

Inhibiční působení olejů na vybrané bakterie

Eva Ringlová

Bakalářská práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie tuků, tenzidů a kosmetiky

akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Eva RINGLOVÁ**
Osobní číslo: **T10180**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie výroby tuků, kosmetiky a detergentů**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Inhibiční působení olejů na vybrané bakterie**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

1. Charakteristika a složení rostlinných olejů.
2. Působení rostlinných olejů na mikroorganismy.

II. Praktická část

1. Testování různých metod pro zjišťování inhibičního působení olejů.
2. Inhibiční působení vybraných olejů na bakterie.
3. Vyhodnocení výsledků a diskuze.
4. Formulace závěru.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1]O'BRIEN, RICHARD D. Fat and Oils : Formulating and Processing for Applications (3rd Edition). CRC Press, 2009. ISBN 978-1-4200-6166-6..

[2]GUNSTONE, FRANK D. Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses (2rd Edition). Blackwell Publishing Ltd., 2011. ISBN 978-1-4443-3268-1.

[3]BELITZ, H.-D., GROSCH, W., SCHIEBERLE, P. Food Chemistry (4th Edition). Springer, 2009. ISBN 978-3-540-69934-7.

[4]SERRA, A. T., MATIAS, A. A., NUNES, A. V. M. et al. In vitro evaluation of olive- and grape-based natural extracts as potential preservatives for food. Innovative Food Science and Emerging Technologies 9, 311-319. 2008.

[5]AKOH, C.C., MIN, D.B.. Food Lipids : Chemistry, Nutrition, and Biotechnology (3th Edition). CRC Press, 2002. ISBN 1-4200-4663-2.

Vedoucí bakalářské práce:

doc. RNDr. Leona Buňková, Ph.D.

Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Datum zadání bakalářské práce:

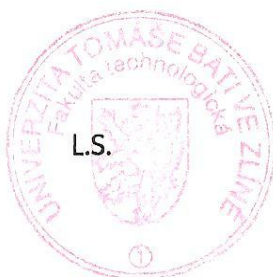
18. února 2013

Termín odevzdání bakalářské práce:

24. května 2013

Ve Zlíně dne 18. února 2013

doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan



doc. Ing. Rahula Janiš, CSc.
ředitel ústavu

Příjmení a jméno: Ringlová Eva

Obor: Technologie výroby tuků,
kosmetiky a detergentů

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 20.5.2013


.....

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 nevdělečně 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:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

³⁾ 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, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlédne k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá tematikou tuků a olejů. V teoretické části se nejprve rozebírá jejich struktura a složení, přičemž jsou zde celkově zařazeny do skupiny lipidů podle různých stanovisek. V návaznosti na tyto informace jsou v této práci zmiňovány i možné zdroje tuků a jejich význam pro lidskou společnost. Podrobněji je zde popisován olej olivový, lněný a konopný z důvodu jejich použití v praktické části bakalářské práce. V praktické části byly testovány inhibiční účinky lněného, konopného a olivového oleje na vybrané grampozitivní a gramnegativní bakterie.

Klíčová slova: tuk, rostlinný olej, bakterie, inhibiční účinek

ABSTRACT

Abstrakt ve světovém jazyce

This bachelor thesis deals with themes of fats and oils. At first in the theoretical part are fat and oils analyse of their structure and composition, which are generally classified into groups according to various lipids opinions. Following the information in this work are mentioned as the possible source of fats and their importance for human society. More details are here about oil olive, flax and hemp because of their use in practical part of the thesis. In the practical part are tested the inhibitory effects of flax, hemp and olive oil on selected Gram-positive and Gram-negative bacteria.

Keywords: fat, vegetable oil, bacteria, inhibitory effect

Ráda bych poděkovala své vedoucí bakalářské práce doc. RNDr. Leoně Buňkové, Ph.D. za její neustálý vstřícný přístup, trpělivost a cenné rady po celou dobu vypracovávání této práce. Mnohé díky patří i paní laborantce Lence Machálkové, která mi udělovala užitečné rady při absolvování praktické části.

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

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA TUKŮ A OLEJŮ	12
2 ROZDĚLENÍ LIPIDŮ	13
3 SLOŽENÍ TUKŮ A OLEJŮ	14
3.1 MASTNÉ KYSELINY	14
3.2 ALKOHOLY	15
3.3 NEGLYCERINOVÉ SLOŽKY TUKŮ A OLEJŮ	15
3.3.1 Fosfolipidy	15
3.3.2 Uhlovodíky	16
3.3.3 Steroly	16
3.3.4 Vitamíny	17
3.3.4.1 Vitamin A	17
3.3.4.2 Vitamin D	17
3.3.4.3 Vitamin E	17
3.3.5 Pigmenty	18
3.3.6 Přírodní antioxidanty	19
4 ZDROJE A ÚPRAVA TUKŮ A OLEJŮ	20
4.1 ZDROJE TUKŮ A OLEJŮ	20
4.2 ÚPRAVA TUKŮ A OLEJŮ	21
5 OLIVOVÝ OLEJ	22
5.1 ZDROJ OLIVOVÉHO OLEJE	22
5.2 ZÍSKÁVÁNÍ OLIVOVÉHO OLEJE	22
5.3 SLOŽENÍ A VÝZNAM OLIVOVÉHO OLEJE	23
6 LNĚNÝ OLEJ	25
6.1 ZDROJ LNĚNÉHO OLEJE	25
6.2 ZÍSKÁVÁNÍ LNĚNÉHO OLEJE	25
6.3 SLOŽENÍ A VÝZNAM LNĚNÉHO OLEJE	26
7 KONOPNÝ OLEJ	28
7.1 ZDROJ KONOPNÉHO OLEJE	28
7.2 ZÍSKÁVÁNÍ KONOPNÉHO OLEJE	29
7.3 SLOŽENÍ A VÝZNAM KONOPNÉHO OLEJE	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
8 CÍL	32
9 MATERIÁL, ZAŘÍZENÍ A POMŮCKY	33
9.1 TESTOVANÉ ROSTLINNÉ OLEJE	33
9.2 ŽIVNÁ MÉDIA	33
9.3 ROZTOKY	34
9.4 MIKROORGANISMY	34
9.5 ZAŘÍZENÍ A POMŮCKY	35

10	METODY STANOVENÍ	36
10.1	DILUČNÍ METODA	36
10.1.1	Příprava suspenze vybraných bakterií.....	36
10.1.2	Stanovení inhibičního účinku.....	36
10.2	DIFÚZNÍ DISKOVÁ METODA	36
10.2.1	Příprava bakteriálních suspenzí.....	36
10.2.2	Stanovení inhibičního působení olejů	37
11	VÝSLEDKY	38
11.1	TESTOVÁNÍ INHIBIČNÍCH ÚČINKŮ OLEJŮ UŽITÍM MIKROTITRAČNÍ DESTIČKY	38
11.2	VÝSLEDKY ZÍSKANÉ DIFÚZNÍ DISKOVOU METODOU	39
12	DISKUZE	41
	ZÁVĚR	43
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	44
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	48
	SEZNAM OBRÁZKŮ	49
	SEZNAM TABULEK.....	50

ÚVOD

Tuky a oleje hrají pro lidstvo zásadní roli už po celá tisíciletí. Postupem času o nich lidé zjišťovali nové poznatky a jejich portfolio využití se neustále rozšiřovalo. Tak se tedy tuky a oleje dostaly od náboženských obřadů, lamp pro svícení, z kuchyně pro přípravu pokrmů až do kosmetiky a alternativní medicíny. Výčet použití těchto látek je ohromný, zasahující až do průmyslového odvětví.

Blahodárné účinky olejů nelze ignorovat, obzvláště jejich význam pro lidský organismus, který je nesmírný. Při příjmu v potravě jsou dodavatelem energie, nositeli vitaminů rozpustných v tucích a také dodavateli esenciálních mastných kyselin. Proto je důležité do naší stravy zařadit i tuky a nevyhýbat se jim. Toto platí především v případě rostlinných olejů, jelikož se jedná o tuky vlastníci příznivé zastoupení mastných kyselin (zejména nenasycených) jako jsou kyselina olejová, linolová a linolenová.

V této bakalářské práci je nastíněna struktura, složení, zdroje, úprava a význam tuků a olejů s následným podrobnějším popisem olivového, lněného a konopného oleje, na nichž byl testován jejich inhibiční účinek proti různým typům bakterií. Výsledné poznatky jsou zaznamenány v závěru práce.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OBECNÁ CHARAKTERISTIKA TUKŮ A OLEJŮ

Tuky patří k významným složkám potravin hrající ve výživě člověka zásadní roli pro celkové zdraví a vývoj organismu [1].

Z chemického hlediska jsou veškeré tuky a oleje estery trojsytného alkoholu glycerolu se třemi navázanými mastnými kyselinami [2]. Obvykle bývají označovány jako triacylglyceroly, jestliže tři molekuly mastných kyselin, neboli jejich acylových zbytků jsou kombinovány esterovou vazbou s jednou molekulou glycerolu [3].

Pokud triacylglycerol obsahuje tři identické mastné kyseliny, nazývá se monoacid triacylglycerolu. Obsahuje-li více než jeden typ mastných kyselin tak se jedná o smíšený triacylglycerol [4]. Tuky, ve kterých jsou navázány dva ze tří možných acylů, se nazývají diacylglyceroly. Pokud je navázán pouze jeden z acylů na molekulu glycerolu tak se jedná o monoacylglycerol [5].

Chemické a fyzikální vlastnosti tuků a olejů určuje typ mastné kyseliny v nich obsažený a dále její postavení v rámci molekuly triacylglycerolu [4]. Délka acylových zbytků a počet dvojných vazeb určují bod tání tuků, který je nižší s kratší délkou řetězce a větším počtem dvojných vazeb. [2] Společnou vlastností tuků je jejich nerozpustnost ve vodě a dobrá rozpustnost v nepolárních rozpouštědlech, jako je chloroform, benzen a éter [1].

V organismu plní lipidy funkci rezervní, protože jsou energeticky nejbohatší sloučeninou pro vysoký obsah vodíku. Dále plní funkci stavební, jako např. strukturní jádro biomembrán, funkci ochrannou, při níž chrání orgány před mechanickým poškozením a funkci katalytickou jako např. isoprenoidní lipidy. Podílí se též na termoregulaci formou podkožního tuku [6].

2 ROZDĚLENÍ LIPIDŮ

Lipidy dělíme do celé řady skupin z mnoha hledisek [7].

Nejstarší dělení je podle konzistence lipidů, kdy se lipidy člení na oleje, tuky a vosky. Lipidy, jejichž bod tání je nižší než 20 °C, se nazývají oleje, v rozmezí bodu tání 20 – 45 °C se nazývají tuky a nad bod tání 60 °C vosky. I když toto rozdělení není zcela správné tak se dělení na oleje (kapalné) a tuky (pevné) používá dodnes [7].

Dále lze lipidy rozdělit dle alkoholové složky esterů mastných kyselin. Estery mastných kyselin s glycerolem označujeme tuky a s jednofunkčními případně dvojfunkčními alkoholy jako vosky [7].

Podle původu se dělí lipidy na rostlinné (obvykle kapalné s výjimkou rostlinných másel), živočišné (teplokrevných živočichů) a rybí (studenokrevných živočichů) [7].

Lipidy také dělíme podle jejich chování na vzduchu na nevysychavé, polovysychavé a vysychavé [7].

V současné době se dělí lipidy podle chemického složení:

1. Mastné kyseliny a jejich mýdla
2. Homolipidy – estery mastných kyselin a jejich alkoholů
 - a) Vosky – estery mastných kyselin s jednofunkčními alkoholy
 - Ceridy – s alifatickými alkoholy
 - Steridy – s alicyklickými alkoholy (steroly)
 - b) Oleje a tuky – estery mastných kyselin s glycerolem
 - Monoacylglyceroly
 - Diacylglyceroly
 - Triacylglyceroly
3. Heterolipidy – sloučeniny obsahující mimo mastných kyselin a alkoholů ještě další sloučeniny obsahující fosfor, dusík, popřípadě síru.
4. Komplexní lipidy – sloučeniny, na které jsou navázány fyzikálními, případně kovalentními vazbami, nelipidové složky. Řadí se sem především lipoproteiny [8].

3 SLOŽENÍ TUKŮ A OLEJŮ

3.1 Mastné kyseliny

Za mastné kyseliny pokládáme karboxylové kyseliny s alifatickým uhlovodíkovým řetězcem s počtem atomů uhlíku větším než čtyři [8]. Tvoří amfipatickou strukturu, což znamená, že obsahují hydrofobní (uhlíkový) řetězec a hydrofilní (karboxylová skupina) část. Platí tedy čím je mastná kyselina delší, tím méně je rozpustná ve vodě [9].

Všechny přírodně se vyskytující mastné kyseliny se skládají za sudého počtu atomů uhlíku [10]. Vzájemně od sebe se odlišují svou délkou řetězce, počtem dvojných vazeb a jejich polohou. Tyto vzájemné rozdíly jsou odpovědné za chemické a fyzikální rozdíly u jedlých tuků a olejů [4].

Podle charakteru vazeb mezi uhlíky dělíme mastné kyseliny na nasycené, nenasycené, normální, rozvětvené, mastné kyseliny s jinými funkčními skupinami a cyklické [7]. Mezi nejrozšířenější nasycené mastné kyseliny řadíme kyselinu laurovou, myristovou, palmitovou, stearovou, arachidovou, behenovou a lignocerovou [4]. Nenasycené mastné kyseliny můžeme dále rozdělovat na monoenové s jednou dvojnou vazbou a na polyenové se dvěma a více dvojnými vazbami [7]. Nejdůležitějšími mononenasyčenými mastnými kyselinami jsou kyselina olejová a eruková. V případě polynenasycených základních mastných kyselin jsou jimi kyselina linolová, linolenová, eikosapentaenová (EPA) a dokosahexaenová (DHA) [4].

Navázání mastných kyselin na glycerol není náhodné. Nasycené mastné kyseliny jsou umístěny převážně v sn-1 nebo sn-3 pozicích. Nenasycené mastné kyseliny jsou umístěny obvykle v pozici sn-2 [4]. V olejích se ovšem také mohou vyskytovat i volné mastné kyseliny, které rychleji podléhají oxidativním změnám ovlivněných působením tepla a vysokých teplot [10].

Složení mastných kyselin přírodních tuků a olejů se liší nejen mezi rostlinnými a živočišnými druhy, ale také v rámci stejného druhu. Skladbu mastných kyselin v rostlinných olejích ovlivňuje řada faktorů, jako například klimatické podmínky, typ půdy, vegetační období, zralost rostliny, zdraví rostliny a mikrobiologické podmínky. Za to u živočišných tuků a olejů se mění v závislosti na druhu zvířete, stravě, zdraví, vyzrálosti a umístění tuku na zvířeti [4].

3.2 Alkoholy

V olejích a tucích bývá nejčastěji alkoholovou složkou glycerol, nicméně jí může být v některých syntetických tucích i jednofunkční alkohol etanol. Při výrobě emulgátorů se používají také sacharidy typu sacharosa, glukosa a laktosa. V některých tukových podílech jsou mastné kyseliny vázané na vyšší aminoalkoholy, například na sfingosin [7].

V rostlinných olejích se v malých množstvích nacházejí i mastné alkoholy s dlouhým řetězcem. Přítomny jsou také ve voscích, kde jsou esterifikovány na mastné kyseliny. Ve větší míře jsou zastoupeny v tuku některých mořských živočichů [11].

3.3 Neglycerinové složky tuků a olejů

Primární složkou v tucích a olejích jsou triglyceridy, které však nejsou její jedinou složkou. Obsahují také různá množství jiných menších složek schopných značně ovlivnit jejich chemické a fyzikální vlastnosti. Jsou jimi neglycerinové složky, které jsou v olejích a tucích nezmýdelnitelným podílem. Surové rostlinné oleje jich obsahují 2% i více. U živočišných tuků je tento podíl menší. Někdy není přítomnost některých neglycerinových složek v oleji vhodná, a proto jsou při zpracování olejů odstraňovány s minimálním poškozením žádoucích složek v oleji [4].

3.3.1 Fosfolipidy

Společným znakem fosfolipidů je fosfátový zbytek tvořící ester s hydroxylovou skupinou na třetím uhlíku glycerolu. Nejjednoduššími fosfolipidy jsou fosfoestery diacylglycerolu, tzv. fosfatidáty, významné meziproducty biosyntézy tuků a fosfolipidů, z kterých můžeme odvodit fosfatidy a další fosfolipidy [2].

Fosfatidy mají fosfátový zbytek esterifikovaný dalším alkoholem, a to buď aminoalkoholem, nebo derivátem cyklohexanu [2]. Rozdělujeme je na základě jejich reakce s vodou. Fosfatidy schopné hydratace, mezi něž patří fosfatidylcholin a fosfatidylinositol, mohou být separovány z olejové fáze pomocí vody. Fosfatidy neschopné hydratace, jako je fosfatidová kyselina, lysofosfatidová kyselina či vápenaté a hořečnaté soli těchto kyselin, zůstávají v oleji i po vodní separaci [4].

Dva nejběžnější se vyskytující fosfatidy v rostlinných olejích jsou lecitin a cefalin, které mohou být považovány za triacylglyceroly, u nichž je jedna mastná kyselina nahrazena kyselinou fosforečnou [4].

3.3.2 Uhlovodíky

Přirozenou součástí tuků a olejů jsou alifatické sloučeniny a terpenoidy. Bývají zcela odstraněny při rafinaci. Existují jak ve formě rozvětvené tak nerozvětvené a jejich počet uhlíků je lichý [12].

Skvalen je nenasycený uhlovodík s významnými biologickými vlastnostmi, jež je metabolickým prekurzorem celé řady steroidů. Oxidací jedné z jeho konečných dvojných vazeb vzniká oxid, který je katalyzován enzymem na lanosterol a následně zpracován do cholesterolu a jiných steroidů. U skvalenu jsou známy chemoprotektivní účinky proti některým druhům rakoviny a současně i mírné antioxidační vlastnosti, které však klesají v období jeho skladování. Bohatým zdrojem skvalenu je olej z jater žraloků, olej ze semen amarantu a olivový olej [4].

3.3.3 Steroly

Steroly jsou polycyklické alkoholy, které mají vesměs stejný základní skelet složený ze steranu (cyklopentanoperhydrofenantrenu) [12]. Liší se pouze strukturou vedlejšího řetězce [7]. Tvoří většinu nezmýdelnitelných látek v jedlých olejích a to ve většině případů 1%, i když obsah může být vyšší než 2%. Vyskytují se obzvláště jako směsi volných sterolů a esterů sterylů. Jsou bezbarvé i poněkud inertní s vysokým bodem tání [11]; [4].

Podle výskytu se specifikují na fytoosteroly v rostlinných olejích, na zoosteroly v živočišných tucích, mykosteroly v houbách (včetně plísní) a mořské steroly z mořských živočichů [13]. V živočišných tucích a rybím oleji se vyskytuje především cholesterol. V rostlinných olejích je to směs fytosterolů, kam řadíme například kampesterol, stigmasterol, β -sitosterol a brasicasterol [11]. Rostlinné steroly, zejména sitosterol jako mastný acylester, snižují sérový i LDL cholesterol [4]. Nejdůležitějším zástupcem mykosterolů je ergosterol, který po ozáření UV paprsky přechází v kalciferol [7].

Fytoosteroly byly schváleny jako přísady do potravin na bázi tuku, jako jsou dressinky a nízkotučné potraviny typu jogurt, sýr a cereálie. Volné steroly je možné lépe začlenit do nízkotučných potravin než estery sterolů [4]. Rostlinné steroly zabraňují vstřebávání cholesterolu ze střeva a snižují tak významně jeho hladinu v krvi [14].

3.3.4 Vitaminy

Vitaminy jsou látky nutné pro normální chod organismu. Musí se do něj přivádět zvenčí, v čemž je zahrnuta i syntéza střevními bakteriemi [15]. Většina vitaminů má funkci koenzymů. Označujeme tím organickou složku enzymů, tedy látek nezbytných pro průběh specifických metabolických reakcí [16]. Přírodní tuky a oleje obsahují především vitaminy rozpustné v tucích, zejména vitaminy A, D a E [7]. Aby byly tyto vitaminy v trávicím traktu vstřebány, potřebují určité množství tuků a minerálů [17]. Jejich zásobárnou jsou hlavně játra [16].

3.3.4.1 Vitamin A

Vitamin A má několik forem a je obsažen především v rybím tuku. V případě jeho nedostatku může organismus přeměňovat provitamin β -karoten, získaný z rostlinných zdrojů, v aktivní vitamin A v množství, jaké náš organismus potřebuje. β -karoten pomáhá účinně předcházet a zpomalovat rozvoj aterosklerózy. Nalezneme jej v mrkvi, tykvi, špenátu a brokolici [17].

Celkově se vitamin A podílí na všech hlavních pochodech v organismu. Je důležitý pro funkci pohlavních žláz, nezbytný pro tvorbu zrkového purpuru rodopsinu v tyčinkách sítnice, udržuje fyziologický stav kůže a sliznic, podporuje růst kostí a zubů a současně má i funkci antioxidantu [16]; [18].

3.3.4.2 Vitamin D

Vitamin D a jeho provitaminy jsou celkově v přírodě i v potravinách málo rozšířené. Nejdůležitější je provitamin obsažený v potravinách živočišného původu - játrech, rybím tuku a mléčném tuku. Provitaminy se usazují v kůži a po ozáření ultrafialovými paprsky se mění na vitamin D [19]. Tedy z provitaminu ergosterolu na vitamin D₂ (ergokalciferol) a z provitaminu cholesterolu na vitamin D₃ (cholecalciferol) [7]. Celkově je vitamin D nutný pro dokonalé hospodaření organismu s vápníkem a fosforem, tvorbu zdravé kostní hmoty i celkový růst organismu [20].

3.3.4.3 Vitamin E

V rostlinných surových olejích jsou obvykle formy vitaminu E, tokoferoly a tokotrienoly, přítomny až do 0,35 %. Podobné množství se vyskytuje i v rafinovaných olejích, pokud je však rafinace prováděna pečlivě. V živočišných tucích chybí [11].

Tokoly jsou přírodní antioxidanty s vlivem na aktivitu vitamínu E, obsahující čtyři isomery tokoferolu s nasyceným postranním řetězcem a čtyři isomery tokotrienolu s nenasyceným postranním řetězcem. Označují se α , β , γ a δ v závislosti na počtu a pozici metylových skupin na chromanovém kruhu [4]. Nejvyšší vitaminovou účinnost má α -tokoferol a nejvyšší antioxidační účinek má γ -tokoferol [7].

Jejich přítomnost je velice důležitá u olejů s příchutí, protože mají zásadní vliv na jeho kvalitu. Taktéž mají tyto antioxidanty schopnost stabilizovat oleje, avšak nesmí být jejich koncentrace příliš vysoká. U vyšších koncentrací tokoferolu dochází totiž k oxidaci nenasycených mastných kyselin [4]. Tokoferol podporuje rovněž tvorbu buněčných membrán, syntézu DNA a RNA a je nezbytný pro fyziologickou stavbu a funkci nervového systému [16]. Je také velmi důležitý pro srdce a krevní oběh [17]. U žen posouvá hranici menopauzy na 50 až 59 let, což s ohledem na produkci estrogenů chrání srdce a kosti [18].

Oleje ze semen jsou hlavním zdrojem tokoferolů. Tokotrienoly se nacházejí převážně v palmovém oleji a cereálních olejích jako je rýžový olej a olej z ječmene [4].

3.3.5 Pigmenty

Ve všech olejích a tucích jsou přítomné barevné látky pigmenty převedené do olejů při jejich izolaci z rostlinných pletiv, z nichž nejvýznamnější jsou karotenoidy, deriváty chlorofylu a gossypolu [7]; [13].

Karotenoidy, chemicky řazené do tetraterpenů, mají žluté až červené zbarvení, což je způsobeno přítomností konjugovaného systému dvojných vazeb v all-trans konfiguraci [7, s. 18]. V rostlinných olejích se pohybuje jejich obsah mezi 0,05 – 0,2 %, přičemž nejvyšší obsah karotenoidů má olej palmový. V živočišných tucích je obsah karotenoidů nízký, kdy zvýšený obsah vykazuje pouze mléčný tuk [13]; [7].

Chlorofyly patří do skupiny zelených barviv, které přechází do surových olejů při jejich získávání v množství až 100 mg. kg⁻¹. Způsobují typické zbarvení jednotlivých olejů a zhoršují stabilitu olejů zvláště za přístupu tepla. Bývají odstraňovány bělením při rafinaci olejů [13].

Aromatický polyalkohol gossypol se vyskytuje společně s jeho deriváty například gossypurinem a gossyfulvinem v bavlníkovém oleji. Zabarvuje olej tmavohnědě [7].

3.3.6 Přírodní antioxidanty

Antioxidanty jsou látky zabraňující oxidačnímu kažení tuků. Dokážou totiž sami vázat vzdušný kyslík a tím jsou schopny prodloužit trvanlivost tuku. Jejich účinnost je však omezená [21]. Mezi přírodní antioxidanty řadíme fenolové kyseliny a jejich deriváty, jejichž aktivita je závislá na počtu hydroxylových skupin. Z fenolových kyselin se jedná o deriváty kyseliny benzoové nebo skořicové. V případě olejů se většinou přidávají syntetické antioxidanty na bázi kyseliny askorbové, fenolové antioxidanty či estery kyseliny galové [8].

4 ZDROJE A ÚPRAVA TUKŮ A OLEJŮ

4.1 Zdroje tuků a olejů

Největším zdrojem rostlinných olejů jsou semena jednoletých rostlin pěstovaných v relativně mírném podnebí. Většina z těchto ročních rostlin pěstovaných nejen jako zdroj oleje jsou využívány jako potraviny bohaté na bílkoviny [4]. Rostlinná semena jsou tedy obvykle složená ze dvou cenných složek, a to mastného oleje a na proteiny bohaté obilné drti [4,].

Z rostlinných semen se oleje a tuky v současnosti získávají dvěma základními způsoby: lisováním, tj. mechanickým oddělením oleje z rostlinných pletiv za tlaku, a nebo za pomoci extrakce oleje z rostlinných pletiv organickými rozpouštědly. Extrahovaný a lisovaný surový olej se po oddělení mechanických nečistot obvykle zpracovává společně. Jedním z kritérií, jež rozhodují o volbě základního procesu je olejnatost vstupující suroviny. Za hranici se považuje rozmezí 25 - 30 % oleje v semenu. Olejiny pod touto hranicí se již nelisují [22].

Dalším zdrojem olejů jsou olejnaté stromy, kdy se olivový, kokosový a palmový olej získává především extrahováním dužiny (endospermu) plodů než ze semen ovoce. Avšak u palem získáváme olej také z jejich semen a nazýváme jej proto palmojádrový. Všechny olejnaté stromy vyžadují poměrně teplé klima. V případě kokosu a palmy klima tropické a u olivovníku mírně teplé. Oproti olejnatým semenům z jednoletých rostlin je jejich výhodou vysoká výtěžnost oleje, protože mají dlouhou dobu životnosti a nemusí se každý rok přesazovat. Olivovníky mohou přežívat až několik stovek let, kokosové palmy mají životnost 60 let a palmovníky jsou schopny produkce až 20 let [4].

Výnosy oleje jsou různorodé. Například u slunečnicového oleje získávaného ze semen je výtěžnost 41 %, u olivového oleje 25 – 30 % a u sojového oleje 18 %. Malá výtěžnost oleje se zde kompenzuje vysokým obsahem proteinů (až 79 %) [23].

Poživatelné tuky jsou dodávány především z domestikovaných prasat, skotu a ovcí. Tato zvířata jsou chována v co největších počtech nejlépe v mírném podnebí a takových podmínkách, které zajistí požadovanou kvalitu a kvantitu produktů. Z prasat se získává sádlo, ze skotu a ovcí lůj a z krav mléčný tuk nebo máslo [4]

Významný je i tuk z mořských živočichů získávaný z malých početnějších tučných ryb jako jsou sardinky a sledi. Nejvíce se tyto ryby pro olej zpracovávají v severním Atlantic-

kém oceánu a severním Pacifiku. Na rozdíl od živočišných tuků není tuk z mořských živočichů vedlejším produktem při produkci masa. Olej je při zpracování ryby primárním produktem a zbytky po extrakci jsou využity jako krmivo pro zvířata nebo jako hnojivo [24].

4.2 Úprava tuků a olejů

Surové oleje získané jak z olejnatých semen, ovoce nebo živočišných tkání se mohou lišit svými zápachem a množstvím nečistot. Minimum olejů a tuků je užíváno pro potravinářské účely za surového stavu bez zpracování. Techniky zpracování nám umožní tuky a oleje vylepšit ať už z hlediska chuti, zápachu, změny barvy, ztvrdnutí či jejich změknutí i schopnosti pomalu nebo rychleji tát. Provádí se to takovým způsobem, aby daný olej nebo tuk vyhovoval požadavkům pro jeho uvedení na trh [4].

Prakticky po celém světě je součástí procedur získávání tuků a olejů také způsob provedení nějaké úpravy a přečištění k zlepšení daného produktu. Výběr výrobních technik a zařízení může záviset na zdroji zpracovávaného oleje, kvalitě suroviny, na dostupnosti pracovních sil, množství denně požadovaného zpracovaného oleje, dostupných finančních zdrojích, vládních předpisech a mnohých dalších kritériích. Získávání a zpracovávání tuků by mělo být obvláště motivováno zlepšením kvality výrobků, snížením kapitálových výdajů a vyřešením nebo odstraněním problémů s životním prostředím. Současně by taktéž měly produkty splňovat dané nutriční požadavky [4].

Většina tuků a olejů je rafinována, ale existují i výjimky jako kupříkladu panenský olivový olej, který se ošetřuje pouze filtrací. Rafinační procesy slouží k odstranění nežádoucích složek typu fosfolipidů, aromatických složek, stopových kovů, sloučenin síry a polutantů. Tímto procesem může však dojít i k odstranění cenných drobných komponent, což mohou být antioxidanty a vitaminy jako jsou karoteny a tokoferoly. Rafinace musí být tedy navržena tak, aby docházelo k maximálnímu odstranění nežádoucích složek a minimalizaci odstranění cenných menších složek. Některé z nežádoucích složek odstraněných při rafinaci bývají využívány jako komerční produkty, například skvalen, steroly, karoteny a jiné [23].

5 OLIVOVÝ OLEJ

5.1 Zdroj olivového oleje

Původ stromu olivovníku evropského (*Olea europea*; Obrázek 1), patřícího mezi vyšší dvouděložné rostliny, je neznámý. Za jeho pravděpodobné místo prvotního růstu je označován starověký Írán a Turkestán odkud se šířil na západ do Anatólie, Sýrie a Izraele. Nejlépe se mu daří v mírných a tropických klimatech, kdy je schopen se dožít až několika set let [4]. Nejvhodnější dobou pro jeho výsadbu je podzim, nehrozí-li mrazíky. V místech s velmi studenou zimou je však lepší provádět výsadbu na jaře [25]. Roční produkce je přibližně 2,8 milionu tun, z nichž nejvýznamnějšími místy výsadby jsou Středomořské země jako Řecko, Itálie, Španělsko, Turecko a Tunisko [26].



Obrázek 1 – *Olea europea* [27]



Obrázek 2 – Plody olivovníku [28]

5.2 Získávání olivového oleje

Olivy pro přípravu oleje se sbírají buďto ručně, mechanickým hřebenem na stlačený vzduch nebo moderními stroji, které jsou schopné trást stromy či větvemi a mechanicky česat koruny [29]. Olej se zpravidla získává z plodů olivovníku (oliv; Obrázek 2) v plné zralosti, jejichž obsah tuku se pohybuje mezi 15 – 30 %. Podstatné je dostat olivy co nejrychleji, nejlépe do 24 hodin, a v nepoškozeném stavu do lisovny, protože příliš dlouhé skladování poškozuje kvalitu oleje a při možném narušení slupky a dužiny olivy dochází vlivem lipasy obsažené v dužině k hydrolýze oleje [10]. Jakmile se dostanou olivy do lisovny, tak se nejprve čistí, třídí podle odrůdy a jakosti a následně lisují [25].

Existuje více metod pro lisování oliv k získání olivového oleje. Nejznámější je hydraulické lisování, kdy jsou plody a pecky těžkými kameny nejprve rozemlety na kaši a následně lisovány za vzniku emulze složené z vody a oleje. Voda se pak v odstředivce oddělí a zby-

lý olej se přefiltruje, aby se zbavil nečistot. Jinou užívanou metodou je metoda Sinolea založená na rozdílech ve specifické hmotnosti vody a oleje s následným odstředěním zbytků. Možné je i užití šnekového lisovacího systému se silnými dekantačními odstředivkami, které ještě před filtrací v průběhu jednoho pracovního postupu oddělí olej od vody a výlisků. Hlavní výhodou moderních lisů oproti hydraulickému je rychlejší zpracování suroviny [10].

5.3 Složení a význam olivového oleje

Olivový olej je směsí triacylglycerolů s různým složením volných mastných kyselin, monoacylglycerolů, diacylglycerolů a neglycerinových složek (0,5 – 1,5 %). Obsah volných mastných kyselin se liší podle typu olivového oleje, přičemž je i důležitým kritériem při určování jakosti oleje. V olivovém oleji se vyskytují mastné kyseliny v různých množstvích. V případě kyseliny palmitové je tomu 7,5 – 20 %, u kyseliny stearové 0,5 – 5 %, kyseliny palmitolejové 0,3 – 3,5%, kyseliny olejové 55 – 85%, kyseliny linolové 7,5 – 20% a kyseliny linolenové 0,0 – 1,5%. Složení mastných kyselin v olivovém oleji se může lišit v závislosti na místě výroby oleje, zeměpisné šířce, podnebí, odrůdě a fázi zralosti plodu. Například řecké, italské a španělské olivové oleje obsahují velké množství kyseliny olejové a nízké množství kyseliny linolové a palmitové. U tuniských olivových olejů je tomu naopak [23].

Oleje se dělí podle chuti, vůně a analytických znaků. Panenské oleje se podle obsahu kyseliny olejové, barvy, chutě nebo vůně dělí na extra panenský olej, panenský olej, obyčejný panenský olej a panenský lampantový olej. Mezi nepanenské olivové oleje patří rafinovaný olej a tzv. olivový olej [25].

Olivový olej je v dnešní době neustále významnou složkou potravy obzvláště v zemích obklopujících Středozemní moře. V posledních letech se stal také velice populárním i v severní Evropě, USA, Kanadě a mnoha jiných zemích [23]. Řadíme jej k nejstarším olejům používaných pro přípravu pokrmů společně se sezamovým olejem. Mimo jeho výjimečnou chuť je také používán i v kosmetickém průmyslu, v lékařství i při náboženských obřadech [25].

Zájem o olivový olej stále roste z důvodu studií, dokazujících pozitivní účinky na lidský organismus. Zejména je zdrojem energie, jež umožňuje organismu vyvíjet tělesnou i duševní činnost a současně je i zdrojem tepla. Mononenasyčené mastné kyseliny obsažené

v olivovém oleji až z 80 % přispívají ke snižování hladiny LDL cholesterolu, který se usazuje na stěnách cév. Napomáhají také udržet hladinu HDL cholesterolu, jehož úkolem je chránit cévy a odvádět LDL cholesterol do ledvin, kde ho tělo zpracuje. Olivový olej je dobře snášen lidským žaludkem, kdy napomáhá lepšímu trávení i správné funkci slinivky břišní díky vysokému obsahu kyseliny olejové. Můžeme jej označit za antioxidant. Extra panenský olivový olej má vysoký obsah vitamínu E, který chrání organismus před škodlivým působením volných radikálů a pomáhá předcházet ateroskleróze a s ní souvisejícím rizikům. Používání extra panenského oleje je současně prospěšné pro endokrinní systém a celkově metabolické funkce organismu [25].

Barva olivového oleje je obvykle zeleno-žlutá, přičemž na jeho zabarvení má vliv přítomnost chlorofylu a feofytinu. Současně obsahuje i karotenoidy chránící olej před fotooxidací. Olivovníkový kultivar, původ, zralost ovoce, podmínky skladování a zpracování ovoce mají velký vliv na celkové aroma i chuť olivového oleje. Typická chuť i aroma jsou vyvolány řadou těkavých sloučenin přítomných v oleji v nízké koncentraci [4].

Nízká kvalita olivového oleje se pozná dle vysokého množství volných mastných kyselin nebo diglycerolu v daném oleji. U olivového oleje je časté jeho falšování a to z důvodu jeho vysoké kvality oproti jiným rostlinným olejům. Nejčastější přidávanou příměsí do olivového oleje je rafinovaný olej z lískových oříšků, kdy jeho až 20 % přídavek běžný spotřebitel nerozpozná. Dokonce i analýzou složení mastných kyselin je toto doplnění oleje stále obtížně rozpoznatelné [4].

6 LNĚNÝ OLEJ

6.1 Zdroj lněného oleje

Lněný olej se získává ze semen rostliny lnu setého (*Linum usitatissimum*; Obrázek 3), pocházející původně ze střední Asie, která se nyní pěstuje převážně v mírném a subtropickém pásmu všech kontinentů. Ve velké míře se pěstuje v Argentíně, Indii, USA, Kanadě a Rusku a z menší části je kultivována v Maroku a některých částech Evropy jako je Anglie a Irsko [30]. Přestože je Kanada největším pěstitelem, tak výroba lněného oleje s postupem let klesá. Olej v objemu přibližně 0,7 tun se vyrábí především v EU, Číně a USA [23].

Kulturní lněná rostlina se dělí přibližně na přadný a olejný len. Po dlouhou dobu byla v popředí výroba lněných vláken před získáváním lněného oleje. Od dob pěstování lnu setého jsou výnosy ze semen olejného lnu vyšší. Rostlina se pro získání potřebných surovin poseká a semena se vymlátí z tobolek. Semena lnu setého (Obrázek 4) určená k výrobě oleje jsou zlatožlutá, na rozdíl od semen přadného lnu, která jsou hnědá [10]. Čistá semena obsahují 36 – 42 % lněného oleje [30].



Obrázek 3 – *Linum usitatissimum* [31]



Obrázek 4 – Semena lnu setého [32]

6.2 Získávání lněného oleje

V komerčně aplikované praxi je běžné získávat lněný olej ze semen lnu tlakem. Semena se nejprve prosévají a poté se pomocí dvou rýhovaných válců rozdrtí. Pak jsou zahřívány v kotli na 70 °C a následně zabaleny do pytlů, kde jsou vystaveny tlaku hydraulického lisu.

Zahřívání drti před lisováním je důležité ze dvou důvodů. Pomáhá koagulaci albuminů, což zabrání jejich styku s olejem a také napomáhá rozpouštěcím vlastnostem oleje, čímž se olej stává poté tmavším a vlastním silné aroma oproti oleji vylisovanému z drti za chladu [30].

Surový olej získaný z lisu obsahuje řadu nečistot, mezi něž patří voda, glyceridy, organické kyseliny, slizy nebo organická barviva. Takovýto olej je umístěn do nádrží, zahříván na 70 – 80 °C a ponechán stát. Všechny albuminy, které byly vyextrahovány ze semen, koagulují a klesají společně s jinými pevnými částicemi na dno nádrže. Po přidání 2 – 3 % koncentrované kyseliny sírové se opět ponechává olej stát. Po několika hodinách se sliz stává spáleným a klesá ke dnu. Voda absorbovaná kyselinou se v průběhu 24 hodin hromadí na dně nádrže a nechává tak nad sebou čistší olej [30].

V některých případech je lněný olej extrahován vhodným rozpouštědlem, jako je například benzol, ve kterém se olej rozpouští. Rozpouštědlo se poté oddestiluje nebo se použije znovu [30].

6.3 Složení a význam lněného oleje

Lněný olej je jeden z nejvíce nenasycených rostlinných olejů, tudíž má vysoký podíl nenasycených mastných kyselin - kyseliny olejové 17 %, linolové 14 % a linolenové 50 – 60 % (Tabulka 1). Vlivem těchto kyselin snadno oxiduje a polymerizuje, čehož je využíváno například při aplikaci do barev, laků a inkoustů [26].

Šlechtitelé v Austrálii užíváním chemických mutací vyprodukovali len nazývaný linola s nízkým obsahem kyseliny linolenové (okolo 2 %) a s vysokým obsahem (až 72 %) kyseliny linolové. Kanadský lněný olej pojmenovaný solin obsahuje méně jak 5 % kyseliny linoleové [26].

Lněný olej je bohatý na zdroj kyseliny α -linolové, esenciální mastné kyseliny patřící do skupiny omega-3-mastných kyselin, v těle užitečné jako zdroj energie. Slouží jako výchozí sloučenina pro regulaci krevního tlaku, srážlivosti krve, srdečního tepu, dilataci krevních cév, k imunitní odpovědi a odbourávání tuků. Obsahuje také přírodní antioxidanty β -karoten a karotenoidy [33]. Lněný olej má v porovnání s rybím olejem výhodu v tom, že není kontaminován toxickými deriváty známými jako lipidové peroxidy. Také lépe než rybí olej chutná i voní, má vyšší koncentraci omega-3-mastných kyselin a celkově je při zpracování ekonomicky výhodnější [34].

Tabulka 1— Porovnání poměru kyseliny linolové a kyseliny α -linolenové v rostlinných olejích (Benhaim 2001) [35]

Konopný olej	3:1
Slunečnicový olej	71:1
Lněný olej	1:4
Sójový olej	8:1
Olivový olej	9:1
Kanolový olej	2:1
Olej z pšeničných klíčků	10:1

Pro řadu onemocnění může být lněný olej prevencí nebo i lékem. Aplikuje se při kožních potížích spojených s nemocemi jako je například psoriáza, kdy zabraňuje svědění, otoku a zarudnutí daného místa. Ukázalo se, že lněný olej rovněž působí na snížení krevního tlaku a to při konzumaci jedné lžice denně [33].

Lněný olej se podává lisovaný za studena, kdy má zakalenou žlutou barvu a mírně trpkou chuť. Je možné jej zakoupit i rafinovaný [10]. Lněný olej musí být speciálně uchovávan, protože je snadno zničitelný světlem, teplem a přítomností kyslíku. Měl by být také stále v chladu, aby nedošlo k jeho žluknutí. Lepší je tedy jej podávat po uvaření pokrmu. Užívá se například jako salátový dressing, v omáčkách nebo pro ochucení popcornu a cereálií [33]. Do salátové zálivky je vhodné jej kombinovat s nasládlými octy [10].

7 KONOPNÝ OLEJ

7.1 Zdroj konopného oleje

Konopí je už od dávných dob hojně využívanou olejnou i prádnu rostlinou. Tuto jednoleistou rostlinu, původem pravděpodobně ze střední Asie, řadíme do čeledi konopovitých. Nejčastěji ji rozlišujeme na tři druhy: konopí seté (*Cannabis sativa*; Obrázek 5), konopí indické (*Cannabis indica*) a konopí rumištní (*Cannabis ruderalis*). Velkou výhodou konopí je jeho flexibilita k různým klimatickým podmínkám, ať už arktickým oblastem Finska nebo mírnému, subtropickému a tropickému pásu. Celkově konopí při dostatku živin (nejlépe organického původu), vláhy a slunečního svitu velice rychle roste [35]. Je schopno vyrůst během 110 dnů do výšky 2 - 4,5 m, čímž stíní plevelu, brání mu tak v růstu a snižuje tak potřebu použití herbicidů. Konopí vyžaduje poměrně malé množství hnojiv a je přirozeně odolné proti škůdcům [36]. Půda po konopí je čistá a provzdušněná, čímž se snižuje riziko šíření chorob i škůdců a zvyšují se tak výnosy následných pěstovaných plodin [35]. Hluboký kořenový systém konopí pomáhá také bránit erozi a současně je schopen absorbovat těžké kovy z kontaminované zeminy [36].

Téměř všechny části konopné rostliny mohou být hospodářsky využity – semeno, silné vlákno i dřevitá dužina [36]. Konopná vlákna se využívají k výrobě papíru a je jimi možné nahradit i laminát používaný například k výrobě aut. Mohou posloužit taktéž jako izolace namísto skleněných vláken, materiál ke stavbě domů nebo být využity v textilním průmyslu [37].



Obrázek 5 – *Cannabis sativa* [38]



Obrázek 6 – Konopná semena [39]

7.2 Získávání konopného oleje

Z botanického pohledu jsou konopná semena (Obrázek 6) malými oříšky s průměrem několika milimetrů [40]. Ke sklizni semen potřebných pro výrobu oleje se přistupuje v době, kdy semena ve střední části květenství dosáhla plné zralosti. Předčasná sklizeň vede ke snížení klíčivosti semene, snížení obsahu oleje a k větší energetické náročnosti při dosoušení semene. Opožděná sklizeň zase způsobuje výdrol semene, větší ztráty při sklizni a větší poškození porostu ptactvem. Pro sklizeň se používá sklízecí mlátička, kdy je nejvhodnější mlátička s jednobubnovým mláticím systémem. Taková sklizeň se nazývá přímá [41]. Vymláčené semeno se čistí a třídí na obilných čističkách. Maximální vlhkost pro uskladnění je 8 – 9 % [42].

Konopný olej je produkován pro potravinářské účely studenou lisovací technikou. Uvolnění oleje ze semene se dosahuje mechanickým stlačením semen za přítomnosti ochranného plynu, přesně stanoveného tlaku, teploty pod 45 °C a tření. Lisování se provádí za podmínky vyloučení vzdušného prostředí. Následně se provádí lahvování pod dusíkem do matných láhví a poté chlazení, které je významnou ochranou oleje proti degradaci, oxidaci a působení světla. Nejlepším konopným olejem je olej nerafinovaný vyrobený lisováním za studena, protože jeho denaturace při zpracování snižuje nutriční hodnotu základních kyselin [43]. Má žlutozelenou barvu a příjemnou ořechovou chuť [22].

Velice perspektivní pro výrobu oleje je superkritická fluidní extrakce pomocí oxidu uhličitého. Běžně se užívá extrakce hexanem při výrobě nepotravinářského konopného oleje sloužícího například pro výrobu nátěrů [43].

7.3 Složení a význam konopného oleje

Konopný olej je charakteristický vysokým obsahem esenciálních nenasycených mastných kyselin, kdy obsahuje 50 – 70 % kyseliny linolové, 15 – 25 % kyseliny α -linolenové a 1 – 4 % kyseliny γ -linolenové (Tabulka 2). Poměr kyseliny linolové a linolenové je 3:1, což je poměr zajišťující správnou funkci metabolismu. Velmi se to blíží poměru od 4:1 až 6:1, který pokládají odborníci na výživu za optimální [40]. Obsahuje také vitaminy A, B₁, B₂, B₆, A a E (ve formě tokoferolů), rytin, antioxidant cholesterol a malá množství různých dalších užitečných nebo přímo esenciálních složek (fytosteroly, fosfolipidy, karoten a větší množství fyto minerálů) [35]; [40].

Tabulka 2 – Srovnání obsahu mastných kyselin v rostlinných olejích [35]

Semeno	Obsah EMK (%)	LK (%)	LNK (%)	GLA (%)	Olejová kyselina (%)	Stearová kyselina (%)
Konopí	80	50 – 70	15 – 25	1 – 4	10 – 16	2 – 3
Len	72	14	58	0	19	4
Slunečnice	65	65	< 1	0	4	5
Sója	63	55	8	0	23	4
Černý rybíz	81	48	13	17	11	1
Oliva	8	8	< 1	0	76	16

Pozn.: EMK – esenciální mastné kyseliny,

LK – kyselina linolová,

LNK – kyselina α -linolenová,

GLA – kyselina γ -linolenová

V chemickém průmyslu nalézá konopí uplatnění při výrobě barev, laků, mazacích olejů a tiskařských barev. Izolací lze z konopného oleje získat tenzidy, které jsou využívány při praní prádla a jsou do jednoho týdne stoprocentně biologicky odbouratelné. Díky vysokému obsahu nenasycených mastných kyselin se konopný olej používá i v kosmetickém průmyslu, kdy napomáhá při léčbě akné, lupénky a ekzémů. Rovněž má znatelné hydratační a antibakteriální vlastnosti, čehož se využívá při výrobě mýdel, krémů, šampónů, balzámů na rty a léčivých mastí. Konopný olej může být také užíván vnitřně. Po požití může docházet ke zvýšení obranyschopnosti organismu a ke zrychlení látkové výměny, čímž se může snižovat tělesná hmotnost daného jedince. Dále tlumí příznaky hyperaktivity s poruchou pozornosti, snižuje hladinu cholesterolu, vysoký tlak i riziko vzniku krevních sraženin v tepnách [44].

Destilací z květů konopí se získává konopný esenciální olej, který se využívá v lékařství a také potravinářském průmyslu pro přípravu čajů, nealkoholických nápojů, piva i cukrovinek [44].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 CÍL

Cíle této bakalářské práce lze zformulovat následovným způsobem:

- rozebrat a osvětlit celkovou problematiku tuků a olejů z hlediska jejich složení, zdrojů, úprav a významu,
- zaměřit se na podrobnější popis olivového, lněného a konopného oleje,
- aplikovat účinné metody pro zjištění inhibičního účinku vybraných olejů,
- vyhodnocení a porovnání získaných výsledků.

9 MATERIÁL, ZAŘÍZENÍ A POMŮCKY

K zjištění inhibičního působení rostlinných olejů byly použity živná média MPB a PCA, fyziologický roztok, různorodé kultury mikroorganismů a mnohé zařízení a pomůcky.

9.1 Testované rostlinné oleje

Olivový olej - Extra panenský olivový (Borgio)

Lněný olej (Walramcom Bruntál)

Konopný olej (Cannaderm)

9.2 Živná média

Masopeptonový bujón (MPB)

Složení:

- Masový výtažek (HiMedia) 3,0 g
- Pepton (HiMedia) 5,0 g
- NaCl (LachNer) 3,0 g
- Destilovaná voda 1000,0 ml

Příprava: Všechny komponenty byly postupně naváženy a doplněny destilovanou vodou. Po jejich rozpuštění byl masopeptonový bujón po 5 ml rozpipetován do zkumavek a sterilován v autoklávu při teplotě 121 °C po dobu 20 minut.

Plate count agar (PCA; HiMedia)

Složení:

- Enzymatický hydrolyzát kaseinu 2,0 g
- Kvasničný extrakt 1,0 g
- Glukosa 0,4 g
- Agar 6,0 g
- Destilovaná voda 400,0 ml

Příprava: Množství směsi 9,3 g směsi bylo nejprve naváženo a následně rozpuštěno ve 400 ml destilované vody. Směs byla poté ponechána sterilovat v autoklávu při teplotě

121 °C po dobu 20 minut. Po uplynutí této doby bylo PCA rozlito na Petriho misky, které sloužily k zajištění vzájemné reakce mezi oleji a mikroorganismy.

9.3 Roztoky

Fyziologický roztok

- NaCl (LachNer) 4,3 g
- Destilovaná voda 500,0 ml

Příprava: Množství 4,3 g chloridu sodného bylo rozpuštěno v 500 ml destilované vody a sterilováno v autoklávu při teplotě 121 °C po dobu 20 minut.

9.4 Mikroorganismy

Inhibiční účinky olejů byly testovány na vybraných grampozitivních a gramnegativních bakteriích, které byly získány z České sbírky mikroorganismů (CCM) nebo ze sbírky Ústavu inženýrství ochrany životního prostředí (DEPE).

Grampozitivní bakterie

- *Bacillus cereus* CCM 2010
- *Bacillus subtilis* subsp. *spizizenii* CCM 4062
- *Micrococcus luteus* CCM 732
- *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* CCM 3953
- *Staphylococcus vitulinus* DEPE 185

Gramnegativní bakterie

- *Serratia marcescens* subsp. *marcescens* CCM 303
- *Serratia liquefaciens* DEPE 162
- *Escherichia coli* CCM 3954
- *Salmonella enteritica* subsp. *enteritica* ser. Enteritidis CCM 4420
- *Citrobacter freundii* CCM 7187
- *Citrobacter millenii* DEPE 174 *Enterobacter aerogenes* DEPE 57
- *Yersinia enterocolitica* DEPE 251

- *Pantoea agglomerans* DEPE 257
- *Hafnia alvei* DEPE 256
- *Acinetobacter lwoffii* DEPE 232
- *Pseudomonas aeruginosa* DEPE 149

9.5 Zařízení a pomůcky

- Chladnička Elektrolux
- Laboratorní předvážky KERN
- Flow Box clean air
- Autokláv Systec 2540 EL
- Biologický termostat Memert INE 600
- Plynový kahan
- Automatické mikropipety Biohit
- Laboratorní sklo – zkumavky, Petriho misky
- Plastové Petriho misky
- Očkovací klíčky a hokejky
- Mikrotitrační destička
- Lihový fix Centropen

10 METODY STANOVENÍ

10.1 Diluční metoda

10.1.1 Příprava suspenze vybraných bakterií

Suspenze bakterií byly připraveny zaočkováním čisté kultury z Petriho misky nebo zmraženého vzorku do 5 ml předpřipraveného MPB ve zkumavkách. Nato byly ihned zkumavky se suspenzí bakterií kultivovány po dobu 24 hodin při teplotě 30 °C v termostatu.

10.1.2 Stanovení inhibičního účinku

Kultivované bakteriální suspenze byly nejprve stokrát zředěny fyziologickým roztokem, což znamená, že bylo přidáno do zkumavky s 3 ml fyziologického roztoku 30 µl dané suspenze. Posléze bylo provedeno zředění desetitisíckrát, které obnášelo přidání 30 µl už již zředěné suspenze k 3 ml fyziologického roztoku.

Následně bylo do mikrotitrační destičky umístěno vždy po 200 µl rostlinného oleje, do něhož byly postupně zaočkovány v množství 20 µl jednotlivé zředěné suspenze bakterií. Takto připravená mikrotitrační destička byla umístěna na 1 hodinu do termostatu při teplotě 30 °C.

Po skončení kultivace byly tyto suspenze mikroorganismů s rostlinnými oleji postupně zaočkovávány v množství 50 µl do Petriho misek s PCA. Veškeré Petriho misky byly poté umístěny do termostatu, kde byly inkubovány při teplotě 30 °C po dobu 24 hodin. Dále následovalo vyhodnocení přítomnosti a růstu mikroorganismu v příslušném rostlinném oleji.

10.2 Difúzní disková metoda

10.2.1 Příprava bakteriálních suspenzí

Příprava bakteriálních suspenzí probíhala obdobným způsobem jako u předchozí metody. Proběhlo prvně zaočkování čisté kultury z Petriho misky do 5 ml předpřipraveného MPB ve zkumavkách. Poté byly zkumavky se suspenzí bakterií kultivovány v termostatu po dobu 24 hodin při teplotě 30 °C.

10.2.2 Stanovení inhibičního působení olejů

Nejprve byly kultivované suspenze bakterií zředěny fyziologickým roztokem a to tak, že do 1 ml fyziologického roztoku bylo naočkováno 50 μ l bakteriální suspenze. Následně byly tyto bakteriální suspenze v množství 100 μ l pipetovány do Petriho misek a důsledně rozetřeny po celé ploše Petriho misky sterilní hokejkou.

Do každé z misek pak byly pinzetou umístěny čtyři filtrační disky. V jedné Petriho misce byl vždy od určitého oleje položen jeden filtrační disk (celkem 3 disky) a kontrolní disk. Každý z těchto disků byl předtím řádně smočen v dostatečném množství příslušného oleje a v případě kontrolního disku v sterilní destilované vodě.

Petriho misky s položenými nasáknutými disky byly poté inkubovány 24 hodin v termostatu při teplotě 30 °C. Po kultivaci byly nakonec změřeny vzniklé inhibiční zóny v okolí disků, které vznikly díky inhibičnímu vlivu daných rostlinných olejů.

11 VÝSLEDKY

11.1 Testování inhibičních účinků olejů užitím mikrotitrační destičky

Po odečtení výsledků byly zaznamenány značné rozdíly mezi inhibičními účinky jednotlivých olejů. V Tabulce 3 lze pozorovat výraznější vliv olivového oleje na růst gram pozitivních bakterií ve srovnání se zbývajícími dvěma oleji. V jeho přítomnosti došlo pouze k malému nárůstu bakterie *Bacillus cereus*. U ostatních gram pozitivních bakterií nebyl nárůst bakterií pozorován. Lněný olej rovněž prokázal dostatečné inhibiční účinky u bakterií *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* a *Staphylococcus aureus*. Na živném médiu PCA s lněným olejem byly také po inkubaci přítomné v minimálním množství bakterie *Bacillus cereus* a *Staphylococcus vitulinus* a lze je tedy zařadit mezi bakterie, na které lněný olej rovněž inhibičně působí. Konopný olej se projevil v tomto testu jako olej nepříliš ovlivňující růst gram pozitivních bakterií, protože v jeho přítomnosti nenarostly pouze *Micrococcus luteus* a *Staphylococcus vitulinus*.

Tabulka 3 – Působení vybraných olejů na gram pozitivní bakterie

Typ bakterie	Rostlinný olej		
	Olivový	Lněný	Konopný
<i>Bacillus cereus</i>	+	+	++
<i>Bacillus subtilis</i>	-	-	+++
<i>Micrococcus luteus</i>	-	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	++
<i>Staphylococcus vitulinus</i>	-	+	-

- +++ výrazný nárůst bakterií na živném médiu PCA po předchozí inkubaci v přítomnosti oleje
- ++ průměrný nárůst bakterií na živném médiu PCA po předchozí inkubaci v přítomnosti oleje
- + malý nárůst bakterií na živném médiu PCA po předchozí inkubaci v přítomnosti oleje
- nárůst bakterií nebyl pozorován

U testovaných gram negativních bakterií se opět projevil jako nejlepší inhibitor růstu olivový olej. Zaznamenané výsledky v Tabulce 4 jasně prokazují inhibiční vlastnosti tohoto oleje proti gram negativním bakteriím, protože u všech testovaných bakterií byl zaznamenán kladný výsledek inhibičního účinku. Lněný i konopný olej ukázaly vzájemně obdobné

inhibiční účinky u bakterií *Enterobacter aerogenes*, *Citrobacter gillienii*, *Hafnia alvei* a *Pseudomonas aeruginosa*. V případě *Acinetobacter lwoffii* došlo u konopného oleje k menšímu nárůstu, čili vůči této bakterii se taktéž projevil jistý nepatrný inhibiční účinek. Na zbylé gramnegativní mikroorganismy lněný i konopný olej inhibičně nepůsobily.

Tabulka 4 – Působení vybraných olejů na gramnegativní bakterie

Typ bakterie	Rostlinný olej		
	Olivový olej	Lněný olej	Konopný olej
<i>Serratia marcescens</i>	-	++	+++
<i>Salmonella enteritidis</i>	-	+++	++
<i>Enterobacter aerogenes</i>	-	-	-
<i>Citrobacter freundii</i>	-	++	+++
<i>Escherichia coli</i>	-	-	++
<i>Acinetobacter lwoffii</i>	N	++	+
<i>Yersinia enterocolitica</i>	N	++	++
<i>Citrobacter gillienii</i>	N	-	-
<i>Pantoea agglomerans</i>	N	++	++
<i>Hafnia alvei</i>	N	-	-
<i>Serratia liquefaciens</i>	N	++	++
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	N	-	-

+++ výrazný nárůst bakterií na živném médiu PCA po předchozí inkubaci v přítomnosti oleje

++ průměrný nárůst bakterií na živném médiu PCA po předchozí inkubaci v přítomnosti oleje

+ malý nárůst bakterií na živném médiu PCA po předchozí inkubaci v přítomnosti oleje

- nárůst bakterií nebyl pozorován

N nebylo testováno

11.2 Výsledky získané difúzní diskovou metodou

Provedením difúzní diskové metody se ukázalo, že žádný z vybraných olejů nepůsobí zcela inhibičně na všechny testované bakterie. Z naměřených inhibičních zón, které jsou uvedeny v Tabulkách 5 a 6, lze hodnotit olivový a konopný olej za dostatečně inhibující nárůst grampozitivních i gramnegativních bakterií. U konopného oleje vznikly největší inhibiční zóny s jasným ostrým ohraničením v přítomnosti grampozitivních bakterií, zato u olivového oleje u bakterií gramnegativních.

V případě olivového oleje došlo k vytvoření největší inhibiční zóny u grampozitivní bakterie *Micrococcus luteus*. Dále vznikla menší inhibiční zóna u bakterií *Staphylococcus aureus* a *Bacillus subtilis*. U gramnegativních bakterií se u tohoto oleje vyvinula inhibiční zóna v případě *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* a *Serratia marcescens*.

Tabulka 5 – Růst vybraných grampozitivních bakterií v přítomnosti rostlinných olejů

Rostlinný olej	Ø inhibiční zóny (v mm) u určitých druhů bakterií			
	<i>B. cereus</i>	<i>B. subtilis</i>	<i>M. luteus</i>	<i>S. aureus</i>
Olivový	-	2,5	5	4
Lněný	-	3	-	4
Konopný	-	4	4	3

Pozn.: – bez inhibiční zóny

Lněný olej podle naměřených výsledků nejlépe inhibičně působil na grampozitivní bakterie *Bacillus subtilis* a *Staphylococcus aureus* a u gramnegativních bakterií na *Salmonella enteritidis* a *Serratia marcescens*. Konopný olej se inhibičně projevil vůči grampozitivním bakteriím *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* a *Staphylococcus aureus* a gramnegativním bakteriím *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* i *Serratia marcescens*.

U každého z vybraných olejů se prokázal zcela nulový inhibiční účinek u bakterií *Bacillus cereus*, *Citrobacter freundii* a *Enterobacter aerogenes*. Může to být způsobeno špatnou přípravou bakteriální suspenze nebo naopak značnou odolností výše zmíněných testovaných bakterií.

Tabulka 6 – Růst vybraných gramnegativních bakterií v přítomnosti rostlinných olejů

Rostlinný olej	Ø inhibiční zóny (v mm) u určitých druhů bakterií				
	<i>C. freundii</i>	<i>E. coli</i>	<i>E. aerogenes</i>	<i>S. enteritidis</i>	<i>S. marcescens</i>
Olivový	-	4	-	3,5	3,5
Lněný	-	-	-	4	4,5
Konopný	-	3	-	2,5	3

Pozn.: – bez inhibiční zóny

12 DISKUZE

V současnosti existuje celosvětová snaha minimalizovat aplikaci chemických konzervačních látek do potravin a nahradit je přírodními a zdravějšími látkami. Přírodní antimikrobiální látky, získávané především extrakcí z rostlin, mohou být pro naši společnost slibným přínosem [45]. Lze je totiž využít k prodloužení trvanlivosti potravin a zlepšení její údržnosti. Jedná se především o látky odpadní, bohaté na fenolické látky, získané při přípravě olejů a při výrobě vína [45]. Z testovaných inhibičních účinků rostlinných olejů v neřadě podobě na modelových mikroorganismech lze v této bakalářské práci sestavit určitou představu o takovémto přímém využití rostlinných olejů a antimikrobiálních látek v nich obsažených. Každý z aplikovaných olejů má jinou chemickou strukturu a složení, což se projevilo i při inhibičních účincích na mikroorganismy. Výhodou zde vybraných rostlinných olejů je jejich zdraví prospěšné složení, které celkově obohatí danou potravinu a stane se tak ještě více hodnotnou pro organismus.

Nežádoucí mikrobiální aktivita je primární způsob zhoršení mnoha potravin a je často zodpovědná za ztrátu kvality a bezpečnosti potravin. Obavy z těchto patogenních a mikroorganismy znehodnocených potravin se zvyšuje z důvodu intenzivnějšího výskytu nemocí přenášených potravinami (Tauxe 1997) [46].

Olivový olej se jevil jako nejlepší inhibitor při užití metody s mikrotitrační destičkou, kdy se grampozitivní a gramnegativní bakterie nerozrůstaly vůbec, a nebo v naprosto minimálním množství. U difúzní metody tomu bylo rovněž tak, ovšem jisté rozdíly mezi těmito metodami se objevily. V případě grampozitivní bakterie *Bacillus cereus* nebo gramnegativní bakterie *Enterobacter aerogenes* se projevily u metody s mikrotitrační destičkou jasné inhibiční účinky, kdežto u difúzní diskové metody žádná inhibiční zóna nevznikla. Důvodem může být nesprávně provedená příprava bakteriální suspenze, nedostatečné nebo špatně napipetované množství suspenze či oleje nebo nedostatečné namočení filtračního disku v olivovém oleji.

U lněného oleje se opět projevily jisté nesrovnalosti mezi výsledky provedených metod. Inhibiční účinek byl zjištěn u obou typů bakterií, avšak účinněji působil lněný olej na grampozitivní bakterie, což se zřetelně projevilo při testu s mikrotitrační destičkou na všech testovaných bakteriích. Výsledky byly však mírně vyvráceny diskovou metodou, kdy nedošlo ke vzniku žádné inhibiční zóny u *Bacillus cereus* a *Micrococcus luteus*, u kterých se jevil lněný olej jako vysoce inhibiční. Pro gramnegativní bakterie nebyl lněný

olej tak účinný, jelikož v jeho přítomnosti narostly bakterie u metody s mikrotitrační destičkou ve velkém množství. Výjimkou však byly *Citrobacter gillenii*, *Hafnia alvei* a *Pseudomonas aeruginosa*. U zbylých gramnegativních bakterií, leč se projevíly inhibiční účinky oleje, nelze považovat za správné, protože nedošlo k jejich potvrzení u obou metod.

Inhibiční schopnost konopného oleje byla nejhorší ze všech vybraných testovaných olejů. Shoda inhibičního účinku se projevila pouze u grampozitivních bakterií a to přesně u *Micrococcus luteus*.

Po provedených testech lze konstatovat, že žádný z testovaných olejů nemá zcela úplné inhibiční účinky na všechny modelové mikroorganismy a nemůže tak být aplikován do potravin jako konzervační přísada. Vždy se totiž objevil druh mikroorganismu, na nějž inhibiční schopnost oleje nepostačovala.

Pokud se připodobníme k studii Yilmaza Toledo o oleji z hroznových jader, tak lze svést malé inhibiční působení olejů na nedostatečný obsah polyfenolických látek z důvodu jejich vyšší polarit [47]. Nejspíše je proto lepší užít ke konzervaci potravin extrakt z dané rostliny např. extrakt z hroznových jader podle analýzy Baydara a kol., protože obsah fenolických látek je v něm značně vyšší [48]. V oleji z hroznových jader dle práce Bailové a kol., je obsaženo 59–115,5 µg/g fenolických látek za to v extraktu z hroznových jader podle analýzy Baydara a kol. 507–589 mg/g. Rozdíl je tedy dosti zřetelný [48]; [49].

ZÁVĚR

Tato práce byla zaměřena na problematiku rostlinných olejů, kdy se testoval inhibiční účinek olivového, lněného a konopného oleje na vybraných gramnegativních a grampozitivních bakteriích. Inhibiční účinek byl testován pomocí dvou metod, kdy se při jedné z metod užívala mikrotitrační destička (diluční metoda) a u druhé difúzní disky.

Ze získaných výsledků bylo možné učinit tyto závěry:

- olivový olej se jevil po provedení obou metod jako nejlépe inhibující olej,
- jako nejméně inhibující se projevil konopný olej,
- při diluční metodě byly nejcitlivějšími grampozitivními bakteriemi *Micrococcus luteus* a *Staphylococcus vitulinus* a u testovaných gramnegativních bakterií *Enterobacter aerogenes*,
- u metody s difúzními disky se projeví jako nejvíce citlivé grampozitivní bakterie *Bacillus subtilis* a *Staphylococcus aureus* a v případě gramnegativních bakterií *Salmonella enteritidis* a *Serratia marcescens*,
- nejméně citlivými bakteriemi byly po zhodnocení obou metod grampozitivní bakterie *Bacillus cereus* a gramnegativní bakterie *Citrobacter freundii*,
- výsledky obou metod se zcela neshodují, proto bude nutné k detailnější analýze provést další testy.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VELÍŠEK, J. *Chemie potravin 1*. 1.vyd. Tábor: OSSIS, 1999. ISBN 80-902391-3-7.
- [2] KOOLMAN, J. a K. H. RÖHM. *Barevný atlas biochemie*. 4. české vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2012, 498 s. ISBN 978-80-247-2977-0.
- [3] LAWSON, H. W. *Food Oils and Fats: Technology, Utilization and Nutrition*. New York: Springer, 1995, 339 s. ISBN 0-412-98841-0.
- [4] O'BRIEN, RICHARD D. *Fat and Oils : Formulating and Processing for Applications*. 3rd Edition. New York: CRC Press, 2009, 744 s. ISBN 978-1-4200-6166-6.
- [5] CHAKRABARTY, M. M. *Chemistry And Technology Of Oils And Fats*. New Delhi: Allied Publishers PVT. LIMITED, 2003, 750 s. ISBN 81-7764-495-5.
- [6] ČEGAN, A. a L. KORECKÁ. *Obecná a potravinářská biochemie pro bakalářské studium*. Pardubice: Univerzita Pardubice Fakulta chemicko-technologická, 2010, 81 s.
- [7] ZAJÍC, J. a M. BAREŠ. *Chemie a technologie tuků*. 1.vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1988, 244s.
- [8] CHEMIE A TECHNOLOGIE TUKŮ [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://utb.cepac.cz/Screens/Explorer.aspx?id=4>.
- [9] HOLEČEK, M. *Regulace metabolismu cukrů, tuků, bílkovin a aminokyselin*. Praha: Grada Publishing a.s., 2006, 286 s. ISBN 80-247-1562-7.
- [10] IBURG, A. *Lexikon octů a olejů: původ, chuť, použití, recepty*. 1. vyd. Dobřejovice: Rebo Productions, 2004, 299 s. ISBN 80-7234-382-3.
- [11] JEE, M. *Oils and Fats Authentication*. CRC Press, 2002, 224 s. ISBN 1-84127-330-9.
- [12] BOCKISCH, M. *Fats and Oils Handbook*. AOCS Press, 1998, 838 s. ISBN 0-935315-82-9.
- [13] BIOCHEMIE [online]. [cit. 2013-05-18] Dostupné z: <http://utb.cepac.cz/Screens/Explorer.aspx?id=16>.
- [14] PÍŤHA, J. a R. POLEDNE. *Zdravá výživa pro každý den*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2009, 143 s. ISBN 978-80-247-2488-1.

- [15] LÜLLMANN, H., K. MOHR a M. WEHLING. *Farmakologie a toxikologie*. 2. české vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2004, 725 s. ISBN 80-247-0836-1.
- [16] MERKUNOVÁ, A. a M. OREL. *Anatomie a fyziologie člověka*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2008, 302 s. ISBN 978-80-247-1521-6.
- [17] MANDŽUKOVÁ, J. *Co jíst, když...: Praktický domácí lékař*. Benešov: Start, 2001, 159 s. ISBN 80-86231-26-7.
- [18] JANČA, J. *Co nám chybí: kovy, jiné prvky a vitamíny v lidském těle*. Praha: Eminent, 1997, 124 s. ISBN 80-900176-2-2.
- [19] MACHOVÁ, J. a D. KUBÁTOVÁ. *Výchova ke zdraví*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2009, 291 s. ISBN 978-80-247-2715-8.
- [20] KUNOVÁ, V. *Zdravá výživa*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2004, 136 s. ISBN 80-247-0736-5.
- [21] KARLBERGER, J. *Technologie tuků a kosmetiky II pro OU a UŠ*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1979, 305 s.
- [22] Potravinářstvo: Quality of hemp seed oil depending on its obtaining. 3/2010. s 53-57.
- [23] GUNSTONE, FRANK D. *Vegetable Oils in Food Technology: Composition, Properties and Uses*. 2nd Edition. Blackwell Publishing Ltd., 2011, 353 s. ISBN 978-1-4443-3268-1.
- [24] BOARD, NIIR. *Modern Technology Of Oils, Fats & Its Derivatives*. National Institute Of Industrial Research, 2002, 499 s. ISBN 81-7833-085-7.
- [25] *Olivový olej a další oleje*. 1. vyd. Praha: Sun, 2011, 87 s. ISBN 978-80-7371-351-5.
- [26] GUNSTONE, FRANK D. *The chemisry of oils and fats: Sources, Composition, Properties and Uses*. Blackwell Publishing Ltd., 2004, 288 s. ISBN 1-4051-1626-9.
- [27] *Olive Tree in the Forest (Olea Europea)* [online]. [cit. 2011-05-18] Dostupné z: http://www.allposters.pl/-sp/Olive-Tree-in-the-Forest-Olea-Europaea-plakaty_i7149264_.htm.
- [28] *Olive* [online]. [cit. 2011-05-18] Dostupné z: <http://mysophisticatedswag.blogspot.cz/2011/09/review-watsons-moisturising.html>.

- [29] ŘEZÁČOVÁ, D. *Charakteristika a vlastnosti rostlinných olejů*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2008, 47 s.
- [30] NEWTON FRIEND, J. *The Chemistry of Linseed oil* [online]. London: Gurney & Jackson, 1917, 96 s. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z:
<http://archive.org/stream/chemistryoflinse00frierich#page/n5/mode/2up>.
- [31] *Linum usitatissimum L. s. str. – Common, cultivated or fiber flax* [online]. [cit. 2011-05-18] Dostupné z:
http://www.agroatlas.ru/en/content/related/Linum_usitatissimum/.
- [32] *Lin Seeds* [online]. [cit. 2011-05-18] Dostupné z:
http://www.mkagroproducts.com/lin_seeds.html
- [33] QUICK ACCESS. *Quick Access: Patient Information on Conditions, Herbs & Supplements* [online]. Thieme, 2000, 266 s. [cit. 2013-05-18]. ISBN 0-9670772-8-1. Dostupné z:
<http://books.google.cz/books?id=mM06Z06UWVcC&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>.
- [34] UDALL, K. G. a R. ELKINS. *Flaxseed Oil* [online]. Woodland Publishing, 1997, 33 s. [cit. 2013-05-18]. ISBN 1-885670-71-0. Dostupné z:
<http://books.google.cz/books?id=sOL7Mar8jLMC&printsec=frontcover&hl=cs#v=onepage&q&f=false>.
- [35] Potravinařská Revue: *odborný časopis pro výživu, výrobu potravin a obchod*. Praha: AGRAL s.r.o. 2/2008. s 31-34. ISSN 1801-9102.
- [36] ROBINSON, R. *Velká kniha o konopí*. 3. vyd. Praha: Volvox Globator, 2004, 281 s. ISBN 80-7207-532-2.
- [37] ROBINSON, R. *Konopný manifest*. 1. vyd. Praha: Volvox Globator, 1998, 111 s. ISBN 80-7207-146-7.
- [38] *Cannabis sativa seeds* [online]. [cit. 2011-05-18] Dostupné z:
<http://www.autoflowering-cannabis.com/cannabis-sativa-seeds.html>.
- [39] *Hempseed: The most nutritionally complete food source in the World* [online]. [cit. 2011-05-18] Dostupné z:
<http://www.kipnews.org/2011/06/28/hemp-seed-the-most-nutritionally-complete-food-source-in-the-world/>.
- [40] GROTENHERMEN, F. *Konopí jako lék: praktický rádce k využívání konopí*

- a dronabinolu v medicíně*. 1. vyd. Olomouc: Fontána, 2009, 231 s. ISBN 978-80-7336-552-3.
- [41] *Botanika konopí* [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupný z WWW: http://www3.czu.cz/php/skripta/skriptum.php?titul_key=85.
- [42] *Metodika pěstování* [online]. [cit. 2013-05-18]. Dostupné z: <http://www.konopa.cz/pestovani/metodika-pestovani.html>.
- [43] BENHAIM, P. *A Modern Introduction to Hemp: From Food to Fibre : Past, Present and Future* [online]. Raw With Life, 2003, 58 s. [cit. 2013-05-18]. ISBN 0-9751482-0-6. Dostupné z: http://books.google.cz/books?id=gEc24wQ7aegC&printsec=frontcover&hl=cs&source=gbg_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- [44] *Konopí - biomasa pro život*. Chvaleč: Konopa, 2007, 26 s. ISBN 978-80-254-1149-0.
- [45] SERRA, Ana Teresa et al. *In vitro* evaluation of olive- and grape- based natural extracts as potential preservatives for food. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2008, roč. 9, s. 311-319. ISSN: 1466-8564.
- [46] JAYAPRAKASHA, G.K. et al. Antibacterial and antioxidant activities of grape (*Vitis vinifera*) seed extracts. *Food Research International*. 2003, roč. 36, s. 117-122. ISSN: 0963-9969.
- [47] MORET, Sabrina et al. Processing effect on the polyaromatic hydrocarbon content of grape seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 2000, roč. 77, č. 12, s. 1289–1292. ISSN 0003-021X.
- [48] BAYDAR, Nilgun Gokhur et al. Determination of antibacterial effects and total-phenolic contents of grape (*Vitis vinifera* L.) seed extracts. *International Journal of Food Science and Technology*. 2006, roč. 41, č. 7, s. 799-804. ISSN 1365-2621.
- [49] BAIL, Stefanie et al. Characterisation of variol grape seed oils by volatile compounds, triacylglycerol composition, total phenols and antioxidant capacity. *Food Chemistry* [online]. 2008, roč. 108, č. 3, s. 1122-1132 [cit. 2013-05-18]. ISSN 0308-8146. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.11.063>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

EPA	Kyselina eikosapentaenová
DHA	Kyselina dokosahexaenová
LDL	Low Density Lipoprotein = Lipoprotein s nízkou hustotou
HDL	High Density Lipoprotein = Lipoprotein s vysokou hustotou
EMK	Esenciální mastné kyseliny
LK	Kyselina linolenová
LNK	Kyselina α -linolenová
GLA	Kyselina γ -linolenová
MPB	Masopeptonový bujón
PCA	Plate count agar
CMC	Česká sbírka mikroorganismů
DEFE	Sbírka Ústavu inženýrství ochrany životního prostředí

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – <i>Olea europea</i> [27]	21
Obrázek 2 – Plody olivovníku [28].....	22
Obrázek 3 – <i>Linum usitatissimum</i> [31].....	25
Obrázek 4 – Semena lnu setého [32]	25
Obrázek 5 – <i>Cannabis sativa</i> [38].....	28
Obrázek 6 – Konopná semena [39].....	28

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1— Porovnání poměru kyseliny linolové a kyseliny α -linolenové v rostlinných olejích (Benhaim 2001) [35, s. 32].....	27
Tabulka 2 — Srovnání obsahu mastných kyselin v rostlinných olejích [35, s. 32].....	30
Tabulka 3 – Působení vybraných olejů na grampozitivní bakterie.....	38
Tabulka 4 – Působení vybraných olejů na gramnegativní bakterie	39
Tabulka 5 – Růst vybraných grampozitivních bakterií v přítomnosti rostlinných olejů	40
Tabulka 6 – Růst vybraných gramnegativních bakterií přítomnosti rostlinných olejů.....	40