

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

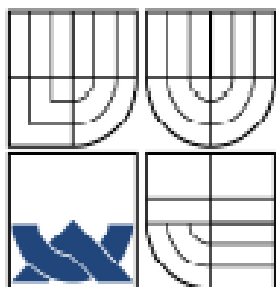
MOŽNOSTI VYUŽITÍ VYBRANÝCH ROSTLINNÝCH OLEJŮ V
POTRAVINÁCH

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

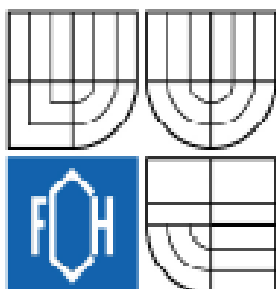
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MILENA KRÁTKÁ

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ
FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

MOŽNOSTI VYUŽITÍ VYBRANÝCH ROSTLINNÝCH OLEJŮ V POTRAVINÁCH

POSSIBILITIES FOR UTILIZATION OF SELECTED VEGETABLE OILS IN FOODSTUFFS.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

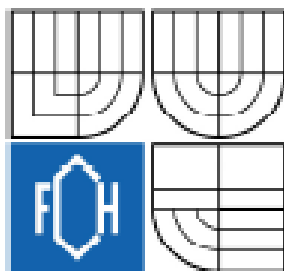
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

MILENA KRÁTKÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. JANA ZEMANOVÁ, Ph.D.

BRNO 2008



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce	FCH-BAK0066/2006	Akademický rok: 2007/2008
Ústav	Ústav chemie potravin a biotechnologií	
Student(ka)	Krátká Milena	
Studijní program	Chemie a technologie potravin (B2901)	
Studijní obor	Potravinářská chemie (2901R021)	
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Jana Zemanová, Ph.D.	
Konzultanti bakalářské práce		

Název bakalářské práce:

Možnosti využití vybraných rostlinných olejů v potravinách

Zadání bakalářské práce:

1. Literární rešerše na zadané téma
2. Využití rostlinných olejů jako potravních doplňků a jejich vliv na zdraví konzumentů
3. Přehledné zpracování získaných informací a jejich souhrnné hodnocení

Termín odevzdání bakalářské práce: 31.7.2007

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

Milena Krátká
student(ka)

Ing. Jana Zemanová, Ph.D.
Vedoucí práce

Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.9.2006

doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.
Děkan fakulty

SOUHRN

Cílem práce bylo zjistit a porovnat složení vybraných rostlinných olejů jak po stránce chemické, tak po farmakologické, a posoudit tak jejich možné využití v doplňcích stravy.

Všechny vybrané oleje obsahují vysoké množství esenciálních mastných kyselin, které pozitivně působí na řadu nemocí a mají tak příznivý vliv na lidské zdraví.

Pupalkový olej, brutnákový olej a olej z jader černého rybízu obsahují ve svém složení významně zastoupenou γ -linolenovou kyselinu (GLA), která má vliv např. na léčbu cukrovky, menstruačního syndromu, rakoviny, kardiovaskulárních onemocnění, virové infekce a onemocnění kůže.

Lněný a konopný olej jsou vynikajícím zdrojem pro tělo nezbytných esenciálních mastných kyselin v optimálním poměru a jsou bohaté také na další důležité látky, jako jsou fytoestrogeny či fytosteroly.

Tuky obsahující vyšší množství nenasycených mastných kyselin podléhají během skladování velice snadno oxidaci. Oxidované esenciální mastné kyseliny mají antimetabolický účinek, působí proti účinku původních esenciálních mastných kyselin. Proto důležitou roli v konzumaci polynenasycených mastných kyselin (PUFA) sehrává současně příjem antioxidantů. Doporučuje se, aby příjem polyenových mastných kyselin byl jimi doprovázen. Vliv antioxidantů je v této práci také zohledněn. Z vybraných olejů je na tyto bioaktivní látky nejbohatší olej z rakytníku řešetlákového. V tomto oleji se vyskytují antioxidanty jako vitamín E, karotenoidy, a další a to ve významném množství.

Práce se také teoreticky zabývá problematikou stabilizace nenasycených mastných kyselin, procesy odehrávajícími se v olejích během skladování a v neposlední řadě metodami analýzy olejů.

SUMMARY

The aim of this work was to find out and compare the composition of the chosen vegetable oils with regards to both the chemical composition and the pharmacological effects as the supplementary nutrition.

All the oils selected contain large amount of the essential fatty acids, which has the positive effect on human health.

Evening Primrose oil, borage oil and black currant seeds oil contain the large amount of the γ -linolenic acid (GLA), which has the positive influence on the curing of the diabetes, menstrual syndrome, cancer, cardiovascular diseases, viral infections and skin disorders.

Flax and hemp oil are excellent sources of the essential fatty acids in optimal ratio and are rich in other important substances, like phytoestrogens and phytosterols.

The lipids containing the high amount of the unsaturated fatty acids are predisposed to the oxidation during the storage. The oxidized essential fatty acids have the antimetabolic effect, which is working against the positive effect of original essential fatty acid. It is thus important and recommended to accompany the consumption of the polyunsaturated fatty acids (PUFA) with the antioxidants. In this work the effects of the antioxidants were also taken into account. From the oils selected the highest amount of the antioxidants can be found in Sea buckthorn oil, which contains the antioxidants like vitamin E, carotenoids etc.

This work was also aimed at the literature review of the stabilization of the unsaturated fatty acids, technological production processes, reactions taking place in oils during their storage and the analytical methods used for the characterization of the oils.

KLÍČOVÁ SLOVA

rostlinné oleje, γ -linolenová kyselina, antioxidanty, polynenasycené mastné kyseliny

KEYWORDS

vegetable oils, γ -linolenic acid, antioxidants, polyunsaturated fatty acids

KRÁTKÁ, M. Možnosti využití vybraných rostlinných olejů v potravinách. Brno, 2008. 51 s. a 6 s. příloh. Bakalářská práce na Fakultě chemické Vysokého učení technického v Brně, Ústav chemie potravin a biotechnologií. Vedoucí práce Ing. Jana Zemanová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně, a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....
podpis studenta

Poděkování:

Děkuji tímto paní Ing. Janě Zemanové, Ph.D. a všem, kteří mi pomáhali, za ochotu, laskavost a cenné rady, které mi usnadnily vypracování této bakalářské práce.

OBSAH

1. ÚVOD.....	7
2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	8
2.1 Pupalkový olej.....	8
2.2. Rakytníkový olej.....	9
2.3 Olej z jader černého rybízu.....	10
2.4. Lněný olej.....	11
2.5 Brutnákový olej.....	12
2.6 Konopný olej.....	13
2.7 Fyzikální a chemické vlastnosti látek obsažených ve vybraných olejích.....	14
2.7.1 Zastoupené mastné kyseliny.....	14
2.7.2 Chemická charakteristika ostatních složek.....	23
2.7.2.1 Antioxidanty.....	23
2.7.2.2 Fytosteroly.....	28
2.7.2.3 Fytoestrogeny.....	29
2.8 Působení vybraných olejů z farmakologického hlediska.....	29
2.8.1 Rakytníkový olej.....	29
2.8.2 Pupalkový, brutnákový olej a olej z jader černého rybízu.....	30
2.8.3 Lněný a konopný olej.....	31
2.8.4 Účinky oxidovaných lipidů na lidské zdraví.....	33
2.9 Degradace rostlinných olejů.....	33
2.10 Analýza rostlinných olejů.....	34
2.10.1 Metody analýzy rostlinných olejů.....	34
2.10.1.1 Využití plynové chromatografie.....	34
2.10.2 Stanovení tukových charakteristik.....	35
2.10.2.1 Číslo zmydlnění.....	35
2.10.2.2 Číslo kyselosti.....	35
2.10.2.3 Číslo esterové.....	35
2.10.2.4 Číslo jodové.....	35
2.10.2.5 Číslo peroxidové.....	36
2.10.2.6 Další charakteristiky.....	36
3. DISKUSE.....	37
3.1 Zastoupení mastných kyselin u vybraných olejů.....	37
3.2 Zastoupení vitamínů.....	38
3.3 Přehledné shrnutí nejdůležitějších látek	40
4. ZÁVĚR.....	45

5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	46
6. SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	50
7. PŘÍLOHY.....	.51

1. ÚVOD

Některé rostlinné oleje jsou v současné době považovány za velmi užitečný potravinový doplněk. Jejich složení a obsah jednotlivých složek se mění s různými faktory, jako je stáří semen, kultivační a růstové podmínky či způsob zpracování.

Olej se získává ze zralých semen lisováním za studena, čímž se zachovává vysoký obsah nenasycených mastných kyselin, z nichž některé jsou pro člověka esenciální.

Mastné kyseliny (MK) jsou základní stavební jednotkou tuků. Páteří MK je řetězec atomů uhlíku, na kterém jsou navázány atomy vodíku. V případě, že se tvoří dvojná vazba mezi atomy uhlíku, jedná se o nenasycené mastné kyseliny. Podle počtu dvojných vazeb se dělí na monoenoové mastné kyseliny-MUFA (jedna dvojná vazba) a polyenoové - PUFA (dvě, tři a více dvojných vazeb).

Nejznámější kyselinou patřící do MUFA je kyselina olejová C18:1 omega-9 vyskytující se hlavně v řepkovém a slunečnicovém oleji. Je součástí energetických rezerv a patří mezi doporučované mastné kyseliny v tukové složce potravy.

Biomedicínský význam mastných kyselin se týká především PUFA s vyšším počtem uhlíků a dvojných vazeb v molekule. PUFA tvoří dvě fyziologicky významné metabolické řady omega-3 a omega-6.

Mezi kyseliny omega-3 a omega-6 se řadí kyseliny: linolová C18:2 omega-6 (LA) a α -linolenová C18:3 omega-3 (ALA). Jsou syntetizované pouze rostlinami a jsou nepostradatelnou exogenní, tj. esenciální složkou naší potravy. Protože k syntéze těchto esenciálních mastných kyselin (EMK) nemáme enzymatické vybavení, musí se jejich příjem zajistit potravou. Zdroje LA jsou rozmanité, ale nejvíce jsou zastoupeny právě v rostlinách a jejich semenech. Ve lněném a konopném oleji, které byly též předmětem mé práce, je těchto EMK zastoupen optimální poměr, a tak jejich konzumace vede k lepšímu fyziologickému stavu člověka.

Dlouhodobě nedostatečný, případně nadměrný příjem oxidovaných EMK, zvláště není-li provázen současným adekvátním přísunem antioxidantů k zabránění peroxidace kyselin *in vivo*, má nežádoucí důsledky pro zdraví (mj. zvýšené riziko kancerogeneze). Příjem polyenoových mastných kyselin by měl být proto doprovázen zvýšeným přísunem antioxidantů, které reagují s volnými radikály, a tak je zneškodňují. Nejběžnějšími antioxidanty v biologických materiálech jsou tokoferoly (zvláště α -tokoferol) a sloučeniny s větším počtem konjugovaných vazeb (β -karoten). Dále sloučeniny síry, selenu, kyselina askorbová a různé fenolické sloučeniny. Olej z rakytníku řešetlákového je zajímavý hlavně svým obsahem bioaktivních látek, kterými se též tato bakalářská práce zabývá.

Nejdůležitější složkou pupalkového oleje, brutnákového oleje a oleje z jader černého rybízu je polyenoová mastná kyselina γ -linolenová (*cis*-6, *cis*-9, *cis*-12-oktadekatrienová). V brutnáku lékařském, rostlině ze Středního východu, Evropy i Severní Ameriky, je vůbec největší její množství.

Cílem této bakalářské práce bylo v rámci literární rešerše zhodnotit farmakologické účinky mastných kyselin a dalších látek, obsažených ve vybraných rostlinných olejích, s ohledem na jejich využití v potravinářství.

Dalším okruhem byla problematika stabilizace nenasycených mastných kyselin a obeznámení se s degradačními procesy odehrávajícími se v olejích v průběhu skladování. Pozornost byla věnována také instrumentálním metodám umožňujícím analýzu rostlinných olejů.

2. SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

2.1 Pupalkový olej

Pupalka dvouletá (lat. *Oenothera biennis*) (**Obr. 2.1**) se do systému zařazuje k čeledi pupalkovitých (*Onagraceae*)¹.



Obr. 2.1: Pupalka dvouletá

Sbírá se zejména semeno (*Semen oenotherae*), z něhož se lisují esenciální mastné kyseliny, z nichž nejúčinnější je zejména kyselina γ -linolenová (GLA), dihomogamma-linolenová (DGLA), linolová a olejová. Tyto sloučeniny jsou součástí fosfolipidů, které jsou stavebními jednotkami buněčných membrán, a zároveň jsou výchozími látkami pro syntézu prostaglandinů (PG; vnitrobuněčné regulátory podílející se na imunologických a jiných funkcích). Pupalkový olej je v posledních letech považován za velmi účinný potravní doplněk, jenž může kladně působit při řadě onemocnění.^{2,3}

Je to jasně světle žlutý až žlutý olej s lehkým aroma a chutí. Je prakticky nerozpustný ve vodě a v ethanolu, lehce mísitelný s petrolejem.⁴ Fyzikální a chemické vlastnosti jsou přehledně shrnuty v **Tab. 2.1 a 2.2**.

Jedlý rostlinný olej se skládá z 98 % triacylglycerolů, s malým množstvím jiných lipidů, a zbytek (1-2 %) tvoří nezmýdelnitelná matrice. Lipidová frakce je tvořena volnými mastnými kyselinami, diacylglyceroly a fosfolipidy a nezmýdelnitelná matrice steroly a tokoferoly.^{5,6}

Sterolové frakce se skládají z 90 % β -sitosterolu a zbytek tvoří 4-methylsteroly. Z tokoferolů jsou zde přítomny γ -tokoferoly ($187 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ oleje), α -tokoferoly ($76 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ oleje) a δ -tokoferoly ($15 \mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ oleje). Jako antioxidant se do komerčních olejů může navíc přidávat tokoferolacetát. Fosfolipidy představují jen 0,05 % oleje, a to v tomto zastoupení: fosfatidylcholin (31,9 %), fosfatidylinositol (27,1 %), fosfatidylethanolamin (17,6 %) a kyselina fosfatidová (6,7 %).⁵

Tab. 2.1: Fyzikální charakteristika rafinovaného pupalkového oleje.⁶

Fyzikální charakteristika	Metoda	Hodnota
Hustota (20°C)	Ph. Eur. (2.2.5)	cca 0,523 g.cm ⁻³
Index lomu (20°C)	Ph. Eur. (2.2.6)	cca 1,478

Tab. 2.2: Chemická charakteristika rafinovaného pupalkového oleje.⁶

Chemická charakteristika	Metoda	Jednotka	Hodnota
Číslo kyselosti	Ph. Eur. (2.5.1)	mg KOH.g ⁻¹	max. 0,5
Peroxidové číslo	Ph. Eur. (2.5.5)	meq O ₂ .kg ⁻¹	max. 10
Nezmýdelnitelný podíl	Ph. Eur. (2.5.7)	%	max. 2,0

2.2. Rakytníkový olej

Rakytník řešetlákový (lat. *Hippophae rhamnoides*) (**Obr. 2.2**) se do systému zařazuje k čeledi hlošínovitých (*Eleagnaceae*)¹.



Obr. 2.2: Rakytník řešetlákový

V **Tab. 2.3** jsou stručně vypsány látky, které se vyskytují v bobulích rakytníku nejvíce, a které bychom neměli vzhledem k jejich významu opomenout.

Tab. 2.3: Obsah bobulí rakytníku řešetlákového.⁷

Složení bobulí rakytníku (na 100 gramů čerstvých bobulí)	
Vitamín C	200-1500 mg (typické množství:600 mg)
Vitamín E (směs tokoferolů)	až 180 mg
Kyselina listová	až 80 µg
Karotenoidy, včetně beta karotenu, lykopenu, zeaxanthin; tím přispívají žluto-oranžovo-červenou barvou plodů	30-40 mg
Mastné kyseliny (oleje); mezi hlavní nenasycené kyseliny patří olejová kyselina (omega-9), palmitolejová kyselina (omega-9), palmitová a linolová kyselina (omega-6) a linolenová kyselina (omega-3); zastoupeny jsou také nasycené kyseliny a steroly (zejména β-sitosterol)	6-11 % (3-5 % ve dřevě, 8-18 % v semenech); složení mastných kyselin a celkový obsah oleje se různí v závislosti na druhu
Organické kyseliny mimo kyseliny askorbové (např. kviňová kyselina, malová kyselina)	Množství nebylo stanoveno; šťáva má pH 2,7-3,3
Flavonoidy (např. především isorhamnetin, glykosidy kvercetin a kaempferol)	100-1 000 mg (0,1 % až 1,0 %)

Flavonoidy získané z plodů rakytníku (hlavně z dužiny a také z listů) a olej získaný z rakytníku (především ze semen, ale také z dužiny) jsou dva produkty, které se získávají extrakcí, pro lékařské využití. Např. běžně produkovaný extrakt z flavonoidů obsahuje 80 % flavonoidů, 20 % zbytkového oleje, vitamín C a jiné složky. Někdy je tento flavonoidový extrakt dodáván jako kombinace s extrahovaným olejem (kapsle obsahující směs extrahovaných flavonoidů a oleje jsou vyráběny jako léčivo kardiovaskulárních onemocnění).⁷

Extrahovaný olej je nejvíce vyhledáván pro svůj obsah nenasycených MK, ve srovnání s čerstvými plody obsahuje méně flavonoidů a téměř žádný vitamín C. **Tab.2.4** ukazuje příklady rozdílného obsahu složek z různých částí rostliny rakytníku.⁷

Tab. 2.4: Hlavní složky rakytníkového oleje získaného ze semen, ze šťávy a ze zbytků plodů po vylisování šťávy.⁷

Složka	Olej ze semen (mg·100 g ⁻¹)	Olej ze šťávy (mg·100 g ⁻¹)	Olej ze zbytků plodů po vylisování šťávy (mg·100 g ⁻¹)
Vitamín E	207	171	300-600
Vitamín K	110-230	54-59	-
Karotenoidy	30-250	300-870	1280-1860
Celkem kyselin	11	38	-
Celkem flavonoidů	-	-	550
Celkem sterolů	1094	721	-
Obsah kyselin			
Nenasycené mastné kyseliny	87 %	67 %	70 %
Nasycené mastné kyseliny	13 %	33 %	30 %

Zbytek plodů, které obsahují vnější slupky, jsou bohaté na barevné karotenoidy a vitamín E; semena mají vyšší podíl nenasycených mastných kyselin a sterolů.⁷

2.3 Olej z jader černého rybízu

Černý rybíz (lat. *Hippophae rhamnoides*) (**Obr. 2.3**) se do systému zařazuje k čeledi meruzalkovitých (*Grossulariaceae*).¹



Obr. 2.3: Černý rybíz

Olej z jader černého rybízu je zkoumán pro svůj obsah mastných kyselin, tokoferolů a jejich možnou aplikaci, jež by vedla ke snížení produkce prostaglandinu E₂. Olej je vynikajícím zdrojem jak kyseliny γ -linolenové (18:3n-6), tak α -linolenové (18:3n-3) kyseliny. Kyselina γ -linolenová tvoří 12–25 % celkového množství MK, zatímco α -linolenová zahrnuje ostatních 10–13 %. Složení mastných kyselin závisí na genotypu a odlišnostech během růstu rostliny. Olej má také významný podíl tokoferolů. Celkový počet tokoferolů odpovídá 1,2 až 2,5 mg·g⁻¹ oleje. Hlavním z tokoferolů, obsažených v oleji z jader černého rybízu, je γ -tokoferol, kdežto β -tokoferol v tomto oleji nebyl detekován.^{5,8}

Olej je světle žlutý až zelenožlutý s charakteristickou chutí a vůní, nerozpustný ve vodě, mísí se charakteristicky s petrolejem a etherem.³ Fyzikální a chemické vlastnosti oleje jsou přehledně shrnuty v **Tab. 2.5** a **Tab. 2.6**.

Tab. 2.5: Fyzikální charakteristika rafinovaného oleje z jader černého rybízu.⁶

Fyzikální charakteristika	Metoda	Hodnota
Hustota (20°C)	Ph. Eur. (2.2.5)	0,910 – 0,930 g.cm ⁻³
Index lomu (20°C)	Ph. Eur. (2.2.6)	1,470 – 1,482
Barevnost		max. 10

Tab. 2.6: Chemická charakteristika rafinovaného oleje z jader černého rybízu.⁶

Chemická charakteristika	Metoda	Jednotka	Hodnota
Číslo kyselosti	Ph. Eur. (2.5.1)	mg KOH.g ⁻¹	max. 4
Peroxidové číslo	Ph. Eur. (2.5.5)	meq O ₂ .kg ⁻¹	max. 10
Nezmýdelnitelný podíl	Ph. Eur. (2.5.7)	%	max. 2,5
Číslo zmýdelnění	Ph. Eur. (2.5.6)	mg KOH.g ⁻¹	185 - 195

2.4. Lněný olej

Len setý (lat. *Linum usitatissimum*) (**Obr. 2.4**) se do systému zařazuje k čeledi Inovitých (*Linaceae*).¹



Obr. 2.4: Len setý

Semeno obsahuje především velmi účinný sliz, hydrolyzující na galaktózu, abinózu, xylózu, ramnózu, fukózu, kyselinu galakturonovou, manuronovou a glukuronovou. Semena obsahují 35–44 % oleje, který je složen převážně z esterů kyseliny linolové (LA), z nichž minoritní složkou je kyselina α -linolenová (ALA) s obsahem 50–60 %, dále z glycerolů kyselin linolové a olejové. Dále jsou v oleji obsaženy protiny, fosfatidy, steroly a kyanogenní glykosidy linamarin a lotaustralin. Přítomny jsou i

kyseliny myristionová, stearová a palmitová, některé enzymy a vitamíny. Olej je charakteristický vysokou hodnotou jodového čísla (>177).^{4,9,10}

Lněný olej je kromě esenciálních mastných kyselin bohatý na obsah lignanů a vlákniny. Obsah vlákniny v lněném oleji kolísá v rozmezí 15,3 % až 30,3 %, průměrně se pohybuje okolo 24,4 %.¹¹

Olej je jasně žlutá nebo žluto-hnědá kapalina. Vystavováním na vzduchu tmavne a postupně se zahušťuje. Za studena (kolem -20°C) se modifikuje na hladkou hmotu. Je velmi lehce rozpustná v alkoholech, lehce se mísí s petrolejem.³ Fyzikální a chemické vlastnosti oleje jsou přehledně shrnuty v **Tab. 2.7** a **Tab. 2.8**.

Tab 2.7: Fyzikální charakteristika panenského lněného oleje.⁶

Fyzikální charakteristika	Metoda	Hodnota
Hustota (20°C)	Ph. Eur. (2.2.5)	cca 0,931 g.cm ⁻³
Index lomu (20°C)	Ph. Eur. (2.2.6)	cca 1,480

Tab. 2.8: Chemická charakteristika panenského lněného oleje.⁶

Chemická charakteristika	Metoda	Jednotka	Hodnota
Číslo kyselosti	Ph. Eur. (2.5.1)	mg KOH.g ⁻¹	max. 4,5
Peroxidové číslo	Ph. Eur. (2.5.5)	meq O ₂ .kg ⁻¹	max. 15,0
Nezmýdelnitelný podíl	Ph. Eur. (2.5.7)	%	max. 1,5
Číslo zmýdelnění	Ph. Eur. (2.5.6)	mg KOH.g ⁻¹	188 - 195
Jodové číslo	Ph. Eur. (2.5.4)	g I ₂ .100g ⁻¹	160 - 200
Kadmium	Ph. Eur. (2.4.27)	mg.kg ⁻¹	max.0,5
Voda	Ph.Eur. (2.5.32)	%	max.0,1

2.5 Brutnákový olej

Brutnák lékařský (lat. *Borago officinalis*) (**Obr. 2.5**) se do systému zařazuje k čeledi brutnákovitých (*Boraginaceae*).¹



Obr. 2.5: Brutnák lékařský

Hlavní účinné látky se vyskytují ve formě slizu (asi 30 %), dále obsahuje saponiny, minerální látky, flavony, škrob, třísloviny, vitamín C, alantoin, stopy silice, kyselinu citronovou, karoten a vysoký obsah draslíku a vápníku.^{4,12}

Svíravá pronikavost brutnáku má původ v taninech, kyselině jablečné a dusičnanu draselném, který má pronikavou chuť. Semena brutnáku obsahují minoritně kyselinu γ -linolenovou (GLA). V současnosti s brutnákem jakožto zdrojem GLA soupeří pupalka dvouletá a občas i jiné druhy z rodu *Oenothera*. Brutnák má však vyšší obsah GLA v semenech (cca 25-40 %) než pupalka dvouletá (cca 7-10 %), rozhodně má brutnák nejvyšší obsah GLA ze všech rostlin, které se komerčně využívají jako zásoba GLA. Dále je olej bohatý na LA (25-40 %) a kyselinu olejovou (14-18 %).^{12,13} Dokonce je i konkurence schopnější, co se týče závislosti na podnebí, proto má pro svůj vývoj velký potenciál.¹²

Brutnák obsahuje také malé množství kyseliny alantové. V listech, semenech a květech byly nalezeny pyrrolizidinové alkaloidy, známé kvůli svému hepatotoxickému a karcinogennímu působení a další přítomné sloučeniny, včetně alkaloidů vyskytujících se v minimálních koncentracích.^{12,13}

Nevýhodou brutnákového oleje je to, že obsahuje 1-2 % kyseliny erukové. I když jde o esenciální mastnou kyselinu, má se za to, že ve velkých dávkách má škodlivé účinky.¹³

Olej je jasně světle žlutý, téměř bez chuti a aroma. Nerozpustný ve vodě, charakteristicky mísitelný s petrolejem a eterem.⁶ **Tab. 2.9 a 2.10** popisují fyzikální a chemické vlastnosti oleje.

Tab. 2.9: Fyzikální charakteristika rafinovaného brutnákového oleje.⁶

Fyzikální charakteristika	Metoda	Hodnota
Relativní hustota (20°C)	Ph. Eur. (2.2.5)	cca 0,923 g.cm ⁻³
Index lomu (20°C)	Ph. Eur. (2.2.6)	cca 1,477

Tab. 2.10: Chemická charakteristika rafinovaného brutnákového oleje.⁶

Chemická charakteristika	Metoda	Jednotka	Hodnota
Číslo kyselosti	Ph. Eur. (2.5.1)	mg KOH.g ⁻¹	max. 1,0
Peroxidové číslo	Ph. Eur. (2.5.5)	meq O ₂ .kg ⁻¹	max. 10,0
Nezmýdelnitelný podíl	Ph. Eur. (2.5.7)	%	max. 2,0
Číslo zmýdelnění	Ph. Eur. (2.5.6)	mg KOH.g ⁻¹	184 - 194
Jodové číslo	Ph. Eur. (2.5.4)	g I ₂ .100g ⁻¹	130 - 150



2.6 Konopný olej

Konopí seté (lat. *Cannabis sativa* L.) (**Obr. 2.6**) se do systému zařazuje k čeledi konopovitých (*Cannabaceae*).¹



Obr 2.6: Konopí seté

Semeno konopí obsahuje všechny základní aminokyseliny a mastné kyseliny. Semeno je složeno z 26-31 % surového proteinu, dále asi 6 % sacharidů, 5-10 % vlákniny, 10 % vody a 7 % popele.¹⁴

Globulin edestin, obsažený v konopném proteinu, se velmi podobá globulinu obsaženém v krevní plazmě, je snadno stravitelný, vstřebatelný a využitelný lidským organismem. Je životně důležitý pro udržení zdravého imunitního systému, protože nachází využití při produkci protilátek proti nebezpečným činitelům.¹⁴

Hmotnost semínka tvoří z 30-35 % olej, složený z 80 % z nenasyčených esenciálních mastných kyselin (EMK) linolové a linolenové. Olej dále obsahuje 8 % palmové, stearové, olejové a arašídové kyseliny. Oněch 80 % EMK v konopném oleji je nejvyšší hodnotou mezi všemi rostlinami běžně užívanými člověkem. Konopný olej je druhý v pořadí s 72 % esenciálních mastných kyselin. Obecně platí, že EMK jsou velice citlivé na teplo, světlo a kyslík. Proto je také třeba olej z konopných semen pečlivě a opatrně zpracovávat a skladovat v chladu, temnu a vakuu kvůli zachování potence EMK.¹⁴

Fyzikální a chemické vlastnosti oleje jsou přehledně shrnuty v **Tab. 2.11 a 2.12**.

Tab. 2.11: Fyzikální charakteristika rafinovaného konopného oleje.⁶

Fyzikální charakteristika	Metoda	Hodnota
Hustota (20°C)	Ph. Eur. (2.2.5)	0,923 – 0,930 g.cm ⁻³
Index lomu (20°C)	Ph. Eur. (2.2.6)	1,47 – 1,482

Tab. 2.12: Chemická charakteristika rafinovaného konopného oleje.⁶

Chemická charakteristika	Metoda	Jednotka	Hodnota
Číslo kyselosti	Ph. Eur. (2.5.1)	mg KOH.g ⁻¹	max. 3,0
Peroxidové číslo	Ph. Eur. (2.5.5)	meq O ₂ .kg ⁻¹	max. 3,0
Nezmydelnitelný podíl	Ph. Eur. (2.5.7)	%	max. 2,5
Číslo zmýdelnění	Ph. Eur. (2.5.6)	mg KOH.g ⁻¹	188 - 194
Barevnost			max. 7

2.7 Fyzikální a chemické vlastnosti látek obsažených ve vybraných olejích

2.7.1 Zastoupené mastné kyseliny

MK jsou alifatické monokarboxylové kyseliny získané hydrolýzou přirozených lipidů. Vyskytují se hlavně jako estery v přírodních tucích a olejích, ale mohou být přítomné v neesterifikované podobě jako volné mastné kyseliny, které jsou transportní formou přítomny v krevní plazmě. Mastné kyseliny v přírodních tucích mají zpravidla nevětvený řetězec, obsahující sudý počet uhlíkových atomů, protože jsou syntetizovány z dvouuhlíkatých jednotek.¹⁵ V přírodě bylo prozatím nalezeno více než 50 různých mastných kyselin.¹⁶

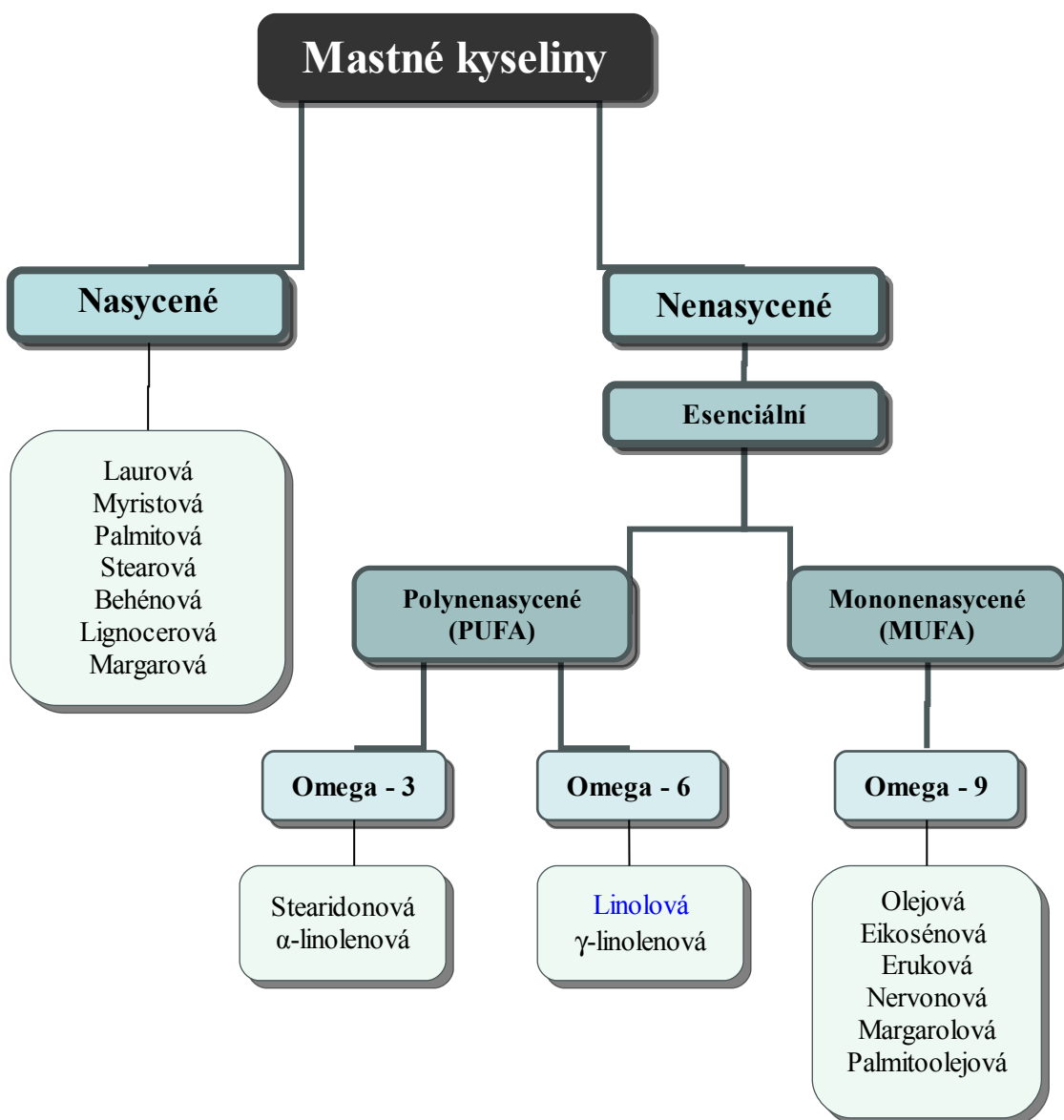
Mastné kyseliny jsou bezbarvé kapaliny nebo tuhé látky. Nižší nasycené mastné kyseliny jsou kapalné, od dodekanové kyseliny výše jsou při teplotě místnosti tuhé. Jejich bod tání závisí na počtu atomů uhlíku, ale při jejich počtu vyšším než 20 se již bod tání příliš nemění. Liché mastné kyseliny mají o něco nižší bod tání než sudé mastné kyseliny o jeden atom uhlíku chudší. Nenasyčené mastné kyseliny mají nižší bod tání než nasycené mastné kyseliny. Značný vliv na bod tání má zejména *cis*-dvojná vazba, neboť působí ohyb jinak přímého řetězce o přibližně 42°, a proto mají *cis*-deriváty o několik desítek stupňů nižší bod tání než odpovídající *trans*-deriváty.¹⁶

Většina běžných nenasyčených mastných kyselin jsou viskózní kapaliny a stejně jako kapalné nasycené mastné kyseliny jsou asociovány vodíkovými vazbami svých karboxylových skupin jako dimery.¹⁶

Nižší mastné kyseliny jsou těkavé za atmosférického tlaku, vyšší mastné kyseliny jsou netěkavé. Bod varu roste s rostoucím počtem atomů uhlíku, dvojně vazby mají jen malý vliv.¹⁶

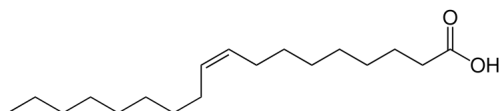
Mastné kyseliny o krátkém uhlíkovém řetězci jsou s vodou nemísitelné, další jsou alespoň rozpustné, ale rozpustnost ve vodě rychle klesá s rostoucím počtem atomů uhlíku v molekule. Vyšší mastné kyseliny se ve vodě rozpouštějí jen nepatrně, ale tvoří na vodní hladině monomolekulární filmy.¹⁶

Na následujícím **Obr. 2.7** je znázorněno schéma rozdělení zastoupených mastných kyselin popisovaných u vybraných olejů.



Obr. 2.7: Schéma rozdělení zastoupených mastných kyselin popisovaných u vybraných olejů

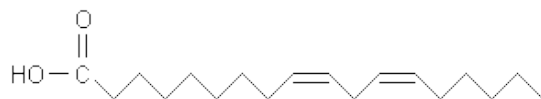
➤ **Kyselina olejová**^{10,18,17}



(2.1)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Synonymum:	<i>cis</i> -9-oktadekanová kyselina, „červený olej“
Fyzikální vlastnosti:	slabě žlutá olejovitá kapalina charakteristického aroma
Bod tání:	> 13°C
Bod varu:	> 290°C
Rozpustnost:	nerozpustná ve vodě
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek
Popis:	vyšší mastná nenasycená kyselina, obsažená v živočišných i rostlinných zdrojích. Tato kyselina tvoří 55-80 % olivového oleje a 15-20 % hroznového oleje

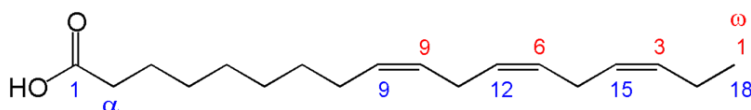
➤ **Kyselina linolová (LA)**^{18,19, 20}



(2.2)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Synonymum:	9,12,15-oktadekatrienová kyselina
Fyzikální vlastnosti:	bezbarvá nebo slámově-žlutá kapalina
Bod tání:	> -5°C
Bod varu:	> 228°C
Rozpustnost:	nerozpustná ve vodě, rozpustná v organických rozpouštědlech
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek
Popis:	je přirozená nenasycená mastná kyselina vyskytující se ve zvýšené koncentraci v mnoha rostlinných olejích, zejména v olejích ze světlice barvířské a slunečnice. Nachází se v lipidech buněčných membrán. Termínem CLA je označována směs pozičních a geometrických izomerů kyseliny linolové (kyselina <i>cis</i> -9, <i>cis</i> -12 oktadekadienová), které obsahují konjugované, nenasycené dvojné vazby. Pro plnou využitelnost v organismu, musí být linolová kyselina konvertována na γ-linolenovou kyselinu reakcí katalyzovanou delta-6-desaturázou

➤ **Kyselina α-linolenová (ALA)**^{21,22}

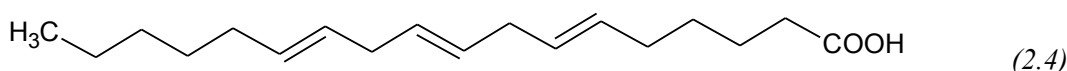


(2.3)

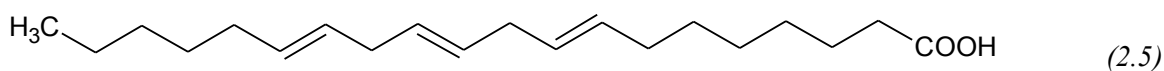
Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Synonymum:	<i>cis</i> -9,12,15-oktadekatrienová kyselina

Fyzikální vlastnosti: světle žlutá kapalina
 Bod tání: -11°C
 Bod varu: 230°C
 Rozpustnost: nerozpustná ve vodě, rozpustná téměř ve všech organických rozpouštědlech
 Stabilita: stabilní za běžných podmínek
 Popis: řadíme ji do skupiny látek odborně nazývaných omega-3 mastné kyseliny, která je podskupinou tzv. esenciálních nenasycených mastných kyselin. Bohatý na tuto kyselinu je rybí olej a olej lisovaný ze semen

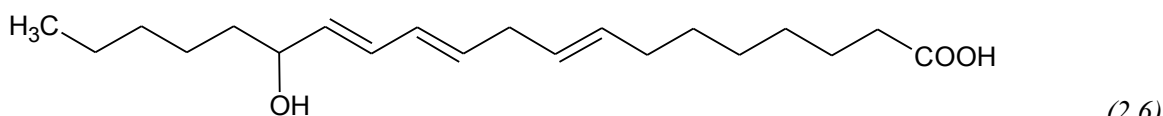
➤ **γ-linolenová kyselina (GLA)^{25,26}**



Racionální vzorec: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$
 Synonymum: oktadeka-6,9,12-trienová kyselina
 Popis: je tvořena v rychlost limitujícím kroku Δ6-desaturace z kyseliny linolové a metabolizována v rychlost nelimitujícím kroku elongace na kyselinu dihomo-γ-linolenovou (DGLA, **vzorec 2.5**). V závislosti na typu buňky je DGLA dále cyklooxygenována na prostaglandiny (PG) první řady (PGE_1) nebo na 15-(S)-hydroxy-8,11,13-eikosatrienovou kyselinu (**vzorec 2.6**). Oba tyto oxidační produkty elongace GLA mají protizánětlivé účinky, snižují krevní tlak a zpomalují nádorové bujení buněk.^{23,24,25,26} DGLA může být u lidí velmi pomalu přeměněna také na arachidonovou kyselinu, která tvoří v membránách fosfolipidů mnoha imunitních buněk více než 20 % všech mastných kyselin

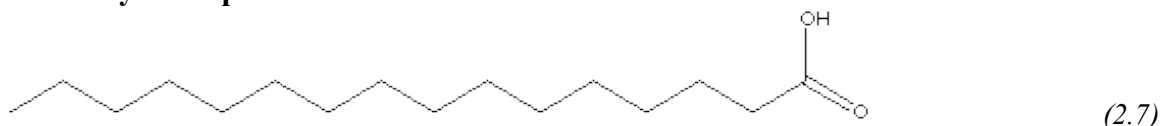


kyselina dihomo-γ-linolenová (20:3)



kyselina 15-S-hydroxyeikosa-8,11,13-trienová

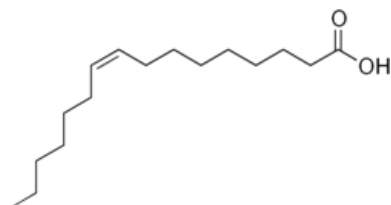
➤ **Kyselina palmitová^{18,28}**



Racionální vzorec: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$
 Synonymum: hexadekanová, cetylová kyselina
 Fyzikální vlastnosti: za normálních podmínek je to bílá pevná látka

Bod tání:	> 63°C
Bod varu:	> 350°C
Rozpustnost:	nerozpustná ve vodě, rozpustná v alkoholu a etheru
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek
Popis:	je mastnou kyselinou vyskytující se v přírodních tucích a olejích (palmový) a v tallovém oleji

➤ **Kyselina palmitoolejová^{18, 29}**



(2.8)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_5\text{COOH}$
Bod tání:	-0.1 °C
Bod varu:	140°C
Synonymum:	<i>cis</i> -9-hexadecenová kyselina
Fyzikální vlastnosti:	bezbarvá kapalina
Rozpustnost:	nerozpustná ve vodě, rozpustná v alkoholu a eteru
Popis:	je mononenasyčenou mastnou kyselinou, která je složkou lidské tukové tkáně. Je přítomna ve všech tkáních, ale nejvyšší koncentrace je v játrech. Biosyntetizuje se z palmitové kyseliny pomocí enzymu delta-9 desaturázou. Hlavními zdroji této kyseliny jsou různé živočišné oleje, rostlinné oleje makadamiový a rakytníkový olej jsou z rostlinných zdrojů nejbohatší na tuto kyselinu, obsahuje 22 a 40 % palmitoolejové kyseliny

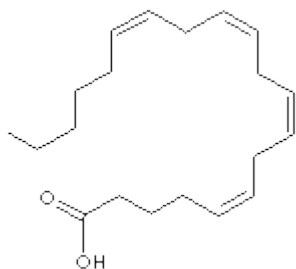
➤ **Kyselina stearová^{18, 30}**



(2.9)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$
Synonymum:	oktadekanová kyselina
Fyzikální vlastnosti:	bezbarvá, bez aroma, za normální teploty pevná látka
Bod tání:	70°C
Bod varu:	360°C
Rozpustnost:	nerozpustná ve vodě, rozpustná v alkoholu, etheru, chloroformu a jiných organických rozpouštědlech
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek
Popis:	vyšší mastná kyselina. Získává se např. hydrolýzou hovězího loje nebo katalytickou hydrogenací kyseliny olejové. Je součástí živočišných i rostlinných tuků a olejů. Užívá se ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu. Její ester s glycerolem, tristearylglycerol, je stearin

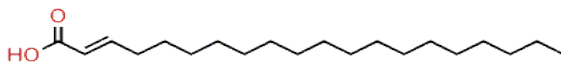
➤ **Kyselina arachidonová (AA)**^{18,31}



(2.10)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$
Synonymum:	5,8,11,14-eikosatetrenová kyselina
Fyzikální vlastnosti:	lehce nažloutlá kapalina
Bod tání:	-50°C
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek
Popis:	je polynenasycenou mastnou kyselinou (C20 se čtyřmi <i>cis</i> násobnými vazbami) a patří do EMK; vyskytující se v tuku zvířat a také se tvoří biosyntézou z linolové kyseliny. Je prekursorem eikosenoidů, které jsou jak biologicky, fyziologicky, tak patologicky aktivní v kardiovaskulárním, plicním, rozmnožovacím a zažívacím systému v podobě lokálních hormonů. Její hydrogenací vzniká arachinová kyselina, která je prakticky nerozpustná ve vodě a stabilní za běžných podmínek. Je nasycenou mastnou kyselinou, nacházející se v arašídovém oleji

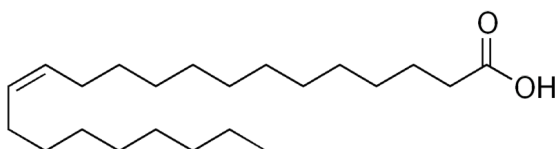
➤ **Kyselina gadolenová**³²



(2.11)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{CH}=\text{CHCOOH}$
Synonymum:	9-eikosenová kyselina
Popis:	nenasycená kyselina vyskytující se nejvíce v tresčích játrech a dalších zdrojích

➤ **Kyselina eruková**^{18,32,33}

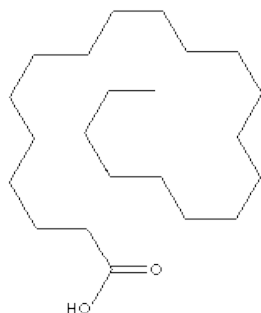


(2.12)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$
Synonymum:	<i>cis</i> -13-dokosenová kyselina
Fyzikální vlastnosti:	bílá voskovitá pevná látka
Bod tání:	34-35°C
Bod varu:	264°C

Rozpustnost:	nerozpustná ve vodě, rozpustná v ethanolu, methanolu
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek
Popis:	mononenasycená omega-9 mastná kyselina, označení 22:1 ω-9. Obsahuje ji hlavně řepkový olej, olej ze semen čekanky a semena hořčice, tvoří 40 - 50 % těchto olejů. Její <i>trans</i> -izomer je brassidová kyselina. Konečné užití jako mazadlo, povrchově aktivní činidlo, změkčovadlo, v kosmetice a natěračství. Je jí rovněž využito do polyesterů, plastů a nylonů

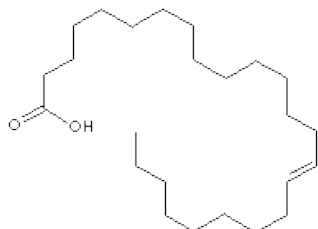
➤ **Kyselina behenová^{35,36}**



(2.13)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{20}\text{COOH}$
Synonymum:	dokosanová kyselina
Fyzikální vlastnosti:	bílá až nažloutlá pevná látka
Bod tání:	75-80°C
Bod varu:	306°C
Rozpustnost:	špatně rozpustná v organických rozpouštědlech
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek
Popis:	nasycená mastná kyselina (22:0). Protože její biologická dostupnost ve srovnání s ostatními mastnými kyselinami je velice nízká, a protože má velmi dlouhý řetězec, na její efekt ve škále ostatních kyselin a malé koncentraci v lidském těle se neklade větší význam

➤ **Kyselina nervonová³⁷**

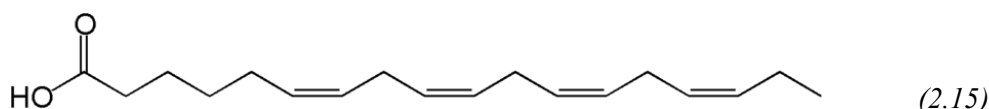


(2.14)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$
Synonymum:	15-tetrakosenová kyselina
Fyzikální vlastnosti:	čistě nažloutlý prášek
Bod tání:	42-44°C
Rozpustnost:	nerozpustná ve vodě
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek

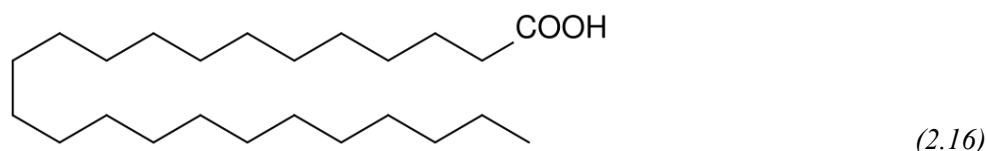
Popis: je tvořena velmi dlouhým řetězcem nenasycených mastných kyselin, jež jsou obohaceny spingomyelinem, tvořeným cholinem, sfingosinem, fosforečnou kyselinou a mastnou kyselinou. Patří mezi esenciální nenasycené mastné kyseliny. Má velký význam v růstu a podpoře mozkové kůry. Je velmi doporučovaná v těhotenství a v době kojení ženy a u malých dětí, ale může být užitečná i u dospělých. Je významnou součástí ve stěně membrán nervových buněk, protože je důležitá k regulaci iontových cest a receptorů. Hraje důležitou roli v biosyntéze myelinu

➤ **Kyselina stearidonová**^{38,39}



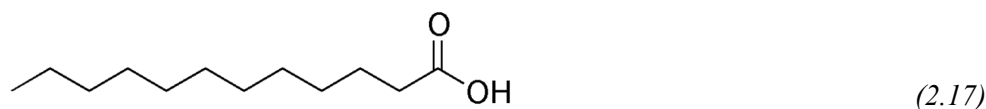
Racionální vzorec: $\text{CH}_3\text{CH}_2(\text{CH}=\text{CHCH}_2)_4(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$
 Synonymum: 6,9,12,15-oktadekatetraenová kyselina
 Stabilita: stabilní za běžných podmínek
 Popis: patří mezi omega-3 esenciální mastné kyseliny. Vzniká biosyntézou kyseliny α -linolenové pomocí enzymu delta-6 desaturáza. Přírodními zdroji jsou konopný olej a olej z jader černého rybízu

➤ **Kyselina lignocerová**^{18, 40}



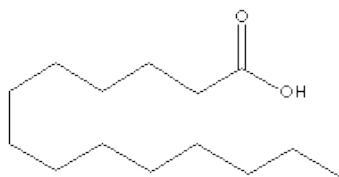
Racionální vzorec: $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{22}\text{COOH}$
 Synonymum: n-tetrakosanová kyselina
 Fyzikální vlastnosti: krystalická látka
 Bod tání: 84°C
 Bod varu: 272°C
 Rozpustnost: téměř nerozpustná v ethanolu
 Stabilita: stabilní za běžných podmínek
 Popis: nasycená mastná kyselina. Je produktem ke vzniku **ligninu**. Lignin je důležitou stavební složkou dřeva zabezpečující dřevnatění jeho buněčných stěn. Obsah ligninu tvoří zhruba 26-35 % hmotnosti dřeva, plní hydrofóbní funkci

➤ **Kyselina laurová**^{18, 43}



Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$
Synonymum:	dodekanová kyselina
Fyzikální vlastnosti:	bílá, prášková pevná látka s aroma slabě připomínající bobkový list
Bod tání:	43-44°C
Bod varu:	225°C
Rozpustnost:	nerozpustná ve vodě, rozpustná v alkoholu a eteru
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek
Popis:	nasycená mastná kyselina. Hlavními zdroji jsou kokosový olej a palmový olej. Jsou publikovány i její možné antimikrobiální vlastnosti

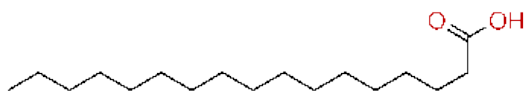
➤ **Kyselina myristová⁴¹**



(2.18)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$
Synonymum:	tetradekanová kyselina
Fyzikální vlastnosti:	bílá pevná látka
Rozpustnost:	nerozpustná ve vodě
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek
Popis:	nasycená mastná kyselina. Máslo z muškátového ořechu je bohaté na trimyristin, triacylglycerol této kyseliny, kterého se v něm nachází 60-75 %

➤ **Kyselina margarová⁴²**



(2.19)

Racionální vzorec:	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{13}\text{COOH}$
Synonymum:	n-heptadekanová kyselina
Fyzikální vlastnosti:	bílá, krystalická látka.
Rozpustnost:	nerozpustná ve vodě
Stabilita:	stabilní za běžných podmínek
Popis:	nasycená mastná kyselina. Z minulosti vyplynuly domněnky, že je individuální mastnou kyselinou, ale zjistilo se, že vzniká ze směsi kyselin palmitové a stearové

2.7.2 Chemická charakteristika ostatních složek

2.7.2.1 Antioxidanty

Antioxidanty jsou látky, které prodlužují údržnost potravin tak, že je chrání před znehodnocením způsobeným oxidací, jejímž projevem je žluknutí přítomných tuků a dalších snadno se oxidujících složek potravin (vonné látky). Oxidace lipidů vyvolává další chemické změny v potravinách, které negativně ovlivňují jejich výživovou, hygienicko-toxikologickou a senzoryckou hodnotu.^{16,44}

Antioxidanty jsou tedy látky, které mohou reagovat s volnými radikály autooxidačního řetězce, především s peroxylovými radikály. Při reakci se vytvoří hydroperoxid nebo jiný neradikálový lipidový produkt. Antioxidant přejde do formy volného radikálu, který však bývá dosti nestálý, takže není schopen pokračovat v autooxidační reakci. Úloha antioxidantu spočívá ve zkrácení autooxidačního řetězce a zvýšení rychlosti terminačních reakcí. Při reakci se antioxidant spotřebovává. Když je všechen antioxidant spotřebován, začne autooxidace probíhat tak, jako by žádné antioxidanty nebyly přítomny. Antioxidanty nemohou úplně zastavit autooxidační reakci, jen ji zpomalit, v ideálním případě až na rychlost iniciační reakce.^{16,45,46,68}

Antioxidanty prodlouží období pomalé autooxidace (indukční doba), ale nemají vliv na rychlost následující reakce. Poměr délky indukční periody inhibované a neinhibované reakce se nazývá **proteční faktor**. Nejčastěji se vyjadřuje v % zvýšení stability (prodloužení indukční periody). Vedle inhibiční reakce probíhají souběžně další reakce, např. oxidace volného radikálu antioxidantu na příslušný peroxylový radikál nebo zpětná reakce s tvorbou volného radikálu lipidu, a to zejména při velkém přebytku antioxidantu.^{16,46}

Antioxidanty interferují s procesem oxidace lipidů a jiných oxylabilních sloučenin tak, že:⁷

- reagují s volnými radikály (antioxidanty primární) nebo redukují vzniklé hydroperoxydy (antioxidanty sekundární),
- váží do komplexů katalyticky působící kovy,
- eliminují přítomný kyslík.

K **primárním** antioxidantům patří všechny povolené látky (askorbová a erythrobová kyselina a jejich deriváty, tokoferoly, fenolové antioxidanty, galláty). K **sekundárním** antioxidantům se řadí například cystein, lipoová kyselina, methionin a jiné přirozeně se vyskytující sloučeniny, které se však jako antioxidanty nepoužívají. Ze syntetických sloučenin se jako sekundární antioxidant používá dilaurylester 3,3'-thiodipropionové kyseliny. Další klasifikace je podle původu, kdy se rozeznávají antioxidanty **přírodní** a antioxidanty **syntetické**.¹⁶

Testy vlivu přírodních i syntetických antioxidantů, publikované u rostlinných olejů brutnáku lékařského a pupalky dvouleté, se obvykle provádí zrychleně, použitím Schalovy trouby a působením teploty 60°C.⁶⁸

➤ Syntetické antioxidanty

Syntetické antioxidanty (E 300 – E 321) lze rozdělit do dvou skupin. První skupinu tvoří látky (některé kyseliny a jejich sloučeniny), které působí proti změnám barvy, například v ovoci či masných výrobcích. Mezi tyto látky se řadí například kyselina askorbová (E 300) nebo citronová (E 330). Antioxidanty se výrobcům potravin často dodávají ve směsích, které obsahují rozpouštědlo. Rozpouštědlem bývá rostlinný olej, kapalný monoacylglycerol nebo propylenglykol.^{16,45}

Druhou skupinu synteticky vyráběných antioxidantů tvoří látky, které zabraňují oxidaci v tucích a olejích. Tato oxidace vede ke žluknutí, potraviny se stávají nepřitažlivé až nepoživatelné. Vlivem oxidace pak může docházet i ke ztrátě vitamínů, či dokonce vzniku toxických látek. Do této skupiny patří například butylhydroxyanisol (BHA, E 320), butylhydroxytoluen (BHT, E 321) a galáty (E 310, E 311, E 312).⁴⁵

➤ Přírodní antioxidanty

Kvůli obavám z nepříznivého účinku syntetických antioxidantů na lidské zdraví (pravděpodobně působí jako promotory karcinogeneze) se v poslední době dává přednost přírodním antioxidantům, jako jsou tokoferoly (E 306 – E 309), lecitin (E 322), kyselina askorbová (vitamín C, E 300) a další.⁴⁵ Také různé druhy koření a bylin, například rozmarýn, kořen zázvoru, oregáno^{52,63}, tymián a hřebíček mají silné antioxidační vlastnosti. Dokonce i vanilín, který je jednou z nejpoužívanějších aromatických látek ve sladkých potravinách, účinkuje jako antioxidant.¹⁶

Nejčastěji používanými antioxidanty jsou fenolové deriváty, které obsahují dvě (nebo tři) hydroxyskupiny v *ortho*- nebo *para*- poloze. Přírodní antioxidanty jsou většinou substituovány v *ortho*- poloze, proto jsou účinnější. Syntetické antioxidanty jsou většinou substituovány v *para*- poloze, protože jsou tak méně toxické.^{16,46}

Tokoferoly (E 306 – 309)

Tokoferoly jsou nejoblíbenější přírodní antioxidanty. Přirozeně se vyskytují v rostlinných olejích, přičemž hlavním přírodním zdrojem je sojový olej. Používají se však také syntetické tokoferoly. Nejsilnější antioxidační účinek vykazují u živočišných tuků a vitamínu A. Obecně platí, že živočišné tuky a masné výrobky neobsahují dostatek přírodních antioxidantů. Rostlinné oleje naopak mají dostatečné množství tokoferolů, to platí zejména pro nerafinované, za studena lisované panenské oleje. Během zpracování rostlinných olejů však dochází ke ztrátám tokoferolů, které se pak musí opět doplnit. Tokoferoly jsou přirozenou složkou lidské potravy, které vykazují řadu příznivých účinků na lidské zdraví. Považují se tedy za bezpečné přídatné látky.^{45,50}

V přírodě se nachází několik forem tokoferolu, přičemž nejrozšířenější jsou α -, β -, γ - a δ -tokoferol (**vzorec 2.20**). Všechny tyto látky účinkují jako antioxidanty, které zabraňují žluknutí olejů a tuků. Jejich velkou výhodou je dobrá rozpustnost v tucích, protože právě tuky a oleje jsou k oxidaci nejnáchylnější.⁴⁵

• α -tokoferol (E 307)

α -tokoferol je méně účinný než ostatní formy tokoferolů (jako vitamín E je však neúčinnější ze všech forem). Syntetický α -tokoferol vykazuje na rozdíl od přírodního nižší biologickou aktivitu, neboť se skládá z příslušných C-2 enantiomerů. Syntetický α -tokoferol bývá racemickou směsí všech možných stereomerů. Komerční vitamínové přípravky často obsahují estery α -tokoferolu (acetát nebo hydrogensukcinát), které jsou stálejší vůči oxidaci v porovnání s volným α -tokoferolem. Esterifikací 6-hydroxyskupiny však vznikají biologicky inaktivní sloučeniny, které se ale působením nespecifických esteráz rychle hydrolyzují na biologicky aktivní α -tokoferol.^{16,45}

• β -tokoferol

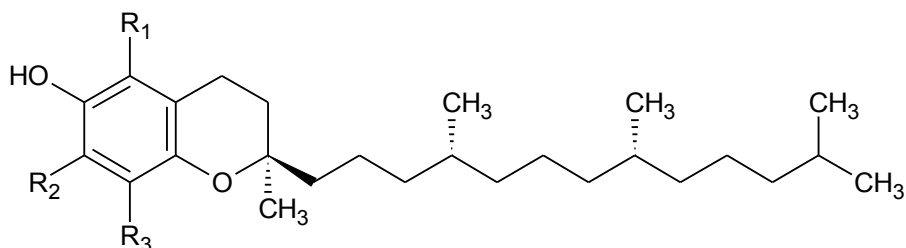
Jako vitamín vykazuje asi 50% účinnost α -tokoferolu.¹⁶

• γ -tokoferol (E 308)

Jako vitamín dosahuje γ -tokoferol pouze 10% účinnosti α -tokoferolu, jako antioxidant je však účinnější.⁴⁵

• δ -tokoferol (E 309)

Jako vitamín dosahuje δ -tokoferol pouze 1 – 3% účinnosti α -tokoferolu, jako antioxidant je však opět účinnější.⁴⁵



(2.20)

- $R_1 = R_2 = R_3 = H$tokol
 $R_1 = R_2 = R_3 = CH_3$ α -tokoferol
 $R_1 = R_3 = CH_3, R_2 = H$ β -tokoferol
 $R_2 = R_3 = CH_3, R_1 = H$ γ -tokoferol
 $R_1 = R_2 = H, R_3 = CH_3$ δ -tokoferol

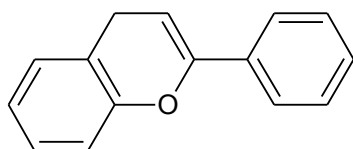
Vitamín E je nejdůležitější přirozený antioxidant a zdá se být první linií obrany proti **peroxidaci polyenových kyselin** (vyšších mastných nenasycených kyselin s více dvojnými vazbami), vyskytujících se ve fosfolipidech buněčných i nitrobuněčných membrán. Fosfolipidy mitochondrií, endoplazmatického retikula a plazmatických membrán mají afinitu k α -tokoferolu a vitamín E se v těchto místech hromadí. Tokoferoly působí jako antioxidanty tím, že přerušují řetězové reakce volných radikálů díky své schopnosti přenášet vodík z fenolové skupiny na volný peroxyradikál peroxidované polyenové kyseliny. Antioxidační účinky tokoferolů působí při vysoké koncentraci kyslíku, a proto nepřekvapuje, že se hromadí v takových lipidových strukturách, které jsou vystaveny vyššímu parciálnímu tlaku O_2 , např. v membránách erytrocytů a v membránách dýchacího ústrojí.¹⁵

Adekvátní příjem vitamínu E se považuje za prevenci oxidace lipidů biomembrán. Vitamín E je proto faktorem zpomalujícím proces stárnutí organismu a uplatňujícím se v prevenci kardiovaskulárních chorob a vzniku rakoviny.¹⁶

Potřebu vitamínu pokrývají především rostlinné lipidy, zvláště oleje a v některých zemích margaríny, důležitým zdrojem jsou však i další potraviny rostlinného a živočišného původu, které sice obsahují méně vitamínu, ale konzumují se pravidelně a ve větším množství (maso, ovoce, zelenina). Nejvíce vitamínu se nachází v klíčcích a otrubách obilovin. Rostlinné oleje mají poněkud nižší obsah vitamínu než oleje z obilných klíčků, více vitamínu obsahují oleje panenské (surové), méně pak oleje rafinované. Po rafinaci olejů dochází ke snížení obsahu vitamínu na 10 – 50 % původního množství. K hlavním ztrátám dochází při odkyselování a při bělení. K největším ztrátám dochází během smažení a pečení. V tucích používaných opakovaně pro smažení potravin se tokoferoly prakticky nevyskytují, neboť za vyšších teplot degradují.¹⁶

Fenolické sloučeniny

Fenoly jsou prakticky všudypřítomné látky.⁶⁹ Jsou velice heterogenní skupinou sloučenin, z nichž se některé uplatňují jako vonné látky (některé jednoduché fenoly, které vznikají jako degradační produkty fenolových kyselin, a deriváty hydroxyfenolových kyselin, např. některé kumariny). Fenoly jsou také chuťovými látkami (jednoduché fenoly i tzv. polyfenoly, např. flavonaly), přírodními barvivy (některé chinony, ligniny, flavonoidy).¹⁶ Některé fenoly vykazují výrazné biologické účinky, a řadí se proto mezi přírodní antioxidanty⁶⁹, přirozené toxické složky potravin nebo také mezi obranné látky rostlin zvané fytoalexiny. Antioxidační a také antimikrobiální aktivitu mají některé jednoduché fenoly, které se vyskytují jako složky kouře používaného odedávna k uzení potravin, ale také fenoly, které jsou běžně složkami koření (například tymián, oregáno).¹⁶

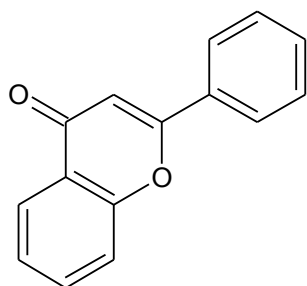


(2.21)

flavanový skelet

Fenolické sloučeniny jsou v přírodě běžně se vyskytující sekundární produkty metabolismu rostlin. Rostlinné fenoly jsou rozděleny do několika skupin:¹⁶

- fenolové kyseliny odvozené od *hydroxy*-derivátů kyseliny benzoové, které se nacházejí jako volné nebo jako estery či glykosidy,
- fenolové kyseliny odvozené od skořicové kyseliny, které se vyskytují zejména ve volném stavu, ale také jako estery,
- glykosidické a fenylopropanové estery.



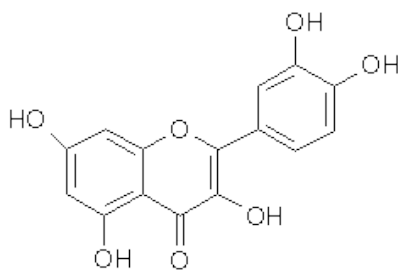
(2.22)

flavon

Flavonoidy

Flavonoidy jsou významnou součástí antioxidantního systému, zabraňují peroxidaci lipidů, likvidují volné kyslíkové radikály, mohou vázat a inaktivovat některé prooxidací kovové ionty (železo, měď). Antioxidantní aktivita flavonoidů je závislá na počtu a poloze hydroxylových skupin v molekule, vliv má i jejich glykosylace. Optimální radikálově likvidační vlastnosti byly nalezeny pro *o*-dihydroxystrukturu v kruhu B, 2,3 dvojnou vazbu a 4-oxo funkční skupinu v kruhu C a 3 a 5-OH skupiny na kruzích A a C. Tuto strukturu mají právě flavonoly.⁴⁷

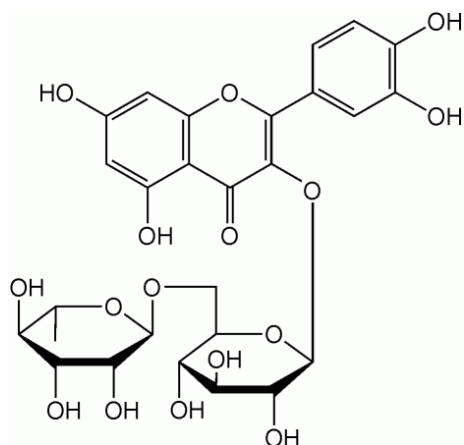
Jedním z nejsilnějších biologicky aktivních členů rodiny flavonoidů je **kvercetin**.³



(2.23)

kvercetin

Kvercetin je pravděpodobně hlavní příčinou ohromných léčebných účinků cibule. Má všestranný potenciál působit proti nemocem. Je jednou z nejsilnějších protirakovinných látek, která kdy byla objevena.³



(2.24)

rutin

Rutin můžeme najít hlavně v pohance. Má glykosidickou vazbu mezi flavonolem, kvercetinem a disacharidem rutinózou. Působí jako antioxidant a hraje důležitou roli v inhibici růstu nádorů.⁶²

Antioxidační aktivita fenolických sloučenin je dána jejich chemickou strukturou (hlavně přítomností, počtem a polohou hydroxylových skupin^{52,63,70}) a redoxními vlastnostmi. Proto jsou fenolické sloučeniny schopné neutralizovat volné radikály, cheláty kovů a singletový nebo tripletový kyslík. Tyto vlastnosti jsou spojeny s příznivými účinky na lidské zdraví, neboť mohou inhibovat rozvoj chorob vyvolaných oxidačním stresem, jako je rakovina, diabetes mellitus a další. Některé fenolické sloučeniny navíc vykazují antimikrobiální a fungicidní aktivitu, proto je možné je použít i jako prevenci a součást léčby žaludečních vředů (proti působení *Helicobacter pylori*), infekce močových cest a onemocnění zubů, vyvolaném mikroorganismy.⁷³

Přírodní fenoly jsou běžně obsaženy ve vysokých koncentracích v různých druzích bylin, koření¹⁶ a ovoce.² Mezi těmito rostlinami má největší význam čeleď *Lamiaceae*, do které patří například oregáno (*Origanum vulgare L.*), meduňka lékařská (*Melissa officinalis L.*) a máta peprná (*Mentha piperita L.*). Pro tuto čeleď je charakteristický vysoký obsah kyseliny rosmarinové, což je ester kyseliny kávové a 2-hydroxy-3-(3,4-dihydroxyfenyl)propionové kyseliny.¹⁶

Byliny jsou používány čerstvé nebo sušené. Enzymatické procesy během sušení mohou vést ke znatelným změnám ve složení fenolických sloučenin, a tak se může měnit i jejich antioxidační schopnost. Snižuje se obsah askorbové kyseliny, kdežto obsah fenolických sloučenin významně narůstá.⁷⁵

Toxikologické hodnocení přírodních fenolových látek je značně problematické, neboť řada z nich jsou biologicky aktivní látky. Některé flavonoidy vykazují spasmolytické, protizánětlivé a protinádorové účinky, některé mají funkce jako fytoalexiny, a jsou tedy ochranou rostlin proti virovým a mikrobiálním infekcím. Některé sloučeniny mají také estrogenní, karcinogenní a jiné účinky, pro něž se tyto látky řadí mezi přirozené toxické složky potravin.¹⁶

Karotenoidy

Karotenoidy jsou značně rozšířené žluté, oranžové, výjimečně také žlutozelené a červené až hnědé⁴⁶, převážně lipofilní pigmenty rostlin, hub, řas, mikroorganismů a také živočichů (sekundárně, živočichové nejsou schopni je syntetizovat *de novo*). Většina karotenoidních látek se řadí mezi tetraaterpeny formálně obsahující osm isoprenových jednotek. Polyenová struktura jim dodává barevnost.¹⁶ Dnes je známo přibližně 700 přirozeně se vyskytujících karotenoidních pigmentů. Z tohoto množství vykazují asi 50 sloučenin aktivitu vitamínu A, a proto se označují jako **retinoidy**.¹⁶

Karotenoidy se dělí na dvě hlavní skupiny:¹⁶

- uhlovodíky nazývané **karoteny**,
- kyslíkaté sloučeniny (alkoholy, ketony aj.) odvozené od karotenů, které se nazývají **xantofyly**.

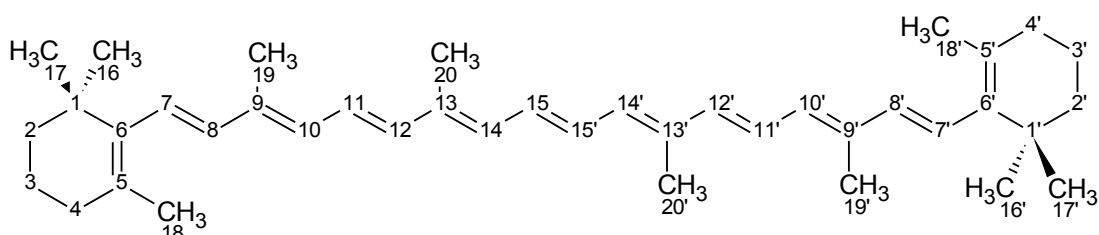
• Karoteny

Nejjednodušším prototypem karotenu je acyklický polyenasycený uhlovodík lykopen. Další karoteny se tvoří enzymově katalyzovanou cyklizací z acyklických ψ -karotenů, kdy se tvoří β - nebo α -jononové struktury. Struktura s β -jononovým cyklem se nazývá β -karoten, struktura s α -jononovým cyklem je ϵ -karoten.^{16,50}

Karoteny jsou přírodní (či přírodně identické) oranžově žluté pigmenty, které tvoří přirozenou složku lidské potravy. Jako **barviva** (potravinářská oranž 5 – E 160a) hrají velmi důležitou roli při výrobě průmyslových potravin.⁴⁵

β -karoten

V zelenině je vitamín A přítomen ve formě provitamínu – žlutého pigmentu β -karotenu, který je tvořen dvěma molekulami retinolu spojenými na aldehydových koncích svých uhlíkových řetězců. Ovšem protože β -karoten není dostatečně účinně metabolizován na vitamín A, má jeho zdroj vitamínu A 6x menší účinnost než samotný retinol. β -karoten má schopnost působit jako antioxidant díky schopnosti stabilizovat volné peroxylové radikály vlivem své konjugované alkylové struktury. Protože β -karoteny jsou účinné při nízkých koncentracích kyslíku, doplňují antioxidační působení vitamínu E, který je účinný při vyšších koncentracích kyslíku.¹⁵



β, β -karoten

2.7.2.2 Fytosteroly

Rostlinné steroly nebo také fytosteroly jsou složkami lipidických frakcí olejnatých semen některých druhů ovoce a zeleniny a některých dalších přírodních extraktů. Jsou v posledních letech zajímavou komoditou pro řadu pozitivních vlivů na lidský organismus. Některé z těchto vlastností prokazatelně pozitivně ovlivňují zejména negativní vlivy tzv. civilizačních chorob. Proto se začínají fytosteroly objevovat nejen ve formě potravních doplňků, ale i v běžných potravinách (oleje a margaríny). Fytosteroly se v těle člověka nesyntetizují a získávají se výhradně ze stravy. Lze je vyrábět 5-a hydrogenací odpovídajících fytosterolů (např. sitostanol a kampestanol).⁵¹

Steroly se v rostlinách vyskytují ve volné formě nebo esterifikované k mastným kyselinám nebo jako sterylglykosidy.⁷⁶

Zvláštní na těchto sloučeninách je, že se velmi podobají cholesterolu. Jen jedna postranní vazba odlišuje rostlinnou sterol-molekulu od živočišného cholesterolu. Navzdory této podobě mají fytosteroly právě protichůdný účinek, než jejich živočišný příbuzný. Pro cholesterol snižující vlastnosti se dokonce podávají jako lék u lidí ohrožených infarktem. Rostlinné oleje, jež obsahují pozoruhodné množství sekundárních rostlinných látek, z malé části přestupují do krve. Toto však není ani nutné, protože fytosteroly jsou aktivní hlavně ve střevě. Tam mohou přítomný cholesterol

vykrytalizovat a tím znemožnit vstřebávání této nežádoucí látky. Navíc zasahují v játrech přímo do látkové výměny cholesterolu. Brání činnosti klíčového enzymu, který se podílí na jeho tvorbě.⁷⁶

2.7.2.3 *Fytoestrogeny (FE)*

Fytoestrogeny jsou přírodní rostlinné látky, které jsou charakterizovány afinitou k estrogenímu receptoru (ER). Chemickou strukturou jsou fytoestrogeny vzdálené estrogenům, společným rysem je fenolové jádro v molekule, které umožňuje vazbu na ER s následnou metabolickou aktivitou a vylučováním podobně jako endogenní estrogeny. Nejznámější skupinou fytoestrogenů jsou izoflavony, flakony, ligniny a další. Míra a druh jejich účinku jsou závislé na řadě faktorů, jako je jejich koncentrace v těle, síla vazby na receptory, typ buněk nebo tkání, na které působí, a rovněž je mnohdy jejich účinek odlišný v mužském a ženském těle.⁵⁸

Zásobárnou fytoestrogenů je lněné semínko, takže olej z něho lisovaný může působit na menstruační cyklus tím, že vyvažuje poměr mezi estrogenem a progesteronem. Pomáhá zlepšovat stav děložní sliznice a tím může ovlivnit některé formy neplodnosti. Pro své protizánětlivé účinky může lněný olej mírnit menstruační bolesti a bolesti při fibrocystóze prsů.⁷⁷

Lignany jsou fytochemické látky patřící do skupiny fytoestrogenů. Působením střevní mikroflóry se přeměňují na metabolity, jimž je připisováno profylaktické působení proti formám rakoviny, které souvisí s činností hormonů (karcinomy prsu a prostaty). Lněné semínko obsahuje 100násobné množství lignanů než jakákoliv jiná rostlinná potrava. Ovšem při lisování je z něj zhruba 98 % lignanů odstraněno, proto je někteří výrobci do oleje zpět přidávají.^{78,79,80,81}

2.8 Působení vybraných olejů z farmakologického hlediska

2.8.1 Rakytníkový olej

Rakytníkový olej je již po mnoho staletí nepostradatelným léčebným prostředkem v tradiční asijské i evropské medicíně.⁷ Je cenným rostlinným olejem pro mimořádně široké spektrum biologicky aktivních látek, pomocí nichž působí na:

1) Srdeční nemoci⁴⁸

- *srdeční infarkt*: je zaviněn nemocí vejčitých tepen, v nichž léze (usazeniny cholesterolu a jiných látek) zužují jejich průsvit (vnitřní volný průměr). Toto zúžení arterií se nazývá ateroskleróza.
- *městnané srdeční selhání*, při němž je srdce příliš slabé a nestačí dostatečně čerpat krev
- *angina pectoris* je choroba, při níž se do všech částí srdečního svalu nedostává venčítými tepnami dost krve a srdeční sval není dostatečně vyživován. Výsledkem jsou poruchy srdečního rytmu.
- *vysoký krevní tlak*.

2) Prevence rakoviny⁴⁸

Antioxidační nutrienty chrání proti rakovině třemi způsoby: ničením volných radikálů způsobujících rakovinu, posilováním imunity organismu a omezením schopnosti rakovinových buněk působit na další orgány a žlázy, a vytvářet tak metastázy. Kromě toho antioxidanty potlačují některé činitele podporující vznik nádorů a aktivaci některých prekarcinogenů v „pravé“ karcinogeny.

3) Posílení imunitního systému⁴⁸

Bílé krvinky uvolňují při ničení mikrobů velké množství volných radikálů. Antioxidanty zvyšují ničivou sílu bílých krvinek a současně je chrání před nadměrným množstvím volných radikálů.

4) Cukrovka⁶⁷

Antioxidanty napomáhají v prevenci cukrovky nebo zpomalují nástup cukrovky 2. typu, což je nejběžnější forma cukrovky. Pomáhají zlepšovat kvalitu života diabetiků.

5) Stárnutí⁴⁸

Volné radikály napadají buněčné membrány, a tím se zhoršuje schopnost buňky vstřebávat živiny a zbavovat se odpadu. Buňka v důsledku toho umírá. Volné radikály poškozují buněčnou DNA, takže namísto vytvoření nové stejné zdravé buňky se vytváří buňka-mutant, která nefunguje zcela normálně a většinou je méně výkonná. Tato buněčná nedostatečnost je znakem stáří.

- *šedý zákal oční čočky* - rakytníkový olej obsahuje souběžně několik antioxidantů (zejména vitamín C a E) a tím obzvláště dobře napomáhá v prevenci šedého zákalu.

6) Neplodnost⁴⁸

Zejména vitamín E, C selen, α -lipoová kyselina jsou antioxidanty, které obecně zlepšují pohyblivost spermií. Při zpracování řady studií se u mužů zjistilo, že antioxidantní doplňky normalizují vzhled spermií a zvyšují pravděpodobnost oplodnění vajíček.

7) Artritida⁴⁸

Antioxidanty potlačují zánět, otok a bolest doprovázející toto zánětlivé onemocnění, nejlépe v kombinaci vitamínu E se selenem, ale i jednotlivě.

8) Alzheimerova choroba⁴⁸

Jednou z charakteristik alzheimerovy nemoci je akumulace proteinu beta-amyloidu, který „dusí“ mozkové buňky. Při laboratorních pokusech bylo zjištěno, že antioxidanty zabraňují akumulaci beta-amyloidu v mozkových buňkách.

9) AIDS⁶⁷

Vitamín E pomáhá pomocným T buňkám přestát útok HIV a bojovat s ním. Ztěžuje množení tím, že omezuje produkci zánětlivých látek a jako antioxidant bojuje s volnými radikály.

2.8.2 Pupalkový, brutnákový olej a olej z jader černého rybízu

Tyto oleje se mimojiné díky vysokému obsahu kyseliny γ -linolenové používají k léčbě následujících onemocnění:

1) Onemocnění kůže^{25,26,27}

Atopický ekzém se vyskytuje u lidí, jež mají nižší hladinu nenasycených mastných kyselin v krvi, než je obvyklé. Zatímco hladiny linolové kyseliny jsou zvýšené. Defekt je tedy způsoben nedostatečnou přeměnou linolové kyseliny na γ -linolenovou kyselinu, dihomo- γ -linolenovou a arachidonovou kyselinu. Doplněním GLA stravou můžeme tento krok metabolismu obejít. GLA podávaná stravou může znatelně snížit hrubost pokožky u atopického ekzému a existuje i možnost působení na další kožní choroby, jako je lupénka či kopřivka.

2) Cukrovka a s ní spojené komplikace^{24,25}

Stejně jako u nemocných s atopickým ekzémem, existují i u diabetiků četné abnormality v metabolismu nenasycených mastných kyselin. Kvůli poškození $\Delta 6$ -desaturace vyžadují diabetici o mnoho vyšší příjem polynenasycených mastných kyselin, zvláště GLA. Pokusy dokázaly, že oční zákal, poškození sítnice a mnohá kardiovaskulární onemocnění mohou být zmírněny či úplně potlačeny vyšším příjmem GLA.

3) Poruchy reprodukce, premenstruační syndrom (PMS)²⁵

Poruchy reprodukce a PMS se vyskytují častěji u lidí, kteří konzumují větší množství nasycených tuků, a méně často se projevují u lidí se sníženým příjmem tuku v potravě. U žen s PMS byly opět zjištěny abnormální obrazy mastných kyselin v plazmě i červených krvinkách.

4) Kardiovaskulární onemocnění^{15,23,25}

Kardiovaskulární choroby jsou spojeny se čtyřmi základními faktory. Jde o zvýšenou hladinu cholesterolu, zvýšenou hladinu triacylglycerolů, hypertenzi (vyšší krevní tlak) a zvýšenou agregaci krevních destiček. Pokusy dokázaly, že zvýšený příjem GLA dokázal snížit hladiny cholesterolu, krevního tlaku i inhibovat snížení krevních destiček.

5) Rakovina^{15,25}

GLA i DGLA jsou schopny ničit rakovinné buňky, aniž by poškodily buňky zdravé.²⁵ Obecně bylo dokázáno, že GLA a DGLA jsou nejsilnější a nejselektivnější, AA a EPA jsou také silné, ale ne selektivní a mají tedy nepříznivý vliv i na zdravé buňky, LA a DHA jsou ve svém působení jen velmi slabé.

6) Alkoholismus^{15,23,25}

Zvýšený příjem GLA u alkoholiků odstraňuje některé symptomy alkoholismu. Při léčbě alkoholismu snižuje potřebu použití sedativ a urychluje návrat funkce jater do normálu. Rychleji se obnovují funkce mozku, paměti a motorické koordinace.

7) Virové infekce²⁵

Virové infekce jsou u lidí spojeny se snížením hladiny LA a jejich metabolitů. Strategie virů zahrnuje inhibici desaturace LA, čímž je zablokována imunitní obrana hostitele. Tento krok můžeme opět obejít zvýšeným příjmem LA metabolitů (GLA).

2.8.3 Lněný a konopný olej

Tyto oleje poskytují EMK omega-3, -6 a -9 v optimálním poměru: omega-3 : omega-6 : omega-9 = 3,5 : 1 : 1. Omega-6 mastné kyseliny (linolová kyselina - **vzorec 2.2**) se ve lněném oleji vyskytují v 16 % a omega-9 v 18 %. Majoritně (57 %) zastoupeny jsou **omega-3 mastné kyseliny** (ALA). Konopný olej obsahuje omega-6 a omega-3 esenciální mastné kyseliny včetně γ -linolenové a to v optimálním poměru 3:1 (omega-6:omega-3), který nejvíce vyhovuje lidskému organismu (obsah linolenových kyselin je mezi 50 a 60 %).⁶⁵ Díky těmto nenasyceným mastným kyselinám blahodárně působí na:

1) Srdečně cévní nemoci

Srdečně-cévní onemocnění je charakterizováno kornatěním tepen a dvěma rychle probíhajícími procesy: trombózou (tvorbou krevních sraženin), která může pak blokováním krevního průtoku přivodit mrtvici nebo infarkt, někdy končící smrtí.⁴⁹

Omega-3 v mnoha studiích snížily úmrtnost na srdečně-cévní nemoci až o 50 %. Jejich účinek u těchto nemocí je způsoben tím, že:⁴⁹

- snižují riziko arytmií (nepravidelného srdečního rytmu)
- zpomalují rozvoj aterosklerózy
- snižují tvorbu krevních sraženin
- snižují hustotu krve
- působí protizánětlivým účinkem

- mírně snižují krevní tlak
- udržují pružnější cévy

- *Angina pectoris*

U pacientů, jimž byly podávány omega-3, se snížil počet srdečních záchvatů a množství užívaných tablet nitroglycerinu.⁶⁶

- *Ateroskleróza*

Omega-3 zlepšují funkci cévní stěny a snižují hladinu tuků po jídle. Stabilizují plát, zpomalují růst, snižují zánět a brání tak postupnému utržení plátu.⁷²

- *Cévní mozkové příhody*

Většina mozkových příhod (téměř 85 %) vzniká tím, že krevní sraženina uzavře v některé tepně průtok krve a zabrání přívodu okysličené krve do mozku. Vzhledem k tomu, že omega-3 snižují shlukování krevních destiček a brání ateroskleróze, mohou snížit riziko mrtvice až o 50 %.⁴⁹

2) Rakovina

EMK pravděpodobně snižují rakovinu potlačením enzymu stimujícího růst rakovinných buněk, brání jeho tvorbě škodlivých PG, regulujícího estrogenu a snižujícího tvorbu volných radikálů, které poškozují buňky. V účinku proti rakovině ovlivňuje pozitivně spíše vyšší příjem omega-3 a nízký příjem omega-6. Zatímco omega-6 podporují růst nádorů, omega-3 snižují jejich růst i velikost. Laboratorně se projevil účinek u rakoviny tlustého střeva, plic, slinivky a prokázalo se též snížené riziko u rakoviny prsu a prostaty.⁴⁹

Lignan ve lněném oleji se osvědčuje **při prevenci rakoviny prsu a rakoviny tlustého střeva. Vlákna** je důležitá pro správnou činnost střev, pomáhá snížit riziko karcinomu tlustého střeva a dalších nemocí.¹¹

3) Ostatní onemocnění

- *Snížení vysokého krevního tlaku (hypertenze)*

EMK podporují krevní oběh a potencují rozšíření cév, čímž brání zvýšenému krevnímu tlaku. Omega-3 prospívají také osobám s vysokým krevním tlakem. V součinnosti s některými léky na vysoký krevní tlak snižují omega-3 nežádoucí účinky těchto léků a zároveň účinek léků podporují.⁴⁹

- *Artróza*

EMK snižují bolest, odstraňují ranní ztuhlost a zlepšují pohyblivost kloubů. Odborníci zjistili, že omega-3 snižují účinek enzymů ničících kloubní chrupavku a vytvářejí protizánětlivé látky.⁴⁹

- *Cukrovka (diabetes mellitus)*

Hrozbou stárí se v civilizovaném světě stala Alzheimerova choroba, která postihuje velké procento osob starších 60ti let. V současné době se spekuluje o účincích omega-3 nenasycených mastných kyselin proti lupénce či astmatu a zkoumá se vliv na roztroušenou sklerózu. Výzkum však ještě není u konce.²⁹

4) Stárnutí pokožky⁶⁵

Kožní lipidy jsou tvořeny steroly, mastnými kyselinami a ceramidy. Ceramidy se skládají z nenasycených mastných kyselin a tvoří zhruba 18 % vnější vrstvy pokožky. Ceramid 1 je tvořen hlavně kyselinou omega-6-linolenovou, která je tolik důležitá pro zachování optimální vlhkosti pokožky. Vzhledem k tomu, že konopný olej obsahuje tuto esenciální nenasycenou mastnou kyselinu, jeho aplikací lze navrátit vyvážené složení lipidové vrstvy a obnovit vláčnost pokožky. Důležitou úlohu v potlačení příznaků stárnutí hraje i vitamín E, který je v konopí hojně zastoupen.

5) Akné⁶⁵

Protože kyselina linolenová a γ -linolenová mají protizánětlivé účinky a navracejí rovnováhu v lipidové vrstvě pokožky, mohou zmírnit nebo dokonce zamezit projevy akné.

6) Duševní vývoj⁶⁴

Kolem 60 % suché části mozku připadá na tuky a z toho asi jedna třetina na kyselinu dokosaheptaenovou (DHA). DHA je spolu s kyselinou α -linolenovou (ALA) často označována za stavební prvek mozku a nervových buněk. Omega-3 mastné kyseliny slouží jako jakýsi izolační materiál obklopující nervová vlákna a jsou také důležitou součástí buněčných membrán.

Omega-3 mastné kyseliny jsou významné již v období těhotenství. Objevují se informace, že děti, jejichž maminky mají ve stravě dostatek omega-3 nenasycených mastných kyselin, se snadněji učí mluvit a mívají větší slovní zásobu. U těchto dětí se také hovoří o větší ostrosti vidění, která souvisí s prostorovou orientací nebo schopností uchopovat předměty.

7) Nervová soustava⁶⁴

Vliv omega-3 nenasycených mastných kyselin (zejména DHA) jako antidepresíva byl zkoumán v rámci epidemiologických studií. V populacích, kde je ve stravě dlouhodobě vyšší příjem DHA, byl opakovaně zjištěn nižší výskyt deprese. Tento nálezní potvrzuje také fakt, že depresivní pacienti mají v krvi dlouhodobě nižší obsah DHA.

2.8.4 Účinky oxidovaných lipidů na lidské zdraví

Oxidované lipidy mají jen nízkou akutní toxicitu, takže byl jejich účinek na zdraví podceňován. Vyšší obsah hydroperoxidů vyvolává příznaky deficitu vitamínu E a esenciálních mastných kyselin. Zvyšuje se propustnost pokožky pro vodu. Oxidované lipidy se hůře enzymově štěpí. Při vyšším příjmu oxidovaných tuků se zvyšuje jejich hladina v krevním séru a oxidované mastné kyseliny reagují s některými bílkovinami krevního séra a cévních stěn za vzniku aterosklerotických usazenin.¹⁶

Sražené částice mohou upcat cévy a vyvolat trombózu nebo infarkt. Oxidované esenciální mastné kyseliny mají antimetabolický účinek a působí proti účinku původních esenciálních mastných kyselin.⁷¹ Oxidační produkty tuků a jejich volné radikály mohou také reagovat s nukleovými kyselinami a jejich pozměněním usnadnit vznik zhoubných nádorů.¹⁶

Doporučuje se proto, aby konzum polyenových mastných kyselin byl kompenzován zvýšeným příjmem antioxidantů, které reagují s volnými radikály, a tak je zneškodňují. Nejběžnějšími antioxidanty v biologických materiálech nebo v organismech *in vivo* jsou tokoferoly (zvláště α -tokoferol). Antioxidační účinek mají také lipofilní sloučeniny s větším počtem konjugovaných vazeb (β -karoten) a dále sloučeniny síry, selenu, kyselina askorbová a různé fenolické sloučeniny.⁷¹

2.9 Degradace rostlinných olejů

Při oxidačních reakcích, které probíhají během skladování tuků, se zhoršuje jejich senzorická jakost. Tyto pochody se označují jako žluknutí. Žluknutí je způsobeno oxidací mastných kyselin, ale i jinými reakcemi. Rozeznáváme žluknutí hydrolytické, oxidační, ketonové (charakteristické pro máslo) a chuťovou reverzi.^{15,16}

Tuky by měly být skladovány v chladnu (4 – 10 °C) a chráněny před světlem. Nedoporučuje se skladování za mrazírenských podmínek, protože po rozmražení tuky rychleji žluknou.⁷¹

Žluknutí hydrolytické¹⁶

Při hydrolyze tuků se uvolňují volné mastné kyseliny. Ty u většiny tuků nezpůsobí žluknutí, protože jsou nepostřehnutelné. Výjimkou jsou tuky obsahující vázané mastné kyseliny s kratším uhlíkovým řetězcem (4 – 10 uhlíků), které tukům dodávají nepříjemné aroma a pachut'.

Žluknutí oxidační¹⁶

Při oxidaci tuků nemají vznikající hydroperoxydovliv na senzoričnou jakost, ale jejich oxidační produkty vyvolávají charakteristické pachuti, které závisí na koncentraci sekundárních produktů a na jejich složení.

Žluknutí ketonové¹⁶

S ketonovým žluknutím se setkáváme hlavně u másla. Uvolněné mastné kyseliny s 6 až 12 atomy uhlíku se enzymově oxidují a po odštěpení karboxylu vznikají alkan-2-ony zvané methylketony. Ty mají specifickou parfémovou přičhut'.

Chuťová reverze¹⁶

Chuťová reverze je charakteristická pro oleje obsahující linolenovou kyselinu. Projevuje se v době, kdy olej obsahuje ještě poměrně málo hydroperoxidů mastných kyselin. Nositeli pachu po trávě a fazolích jsou různé sloučeniny vznikající rozkladem hydroperoxidů, mj. také různé deriváty furanu.

2.10 Analýza rostlinných olejů

2.10.1 Metody analýzy rostlinných olejů

Nejdůležitějším parametrem sledovaných olejů je obsah esenciálních mastných kyselin. Tyto kyseliny obsahují více dvojných vazeb, které mohou být příčinou jejich rozkladu, a tedy kolísání obsahu těchto kyselin v olejích vlivem stáří či jiných faktorů. S prodlužující se dobou skladování se obsah EMK povolna snižuje. Obsah nasycených mastných kyselin se v závislosti na čase zvyšuje, což je způsobeno rozkladem vyšších mastných kyselin na nižší mastné kyseliny. Můžeme tedy říci, že čím menší je zastoupení kyselin obsahujících více dvojných vazeb (GLA a LA), tím vyšší je obsah kyselin s jednou dvojnou vazbou a naopak.^{4,15,16,56,61}

Základními instrumentálními metodami používanými k analýze rostlinných olejů jsou:

- Tenkovrstvá kapalinová chromatografie (TLC, *Thin Layer Chromatography*)^{2,15}
- Vysokoúčinná kapalinová chromatografie (HPLC, *High Performance Liquid Chromatography*), převážně s reverzní fází a UV detekcí.^{2,3}
- Plynová chromatografie (GC, *Gas Chromatography*).^{4,15}

2.10.1.1 Využití plynové chromatografie (GC)

Chromatografie je separační metoda, tedy metoda, při které se oddělují – separují složky obsažené ve vzorku. Svým určením je to především metoda kvalitativní a kvantitativní analýzy vzorku.⁶¹

Pomocí GC lze analyzovat všechny látky, které se mohou za podmínek analýzy vyskytovat v plynném skupenství, tedy všechny těkavé látky, bez ohledu na jejich skupenství při laboratorní teplotě.⁵⁶

GC využíváme k analýze rostlinných olejů a to konkrétně ke studiu jejich stability. V průběhu časového rozmezí zaznamenáváme změnu obsahu mastných kyselin. Jelikož jsou vyšší mastné kyseliny za normálních podmínek málo těkavé, převádíme je na těkavější estery.^{4,15,16}

2.10.2 Stanovení tukových charakteristik

Existuje mnoho faktorů, které ovlivňují kvalitu a oxidační stabilitu tuků. Klasická analýza tuků a olejů spočívá ve stanovení tzv. tukových charakteristik (čísla kyselosti, čísla zmýdelnění, hydroxylové a acetylové číslo, jodové číslo atd.), které jsou měřítkem obsahu různých funkčních skupin. Dnes tyto hodnoty ztratily mnoho na svém významu, protože stanovení složení lipidů chromatografickými metodami dává podstatně dokonalejší informaci o vlastnostech analyzovaného materiálu.⁵³

Jistou úlohu má dosud stanovení čísla kyselosti, které je kritériem kvality surovin k výrobě jedlých tuků a případných změn při různých technologických operacích. Jodové číslo má význam pro kontrolu výsledků plynové chromatografie, zvláště u složitých směsí.⁵³

2.10.2.1 Číslo zmýdelnění

Číslo zmýdelnění je mírou obsahu všech mastných kyselin. Jeho velikost tedy roste se stoupajícím množstvím volných a vázaných mastných kyselin v olejích. V důsledku změn probíhajících při stárnutí dojde ke snížení čísla zmýdelnění, a tím i ke snížení výživových vlastností rostlinných olejů.

Vyjadřuje se jako hmotnost hydroxidu draselného v mg potřebná na neutralizaci volných a vázaných mastných kyselin v 1 g tuku. Vzorek se zmýdelní varem s nadbytkem alkoholického roztoku hydroxidu draselného a přebytečný nezreagovaný KOH se stanoví zpětnou titrací kyselinou chlorovodíkovou na fenolftalein.^{54,55}

2.10.2.2 Číslo kyselosti

Číslo kyselosti je charakteristikou, která udává počet volných mastných kyselin ve vzorku.²³ Používá se jako objektivní laboratorní zkouška na žluklost tuků a olejů⁵³, proto je v certifikátech výrobců vždy udáváno maximální hodnotou. Čím vyšší je jeho hodnota, tím je kvalita tuku horší.

Je definováno, jako miligramy hydroxidu draselného potřebného k neutralizaci 1 g vzorku. Vlastní stanovení se pak provádí titračně s potenciometrickou indikací bodu ekvivalence na fenolftalein.^{54,55,60}

2.10.2.3 Číslo esterové

Číslo esterové vyjadřuje obsah vázaných mastných kyselin v oleji. Čím je vyšší, tím více olej obsahuje nutričně významných MK. Udává se jako hmotnost hydroxidu draselného v mg potřebná k neutralizaci esterově vázaných kyselin v 1 g tuku. Vypočítá se z rozdílu čísla zmýdelnění a čísla kyselosti (**rovnice 2.I**).^{54, 55}

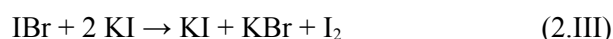
$$\text{Če} = \text{Čz} - \text{Čk} \quad (2.I)$$

$$\% \text{ glycerolu} = 0,0247 \cdot \text{Če} \quad (2.II)$$

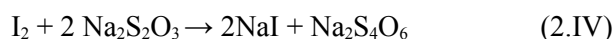
2.10.2.4 Číslo jodové

Jodové číslo oleje vyjadřuje míru nenasyčenosti olejů a tuků, slouží k posouzení jeho čistoty či použitelnosti pro různé účely. Čím je jeho hodnota vyšší, tím olej obsahuje více nutričně významných nenasyčených sloučenin.

Ukazuje, jaké množství kyslíku je možné se vázat na olej.⁵⁹ Na dvojně vazby se váže halogen. Jod se však aduje až příliš pomalu, takže není vhodný. Brom a chlor jsou naopak příliš reaktivní, takže vedle adice dochází i k substituci. Hanuš proto volil bromid jodný, jehož reaktivita je právě vhodná pro stanovení nenasyčenosti. Nezreagovaný bromid jodný se přidáním jodidu draselného převede na jod podle **rovnice 2.III**:⁵⁵



Nespotřebované množství halogenu se stanoví thiosíranem na škrobový maz dle **rovnice 2.IV**:⁵⁵



Jodové číslo je definováno jako procentuální množství halogenu, vyjádřeného jako jod, vázaného na tuk za podmínek metody. Slouží k posouzení čistoty tuku, k jeho identifikaci a k posouzení použitelnosti pro různé účely.^{54,55,59}

2.10.2.5 Číslo peroxidové

Peroxidové číslo udává množství peroxidu v tuku, které je schopno oxidovat jodid na jod za podmínek metody. Čím je peroxidové číslo vyšší, tím je kvalita tuku horší. Reakci ruší přítomnost látek, které mohou rovněž oxidovat jodid na jod, například kyslík, a naopak přítomnost redukujících látek, například antioxidantů. Uvolněný jod se může rovněž částečně adovat na přítomný tuk. Vyjadřuje se v mikrogramech kyslíku na 1 g tuku a je vhodným měřítkem stupně oxidace tuků.^{16,55}

Princip metody spočívá v titračním stanovení jodu uvolněného z jodidu hydroperoxydy nenasycených lipidů v kyselém prostředí roztokem thiosíranu podle **rovnice 2.V** a **2.VI**:^{55,56}



2.10.2.6 Další charakteristiky

Číslo anisidinu

Tento parametr je mírou sekundárních oxidačních produktů. Mění se s věkem a kvalitou semen a zvyšuje se u olejů vystavených přístupu kyslíku. Množství aldehydů (alk-2-enů a 2,4-dienů) je stanoveno spektrofotometricky po reakci s anisidinovým činidlem.^{16,57}

Index oxidační stability

Přirozená obrana olejů je závislá na stupni nenasycenosti a přítomnosti antioxidantů a prooxidantů. Přídavek dalších oxidantů tuto odolnost zvyšuje. Index stability oleje (OSI) je definován jako bod maximální změny rychlosti oxidace a je měřen použitím instrumentálních metod.¹⁶

3. DISKUSE

3.1 Zastoupení mastných kyselin u vybraných olejů

V následující **Tab. 3.1** je přehledné množství zastoupených mastných kyselin v procentech. Tučně je zobrazeno množství, které stojí za povšimnutí.

Tab. 3.1: Procentuální zastoupení mastných kyselin u vybraných olejů^{5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16}

Složení [%]	Rakytníkový		Brutnákový	Lněný	Pupalkový	Konopný	Z černého rybízu
	Ze semen	Z dužiny					
Olejová kys.	15 – 21	20 - 30	14 – 20	11 – 35	5 – 12	6 – 20	8 – 17
Linolová kys.	34 – 39	30 - 37	34 – 45	11 – 24	65 – 85	46 – 65	42 – 50
α-linolenová kys.	24 – 33	28 - 35	< 1,5	50 - 57	< 2	14 – 28	12 – 14
γ-linolenová kys.	-	-	20 – 25	-	9 – 14	1 – 4	12 - 20
Palmitová kys.	7 - 10	8 - 30	9 – 13	3 – 8	4 – 10	4 – 8	5 – 9
Palmitoolejová kys.	32 - 43	0,4 – 0,9	< 0,5	< 1	< 0,5	< 0,3	< 0,5
Stearová kys.	< 2,5	1 - 3	2 – 6	2 – 8	1 – 4	1 – 4	1 – 3
Eruková kys.	< 0,1	< 0,1	1 – 4	< 0,5	-	< 0,2	< 0,2
Behenová kys.	< 0,2	0,1 - 1,3	< 0,8	< 0,8	< 0,8	< 1	< 0,4
Nervonová kys.	-	-	1 – 3	-	-	-	-
Stearidonová kys.	-	-	-	-	-	1 - 2	1 - 5
Eikosenová kys.	< 0,3	< 0,3	3 – 5	< 0,8	< 0,5	< 1,5	< 1
Lignocerová kys.	-	-	-	-	-	< 0,3	< 0,4
Myristová kys.	0,8 – 1,3	0,3 - 2	< 0,2	< 0,1	-	< 0,3	< 0,2
Margarová kys.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Margarolová kys.	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Laurová kys.	< 1	< 1,5	-	< 0,1	-	< 0,2	-

Jak z uvedené **Tab.3.1** vyplývá, všechny vybrané rostlinné oleje jsou bohatým zdrojem esenciálních mastných kyselin. Podle jejich obsahu jsem vybrané oleje rozdělila do tří skupin. První skupinu tvoří oleje, jež jsou bohaté na LA a GLA, a je to olej pupalkový, olej brutnákový a olej z jader černého rybízu. Nejsilnějším zástupcem z vybraných olejů bohatých na LA je pupalkový olej, který však neobsahuje tak velké množství γ-linolenové kyseliny jako olej brutnákový, jenž mimo jiné ve své struktuře skýtá i větší množství kyseliny nervonové. Druhou skupinu tvoří oleje charakteristické vyšším množstvím LA

a ALA. Sem patří oleje konopný a lněný. Lněný je z těchto dvou zástupců bohatší na ALA, konopný zase na LA. Poslední skupinu tvoří olej z rakytníku řešetlákového, který má ve své struktuře hojné množství LA i ALA, ale je především nosičem důležitých antioxidantů.

3.2 Zastoupení vitamínů

V **Tab.3.2.** jsem shrnula vitamíny rozpustné v tucích. U každého vitamínu, patřícího do této skupiny, jsem vyzdvihla a popsala jejich význam na lidský organismus, obtíže při nedostatku, výskyt a doporučenou denní dávku (DDD) podle platné legislativy.

Tab. 3.2: Vitamíny rozpustné v tucích zastoupené ve většině rostlinných olejů^{15,16,46,70,77}

<i>Vitamíny rozpustné v tucích</i>				
<i>Název a chemické složení</i>	<i>Fyziologický význam</i>	<i>Experimentální a klinické příznaky z nedostatku</i>	<i>Výskyt</i>	<i>DDD</i>
Vitamíny skupiny A - karotenoidy, retinol	Účinná složka zrakových pigmentů, podstatný pro normální epitelizaci	Šeroslepost, rohovatění a vysychání dlaždicovitého a žlázového epitelu, zvláště rohovky a sliznic, loupání kůže, zpomalený tělesný růst	Rybí tuk, játra savců, mléko, jako provitamin v mrkvi	1,3 mg
Vitamíny skupiny D - kalciferoly	Podporuje vstřebávání vápníku, vápenatění kostí a zuboviny	Měknutí a deformace kostí (křivice), zpomalení vápenatění kostí, demineralizace, zduření chrupavky	Rybí tuk, játra savců, živočišný tuk	(0,001 - 0,01) mg
Vitamín E - tokoferol	Povzbuzuje tvorbu gonadotropních hormonů, antioxidační aktivita	Atrofie semenných kanálků se zastavením spermiogeneze, potraty, ukládání tuků do jater, degenerace svalů	Obilné klíčky, olej podzemnice olejně	30 mg
Vitamín K - fylochinol	Podporuje syntézu protrombinu v játrech	Zpomalení srážení krve	Zelené rostliny, játra	1 mg

Z **Tab. 3.2** je patrné, že zdroje vitamínů rozpustných v tucích jsou jak rostlinné, tak živočišné. Se zaměřením právě na oleje rostlinného původu, jsou nejvíce zastoupeny vitamín E (jako směs tokoferolů) a vitamín A. Vyznačují se antioxidačními vlastnostmi a synergickým působením s dále obsaženými látkami rostlinného oleje.

V **Tab. 3.3** jsem popsala vitamíny rozpustné ve vodě, obdobně jako u vitamínů rozpustných v tucích. Rostlinné oleje tyto vitamíny obsahují v malém, i když nezanedbatelném, množství.

Tab. 3.3: Vitamíny rozpustné ve vodě zastoupené ve většině rostlinných olejů^{15,16,46,70,77}

Vitamíny rozpustné ve vodě (1. část)				
Název a chemické složení	Fyziologický význam	Experimentální a klinické příznaky z nedostatku	Výskyt	DDD
Vitamín B₁ - thiamin	Součást karboxyláz ketokyselin	Obrny, svalová křeč, srdeční nedostatečnost, poruchy resorpce (beri - beri)	Droždí, obilí, játra	(0,4 - 1,8) mg
Vitamín B₂ - riboflavin	Součást žlutých enzymů flavinadeninukleoidů (přenos vodíků)	Zastavení růstu, oční zánět rohovky, poruchy rohovky a sítnice	Droždí, obilí, bílek, játra, mléko	(1,6 - 2,6) mg
Vitamín B₅ - kyselina pantotetonová	Aktivace a odbourávání mastných kyselin, oxidativní dekarboxyláza ketokyselin, acetylace	Poruchy nervové koordinace, svalová křeč	Kvasnice, játra, srdce	(5 - 10) mg
Vitamín B₆ - pyridoxin	Součást transamináz a dekarboxyláz aminokyselin	Zastavení růstu, zánět kůže, epileptické křeče, porucha tvorby hemoglobinu	Kvasnice, játra, srdce	(2 - 4) mg
Vitamín B₁₂ - kobalamin	Účast na metylacích, význam při metabolismu nukleových kyselin	Megalocytární hyperchromní anémie, zánět jazyka, achylie, degenerace míšních nervů	Játra, různé mikroorganismy	(0,3 - 3) mg
Kyselina listová - kyselina pteroylglutamová	Součást enzymů štěpících některé aminokyseliny	Poruchy v krevním obrazu	Zelené listy, droždí, játra, mikroorganismy	(0,05 - 0,5) mg

Tab. 3.3: Vitamíny rozpustné ve vodě zastoupené ve většině rostlinných olejů - pokračování^{15,16,46,70,77}

Vitamíny rozpustné ve vodě (2. část)				
Název a chemické složení	Fyziologický význam	Experimentální a klinické příznaky z nedostatku	Výskyt	DDD
Vitamin H - biotin	Součást dekarboxylujících a dehydrogenačních enzymů	Dermatitida, nadměrné vyměšování kožního mazu	Játra, žloutek, mléko, droždí	0,3 mg
Vitamin C - kyselina askorbová	Ovlivnění koloidního stavu kolagenové mezibuněčné hmoty, vliv na redoxní systémy	Časté krvácení z dásní, kůže, kloubů sklon k infekcím (kurděje - skorbut)	Citrusové plody, paprika, šípky, petržel, černý rybíz	(50 - 75) mg
Vitamin PP - kyselina nikotinová, niacin	Součást pyridinových koenzymů dehydrogenáz (metabolismus aminokyselin)	Dermatitida osvětlených částí těla, zánět sliznice dutiny ústní, zánět žaludku a střev, ztráta vědomí (pelagra)	Droždí, obilí, rajčata, mléko, játra	(12 - 18) mg

3.3 Přehledné shrnutí nejdůležitějších látek

U následujících **Tab. 3.4 - 3.6** znaménko **x** značí výskyt složky v oleji nebo působení daného oleje či látky na konkrétní onemocnění nebo funkci v lidském těle, popř. je v tabulce uvedena blíže specifikována látka, která je ze skupiny dominantní.

Tab. 3.4: Nejdůležitější složky olejů^{5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,16,45, 46,50,68,69,70,73,77}

<i>Druh oleje</i>	<i>Omega 3</i>	<i>Omega 6</i>	<i>Fytosteroly</i>	<i>Antioxidanty</i>	<i>Fytoestrogeny</i>	<i>Minerály</i>
Pupalkový	x	γ - linolenové	x	tokoferoly	-	x
Z jader černého rybízu	x	γ - linolenové	x	γ-tokoferol	-	x
Brutnákový	x	γ - linolenové	x	tokoferoly	-	x
Konopný	α - linolenová	x	x	vitamín E, flavonoidy	x	x
Lněný	α - linolenová	x	x	vitamín E	lignany	x
Rakytníkový	x	x	provitamín D	flavonoidy, karotenoidy, C, E, A	-	x

V **Tab. 3.4** jsou přehledně znázorněny nejdůležitější látky, které se ve vybraných olejích nacházejí. Z tabulky je patrné, že všechny vybrané oleje obsahují směs tokoferolů, minerálů a fytosterolů. Z hlediska omega MK je zřejmé vyšší zastoupení GLA u oleje pupalkového, brutnákového a oleje z jader černého rybízu. Narozdíl ALA je obsažena více u olejů konopného a oleje lněného. Rakytníkový olej stojí v popředí hlavně kvůli svému obsahu antioxidantů, ale je důležitý i pro své nezanedbatelné množství omega MK.

3.3.1 Shrnutí působení vybraných olejů z farmakologického hlediska

Tab. 3.5 ukazuje vesměs podobné působení olejů po farmakologické stránce. Popsala jsem v ní přímo obtíže a nemoci, na něž dané oleje preventivně působí, nebo mají vliv na zpomalení jejich průběhu.

Tab. 3.5: Shrnutí působení vybraných olejů z farmakologického hlediska^{11,14,15,16,23,24,25,26,27,29,47,48,49,58,64,65,66,67,72,73,77,78,79,80,81}

Význam	Rakytčíkový	Konopný	Lněný	Brutnákový	Pupalkový	Z černého rybízu
Posílení IS	X	X	X	X	X	X
Zlepšení trávicího ústrojí	X			X	X	X
Záněty dutiny ústní	X					
Kožních chorob a poranění kůže	X	X	X	X	X	X
Nemocí oběhového ústrojí	X	X	X	X	X	X
Poškození sliznic po chemoterapii	X					
Doplněk vitamínů a minerálů	X	X	X	X	X	X
Protikarcinogenní	X		X	X	X	X
Snížení LDL cholesterolu v krvi	X	X	X	X	X	X
Srdečně-cévní onemocnění	X	X	X	X	X	X
Duševní a fyzická odolnost		X	X			
PMS			X	X	X	X
Artritida, revmatismus	X				X	
Virová infekce		X		X	X	X
Srážlivost krve		X	X			
Zlepšení dýchacího ústrojí		X	X			
Zlepšení kvality vlasů, pleti a nehtů	X	X	X	X	X	X
Protizánětlivý	X	X	X	X	X	X
Symptomy alkoholismu				X	X	X
Poruchy štítné žlázy				X	X	X
Močopudné účinky, pocení				X	X	X
Detoxikace organismu				X	X	X
Neplodnost	X					
AIDS	X					
Cukrovka	X	X	X	X	X	X

Tab. 3.6: Shrnutí působení jednotlivých složek z farmakologického hlediska^{11,14,15,16,23,24,25,26,27,29,47,48,49,58,64,65,66,67,72,73,77,78,79,80,81}

Význam	Nasycené	Omega 3	Omega 6	Omega 9	Antioxidant y	Fytosterol y	Vitamin y	Fytoestrogen y
Snižují riziko arytmie		x		x	x	x		x
Snižují tvorbu krevních sraženin		x		x	x			x
Protizánětlivým účinkem		x		x				x
Mírně snižují krevní tlak		x		olejová			D	
Udržují pružnější cévy		x			x			
Angina pectoris		x		x	vitamín E	x		x
Ateroskleróza		x			x	x		
Cévní mozkové příhody		x		x	x			
Snižuje hladinu krevního cholesterolu	stearová			olejová	x	x	B3	
Zdroj energie	x							
Tepelná izolace a mechanická ochrana tělních orgánů	x							
Podpora imunity		x	x	x	kvercetin, vitamín E	x	x	
Revmatické onemocnění		x						
Snížení tuku			linolová					
Hyperaktivity/deficit		x	x	x				
Diabetes			x	x			D	
Oční onemocnění			x	x	rutin			
Osteoporóza		x	x	x			D	x
Akné a svrab		x	x	olejová				
Ekzémy		x	x	x				
Alergie		x	x	x			B	
Atritida		x	x					
Protirakovinový		x	x	olejová	x	x	D	x
Tuberkulóza		x	x		kvercetin			
Žaludeční vředy		x						
Akné a svrab		x	x	olejová				

Tab. 3.6: Shrnutí působení jednotlivých složek z farmakologického hlediska – pokračování^{11,14,15,16,23,24,25,26,27,29,47,48,49,58,64,65,66,67,72,73,77,78,79,80,81}

Význam	Nasyčené	Omega 3	Omega 6	Omega 9	Antioxidanty	Fytosteroly	Vitamíny	Fytoestrogeny
Růst a podporu mozku		x	x	nervonová	B2		B3	
Výživa membrán		x	x	x				
Revmatismus					x			
Mužská neplodnost					vitamín E			
Správná funkce nervové soustavy		x	x			x	B12	
Stárnutí	x	x	x		vitamín E		D	
Tvorba a mineralizace kostí					A		D,K	
Dobrá funkce ledvin					A		K	
Prevence vnitřního krvácení							K	
Cukrovka		x	x	x	vitamín E			x
Premenstruační syndrom		x	x	x				x

Z **Tab. 3.5** je zřejmé, že všechny popisované oleje působí na onemocnění srdce a cév, publikovány také jsou jejich protikarcinogenní a protizánětlivé účinky. Pozitivně ovlivňují širokou škálu kožních problémů a v neposlední řadě napomáhají v prevenci cukrovky. K zajímavostem patří působení rakytníkového oleje proti zánětům dutiny ústní, proti artritidě a revmatismu. Neopomenutelný je též jeho význam v boji proti útoku HIV a tím zlepšuje průběh AIDS. Vykazuje pozitivní účinky při neplodnosti a při poškození sliznic po chemoterapii. Konopný a lněný olej mají kromě jiného vliv na srážlivost krve a zlepšují funkci dýchacího ústrojí. Naopak na vylučovací ústrojí působí spíše oleje brutnákový, pupalkový a z jader z černého rybízu. Vyšším příjmem těchto tří olejů se odstraňují některé symptomy alkoholismu.

V **Tab. 3.6** je shrnutý farmakologický vliv jednotlivých složek vybraných rostlinných olejů na lidský organismus. Popisuje konkrétní působení omega-3, omega-6 a omega-9 MK a zohledňuje synergický účinek ostatních složek. Narozdíl od nasyčených mastných kyselin, které jsou zdrojem energie, a které zvyšují tepelnou izolaci a mechanickou ochranu tělních orgánů, mají omega MK škálu působnosti mnohem širší. Působí na řadu kardiovaskulárních nemocí, snižují hladinu krevního cholesterolu, mají protirakovinový a protizánětlivý účinek. Důležitý je jejich dermatologický význam a vliv na zlepšení průběhu cukrovky. Fytoestrogeny napomáhají zlepšovat stav děložní sliznice a tím mohou ovlivnit některé formy neplodnosti. Pro své protizánětlivé účinky mírní menstruačních bolesti. Fytosteroly snižují hladinu krevního cholesterolu, a proto se dokonce podávají jako lék u lidí ohrožených infarktem. Antioxidanty mají široké pole působnosti, od srdečně-cévních potíží, celkového stárnutí, cukrovky, podpory imunity až po oční onemocnění. V neposlední řadě je nutné zmínit důležitý pozitivní podpůrný vliv antioxidantů s polyenovými mastnými kyselinami. Význam antioxidantů v tomto případě spočívá ve schopnosti reagovat se škodlivými volnými radikály, které vznikají při degradaci olejů, a tak je zneškodňovat.

4. ZÁVĚR

Tato práce se formou literární rešerše zabývala studiem účinků mastných kyselin a dalších látek obsažených ve vybraných rostlinných olejích (pupalkový, rakytníkový, z jader černého rybízu, lněný, brutnákový a konopný), a jejich využitím v potravinářství, včetně problematiky stabilizace nenasyčených mastných kyselin.

Hlavním úkolem bylo posoudit vliv složek rostlinných olejů z farmakologického hlediska, a tím jejich možné využití v doplňcích stravy, a porovnat složení vybraných olejů po chemické stránce.

Jako zástupce rostlinných olejů bohatých na bioaktivní látky byl vybrán olej z rakytníku řešetlákového. Ostatní rostlinné oleje vykazovaly vysoký obsah esenciálních mastných kyselin. Lněný a konopný olej obsahuje omega-3,6 a 9 MK v optimálním poměru a oleje pupalkový, brutnákový a z jader černého rybízu pak významné množství kyseliny γ -linolenové.

Antioxidanty jsou samostatnou kategorií sdružující látky, jež přinášejí efekt v prevenci nadměrné tvorby volných radikálů. Proto je jich užíváno jak v praktické medicíně, tak i jako doplňků stravy.

V současné době je na našem trhu velký výběr tzv. funkčních potravin, které obsahují biologicky aktivní látky s očekávaným pozitivním působením na lidské zdraví. Ke konkrétním doplňkům stravy patří produkty obohacené o vitamíny, minerální a stopové prvky, některé typy EMK, případně vybrané aminokyseliny, vláknina nebo kultury probiotických bakterií a další. Jsou prostředkem pro doplnění nezbytných nedostatkových nutrietů. Lze je zařadit mezi funkční potraviny, i když mají v podstatě lékovou formu (tablety, prášek, kapsle).

Tuky obsahující vyšší množství nenasyčených mastných kyselin podléhají během skladování velice snadno oxidaci. Oxidované esenciální mastné kyseliny mají antimetabolický účinek, působí proti účinku původních esenciálních mastných kyselin. Doporučuje se proto, aby příjem polyenových mastných kyselin byl doprovázen zvýšeným přísunem antioxidantů, které reagují s volnými radikály, a tak je zneškodňují. Nejběžnějšími antioxidanty v biologických materiálech jsou tokoferoly (zvláště α -tokoferol), sloučeniny s větším počtem konjugovaných vazeb (β -karoten) a dále sloučeniny síry, selenu, kyselina askorbová a různé fenolické sloučeniny.

Studium léčivých olejů přírodního charakteru, obsahujících nenasyčené mastné kyseliny, je v současné době v centru pozornosti řady odborníků na celém světě. Tato práce se snažila přispět k lepšímu porozumění vzájemných vztahů a možného synergického působení v olejích obsažených látek. Důležitou roli mají rovněž správné způsoby uchování olejů tak, aby se v nich zachovalo co nejvyšší množství nutričně významných sloučenin.

Je nutno říci, že problematika stanovení vlastností a složení rostlinných olejů je velmi široká a tato práce postihuje pouze její malou část. Účelem bylo poukázat na to, že EMK vykazují naprosto nezvyklou škálu vesměs příznivých účinků na lidský organismus, na jeho vývoj, odolnost a adaptabilitu, na tok informací atd. Přítomnost těchto kyselin má význam i pro tak jemné a současně sofistikované procesy, jako je percepce, kvalita procesu učení, imunitní reakce. Zasahují rovněž do kardiovaskulárního systému i do metabolických dějů a vzorců. Avšak pro plné využití potenciálu rostlinných olejů a plnému poznání jejich účinku na lidský organismus je nutno se touto problematikou dále zabývat.

5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. Janča, J.Zentrich, J.A.: *Herbář léčivých rostlin*. 1.vyd. Praha: Nakladatelství Eminent, 1995. I.díl 288 s. ISBN 80-85876-02-7, II.díl 287 s. ISBN 80-85876-04-3, III.díl 287 s. ISBN 80-85876-14-0,
2. Redden, P.R., Lin, X., Fandy, J., Horrobin, D.F.: Stereospecific analysis of the triacylglycerol species containing γ -linolenic acid in Evening Primrose oil and borage oil. *Journal of Chromatography A*, 1995, vol. 704, pp. 99-111. ISSN 0021-9673
3. Redden, P.R., Lin, X., Fandy, J., Horrobin, D.F.: Separation and quantification of the triacylglycerols in evening primrose and borage oils by reversed-phase high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 1995, vol. 694, pp. 381-389. ISSN 0021-9673
4. Christie, W.W.: *The analysis of evening primrose oil*. *Industrial Crops and Products*, 1999, vol. 10, pp. 73-83. ISSN 0926-6690
5. Benhaim, P.: *A modern introduction to hemp*. 3rd edition. Raw With Life 2005. 56 p. ISBN 0975148206
6. Specifikace produktů. Blansko, dodavatel M+H, Míča a Harašta s.r.o.: Gustav Heess, Product-Specification Evening Primrose oil refined, registration no. Sp3805, revision ce, 2005, M+H, Produktová specifikace – Extrakt Sea Buckthorn, vydáno 2007, verze A, Gustav Heess, Product-Specification Blackcurrant oil refined, registration no. SP3834ae, revision a, 2001, Gustav Heess, Product-Specification Linseed oil virgin, registration no. Sp3125de, revision d, 2005, Gustav Heess, Product-Specification Borage oil refined, registration no. Sp3825de, revision d, 2005, M+H, Produktová specifikace – Konopný olej rafinovaný, vydáno 2005, verze A
7. Dharmananda, S.: *Sea Buckthorn*. Institute for Traditional Medicine, Portland. [online]. [cit. 2007-02-20]. Dostupné z: <http://www.itmonline.org/arts/seabuckthorn.htm>
8. Gunstone, F. D., Padley, F. B.: *Lipid Technologies and Applications*. CRC Press 1997. 834 p. ISBN 0824798384.
9. Bodlák, J., Severa, F., Vančura, B.: *Příroda léčí*. 3.vyd. Praha: nakladatelství Granit, 2004. 239 s. ISBN 80-7296-036-9
10. Khan, M.A., Shahidi, F.: Photooxidative stability of stripped and non-stripped borage and evening primrose oils and their emulsions in water. *Food Chemistry*, 2002, vol. 79, pp. 47-53. ISSN 0308-8146
11. Lněný olej má blahodárné účinky, magazín O zdraví a kráse: [online]. [cit. 200-02-28]. Dostupné z: <http://zdrava-vyziva.doktorka.cz/lneny-olej-blahodarne-ucinky/>
12. Velíček, P.: *Rostliny pro zdravý život*. 1.vyd. Benešov: Nakladatelství Start, 2007. 229 s. ISBN 978-80-86231-40-2
13. Small, E.: *Velká kniha koření, bylin a aromatických rostlin*. 1.vyd. Praha: Nakladatelství Volvox globator, 2006. 1019 s. ISBN 80-7207-462-8
14. Robinson, R.: *Velká kniha o konopí*. 1.vyd. Praha: Nakladatelství Volvox globator, 1997. 281 s. ISBN 80-7207-046-0
15. Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, P.A., Podwell, V.: *Harperova biochemie*. Praha: Nakladatelství H&H, 1998. 872 s. ISBN 80-85787-38-5
16. Velíšek, J.: *Chemie potravin*. 2. vydání. Tábor: OSSIS, 2002. I. díl 344 s. II. díl 320 s. III. díl 368 s. ISBN 80-86659-03-8
17. Kyselina olejová: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008, [cit. 2008- 03-25]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_olejov%C3%A1

18. Rose, A., Rose, E.: *The condensed chemical dictionary*. 7. vyd. 1969, vol.1043, Library of Congress Catalog card Numer: 66-28519
19. Kyselina linolová: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008, [cit. 2008-03-18]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_linolov%C3%A1
20. Kopečný, J.: Ústav živočišné fyziologie a genetiky. Praha: Ústav živočišné fyziologie a genetiky, 2004. [online]. [cit. 2007-12-04]. Dostupné z: <http://www.osel.cz/index.php?clanek=867>
21. Omega-3 fatty acid: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008, [cit. 2008-03-23]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Omega-3_fatty_acid
22. Recept na civilizační choroby: [online]. Lékárna: 2008, [cit. 2007-08-04]. Dostupné z: http://www.lekarna.cz/text.php?text_id=7842&vocabulary=1
23. Fan, Y.-Y., Chapkin, R.S.: Importance of dietary γ -linolenic acid in human health and nutrition. *Recent Advantages in Nutritional Science*, 1998, vol. 128, pp. 1411-1414. ISSN 0022-3166
24. Arisaka, M., Arisaka, O., Yamashiro, Y.: Fatty acid and prostaglandin metabolism in children with diabetes mellitus II. – The effect of evening primrose oil supplementation on serum fatty acid and plasma prostaglandin levels. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 1991, vol. 43, pp. 197-201. ISSN 0952-3278
25. Horrobin, D. F.: Nutritional and medical importance of gamma-linolenic acid. *Progress In Lipid Research*, 1992, vol. 31, pp. 163-194. ISSN 0163-7827
26. Calder, P.C, Miles, E.A.: Fatty acids and atopic disease. *Pediatric Allergy and Immunology*, 2000, suppl. 13, pp. 29-36. ISSN 0905-6157
27. Shimada, Y., Sugihara, A., Tominaga, Y.: Enzymatic Purification of Polyunsaturated Fatty Acids. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, 2001, vol. 91, pp. 529-538. ISSN 1389-1723
28. Kyselina palmitová: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008, [cit. 2008-03-23]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Kyselina_palmitov%C3%A1
29. Palmitoleic acid: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008, [cit. 2008-03-23]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Palmitoleic_acid
30. Kodíček, M. Kyselina stearová. Biochemické pojmy: výkladový slovník [online]. Praha: VŠCHT Praha, 2007 [cit. 2008-05-11]. Dostupné z: http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-002/hesla/kyselina_stearova.html
31. Essentials fatty acid interactions: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008, [cit. 2008-03-23]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Essential_fatty_acid_interactions
32. Gadoleic acid: [online]. Drugs: 2008. [cit. 2008-01-23]. Dostupné z: <http://www.drugs.com/dict/gadoleic-acid.html>
33. Erucic acid: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008. [cit. 2007-11-23]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Erucic_acid
34. Erucic acid: [online]. Chemicalland21: 2008. [cit. 2007-09-28]. Dostupné z: <http://www.chemicalland21.com/industrialchem/organic/ERUCIC%20ACID.htm>
35. Behenic acid is a cholesterol-raising saturated fatty acid in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 73, no. 1, pp. 41-44, 2001. [online]. [cit. 2007-05-27]. Dostupné z: <http://www.ajcn.org/cgi/content/abstract/73/1/41>
36. Behenic acid: [online]. Chemicalland21: 2008. [cit. 2007-09-01]. Dostupné z: <http://www.chemicalland21.com/lifescience/foco/BEHENIC%20ACID.htm>
37. Nervonic acid: [online]. Chemicalland21: 2008. [cit. 2007-09-09]. Dostupné z: <http://www.chemicalland21.com/lifescience/foco/NERVONIC%20ACID.htm>
38. Miles, E. A., Banerjee, T., Calder, P. C.: Self-reported health problems in young male subjects supplementing their diet with oils rich in eicosapentaenoic, γ -linolenic and stearidonic acids *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 2006, vol. 75, iss. 1, pp. 57-60. ISSN 0952-3278

39. Miller, M. R., Nichols, P. D., Carter, Ch. G.: Replacement of dietary fish oil for Atlantic salmon parr (*Salmo salar* L.) with a stearidonic acid containing oil has no effect on omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acid concentrations. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 2007, vol. 146, iss. 2, pp. 197-206. ISSN 1096-4945
40. Lignoceric acid: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008, [cit. 2007-12-23]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Lignoceric_acid
41. Myristic acid: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008, [cit. 2007-12-22]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Myristic_acid
42. Schuette, H.A., Vogel, H.A.: Does margaric acid occur in alfalfa seed oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 2007, vol. 16, no. 1, pp. 16-19. ISSN 0003-021X
43. Lauric acid: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008, [cit. 2008-03-23]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Lauric_acid
44. Vyhláška č. 304/2004 Sb. v platném znění, kterou se stanoví druhy a podmínky použití přídatných a pomocných látek (úpravy vyhláškou č. 152/2005 Sb. a 431/2005 Sb.).
45. Vrbová, T.: *VímE₉₅₄, co jímE₃₅₁? aneb průvodce „Éčky“ v potravinách*. Praha: EcoHouse, 2001. 268 s. ISBN 80-238-7504-3
46. Vodrážka, Z.: *Biochemie*. 1. vydání. Praha: Academia, 2002. I. díl, 180 s. II. díl, 135 s. III. díl, 191 s. ISBN 80-200-0438-6
47. Zemanová, J., Švarcová, I., Loupancová, B., Popelková, M.: *Studium významných rostlinných olejů v kosmetice*. Pupalkový olej. In Mezinárodní kometologická konference. Brno: 2005, s. 55-58. ISBN 80-239-5722-8
48. Passwater, R. A.: *O antioxidantech*. Praha: Nakladatelství Pragma 2002. 94 s. ISBN 80-7205-897-5
49. Frej, L.: *Zdravé tuky omega*. Praha: EB nakladatelství, 2004. 166 s. ISBN 80-903234-1-3
50. Turker, G.: Nutritional enhancement of plants. *Current Opinion in Biotechnology*, 2003, vol. 14, pp. 221-225. ISSN 0958-1669
51. Fytosteroly: [online]. Informační centrum bezpečnosti potravin: 2008, [cit. 2007-08-23]. Dostupné z: <http://www.agronavigator.cz/az/vis.aspx?id=76775>
52. Kulisic, T., Radnic, A., Katalinic, V., Milos, M.: Use of different methods for testing antioxidative activity of oregano essential oil. *Food Chemistry*, 2004, vol. 85, pp. 633-640. ISSN 0308-8146
53. Klouda, P.: *Moderní analytické metody*. 2. vydání. Ostrava: Nakladatelství Pavel Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-86369-07-2
54. Hálková, J., Rumišková, M., Riedlová, J.: *Analýza potravin*. 2. vydání. Újezd u Brna: Vydavatel RNDr. Ivan Straka, 2001. 101 s. ISBN 80-86494-02-0
55. Kolektiv autorů: *Praktikum z analytické chemie potravin*. Pracovní sešit. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, Brno 2002.
56. Příbela, A.: *Analýza potravin*. Bratislava: STU, 1991. 225 s. ISBN 80-227-0374-5
57. Příbela, A.: *Analýza potravin. Cvičenie*. 2. vydání. Bratislava: STU, 1993. 394 s. ISBN 80-227-0398-2
58. Vrzáňová, M., Heresová, J.: Fytoestrogeny. *Interní medicína pro praxi* 2003/9. [online]. [cit. 2007-05-27]. Dostupné z: <http://www.solen.cz/pdfs/int/2003/09/04.pdf>
59. Ministerstvo vnitra České republiky: Požáry při výrobě rostlinných olejů. *150 HOŘÍ*. [online]. [cit. 2007-05-27] 1998, č. 5, s. 9. Dostupné z: http://www.mvcr.cz/casopisy/150hori/05_98/oleje.html
60. *Návody pro laboratorní cvičení*. Ústav technologie ropy a petrochemie, VŠCHT v Praze Životní prostředí. Praha, 2002. [online]. [cit. 2007-05-27]. Dostupné z: <http://www.vscht.cz/trp/UTRPs/Pedagogika/Navody/Cislo%20kyselosti%20bac+mag.pdf>

61. *Příloha k předmětu analytické chemie*. Fakulta chemicko-technologická. Pardubice, 2007. [online]. [cit. 2007-05-30]. Dostupné z: <http://www.upce.cz/priloha/kalch-anal3-gc>
62. Rutin: [online]. Wikipedie, otevřená encyklopedie: 2008, [cit. 2008-03-23]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/Rutin>
63. Milos, M., Mastelic, J., Jerkovic, I.: Chemical composition and antioxidant effect of glykosidically bound volatile compounds from oregano (*Origanum vulgare* L. ssp. *hirtum*). *Food Chemistry*, 2000, vol. 71, pp. 79-83. ISSN 0308-8146
64. Brát, J.: Omega-3 mastné kyseliny jsou pro život nezbytné. *Q magazín*, 2007. [online]. [cit. 2007-09-04]. Dostupné z: <http://www.qmagazin.cz/vyziva/omega-3-mastne-kyseliny-jsou-pro-zivot-nezbytny.html>
65. Konopný olej v kosmetice. [online]. *Greenhome*. [cit. 2008-03-21]. Dostupné z: <http://greenhome.cz/clanky/138/>
66. Angina pectoris: [online]. Fitlife. [cit. 2008-03-23]. Dostupné z: <http://www.fitlife.cz/clanky/angina-pectoris.html>
67. Papas, A.: *Vitamín E. Zázračný antioxidant při prevenci a léčbě srdečních chorob, rakoviny a stárnutí*. Praha: Nakladatelství Pragma, 2001. 380 s. ISBN 80-7205-773-1
68. Khan, M.A., Shahidi, F.: Effect of natural and synthetic antioxidants on the oxidative stability of borage and evening primrose triacylglycerols. *Food Chemistry*, 2001, vol. 75, pp. 431-437. ISSN 0308-8146
69. Ramanathan, R., Das, N.P., Tan, C.H.: Effects of γ -linolenic acid, flavonoids, and vitamins on cytotoxicity and lipid peroxidation. *Free Radical Biology & Medicine*, 1994, vol. 16, pp. 43-48. ISSN 0891-5849
70. Tomko, J. a kol: *Farmakognózia*. 2. opravené vyd. Martin: Vydavatelství Osveta, 1999. 423 s. ISBN 80-8063-014-3
71. Pánek, J., Pokorný, J., Dostálová, J.: *Základy výživy a výživová politika*. Praha: VŠCHT, 2002. 219 s. ISBN 80-7080-468-8
72. Kohl, I.: *Co je když lékař řekne: ateroskleróza*. 2008. [online]. [cit. 2007-05-27]. Dostupné z: <http://www.kardiokohl.cz/info-aterosklerozu.php>
73. Chun, S.-S., Vattem, D. A., Lin, Y.-T., Shetty, K.: Phenolic antioxidants from clonal oregano (*Origanum vulgare*) with antimicrobial activity against *Helicobacter pylori*. *Process Biochemistry*, 2005, vol. 40, pp. 809-816. ISSN 0032-9592
74. Oleic acid: [online]. Chemicaland21: 2008. [cit. 2007-09-23]. Dostupné z: <http://www.chemicaland21.com/industrialchem/organic/OLEIC%20ACID.htm>
75. Capecka, E., Mareczek, A., Leja, M.: Antioxidant activity of fresh and dry herbs of some Lamiaceae species. *Food Chemistry*, 2005, vol. 93, pp. 223-226. ISSN 0308-8146
76. Dittrich, K., Leitzmann, C.: *Bioaktivní látky proti rakovině a infarktu*. 1. vyd. Olomouc: Nakladatelství Fontána 1999. 101 s. ISBN 80-86179-51-6
77. Reader's Digest Výběr: *Léčivá moc vitamínů, bylin a minerálních látek*. 1. vyd. Praha: Nakladatelství Reader's Digest Výběr 2001. 416 s. ISBN 80-86196-24-0
78. Acikgoz, C., Onay, O., Kockar, O.M.: Fast pyrolysis of linseed: product yields and compositions. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 2004, vol. 71, no. 2, pp. 417-429. ISSN 0165-2370.
79. Lněný olej. *Aromaterapie*, 2006, roč. 12, č. 2., s. 26.
80. Štanzel, T.: Lněný olej. *Prameny zdraví*, 1999, roč. 5, č. 6, s. 18-19.
81. Zázračný len. *WM magazín.cz* [online]. [cit. 2008-02-08]. Dostupné z: <http://www.mwm.cz/clanek1.php?id=122&pjmeno=&kredit=&p1>. ISSN 1213-5356

6. SEZNAM ZKRATEK A SYMBOLŮ

Če.....	Číslo esterové
Čj.....	Číslo jodové
Čk.....	Číslo kyselosti
Čp.....	Číslo peroxidové
Čz.....	Číslo zmýdelnění
DDD.....	Doporučená denní dávka
DGLA.....	<i>Dihomo-gamma-linolenic Acid</i> ; Dihomo- γ -linolenová kyselina
DHA.....	<i>Docosahexaenoic Acid</i> ; Dokosahexaenová kyselina
EPA.....	<i>Eicosapentaenoic Acid</i> ; Eikosapentaenová kyselina
GC.....	<i>Gas Chromatography</i> ; Plynová chromatografie
GLA.....	<i>Gamma-linolenic Acid</i> ; γ -linolenová kyselina
HPLC.....	<i>High Performance Liquid Chromatography</i> ; Vysokoúčinná kapalinová chromatografie
LA.....	<i>Linoleic Acid</i> ; Linolová kyselina
ALA.....	<i>α-linolenic acid</i> , α -linolenová kyselina
MK.....	Mastné kyseliny
EMK.....	Esenciální mastné kyseliny
PG.....	<i>Prostaglandins</i> ; Prostaglandiny
PGE1.....	Prostaglandin E1
PMS.....	<i>Premenstrual Syndrome</i> ; Premenstruační syndrom
PUFA.....	<i>Polyunsaturated Fatty Acids</i> ; Polynenasycené mastné kyseliny
MUFA.....	<i>Monounsaturated Fatty Acids</i> ; Mononenasycené mastné kyseliny
TLC.....	<i>Thin Layer Chromatography</i> ; Tenkovrstevná chromatografie
NADPH.....	<i>Nicotinamide Adenine Dinucleotide</i> ; Nikotinamidadenindinukleotid
ATP.....	<i>Adenosine Triphosphate</i> ; Adenosin trifosfát
FAD.....	<i>Flavin Adenin Dinucleotid</i> ; Flavinadenindinukleotid
BHA.....	Butylhydroxyanisol
BHT.....	Butylhydroxytoluen
AA.....	<i>Arachidonic acid</i> ; Arachidonová kyselina
ER.....	Estrogenní receptor
LDL.....	<i>Low-density Lipoproteins</i> ; Nízkomolekulární lipoproteiny
FE.....	<i>Phytoestrogens</i> , Fytoestrogeny

7. PŘÍLOHY

- Příloha 7.1.** *Certifikát firmy Gustav Heess pro olej pupalky dvouleté (dodavatel M&H)*
- Příloha 7.2.** *Certifikát firmy M&H pro olej z rakytníku řešetlákového*
- Příloha 7.3.** *Certifikát firmy Gustav Heess pro olej z jader černého rybízu (dodavatel M&H)*
- Příloha 7.4.** *Certifikát firmy Gustav Heess pro lněný olej (dodavatel M&H)*
- Příloha 7.5.** *Certifikát firmy Gustav Heess pro olej z brutnáku lékařského (dodavatel M&H)*
- Příloha 7.6.** *Certifikát firmy M&H pro konopný olej*

Příloha 7.1. Certifikát firmy Gustav Heess pro olej pupalky dvouleté (dodavatel M&H)

GUSTAV HEESS <small>OLEOCHEMISCHE ERZEUGNISSE GMBH • SEIT 1897</small>	<h2>Product - Specification</h2>	Registration No: Sp3805
		Page 1 of 1
		Revision ce

**Product / Trading Name : EVENING PRIMROSE OIL REFINED,
Ph. Eur. 5.1 + 9 % GLA, extracted**

Evening primrose oil is obtained from the seeds of *Oenothera*, especially *Oenothera biennis* L. und *Oenothera erythrosepala* Borb. (*O. lamarkiana*) through extraction. It is then refined. A suitable antioxidant may be added.

Product-No. : 3805
CTFA-Name : Evening Primrose Oil
INCI-Name : *Oenothera biennis*


Properties : Clear pale yellow to yellow oil with light odour and taste. Practically insoluble in water and in ethanol, miscible with light petroleum.

No.	Physical and chemical characteristics	Method	Unit	Value
1.	Physical Properties			
1.1.	Refractive index (20 °C)	Ph. Eur. (2.2.6)		ca. 1,478
1.2.	Density (20 °C)	Ph. Eur. (2.2.5)		ca. 0,923
2.	Chemical Properties			
2.1.	Acid value (general) Acid value (for parenteralia)	Ph. Eur. (2.5.1)	mg KOH/g	max. 0,5 max. 0,3
2.2.	Peroxide value (general) Peroxide value (for parenteralia)	Ph. Eur. (2.5.5)	meq O ₂ /kg	max. 10,0 max. 5,0
2.3.	Unsaponifiable matter	Ph. Eur. (2.5.7)	% (m/m)	max. 2,0
2.4.	Alkaline impurities	Ph. Eur. (2.4.19)		complies
2.5.	Water (only for production of parenteralia)	Ph. Eur. (2.5.32)	%	max. 0,1
3.	Fatty acid composition		Ph. Eur. (2.4.22)	%
	< 16 : 0 saturated			max. 0,3
	16 : 0 Palmitic acid			4,0 - 10,0
	18 : 0 Stearic acid			1,0 - 4,0
	18 : 1 Oleic acid			5,0 - 12,0
	18 : 2 Linoleic acid			65,0 - 85,0
	18 : 3 γ -Linolenic acid			9,0 - 14,0
	18 : 3 α -Linolenic acid			max. 0,5
4.	Sterole			
4.1.	Brassicasterol	Ph. Eur. (2.4.23)	%	max. 0,3

Storage: Keep in well closed, well filled containers or under inert gas, protect from light.

Min. shelf life: from date of analysis: 3 months in tins, 9 months in 200-l-drums.

Residual solvents: It complies with the current guideline for residual solvents (CPMP/ICH).

erstellt : PS	geprüft : AZ	freigegeben : OB	
Datum : 01.07.2005	04.07.2005	04.07.2005	

Příloha 7.2. Certifikát firmy M&H pro olej z rakytníku řešetlákového

 M+H, Míča a Harašta s.r.o.	PRODUKTOVÁ SPECIFIKACE	Datum vydání: 22.3.2007 Datum revize: Strana 1/1 Verze A
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------------------------------------

Název produktu: EXTRAKT SEA BUCKTHORN - CO₂

Všechny lipofilní složky – CO₂-rozpustné.

- INCI název:** Hippophae Rhamnoides Kernel Extract (CAS číslo: 90106-68-6)
- Surovina:** Hippophae rhamnoides – jádra
- Produkce:** Superkritická fluidní extrakce s čistým oxidem uhličitým. Neobsahuje žádná zbytková rozpouštědla, žádné anorganické soli, žádné těžké kovy, žádné mikroorganismy schopné reprodukce.
- Extrakt:** Oranžově-žlutý čirý olej. Je stabilizován pomocí rozmarýnového antioxidantu.
- D/E poměr:** 13,0 - 20,0 kg suroviny poskytuje 1 kg produktu.
- Složení:** Mastný olej s vysokým podílem polynenasycených mastných kyselin zahrnujících 15 – 21% olejové kyseliny (C18:1); 34 – 39% linoleové kyseliny (C18:2) a 24 – 33% alfa-linolenové kyseliny (C18:3); 1 – 6% nezmýdelnitelných látek jako jsou karotenoidy, alkanoly, tokoferoly, steroly.
- Aplikace:** Použití v kosmetice v přípravcích pro péči o pokožku v případě neurodermatidy a nečisté pokožky, pečující a regenerující kosmetika pro pokožku; vnitřní použití jako potravní doplněk v případě nedostatku esenciálních mastných kyselin, regulace metabolismu tuků a prevence arteriálních onemocnění, pro léčbu kožních alergií a nečisté pokožky.
- Charakteristika:** Produkt je 100% přírodní, je stabilizován pomocí rozmarýnového antioxidantu. Neobsahuje žádné nosiče, žádné technické přísady, není ztužený, smíchaný ani zředěný. Odpovídá nařízení EU 88/388 pro přírodní extrakty.
- Stabilita:** Nejméně 2 roky v uzavřených obalech, v chladu a bez přístupu světla.

Zpracoval: Jana Pryčková	Schválil: Pavel Míča
Pokud produktová specifikace neobsahuje podpis, byla vystavena elektronicky.	

Příloha 7.3. Certifikát firmy Gustav Heess pro olej z jader černého rybízu (dodavatel M&H)

GUSTAV HEESS <small>OLEOCHEMISCHE ERZEUGNISSE GMBH • SEIT 1897</small>	Product - Specification	Registration No.: SP3834ae
		Page 1 out of 1
		Revision Date
		a 25.01.2001

Product / Trading Name : **BLACKCURRANT OIL REFINED**

Blackcurrant oil refined is obtained by hexane extraction, raffination and cold filtration. It has a high content of γ -linolenic acid.

Product-No. :	3834	CAS-No.:	68606-81-5
CTFA-Name :		EINECS-No.:	271-749-0
INCI - Name :	ribes nigrum		

Characteristics : A pale yellow to yellow green oil with characteristic taste and flavour.
It is insoluble in water, miscible with petroleum spirit and ether.


No.	Physical and chemical characteristics	Method	Unit	Value
1.	Physical characteristics			
1.1.	Refractive index	Ph. Eur. (2.2.6)		1,470 – 1,482
1.2.	Density at 20° C	Ph. Eur. (2.2.5)		0,910 – 0,930
1.3.	Colour	Gardner		max. 10

2.	Chemical characteristics			
2.1.	Acid value	Ph. Eur. (2.5.1)	mg KOH/g	max. 4
2.2.	Peroxide value	Ph. Eur. (2.5.5)	meq O ₂ /kg	max. 10
2.3.	Unsaponifiable matter	Ph. Eur. (2.5.7)	%	max. 2,5
2.4.	Saponification value	Ph. Eur. (2.5.6)	mgKOH/g	185 - 195

For customers information only!

3.	Fatty acid composition	Ph. Eur. (2.4.22)	%	
	16 : 0 Palmitic acid			5 - 9
	18 : 0 Stearic acid			1 - 3
	18 : 1 Oleic acid			8 - 17
	18 : 2 Linoleic acid			42 - 50
	18 : 3 γ -Linolenic acid			min. 10
	18 : 4 Stearidonic acid			min. 2

Storage : Keep in well-filled, well-closed container under inert gas and protect from light.

erstellt : LA : LL	freigegeben : OB	geprüft
Datum : 25.10.2001 19.11.2001	16.11.2001	
		 Det Norske Veritas

Příloha 7.4. Certifikát firmy Gustav Heess pro lněný olej (dodavatel M&H)

GUSTAV HEESS <small>OLEDCHEMISCHE ERZEUGNISSE GMBH • SEIT 1897</small>	<h2>Product - Specification</h2>	Registration No: Sp3125de
		Page 1 of 1
		Revision
		d

Product/Trading Name : LINSEED OIL VIRGIN, Ph. Eur. 5.0

Virgin oil obtained by cold expression from ripe seeds of flax (*Linum usitatissimum L.*). A suitable antioxidant may be added

Product-No.	: 3125	CTFA-Name	: Linseed Oil
CAS-No.	: 8001-26-1	INCI - Name	: Linum usitatissimum
EINECS-No.	: 232-278-6		

Characteristics : Appearance: clear, yellow or brownish-yellow liquid, on exposure to air turning dark and gradually thickening. When cooled, it becomes a soft mass at about -20°C.
Solubility: very slightly soluble in alcohol, miscible with light petroleum.

No.	Physical and chemical characteristics	Method	Unit	Value
1.	Physical characteristics			
1.1.	Density at 20°C	Ph. Eur. (2.2.5)		ca. 0,931
1.2.	Refractive index at 20°C	Ph. Eur. (2.2.6)		ca. 1,480


2.	Chemical characteristics			
2.1.	Acid value	Ph. Eur. (2.5.1)	mg KOH/g	max. 4,5
2.2.	Peroxide value	Ph. Eur. (2.5.5)	meq O ₂ / kg	max. 15,0
2.3.	Unsaponifiable matter	Ph. Eur. (2.5.7)	% (m/m)	max. 1,5
2.4.	Saponification value	Ph. Eur. (2.5.6)	mgKOH/g	188 - 195
2.5.	Iodine value	Ph. Eur. (2.5.4)	gI ₂ /100g	160 - 200
2.6.	Cadmium	Ph. Eur. (2.4.27)	ppm	max. 0,5
2.7.	Water	Ph.Eur. (2.5.32)	%	max. 0,1

3.	Composition of fatty acids	Ph. Eur. (2.4.22)	%	
	< C 16 : 0			max. 1,0
	16 : 0 palmitic acid			3,0 - 8,0
	16 : 1 palmitoleic acid			max. 1,0
	18 : 0 stearic acid			2,0 - 8,0
	18 : 1 oleic acid			11,0 - 35,0
	18 : 2 linoleic acid			11,0 - 24,0
	18 : 3 linolenic acid			35,0 - 65,0
	20 : 0 arachidic acid			max. 1,0

Storage: Keep in well closed, well filled containers or under inert gas, protect from light.

Min. shelf life: from date of analysis: 3 months in tins, 6 months in 200-l-drums, 6 months in 1000-l-container.

Residual solvents: It complies with the current guideline for residual solvents (CPMP/ICH).

erstellt : Jö	geprüft : BZ	freigegeben : OB	
Datum : 16.11.2005	16.11.2005	17.11.2005	

Příloha 7.5. Certifikát firmy Gustav Heess pro olej z brutnáku lékařského (dodavatel M&H)

GUSTAV HEESS <small>OLEDCHEMISCHE ERZEUGNISSE GMBH • SEIT 1897</small>	Product - Specification	Registration No: Sp3825de
		Page 1 of 1
		Revision d

Product / Trading Name :BORAGE OIL REFINED, +20% GLA, DAC 2003

Borage Oil refined is obtained by extraction with hexane from the seeds of *Borago officinalis* L. and following raffination. It has a high content of γ -linolenic acid.

Product-No. : 3825

CTFA-Name : Borage seed oil

INCI - Name : Borago officinalis


Characteristics : A pale yellow clear oil. It has nearly no odour or taste.
It is insoluble in water, miscible with petroleum spirit and ether.

No.	Physical and chemical characteristics	Method	Unit	Value
1.	Physical characteristics			
1.1.	Density at 20°C	Ph. Eur. (2.2.5)		ca. 0,923
1.2.	Refractive index	Ph. Eur. (2.2.6)		ca. 1,477
1.3.	Appearance	Ph. Eur.		complies
2.	Chemical characteristics			
2.1.	Acid value	Ph. Eur. (2.5.1)	mg KOH/g	max. 1,0
2.2.	Peroxide value	Ph. Eur. (2.5.5)	meqO ₂ /kg	max. 10
2.3.	Unsaponifiable matter	Ph. Eur. (2.5.7)	%	max. 2,0
2.4.	Alcaline reacting substances	Ph. Eur. (2.4.19)		complies
2.5.	Iodine value	Ph. Eur. (2.5.4)	gI ₂ /100g	130 - 150
2.6.	Saponification value	Ph. Eur. (2.5.6)	mgKOH/g	184 - 194
<i>For customers information only !</i>				
3.	Fatty acid composition	Ph. Eur. (2.4.22)	%	
	16 : 0 Palmitic acid			9,0 - 13
	16 : 1 Palmitoleic acid			max. 0,5
	18 : 0 Stearic acid			2,0 - 6,0
	18 : 1 Oleic acid			14 - 20
	18 : 2 Linoleic acid			34 - 45
	18 : 3 γ -Linolenic acid			20 - 25
	18 : 3 α -Linolenic acid			max. 1,5
	20 : 0 Arachidic acid			max. 1,0
	20 : 1 Gadoleic acid			3,0 - 5,0
	22 : 0 Behenic acid			max. 0,5
	22 : 1 Erucic acid			1,0 - 4,0
	24 : 1 Nervonic acid			1,0 - 3,0
	other fatty acids			max. 2,0


Storage: Keep in well closed, well filled containers or under inert gas, protect from light.

Min. shelf life: from date of analysis: 3 months in tins, 9 months in 200-l-drums

Residual solvents: It complies with the current guideline for residual solvents (CPMP/ICH).

erstellt : OB	geprüft : AZ	freigegeben : OB	
Datum : 23.11.2005	23.11.2005	23.11.2005	

Příloha 7.6. Certifikát firmy M&H pro konopný olej

 M+H, Miča a Harašta s.r.o.	PRODUKTOVÁ SPECIFIKACE	Datum vydání: 9.5.2005
		Datum revize:
		Strana 1/1 Verze A

Název produktu: KONOPNÝ OLEJ RAFINOVANÝ

INCI název: CANNABIS SATIVA

Chemická a fyzikální charakteristika	Hodnota	Jednotka
Hustota (při 20 °C)	0,923 – 0,930	g.cm ⁻³
Číslo kyselosti	max. 3,0	mg KOH.g ⁻¹
Barva (Gardner)	max. 7,0	-
Nezmydelnitelný podíl	max. 2,5	%
Číslo zmydelnění	188,0 – 194,0	mg KOH.g ⁻¹
Index lomu	1,470 – 1,482	-
Peroxidové číslo	max. 3,0	meq.O ₂ .kg ⁻¹

Složení mastných kyselin	Hodnota	Jednotka
C 16:0 (kyselina palmitová)	4,0 – 8,0	%
C 18:0 (kyselina stearová)	1,0 – 4,0	%
C 18:1 (kyselina olejová)	6,0 – 20,0	%
C 18:2 (kyselina linoleová)	46,0 – 65,0	%
C 18:3 (kyselina α-linolenová)	14,0 – 28,0	%
C 18:3 (kyselina γ-linolenová)	1,0 – 4,0	%

Skladování: Skladovat v uzavřených kontejnerech na chladných a temných místech.

Zpracoval: Jana Pryčková	Schválil: Pavel Miča
Pokud produktová specifikace neobsahuje podpis, byla vystavena elektronicky.	