

Reologické vlastnosti Pistacia Lentiscus var. Chia ve vybraných potravinových systémech

Kateřina Štěpánková

Bakalářská práce
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav technologie potravin
akademický rok: 2016/2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina Štěpánková**
Osobní číslo: **T14239**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Reologické vlastnosti *Pistacia lentiscus var. Chia* (mastichová guma) ve vybraných potravinových systémech**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část:

1. **Obecná charakteristika rostliny *Pistacia lentiscus var. Chia* .**
2. **Vlastnosti produktů získané z mízy *Pistacia lentiscus var. Chia* .**
3. **Technologické operace pro získání produktů z *Pistacia lentiscus var. Chia* .**
4. **Využití produktu z *Pistacia lentiscus var. Chia***

II. Praktická část:

1. **Výroba modelových systémů obsahující Chios mastichu v různých koncentracích.**
2. **Reologická analýza vyrobených potravinových systémů.**
3. **Vyhodnocení výsledků a formulace závěru.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] BAMPOULI, A; KYRIAKOPOULOU, K; PAPAESTATHIOU, G; LOULI, V.; KROKIDA, M; MAGOULAS, K; Comparison of different extraction methods of Pistacia lentiscus var. chia leaves: Yield, antioxidant activity and essential oil chemical composition. Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants. 2014, vol.1, no. 3 s.81-91. ISSN: 2214-7861.

[2] KOC, I; ONAY, A; CIFTCI, YO. In Vitro Regeneration and Conservation of the Lentisk (Pistacia Lentiscus L.). Turkish Journal of Biology. 2014, vol. 38, no. 5 s. 653-663. ISSN:1300-0152.

[3] BOZORGI, M; MEMARIANI, Z; MOBLI, M; SURMAGHI, MHS; SHAMS-ARDEKANI, MR; RAHIMI, R. Five Pistacia Species (P-vera, P-atlantica, P-terebinthus, P-khinjuk, and P-lentiscus): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and Pharmacology. Scientific World Journal. 2013, vol. 2013 s. 219815-219847. ISSN:1537-744X.

[4] KOUTSOUDAKI, CH; KRSEK, M; RODGER, A.. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil and the Gum of Pistacia lentiscus Var. chia. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2005, s.7681-7685. ISSN 0021-8561.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Richardos Nikolaos Salek

Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce:

3. února 2017

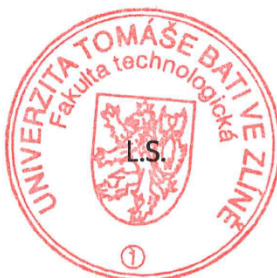
Termín odevzdání bakalářské práce:

5. května 2017

Ve Zlíně dne 3. února 2017



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
děkan



doc. Ing. František Buňka, Ph.D.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: KATEŘINA VĚTEPÁNKOVÁ

Obor: CHTP

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

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

Ve Zlíně 5.5.2017



.....

¹⁾ zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevydělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

²⁾ 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, § 35 odst. 3:

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce bylo popsat změny viskozity v modelových systémech v důsledku přidavku mastichy v různých koncentracích a závislosti na zvyšující se teplotě. V praktické části bakalářské práce byly popsány a vyhodnoceny základní reologické vlastnosti, které nastaly při přidavku mastichy ve sledovaném teplotním rozmezí. Z analýz je patrné, že masticha má významný vliv na viskozitu modelových systémů, které tvořily oleje (extra-panenský olivový olej, řepkový, palmový, kukuřičný, olivový z pokrutin a slunečnicový). S vyšším přídávkem mastichy se zvýšila viskozita. S rostoucí teplotou však viskozita oleje klesala, a to v důsledku redukce přitažlivých sil a zvýšeného molekulárního pohybu.

Klíčová slova: masticha, viskozita, teplota, reologie

ABSTRACT

The aim of this Bachelor thesis was to characterise the changes of viscosity caused by addition of mastic gum at various concentrations and to evaluate the dependence of increasing temperature. In the practical part of this thesis was described and evaluated the rheological properties that occurred by the addition of Chios mastic gum in a temperature range of 10 up to 80 °C. The analyses showed that the mastic gum has a significant effect on the viscosity of the model systems formed by oils (extra-virgin olive oil, rapeseed oil, palm oil, corn oil, olive seed oil and sunflower oil). The viscosity increased with the addition of the mastic gum. With the increasing temperature, however, the viscosity of the oils decreased due to the reduction of attractive forces and increased molecular movement.

Keywords: mastic gum, viscosity, temperature, rheological analysis

„To cesta, cesta nám přináší štěstí, ne cíl.“- Dan Millman

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Richardu Salekovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, trpělivost a čas, který mi věnoval při zpracování této práce.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA <i>PISTACIA LENTISCUS</i> VAR. <i>CHIA</i>	11
1.1 HISTORIE.....	13
1.2 PRODUKCE MASTICHY.....	14
1.3 CHARAKTERISTIKA A CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	16
1.3.1 Chemické složení mastichové gumy.....	16
1.3.2 Chemické složení mastichového oleje.....	16
1.3.3 Chemické složení listů <i>Pistacia lentiscus</i>	18
1.3.4 Chemické složení oleje ze semen <i>Pistacia lentiscus</i>	18
1.3.5 Chemické složení mastichové vody.....	19
1.3.6 Chemické složení oleje z plodů <i>Pistacia lentiscus</i>	19
2 VLASTNOSTI MÍZY <i>PISTACIA LENTISCUS</i> VAR. <i>CHIA</i>	20
2.1 ANTIMIKROBIÁLNÍ VLASTNOSTI.....	20
2.2 ANTIOXIDAČNÍ ÚČINKY.....	22
2.3 ANTIATEROGENNÍ ÚČINKY A ÚČINEK NA LDL CHOLESTEROL.....	23
3 VYUŽITÍ PRODUKTŮ Z <i>PISTACIA LENTISCUS</i>	25
4 TECHNOLOGICKÉ OPERACE PRO ZÍSKÁNÍ PRODUKTŮ Z <i>PISTACIA LENTISCUS</i>	27
4.1 HYDRODESTILACE.....	27
4.2 SUPERKRITICKÁ EXTRAKCE.....	27
4.3 SOXHLETOVA EXTRAKCE.....	28
4.4 ULTRAZVUKOVÁ EXTRAKCE.....	28
4.5 MIKROVLNNÁ EXTRAKCE.....	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
5 CÍLE PRÁCE	31
6 MATERIÁL A METODIKA	32
6.1 POMŮCKY A PŘÍSTROJE.....	32
6.2 REOLOGICKÁ ANALÝZA.....	32
6.2.1 Postup stanovení.....	33
6.3 STANOVENÍ VLHKOSTI.....	33
6.3.1 Postup stanovení.....	33
6.4 SPEKTROFOTOMETRICKÉ STANOVENÍ V OBLASTI 232-272 NM.....	34
6.4.1 Postup stanovení.....	34
6.5 STANOVENÍ PEROXIDOVÉHO ČÍSLA.....	35
6.5.1 Postup stanovení.....	35
6.6 STANOVENÍ VOLNÝCH MASTNÝCH KYSELIN.....	35
6.6.1 Postup stanovení.....	36
7 VÝSLEDKY A DISKUZE	37
7.1 VÝSLEDKY STANOVENÍ OLEJŮ.....	37
7.1.1 Hodnota vlhkosti.....	37

7.1.2	Spektrofotometrické stanovení v oblasti 232 –272 nm.....	38
7.1.3	Hodnoty peroxidového čísla	38
7.1.4	Obsah volných mastných kyselin.....	38
7.2	VÝSLEDKY REOLOGICKÉ ANALÝZY MODELOVÝCH SYSTÉMŮ	39
ZÁVĚR		46
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		47
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		54
SEZNAM OBRÁZKŮ		55
SEZNAM TABULEK.....		56

ÚVOD

S rostoucím zájmem o využití přírodních potravinářských látek pro prodloužení trvanlivosti výrobku vede k objevování nových alternativ. Jednou z nich je právě masticha. V teoretické části tak bylo popsáno unikátní chemické složení, vlastnosti či možnosti využití mastichy nejen v potravinářství. Reologické vlastnosti mastichy v různých potravinářských systémech nebyly dosud zmapovány. Hlavním cílem této práce je proto popsat změny viskozity v jednotlivých druzích olejů, jež nastávají v důsledku přídavku mastichy za zvyšující se teploty. Pro zajištění přesnosti reologického měření byla také provedena chemická analýza jednotlivých olejů, která vypovídá o jejich nezávadnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA *PISTACIA LENTISCUS* VAR.

CHIA

Mastichový strom nebo řečík lentišek (*Pistacia lentiscus* var. Chia, čeleď Anacardiaceae) je víceletý strom s hustým olistěním. Jeho výška je 2 až 3 m, výjimečně až 5 m. Jeho kmen je nízký, není přímý, s nepravidelnými šupinami, podobné těm z borovice. Stáří stromu se projevuje tmavším zbarvením kmene. Jeho kořeny sahají až 20 m do hloubky, zatímco listí je husté a tmavě zelené. Listy jsou složeny třemi nebo čtyřmi páry s hladkým povrchem a tvarem myrty [1,2].

Pistacia Lentiscus a podobné odrůdy z této čeledi jsou běžnou vegetací celé středomořské oblasti, ale nejvýznamnějším producentem je oblast ostrova Chios v Řecku, v oblasti Mastichochoria, kde se sbírá léčivá pryskyřice masticha. Důvodem může být právě silná vápenitá půda a vliv vulkanických vyvřelin [1]. Podle legislativy EU tak masticha pochází z oblasti Chios. Další významnou oblastí, kde rostlina přirozeně roste je západní část Turecka, v Çeşme, kde jsou identické ekologické podmínky, avšak zde produkce mastichy není běžná, proto veškerá poptávka po této pryskyřici se soustředí především na ostrově Chios. Kromě toho, zemědělské oblasti v Çeşme vykazují trvalý úbytek mastichového stromu. Proto turecká Nadace v boji proti půdních erozím pro znovuzalesnění a ochranu životního prostředí je vedoucím projektem pro ochranu nativních mastichových stromů a zavádí nové plantáže na poloostrově Çeşme a tím podporuje životaschopnou průmyslovou výrobu. V rámci tohoto projektu, který měl trvat do roku 2016, bylo od roku 2008 do října 2011 vysazeno více než 3 000 stromů na více než 149 hektarů zemědělské půdy přidělených Izmirským technologickým institutem [2,3]. Lesní požáry v posledních letech na ostrově Chios zničily celkem 12,740 hektarů, což mělo za následek masivní poškození nejen zemědělského hospodářství ostrova, ale také vliv na světovou dodávku mastichové gumy [3]. Mastichu dokáže *Pistacia Lentiscus* produkovat až v 5. nebo 6. roce života, přičemž maximální produkce pryskyřice dosahuje v 15 letech s výtěžkem větším než 320 gramů. V desátém až dvanáctém roce je výnos kolem 30 g/za rok. Výnosy se pak postupně zvyšují ve věku 50-60 let na asi 300 až 400 g z jednoho stromu. Je známo, že jednotlivé stromy dokážou vyprodukovat i 1 kg za příznivých podmínek. Po 70 letech je produkce ze stromu již minimální. Dožívá se více než 100 let. V některých případech až 200 let [1,2,4].

Kultivace mastichového stromu se provádí velmi pečlivě. Nový strom je sazen každý rok v říjnu nebo v březnu a hnojený organickým hnojivem, které je umístěné v hloubce jednoho

metru. Během kopání by půda neměla být vlhká, protože má negativní důsledky pro růst stromu a produktivitu (listí a mastichová extrakce zežloutne). *Pistacia lentiscus* roste převážně v suchých oblastech. Nedaří se jí při vysokých hladinách podzemních vod, kdy brání své kořeny před provzdušněním. Vysoké hladiny podzemní vody mohou způsobit vyschnutí kořenů. Proto rostlina roste převážně na vápenitých půdách. Sklon kmenu a větví ke slunečnímu světlu také zvyšuje výtěžek mastichy [1,2]. Strom se přirozeně množí semeny, což může vést ke genetické variabilitě, která může mít i negativní důsledky jako je partenokarpie či úplnou bezsemennost a různou úroveň klíčení mezi genotypy. Kromě toho vegetativní množení řezem je velmi složité, neboť dobré navození cizích kořenů a produkce velkého množství mastichových stromů nebyly hlášeny v rámci žádného zalesňovacího programu. In vitro pomnožování a reintrodukce do přírodních prostředí vzácných, ohrožených nebo endemických druhů rostlin umožňuje zachování těchto druhů a rozšiřuje přirozeně jejich počet. Proto rozvoj in vitro technik *Pistacie lentiscus* by mohlo být vhodnou strategií pro rozšíření této rostliny až na industriální úroveň [3]. Reprodukce mastichového stromu se provádí tzv. nasazením pupenů, kdy jsou pupeny umístěny na nové větve. Ty jsou následně zasazeny do hloubky 80 cm rovnoběžných linií, ve vzdálenostech 3 až 4 m mezi jednotlivými stromy. *Pistacia lentiscus* má po jeho porušení schopnost rychlého opětovného růstu [1].



Obr. 1: Chios mastichový strom *Pistacia lentiscus* [1]

CHIOSKÁ MASTICHOVÁ GUMA

Chioská mastichová guma je pryskyřice produkovaná rostlinou *Pistacia lentiscus* var. *Chia*, která se pěstuje v zemích Středozemního moře, a to zejména v jižní části řeckého ostrova Chios. *Pistacia lentiscus* může být sazena i v jiných oblastech světa, včetně severní části ostrova Chios, ale bez produkce pryskyřice [5,6]. Léčivé účinky jsou známy již od starověku. Je považována za adstrigenní. V současné době existuje rozsáhlý výzkum na testování všech léčivých vlastností přisuzované mastichové gumě, a to už od starověku [7]. Z ekonomického hlediska je výhodnější pryskyřice ze samčí rostliny, a to z důvodu větší produkce mastichy než je tomu u stromů samičích [2,3].

1.1 Historie

Nejstarší zmínky o *Pistacii lentiscus* a její pryskyřici byly dohledány už v pátém století př.n.l. za dob Herodota. Od roku 3000 před naším letopočtem Řekové a v dalších středomořských oblastech používali mastichu k různým aplikacím, jako například k vaření, přípravě nápojů, kosmetiky a nátěrových hmot, a významně i pro léčbu žaludečních onemocnění. Ve starověkém Egyptě byla používána jako kadidlo [5, 8]. Od roku 1997 nese chráněné označení původu ze strany Evropské unie [2,5].

Chráněné označení původu (PDO) je indikátorem náležící zemědělskému výrobku nebo potravině pocházející z regionu nebo výjimečně ze země. PDO je ochranným opatřením definující produkt, jehož kvalita nebo základní vlastnosti pocházejí z části nebo zcela z určité zeměpisné oblasti, nebo produkt, jehož výroba, zpracování a příprava je provedena ve stejné oblasti. Tento ukazatel potvrzuje nejen kvalitu výrobku, ale také cenové výhody oproti konkurenčním produktům [2].

Chioská masticha sehrála také důležitou roli v ekonomice na ostrově Chios v různých obdobích řecké historie, starověku, v letech Osmánské říše či za okupace na Chios, stejně tak, jak je tomu i dnes. Chioské produkty z mastichy mají tudíž velký význam na ostrově Chios a stávají se předmětem k objevování nových farmaceutických prostředků pro léčbu mnoha lidských chorob [5].

Masticha je drahým zemědělským produktem a její výroba na ostrově se udržuje pod kontrolou Radou svazu Chios. Existuje celá řada různých jakostí mastichy, což odpovídá její stupni čistoty, velikosti a tvaru slz. Vyloučená pryskyřice, která nepadala na zem a zformovala se do perfektních slz má nejlepší kvalitu a tím i nejvyšší cenu. Na trhu se prodává

od 100 do 125 €/kg. V posledních letech došlo k trvalému vzestupu ceny. Každý strom produkuje 60-250 gramů pryskyřice. V jižních částech ostrova může být výtěžek jednoho stromu i 450 g. Hrubé roční příjmy z jednoho hektaru mohou činit až 22 500 €, a to za předpokladu, že produkce pryskyřice jednoho stromu činí průměrně 150 gramů [2,4].

1.2 Produkce mastichy

Technologie výroby mastichy se od starověku moc nezměnila. I přesto, že mastichový strom je náročným druhem, je schopný se přizpůsobit několika klimatických a pedologickým podmínkám, jako jsou sucha nebo vápenité půdy. Rovněž vykazuje opětovný růst po lesních požárech nebo odlesnění. Byla prokázána i odolnost *Pistacie lentiscus* vůči soli v mořské vodě. Nicméně, strom je citlivý vůči chladu a mrazu. Proto se strom vyskytuje spíše na jižních svazích, kde je vyšší míra slunečního záření [2, 9, 10]. Studie potvrzují, že sucho významně negativně ovlivňuje fotosyntézu, transpiraci a vodivost průduchů, zatímco využití vody zůstalo beze změny [10].

Mastichový strom se prořezává v zimních měsících do tvarů, které umožňují snadnější sběr odkapávané mastichy. Ve stejných obdobích se oblast povrchově zorá. Jakmile se kořeny stromu dostávají na povrch, pozastavuje se hluboké orání. Na začátku léta, je půda pod stromy, kde pryskyřice odkapává srovnána a stlačena. V další fázi se pod strom posypává uhličitán vápenatý, aby se zabránilo zhoršení kvality při pádu mastichy na půdu. Takto ošetřená půda se místními obyvateli nazývá jako bílá půda. V červenci jsou kmen a silnější větve řezány do délky 10-15 mm a hloubky 2-3 mm. Stárnutím stromu jsou 20 až 100 řezů otevřeny zhruba během 6 až 8 týdnů. Masticha, která vytéká z těchto řezů se pak suší na bílé půdě po dobu až jednoho měsíce. Vysušené kapky neboli slzy mastichy se shromažďují v časných ranních hodinách, a to od poloviny srpna, kdy jsou i čištěny od prachu a jiných nečistot. Jsou uloženy v suchém a chladném prostředí v širokých dřevěných nádobách. Zbylé kapky mastichy, které zůstaly na zemi a kmeně stromu se dále sbírají v polovině září poté, co se ochladí počasí. Počínaje listopadem se masticha nechá sušit a cizí materiály jsou odstraněny kombinací prosévání a ručního česání. Téměř vyčištěná pryskyřice se poté nechá namočit do vody, která slouží k odstranění většiny ulpělých nečistot a dává jí lesk. Po této fázi, výrobku jsou předávány ke Svazu výrobců mastichy k prodeji [2,4].

SBĚR MASTICHY

Sběr mastichy je rozdělen do dvou fází, vyhodnocování a sběr. Vyhodnocování (tzv. „*kendima*“ nebo „*kendos*“) je proces vyžadující extrakci mastichy z mastichové stromové kůry, a ta probíhá od července do srpna až října. Konkrétně příprava půdy obklopující kmen probíhá na počátku, a zahrnuje zploštění a čištění země jakýchkoliv kamenů, kousků dřeva a trávy. Bílá půda je v důsledku toho umístěna na tento povrch. Po těchto předběžných postupech, vyhodnocování začíná tam, kde dvakrát týdně kultivátor vyhodnocoval každý strom se speciálním nástrojem zvaný „*kenditiri*“. Po tomto postupu pryskyřičná koloidní substance začne téct v podobě „*slz*“ tzv. mastichy. Až po 15 dnech na slunci ztvrdne a tvaruje se do různých velikostí a tvarů [5].

Tvrdość gummy se odvíjí od povětrnostních podmínek, na atmosférické teplotě, době expozice v přírodě či velikosti „*slz*“ [5]. Často nepadá k zemi okamžitě, ale spíše visí z místa propíchnutí připomínající dlouhý krystal, který kultivátoři nazývají jako „*kandilera*“, což v překladu do češtiny znamená svícen. Vyhodnocování trvá po celou dobu následujících 5 až 6 týdnů, kde na konci tohoto období je přerušeno, aby se uvolnily poslední mastichové slzy k sušení. Právě v tomto čase končí první období sběru a začíná druhé a konečné období. Někteří kultivátoři nepřerušují sběr, čímž nerozlišují období sběru, ale pokračují a ukončují vyhodnocování nechávající sběr mastichy až na konec. Sběr mastichy se provádí pomocí speciálního nástroje, který se nazývá „*kamotiri*“ nebo „*timitiri*“. Tento nástroj má podobu kovového disku s dřevěnou rukojetí. Po sběru a čištění je masticha rozdělena do několika kategorií, označovány jako „*fliskari*“, „*pitta*“, „*dachtilidopetra*“ a „*psilo*“ neboli „*kylisto*“. „*Fliskali*“ je název pro mastichové zrna ve tvaru slz, které jsou vybledlé a průsvitné a asi 3 mm velké [12]. Tvar slzy je dostatečný na to, aby se odlišily od těch „*sandarac*“ (pryskyřice *Tetraclinia articulata*, který se používá k jeho falšování). Slzy mastichy jsou křehké, ale stávají plastickými při žvýkání, zatímco ty ze sandarac při žvýkání zůstávají kostrbaté a netvoří plastickou hmotu při žvýkání [11]. „*Pitta*“ nabývá plochých tvarů. „*Dachtilidopetra*“ je ve tvaru kruhového kamene a používá se ke žvýkání spolu s „*pitta*“ a „*fliskali*“. „*Psilo*“ neboli „*kylisto*“ je název pro typ mastichy nepravidelných tvarů a je určena pro průmysl [12].

1.3 Charakteristika a chemické složení

1.3.1 Chemické složení mastichové gumy

Mastichová guma je vysoce nerozpustná ve vodě, ale je rozpustná v různých organických rozpouštědlech, včetně methanolu, dimethylsulfoxidu, acetonu, chloroformu v diethyletheru, částečně rozpustná v ethanolu a terpentýnovém oleji o teplotě tání 105-120°C [5].

V roce 1956, Barton a kol. izolovali a identifikovali tři krystalické triterpenové sloučeniny z kyselé frakce jako je mastichodienová kyselina isomastichodienová kyselina a oleanonovou kyselinu, jakožto i triterpenový alkohol tirukalol z neutrální frakce [13].

Klinické studie přisuzují mastichové gumě protizánětlivý a hypotenzní účinek, za který jsou zodpovědné triterpeny z oleanane, euphane a lupine, α -tokoferol a polyfenoly. Za antibakteriální účinek mastichy jsou zodpovědné sloučeniny jako verbenone, α -terpineol a linalool. [14, 15].

Pryskyřice obsahuje látky, které jsou ve vodě rozpustné, a jsou bohaté na arabinogalaktanové proteiny (AGP). Tyto glykoproteiny bohaté na hydroxyprolin jsou obdobné těm živočišným proteoglykanům. Předpokládá se, že mají důležitou úlohu v prevenci infekce proti *Helicobacter pylori*. AGP se nacházejí v listech, stoncích, kořenech, květních částech a semenech [15,16].

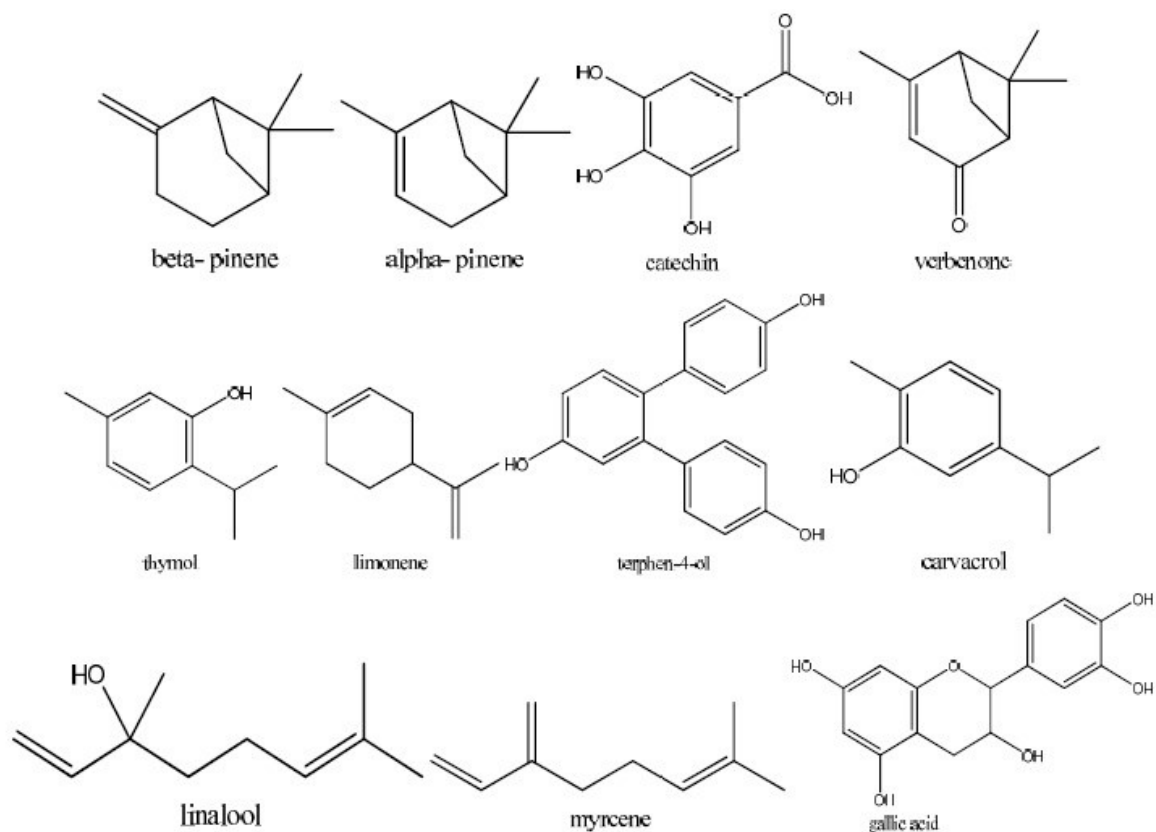
1.3.2 Chemické složení mastichového oleje

Chemické složení esenciálního oleje mastichy se mění a závisí na kvalitě mastichové gumy. Kvalita mastichové gumy je ovlivněna její čistotou, dobou sběru a dobou mezi exudací gumy z kmene a jeho sběrem [17]. Esenciální olej může být získán v 1-3 % výtěžku destilací vodní parou pryskyřice. Extrakcí pryskyřice s vhodným rozpouštědlem se získá syntetická pryskyřice neboli resinoid [4].

V oleji mastichy byla odhalena přítomnost základních sekundárních metabolitů: myrcen (19–25 %), α -pinen (16 %), terpinen-4-ol (22 %), Δ -3-karen (65 %), myrcen, limonen, terpinen-4-ol, α -pinen, β -pinene, α -phelandren, sabinen, p-cymen a g-terpinen [3,17]. Složky jako α -pipen, β -pipen, β -myrcen, linalool, trans-karyofylen a kamfen tvořily 65 % až 80 % z hmotnosti extrahovaných produktů. Stejně hlavní složky byly nalezeny v mastichové gumě [5]. Mastichový olej obsahuje 90 % uhlovodíku monoterpenu v poměru 79 % α -pinenu a 3 % β -myrcenu a silice obsahují 50 % uhlovodíku monoterpenu v poměru 11 %

α -pinenu 19 % β -myrcenu [16,17]. Také obsahuje z 25 % seskviterpeny. Nezralé plody *Pistacie lentiscus* obsahují 22 % α -pinenu a 54 % β -myrcenu a zralé plody *Pistacie lentiscus* obsahují 11 % α -pinenu a 72 % β myrcenu. Mastichový olej obsahuje také verbenon, α -terpineol, linalool. Byly zjištěny dva nové typy nortriterpenoidu tj. malabaricane a poly-podane v neutrální frakci mastichové gumy [16].

Poměr koncentrací mezi α -pinenu a β -myrcenu charakterizuje pravost mastichového oleje.



Obr. 2: Chemická struktura některých důležitých složek *Pistacia lentiscus* [16]

Procentuální podíl kolem 60-80 % pro α -pinene a 7-20 % pro β -myrcene představují přijatelnost týkající se kvality mastichového oleje. Zvýšená koncentrace β -myrcenu v olejové směsi může znehodnotit jeho kvalitu [17]. Triterpeny přítomné v esenciálním oleji *Pistacia lentiscus* vykazují pozoruhodné antioxidační účinky na nízkodenzitní lipoprotein LDL [6].

1.3.3 Chemické složení listů *Pistacia lentiscus*

Esenciální olej z listů obsahuje karyofylen (31,38%), germaeren (12,05%) a γ -kadinen (6,48%). Hydrodestilovaný olej by z listů byl analyzován GC-MS metodou a obsahuje α -pinene, γ -terpene a terpen-4-ol [16].

Polyfenoly z listů jsou kyselina gallová a galloylderiváty, flavonol glykosid. Hlavními antihokyany u plodů byly identifikovány delphinidin 3-O-glukosidu, kyanidin 3-O-glukosid a v menších množstvích byl nalezen také kyanidin 3-O-arabinosid. Stopy množství derivátu myrcetinu a katechinu jsou zde také přítomny [16,18,19,20]. Vysoký obsah polyfenolu taninu v listech *Pistacia lentiscus* byl také předmětem zkoumání vlivu na trávení u dobytků, kdy se prokázal jeho negativní vliv. Tento negativní vliv byl potlačen suplementací polyethylen glykolu (PEG) [21]. Vliv polyfenolů byl také prokázán při inhibici gastrointestinální hlístice v larválním stádiu [22,23].

Další významnou složkou přirozeně vyskytující se v listech *Pistacie lentiscus* je α -tokoferol (vitamin E). Farmakologické účinky tohoto vitamínu jsou široce používány jako přírodní antioxidant. Kromě toho, α -tokoferol byl použit i v kosmetice [16,18]. Jeden z největších problémů mastichy během skladování je její vypařování éterických olejů a současně i zvýšení tvrdosti, což vede k horší kvalitě produktu. Známý pozitivní vliv antioxidantů na zachování olejů vedlo ke studiu účinku přídatku vitamínu E na stabilitu mastichy během skladování. Vitamin E, který byl přidán k pryskyřici zabalené v laminátových balíčcích. Tvrdost výrobku, barva a koncentrace esenciálního oleje byly měřeny v průběhu skladování 450 dnů při teplotě 25 a 37 ° C. Bylo zjištěno, že i když hmotnost vzorku zůstala konstantní, množství silice se během skladování postupně snižovalo. To znamená, že silice byla transformována do jiných, netěkavých produktů. Přítomnost vitamínu E významně zpomalil ztráty silice při obou teplotách skladování ve srovnání s kontrolními vzorky. Přidaný vitamin E zpomalil také proces tvrdnutí a také byly limitovány barevné změny ve srovnání s kontrolními vzorky [24].

1.3.4 Chemické složení oleje ze semen *Pistacia lentiscus*

Tento kulinářský a léčivý olej je široce používán v tuniské a alžírské lesní oblasti. Vyznačuje se vysokou výživovou hodnotou. Obsahuje významné množství nenasycených mastných kyselin (více než 70 %) a vysoké množství fosfatidylinositolu. Olej obsahuje významné množství β -karotenu a α -tokoferolu [25]. Je používán při hojení ran a při léčbě

žaludečních a plicních chorob. Studie na jeho ochranný účinek proti otravě těžkými kovy ukázaly, že tento olej může částečně pomoci při ochraně proti intoxikaci rtuti [26].

1.3.5 Chemické složení mastichové vody

Mezi hlavní identifikované sloučeniny mastichové vody byly verbenon, α -terpineol, linalool a trans-pinokarveol. Celkově bylo zjištěno, že kompozice je velmi odlišná od kompozice masticového oleje [27].

1.3.6 Chemické složení oleje z plodů *Pistacia lentiscus*

Olej získaný z ovoce byla analyzován pomocí GC-MS obsahoval α -pinen, myrcene a limonen; seskviterpeny, ketony a alifatické estery a fenolické sloučeniny (thymol, carvacrol), kde dimyrcen (0.5-4.4%) byl nalezen ve všech typech olejů [16]. Co se týče obsahu minerálních látek, plody obsahují nejvyšší koncentraci draslíku a vápníku, zatímco koncentrace hořčíku, mědi, železa, manganu, lithia, zinku, chromu, vanadu a lanthanu je nejvyšší v listech [28].

2 VLASTNOSTI MÍZY *PISTACIA LENTISCUS* VAR. *CHIA*

2.1 Antimikrobiální vlastnosti

Různé extrakty z rostliny (odvary, tinkury, macerace, a extrakty z petroletheru a ethanolu) vykazovaly vynikající antibakteriální aktivitu [29].

U surového extraktu získaného z listů *Pistacia lentiscus* byla prokázána výrazná inhibice růstu rostlinného patogenu *Phythium ultimum* a houby *Rhizoctania solani* a další studie odhalila, že všechny extrakty jsou účinnější na *Phythium Ultimum* než na *Rhizoctania Solani*. Účinnost byla také zaznamenána proti *Mycobacterium cavis*, *Trichophyton mentagrophytes* a *Trichophyton violaceum* v MIC rostliny v rozmezí od 0,6-40 mg/ml. Silice z nadzemních částí, která obsahuje terpineol a α -terpineol byly také shledány jako účinné proti myceliárnímu růstu *Aspergillus flavus*. Literatura podle Inank et al. uvádí, že extrakt z listů *Pistacia lentiscus* byl testován pro antimikrobiální a antioxidační vlastnosti, a bylo zpozorováno, že projevuje silný protiplísňový, ale slabý antibakteriální účinek [29].

V jiné studii, u *Pistacie lentiscus* byla zjištěna její účinnost proti *Sarcinalutea*, *Staphylococcus aureus* a *Escherichia Coli* a také její antimykotické účinky. Jeho éterický olej, který byl získán z listů, větví a mastichové gummy destilací vodní parou, prokázal antimikrobiální aktivitu a antimykotickou aktivitu proti *Rhizoctania Solani*.

Flavonoidy obohacený extrakt a esenciální olej z listů vyznačoval inhibiční účinek proti *Salmonella typhimurium* a menší inhibiční účinek proti *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* a *Salmonella enteritidis* [16].

Bylo zjištěno, že acetonový extrakt mastichové gummy výrazně inhibuje celkový bakteriální růst *Streptococcus mutans* in vitro a in vivo, čehož se dá využít v dentální hygieně [5,11].

Esenciální olej mastichové gummy je také účinný proti gram pozitivním a gram negativním bakteriím (*Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus plantarum*, *Pseudomonas flagi* a *Salmonella enteritidis*) v růstovém médiu a v modelovém potravinářském systému (hedvábné mléko při 37 °C), a po přidavku EDTA do koliformního media byla zvýšena inhibiční aktivita, ale nebyl zaznamenán žádný vliv v modelovém potravinářském systému [16].

Byl sledován vliv mastichové gummy a její silice samotné v kombinaci s ethanolem na růst proteolytických kmenů *Clostridium botulinum*. Prokázalo se, že masticha a mastichový olej lze efektivně využít proti výskytu neurotoxinu botulinu. Výsledky laboratorních testů

ukázaly, že bylo zapotřebí přídavku pouze 0,3 % z mastichového oleje pro inhibici proteolytických kmenů *Clostridium botulinum* [11].

Masticha také prokázala selektivní antibakteriální aktivitu proti bakteriím dutiny ústní *Porphyromonas gingivalis* a *Prevotella melaninogenica*. Žvýkání mastichové gummy dokáže snížit bakteriální růst ve slinách a plaku na zubech, což může mít příznivý vliv na zdraví ústní dutiny [5,29]. Byl zkoumán také vliv mastichy na experimentálně vyvolané žaludeční a duodenální vředy u potkanů. Dávka 500 mg/kg způsobila významnou redukci žaludeční sekrece, ochranu buněk a snížila intenzitu slizničního poškození žaludku [29].

ÚČINKY PROTI *HELICOBACTER PYLORI*

Helicobacter Pylori, která je hlavním původcem gastritidy, žaludečních a duodenálních vředových onemocnění, které mohou způsobit rakovinu žaludku a lymfom z B buněk ze slizniční lymfatické tkáně. Přidáním mastichy byly zaznamenány morfologické změny a buněčná fragmentace *Helicobacter Pylori*. Dalším důkazem aktivity mastichy proti zánětům *Helicobacter pylori* je inhibice neutrofilů in vitro [5].

Byla provedena klinická studie, kdy masticha byla podávána pacientům 1 g denně po dobu dvou týdnů. Břišní poruchy byly hlášeny jako důsledek destrukce *Helicobacter pylori*. Došlo k symptomatice úlevě a bylo endoskopicky prokázáno hojení vředů. Mastichová guma byla velmi dobře tolerována a nevyvolávala žádné vedlejší účinky. Zodpovědný mechanismus ale však nebyl objasněn. Stejná skupina výzkumných pracovníků potvrdila účinnost mastichy proti *Helicobacter pylori* již při koncentracích nízkých jako je 0,06 mg. [5,29,30]. Nejvíce aktivními složkami mastichy proti *Helicobacter Pylori* jsou triterpenické kyseliny jako je například kyselina isomastichodienová [5,29,31].

Existují i studie, které vyvracejí důkazy o účinnosti mastichy proti *Helicobacter Pylori*. Například v jedné studii bylo prokázáno, že celkový mastichový extrakt bez polymeru vedl ke třicetinásobnému snížení kolonizace *Helicobacter Pylori* u infikovaných myší, kdy v jiné studii nebyla prokázána žádná redukce *Helicobacter Pylori* u testovaných myší. Většina nedávných studií však ukazuje na schopnost CMG zabránit nebo odstranit gastrodeudenální vředy [5,15].

PROTIZÁNĚTLIVÉ ÚČINKY

Vzhledem k protizánětlivým vlastnostem může být masticha používána ke snížení nebo zmírnění symptomů u lidí trpící autoimunitními chorobami, jako je například Crohnova choroba, a stát se tak důležitým regulátorem imunitní funkce u této choroby. CMG inhibuje produkci prozánětlivých substancí jako je oxid dusnatý a prostaglandin aktivované makrofágy většinou prostřednictvím svého cytotoxického působení [1]. Byl zaznamenán protizánětlivý efekt mastichy, získané ze stonku listů *Pistacia lentiscus* proti alergickému astma, kdy významně inhibovala eozinofilie [5].

2.2 Antioxidační účinky

Přírodní antioxidanty obsažené v rostlinách zachytávají škodlivé volné radikály z našeho těla. Syntetické antioxidanty, jako je butylhydroxytoluen (BHT) a butylhydroanisol (BHA) běžně používány v potravinách mají vedlejší účinky a jsou považované za prokázané zvířecí karcinogeny [16].

Esenciální olej z *Pistacia lentiscus*, shromážděný v kvetoucí fázi, který obsahuje velké množství podílu uhlovodíkových monoterpenů (45 až 68,35%) ukázal nejvyšší schopnost likvidovat volné radikály a antioxidační kapacitu [5,16,28]. Pryskyřice a bioaktivní triterpeny esenciálního oleje taktéž prokázaly antioxidační účinek [16].

Pokud jde o chemické složení v olejích získaných z jednotlivých částí *Pistacia lentiscus* (listy a plody), tak byly zjištěny výrazné kvalitativní rozdíly. Olej získaný z plodů *Pistacia lentiscus* byl charakterizován nadbytkem okysličených monoterpenů. Výsledky ukázaly, že listy oleje *Pistacia lentiscus* mají antioxidační aktivitu proti DPPH, a dále se podporuje názor, že *Pistacia lentiscus* je slibným zdrojem přírodních antioxidantů. CMG inhibuje protein kinázu C, který zeslabuje produkci H₂O₂ NADPH oxidázy [5]. Vysoký obsah α -pinenu je odpovědný za antimikrobiální aktivitu pryskyřice [30].

Fenolické sloučeniny z listů působí jako vychytávače 1,1-difenyl-2-picrylhydrazylu (DPPH) [33]. Antioxidační efekt byl zaznamenán také přítomností kyseliny gallové a jejího derivátu 1,2,3,4,6-pentagalloylglukosy, které mají schopnost vychytávat volné radikály ABTS (+) k inhibici xantinoxidázy; v plodech hrají roli proti lipoperoxidaci indukované H₂O₂ v buněčné linii K562 [16,33]. *Pistacia lentiscus* je považována také jako protirakovinový prostředek, obzvláště na nádory prsu, jater, žaludku, sleziny, a dělohy. [5,14]. Kupodivu tyto tradiční přesvědčení jsou v souladu s nedávnými studiemi prokazující, že masti-

cha má schopnost indukovat apoptózu a vykazuje antiproliferativní aktivitu v rakovinných buňkách tlustého střeva, kde vyvolávají smrt HCT116 buněk in vitro. Hexanový extrakt mastichové gumy je používán při léčbě kolorektálního tumoru [16]. Antiproliferativní účinek byl také prokázán u buněčné linie rakoviny prostaty reagující na androgen (LNCaP) zabráněním transkripce androgen receptoru, což bylo použito k léčbě rakoviny prostaty [16]. Její účinek byl prokázán také na kardiovaskulární systém [3,16,33].

Olej z plodů se používá proti průjmovým onemocněním. Tento olej má totiž dobrou nutriční kvalitu, protože obsahuje nenasycené mastné kyseliny (olejová + linolová = 73%) a nasycené mastné kyseliny (palmitová + stearové = 25,8%) [33].

V relevantním LDL testu, kyselina galloylchinová izolovaná z listů této rostliny prokázala antioxidační účinek, kdy silně redukovala oxidaci LDL proteinu [16]. Liubuncic a kol. také prokázali antioxidační účinek *Pistacia lentiscus*, který byl zjištěn schopností potlačit železem vyvolanou peroxidaci lipidů v jaterním homogenátu u krys [16].

2.3 Antiaterogenní účinky a účinek na LDL cholesterol

Andrikopoulos a kol. uvádí, že guma a pryskyřice z *Pistacie lentiscus* byly nejúčinnější při ochraně lidského LDL proteinu, kdy inhibují jeho oxidaci při minimální dávce 2,5 mg (75,5%) a při maximální dávce 50 mg (99,9%) [5,6,16,37]. CMG chrání kardiovaskulární systém a účinně snižuje hladinu sérového cholesterolu [5].

Dedoussis a kol. tvrdí, že nahromaděná hladina oxidovaného LDL proteinu může hrát významnou roli v iniciaci a progresi aterosklerotické léze. Podle oxidačního stresu, ox-LDL přitahuje pod endotelem krevní monocyty. Pohlcování ox-LDL dochází prostřednictvím CD36 receptoru, který se váže na svoji lipidovou část. Tyto monocyty (makrofágy), jsou více náchylné k apoptóze, jádro se smršťuje, mění se organely, a membrána ztrácí integritu a mění se v pěnové buňky plné cholesterolu a oxidovaného lipidů. Triterpenoidní frakce *Pistacie lentiscus* může být užitečná právě při léčbě aterosklerózy obnovením glutathionu a regulací CD36 mRNA exprese [16]. Působí na mononukleární buňky periferní krve, které vyvolávají antiaterogenní efekt [5,14,37]. Protizánětlivá aktivita chioské mastichové gumy je spojena s inhibicí TNF- α indukovaného oxidačního stresu [14].

Vodný extrakt z listů *Pistacia lentiscus* (vařený i nevařený) prokázal hepatoprotektivní účinek u krys intoxikované tetrachlormethanem, který je známý tím, že indukuje oxidativní stres a to redukcí tří enzymů – alkalické fosfatázy (ALP), alaninaminotransferázy (ALT),

aspartátaminotrasferázy (AST) a bilirubinu. Nevařený extrakt byl shledán účinnějším než vařený. Antiaterogenní aktivita proti toxicitě tetrachlormethanem je přisuzována právě antioxidačním vlastnostem mastichové gummy [14,16,37].

3 VYUŽITÍ PRODUKTŮ Z PISTACIA LENTISCUS

S rostoucím tlakem na výrobce odstranit chemické konzervační a nebo přijmout více “přírodních” alternativ pro údržbu nebo prodloužení trvanlivosti výrobku vede ke stále většímu zájmu o možnosti využití alternativních potravinářských přídatných látek. Jednou z nich je právě masticha.

Pryskyřice *Pistacie lentiscus* je běžně používána ve středozezemních oblastech a oblastech Středního východu pro různé druhy žaludečních onemocnění již 3000 let. Ve starověkém Egyptě byla hojně používána jako kadidlo [8]. Mastichová pryskyřice z *Pistacia Lentiscus*, je používána k léčbě bolesti břicha, dyspepsie a žaludečních a duodenálních vředů [30].

Existuje mnoho produktů z mastichové gumy. Samotná guma má unikátní, příjemnou chuť a může být konzumována jako žvýkačka. Takto je používána na Středním východě, kdy je používána jako alternativa pro ochranu zubů a dásní či jakou osvěžovač dechu [2]. Mastichová guma se používá i v kosmetice a parfumerii. V potravinářské technologii je používána ve spojitosti s její antimikrobiální aktivitou proti *Helicobacter Pylori* [18]. Cukrovinky s mastichou byly zpracovány, baleny a uváděny na trh už od roku 1995. [1] V Sudánu je tradičně používána v lidové medicíně proti kataru [41]. Chioská masticha má také kulinařské využití, zvláště v řecké, turecké a arabské kuchyni a může být využívána ve formě prášku jako potravinářská přídatná látka jako náhrada cukru, či může mít konzistenci gelu jako samotné sladidlo [5,6,14]. Jiným produktem mastichy, mosholivano, je pevnou esencí, která hořením uvolňuje příjemnou vůni. Tradičně se masticha používá k aromatizaci řeckého destilátu ouzo. Vedlejší produkty mastichy jsou používány k výrobě laků, nátěrových hmot, a také na druh cementu nazývaný jako asfalt mastic[7].

Mezi další produkty patří i mastichový olej či přírodní pryskyřice jako vedlejší produkty destilace mastichové gumy, který se přidává jako sladká přísada do různých nápojů [5,6]. Mastichová pryskyřice a její esenciální olej bývají kromě k ochucení nápojů spolehlivě přidávána jako ochucovadlo do pečiva, kdy zabraňuje jeho oxidaci [37].

Vyztřelé plody *Pistacie lentiscus* jsou také známou ingrediencí tradičních kyperských uzenin vzhledem k její jedinečné a charakteristické chuti [10]. Listy jsou tradičně používány při léčbě zánětů, křečích, diurii, stresu, ekzému, průjmu či krčních infekcí [20,41]. Nadzemní části této rostliny byly tradičně používány ve Středomořské oblasti na léčbu hypertenze [18].

Tradiční použití má masticha i jako přídavek do Nabulsi sýru. Nabulsi sýr (Nabulsi Cheese) je velmi populárním jordánským sýrem, který se vyrábí směsí ovčího a koziho mléka. Tradičně se vyrábí bez záměrného přidání startérové kultury. Čerstvé ovčí mléko nebo směs se zahřeje na 35 °C a koaguluje za použití syřidla. Koagulát je lisován, krájen a následně ochucován solí. Sýrové kousky se poté vaří ve slaném nálevu a následně jsou ochuceny mastichovým kořením (*Pistacia lentiscus*) a višňí tureckou (*Prunus mahlab*) [40].

Mastichová voda je zkondenzovaná vodní parní fáze získávána ve velkém množství společně s mastichovým olejem během destilace vodní parou z pryskyřice. Od mastichového oleje je oddělena v důsledku rozdílné hustoty. V současné době se používá jako aromatická voda při výrobě cukrovinek nebo jako levnější substituent mastichového oleje [27].

Podobně byla také zjištěna i antimikrobiální aktivita proti patogenům pocházejících z jídla, a to včetně *Staphylococcus aureus*, *Salmonella enteritidis*, *Bacillus cereus*, *Escherichia coli* a *Helicobacter pylori*, stejně tak proti kvasinkám a plísním. Antimikrobiální aktivita mastichy může být využita v kombinované aplikaci mastichového esenciálního oleje a ethanolu, kdy může mít potenciál v novém přístupu k prodloužení trvanlivosti a zvýšení bezpečnosti pekárenských výrobků [4]. Mastichová guma a mastichový olej by tedy mohly být potenciálně použity jako přírodní konzervant v pekařských výrobcích [11]. Olej ze semen *Pistacia lentiscus* vykazuje také baktericidní účinek proti *Clostridium perfringes*, jednu z nejčastěji přenášenou alimentární nákazou [26].

Pistacia lentiscus je považována také jako protirakovinový prostředek, obzvláště na nádory prsu, jater, žaludku, sleziny, a dělohy. Kupodivu tyto tradiční přesvědčení jsou v souladu s nedávnými studii prokazující, že masticha vykazuje antiproliferativní aktivitu v rakovinových buňkách tlustého střeva. Její účinek byl prokázán také na kardiovaskulární systém či játra [5,14].

4 TECHNOLOGICKÉ OPERACE PRO ZÍSKÁNÍ PRODUKTŮ Z PISTACIA LENTISCUS

Zpracování mastichového stromu vede k produkci tří hlavních produktů: mastichové gumy, lisovaného oleje z plodů a esenciálního oleje z květů, listů a větví, jakož i různých rostlinných extraktů. Optimální extrakční metoda by měla být jednoduchá, bezpečná, re-produkovatelná, levná a vhodná pro průmyslové aplikace [34].

4.1 Hydrodestilace

Jednou z nejstarších extrakčních metod je hydrodestilace, která se využívá zejména při extrakci bioaktivních látek, výrobu esenciálního oleje a mastichové vody. Konkrétně tato metoda slouží k získání silice z rostlinné hmoty. Principem této metody je ponoření mastichy do vody, která je následně zahřívána. Těkavé esence se v důsledku vysoké teploty odpaří a zůstávají na povrchu, kdežto vodní páry se vrací zpět do vody. Nevýhodou této metody je její neschopnost bránit účinkům hydrolýzy, jelikož při extrahování je vzorek vystaven teplotám blízkým 100°C, což může mít nepříznivý vliv na termolabilní sloučeniny [34, 35].

4.2 Superkritická extrakce

Jednou z možností získání silice z listů a bobulí *Pistacie lentiscus* je využití metody extrakce superkritickým CO₂ spojenou s frakční separační technikou. Tato technika umožňuje oddělit těkavé oleje z vosků. Superkritická extrakce je slibnou technikou pro výrobu extraktu z rostlinných hmot. Mohou být získány nové a vylepšené látky ve srovnání s tradičními způsoby, jako je parní destilace, hydrodestilace a extrakce rozpouštědlem. V případě *Pistacie lentiscus* je tato metoda využívána k extrakci esenciálního oleje z listů či bobulí. Ve skutečnosti je možné pomocí superkritické extrakce zabránit tepelné degradaci a znečištění extraktu rozpouštědlem. Frakční separace superkritického extraktu ve dvou nebo více separátorech pracujících při vhodném tlaku (73,9 bar) a teplotních podmínkách (31°C) je obvykle nezbytná pro odstranění kutikulárních vosků z extraktu. Oxid uhličitý vykazuje vysokou selektivitu k esenciálnímu oleji při relativně nízkém tlaku [34, 36].

4.3 Soxhletova extrakce

Soxhletova extrakce je tradiční metodou široce používanou po více než jedno století a to navzdory vysokému požadavku rozpouštědel, času a spotřeby energie. Principem této metody je opakované přivádění tuhého vzorku do kontaktu s čerstvými podíly nepolárního rozpouštědla (n-hexan, etyl-acetát, etanol nebo voda), který vymývá rozpustné složky ze vzorku. Metoda je často využívána k extrakci oleje z listů *Pistacie lentiscus*. Kromě toho není nutná filtrace po vyluhování a výstupní vzorek může být navýšen několika paralelně souběžnými extrakcemi s nízkými náklady se základním vybavením.

Vzhledem k jejím nevýhodám je ale tato metoda často nahrazována rychlejšími, bezpečnějšími a energeticky výhodnějšími extrakčními technikami jakou je například Superkritická extrakce [34].

4.4 Ultrazvuková extrakce

Ultrazvuková extrakce je považována za levnou moderní metodu, která zvyšuje účinnost extrakce organických sloučenin přes kavitační jev. Kavitace probíhá v rozpouštědle průchodem ultrazvukové vlny přes tuhý vzorek. Extrakce je využívána zejména k získání složek z listů *Pistacie lentiscus*. Ultrazvuk působí mechanickým účinkem, kdy umožňuje větší pronikání rozpouštědla do matrice vzorku. Zvýšení povrchové plochy kontaktu mezi pevnou a kapalnou fází vede ke snížení spotřeby rozpouštědla. Použití vyšších teplot a tlaku u této metody může zvýšit rychlost extrakčního procesu v důsledku nárůstu počtu kavitačních bublin [34].

4.5 Mikrovlnná extrakce

Mikrovlnná extrakce bývá používána pro extrakci aktivních látek a bývá úspěšně aplikována, aby se usnadnila extrakci přírodních látek, které obvykle s porovnáním ostatními metodami potřebují více času. Většinou jsou touto metodou extrahovány éterické oleje a různé bioaktivní látky.

Vzorek se zahřívá mikrovlnami v kontrolovaných podmínkách teploty a tlaku. Zahřívání začíná přímo ve vzorku, nádoba totiž nepohlcuje mikrovlnné záření, na rozdíl od běžných metod, kde je teplo přenášeno přes vedení – konvekcí. Rozpouštědlo a vzorek jsou obsaženy v utěsněných extrakčních nádobách za kontrolovaných podmínek teploty a tlaku. Uzávěřená nádoba zvýší teplotu rozpouštědla nad jeho bod varu, čímž se zkracuje doba extrakce

a následně zvyšuje účinnost extrakce, zatímco se minimalizuje degradace tepelně aktivních látek. Tato metoda ničí buněčné tkáně, čímž rozpouštědlo se snadněji dostane do přiložené sloučeniny a účinnost extrakce je účinnější.

Pomocí mikrovln je plně reprodukovatelná extrakce dokončena během několika minut, což vede také ke sníženému požití rozpouštědla a energie. [34]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce bylo v rámci teoretické části popsat a definovat:

- obecnou charakteristiku rostliny *Pistacia lentiscus var. Chia*
- vlastnosti produktů získané z mízy *Pistacia lentiscus var. Chia*
- technologické operace pro získání produktů z *Pistacia lentiscus var. Chia*
- využití produktů z *Pistacia lentiscus var. Chia*

V rámci praktické části bakalářské práce bylo cílem:

- vytvořit modelové systémy obsahující chioskou mastichu v různých koncentracích
- provést základní reologickou analýzu vyrobených potravinových systémů
- získané výsledky vyhodnotit a interpretovat do závěru

6 MATERIÁL A METODIKA

Pro experimentální stanovení byly použity produkty zakoupené v běžné obchodní síti. Základní informace o jednotlivých produktech jsou uvedeny v Tab.1.

Tab. 1: Seznam vzorků různých druhů jedlých olejů

Číslo produktu	Produkt	Původ	Výrobce
1	olej olivový extra panenský	Řecko	Minerva, s.a., Edible oil enterprise
2	olej řepkový	Německo	Amphora
3	olej palmový	Itálie	Unigrá, s.r.l.
4	olej kukuřičný	Itálie	Olitalia, s.r.l.
5	olej olivový z pokrutin	Řecko	Intercomm Foods, s.a.
6	olej slunečnicový	Maďarsko	Bunge Zrt.

6.1 Pomůcky a přístroje

- Dynamický oscilační reometr HAAKE Rheostress 1 Thermo Scientific
- Ultrazvukový generátor Kraintek 2, Kraintek, s.r.o., Podhajská, SK
- Spektrofotometr – UV mini 1240, UV-VIS Shimadzu

6.2 Reologická analýza

Byly sledovány reologické vlastnosti vzorku mastichy v daných druzích jedlých olejů. Vzorek mastichy byl zakoupen od přední společnosti v oblasti přírodních věd Sigma Aldrich. Vzorky byly měřeny na dynamickém oscilačním reometru HAAKE Rheostress, který byl k dispozici na Ústavu technologie potravin.

Tento reometr pracuje na principu měření kroutícího momentu síly (oscilace), který je nutný k překonání odporu u rotujícího disku ponořeného v měřeném materiálu. V našem případě byl použit jako měřený materiál jedlý olej (olivový extra panenský, řepkový, palmový, kukuřičný, olivový z pokrutin). Z naměřených hodnot byla poté vypočtena hodnota viskozity v mPa.s. Měření reologických vlastností vzorku může být přizpůsobena zvolením správného geometrického uspořádání reometru či jeho rychlosti otáčení. Pro správné měření je důležité vyhodnotit, o jaký typ materiálu se jedná.

6.2.1 Postup stanovení

Byly připraveny systémy obsahující 0 hm.%, 1 hm.% a 2 hm.% mastichové gummy. Masticha byla rozpuštěna v ultrazvukovém generátoru Kraintek 2, při teplotě 40 °C a frekvenci 30 kHz po dobu dvou hodin. Pro toto měření byla vybráno geometrické uspořádání reometru typu deska – deska. Následně bylo odměřeno 5µl vzorku oleje s přidavkem měřeného množství mastichy. Poté bylo započteno měření dynamické viskozity při určitých teplotách (od 10 °C do 80 °C v intervalech pěti stupňů).

6.3 Stanovení vlhkosti

Byla stanovena vlhkost daných olejů – oleje olivového extra panenského, řepkového, palmového, kukuřičného, olivového z pokrutin, slunečnicového. V případě olejů, vlhkost udává, zda nebyl zředěn vodou. Ke stanovení vlhkosti analyzovaných vzorků byla použita gravimetrická metoda, která je nepřímou metodou stanovení založená na úbytku hmotnosti vzorku vlivem sušení v sušárně. Vzorek se suší do konstantní hmotnosti, nebo dokud rozdíl mezi dvěma váženími není nižší než 1 mg. Při teplotě 105 °C se odpaří voda, která je na pevnou složku vázána molekulárními silami. Z celkového množství tvoří tato voda podstatný podíl [41]. Metody stanovení vlhkosti a těkavých látek u rostlinných tuků a olejů jsou popsány v ČSN EN ISO 662 (588801).

6.3.1 Postup stanovení

Pro toto stanovení byly použity hliníkové misky. Miska s pískem byla zvážena na analytických váhách s přesností na čtyři desetinná místa. Do zvážených misek byly přidány tři gramy vzorku a opět byla miska s pískem a se vzorkem zvážena na analytických váhách s přesností na čtyři desetinná místa. Vzorky byly rozprostřeny do stejnosměrné vrstvy a následně sušeny v sušárně při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti. Po vysušení a vychladnutí vzorků v exsikátoru byly misky se vzorky zváženy na analytických váhách s přesností na čtyři desetinná místa. Ze zjištěných hodnot byla vypočítána vlhkost ve vzorcích dle vzorce pro výpočet obsahu vlhkosti v % (w/w):

$$w = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} \cdot 100 (\%)$$

Kde:

m_1hmotnost váženky s pískem a vzorkem před sušením [g]

m_2hmotnost váženky s pískem a vzorkem po sušení [g]

Hodnota byla vynásobena 100 a byl získán výsledek vlhkosti v procentech. U každého vzorku bylo stanovení provedeno pětkrát a hodnota vlhkosti byla stanovena z průměru těchto pěti stanovení.

6.4 Spektrofotometrické stanovení v oblasti 232-272 nm

Pro měření míry oxidace a změn způsobené technologickými procesy (například bělením) byla stanovena absorbance pomocí spektrofotometrie [48]. Vzorky byly měřeny na zařízení UV spektrofotometru 1240, Shimadzu, který pracuje v rozsahu 190 –1100 nm, na Ústavu technologie potravin.

Konjugované dieny a trieny jsou prokázány při vlnové délce 232–272 nm. K_{232} souvisí s absorpcí konjugovaných dienů, které jsou primárními produkty oxidace. K_{270} udává přítomnost konjugovaných trienů, které jsou sekundárními produkty oxidace. Konjugované vazby vznikají v oleji v důsledku fixace kyslíku v linolové a linolenové kyselině za vzniku hydroperoxidů. Tyto konjugované systémy mají největší absorpci při vlnové délce 233 nm. V průběhu další oxidace dochází k vytvoření dvojných vazeb mezi uhlíkem a kyslíkem. Adsorbční maximum těchto sloučenin se pohybuje při vlnové délce 260 –280 nm, kdy mohou vznikat také konjugované trieny. Konjugované trieny mají maximální absorpci při vlnové délce 268 nm. [48].

6.4.1 Postup stanovení

Nejprve byl navážen vzorek o hmotnosti 0,25 g pro získání 1 % roztoku. Vzorek byl poté navážen do odměrné baňky na analytických váhách s přesností na čtyři desetinná místa. Odměrná baňka byla doplněna rozpouštědlem po rysku. Každý vzorek byl před každým měřením homogenizován a spektrofotometr byl standardizován. Standardizačním roztokem byl v tomto případě čistý 2,2,4-trimethylpentan. Pro stanovení konjugovaných dienů a trienů byl vzorek převeden do květy a provedlo se měření.

Výsledky byly zaznamenány do tabulky v kapitole výsledky a diskuze.

6.5 Stanovení peroxidového čísla

Pro hodnocení kvality olejů je ukazatelem právě peroxidové číslo. Hodnota čísla je indikátorem primárních produktů oxidace, jako jsou hydroxidy, které následně oxidují na aldehydy a ketony, což může mít za následek nepříjemnou chuť oleje. K tvorbě hydroperoxidů může docházet v průběhu zpracování nebo skladování v důsledku autooxidace. S vyšší hodnotou peroxidového čísla se snižuje oxidační stabilita oleje. Peroxidové číslo je vyjádřeno v meq aktivního kyslíku na kg, které oxidují jodid draselný.

Podstata stanovení spočívá v reakci vzorku s jodidem v kyselém prostředí kyseliny octové a chloroformu, kdy se uvolněný jod titruje odměrným roztokem thiosíranu sodného.

6.5.1 Postup stanovení

Do Erlenmeyerovy baňky byl na analytických váhách navážen vzorek o hmotnosti 5 g s přesností na čtyři desetinná místa. Následně bylo přidáno 10 ml chloroformu, kterým se vzorek zamíchal a rozpustil. K této směsi bylo přidáno 15 ml kyseliny octové a 1 ml jodidu draselného. Baňka byla uzavřena a míchána po dobu minuty. Poté byla baňka pět minut uschována v temnu. Po vyjmutí z temna bylo přidáno přibližně 75 ml destilované vody a 5 ml a jako indikátor 5 ml škrobového mazu. Vytvořená směs byla titrována 0,1 mol roztokem thiosíranu sodného do světle modrého zbarvení. Poté byla stanovena spotřeba odměrného roztoku thiosíranu.

U každého vzorku bylo stanovení provedeno pětkrát a hodnota peroxidového čísla byla stanovena z průměru těchto pěti stanovení. Výsledky byly zaznamenány a zpracovány do tabulky v kapitole výsledky a diskuze.

6.6 Stanovení volných mastných kyselin

V této části experimentu byl stanoven obsah mastných kyselin neboli titrační kyselost oleje. Výsledek této analýzy byl vyjádřen jako obsah kyseliny olejové v %. Volné mastné kyseliny jsou produkty hydrolýzy, která nastává v průběhu zpracování nebo skladování. Mastné kyseliny jsou navázány na triacylglyceroly, a právě působením hydrolýzy dochází k jejím uvolnění, které je z hlediska jakosti nežádoucí.

Podstata stanovení spočívá v rozpuštění vzorku ve směsi diethyletheru a ethanolu (1:1). Volné kyseliny se poté titrují hydroxidem draselným.

6.6.1 Postup stanovení

Do titrační baňky byl na analytických váhách navážen vzorek o hmotnosti 10 g s přesností na čtyři desetinná místa. Následně byla přidána směs (diethylether a ethanol) a vzorek byl rozmícháním rozpuštěn. Vzniklá směs byla titrována odměrným roztokem hydroxidu draselného na indikátor fenolftalein do růžového zbarvení.

U každého vzorku bylo stanovení provedeno pětkrát a hodnota volných mastných kyselin byla stanovena z průměru těchto pěti stanovení. Výsledky byly zaznamenány a zpracovány do tabulky v kapitole výsledky a diskuze.

7 VÝSLEDKY A DISKUZE

V praktické části bakalářské práce a ve vybraných vzorcích olejů (olivový extra panenský, řepkový, palmový, kukuřičný, olivový z pokrutin) bylo provedeno stanovení vlhkosti, spektrofotometrické stanovení v oblasti 232-272 nm, peroxidové číslo a stanovení volných mastných kyselin. Poté byly stanoveny reologické vlastnosti chioské mastichy v těchto modelových systémech.

7.1 Výsledky stanovení olejů

Tab. 2: Průměrné hodnoty ve vzorcích olejů

Olej/Vzorek	Vlhkost (%)	K232	K270	Peroxidové číslo (meq O ₂ /kg)	Volné mastné kyseliny (%)
olej olivový extra panenský	0,06	3522	0,736	9,87	0,2256
olej řepkový	0,07	2654	0,653	16,07	0,0705
olej palmový	0,08	2784	0,781	14,06	0,1692
olej kukuřičný	0,04	2802	0,587	15,04	0,2256
olej olivový z pokrutin	0,06	2162	0,564	13,17	0,0564
olej slunečnicový rafinovaný	0,05	2739	6614	11,88	0,0313

7.1.1 Hodnota vlhkosti

Byla stanovena průměrná hodnota vlhkosti u jednotlivých olejů z pěti měření v % (w/w). Výsledky jsou uvedeny v Tab.2. Hodnota vlhkosti u analyzovaných vzorků se pohybovala v rozpětí od 0,04 – 0,08 %. Je známo, že obsah vody v oleji negativně reflektuje kvalitu oleje [44]. Nejvyšší hodnota vlhkosti byl stanovena u palmového oleje. Naopak nejnižší hodnota vlhkosti byla zaznamenána u kukuřičného oleje. Podle naměřených hodnot lze usoudit, že hodnoty vlhkosti jsou v normě, neboť hodnota zbytkového obsahu vody před rafinací může být maximálně do 1 % [44].

7.1.2 Spektrofotometrické stanovení v oblasti 232 –272 nm

Konjugované dvojně a trojně vazby vznikají v mastných kyselinách při oxidaci polyenových kyselin na hydroperoxydy nebo během technologického zpracování oleje (například bělení). Výsledky naměřených hodnot jsou uvedeny v Tab.2. Stanovení bylo provedeno celkem pětikrát. Nejvyšší podíl konjugovaných dienů byl zaznamenán u extra – panenského olivového oleje. Nejvyšší podíl konjugovaných trienů byl zaznamenán u rafinovaného slunečnicového oleje. Naopak nejnižší podíl konjugovaných dienů i trienů byl zaznamenán u olivového oleje z pokrutin. S porovnáním naměřených hodnot je zřejmé, že vysoký podíl konjugovaných trienů u slunečnicového oleje může být způsobeno právě jeho rafinací. Kdežto u extra – panenského oleje může být vysoký obsah konjugovaných dienů dán vyšším obsahem zoxidovaných částí v oleji vytvořených zřejmě v důsledku skladování [48].

7.1.3 Hodnoty peroxidového čísla

Kvantitativním měřítkem stupně oxidace tuků je i peroxidové číslo. Vzdušný kyslík působící na mastné kyseliny způsobuje oxidaci, kdy dochází nejen ke snížení nutriční hodnoty tuků či olejů, ale také k nepříjemné chuti a pachu způsobené přítomností aldehydů a ketonů, jakožto meziproductů oxidace. Výsledky naměřených hodnot peroxidového čísla u měřených olejů jsou uvedeny v Tab. 2. Nejvyšší hodnota peroxidového čísla ze všech testovaných olejů se prokázala u řepkového oleje, jehož mírně nadlimitní hodnota činila 16,07 meq O₂/kg. Kdežto nejnižší hodnotu peroxidového čísla vykazoval olej olivový extra – panenský, jehož hodnota činila 9,87 meq O₂/kg. Vyhláška Ministerstva zemědělství stanovuje limit pro jedlé tuky a oleje do 10 meq O₂/kg (u olejů lisovaných za studena a takto deklarovaných je limitní hodnota 15 meq O₂/kg) [43]. Podle naměřených hodnot lze tedy soudit, že určité měřené oleje stanovený limit mírně překročily.

7.1.4 Obsah volných mastných kyselin

S vyšším obsahem volných mastných kyselin stoupá kyselost oleje, a tím i silnější sklon k oxidaci. Kromě toho je negativně ovlivněna i chuť oleje. Výsledky naměřených hodnot volných mastných kyselin vyjádřených jako kyselina olejová v % jsou uvedeny v tab.č.1.

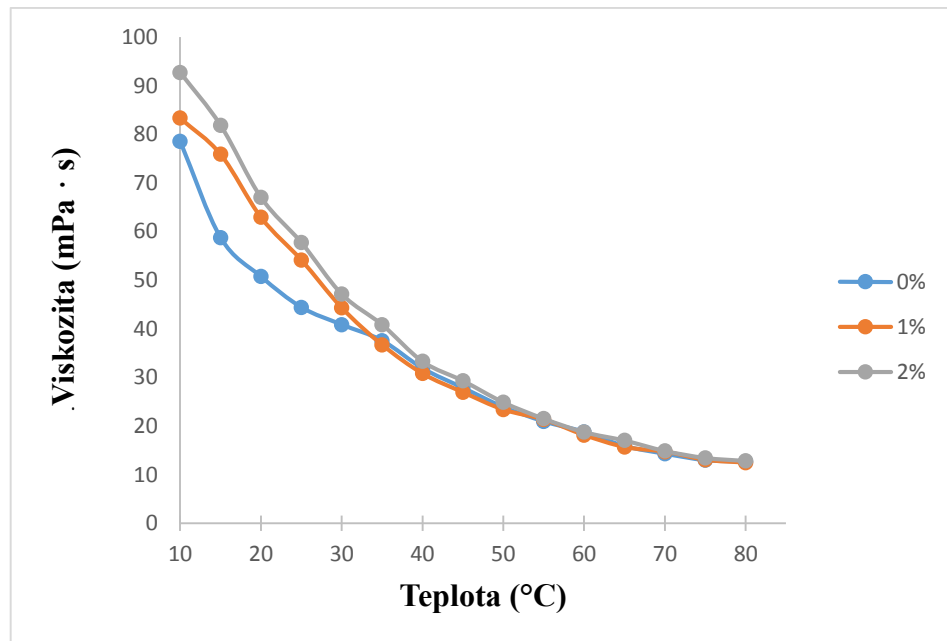
Nejvyšší obsah volných mastných kyselin byl stanoven u extra-panenského olivového oleje a oleje kukuřičného s hodnotou 0,2256 %. Naopak nejnižší obsah volných mastných kysel-

lin byl stanoven u rafinovaného slunečnicového oleje s hodnotou 0,0313 %. Hodnota kyselosti je významná především pro oleje získané mechanickými procesy tj. u extra-panenského olivového oleje. Obsah volných mastných kyselin u extra-panenského olivového oleje by měl být menší než 0,8 g na 100 g. Obsah volných mastných kyselin u rafinovaných olejů by měl být méně 0,5 g na 100 g [43, 44, 45].

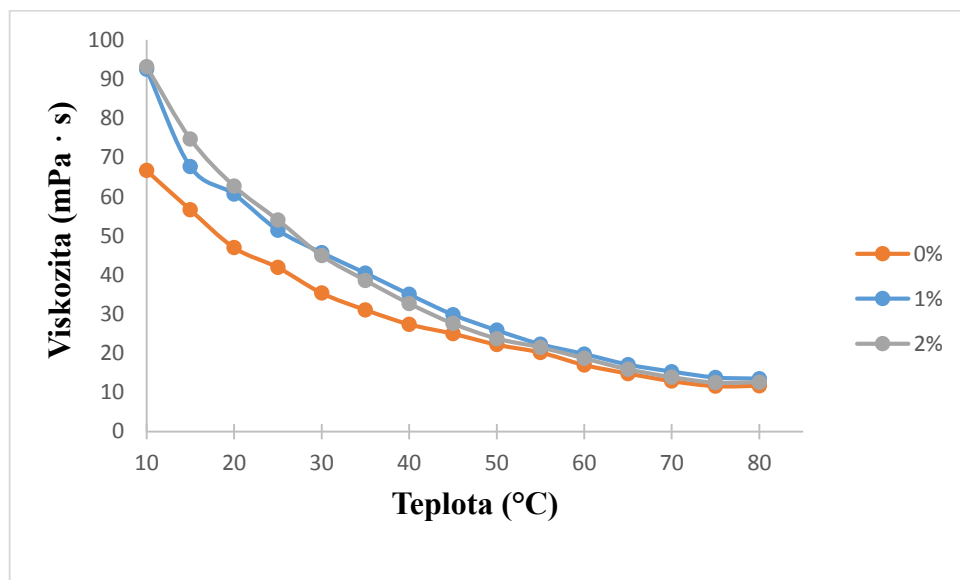
7.2 Výsledky reologické analýzy modelových systémů

V rostlinných olejích se zvyšuje viskozita s délkou řetězce triacylglycerolu mastných kyselin a snižuje se jejím nenasycením. Lze tedy říci, že viskozitu lze u jedlých olejů zvýšit hydrogenací nenasycených mastných kyselin [47]. Vliv teploty na viskozitu je ještě významnější než smyková rychlost. Se zvyšující se teplotou vykazují jedlé oleje nižší viskozitu [48].

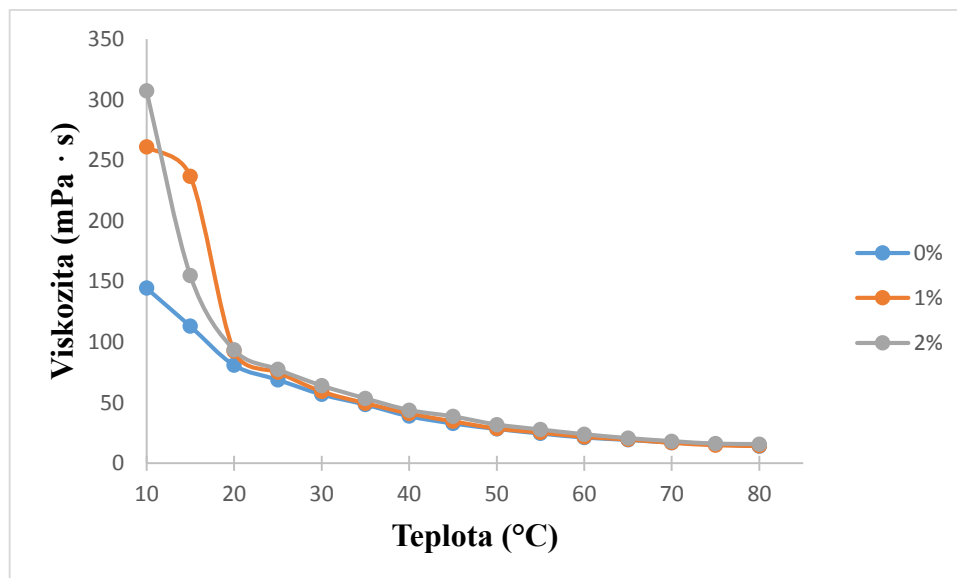
Zvýšení teploty má za následek zvýšení molekulárního pohybu a tím zmenšení přitažlivých sil mezi částicemi. Výsledkem je tedy jednodušší proudění mezi molekuly a snížení viskozity. V tekutém prostředí je však menší síla přitažlivých sil mnohem významnější než zvyšování molekulárního pohybu, a proto viskozita s rostoucí teplotou klesá [48]. Na následujících obrázcích (Obr. 3-11) je u jednotlivých potravinových systémů zobrazena závislost viskozity na teplotě.



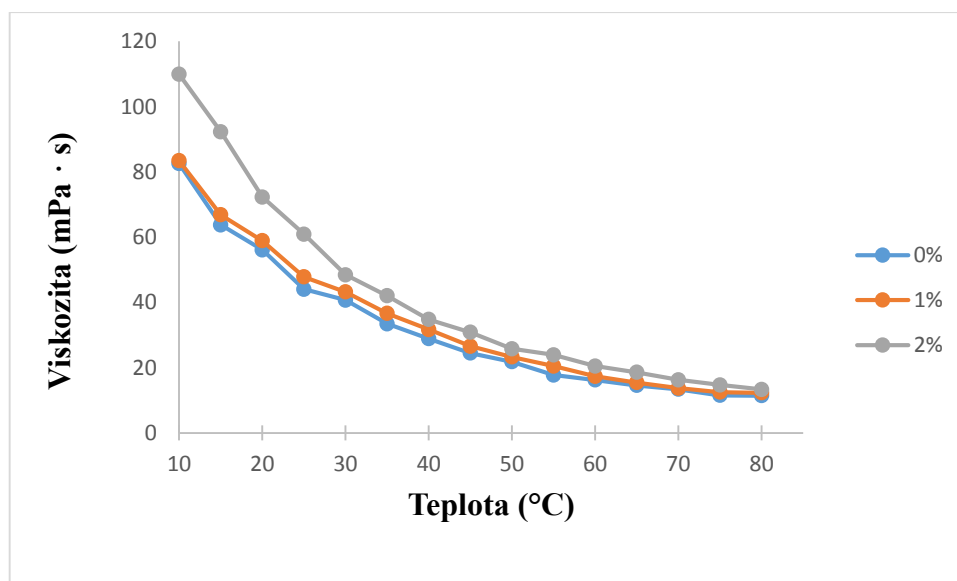
Obr. 3: Závislost viskozity na teplotě u extra – panenského olivového oleje



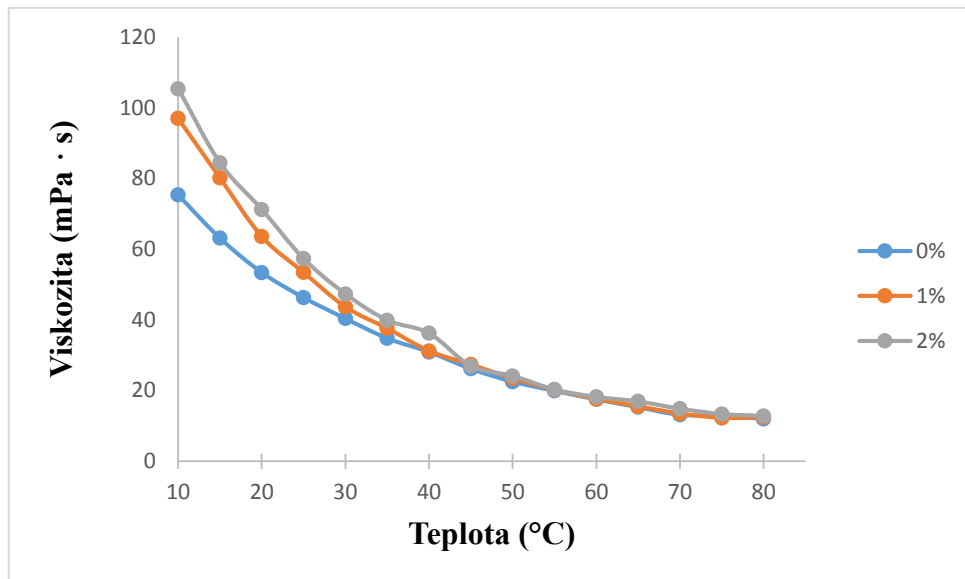
Obr. 4: Závislost viskozity na teplotě u řepkového oleje



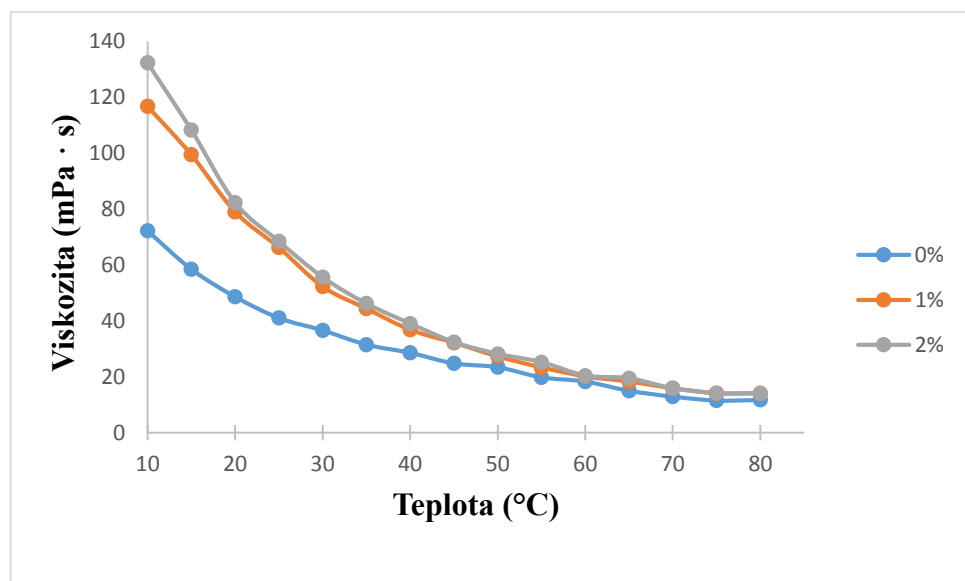
Obr. 5: Závislost viskozity na teplotě u palmového oleje



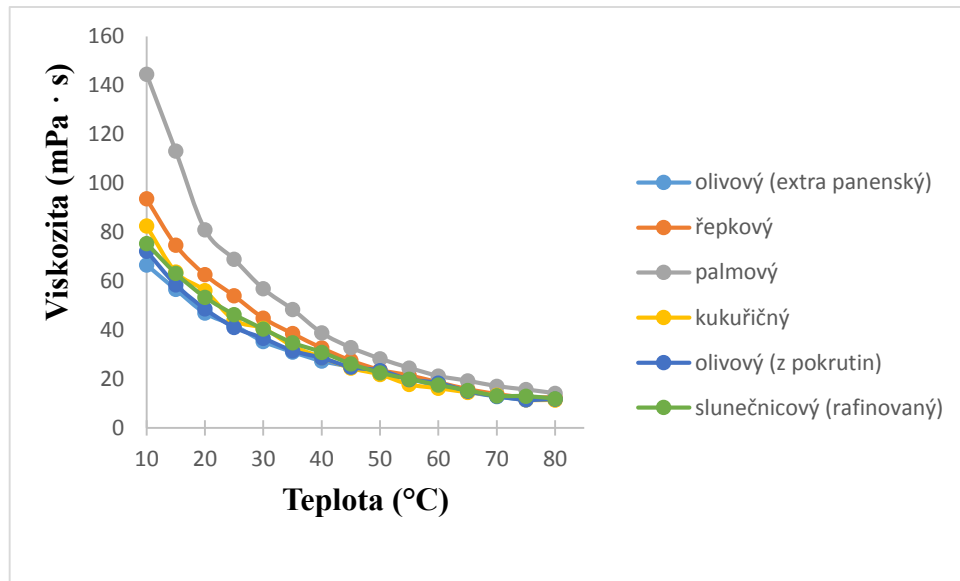
Obr. 6: Závislost viskozity na teplotě u kukuřičného oleje



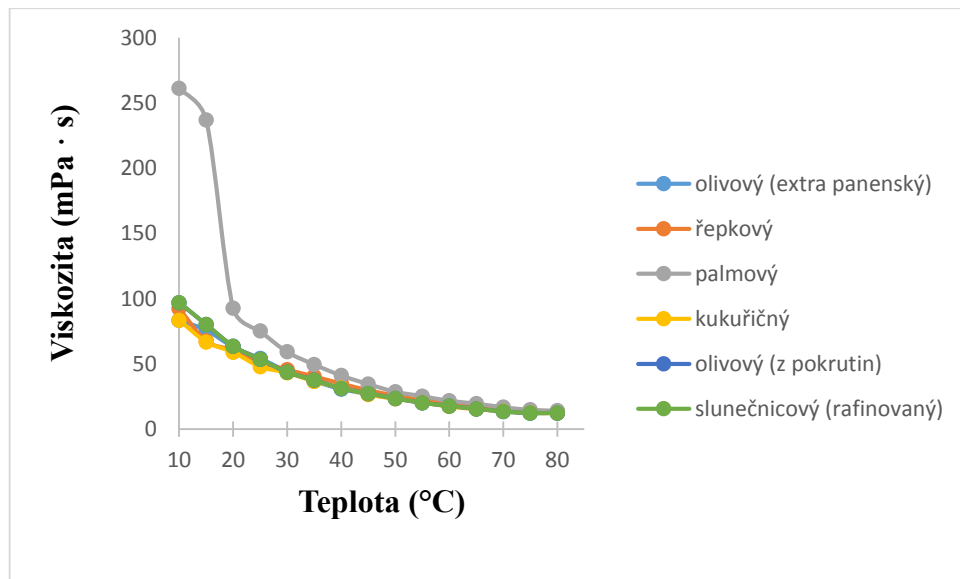
Obr. 7: Závislost viskozity na teplotě u slunečnicového rafinovaného oleje



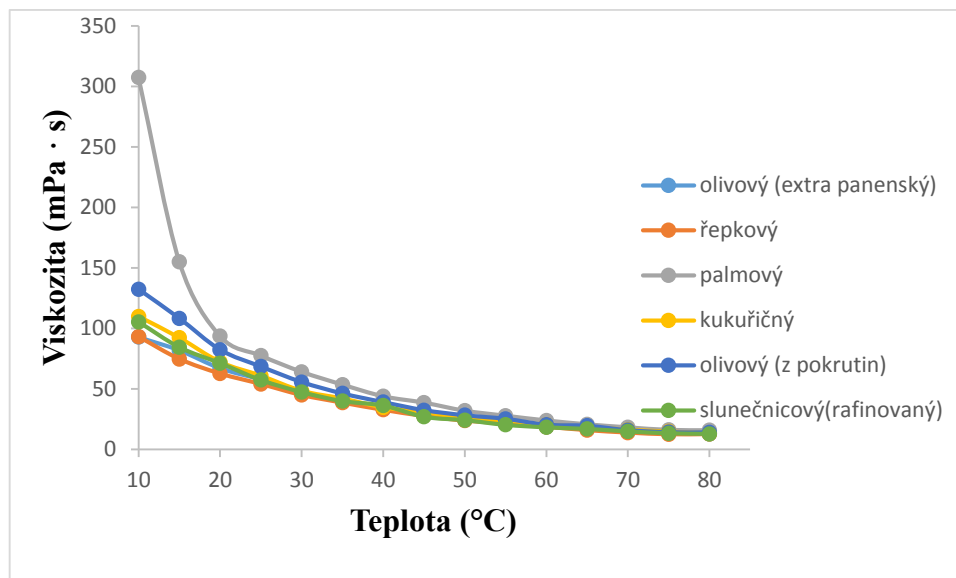
Obr. 8: Závislost viskozity na teplotě u olivového oleje z pokrutin



Obr. 9: Závislost viskozity na teplotě u olejů bez přídavku mastichy



Obr. 10: Závislost viskozity na teplotě u olejů s přídavkem 1 hm.% mastichy



Obr. 11: Závislost viskozity na teplotě u olejů s přidavkem 2 hm.% mastichy

S rostoucí teplotou došlo u všech modelových systémů k poklesu viskozity. Nejvýznamněji byla ovlivněna viskozita u palmového oleje, kdy rozdíl hodnoty bez přidavku a s přidavkem 2 hm.% mastichy při 10 °C byl téměř dvojnásobný. Co se týče vlivu teploty na viskozitu, palmový olej taktéž vykazoval nejnižší stabilitu viskozity při teplotách pohybujících se od 10 °C do 80 °C. Po palmovém oleji vykazoval nižší stabilitu viskozity po přidavku mastichy olivový olej z pokrutin, kdy rozdíl hodnoty bez přidavku a s přidavkem 2 hm.% mastichy při 10 °C byl téměř kolem 60 mPa.s.

Nejmenší vliv na viskozitu měl přidavek mastichy u extra – panenského olivového oleje, kdy rozdíl hodnoty bez přidavku a s přidavkem 2 hm.% mastichy byl pouze kolem 15 mPa.s. Mezi všemi testovanými oleji, nejvyšší stabilitu viskozity pohybujících při teplotách pohybujících se od 10 °C do 80 °C vykazoval řepkový olej, následoval olivový olej z pokrutin a rafinovaný slunečnicový.

Závislost viskozity na teplotě byla pozorována i v práci publikované v roce 2005 autory W.B. Wan Nik a kol. [47], kdy slunečnicový olej vykazoval nejvyšší stabilitu viskozity při teplotách pohybujících se od 40 °C do 100 °C mezi testovanými oleji kukuřičným, kololovým, kokosovým a superoleinu. Podobně tomu tak bylo ve studii J.C.O. Santos a kol., kdy mezi testovanými oleji (řepkový, slunečnicový a kukuřičný) měl slunečnicový olej nejvyšší stabilitu viskozity při teplotách od 10-80 °C. Následoval kukuřičný, poté řepkový [46].

Ve studii publikované v roce 2004 autory J.C.O. Santos a kol. bylo zjištěno, že hodnota viskozity při daných naměřených teplotách (10-80 °C) byla u měřených olejů podobná (sójový, slunečnicový, olivový, řepkový, kukuřičný a rýžový) a nebyla zaznamenána degradace olejů v tomto sledovaném teplotním rozmezí.

ZÁVĚR

Bakalářská práce je zaměřena na charakteristiku rostliny *Pistacia lentiscus* a jejich produktů. Pryskyřice tohoto stromu vykazuje široké spektrum antibakteriálních, antioxidačních či antiaterogenních vlastností. Je běžně používána ve středozemních oblastech a oblastech Středního východu pro různé žaludeční onemocnění, kdy nejvíce se její účinek projevil při léčbě žaludečních a duodenálních vředů způsobené *Helicobacter pylori*. Kromě svých léčebných účinků je také využívána v potravinářství, kdy může být používána jako ochucovadlo. Tradičně je přidávána například také k aromatizaci do „Nabulsi“ sýru či řeckého destilátu „Ouzo“. Mastichový olej je využíván pro své antioxidační vlastnosti také do pečiva. Vyzrálé plody *Pistacia lentiscus* jsou nedílnou součástí kyperských uzenin.

V praktické části byla provedeny základní analýzy vlhkosti, UV spektrofotometrie, peroxidového čísla a obsahu volných mastných kyselin. Jako vzorky byly použity (olivový extra-panenský, řepkový, palmový, kukuřičný, olivový z pokrutin, slunečnicový rafinovaný).

- Vlhkost – hodnoty vlhkosti se pohybovaly v normě.
- UV spektrofotometrie – vyšší podíl konjugovaných dienu byl zaznamenán u extra – panenského olivového oleje, a nejvyšší obsah konjugovaných trienu u rafinovaného slunečnicového oleje.
- Nejvyšší hodnota peroxidového čísla byla zjištěna u řepkového oleje, nejnižší u extra-panenského olivového oleje. Hodnoty byly mírně překročeny.
- Vyšší obsah volných mastných kyselin byl stanoven u extra – panenského olivového oleje a oleje kukuřičného.

Z naměřených hodnot lze usoudit, že vzorky olejů neprokazovaly výrazné odchylky, a tím nám neznehodnotily výsledky měření u dalšího měření, zaměřené na změnách viskozity u jednotlivých olejů s přidavkem mastichy.

Nejdůležitější částí praktické práce byla reologická analýza potravinových modelů, tvořené ze vzorku oleje a přidavku mastichy. Hlavním sledovaným parametrem měření byla závislost viskozity na teplotě s přidavkem mastichy.

- Se zvyšujícím se obsahem mastichy v modelovém systému se viskozita zvyšovala, a to u všech vzorků. S rostoucí teplotou viskozita všech vzorků klesla, a to bez ohledu na přidání množství mastichové gumy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] DIMITROS G., Ethnobotany journal. The Geography of the Chios Mastic Trade from the 17th through to the 19th Century. ., *Ethnobotany journal*. [online], 2010. [cit. 2017-03-19] Dostupné z: www.ethnobotanyjournal.org/vol8/i1547-3465-08-153.pdf
- [2] ÖZDEN, S. The economic analysis of the mastic tree (*Pistacia lentiscus L.*) cultivation projects [online], 2016. [cit.2017-03-19] Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/311741475>
- [3] KOC, I.; ONAY, A.; CIFTCI, Y. In Vitro Regeneration and Conservation of the Lentisk (*Pistacia Lentiscus L.*). *Turkish Journal of Biology*. 2014, vol. 38, no. 5 s. 653-663. ISSN:1300-0152.
- [4] COPPEN, J. Non-Wood Forest Products: Gums, resins and latex of plant origin. *Forestry Department*. 1995, vol.6, s.152. ISSN: 1020-3370
- [5] DIMAS,S; PANTAZIS; RAMANUJAM. Review: Chios Mastic Gum: A Plant-produced Resin Exhibiting Numerous Diverse Pharmaceutical and Biomedical Properties. *In Vivo* (Athens, Greece). 2012, vol. 26, no. 5777. ISSN:1791-7549.
- [6] DEDO USSIS, KALIORA, PSARRAS, CHIOU, MYLONA, G PAPADOPOULOS a ANDRIKOPOULOS. Antiatherogenic effect of *Pistacia lentiscus* via GSH restoration and downregulation of CD36 mRNA expression. *Atherosclerosis* [online]. *Elsevier Ireland*, 2004, 174(2), 293-303 [cit. 2017-03-19]. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2004.02.011. ISSN 00219150.
- [7] SHANLEY P.; Tapping the Green Market: Certification and Management of Non-timber Forest Products. *Earthscan*, 2002, s.456. ISBN: 1853838713
- [8] BOZORGI, M.; MEMARIANI, Z; MOB LI, M.; SURMAGHI, M.; SHAMS-ARDEKANI, M.; RAHIMI, R. Five *Pistacia* Species (*P-vera*, *P-atlantica*, *P-terebinthus*, *P-khinjuk*, and *P-lentiscus*): A Review of Their Traditional Uses, Phytochemistry, and

Pharmacology. *Scientific World Journal*. 2013, vol. 2013 s. 219815-219847. ISSN:1537-744X.

[9] KOC, I; ONAY, A; CIFTCI, Y. In Vitro Regeneration and Conservation of *the Lentisk (Pistacia Lentiscus L.)*. *Turkish Journal of Biology*. 2014, vol. 38, no. 5 s. 653-663. ISSN:1300-0152.

[10] VASQUES, A.; PINTO, G.; DIAS, M.; CORREIA, C.; MOUNTINHO PEREIRA, J; VALLEJO, V; SANTOS, C; KEIZER, J. Physiological Response to Drought in Seedlings of *Pistacia lentiscus* (Mastic Tree). *New Forests*. 2016, vol. 47, no. 1 pp. 119-130. ISSN: 0169-4286

[11] European Medicines Agency. Assessment report on *Pistacia lentiscus* L., resin (mastic)[online], 2010.[cit.2017-03-19] Dostupné z: http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-_HMPA_assessment_report/2015/07/WC500190097.pdf

[12]] DIMITROS G., *Ethnobotany journal*. The Geography of the Chios Mastic Trade from the 17th through to the 19th Century. ., *Ethnobotany journal*. [online], 2010. [cit. 2017-03-19] Dostupné z: www.ethnobotanyjournal.org/vol8/i1547-3465-08-153.pdf

[13] PAPAGEORGIOU, V.; BAKOLA-CHRISTIANOPOULOU, M.; APAZIDOU, K.; PSARROS, E. Gas Chromatographic–mass Spectroscopic Analysis of the Acidic Triterpenic Fraction of Mastic Gum. *Journal of Chromatography a*. 1997, vol. 769, no. 2 s. 263-273. ISSN:0021-9673.

[14] TRIANTAFYLLOU, A.; BIKINEYEVA, A.; DIKALOVA, A.; NAZAREWICZ, R.; LERAKIS, S.; DIKALOV, S. Anti-inflammatory Activity of Chios Mastic Gum is Associated with Inhibition of TNF-alpha Induced Oxidative Stress. *Nutrition Journal*. 2011, vol. 10, no. 164. ISSN:1475-2891.

[15] OTTAKIS, F; LAMARI, F; MATRAGKOU, CH; ZACHARIADIS, G; KARAMANOS, N; CHOLI-PAPADOPOULOU, T. Arabino-Galactan Proteins from *Pis-*

tacia Lentiscus Var. Chia: Isolation, Characterization and Biological Function. *Amino Acids*. 2008, vol. 34, no. 3 s. 413-420. ISSN:0939-4451.

[16] NAHIDA; ANSARI; SIDDIQUI; *Pistacia Lentiscus*: A review on phytochemistry and pharmacological properties. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*. 2012, vol 4, Suppl 4. ISSN- 0975-1491

[17] DAFAERA, D.; PAPPAS, C.; TARANTILIS, P.; POLISSIOU, M.; Quantitative analysis of α -pinene and β -myrcene in mastic gum oil using FT-Raman spectroscopy. *Elsevier Science*. 2002, vol. 77, no. 4 s. 511-515. Online: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030881460100382X>

[18] KİVÇAK, B.; AKAY, S. Quantitative Determination of α -tocopherol in *Pistacia Lentiscus*, *Pistacia Lentiscus* Var. Chia, and *Pistacia Terebinthus* by TLC-densitometry and Colorimetry. *Fitoterapia*. 2005, vol. 76, no. 1 s. 62-66. ISSN:0367-326X

[19] KALIORA, A.; MYLONA, A.; CHIOU, A.; PETSIOS, D. G; ANDRIKOPOULOS, N. K. Detection and Identification of Simple Phenolics in *Pistacia Lentiscus* Resin. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*. 2005, vol. 27, no. 2 s. 289-300. ISSN:1082-6076.

[20] LONGO, L.; SCARDINO, A.; VASAPOLLO, G.. Identification and Quantification of Anthocyanins in the Berries of *Pistacia Lentiscus* L., *Phillyrea Latifolia* L. and *Rubia Pergrina* L. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2007, vol. 8, no. 3 s. 360-364. ISSN:1466-8564.

[21] SILANIKOVE, N; GILBOA, N; NIR, I; PEREVOLOTSKY, A; NITSAN, Z. Effect of tokofera Daily Supplementation of Polyethylene Glycol on Intake and Digestion of Tannin-Containing Leaves (*Quercus Calliprinos*, *Pistacia Lentiscus*, and *Ceratonia Siliqua*) by Goats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1996, vol. 44, no. 1 s. 199-205. ISSN:0021-8561.

[22] AZAIZEH, H; HALAHLEH, F; ABBAS, N; MARKOVICS, A; MUKLADA, H; UNGAR, E.D; LANDAU, S.Y. Polyphenols from *Pistacia Lentiscus* and *Phillyrea Latifolia* Impair the Exsheathment of Gastro-intestinal Nematode Larvae. *Veterinary Parasitology*. 2013, vol. 191, no. 1-2 s. 44-50. ISSN:0304-4017.

[23] AZAIZEH, H; MRENY, R; MARKOVICS, A; MUKLADA, H; GLAZER, I; LANDAU, SY. Seasonal Variation in the Effects of Mediterranean Plant Extracts on the Exsheathment Kinetics of Goat Gastrointestinal Nematode Larvae. *Small Ruminant Research*. 2015, vol. 131 s. 130-135. ISSN:0921-4488.

[24] PAPANICOLAOU, D; MELANITOU, M; KATSABOXAKIS, K. Effect of α -tocopherol (Vitamin E) on the Retention of Essential Oil, Color and Texture of Chios Mastic Resin During Storage. *Developments in Food Science*. 1998, vol. 40 s. 689-694. ISSN:0167-4501.

[25] MEZNI, F.; KHOUJA, M.; GREGOIRE, S.; MARTINE, L.; KHALDI, A.; BERDEAUX, O. Effect of Growing Area on Tocopherols, Carotenoids and Fatty Acid Composition of *Pistacia Lentiscus* Edible Oil. *Natural Product Research*. 2014, vol. 28, no. 16 s. 1225-1230. ISSN:1478-6419.

[26] MEZNI, F; AOUADHI, C; KHOUJA, M.; KHALDI, A; MAAROUFI, A. In Vitro Antimicrobial Activity of *Pistacia Lentiscus* L. Edible Oil and Phenolic Extract. *Natural Product Research*. 2015, vol. 29, no. 6 s. 565-570. ISSN:1478-6419.

[27] PARASCHOS, S.; MAGIATIS, P.; GOUSIA, P.; ECONOMOU, V.; SAKKAS, H.; PAPADOPOULOU, CH.; SKALTSOUNIS, A. Chemical Investigation and Antimicrobial Properties of Mastic Water and Its Major Constituents. *Food Chemistry*. 2011, vol. 129, no. 3 s. 907-911. ISSN:0308-8146.

[28] AOUINTI, F.; ZIDANE H.; TAHRI, M.; WATHELET, J.; ELBACHIRI, A. Chemical composition, mineral contents and antioxidant activity of fruits of *Pistacia lentiscus* L. from Eastern Morocco. *J. Mater. Environ. Sci*. 2014, vol. 5, no. 1 s. 199-206. ISSN:2028-2508.

[29] KOUTSOUDAKI, CH.; KRSEK, M.; RODGER, A. Chemical Composition and Antibacterial Activity of the Essential Oil and the Gum of *Pistacia Lentiscus* Var. Chia. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005, vol. 53, no. 20 s. 7681-7685. ISSN:0021-8561.

[30] THUILLE, N.; FILLE, M.; NAGL, M. Bactericidal Activity of Herbal Extracts. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2003, vol. 206, no. 3 s. 217-221. ISSN:1438-4639.

[31] BONIFÁCIO, B.; DOS SANTOS RAMOS, M.; DA SILVA, Patricia Bento; BAUAB, Taís Maria. Antimicrobial Activity of Natural Products Against *Helicobacter Pylori*: A Review. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*. 2014, vol. 13, no. 154. ISSN:1476-0711.

[32] OTTAKIS, F.; LAMARI, F.; MATRAGKOU, CH.; ZACHARIADIS, G.; KARAMANOS, N.; CHOLI-PAPADOPOULOU, T. Arabino-Galactan Proteins from *Pistacia Lentiscus* Var. Chia: Isolation, Characterization and Biological Function. *Amino Acids*. 2008, vol. 34, no. 3 s. 413-420. ISSN:0939-4451.

[33] BENHAMMOU, N.; BEKKARA, F.; PANOVSÁ KADIFKOVA T.; Antioxidant and antimicrobial activities of the *Pistacia lentiscus* and *Pistacia atlantica* extracts. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*. 2008, vol. 2, no. 2 s.022-028 Online: <http://www.academicjournals.org/ajpp>

[34] BAMPOULIA, A.; KYRIAKOPOULOU, K.; PAPAEFSTATHIOU, G.; LOULIA, V.; KROKIDAA, M., MAGOULASA, K. Comparison of different extraction methods of *Pistacia lentiscus* var. chia leaves: Yield, antioxidant activity and essential oil chemical composition, *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*. 2014, s.81-91. ISSN: 2214-7861

[35] AMPARO, S., CHISVERT, A. Analysis of Cosmetic Products. 1st ed. *Elsevier Science*, 2007. 506 p. ISBN 978-0-444-52260-3.

[36] CONGIU, R., FALCONIERI, D., MARONGIU, B., PIRAS, A. and Porcedda, S. (2002), Extraction and isolation of *Pistacia lentiscus* L. essential oil by supercritical CO₂. *Flavour Fragr. J.*, 17: 239–244. doi:10.1002/ffj.1095

[37] KOUKOUTSIS, J.; SMITH, J.; DAIFAS P.; DAPHNE, P.; YAYALAN, V.; CAYOUEITE, B.; NGADI, M.; EL-KHOURY, W. IN VITRO STUDIES to CONTROL the GROWTH of MICROORGANISMS of SPOILAGE and SAFETY CONCERN in HIGH-MOISTURE, HIGH-pH BAKERY PRODUCTS. *Journal of Food Safety*. 2004, vol. 24, no. 3 s. 211-230. ISSN:0149-6085

[38] AOUINTI, F.; IMELOUANE, B.; TAHRI, M.; WATHELET, J.; AMHAMDI, H.; ELBACHIRI, A. New Study of the Essential Oil, Mineral Composition and Antibacterial Activity of *Pistacia Lentiscus* L. from Eastern Morocco. *Research on Chemical Intermediates*. 2014, vol. 40, no. 8 s. 2873-2886. ISSN:0922-6168.

[39] BOTSARIS, G.; ORPHANIDES, A.; YIANNAKOU, E.; GEKAS, V.; GOULAS, V. Antioxidant and Antimicrobial Effects of *Pistacia Lentiscus* L. Extracts in Pork Sausages. *Food Technology and Biotechnology*. 2015, vol. 53, no. 4 s. 472-478. ISSN:1330-9862.

[40] ABD EL-SALAM, M.; ALICHANIDIS, E. Cheese Varieties Ripened in Brine. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. 2004, vol. 2 s. 227-249. ISSN:1874-558X.

[41] BURHAM B.; EL-KAMALI, H.; EL-EGAMI, A. Volatile components of the resin of *Pistacia lentiscus* "Mistica" used in Sudanese Traditional medicine.. *J. Chem. Pharm. Res.*, 2011, 3(6) s.478-482. ISSN: 0975-7384

[42] HORÁKOVÁ, M. a kol., *Analytika vody*, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze 2000, ISBN 80-7080-391-6

- [43] DOSTÁLOVÁ, J; SUCHÁNEK P.; Výživové hodnocení tuků a olejů. *AGRObase zpravodaj* [online]. 2015, [cit. 2017-04-27]. Dostupné z: http://www.apic-ak.cz/data_ak/15/a/AGRObase1501.pdf
- [44] BRÁT, J; Tuky a oleje, edice Jak poznáme kvalitu? *Česká technologická platforma pro poraviny*. [online], 2014 sv.8.vyd.1. [cit. 2017-04-27]. ISBN 978-80-87719-17-6. Dostupné také z: http://www.bezpecnostpotravin.cz/UserFiles/publikace/2014_SCS_Tuky_WEB_NEW.pdf
- [45] ZAJÍC, J, BAREŠ, M., 1988. Chemie a technologie tuků. 1. Vydání. Praha, VŠCHT Praha v Čs. Redakci VN MON, 224 s
- [46] SANTOS, J.C.O; SANTOS, I.M.G; SOUZA, A.G. Effect of Heating and Cooling on Rheological Parameters of Edible Vegetable Oils. *Journal of Food Engineering*. 2005, vol. 67, no. 4 s. 401-405. ISSN:0260-8774.
- [47]WAN NIK, W.B; ANI, F.N; MASJUKI, H.H; ENG GIAP, S.G. Rheology of Bio-edible Oils According to Several Rheological Models and Its Potential as Hydraulic Fluid. *Industrial Crops & Products*. 2005, vol. 22, no. 3 s. 249-255. ISSN:0926-6690.
- [48] NIELSEN, S. Food analysis. 3. vyd. New York: *Kluwer Academic/Plenum Publishers*, 2003, 557 s. ISBN 03-064-7495-6.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

CMG	Chioská mastichová guma
PDO	Chráněné označení původu
PEG	Polyethylen glykolu
AGP	Arabinogalaktanové proteiny
EDTA	Kyselina ethylen diamintetraoctová
BHT	Butylhydroxytoluen
BHA	butylhydroanisol
NADPH	nikotinamidadenindinukleotidfosfát
DPPH	1,1-difenyl-2-pikrylhydrazil
AST	Aspartátaminotrasferáza
ALP	Alkalická fosfatáza
ALT	Alaninaminotransferáza
ABTS	2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazolin-6-sulfonát)
LDL	nízkodenzitní lipoprotein
TNF	katechin

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Chios mastichový strom <i>Pistacia lentiscus</i>	12
Obr. 2: Chemická struktura některých důležitých složek <i>Pistacia lentiscus</i>	17
Obr. 3: Závislost viskozity na teplotě u extra – panenského olivového oleje	40
Obr. 4: Závislost viskozity na teplotě u řepkového oleje	40
Obr. 5: Závislost viskozity na teplotě u palmového oleje.....	41
Obr. 6: Závislost viskozity na teplotě u kukuřičného oleje	41
Obr. 7: Závislost viskozity na teplotě u slunečnicového rafinovaného oleje	42
Obr. 8: Závislost viskozity na teplotě u olivového oleje z pokrutin	42
Obr. 9: Závislost viskozity na teplotě u olejů bez přídavku mastichy	43
Obr. 10: Závislost viskozity na teplotě u olejů s přídavkem 1 hm.% mastichy.....	43
Obr. 11: Závislost viskozity na teplotě u olejů s přídavkem 2 hm.% mastichy.....	44

SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Seznam vzorků různých druhů jedlých olejů	32
Tab. 2: Průměrné hodnoty ve vzorcích olejů	37