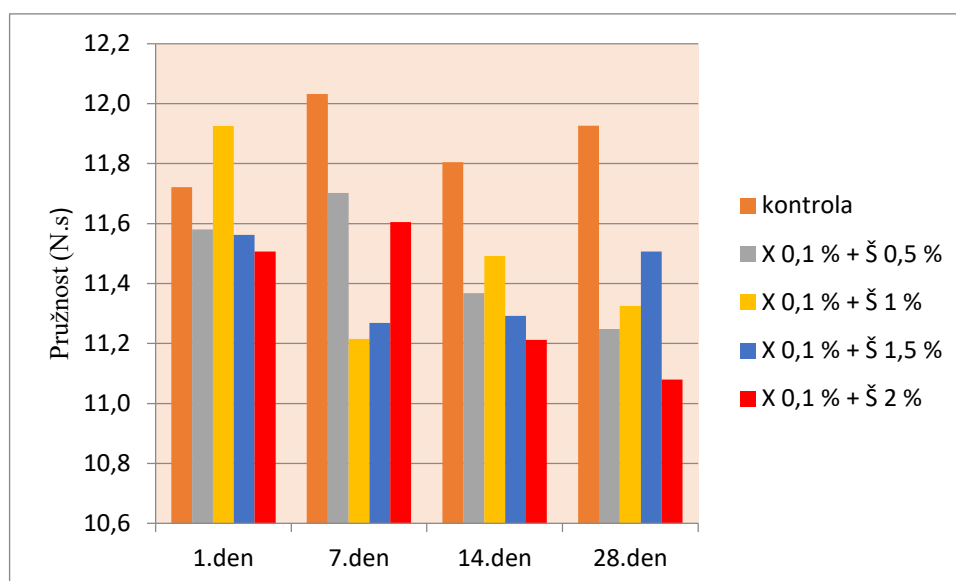
### 6.1.3 Elasticita

Elasticita neboli pružnost je míra, do jaké se deformovaný vzorek vrací zpátky do stavu před působením deformace. [62] Konkrétní výsledky elasticity zkoumaných vzorků majonéz během skladování lze vidět na obrázcích 17 – 29.

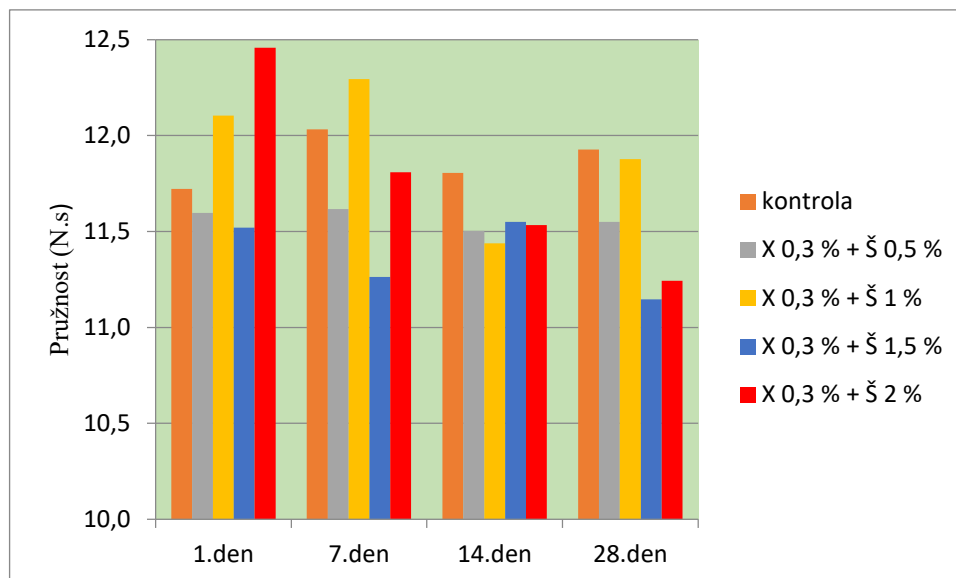


Obrázek 17: Závislost pružnosti majonézy s přidavkem škrobu v průběhu skladování

Pružnost modelových vzorků se během doby skladování výrazně mění. Dle kontrolního vzorku dochází ke zvyšování pružnosti. Tento trend platí i pro vzorky majonézy s přidavkem škrobu kromě vzorku se 1,5 % škrobu. V tomto případě dochází k poklesu pružnosti v průběhu skladovacího pokusu. Počáteční pružnost majonézy se s přidavkem 2 % škrobu výrazně zvýšila.



Obrázek 18: Závislost pružnosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy v průběhu skladování



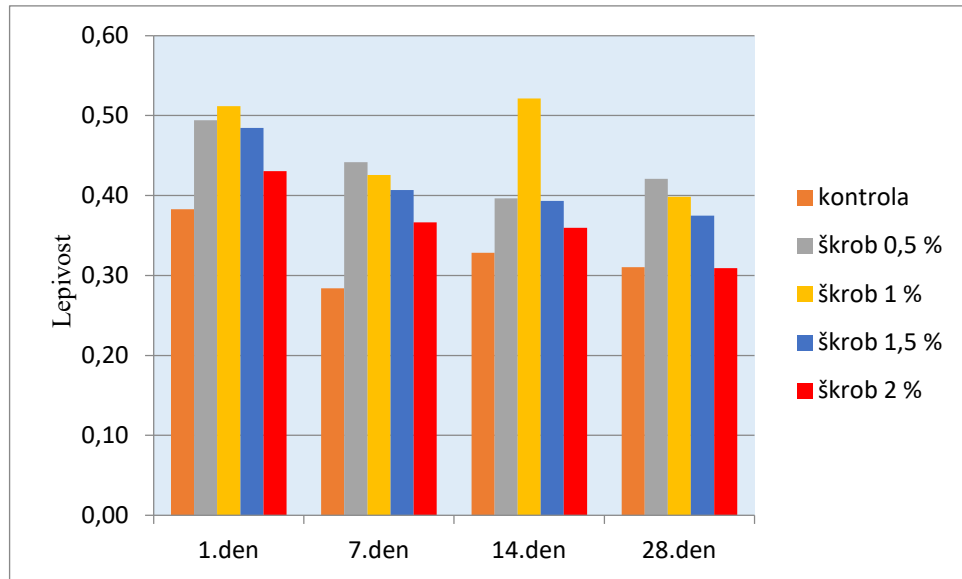
Obrázek 19: Závislost pružnosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy v průběhu skladování

V případě elasticity sledovaných vzorků majonézy lze říci, že kontrolní vzorek vykazuje v porovnání s ostatními variantami majonéz vyšší hodnoty. Rozdíl se nachází ve vzorku s přidavkem 1 % škrobu a 0,1 % xanthanové gumy, 1 % škrobu a 0,3 % xanthanu a 2 % škrobu a 0,3 % xanthanu. U těchto vzorků je patrný klesající trend v průběhu skladovacího pokusu. Dle výzkumu Mozafari et al. bylo zjištěno, že po přidání  $\beta$ -glukanu do majonézy, která obsahuje méně tuku, dochází ke zvýšení pružnosti v důsledku vytvoření silné gelové struktury. [64]  $\beta$ -glukan je přírodní polysacharid, který se hojně vyskytuje v obilovinách. [66]

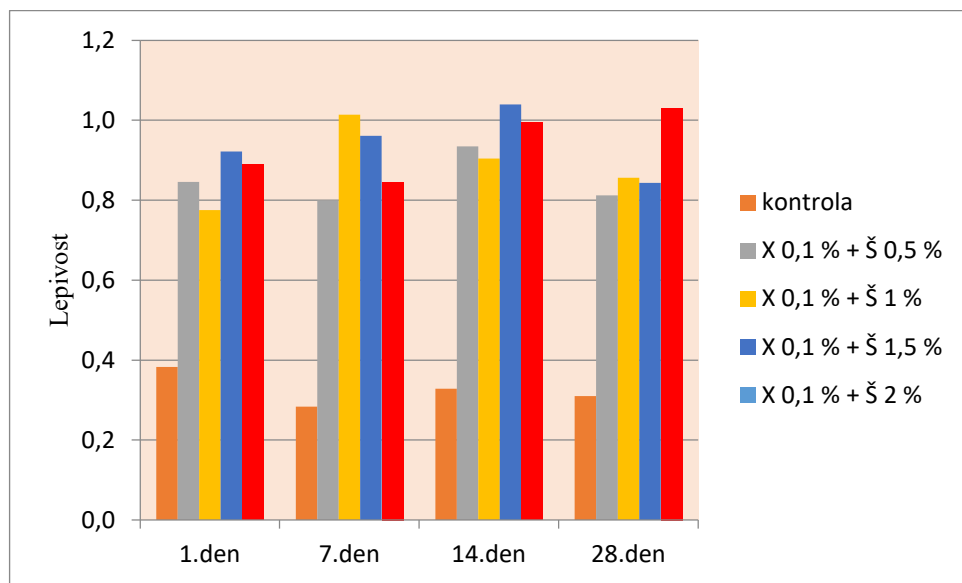
Bortnowska a Makiewicz zkoumali přidavek guarové a xanthanové gumy do nízkotučných majonéz. Dle jejich výsledků dochází při zvyšování přidavku gumy ke zvyšování elasticity. [67] Je možné, že kukuřičný škrob měl při analýze modelových vzorků vliv na vlastnosti xanthanové gumy, jelikož zde nedošlo ke zvýšení pružnosti u všech vzorků.

#### 6.1.4 Lepivost

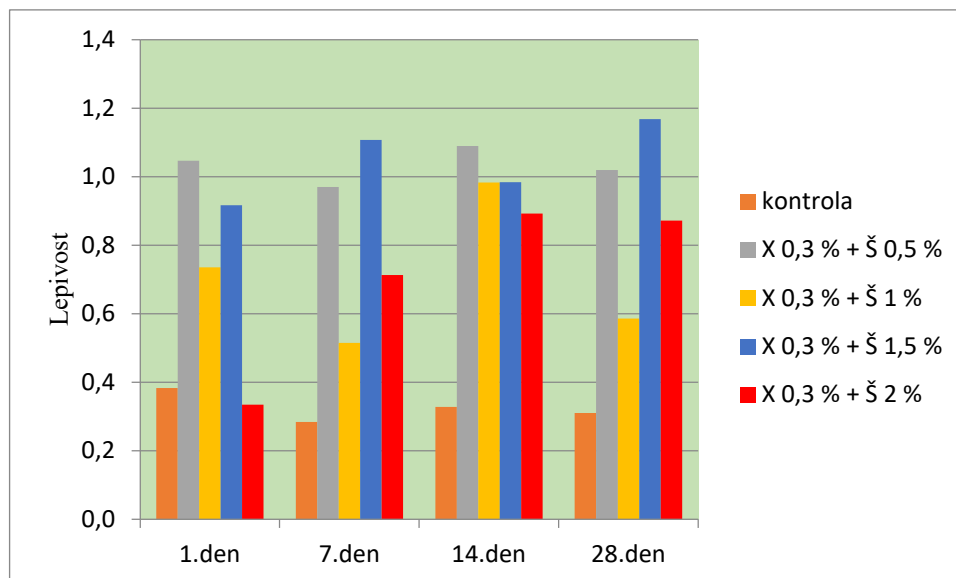
Během texturní analýzy byla sledována i lepivost. Je to práce potřebná k překonání přitažlivých sil mezi povrchem majonézy a povrchem sondy. Se zvyšující se hodnotou potřebné práce k překonání síly přitažlivosti se zvyšuje i lepivost výrobku. [62] Na obrázcích 20 - 22 jsou znázorněny výsledky lepivosti zkoumaných vzorků majonéz.



Obrázek 20: Průběh lepivosti majonéz s přidavkem kukuřičného škrobu během skladování



Obrázek 21: Průběh lepivosti majonéz s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gummy během skladování



Obrázek 22: Průběh lepivosti majonéz s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy během skladování

Přídavek škrobu do receptury majonézy zaznamenal mírné zvýšení lepivosti. Největší rozdíl je opět patrný ze vzorků obsahující kromě škrobu i xanthanovou gumu. Zde jsou hodnoty mnohem vyšší než kontrolní vzorek majonézy. Z obrázků 21 a 22 je patrné, že xanthanová guma má významný vliv na lepivost majonézy. Xanthanová guma v emulzi gelovatí, tím způsobuje zvýšení hodnot lepivosti a také snižuje krémovitost majonézy. Olssonová a kolektiv zjistili, že významný vliv na texturní vlastnosti má i snížená velikost kapiček oleje. Toto snížení vede k pevnější a lepivější majonéze. [65]

### 6.1.5 Žvýkatelnost a gumovitost

V rámci měření texturních vlastností byla zkoumána u majonéz také žvýkatelnost a gumovitost. Žvýkatelnost je energie potřebná k uvedení potraviny do stavu vhodného pro polknutí. Gumovitost se vztahuje k úsilí potřebnému k desintegraci výrobku do stavu připraveného k polknutí. [68] Po aplikaci pouze kukuřičného škrobu do majonézy došlo k malému nárůstu hodnot žvýkatelnosti. Během skladování se hodnoty téměř srovnaly s kontrolním vzorkem (příloha I). Žvýkatelnost majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy vykazovaly hodnoty dvojnásobně vyšší než kontrolní vzorek po celou dobu skladování (příloha II). Stejné zvýšení nastalo i po přidání 0,3 % xanthanu (příloha III). Co se týče gumovitosti, byl zachován stejný trend zvýšených hodnot jako u žvýkatelnosti u všech výrobních sad majonéz (příloha IV, V, VI).

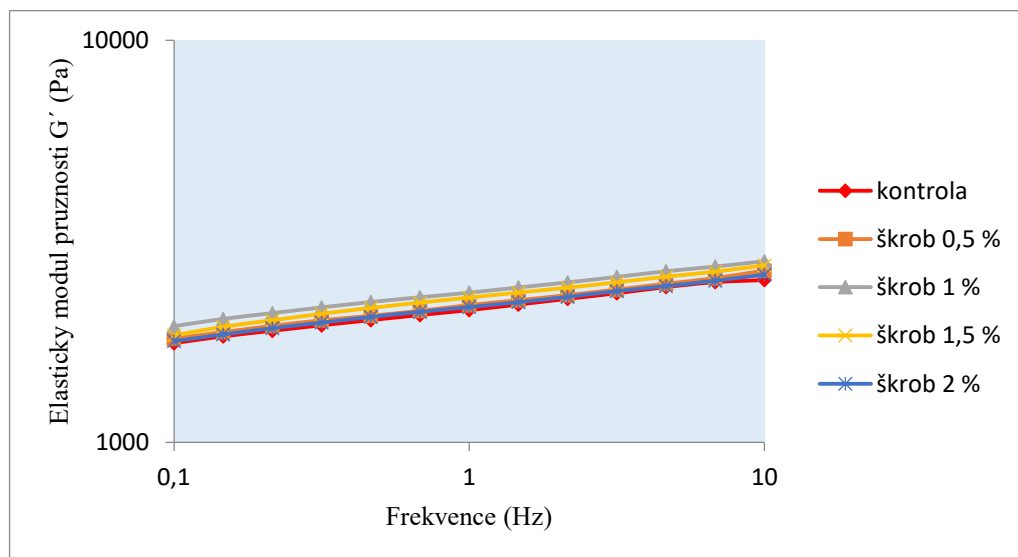
Jak již bylo zmíněno, na texturní vlastnosti má výrazný vliv přídavek xanthanové gumy. Po přidání xanthanu do produktu dochází k vytvoření gelové sítě, produkt je pevnější. [65] Protože je produkt pevnější, je nutné naložit více síly k rozžvýkání produktu.

## 6.2 Reologická analýza

Pro analýzu viskoelastických vlastností modelových vzorků majonézy (pro všechny výrobní sady) byl použit dynamický oscilační reometr Rheostress 1. Vzorky byly měřeny při frekvenci 0,01- 10 Hz. Byla naměřena data pro elastický a ztrátový modul pružnosti ( $G'$  a  $G''$ ). Podle vzorce (1) byl vypočítán tangens úhlu fázového posunu a podle vzorce (2) i komplexní modul pružnosti. Z naměřených hodnot byly sestaveny grafy závislosti elastického a ztrátového modulu pružnosti na frekvenci, závislost komplexního modulu pružnosti na době skladování a také závislost viskozity na frekvenci. Hodnota bodu na ose  $y$  výsledných grafů je vždy zvolena tak, aby byl rozdíl viditelný a jednotlivé křivky se nepřekrývaly.

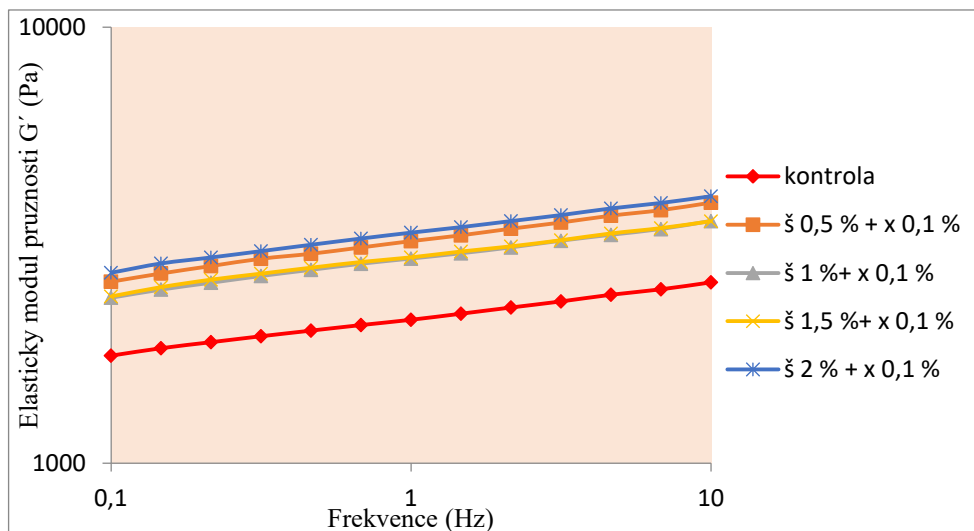
### 6.2.1 Výsledky reologických vlastností majonéz po výrobě

#### Hodnocení elastického modulu $G'$ po výrobě

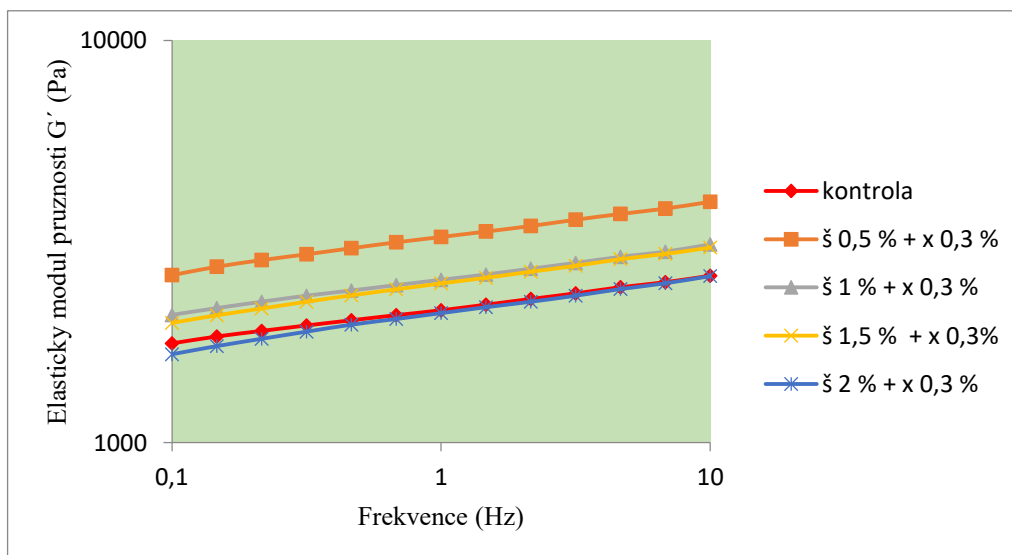


Obrázek 23: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přídavkem kukuřičného škrobu po výrobě

Z grafu závislosti elastického modulu pružnosti na frekvenci pro majonézu s přidavkem škrobu (obr. 23) je patrné mírné zvýšení hodnot vůči kontrolnímu vzorku majonézy během narůstající frekvenci. Největší rozdíl hodnot  $G'$  je zaznamenán mezi kontrolním vzorkem majonézy a majonézou s 1 % škrobu. Naopak hodnoty  $G'$  majonézy s 2 % škrobu se nejvíce podobají.



Obrázek 24: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy po výrobě



Obrázek 25: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy po výrobě

Po aplikaci xanthanové gumy do majonézy došlo s rostoucí frekvencí k nárůstu hodnot elastického modulu pružnosti. V případě přidání škrobu i 0,1 % xanthanové gumy (obr. 24)

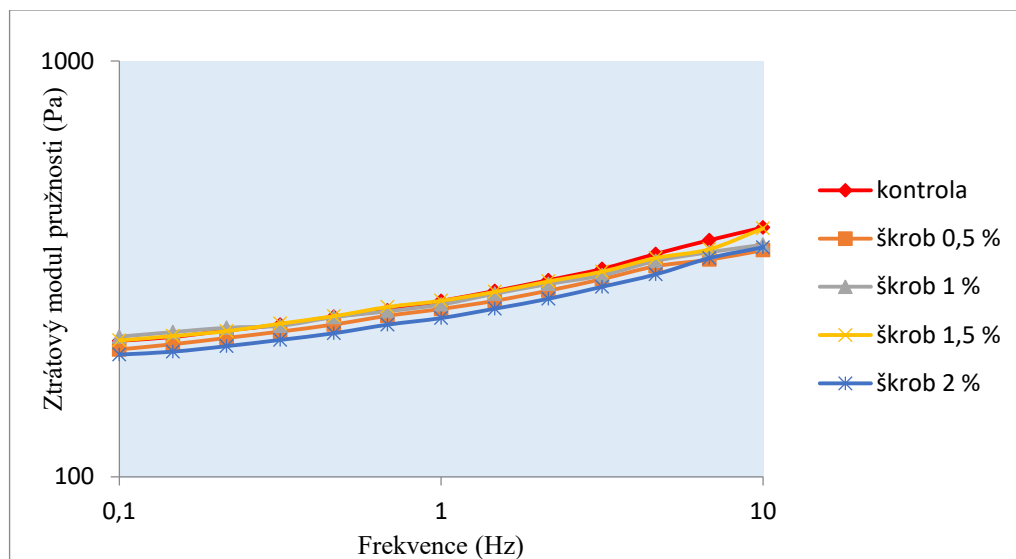


dochází k výraznějšímu nárůstu. Největší rozdíl  $G'$  je mezi kontrolním vzorkem majonézy a majonézou s přidavkem 2 % škrobu a 0,1 % xanthanu.

V majonéze s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy (obr. 25) je zaznamenán taktéž nárůst elastického modulu pružnosti vzhledem ke kontrole. Pouze pro majonézu obsahující 2 % škrobu a 0,3 % xanthanu je změna  $G'$  velmi malá, spíše kopíruje hodnoty kontrolního modelu. Největší hodnoty v elastickém modulu pružnosti byly zjištěny u vzorku s nejnižším přidavkem škrobu (0,5 %). Z grafu vyplývá, že s rostoucím přidavkem škrobu při obsahu 0,3 % xanthanu hodnoty  $G'$  u vzorků majonéz klesají a přibližují se hodnotám kontrolní majonézy.

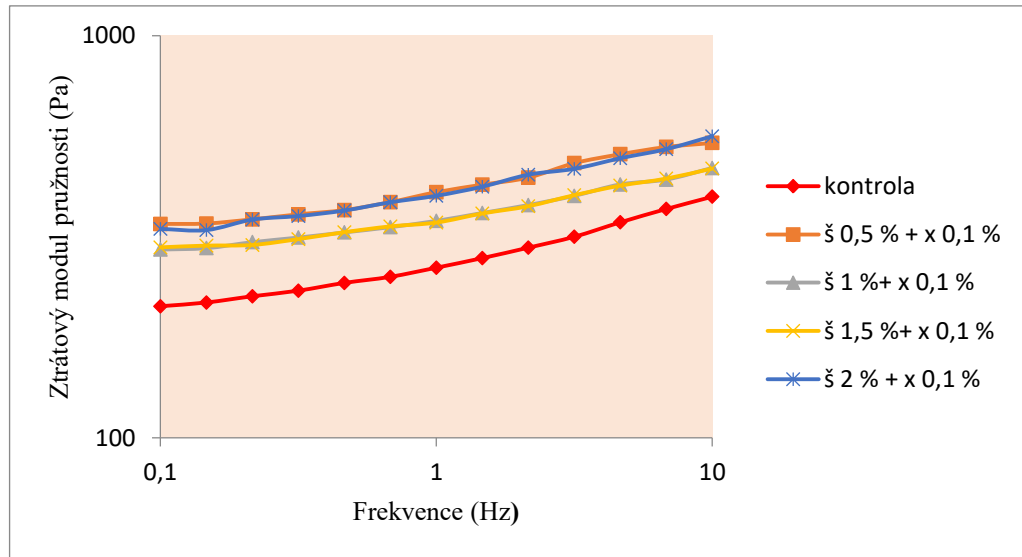
U všech analyzovaných vzorků majonéz, bez ohledu na množství přidavku škrobu a xanthanu, je vidět stoupající trend hodnot elastického modulu pružnosti se zvyšující se hodnotou frekvence.

### Hodnocení ztrátového modulu $G''$ po výrobě

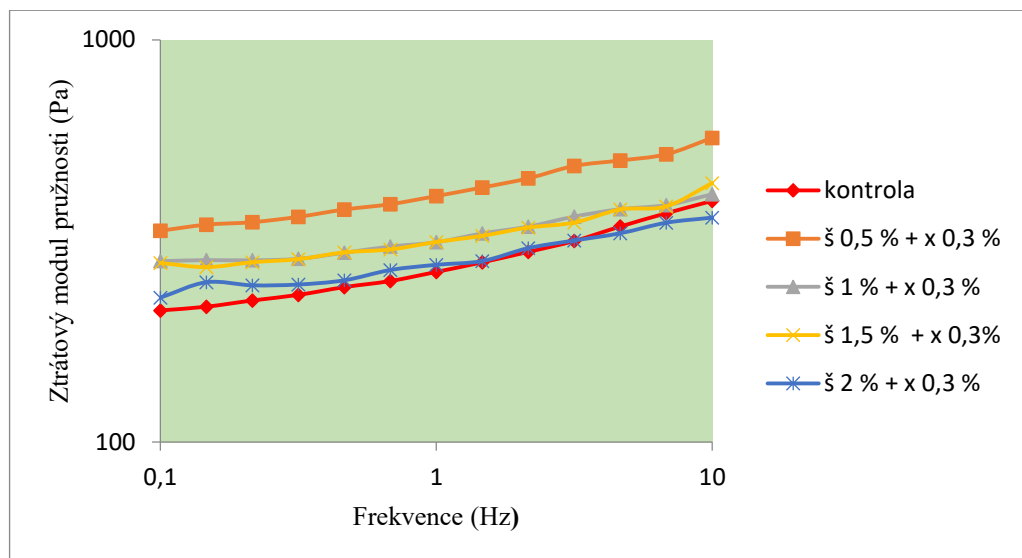


Obrázek 26: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po výrobě

Přidavek škrobu do majonézy způsobil během zvyšování frekvence snížení hodnot ztrátového modulu pružnosti pro všechny použité koncentrace (obr. 26). Majonéza s přidavkem 2 % škrobu se od  $G''$  kontrolního vzorku majonézy liší nejvíce, avšak vzhledem k hodnotám lze konstatovat, že přidavek škrobu nemá významný vliv na ztrátový modul pružnosti.



Obrázek 27: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gummy po výrobě



Obrázek 28: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gummy po výrobě

Po přidání 0,1 % xanthanové gummy do majonézy došlo k navýšení hodnot, kontrolní vzorek má  $G''$  nejnižší (obr. 27). Vzorek majonézy se 0,5 a 2 % škrobu a 0,1 % xanthanu nabývá nejvyšších hodnot  $G''$ . Hodnoty majonéz s 1 a 1,5 % škrobu s 0,1 % xanthanu jsou shodné a oproti kontrole vyšší.

Stejný trend zvýšených hodnot ztrátového modulu pružnosti je zachován i po přidání xanthanu v koncentraci 0,3 % (obr. 28). Velký skok hodnot  $G''$  oproti kontrolnímu vzorku

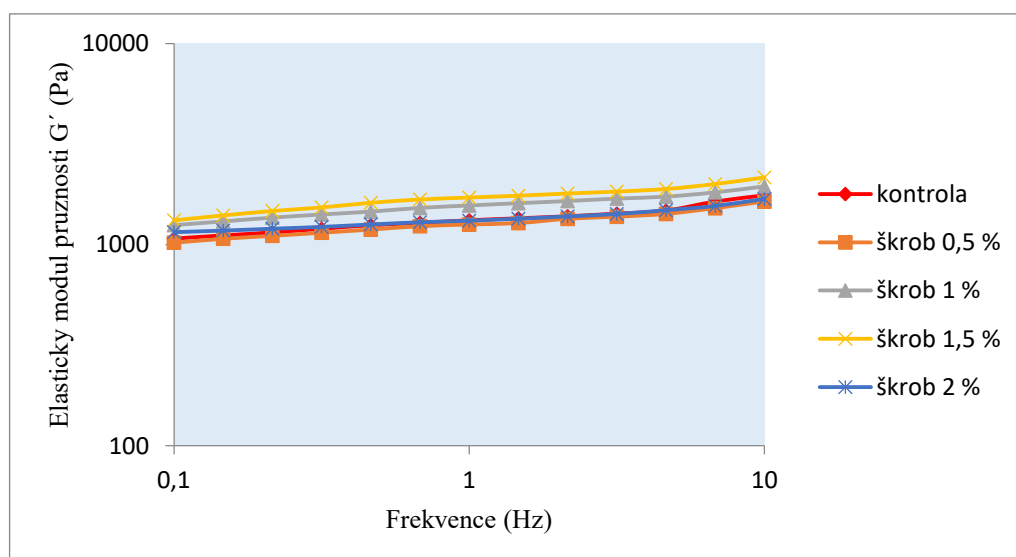
majonézy je patrný pro majonézu s 0,5 % škrobu a 0,3 % xanthanu. Vliv 2 % škrobu a 0,3 % xanthanu je v tomto případě nevýznamný.

U všech výrob byl zaznamenán rostoucí trend hodnot  $G''$  na zvyšující se frekvenci.

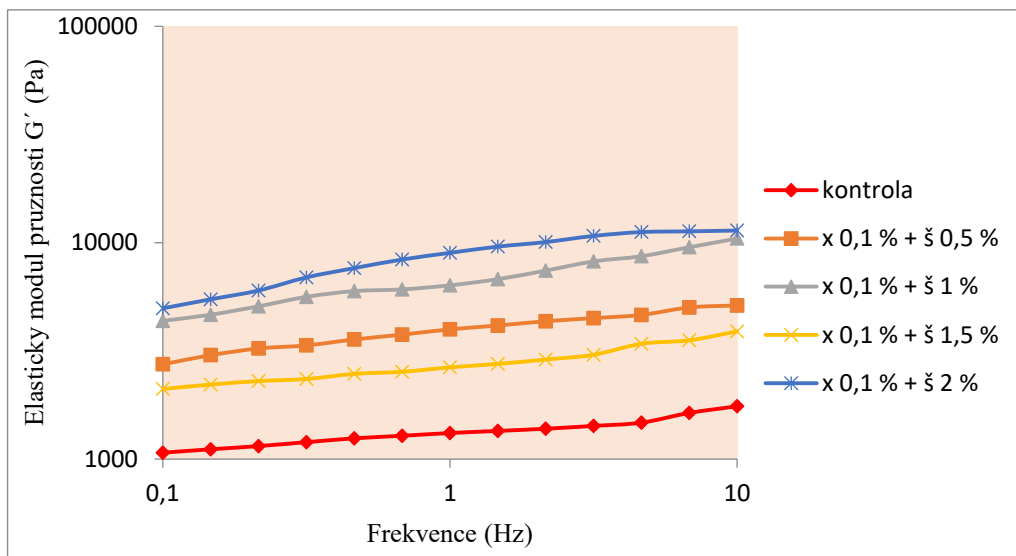
### 6.2.2 Výsledky reologických vlastností po 7 dnech skladování

#### Hodnocení elastického modulu pružnosti $G'$ po týdnu skladování

Při analýze vzorků majonézy obsahující pouze škrob po 7 dnech skladování jsou hodnoty elastického modulu pružnosti vychýleny jen minimálně. Mírné zvýšení bylo zaznamenáno pro vzorek majonézy s 1 % a 1,5 % škrobu (obr. 29). Ve zbylých koncentracích jsou hodnoty obdobné jako u kontrolního modelového vzorku majonézy.

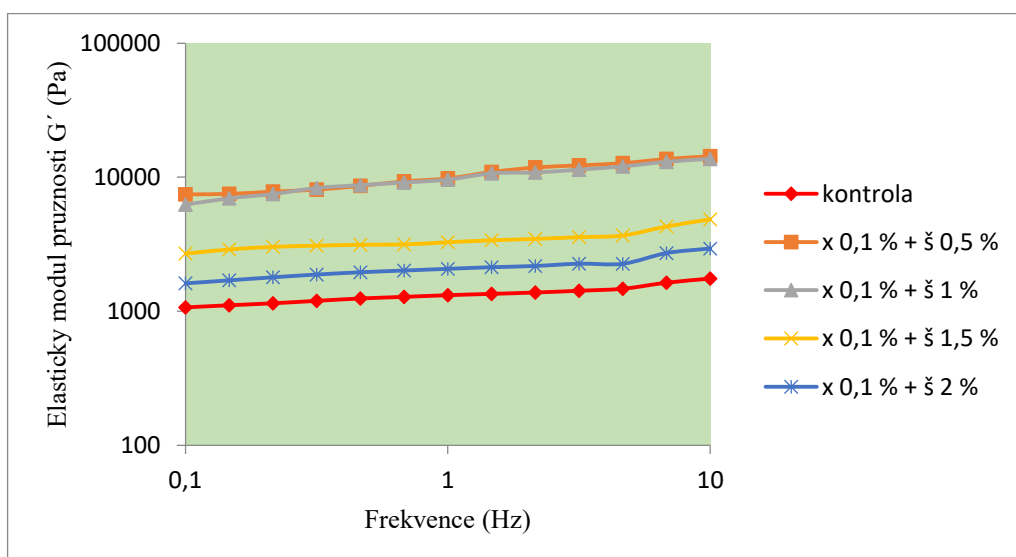


Obrázek 29: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 7 dnech skladování



Obrázek 30: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,1 %) po 7 dnech skladování

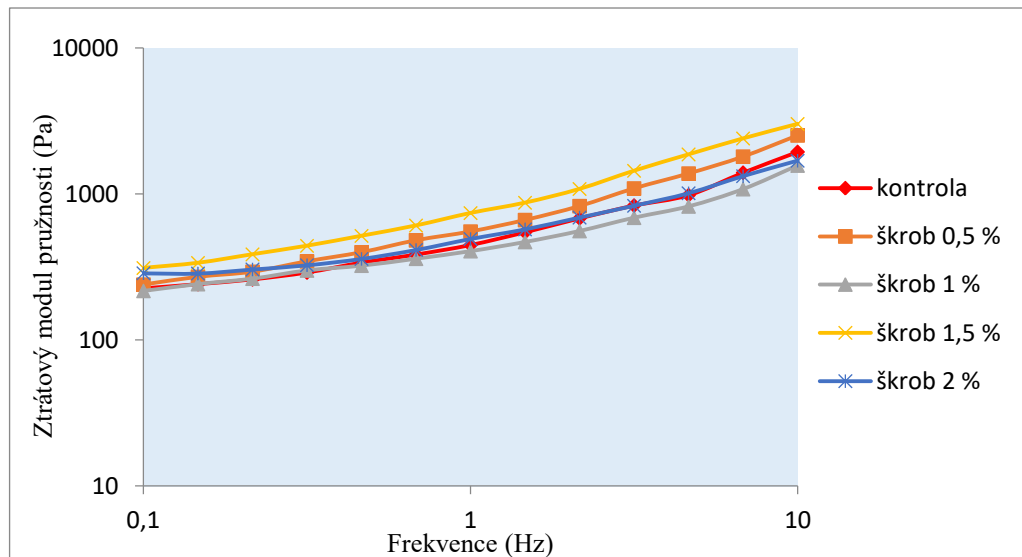
Po přidání 0,1 % xanthanu do majonézy došlo k několikanásobnému zvýšení hodnot  $G'$ . Z připravených vzorků se nejvíce hodnotami  $G'$  lišila majonéza s 1 % a 2 % škrobu oproti kontrolní majonéze. Menší nárůst hodnot elastického modulu pružnosti je u majonézy s 0,5 % škrobu a nejnižší u majonézy se 1,5 % škrobu. U všech vzorků je ale zaznamenán rostoucí trend hodnot  $G'$  oproti kontrolnímu vzorku (obr. 30).



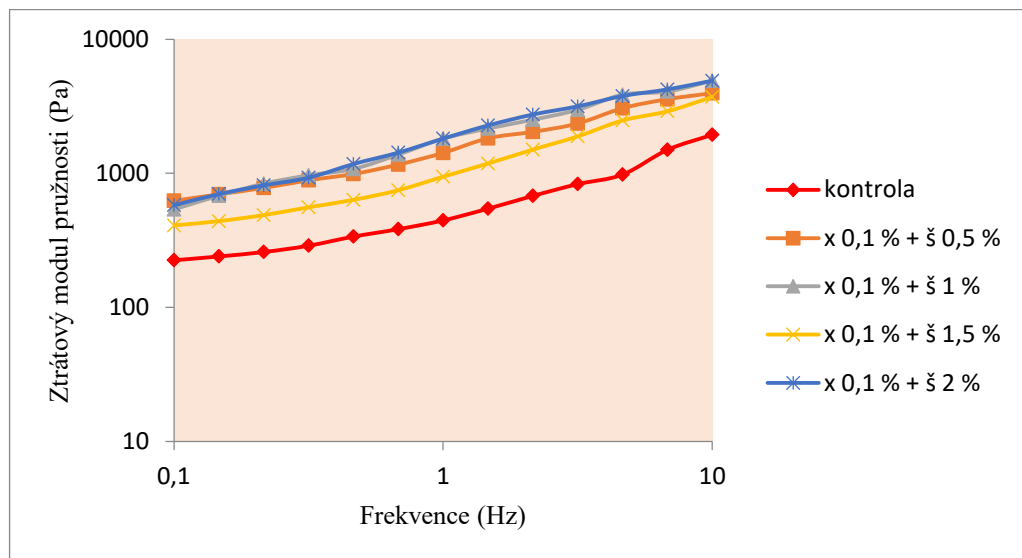
Obrázek 31: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,3 %) po 7 dnech skladování

Rostoucí trend elastického modulu pružnosti je zachován i v případě aplikace 0,3 % xanthanu (obr. 31). Majonézy s 0,5 a 1 % škrobu jsou téměř stejné a také se nejvíce liší hodnotami  $G'$  oproti kontrole. Přídavek 1,5 a 2 % škrobu spolu s 0,3 % obsahem xanthanu kopíroval trend hodnot  $G'$  kontrolního vzorku, ale konkrétní hodnoty byly mírně vyšší.

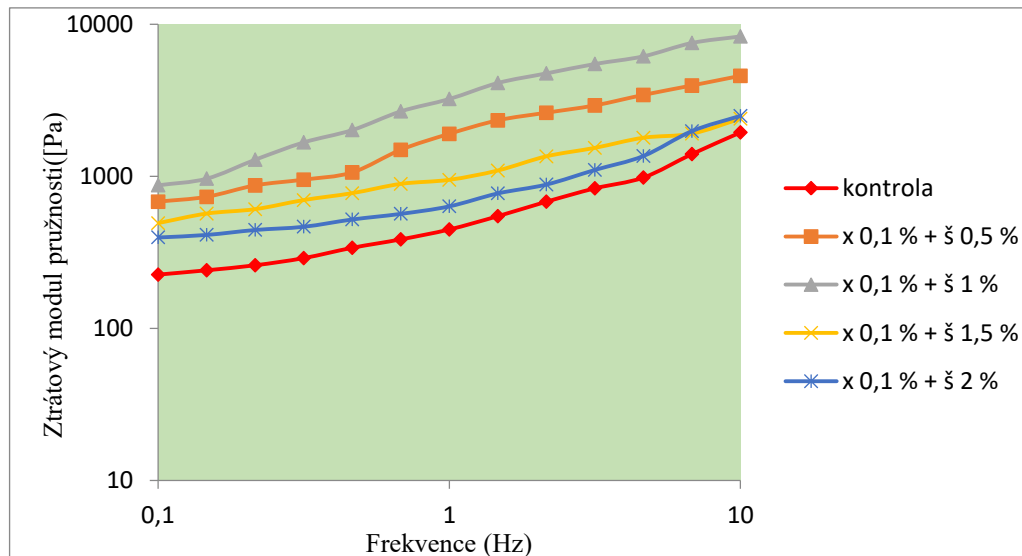
### **Hodnocení ztrátového modulu pružnosti $G''$ po týdnu skladování**



Obrázek 32: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 7 dnech skladování



Obrázek 33: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,1 %) po 7 dnech skladování



Obrázek 34: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,3 %) po 7 dnech skladování

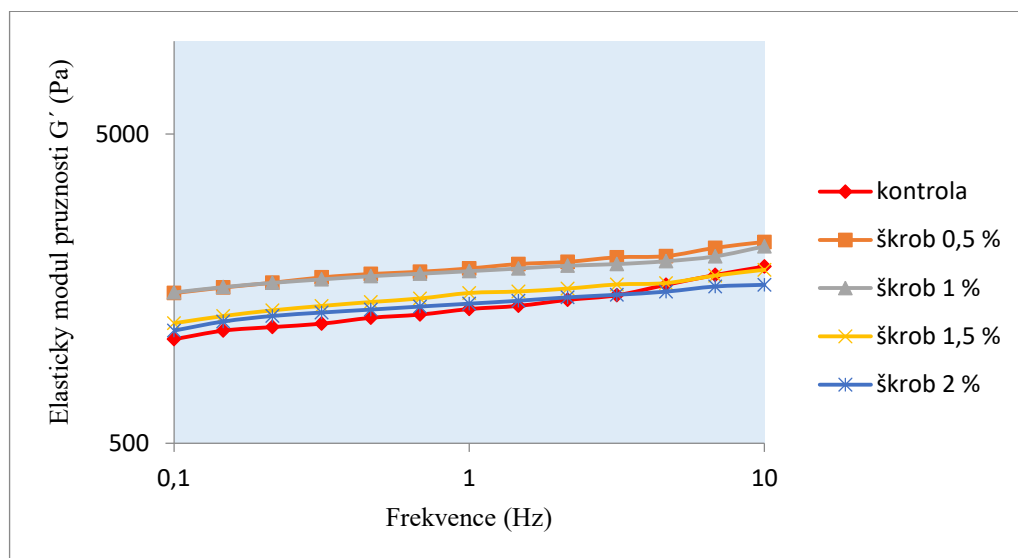
U všech výrob byl zaznamenán trend zvyšujících se hodnot  $G''$  se zvyšující se frekvencí. Samotný přídavek škrobu do majonézy ovlivňuje  $G''$  jen nepatrně, vzorek s 1 % škrobu zaznamenal dokonce nižší hodnoty než kontrolní vzorek (obr. 32).

Po aplikaci 0,1 % xanthanu do majonézy došlo k zesílení hodnot  $G''$  (obr. 33). Se zvyšující se frekvencí dochází k nárůstu hodnot  $G''$  jednotlivých výrobních sad, z nichž nejvýraznější je u majonézy s 0,5, 1 a 2 % škrobu. Přídavek 1,5 % má sice vyšší hodnoty ztrátového modulu pružnosti než kontrola, ale ne tak vysoké jako zbylé použité koncentrace.

Při použití 0,3 % xanthanu ve vzorku majonézy je nejvyšší  $G''$  zaregistrován u vzorku s přidavkem 1 % škrobu (obr. 34). Majonéza s 0,5 % škrobu kopíruje narůstající trend  $G''$  vzorku s 1 % škrobu, ale přesné hodnoty jsou o něco nižší. Majonéza se 1,5 a 2 % škrobu má vyšší hodnoty ztrátového modulu pružnosti než kontrolní vzorek, ale nárůst není tak vysoký jako u již zmíněných vzorků.

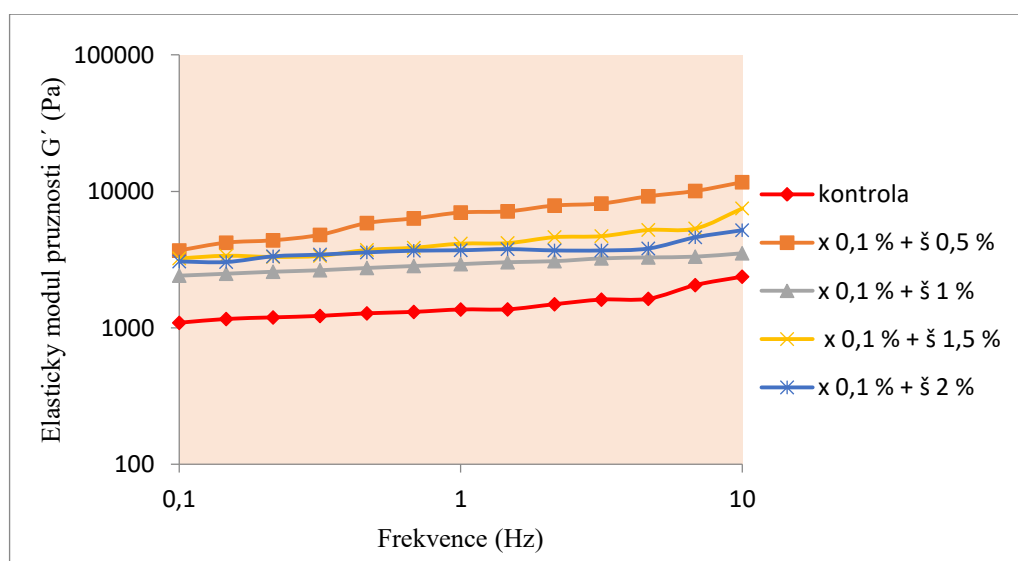
### 6.2.3 Výsledky analýzy po 14 dnech skladování

#### Hodnocení elastického modulu pružnosti $G'$



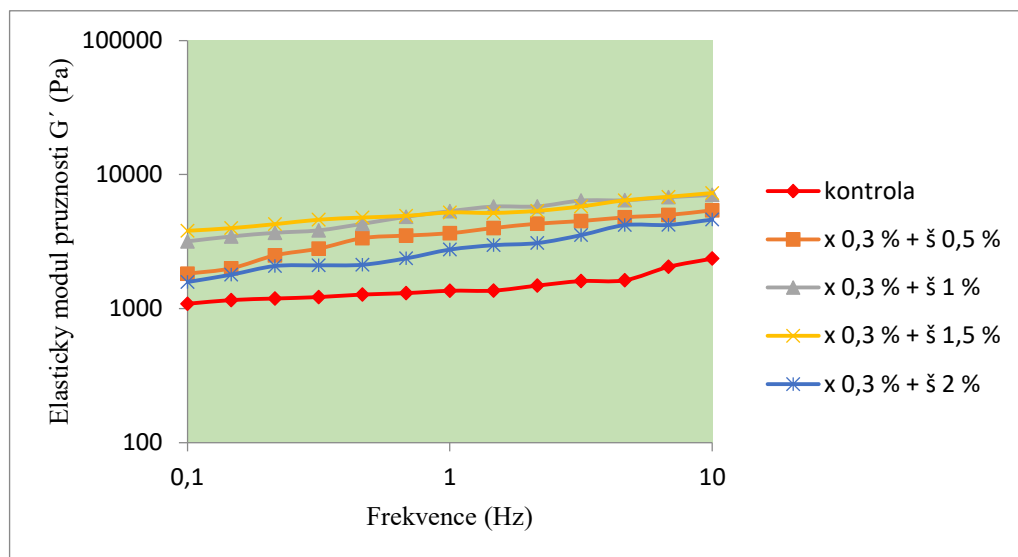
Obrázek 35: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 14 dnech skladování

Po dvou týdnech skladování nabývá modelový vzorek majonézy s přidavkem 0,5 a 1 % škrobu nejvyšších hodnot elastického modulu pružnosti ve srovnání s kontrolním vzorkem (obr. 35). Vzorky s obsahem škrobu 1,5 a 2 % mají hodnoty  $G'$  zpočátku mírně vyšší než kontrolní vzorek majonézy, ale s narůstající frekvencí je majonéza ze základní receptury převyšuje. U všech výrobních sad je dodržen narůstající trend hodnot  $G'$  se zvyšující se frekvencí.



Obrázek 36: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,1 %) po 14 dnech skladování

Po dodání 0,1 % xanthanu a škrobu do majonézy dochází po dvou týdnech skladování k vyššímu nárůstu hodnot  $G'$  (obr. 36). Největší změna  $G'$  je zaznamenána pro majonézu obsahující 0,5 % škrobu a 0,1 % xanthanu ve srovnání s kontrolním vzorkem majonézy.



Obrázek 37: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,3 %) po 14 dnech skladování

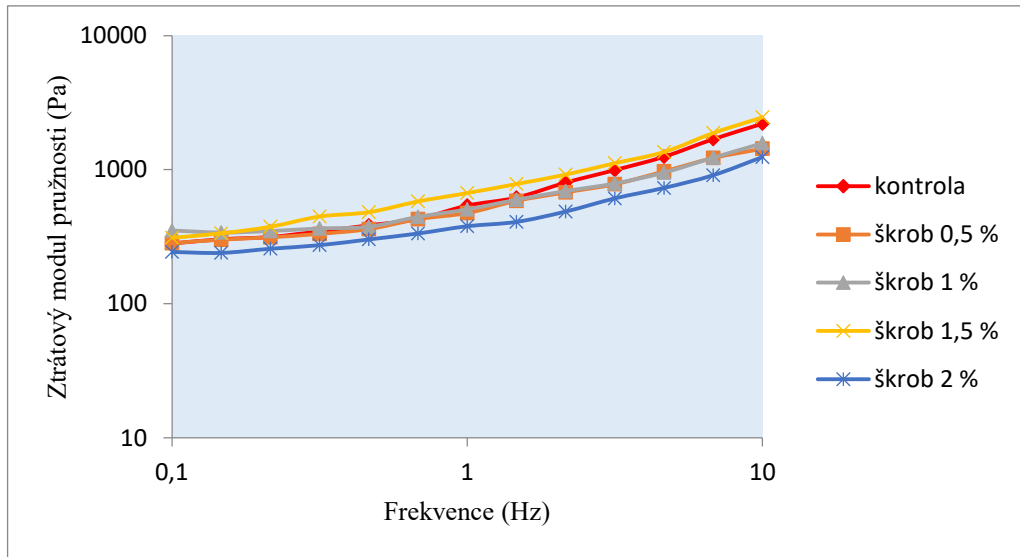
V případě aplikace 0,3 % xanthanu a škrobu mají nejvyšší hodnoty  $G'$  vzorky majonézy s přidavkem 1 a 1,5 % škrobu a 0,3 % xanthanu oproti kontrolnímu vzorku (obr. 37). Vzorky s přidavkem 0,5 a 2 % škrobu mají taktéž vyšší hodnoty elastického modulu pružnosti než kontrolní vzorek, ale nárůst není tak vysoký jako již zmíněné dvě koncentrace.

U všech výrobních sad je zachován trend zvyšujících se hodnot elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) se zvyšující se frekvencí.

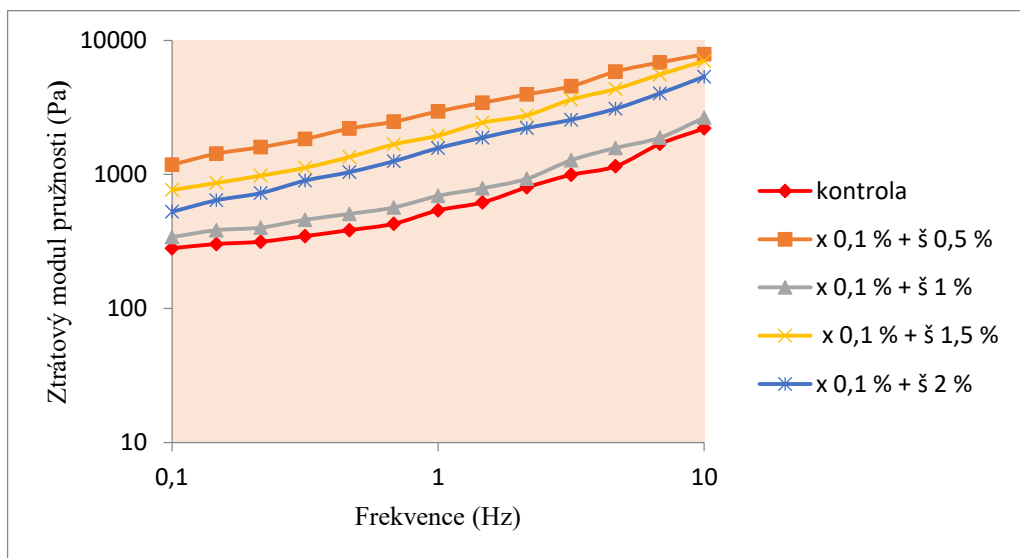
### **Hodnocení ztrátového modulu pružnosti $G''$ po 14 dnech skladování**

Ztrátový modul pružnosti pro majonézu s přidavkem pouze škrobu po 14 dnech skladování vykazuje mírné změny hodnot ve srovnání s kontrolním vzorkem majonézy (obr. 38). Zvýšení hodnot  $G''$  je zaznamenáno pouze u majonézy se 1,5 % škrobu oproti kontrole, zbylé vzorky s 0,5, 1 a 2 % škrobu jsou naopak nižší než kontrolní vzorek.

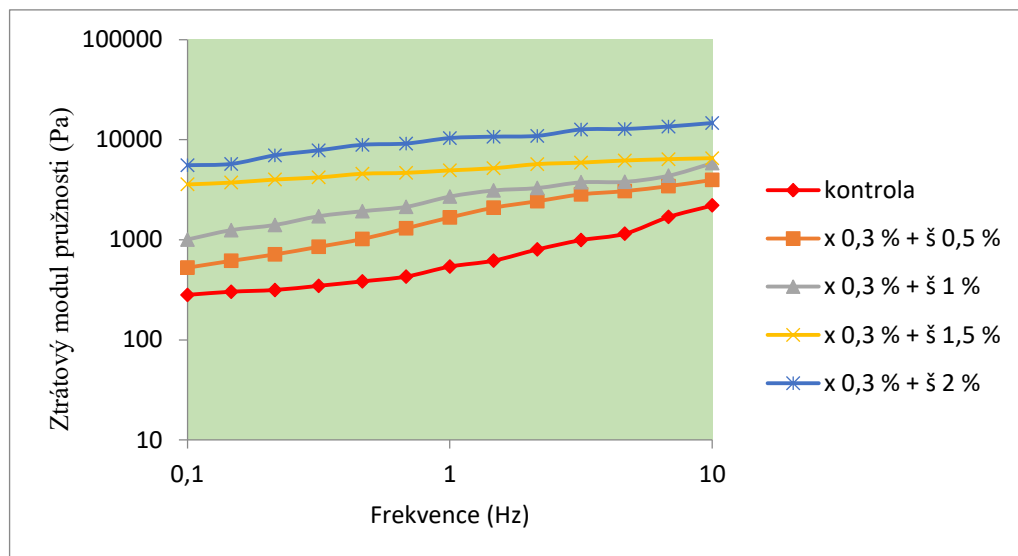




Obrázek 38: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 14 dnech skladování



Obrázek 39: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,1 %) po 14 dnech skladování



Obrázek 40: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,3 %) po 14 dnech skladování

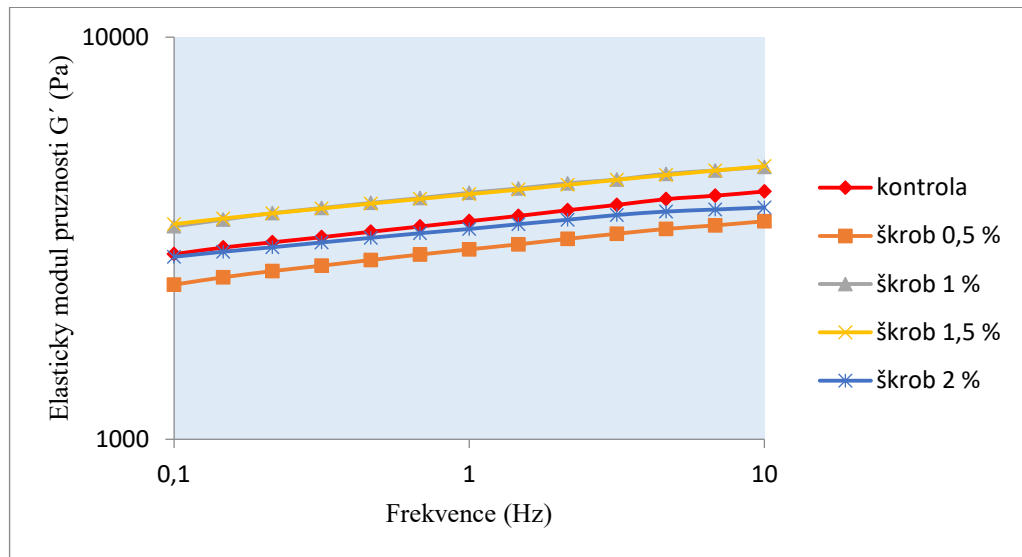
Po přidání 0,1 % xanthanu do majonézy dochází opět k nárůstu  $G''$  ve všech modelových vzorcích majonézy. Výrazná změna je u majonézy s přidavkem 0,5 % škrobu, kde se zvyšující se frekvencí dochází k velkému nárůstu hodnot  $G''$ . Vzorek majonézy s přidavkem 1 % škrobu zaznamenal malé zvýšení hodnot  $G''$  oproti kontrolnímu vzorku a také je to nejnižší nárůst ve srovnání s ostatními použitými koncentracemi škrobu a 0,1 % xanthanu, jak je vidět na obrázku 39.

Stejný trend nárůstu hodnot  $G''$  vyrobených vzorků majonéz je zachován i po aplikaci 0,3 % xanthanu vůči kontrolnímu vzorku. Majonéza s přidavkem 2 % škrobu a 0,3 % xanthanu vykazuje několikanásobně vyšší hodnoty ztrátového modulu pružnosti než majonéza ze základní receptury (obr. 40).

Po 14 dnech skladování je zaznamenán trend navyšujících se hodnot  $G''$  při zvyšování frekvence u všech výrobních sad majonéz.

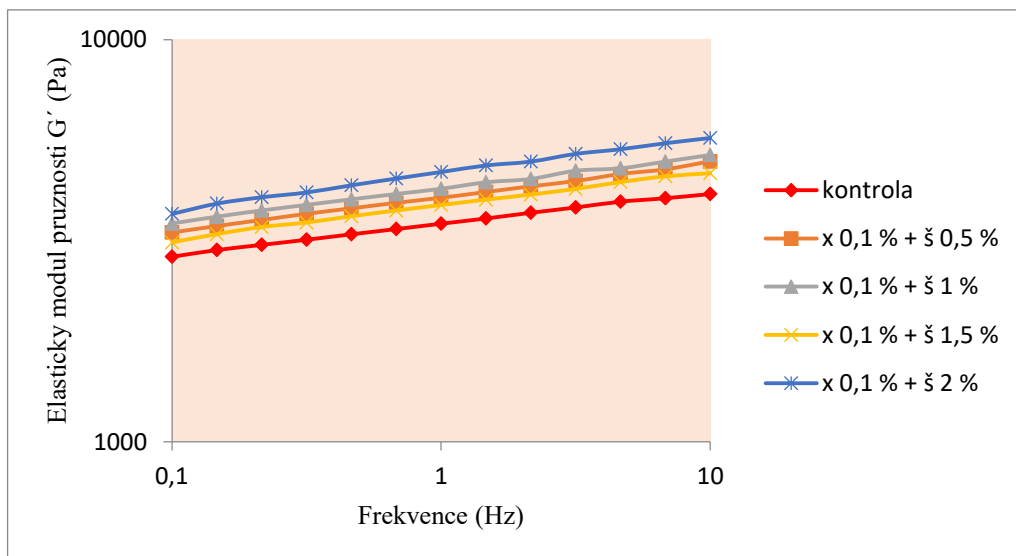
## 6.2.4 Výsledky analýzy po 28 dnech skladování

### Hodnocení elastického modulu pružnosti $G'$



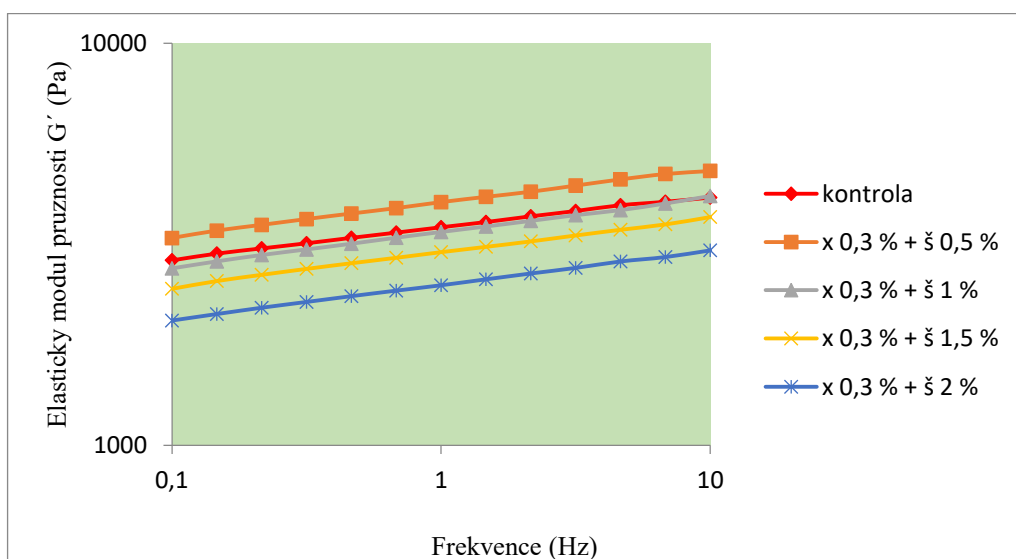
Obrázek 41: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 28 dnech skladování

Po 4 týdnech skladování se elastickému modulu pružnosti kontrolní majonézy nejvíce podobá vzorek s přidavkem 2 % škrobu. Vzorky s 1 a 1,5 % škrobu mají velmi podobné hodnoty  $G'$  a proto se tyto křivky ve znázorněném grafu překrývají (obr. 41). Přídavek 0,5 % škrobu do majonézy způsobil po měsíci skladování snížení hodnot elastického modulu pružnosti vůči kontrolnímu vzorku majonézy. U všech vzorků je zachován trend zvyšujících se hodnot  $G'$  se zvyšující se frekvencí.



Obrázek 42: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,1 %) po 28 dnech skladování

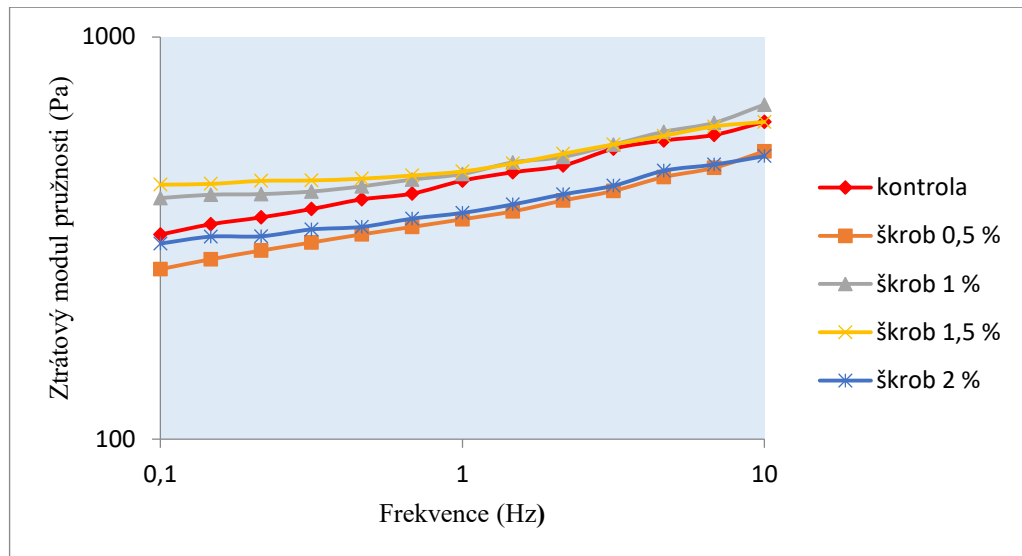
Po aplikaci 0,1 % xanthanu a škrobu do majonézy je po měsíci skladování zaznamenán rostoucí trend hodnot  $G'$  pro všechny výrobní sady (obr. 42). K navýšení hodnot elastického modulu pružnosti dochází se zvyšující se frekvencí. Nejvyšší nárůst hodnot  $G'$  je patrný u vzorku majonézy s přidavkem 2 % škrobu oproti kontrolnímu vzorku. Zbylé koncentrace mají taktéž vyšší hodnoty  $G'$  než kontrola.



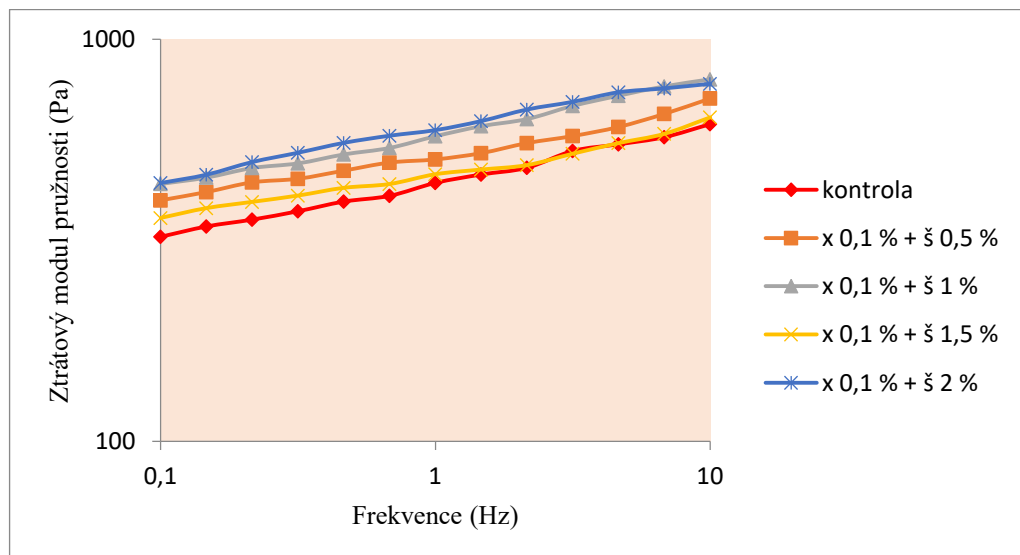
Obrázek 43: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,3 %) po 28 dnech skladování

Po přidání 0,3 % xanthanu do majonézy dochází ke zvýšení hodnot  $G'$  oproti kontrole pouze u vzorku s přídavkem škrobu 0,5 % (obr. 43). V tomto případě má nejnižší hodnoty elastického modulu vzorek majonézy se 2 % škrobu. Majonéza s 1 % škrobem se svými hodnotami  $G'$  nejlépe shoduje s kontrolou. I zde je zachován zvyšující se trend hodnot  $G'$  se zvyšující se frekvencí.

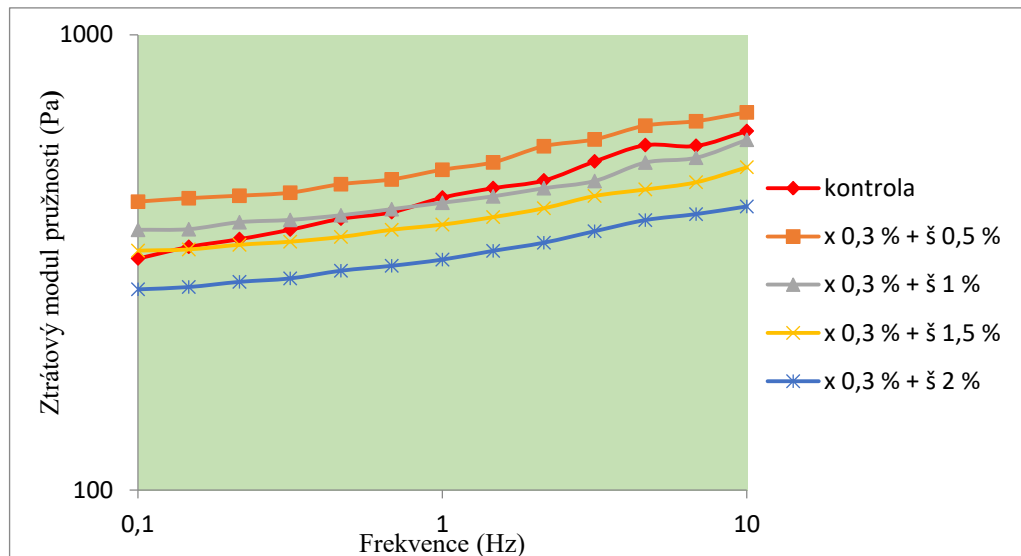
### Hodnocení ztrátového modulu pružnosti $G''$ na konci skladovacího pokusu



Obrázek 44: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přídavkem kukuřičného škrobu po 28 dnech skladování



Obrázek 45: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přídavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,1 %) po 28 dnech skladování



Obrázek 46: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,3 %) po 28 dnech skladování

Ztrátový modul pružnosti na konci skladovacího pokusu pro majonézu obsahující pouze škrob se téměř shoduje s elastickým modulem pružnosti pro stejný typ výroby. Majonéza s přidavkem 1 a 1,5 % škrobu vykazuje zvýšené hodnoty  $G''$  oproti kontrolnímu vzorku, naopak u vzorku s 0,5 a 2 % škrobu dochází ke snížení (obr. 44).

Po přidání 0,1 % xanthanu dochází k nárůstu hodnot  $G''$  ve všech výrobních sadách, jak je zobrazeno na obrázku 45. Majonéza s přidavkem 2 % škrobu vykazuje největší rozdíl hodnot ztrátového modulu pružnosti oproti kontrole, naopak majonéza se 1,5 % škrobu má rozdíl hodnot  $G''$  nejnižší a nejvíce se podobá kontrolnímu vzorku majonézy.

Po aplikaci 0,3 % xanthanu do majonézy dochází po 28 dnech skladování ke snížení  $G''$  u některých vzorků, výraznější změna je zaznamenána pro vzorek s 2 % škrobu a 0,3 % xanthanu. Naopak nárůst  $G''$  je patrný pro majonézu s přidavkem 0,5 % škrobu a 0,3 % xanthanu oproti kontrolnímu vzorku majonézy (obr. 46).

U všech vyrobených vzorků majonéz na konci skladovacího pokusu je zachován trend zvyšujících se hodnot ztrátového modulu pružnosti se zvyšující se frekvencí.

### 6.2.5 Shrnutí a diskuze výsledků $G'$ a $G''$ během skladování

Z výsledků je zřejmé, že přidavek škrobu a xanthanové gumy (v koncentraci 0,1 i 0,3 %) ovlivňuje viskoelastické vlastnosti majonéz. S rostoucí koncentrací škrobu spolu s xanthanovou gumou roste tuhost vzorků oproti kontrolnímu vzorku.

Elastický modul pružnosti ( $G'$ ) si u všech výrobních sad zachovává trend zvyšujících se hodnot oproti kontrolnímu vzorku majonézy. Při analýze vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu dochází k mírnému zvýšení. S přidavkem 0,1 % a 0,3 % xanthanové gumy je zvýšení hodnot  $G'$  velmi výrazné.

U většiny vzorků je stejný trend zvyšujících se hodnot zachován i pro ztrátový modul pružnosti ( $G''$ ). Běžně vyráběná majonéza vykazuje viskoelastické vlastnosti, které lze připsat síti vytvořené mezi lipoproteiny. Pokud je  $G' > G''$  vykazuje materiál chování podobné pevné látce. Deformace je v podstatě elastická, obnovitelná. V případě, že je  $G' < G''$  má materiál spíše strukturu kapaliny – energie použitá k deformaci materiálu je rozptýlena viskózně. [69, 70] Modelové vzorky majonézy, připravené pro tuto diplomovou práci, s přidavkem škrobu i xanthanové gumy mají  $G'$  vyšší než  $G''$ , to znamená, že vykazují spíše elastické chování než viskózní.

Moros et al. se zabývali výzkumem majonéz se sníženým obsahem cholesterolu a stabilizované vaječným žloutkem. Z jejich výzkumu vyplývá, že vývoj modulů  $G'$  a  $G''$  se mění v závislosti na frekvenci a měnícím se množstvím oleje.  $G'$  měl vždy vyšší hodnoty než  $G''$ , což bylo způsobeno vytvořením elastické sítě a tím došlo ke změně viskoelastického chování. [71] S výsledky této studie se shodují i výsledky měření naší práce.

Podle Lee et al., kteří se věnovali nízkotučným majonézám s přidavkem rýžového škrobu a xanthanové gumy, se hodnoty elastického a ztrátového modulu pružnosti zvyšovali se zvyšující se frekvencí. Majonéza, jejíž  $G'$  je větší než  $G''$  vykazuje chování pevnější látky. Komerční majonézy se s tímto viskoelastickým chováním shodují. Po přidání škrobu a xanthanové gumy dochází k vytvoření strukturovanější a pevnější sítě, nárůst hodnot  $G'$  i  $G''$  byl předvídatelný. Stále ale zůstává zachováno, že hodnota  $G'$  je vyšší než  $G''$ . [72] S článkem se shoduje i většina výsledků této práce. Po přidání xanthanové gumy do majonézy se hodnoty  $G'$  a  $G''$  zvyšovaly se zvyšující se frekvencí.

Také Peressini a Sensidoni se zabývali reologickými vlastnostmi tradiční a nízkotučné majonézy. Emulze s vyšším obsahem tuku dle jejich výsledků vykazují vyšší

hodnoty  $G'$ . Jelikož byl tuk v dalších vzorcích nahrazen uhlovodíky, elastický modul pružnosti je stále vyšší než ztrátový. [73] S těmito údaji se shodují výsledky diplomové práce.

### 6.2.6 Viskozita

Součástí reologické analýzy majonéz bylo i měření viskozity. Viskozita je schopnost látky se pohybovat a téct. U majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu nedochází k výrazným změnám v rámci hodnot viskozity během skladovacího pokusu (viz přílohy VII-X). Majonéza s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy po výrobě vykazuje malý nárůst hodnot viskozity oproti kontrolnímu vzorku. Během následujících měření po 7 a 14 dnech došlo k výraznému několikanásobnému zvýšení viskozity, kdy kontrolní vzorek je nejnižší.

Majonéza s přidavky škrobu a 0,1 % gumy zaznamenala po 28 dnech skladování nárůst oproti kontrole jen málo (příloha XI-XIV). Stejný trend se vyskytuje i u vzorků s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy. Při analýze po výrobě se hodnoty viskozity zvýšili jen nepatrně, po 7 a 14 dnech je registrován obrovský nárůst hodnot, ale po 28 dnech skladování se hodnoty opět vyrovnávají a téměř kopírují hodnoty viskozity kontrolního vzorku (příloha XV-XVIII).

Z práce Tabila zabývající se reologií potravin vyplývá, že se zvyšujícím se obsahem zahušťovadla dochází ke zvyšování viskozity [74] Stejně tak podle výzkumu Mozafari et al., platí, že s přidáním xanthanové gumy a snížením množství oleje dochází ke zvyšování viskozity. [64]

Lee et al., zabývající se nízkotučnou majonézou s přidavkem rýžového škrobu a xanthanové gumy zjistili, že při redukcí tuku dochází ke snižování viskozity. Rýžový škrob ovšem účinně kompenzuje chybějící tuk a viskozitu tak opět navyšuje na správnou hodnotu. Majonéza obsahující rýžový škrob a xanthanovou gumu se vykazuje vysokou viskozitou, jelikož dochází k bobtnání škrobových zrn. [72]

Naměřené hodnoty viskozity v rámci této diplomové práce se shodují s výsledky citovaných zdrojů. S přidavkem xanthanu a škrobu dochází k navýšení hodnot viskozity u všech vyrobených sad majonéz.



### 6.2.7 Vliv doby skladování na $\tan \delta$ u modelových vzorků majonéz

Tan  $\delta$  neboli ztrátový faktor je bezrozměrným měřítkem, které udává, zda ve vzorku převládají elastické nebo viskózní vlastnosti. Tan  $\delta$  v rozsahu testovaných frekvencí u většiny vzorků nepřesahuje hodnotu 1, což znamená, že vzorky vykazují chování podobné pevné látce. Se zvyšující se frekvencí se vzorky majonézy stávají více tekuté – vzorek je nejpevnější na počátku testu, ale se zvyšující se smykovou frekvencí ztrácí pevnost. [67, 69, 70]

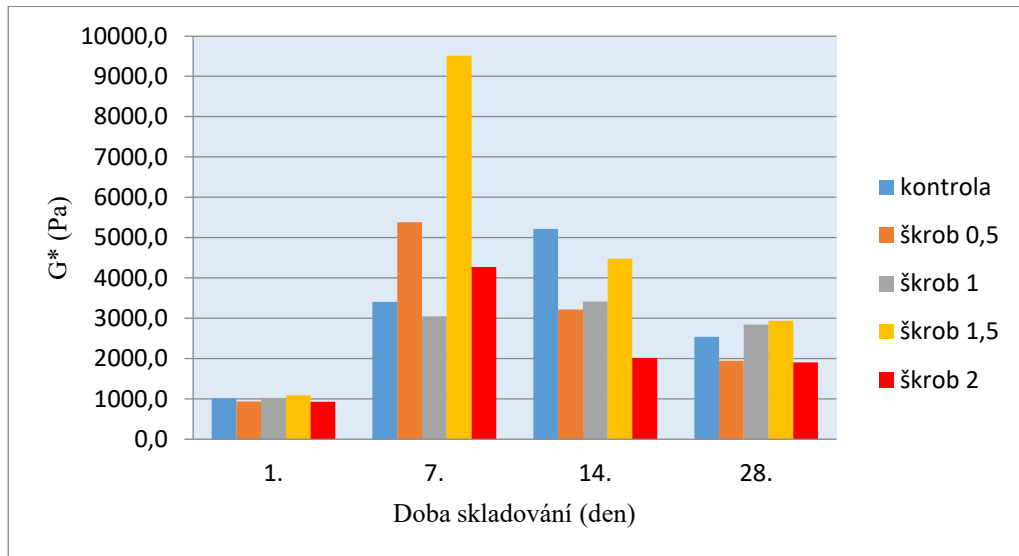
Pro lepší přehlednost výsledků modelových vzorků majonéz byla sestavena tabulka (1) pro tangens úhlu fázového posunu pro vybrané frekvence.

Tabulka 1:  $\tan \delta$  vzorků majonézy pro frekvenci 0,1; 1 a 10 Hz během doby skladování

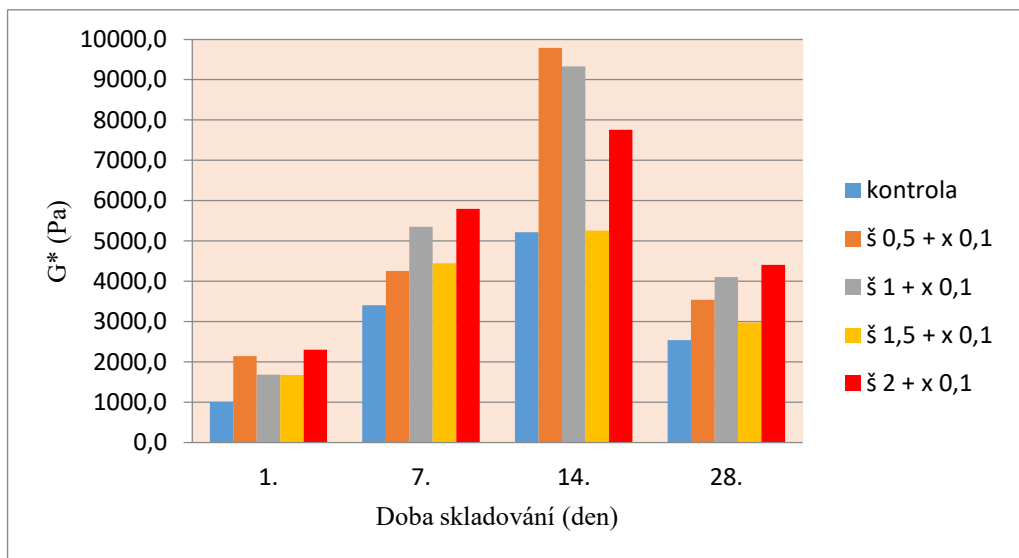
[%]	f = 0,1 Hz				f = 1 Hz				f = 10 Hz			
	1. den	7. den	14. den	28. den	1. den	7. den	14. den	28. den	1. den	7. den	14. den	28. den
kontrola	0,12	0,21	0,26	0,11	0,12	0,34	0,40	0,13	0,16	0,27	0,93	0,15
škrob 0,5	0,11	0,23	0,18	0,11	0,12	0,44	0,26	0,12	0,13	0,38	0,64	0,16
škrob 1	0,11	0,17	0,23	0,12	0,11	0,26	0,28	0,11	0,13	0,80	0,73	0,13
škrob 1,5	0,12	0,23	0,25	0,13	0,12	0,44	0,44	0,11	0,14	0,45	0,85	0,13
škrob 2	0,11	0,25	0,21	0,11	0,11	0,37	0,27	0,11	0,14	0,34	0,76	0,13
š 0,5 + x 0,1	0,13	0,23	0,32	0,12	0,13	0,36	0,42	0,12	0,14	0,77	0,67	0,14
š 1 + x 0,1	0,12	0,12	0,14	0,13	0,12	0,29	0,24	0,13	0,13	0,47	0,75	0,15
š 1,5 + x 0,1	0,12	0,19	0,24	0,11	0,12	0,36	0,47	0,12	0,13	0,96	0,93	0,14
š 2 + x 0,1	0,12	0,12	0,17	0,12	0,12	0,20	0,42	0,13	0,14	0,43	1,03	0,14
š 0,5 + x 0,3	0,13	0,09	0,29	0,13	0,13	0,19	0,46	0,13	0,14	0,32	0,73	0,14
š 1 + x 0,3	0,14	0,14	0,32	0,14	0,12	0,34	0,51	0,13	0,13	0,61	0,83	0,14
š 1,5 + x 0,3	0,14	0,18	0,94	0,14	0,13	0,29	0,95	0,13	0,14	0,49	0,90	0,14
š 2 + x 0,3	0,14	0,25	3,51	0,14	0,13	0,31	3,75	0,13	0,14	0,98	3,17	0,14

Pokud hodnoty elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) jsou vyšší než hodnoty ztrátového modulu ( $G''$ ) vykazuje vzorek elastické chování. Tento jev můžeme potvrdit i pomocí výsledků tangentu úhlu fázového posunu, uvedeného v tabulce 1. Hodnoty kontrolního vzorku se ve většině případů neodlišují od ostatních výrobních sad majonézy. Nejvyšší a jediný výrazný nárůst byl zaznamenán u vzorku majonézy s přídavkem 2 % kukuřičného škrobu a 0,3 % xanthanové gumy po 14. dnech skladování ve všech vybraných frekvencích. Při posledním měření (28. den skladování) byla hodnota opět normálu, tedy ve stejných hodnotách, jako měly zbylé výrobní vzorky. Z výsledků vyplývá, že se přídavek xanthanu a kukuřičného škrobu projevil pouze 7 a 14 dnech skladování.

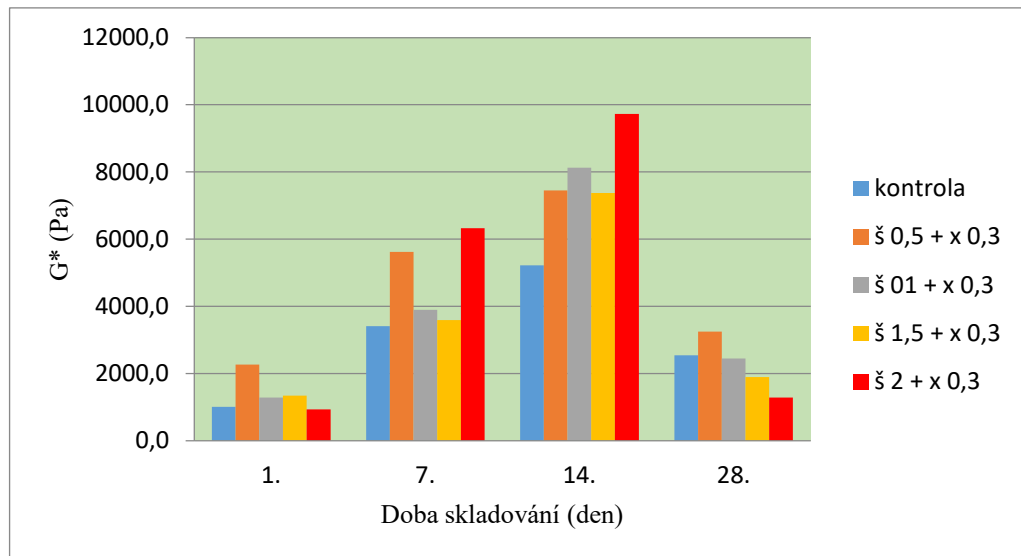
Ze získaných hodnot  $G'$  a  $G''$  byly také sestaveny grafy komplexní modul pružnosti, viz obrázky 47 – 49.



Obrázek 47: Závislost komplexního modulu pružnosti  $G^*$  na době skladování u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu



Obrázek 48: Závislost komplexního modulu  $G^*$  na době skladování u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy v koncentraci 0,1 %



Obrázek 49: Závislost komplexního modulu  $G^*$  na době skladování u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy v koncentraci 0,3 %

Z grafu komplexního modulu pružnosti pro majonézu obsahující pouze škrob zobrazeného na obrázku 47 vyplývá, že během prvních 7 dnů skladování dochází k nárůstu hodnot  $G^*$ . Během následujícího skladovacího pokusu se hodnoty snižují. Kontrolní vzorek majonézy zaznamenal nárůst  $G^*$  až po 14 dnech skladování.

Po aplikaci škrobu společně s 0,1 % xanthanu dochází k nárůstu hodnot komplexního modulu až do 14 dne, stejně jako u kontrolního vzorku, teprve poté hodnoty modulu klesají. Nejvyšší nárůst  $G^*$  je u vzorků s přidavkem 0,5, 1 a 2 % s 0,1 % xanthanu. Modelový vzorek obsahující 1,5 % škrobu a 0,1 % xanthanu vykazuje podobné hodnoty komplexního modulu jako kontrolní vzorek během skladování. Stejný trend nárůstu hodnot je zachován i u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy.

## 6.3 Základní chemická analýza

### 6.3.1 Měření pH

Měření pH probíhalo 1., 7., 14. a 28. den skladování. Bylo prováděno pomocí pH metru Spear vždy 3x pro jednu výrobní sadu. Následně bylo provedeno statistické hodnocení Kruskal-Wallisovým testem.

Celkově se pH v průběhu doby skladování pohybuje v rozmezí 3,79 – 4,02. Během skladovacího pokusu nedocházelo k výrazným změnám při měření pH. Tento trend byl zachován ve všech výrobních sadách, tudíž přidání škrobu a xanthanové gumy v koncentracích jaké byly použity, nemá vliv na hodnotu pH. Po statistickém hodnocení nebyl zaznamenán žádný statisticky významný rozdíl mezi posuzovanými hodnotami pH na hladině významnosti 0,05.

Průměrné hodnoty pH každé výrobní sady jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Hodnoty pH modelových vzorků majonézy v průběhu skladování

vzorek/ den skladování	1	7	14	28
kontrola	3,91 ± 0,07	3,84 ± 0,01	3,92 ± 0,02	3,92 ± 0,02
škrob 0,5 %	3,95 ± 0,03	3,87 ± 0,03	3,94 ± 0,01	3,90 ± 0,01
škrob 1 %	3,87 ± 0,03	3,88 ± 0,04	3,94 ± 0,01	3,88 ± 0,01
škrob 1,5 %	3,92 ± 0,03	3,86 ± 0,02	3,94 ± 0,02	3,85 ± 0,02
škrob 2 %	3,90 ± 0,03	3,89 ± 0,01	3,95 ± 0,01	3,87 ± 0,01
š 0,5 % + x 0,1 %	3,82 ± 0,02	3,92 ± 0,02	3,82 ± 0,03	3,84 ± 0,02
š 1 % + x 0,1 %	4,00 ± 0,01	3,99 ± 0,04	3,97 ± 0,07	3,92 ± 0,01
š 1,5 % + x 0,1 %	3,88 ± 0,01	4,01 ± 0,01	3,96 ± 0,02	3,89 ± 0,01
š 2 % + x 0,1 %	3,87 ± 0,03	3,96 ± 0,01	3,89 ± 0,03	3,87 ± 0,01
š 0,5 % + x 0,3 %	3,84 ± 0,03	3,97 ± 0,01	4,00 ± 0,02	3,89 ± 0,01
š 1 % + x 0,3 %	3,88 ± 0,01	3,96 ± 0,01	3,95 ± 0,04	3,85 ± 0,01
š 1,5 % + x 0,3 %	3,91 ± 0,03	3,95 ± 0,01	3,96 ± 0,03	3,87 ± 0,01
š 2 % + x 0,3 %	3,92 ± 0,02	3,99 ± 0,01	3,94 ± 0,02	3,89 ± 0,01

Dle vyhlášky č. 69/2016 by měla být hodnota pH majonéz nejvýše 4,5. Tuto hodnotu modelové vzorky splňují. Hodnota pH majonézy by měla být tak nízká, z důvodu udržení mikrobiální stability a senzorických vlastností. [2, 5]

Xiong et al., se zabývali vztahem mezi složkami a pH domácí majonézy. Bylo zjištěno, že pH majonézy je určováno hlavně poměrem vajec k octu a klesá se snižujícím se poměrem. Ačkoli má vaječný žloutek, bílek nebo celé vejce různou hodnotu pH je

výsledná hodnota pH výrobku stejná. Sůl a cukr hodnoty pH snižují, zatímco olej a hořčice přispívají ke zvýšení hodnot. Bezpečnou hodnotou pH pro majonézu je dle tohoto článku 4 - 4,5. Po přípravě by měl být produkt udržován při chladících teplotách. [75] Hodnoty pH všech vyrobených vzorků majonézy v rámci této diplomové práce se shodují s citovanými zdroji.

### 6.3.2 Měření stability

Měření stability probíhalo 1., 7., 14. a 28. den skladování. Každá výrobní sada vzorků majonéz byla analyzována 2x, následně byl stanoven průměr hodnot. Průměrné hodnoty stability jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Naměřené hodnoty stability (%) pro modelové vzorky majonézy během doby skladování

vzorek/ den skladování	1	7	14	28
originál	97,80 ± 0,60	98,26 ± 0,18	97,32 ± 0,87	96,50 ± 0,45
škrob 0,5 %	97,04 ± 0,75	99,11 ± 0,77	98,27 ± 0,24	98,66 ± 0,68
škrob 1 %	96,49 ± 1,10	98,04 ± 0,32	97,46 ± 0,30	96,26 ± 0,01
škrob 1,5 %	97,74 ± 0,78	96,13 ± 0,69	97,09 ± 0,27	96,94 ± 1,04
škrob 2 %	94,75 ± 0,28	92,99 ± 5,19	96,87 ± 0,62	95,17 ± 1,19
š 0,5 % + x 0,1 %	99,94 ± 0,04	99,85 ± 0,15	99,70 ± 0,26	99,93 ± 0,01
š 1 % + x 0,1 %	99,08 ± 0,87	99,97 ± 0,01	99,93 ± 0,06	99,92 ± 0,01
š 1,5 % + x 0,1 %	99,87 ± 0,02	99,82 ± 0,14	99,90 ± 0,02	99,96 ± 0,04
š 2 % + x 0,1 %	99,90 ± 0,03	99,86 ± 0,06	99,91 ± 0,03	96,04 ± 0,59
š 0,5 % + x 0,3 %	99,82 ± 0,03	99,79 ± 0,01	99,38 ± 0,54	99,71 ± 0,17
š 1 % + x 0,3 %	99,92 ± 0,04	99,93 ± 0,05	99,02 ± 0,41	99,98 ± 0,02
š 1,5 % + x 0,3 %	95,82 ± 0,40	99,71 ± 0,12	98,92 ± 0,24	98,25 ± 0,11
š 2 % + x 0,3 %	97,55 ± 0,36	99,96 ± 0,01	99,27 ± 0,47	99,2 ± 0,13

Nejnižší naměřenou hodnotu stability během doby skladování vykazuje majonéza obsahující pouze škrob v koncentraci 2 %. Z výsledků vyplývá, že po přidání xanthanové gumy do receptury dochází ke zvýšení stability majonézy. Mírné zvýšení je zaznamenáno i pro majonézu s přídavkem pouze kukuřičného škrobu.

Ve studii Diftis, Biliaderis a Kiosseoglou bylo zjištěno, že začlenění xanthanové gumy do modelových emulzí dresinkových salátů při koncentraci 0,3 % ovlivnilo reologické chování a také stabilitu emulze. Přítomnost xanthanových molekul vedla ke zvýšení soudržnosti vzorku a tím i k navýšení stability. [76]

Dle studie Mozafari et al., byla hodnota stability nízkotučných majonéz zhruba 98 %. [64] Jelikož byla ve vzorcích nahrazena část oleje xanthanovou gumou, je stabilita vzorků

taktéž vysoká. Výsledky stability modelových vzorků majonéz v této diplomové práci odpovídají zjištěním uvedených v literárních publikacích.

## 7 ZÁVĚR

V rámci diplomové práce byl založen experiment s majonézou, jehož cílem bylo zjistit, jaká je nejvhodnější koncentrace přídavku kukuřičného škrobu a xanthanové gumy, aby byly zachovány texturní a reologické vlastnosti klasické komerční majonézy.

Z výsledků praktické části vyplývá:

- z měření pH nelze jednoznačně určit, zda je lepší přidat pouze kukuřičný škrob nebo škrob v kombinaci s xanthanovou gumou. Všechny výrobní sady udržovaly hodnotu pH pod 4,5 odpovídající vyhlášce, tudíž lze použít všechny možnosti.
- na základě měření stability můžeme říct, že lepší je přidání škrobu společně s xanthanovou gumou, kdy se stabilita vzorku zvýšila oproti modelovému vzorku obsahující pouze kukuřičný škrob. Z důvodu menšího výkyvu hodnot  $G'$  a  $G''$  je lepší použít koncentraci 0,1 % xanthanové gumy.
- po provedení texturní analýzy bylo zjištěno, že po přídavku xanthanové gumy dochází ve většině případů k nárůstu všech hodnot, ať už tuhosti, lepivosti nebo žvýkatelnosti. Jelikož je tedy majonéza s xanthanovou gumou pevnější, vychází jako nejlepší možnost přídavek pouze kukuřičného škrobu, který se svými hodnotami podobal kontrolnímu vzorku majonézy se základní recepturou. Nelze ale jednoznačně určit, která konkrétní koncentrace škrobu je nejvhodnější.
- z reologického měření bylo zjištěno, že přídavek 0,1 i 0,3 % xanthanové gumy ovlivňuje i viskoelastické vlastnosti produktu. Xanthan zvyšuje jak viskozitu produktu, tak i krémovitost, a produkt nabírá podobu pevné látky v rámci viskoelastického chování, což u komerční majonézy není žádoucí. Přídavek jen kukuřičného škrobu je vhodnější.

Pro upřesnění, zda je vhodnější přidat pouze kukuřičný škrob nebo škrob společně s xanthanovou gumou, by bylo lepší prodloužit skladovací pokus alespoň o měsíc, aby bylo možné pozorovat, jak se mění texturní a reologické vlastnosti v čase. Lze také zkusit použít jiné koncentrace škrobu a xanthanové gumy, aby byly výsledky jednoznačnější. Další možností je vyzkoušení výroby majonéz pouze s přídavkem xanthanové gumy. Metodami, které byly použity v této práci, bylo zjištěno, že nejvíce se vlastnostmi komerční majonézy podobá vzorek s přídavkem pouze škrobu.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Joffe M. H. *Mayonnaise and salad dressing products* [online]. Chicago: Cornell University Library, 1942 [cit. 2020-04-27]. Online dostupné z:  
<http://reader.library.cornell.edu/docviewer/digital?id=chla2838728#page/6/mode/1up>
- [2] Česko, vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. Online dostupné z:  
<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>
- [3] Bockisch, Michael. *Fats and Oils Handbook - 8.5.1 Legal Basis*. AOCS Press. 1998, Dostupné z:  
<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0068N5H1/fats-oils-handbook/legal-basis>
- [4] Msagati, Titus A. M. *Chemistry of Food Additives and Preservatives - 2.6.4 Ice-Creams*. John Wiley & Sons. 2013. Online dostupné z:  
<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011C1CK1/chemistry-food-additives/ice-creams>
- [5] Hu, Min Jacobsen, Charlotte. *Oxidative Stability and Shelf Life of Foods Containing Oils and Fats - 8.6.1 Mayonnaise*. AOCS Press. 2016. Online dostupné z:  
<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt010VIOG3/oxidative-stability-shelf/mayonnaise>
- [6] Hamm, Wolf Hamilton, Richard J. Calliauw, Gijs. *Edible Oil Processing (2nd Edition) - 8.6.1 Mayonnaise and Dressings*. John Wiley & Sons. 2013. Online dostupné z:  
<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011ARUZ5/edible-oil-processing/mayonnaise-dressings>
- [7] Hejlová, Šárka. *Hygiena a technologie vajec a vaječných výrobků*. Újezd u Brna: Ivan Straka, 2001. ISBN 80-902775-8-6.
- [8] Dostálová, Jana a Pavel Kadlec. *Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2014. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-208-2.
- [9] Krajčová, Jitka. *Zbožíznalství*. Vyd. 4., přeprac. Praha: Vysoká škola hotelová v Praze 8, 2007. ISBN 978-80-86578-68-2.
- [10] Featherstone, Susan. *Complete Course in Canning and Related Processes, Volume 3 - Processing Procedures for Canned Food Products (14th Edition) - 11.3.2 Salad*



- Dressing*. Elsevier. 2016. Online dostupné z:  
<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt010QILQ3/complete-course-in-canning/salad-dressing>
- [11] Depree, J.A a G.P Savage. Physical and flavour stability of mayonnaise. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2001, 12(5-6), 157-163. DOI: 10.1016/S0924-2244(01)00079-6. ISSN 09242244. Online dostupné z:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0924224401000796>
- [12] Liu, H., X.M. Xu a Sh.D. Guo. Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2007, 40(6), 946-954. DOI: 10.1016/j.lwt.2006.11.007. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643806003057>
- [13] Thomareisa, Apostolos S. a Soumela Chatziantoniou. Evaluation of the Consistency of Low-Fat Mayonnaise by Squeezing Flow Viscometry. *Procedia Food Science* [online]. 2011, 1, 1997-2002 DOI: 10.1016/j.profoo.2011.09.294. ISSN 2211601X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211601X11002951>
- [14] Norn, Viggo. (2015). *Emulsifiers in Food Technology (2nd Edition) - 7.8.1.2 Mayonnaise-Like Products and Dressings*. John Wiley & Sons. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011BMWG4/emulsifiers-in-food-technology/mayonnaise-like-products>
- [15] Talbot, Geoff. (2011). *Reducing Saturated Fats in Foods - 2.2 Perception of Fat*. Woodhead Publishing. Online dostupné z:  
<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0094COZO/reducing-saturated-fats/perception-of-fat>
- [16] Park, Jong Jin, Ibukunoluwa Fola Olawuyi a Won Young Lee. Characteristics of low-fat mayonnaise using different modified arrowroot starches as fat replacer. *International Journal of Biological Macromolecules* [online]. 2020, 153, 215-223 DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.02.331. ISSN 01418130. Online dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0141813019397727>
- [17] Ma, Zhen a Joyce I. Boye. Advances in the Design and Production of Reduced-Fat and Reduced-Cholesterol Salad Dressing and Mayonnaise: A Review. *Food and Bioprocess Technology* [online]. 2013, 6(3), 648-670. DOI: 10.1007/s11947-012-

- 1000-9. ISSN 1935-5130. Online dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11947-012-1000-9>
- [18] American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.. *2014 ASHRAE Handbook - Refrigeration (SI Edition) - 34.9.2 Pasteurization*. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE). Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00U6DOC2/ashrae-handbook-refrigeration/pasteurization>
- [19] Státní zdravotní ústav, *sušení rozprašováním*, obrázek, [online] [2020-27-04]. Online dostupné z: [http://www.szu.cz/uploads/documents/szu/akce/materialy/10.10.2019/Vlasakova\\_spolu\\_prace\\_S\\_Bareilly\\_10\\_10\\_2019.pdf](http://www.szu.cz/uploads/documents/szu/akce/materialy/10.10.2019/Vlasakova_spolu_prace_S_Bareilly_10_10_2019.pdf)
- [20] Rizvi, Syed S. H.. *Separation, Extraction and Concentration Processes in the Food, Beverage and Nutraceutical Industries - 12.10 The Egg Products Industry and Composition of Egg Products*. 2010. Woodhead Publishing. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00950D9K/separation-extraction/egg-products-industry>
- [21] Fernandes, Rhea. *Microbiology Handbook - Meat Products (2nd Edition) - 6.6.4 Frozen Egg*. Royal Society of Chemistry. 2009. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00AAWIZ6/microbiology-handbook-2/pathogens-growth-frozen-egg>
- [22] Eliasson, Ann-Charlotte. *Starch in Food - Structure, Function and Applications - 12.6.2.8 Mayonnaise and Salad Dressings*. 2004. Elsevier. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt01106LM2/starch-in-food-structure/mayonnaise-salad-dressings>
- [23] Bhandari, Bhesh Bansal, Nidhi Zhang, Min Schuck, Pierre. *Handbook of Food Powders - Processes and Properties - 19.5.7 Dietary Food*. 2013. Woodhead Publishing. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C5BJ39/handbook-food-powders/dietary-food>

- [24] Akoh, Casimir C. Lai, Oi-Ming. *Healthful Lipids - 3.1.1 Food Products*. AOCS Press. 2005. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0068P061/healthful-lipids/food-products>
- [25] Česko, vyhláška č. 397/2016 Sb., o požadavcích na mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. Online dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-397>
- [26] Hernandez, Ernesto M. Kamal-Eldin, Afaf. (2013). *Processing and Nutrition of Fats and Oils - 5.4.3.1 Margarine*. John Wiley & Sons. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011BXHT5/processing-nutrition/margarine>
- [27] Daun, James K. Neskin, . A. Michael Hickling, Dave. *Canola - Chemistry, Production, Processing and Utilization - 7.5.1.2 Salad Oil, Salad Dressings, Mayonnaises, and Cooking Oil Uses*. AOCS Press. 2011. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00AQ4S41/canola-chemistry-production/salad-oil-salad-dressings>
- [28] Česko, vyhláška č. 398/2016 Sb., o požadavcích na koření, jedlou sůl, dehydratované výrobky, ochucovadla, studené omáčky, dresinky a hořčici. Online dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-398>
- [29] Česko, vyhláška č. 248/2018 Sb., o požadavcích na nápoje, kvasný ocet a droždí. Online dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-248>
- [30] Xia, Ting, Bo Zhang, Wenhui Duan, Jin Zhang a Min Wang. Nutrients and bioactive components from vinegar: A fermented and functional food. *Journal of Functional Foods* [online]. 2020, 64 [cit. 2020-03-20]. DOI: 10.1016/j.jff.2019.103681. ISSN 17564646. Online dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S175646461930605X>
- [31] Česko, vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Online dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-252>
- [32] Motarjemi, Yasmine Lelieveld, Huub. *Food Safety Management - A Practical Guide for the Food Industry - 14.2 Definitions for Water*. Elsevier. 2014. Online dostupné z:

- <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C6I8K1/food-safety-management/definitions-water>
- [33] Klemeš, Jiri Smith, Robin Kim, Jin-Kuk. *Handbook of Water and Energy Management in Food Processing - 11.1.3 Water Use by Food Processors*. Woodhead Publishing. 2008. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0061P0U1/handbook-water-energy/water-use-by-food-processors>
- [34] Berk, Zeki. *Food Process Engineering and Technology (3rd Edition) - 1.7.1 The Importance of Water in Foods*. Elsevier. 2018. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt011Q17V1/food-process-engineering/importance-water-in-foods>
- [35] Kutz, Myer. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering (3rd Edition) - 14.2 Water in Foods*. Elsevier. 2019. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt012283KM/handbook-farm-dairy-food/water-in-foods>
- [36] Česko, vyhláška č. 76/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro přírodní sladidla, med, cukrovinky, kakaový prášek a směsi kakaa s cukrem, čokoládu a čokoládové bonbony. Online dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2003-76>
- [37] Spillane, William J.. *Optimising Sweet Taste in Foods - 7.5 Sugar Functionality in Food Products*. Woodhead Publishing. 2006. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt003ZFF55/optimising-sweet-taste/sugar-functionality-in>
- [38] *Přídavné látky (aditiva)* [online] [2020-28-04]. Online dostupné z: <https://www.szpi.gov.cz/clanek/pridatne-latky-aditiva.aspx>
- [39] Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1333/2008 o potravinářských přídatných látkách. Online dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32008R1333>
- [40] *Zahušřovadla* [online] [2020-28-04]. Online dostupné z: <http://aditiva.sweb.cz/>
- [41] Paananen, Outi. *Effects of Changes in Production on Stability of Mayonnaise*. 2017. PhD Thesis. Thesis. University of Turku. Online dostupné z:

- [https://scholar.google.cz/scholar?cluster=12228781512836852828&hl=cs&as\\_sdt=2005&scioldt=0,5](https://scholar.google.cz/scholar?cluster=12228781512836852828&hl=cs&as_sdt=2005&scioldt=0,5)
- [42] SMITH, J. Scott a Y. H. HUI. : *Food Processing: Principles and Application*. USA: Blackwell Publishing, 2004. ISBN 0-8138-1942-3.
- [43] Kerkhofs, Stef, Heiko Lipkens, Firmin Velghe, Pieter Verlooy a Johan A. Martens. Mayonnaise production in batch and continuous process exploiting magnetohydrodynamic force. *Journal of Food Engineering* [online]. 2011, 106(1), 35-39 [cit. 2020-03-23]. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2011.04.003. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877411001853>
- [44] Subramaniam, Persis. *Stability and Shelf Life of Food (2nd Edition) - 1.3.2 Extrinsic Factors*. Elsevier. 2016. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00CRS9R1/stability-shelf-life/extrinsic-factors>
- [45] Kadlec, Pavel, Karel Melzoch a Michal Voldřich. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-145-0.
- [46] Šolcová, Olga a Martina Matějková. *Není éčko jako éčko*. Praha: Středisko společných činností AV ČR, v.v.i., pro Kancelář Akademie věd ČR, 2017. ISBN 978-80-200-2718-4.
- [47] Sworn, G. Xanthan gum. *Handbook of Hydrocolloids* [online]. Elsevier, 2009, 2009, s. 186-203 [cit. 2020-04-06]. DOI: 10.1533/9781845695873.186. ISBN 9781845694142. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9781845694142500084>
- [48] Grumezescu, Alexandru Mihai. *Food Preservation - Nanotechnology in the Agri-Food Industry, Volume 6 - 15.2.1 Oxygen*. Elsevier. 2017. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt0114HSGA/food-preservation-nanotechnology/oxygen>
- [49] *Kukuřice* [online] [2020-28-04]. Online dostupné z: <https://cit.vfu.cz/vegetabilie/plodiny/czech/kukurice.htm>
- [50] Kučerová, Jindřiška, Miloš Pelikán a Luděk Hřivna. *Zpracování a zbožiznalství rostlinných produktů*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-088-6.

- [51] García-Ochoa, F, V.E Santos, J.A Casas a E Gómez. Xanthan gum: production, recovery, and properties. *Biotechnology Advances* [online]. 2000, 18(7), 549-579 [cit. 2020-04-06]. DOI: 10.1016/S0734-9750(00)00050-1. ISSN 07349750. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0734975000000501>
- [52] Phillips, G.O. Williams, P.A. *Handbook of Hydrocolloids (2nd Edition) - 8.3 Structure*. Woodhead Publishing. 2009. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt006R7NH1/handbook-hydrocolloids/xanthan-gum-structure>
- [53] Feiner, Gerhard. *Meat Products Handbook - Practical Science and Technology - 5.3.3 Carrageenan (E 407 and E 407a)*. Woodhead Publishing. 2006. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C5TGY1/meat-products-handbook/carrageenan-e-407-e-407a>
- [54] Katzbauer, Barbara. Properties and applications of xanthan gum. *Polymer Degradation and Stability* [online]. 1998, 59(1-3), 81-84 [cit. 2020-04-06]. DOI: 10.1016/S0141-3910(97)00180-8. ISSN 01413910. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0141391097001808>
- [55] Hargreaves, Tony. *Chemical Formulation - An Overview of Surfactant-Based Preparations Used in Everyday Life - 2.6.1 Stability of Emulsions*. Royal Society of Chemistry. 2003. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C5HVWC/chemical-formulation/stability-emulsions>
- [56] Skibsted, Leif H. Risbo, Jens Andersen, Mogens L.. *Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages - 1.1 Introduction: Oxidative Rancidity and Food Quality*. Woodhead Publishing. 2010. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt008HR0F2/chemical-deterioration/introduction-oxidative>
- [57] Velíšek, Jan a Jana Hajšlová. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-15-2.
- [58] Brown, Martyn. *Chilled Foods - A Comprehensive Guide (3rd Edition) - 19.4.2 Water Activity*. Woodhead Publishing. 2008. Online dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt006QZB31/chilled-foods-comprehensive/water-activity>

- [59] Carle, Reinhold Schweiggert, Ralf M.. *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages - Industrial Applications for Improving Food Color - 7.3.1 Water Activity*. Elsevier. 2016. Online dostupné z:  
<https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt010Y8V51/handbook-natural-pigments/water-activity>
- [60] *Aktivita vody* [online] [2020-28-04]. Online dostupné z:  
<https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76457.aspx>
- [61] Anonym. Křivka texturní profilové analýzy. [online] [cit. 2020-05-05], software Texture Exponent Lite (Stable Micro Systeme, Ltd.).
- [62] Rosenthal, Andrew J. *Food texture: measurement and perception*. Gaithersburg, Md.: Aspen Publishers, 1999. ISBN 0-8342-1238-2.
- [63] Maruyama, Kentaro et al., 2007. Relationship between Rheology, Particle Size and Texture of Mayonnaise. *Food Science and Technology Research*. 13(1), 1-6. DOI: 10.3136/fstr.13.1. ISSN 1344-6606. Dostupné také z:  
<http://joi.jlc.jst.go.jp/JST.JSTAGE/fstr/13.1?from=CrossRef>
- [64] Mozafari, H. R., E. Hosseini, M. Hojjatoleslami, G. Hossein mohebbi a N. Jannati. Optimization low-fat and low cholesterol mayonnaise production by central composite design. *Journal of Food Science and Technology* [online]. 2017, 54(3), 591-600 [cit. 2020-04-20]. DOI: 10.1007/s13197-016-2436-0. ISSN 0022-1155. Dostupné z:  
<http://link.springer.com/10.1007/s13197-016-2436-0>
- [65] Olsson, Viktoria et al., 2018. The Effect of Emulsion Intensity on Selected Sensory and Instrumental Texture Properties of Full-Fat Mayonnaise. *Foods*. 7(1). DOI: 10.3390/foods7010009. ISSN 2304-8158. Dostupné také z:  
<http://www.mdpi.com/2304-8158/7/1/9>
- [66] *Betaglukan v majonéze* [online] [2020-23-04]. Online dostupné z:  
<https://www.superionherbs.cz/betaglukan/>
- [67] Bortnowska, Grażyna, and Anetta Makiewicz. *Technological utility of guar gum and xanthan for production of low-fat inulin-enriched mayonnaise*. Acta Sci.Pol. Technol. Aliment. 5.2 (2006): 135-146. Online dostupné z:  
<http://www.food.actapol.net/volume5/issue2/abstract-13.html>

- [68] Szczesniak, A. S. (2002): Texture in a sensory property. *Food Quality and preference*, 13 (4): 215-225. ISSN 0950-3293.
- [69] Thaiudom, Siwatt a Kallaya khantarat. Stability and rheological properties of fat-reduced mayonnaises by using sodium octenyl succinate starch as fat replacer. *Procedia Food Science* [online]. 2011, 1, 315-321 [2020-23-04]. DOI: 10.1016/j.profoo.2011.09.049. ISSN 2211601X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2211601X11000502>
- [70] Ma, L. a G.V. Barbosa-Cánovas. Rheological characterization of mayonnaise. Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations. *Journal of Food Engineering* [online]. 1995, 25(3), 409-425 [cit. 2020-04-23]. DOI: 10.1016/0260-8774(94)00010-7. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/0260877494000107>
- [71] Moros, J. E., J. M. Franco a C. Gallegos. Rheological properties of cholesterol-reduced, yolk-stabilized mayonnaise. *Journal of the American Oil Chemists' Society* [online]. 2002, 79(8), 837-843 [cit. 2020-05-02]. DOI: 10.1007/s11746-002-0567-6. ISSN 0003021X. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1007/s11746-002-0567-6>
- [72] Lee, Inae, Sanghoon Lee, Nara Lee a Sanghoon Ko. Reduced-Fat Mayonnaise Formulated with Gelatinized Rice Starch and Xanthan Gum. *Cereal Chemistry Journal* [online]. 2013, 90(1), 29-34 [cit. 2020-05-02]. DOI: 10.1094/CCHEM-03-12-0027-R. ISSN 0009-0352. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1094/CCHEM-03-12-0027-R>
- [73] Peressini, Donatella, Alessandro sensidoni a Bruno De cindio. Rheological characterization of traditional and light mayonnaises. *Journal of Food Engineering* [online]. 1998, 35(4), 409-417 DOI: 10.1016/S0260-8774(98)00032-6. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877498000326>
- [74] Tabilo-Munizaga, Gipsy a Gustavo V. Barbosa-Cánovas. Rheology for the food industry. *Journal of Food Engineering* [online]. 2005, 67(1-2), 147-156. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2004.05.062. ISSN 02608774. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0260877404003401>
- [75] Xiong, R., G. Xie a A.S. Edmondson. Modelling the pH of mayonnaise by the ratio of egg to vinegar. *Food Control* [online]. 2000, 11(1). DOI: 10.1016/S0956-



7135(99)00064-X. ISSN 09567135. Dostupné z:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S095671359900064X>

- [76] Diftis, N.G., C.G. Biliaderis a V.D. Kiosseoglou. Rheological properties and stability of model salad dressing emulsions prepared with a dry-heated soybean protein isolate–dextran mixture. *Food Hydrocolloids* [online]. 2005, 19(6), 1025-1031. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2005.01.003. ISSN 0268005X. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268005X05000287>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

$a_w$	aktivita vody
$^{\circ}\text{C}$	stupeň Celsia
$G'$	elastický modul pružnosti
$G''$	ztrátový modul pružnosti
$G^*$	komplexní modul pružnosti
M	majonéza
$\text{ot}\cdot\text{min}^{-1}$	počet otáček za minutu
Pa	Pascal
%	procento
S	stabilita
Š	kukuřičný škrob
$\tan \delta$	tangens úhlu fázového posunu
UV	ultrafialové záření
X	xanthanová guma

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Sprejová sušárna (vejce) [19].....	14
Obrázek 2: Dávkovací proces výroby majonézy - upraveno dle zdroje [41] .....	21
Obrázek 3: Kontinuální proces výroby majonézy – upraveno dle zdroje [41].....	21
Obrázek 4: Koloidní mlýnek [41].....	23
Obrázek 5: Chemická struktura xanthanové gumy [52] .....	27
Obrázek 6: Balení kukuřičného škrobu .....	34
Obrázek 7: Balení xanthanové gumy.....	34
Obrázek 8: Vzhled majonézy s kukuřičným škrobem .....	35
Obrázek 9: Vzhled majonézy s kukuřičným škrobem a xanthanovou gumou .....	35
Obrázek 10: Vzorový graf závislosti působení síly deformace na čase pro kompresi [61].	36
Obrázek 11: Závislost tuhosti majonézy obsahující škrob na době skladování .....	39
Obrázek 12: Závislost tuhosti majonézy obsahující xanthanovou gumu v koncentraci 0,1 % a škrob na době skladování.....	39
Obrázek 13: Závislost tuhosti majonézy obsahující xanthanovou gumu v koncentraci 0,3 % a škrob na době skladování.....	40
Obrázek 14: Závislost soudržnosti majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu.....	41
Obrázek 15: Závislost soudržnosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanu na době skladování .....	41
Obrázek 16: Závislost soudržnosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanu na době skladování .....	42
Obrázek 17: Závislost pružnosti majonézy s přidavkem škrobu v průběhu skladování.....	43
Obrázek 18: Závislost pružnosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy v průběhu skladování .....	43
Obrázek 19: Závislost pružnosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy v průběhu skladování .....	44
Obrázek 20: Průběh lepivosti majonéz s přidavkem kukuřičného škrobu během skladování .....	45
Obrázek 21: Průběh lepivosti majonéz s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy během skladování .....	45
Obrázek 22: Průběh lepivosti majonéz s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy během skladování .....	46
Obrázek 23: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po výrobě .....	47
Obrázek 24: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy po výrobě .....	48
Obrázek 25: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy po výrobě .....	48

Obrázek 26: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po výrobě .....	49
Obrázek 27: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gummy po výrobě .....	50
Obrázek 28: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gummy po výrobě.....	50
Obrázek 29: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 7 dnech skladování .....	51
Obrázek 30: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,1 %) po 7 dnech skladování .....	52
Obrázek 31: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,3 %) po 7 dnech skladování .....	52
Obrázek 32: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 7 dnech skladování .....	53
Obrázek 33: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,1 %) po 7 dnech skladování .....	53
Obrázek 34: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,3 %) po 7 dnech skladování .....	54
Obrázek 35: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 14 dnech skladování .....	55
Obrázek 36: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,1 %) po 14 dnech skladování.....	55
Obrázek 37: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,3 %) po 14 dnech skladování.....	56
Obrázek 38: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 14 dnech skladování .....	57
Obrázek 39: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,1 %) po 14 dnech skladování .....	57
Obrázek 40: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,3 %) po 14 dnech skladování .....	58
Obrázek 41: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 28 dnech skladování .....	59
Obrázek 42: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gummy (0,1 %) po 28 dnech skladování.....	60

- Obrázek 43: Závislost elastického modulu pružnosti ( $G'$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,3 %) po 28 dnech skladování..... 60
- Obrázek 44: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu po 28 dnech skladování ..... 61
- Obrázek 45: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,1 %) po 28 dnech skladování ..... 61
- Obrázek 46: Závislost ztrátového modulu pružnosti ( $G''$ ) na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy (0,3 %) po 28 dnech skladování..... 62
- Obrázek 47: Závislost komplexního modulu pružnosti  $G^*$  na době skladování u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu ..... 66
- Obrázek 48: Závislost komplexního modulu  $G^*$  na době skladování u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy v koncentraci 0,1 % ..... 66
- Obrázek 49: Závislost komplexního modulu  $G^*$  na době skladování u modelových vzorků majonézy s přidavkem kukuřičného škrobu a xanthanové gumy v koncentraci 0,3 % ..... 67

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: $\tan \delta$ vzorků majonézy pro frekvenci 0,1; 1 a 10 Hz během doby skladování..	65
Tabulka 2: Hodnoty pH modelových vzorků majonézy v průběhu skladování .....	68
Tabulka 3: Naměřené hodnoty stability (%) pro modelové vzorky majonézy během doby skladování .....	69

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Závislost žvýkatelnosti majonézy s přidavkem škrobu v průběhu skladování

Příloha P II: závislost žvýkatelnosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy v průběhu skladování

PŘÍLOHA P III: Závislost žvýkatelnosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy v průběhu skladování

PŘÍLOHA P IV: Závislost gumovitosti majonézy s přidavkem škrobu během skladování

PŘÍLOHA P V: Závislost gumovitosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy během skladování

PŘÍLOHA P VI: Závislost gumovitosti majonézy s přidavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gumy během skladování

PŘÍLOHA p VII: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu po výrobě

PŘÍLOHA P VIII: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu po 7 dnech skladování

PŘÍLOHA P IX: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu po 14 dnech skladování

PŘÍLOHA P X: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu po 28 dnech skladování

PŘÍLOHA P XI: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy po výrobě

PŘÍLOHA P XII: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy 7. den skladování

PŘÍLOHA P XII: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy 14. den skladování

PŘÍLOHA P XIII: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy 14. den skladování

PŘÍLOHA P XIV: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přidavkem škrobu a 0,1 % xanthanové gumy 28. den skladování

PŘÍLOHA P XV: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přídavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gummy po výrobě

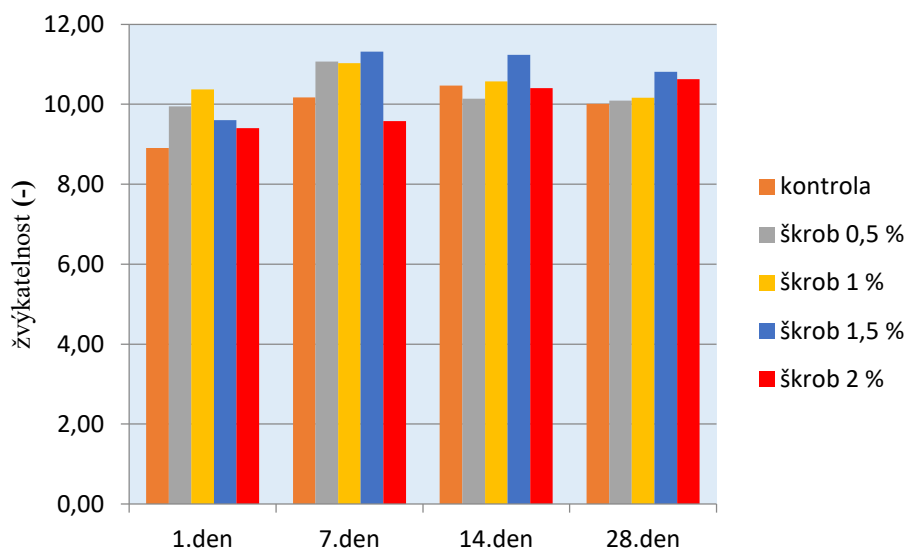
PŘÍLOHA P XVI: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přídavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gummy 7. den skladování

PŘÍLOHA P XVII: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přídavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gummy 14. den skladování

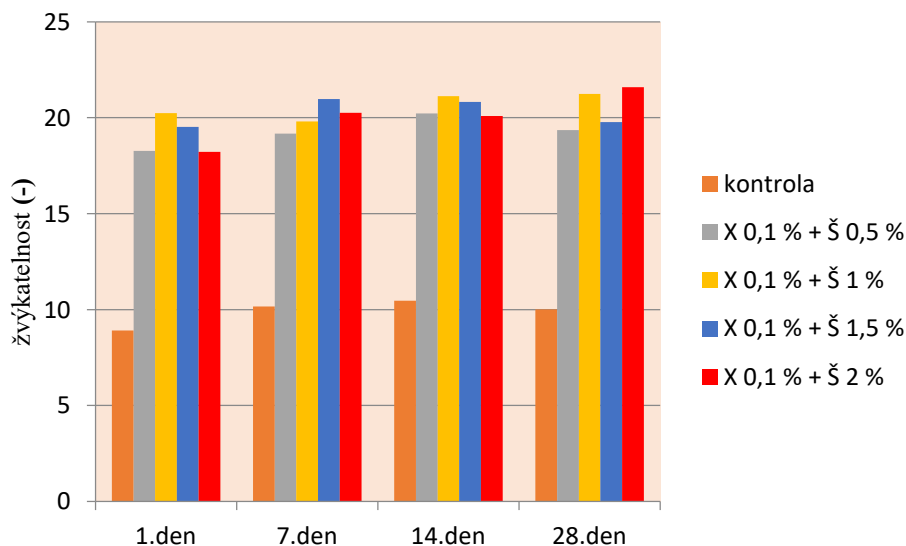
PŘÍLOHA P XVIII: Závislost viskozity na frekvenci u modelových vzorků majonézy s přídavkem škrobu a 0,3 % xanthanové gummy 28. den skladování



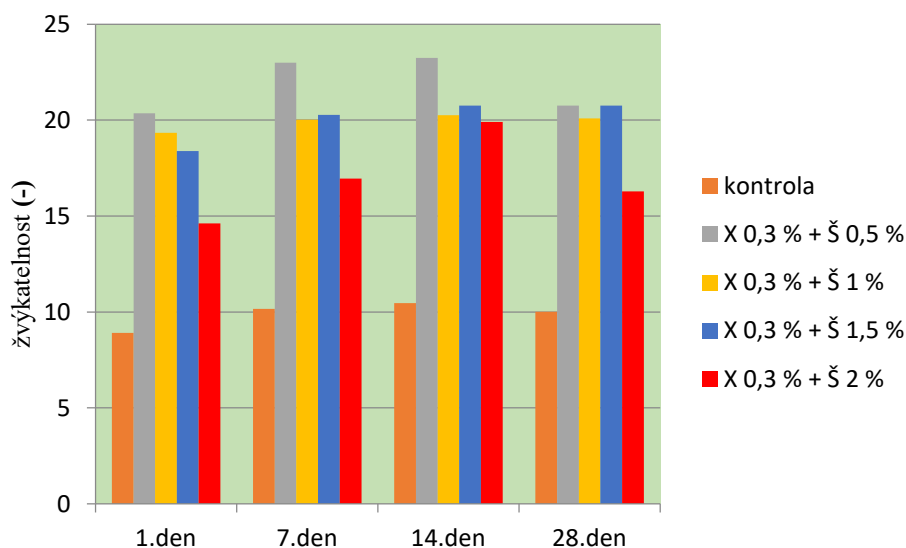
**PŘÍLOHA P I: ZÁVISLOST ŽVÝKATELNOSTI MAJONÉZY  
S PŘÍDAVKEM ŠKROBU V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ**



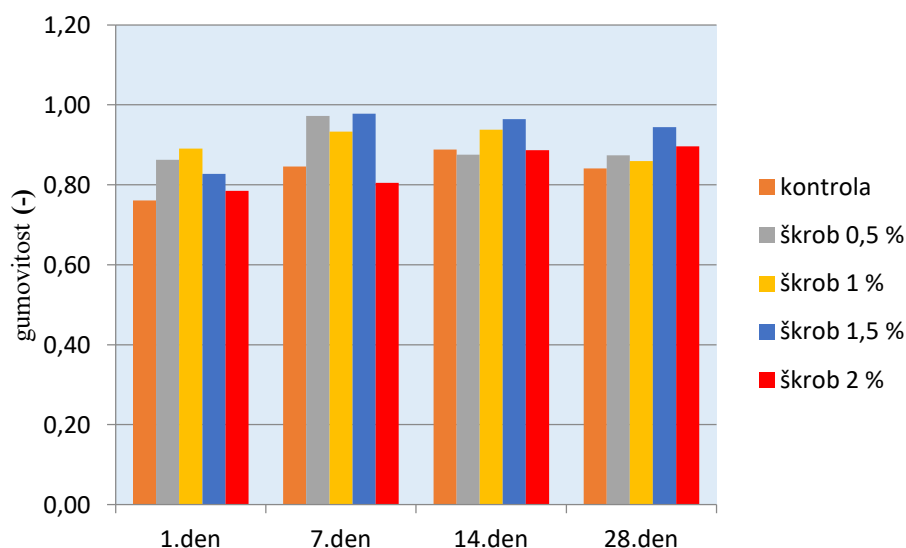
**PŘÍLOHA P II: ZÁVISLOST ŽVÝKATELNOSTI MAJONÉZY  
S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A 0,1 % XANTHANOVÉ GUMY  
V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ**



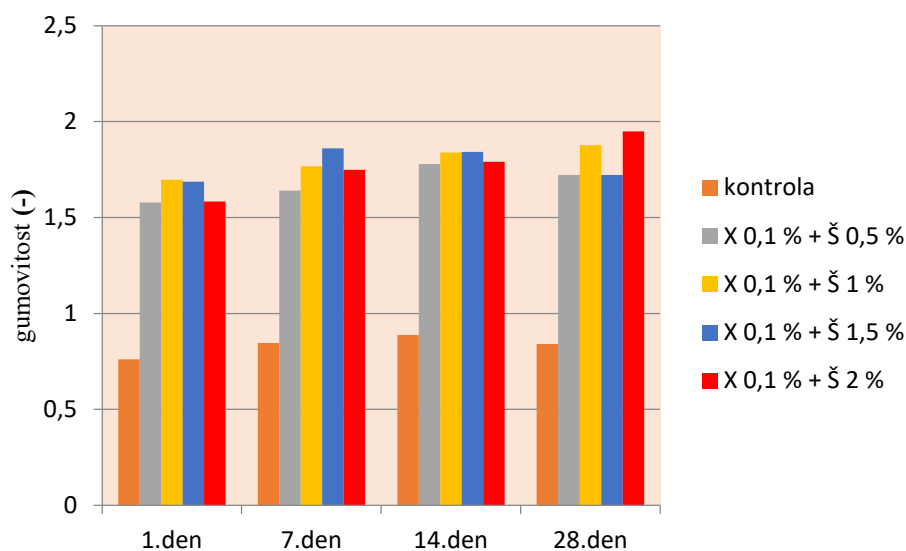
**PŘÍLOHA P III: ZÁVISLOST ŽVÝKATELNOSTI MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A 0,3 % XANTHANOVÉ GUMY V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ**



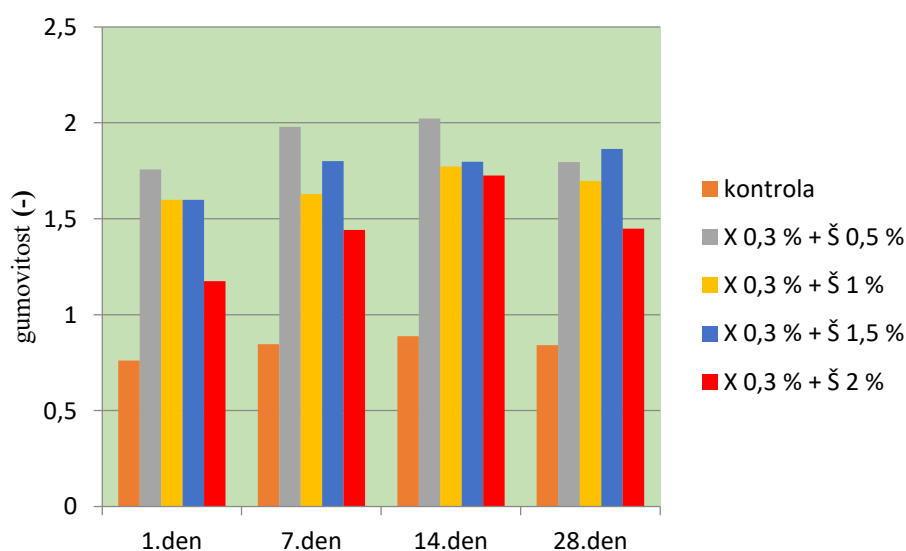
**PŘÍLOHA P IV: ZÁVISLOST GUMOVITOSTI MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU BĚHEM SKLADOVÁNÍ**



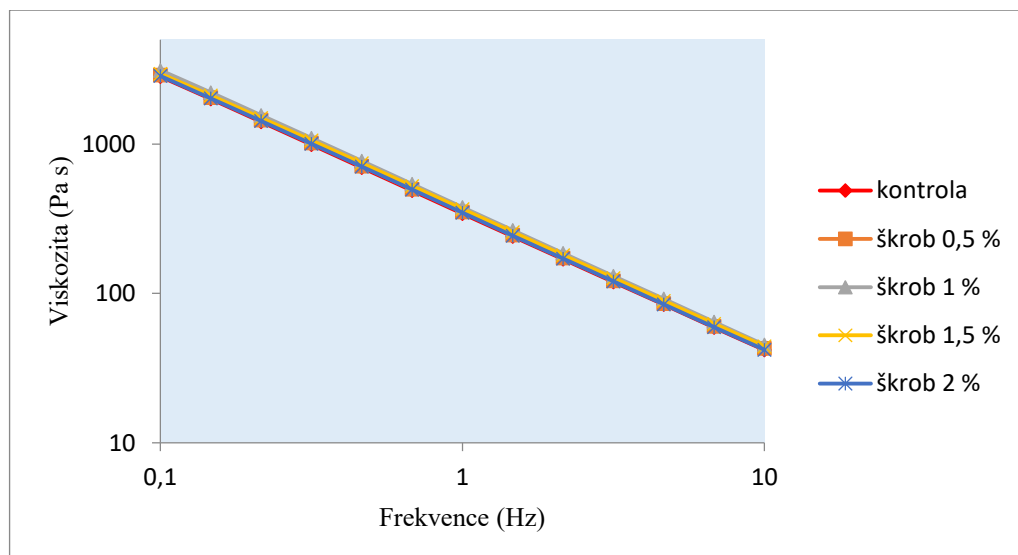
## PŘÍLOHA P V: ZÁVISLOST GUMOVITOSTI MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A 0,1 % XANTHANOVÉ GUMY BĚHEM SKLADOVÁNÍ



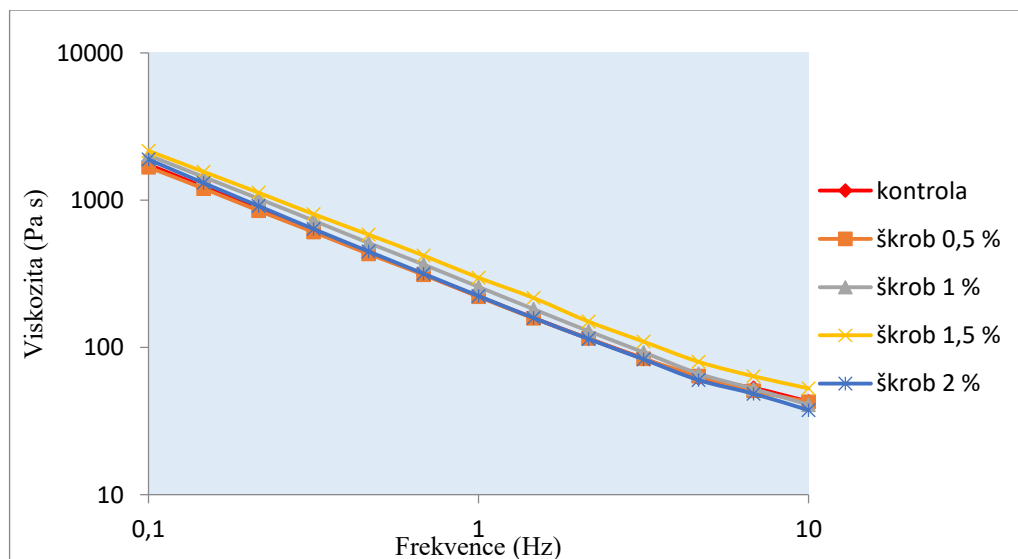
## PŘÍLOHA P VI: ZÁVISLOST GUMOVITOSTI MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A 0,3 % XANTHANOVÉ GUMY BĚHEM SKLADOVÁNÍ



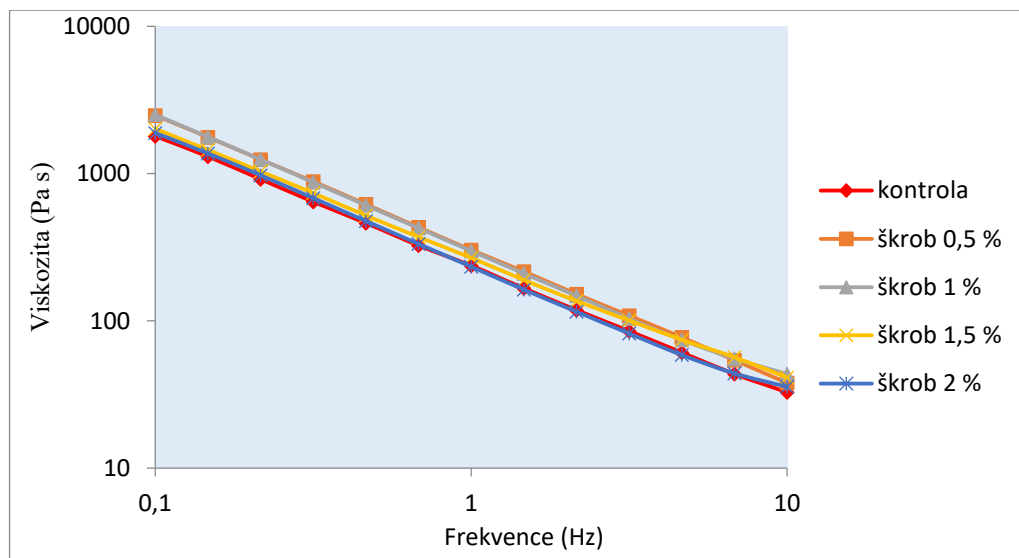
## PŘÍLOHA P VII: ZÁVISLOST VISKOZITY NA FREKVENCI U MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU PO VÝROBĚ



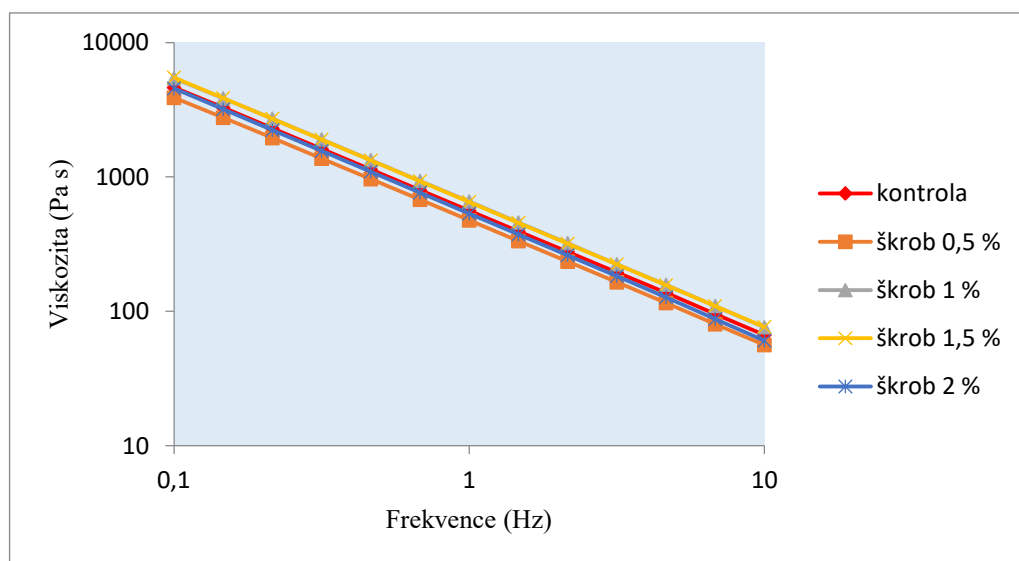
## PŘÍLOHA P VIII: ZÁVISLOST VISKOZITY NA FREKVENCI U MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU PO 7 DNECH SKLADOVÁNÍ



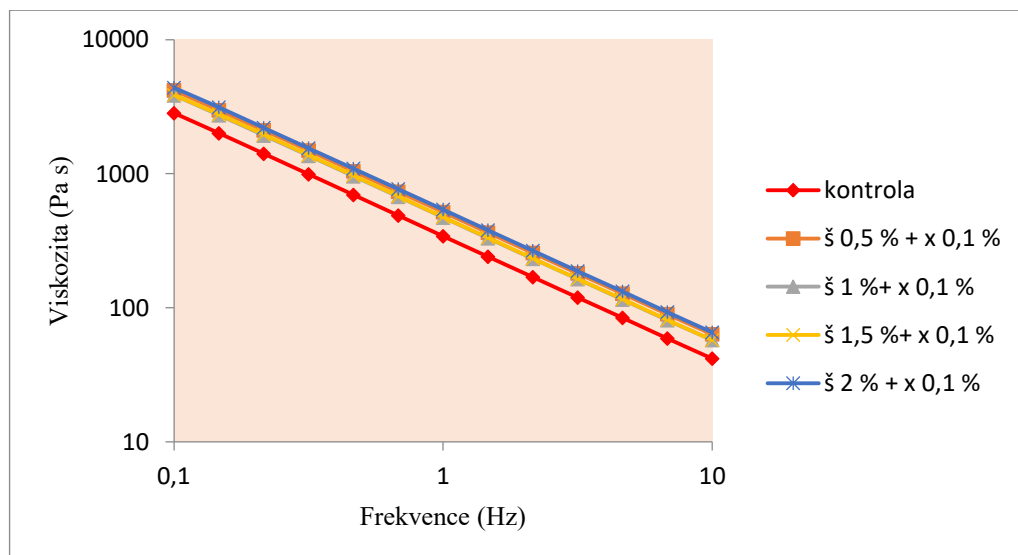
**PŘÍLOHA P IX: ZÁVISLOST VIZKOZITY NA FREKVENCI U  
MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU  
PO 14 DNECH SKLADOVÁNÍ**



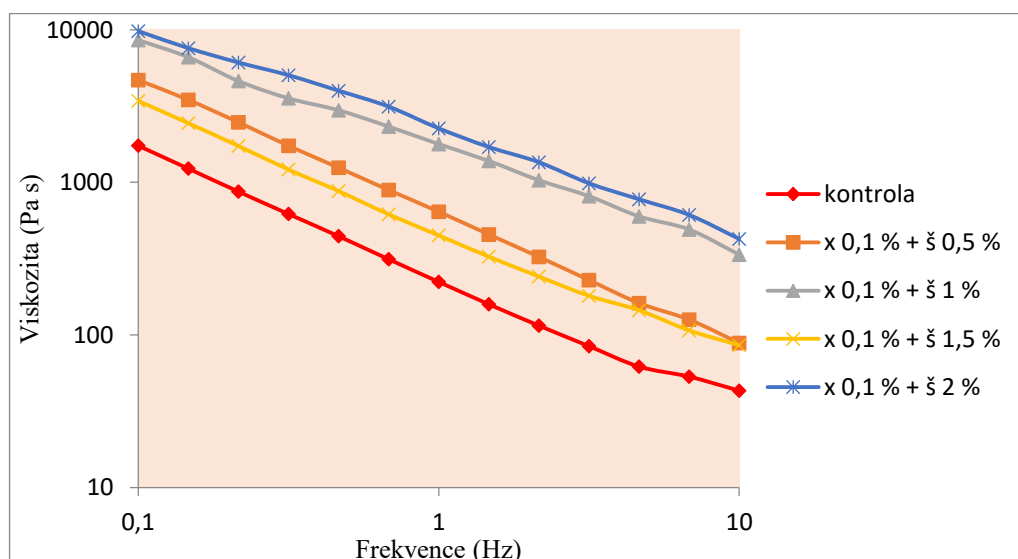
**PŘÍLOHA P X: ZÁVISLOST VIZKOZITY NA FREKVENCI U  
MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU  
PO 28 DNECH SKLADOVÁNÍ**



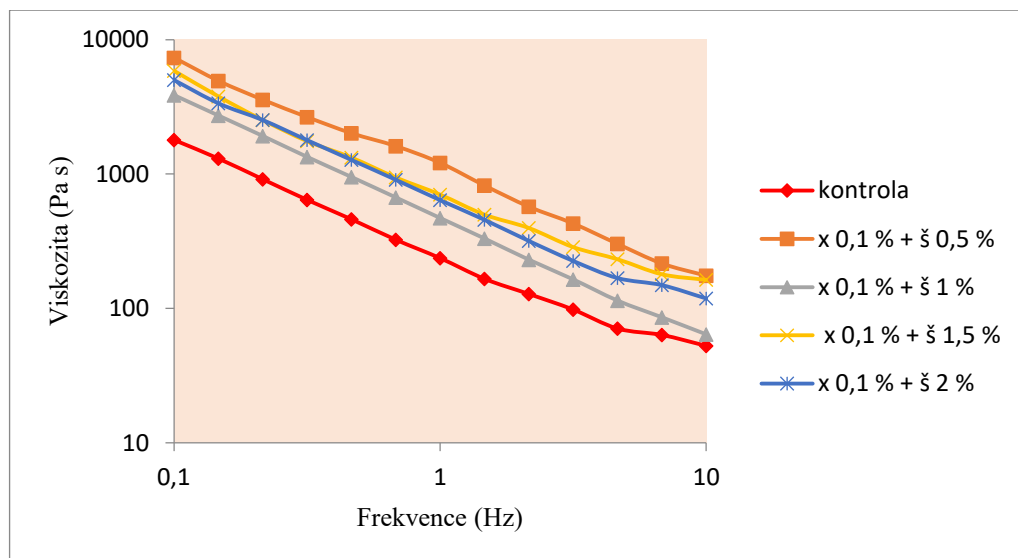
**PŘÍLOHA P XI: ZÁVISLOST VIZKOZITY NA FREKVENCI U MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A 0,1 % XANTHANOVÉ GUMY PO VÝROBĚ**



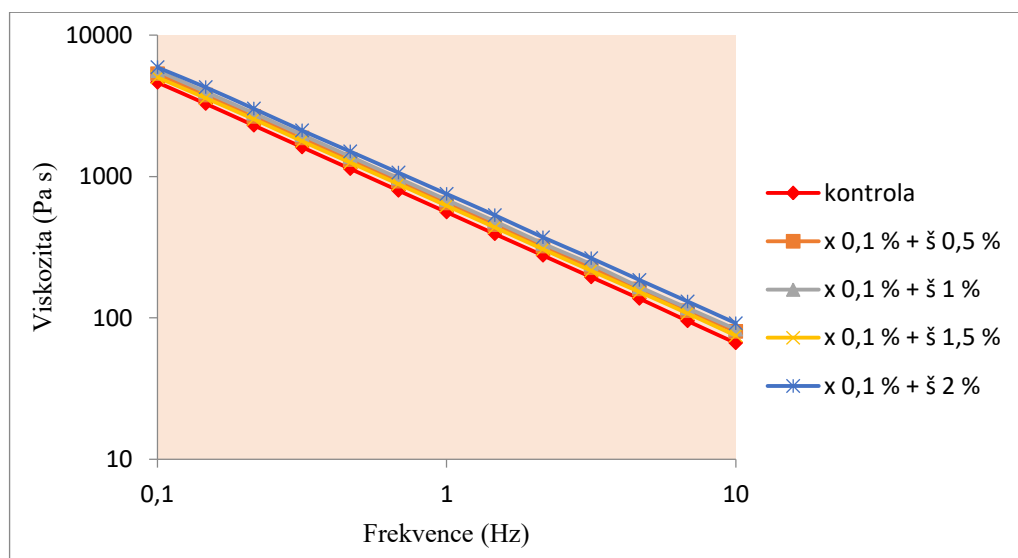
**PŘÍLOHA P XII: ZÁVISLOST VIZKOZITY NA FREKVENCI U MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A 0,1 % XANTHANOVÉ GUMY 7. DEN SKLADOVÁNÍ**



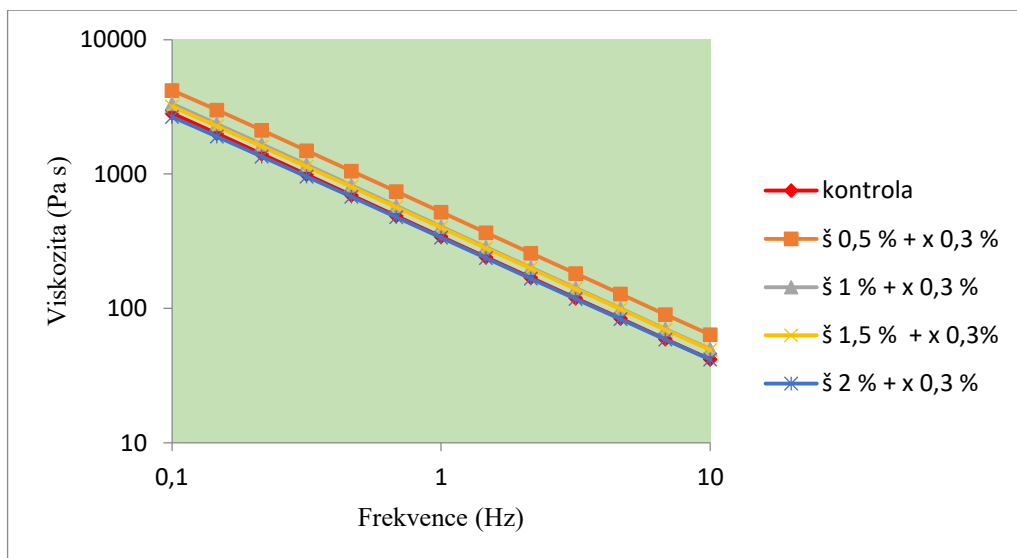
**PŘÍLOHA P XIII: ZÁVISLOST VISKOZITY NA FREKVENCI U MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A 0,1 % XANTHANOVÉ GUMY 14. DEN SKLADOVÁNÍ**



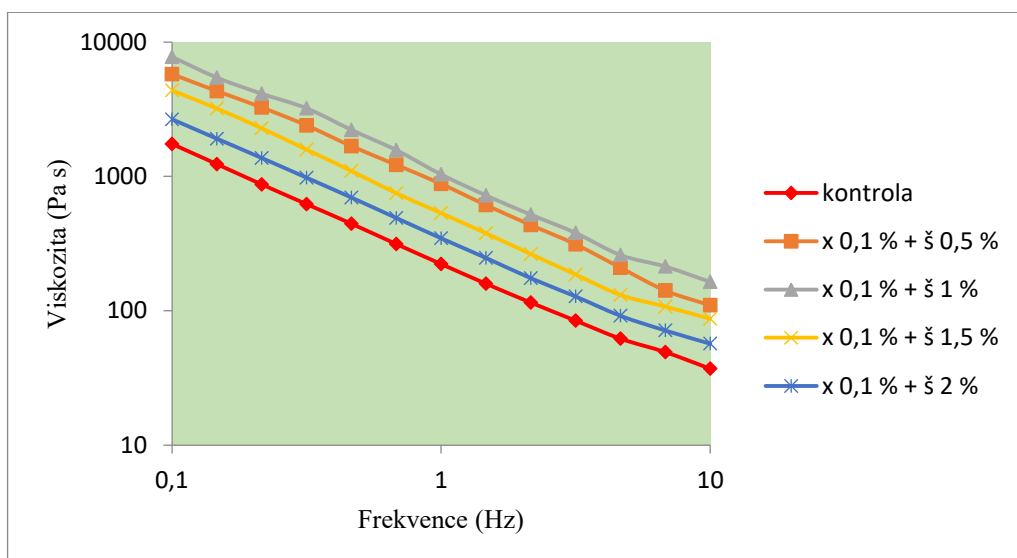
**PŘÍLOHA P XIV: ZÁVISLOST VISKOZITY NA FREKVENCI U MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A 0,1 % XANTHANOVÉ GUMY 28. DEN SKLADOVÁNÍ**



## PŘÍLOHA P XV: ZÁVISLOST VISKOZITY NA FREKVENCI U MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A 0,3 % XANTHANOVÉ GUMY PO VÝROBĚ

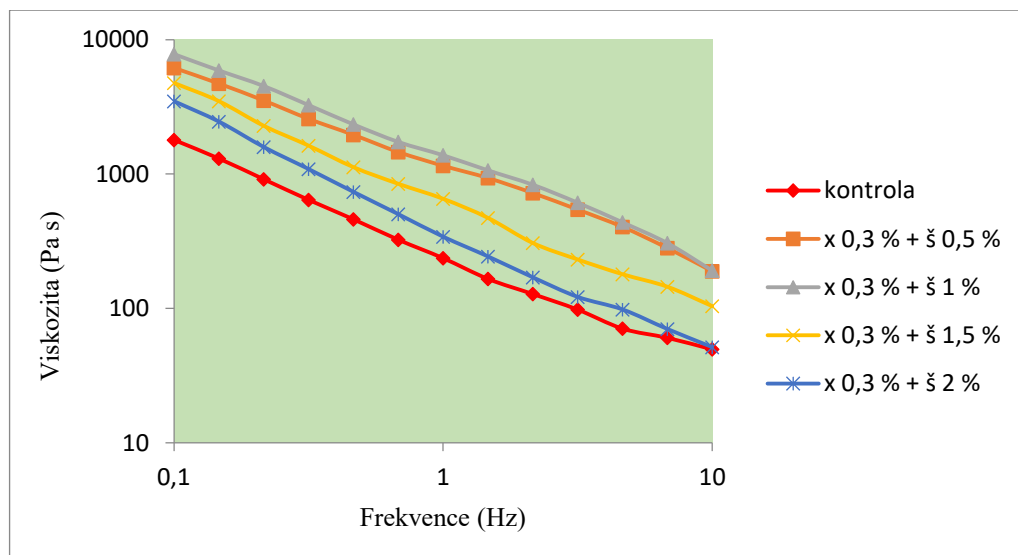


## PŘÍLOHA P XVI: ZÁVISLOST VISKOZITY NA FREKVENCI U MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A 0,3 % XANTHANOVÉ GUMY 7. DEN SKLADOVÁNÍ





**PŘÍLOHA P XVII: ZÁVISLOST VIZKOZITY NA FREKVENCI U  
MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A  
0,3 % XANTHANOVÉ GUMY 14. DEN SKLADOVÁNÍ**



**PŘÍLOHA P XVIII: ZÁVISLOST VIZKOZITY NA FREKVENCI U  
MODELOVÝCH VZORKŮ MAJONÉZY S PŘÍDAVKEM ŠKROBU A  
0,3 % XANTHANOVÉ GUMY 28. DEN SKLADOVÁNÍ**

