

## QUALITY OF HEMP SEED OIL DEPENDING ON ITS OBTAINING

*Ivana Poustková, Luboš Babička, Lenka Kouřimská, Gabriela Siegrová, Ladislav Staruch***ABSTRACT**

Hemp (*Cannabis sativa* L.) is probably one of the oldest field crops used in nutrition, but also for the production of fibres for clothes, ropes or canvas. *Cannabis sativa* is one of the most spread species of cannabis which belongs to family Cannabinaceae. The seeds are important part of *cannabis sativa*, which contains high part of lipids and proteins. It provides also valuable essential fatty acids, carbohydrates, fiber, vitamins and minerals. Due to low content of THC is possible to produce valuable oil from seeds, which is used in cosmetic and food industry. The aim of this work was to evaluate composition of hemp seeds from one harvest, observe and compare quality of parameters both cold pressed hemp seed oil and hemp seed oil by CO<sub>2</sub> extraction. Both oils are comparable in composition of fatty acids which follow from results of analyses. Also contents of sterols and moisture are similar in both oils. The saponification value is similar in both oils, conformable to as a iodine value. Also were found dissimilarities in colours, phospholipides, unsaponifiable matter, acid value and peroxide value. The cold pressed hemp seed oil contained lower values of unsaponifiable matter, colours and higher concentration of phospholipides and lower acid value. It is caused by influence of CO<sub>2</sub>. The oxidation stability of cold pressed hemp seed oil was four times higher than oil by CO<sub>2</sub> extraction.

**Keywords:** hemp seed, hemp oil, fatty acid, pressing, extraction

**ÚVOD**

Konopí seté je tradiční plodina, která byla pro svoje univerzální vlastnosti využívána již odnepaměti. Pro tradiční zpracovatelské účely však bylo pěstování konopí v minulých desetiletích silně potlačeno, jelikož většina evropských států totiž přijala legislativní opatření, které bylo cíleno proti pěstování konopí jako zdroje omamných látek (Matthäus, 2008). Nově přijatá opatření umožňují v zemích EU pěstovat speciální šlechtěné kultivary konopí setého, které splňují přísnou normu na velmi nízký obsah omamných látek (nesmí překročit 0,3 % THC - delta-9-tetrahydrocannabinolu), tím se konopí seté opět vrací na pole a stává se velmi sledovanou plodinou ovšem tentokrát kvůli moderním možnostem využití při výrobě energie, plastů, stavebních materiálů, krmiv, kosmetiky a léků (Bosy, 2000). U konopí pěstovaného na semeno se sklizeň provádí v období, kdy jsou semena v dolní polovině květenství plně vyzrálá, popřípadě jsou ve střední třetině květenství ve voskové zralosti a na vrcholku jsou zelená (Meiner, 1998). Konopné semeno obsahuje lipidy (25 – 35 %), proteiny (25 - 45 %), sacharidy (28 - 32 %), vodu, popeloviny (7 %), vlákninu (17 - 20 %), vitamíny (např. B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>6</sub>, C, E) a minerální látky (např. P, K, Mg, Ca, Fe, Na, Mn, Cu) (Callaway, 2004, Conrad, 2001, Wang, 2008).

Z rostlinných semen se oleje a tuky v současnosti získávají dvěma základními způsoby: lisováním (mechanickým oddělením oleje z rostlinných pletiv za tlaku) a extrakcí (extrakce oleje z rostlinných pletiv organickým rozpouštědlem). Extrahovaný a lisovaný surový olej se po oddělení mechanických nečistot obvykle dále zpracovávají společně (Kadlec et al., 2002, Latif, 2009). Jedním z kritérií, které rozhodují o volbě základního procesu, je olejnatost vstupující suroviny. Za hranici se považuje rozmezí 25 - 30 % oleje v semeni, olejninu pod touto hranicí se už nelisují.

Většinou je produkován konopný olej pro potravinářské účely studenou lisovací technikou. Tato technika neovlivňuje kvalitu výrobku, ale redukuje množství vylisovaného oleje (Hendriks, 1978). Se zvyšujícím se

tlakem se dostává do vylisovaného oleje více jemných úlomků semene. Uvolnění oleje se dosahuje mechanicky - stlačením rozemletých semen, kdy olej vytéká vytvořenými kapilárami (Zajíc, 1988). V současné době se prosazují polokontinuální deskové filtry, kde lisovaný předčištěný olej je čerpadlem dávkován do filtru. Filtrační koláč se vrací před vstup do lisu. Surový lisovaný olej se čerpá do zásobníku. Toto lisování za studena má výhodu v minimalizaci degradačních změn v oleji. Olej poté prochází filtrovacím procesem. Následující rafinační procedury by neměly ovlivnit žádané vlastnosti produktu. Konopný olej je tedy lisován za studena za přítomnosti ochranného plynu, kdy se z konopných semen za použití přesně stanoveného tlaku, teploty pod 45 °C a tření uvolňuje olej, který obsahuje všechny další vysoce cenné příměsi. Lisování se provádí za podmínky vyloučení vzdušného prostředí.

Lahvování se provádí rychle, pod dusíkem do matných láhví. Dalším krokem je chlazení, které je významnou ochranou oleje proti degradaci, oxidaci a působení světla (Cevoý et al., 1996). Nerafinovaný konopný olej vyrobený lisováním za studena má žluto tmavozelenou barvu a příjemnou ořechovou chuť. Stopová množství THC jsou důsledkem znečištění semene, pryskyřice nebo dalších rostlinných zbytků (Mathc a Busca, 1995, Matsunaga et al., 1990). Maximální zralost semena a procesu odstraňování nezralého semena jsou důležitá pro produkci kvalitního oleje.

Extrakci tukových surovin ovlivňuje řada faktorů: druh rozpouštědla, druh suroviny, její kvalita a úprava před extrakcí, způsob extrakce a pod. (Kadlec et al., 2002). Důležitým předpokladem úspěšného průběhu extrakce je předúprava semen, aby došlo k hlubokému narušení pletiv a buněk. Z hlediska účinnosti extrakce, ekonomického provozu a bezpečnosti práce má volba vhodného druhu rozpouštědla značný význam (Zajíc, 1988). Bohužel žádné rozpouštědlo nesplňuje všechna významná kritéria, kterými jsou: vysoká rozpustnost oleje za nízkých teplot, vysoká selektivita pro extrakt, chemická inertnost vůči všem složkám, snadno destilovatelné, požadavky na

nízkou toxicitu, nehořlavost a nevybušnost, nízká viskozita a povrchové napětí, snadno a s nízkými nároky na spotřebu energie odstranitelné z směsely a ze šrotu, nemísitelné s vodou, nízké rozmezí bodu varu, nízké výparné teplo, cenově dostupné, nízká zátěž pro životní prostředí. Používanými extrakčními činidly byl nejprve extrakční benzín a později technický hexan, který je nejrozšířenějším rozpouštědlem používaným k extrakci olejnatých surovin. Bez ohledu na způsob extrakce je důležitá úprava semen nebo výlisků před extrakcí. Jestliže olejnaté suroviny obsahují více než 35 % (w/w) oleje, provede se jeho snížení předlisováním na hodnotu přibližně 20 % (w/w). Moderní extraktory jsou protiproudé, kontinuálně pracující, k odstranění rozpouštědla se používá tzv. toaster, tj. uzavřený válec vyhřívaný nepřímou parou na teplotu podle druhu materiálu 105 - 125 °C. Doba pobytu v toastru je 12 - 15 min. Cílem toastingu je nejen odstranit rozpouštědlo ze šrotu, ale také úplně nebo alespoň částečně rozrušit toxické látky. I když konopná semena sama neobsahují THC (delta-9-tetrahydrocannabinol), musí být v případě konopného oleje pro potravinářské účely zcela jisté, že obsah THC nebyl v žádném případě zvýšen nepečlivým vytríděním zbytků okvětních lístků ani záměnou odrůdy. Lisováním za horka nebo chemickou extrakcí se získávají oleje k využití v chemickém průmyslu.

V poslední době se jeví jako velice perspektivní použití kapalného oxidu uhličitého jako rozpouštědla k extrakci

## MATERIÁL A METODY

Byla použita konopná semena pocházející z jedné partie sklizená v témže roce a následně z nich konopný olej lisovaný za studena a konopný olej extrahovaný pomocí CO<sub>2</sub>. Vzorky byly poskytnuty firmou CANNABIS Pharma - derm, s.r.o.

**Stanovení stability olejů metodou podle Schaal:** Do kádinky o obsahu 150 ml a průměru 30- 400 mm se naváží 22 až 25 g oleje. Kádinky se umístí do termostatu vyhřívaného na 60 °C. Ve vhodných časových intervalech se stanovuje stupeň autooxidace podle změn hmotnosti a/nebo peroxidového čísla. Délka indukční periody se určí ze závislosti hmotnosti vzorku/peroxidového čísla na době skladování.

**Stanovení peroxidového čísla ČSN ISO 3960 (58 8765):** Do Erlenmayerovy baňky se zábrusem se naváží 0,2 až 5 g vzorku oleje, přidá se 10 ml chloroformu, 15 ml koncentrované kyseliny octové a 1 ml nasyceného vodného roztoku jodidu draselného. Baňka se uzavře a jednu minutu třepe, poté se nechá stát přesně 5 minut v temnu při laboratorní teplotě. Přidá se přibližně 75 ml vody, obsah prudce protřepe a po přidávku několika kapek škrobového mazu jako indikátoru se titruje uvolněný jod standardním odměrným roztokem thiosíranu sodného o koncentraci 1 mmol.l<sup>-1</sup> do odbarvení.

**Stanovení vlhkosti a těkavých látek:** Do předsušených a zvažovaných hliníkových misek s víčky o průměru 60 mm se naváží 5 g vzorku. Vzorek se poté suší při teplotě 105 °C do konstantní hmotnosti, přičemž první úsek sušení činil 60 minut, další úseky vždy pak 30 minut.

řady surovin ve smyslu získávání významných látek pro kosmetické a farmaceutické účely, nebo k extrakci specifických potravinářských surovin - např. koření, chmele apod. Většina extrakcí probíhá při tlacích 100 - 300 bar a teplotách 40 - 50 °C, navíc toto rozpouštědlo je z potravinářského hlediska naprosto nezávadné. Výhodou je citlivé zpracování teplotně nestabilních látek, extrakt neobsahuje žádné zbytky toxických rozpouštědel, CO<sub>2</sub> je nehořlavý, levný, nevzniká ekologicky závadný odpad. Na druhé straně má extrakce dvě nevýhody - nízkou rychlost dávkování rozpouštědla a nutnost diskontinuálního provozu při naplňování a vyprazdňování extraktoru v beztlakovém stavu.

Konopný olej patří mezi vysoce nestabilní olej (**Deferne, 1996, Parker et al., 2003**), je reaktivní a citlivý ke žluknutí, jelikož obsahuje vysoký podíl nenasyčených mastných kyselin (**Siger, 2008**). Je nutné ho skladovat v chladu, temnu a bez možnosti přístupu kyslíku (**Oomah, 2002, Yu, 2005**). Pro stanovení oxidační stability se zjišťuje peroxidové číslo, další možností stanovení oxidační stability je metoda Schaalova testu, kdy se z grafu závislosti peroxidového čísla na době skladování se odečte indukční perioda, což je doba potřebná k nastartování rychlé tvorby peroxidů (**Dimic, 2009**). Dalšími sledovanými jakostními ukazateli byly: obsah těkavých látek, zastoupení mastných kyselin, číslo zmýdelnění, jodové číslo, číslo kyselosti, obsah nezmýdelnitelných látek, obsah barviv.

**Stanovení mastných kyselin:** Do varné baňky s kulatým dnem se odváží 1 g zhomogenizovaného vzorku. K navážce se přidá 50 ml 2% kyseliny sírové v metanolu. Směs se vaří pod zpětným chladičem 2 hodiny. Na konci této doby se přilije 5 ml n - heptanu. Poté se ukončí var a směs se nechá vychladnout. Pro oddělení heptanové vrstvy se do baňky přidá nasycený roztok chloridu sodného a heptanová vrstva obsahující methylestery mastných kyselin se injekční stříkačkou odebere do vialky a přímo se nastříkne do GC. Podmínky analýzy: GC Varian Star 3600 s FID: CP WAX 57 CB (25m x 0,32mm x 1,2 μm), teplota nástřiku 250 °C, teplotní program: 150 °C po dobu 1 minuty, 5 °C/min do 230 °C, výdrž 5 min, 20 °C/min do 260 °C, výdrž 10 min, teplota detektoru 280 °C, nástřik 1 μl, nosný plyn N<sub>2</sub>, 1,5 ml/min.

**Stanovení čísla zmýdelnění ČSN ISO 58 8763:** 2 g vzorku se naváží do kónické baňky. Pomocí pipety se přidá 25 ml etanolického roztoku hydroxidu draselného a několik varných kamínek. Na baňku se připojí zpětný chladič, baňka se umístí na ohřívací zařízení a mírně se za občasného zamíchání 60 minut zahřívá. K horkému roztoku se přidá 0,5 ml až 1 ml roztoku fenolftaleinu a obsah baňky se titruje odměrným roztokem kyseliny chlorovodíkové do vymizení růžového zbarvení indikátoru.

**Stanovení jodového čísla ČSN ISO 3961 (58 8761):** Do Erlenmayerovy baňky se naváží tuk dle očekávaného jodového čísla, pak se rozpustí v 20 ml chloroformu. Potom se přidá přesně 25 ml Hanušova roztoku (roztok 10 g jodmonobromidu v 500 ml kyseliny octové). Po promíchání se baňka nechá stát v temnu 60 - 120 minut při laboratorní teplotě. Během této doby je potřeba baňkou

zamíchat. Poté se opláchne zátka (do baňky) destilovanou vodou, přidá se 20 ml roztoku jodidu draselného, 150 ml vody a titruje se odměrným roztokem thiosíranu sodného do slabě žlutého zbarvení. Poté se přidá 1 ml škrobového mazu a pokračuje se v titraci do úplného odbarvení horní fáze roztoku.

**Stanovení čísla kyselosti ČSN ISO 660 (58 8756):** Do titrační baňky se naváží 5 g oleje, přidá se 50 ml až 150 ml směsi etanol:diethylether v poměru 1:1 (směs rozpouštědel je nutné předem zneutralizovat hydroxidem draselným na fenolftalein). Roztok se titruje za stálého míchání alkoholickým roztokem 0,1 mol.l<sup>-1</sup> KOH do bodu ekvivalence.

**Stanovení obsahu nezmýdelnitelných látek:** 5 g zkušební vzorku se naváží s přesností nejméně 0,01 g do baňky s kulatým dnem, přidá se 50 ml roztoku hydroxidu draselného a vaří se pod zpětným chladičem 1 hodinu. Po přerušení ohřevu se horní částí chladiče přidá 100 ml, po ochlazení se převede do 500ml dělicí nálevky, a přidá se 100 ml diethyletheru. Obsah se důkladně protřepe po dobu 1 minuty za občasného uvolnění tlaku obrácením dělicí nálevky a opatrným otevřením kohoutu. Po rozdělení se spodní vrstva kvantitativně převede do druhé dělicí nálevky. Pokud dojde k vytvoření emulze, přidá se etanol, koncentrovaný hydroxid draselný nebo roztok chloridu sodného. Vodně etanolický roztok mýdla se extrahuje ještě dvakrát, se 100 ml diethyletheru. Všechny extrakty se spojí do jedné dělicí nálevky, obsahující 40 ml vody. Po úplném oddělení se spodní vodná vrstva vypustí. Etherový roztok se promyje ještě dvakrát 40 ml vody pomocí silného

třepání a vodná vrstva se po každém promytí odpustí. Následně se etherový roztok promyje 40 ml roztoku hydroxidu draselného, 40 ml vody, znovu 40 ml roztoku hydroxidu draselného a potom nejméně dvakrát 40 ml vody. V promývání se pokračuje do té doby, kdy promývací voda již nedává růžové zbarvení po přidání kapky roztoku fenolftaleinu. Potom se etherový roztok kvantitativně převede co nejrychleji horním otvorem dělicí nálevky do 250 ml baňky, předem vysušené při 103 ± 2 °C v sušárně, ochlazené a zvážené s přesností na 0,1 mg. Rozpouštědlo se odpaří na vroucí vodní lázni. Zbytek se suší v sušárně při 103 ± 2 °C po dobu 15 minut, poté se baňka zváží s přesností na 0,1 mg. Sušení se opakuje, dokud ztráta hmotnosti mezi dvěma následnými váženími není menší než 1,5 mg.

**Stanovení barviv:** Přefiltrovaný a přesušený olej se naváží do 50 ml odměrné baňky. Vzorek se rozpustí v hexanu a intenzita zbarvení se proměří na spektrofotometricky při 20 °C proti hexanu při vlnových délkách 450 nm pro karotenoidy a při 670 nm pro feofytiny. Pro stanovení chlorofylu a a b byl postup následující: 1 - 2 g vzorku se dá do třecí misky, přidá se křemenný písek a na špičku nože MgCO<sub>3</sub>. Potom se materiál rozetře na homogenní kaši a postupně se přidá asi 10 ml acetonu. Po vyextrahování barviv do acetonu se přelije extrakt na skleněnou fritu a přefiltruje. Celý postup s acetonem se opakuje. Filtráty se spojí a materiál na fritě se propláchne dalším acetonem. Kvantitativně se převede do 50 ml odměrné baňky a doplní acetonem. Absorbance se měří při dvou vlnových délkách 644 nm a 663 nm.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Byly zjištěny odlišnosti v peroxidovém čísle u oleje lisovaného a extrahovaného pomocí CO<sub>2</sub>, které jsou zřejmě způsobeny rozdílným zpracováním semene před lisováním nebo extrakcí, což je dokumentováno v Tabulce 1. Semeno před vlastním lisováním nepodstupuje proces mletí, ale je ihned lisováno a poté jde okamžitě do sudu s ochrannou atmosférou (dusík). U procesu extrakce dochází po rozemletí semene k časové prodlevě, aby se uvolnilo co nejvíce oleje, teprve poté dojde k extrakci. Hodnoty peroxidového čísla v intervalu 10 - 20 mekv O<sub>2</sub>.kg<sup>-1</sup> je nutno považovat za zvýšené a u obou vzorků vypovídají o probíhajícím procesu autooxidace ve vztahu k procesu získání oleje ze semen za předpokladu stejného stáří obou olejů, stejných podmínek skladování a stejné kvality semen.

Číslo zmýdelnění má podobné hodnoty u obou olejů, stejně tak jako jodové číslo. **Anwar (2006)** uvádí u konopného oleje lisovaného za studena jodové číslo 154 - 165 g I<sub>2</sub>.100 g<sup>-1</sup> a číslo zmýdelnění 184 - 190 mg KOH.g<sup>-1</sup> tuku. Tyto hodnoty odpovídají výsledkům získaným při této analýze.

Číslo kyselosti je u oleje extrahovaného nižší (0,96 mg KOH.g<sup>-1</sup> tuku), což odpovídá menšímu množství přítomných volných mastných kyselin. U oleje lisovaného byla zjištěna hodnota 4,14 mg KOH.g<sup>-1</sup> tuku. **Klein (1999)** uvádí hodnotu čísla kyselosti 4,66 mg KOH.g<sup>-1</sup> tuku.

Obsah vlhkosti a těkavých látek a zastoupení mastných kyselin (tabulka 1) v obou olejích (lisovaném i extrahovaném) je téměř totožný.

Sledované oleje obsahují odlišné koncentrace látek nezmýdelnitelného podílu - olej získaný extrakcí vykazuje skoro o polovinu vyšší obsahy látek nezmýdelnitelného podílu, což je dáno účinkem oxidu uhličitého na tyto látky obsažené v buněčných membránách, hlavně na obsah fosfolipidů.

Co se týká obsahu barviv, olej lisovaný vykazoval hodnoty 3,73 mg.kg<sup>-1</sup> karotenoidů (po 115 dnech skladování v temnu za teploty 6 °C 2,71 mg.kg<sup>-1</sup>), olej extrahovaný 19,58 mg.kg<sup>-1</sup>, resp. 17,92 mg.kg<sup>-1</sup>. U feofytinů byly zjištěny hodnoty 9,12 mg.kg<sup>-1</sup> a 7,03 mg.kg<sup>-1</sup> (po 115 dnech skladování za teploty 6 °C v temnu), u oleje extrahovaného to byly hodnoty 38,65, resp. 32,95 mg.kg<sup>-1</sup>. Olej extrahovaný pomocí CO<sub>2</sub> vykazoval vyšší obsahy feofytinů i karotenoidů, což je způsobeno účinky oxidu uhličitého na tyto látky obsažené v buňkách (zelená barviva v chloroplastech). Olej extrahovaný pomocí CO<sub>2</sub> obsahuje o polovinu více karotenoidů i feofytinů. Karotenoidní barviva jsou při koncentracích obsažených v konopném oleji považovány za antioxidanty (látky, které zabraňují žluknutí oleje a tím přirozeně prodlužují dobu skladování oleje a výrobků z něj vyrobených), feofytiny se mohou za určitých podmínek chovat jako prooxidanty (látky, které snižují účinek antioxidantu přímou oxidační reakcí za vzniku radikálu, který následně reaguje s lipidickým substrátem a iniciuje autooxidaci).

Tabulka 1 Kvalitativní charakteristika konopného oleje lisovaného a extrahovaného

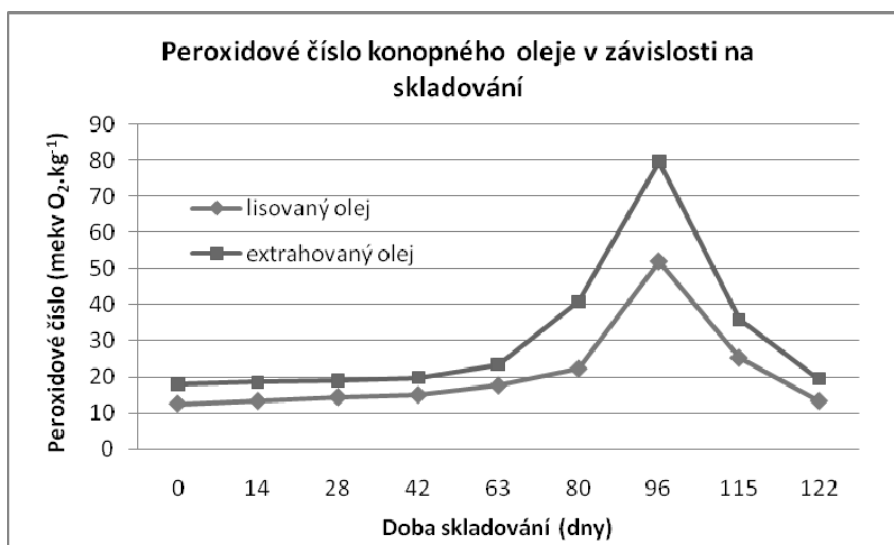
Ukazatel	Olej lisovaný	Olej extrahovaný
Peroxidové číslo (mekv O <sub>2</sub> .kg <sup>-1</sup> )	12,62	18,20
Číslo zmýdelnění (mg KOH.g <sup>-1</sup> )	189,70	193,33
Číslo jodové (g I <sub>2</sub> .100 g <sup>-1</sup> )	155,67	154,43
Číslo kyselosti (mg KOH.g <sup>-1</sup> )	4,14	0,96
Obsah vlhkosti a těkavých látek (% hm.)	0,16	0,18
Nezmýdelnitelný podíl (% hm.)	1,44	2,27
Obsah feofytinů (mg.kg <sup>-1</sup> )	9,12	38,65
Obsah karotenoidů (mg.kg <sup>-1</sup> )	3,73	19,58

Tabulka 2 Zastoupení mastných kyselin v lisovaném a extrahovaném konopném oleji

Složení mastných kyselin (% všech MK)		
Mastná kyselina	lisovaný olej	extrahovaný olej
Palmitová (C16)	6,56	6,62
Stearová (C18)	3,33	3,54
Olejová (C18:1)	11,67	12,18
Linolová (C18:2)	56,24	56,03
Linolenová (C18:3 γ)	3,16	2,95
Linolenová (C18:3 α)	16,95	16,62
Stearidonová (C18:4)	1,09	1,01
Arachová (C20)	1,00	1,05

Mnohem vyšší oxidační labilitu zjištěnou peroxidovým číslem a indukční periodou vykazoval olej extrahovaný pomocí CO<sub>2</sub> oproti oleji lisovanému za studena (Obr. 1). Oba oleje měly téměř totožný průběh hodnot peroxidového čísla během skladování, lišily se pouze vyšší hodnotou u extrahovaného oleje. V průběhu skladování peroxidové číslo rostlo, po určité době došlo k poklesu, který je

způsoben přeměnou primárních oxidačních produktů (hydroperoxidů) na produkty sekundární (např. aldehydy, oxokyseliny). U oleje získaného lisováním za studena (a u výrobků z něj vyrobených) se sensorické vady způsobené žluknutím mohou vyskytnout později, neboť obsahuje nižší množství hydroperoxidů, které se budou přeměňovat na sekundární produkty způsobující žluknutí.



Obr. 1 Graf naměřeného peroxidového čísla konopného oleje v závislosti na době skladování

## ZÁVĚR

Díky vysokému obsahu polyenových mastných kyselin se řadí konopný olej k olejům s nižší oxidační stabilitou. Při testování oxidační stability bylo zjištěno, že olej lisovaný má téměř 4x vyšší hodnotu oxidační stability. Proto se u oleje získaného lisováním za studena (a u výrobků z něj vyrobených) se mohou sensorické vady

způsobené žluknutím vyskytnout později, neboť má nižší hodnoty hydroperoxidů, které se následně přeměňují na sekundární produkty způsobující žluknutí. Použitá metoda extrakce oleje z konopného semene má relativně malý vliv na jeho výslednou kvalitu.

## LITERATURA

- ANWAR, F., LATIF, S., ASHRAF, M. 2006. Analytical characterization of hemp seed oil from different agro-ecological zones of Pakistan. In *Journal of the American Oil Chemists Society*, vol. 83, 2006, p. 323-329.
- BOSY, T. Z., COLE, K. A. 2000. Consumption and quantitation of Delta(9)-tetrahydrocannabinol in commercially available hemp seed oil products. In *Journal of Analytical Toxicology*, vol. 24, 2000, p. 562-566.
- CALLAWAY, J. C. 2004. Hempseed as a nutritional resource: An overview. In *Euphytica*, vol. 140, 2004, p. 65-72.
- CONRAD, CH., PROCHÁZKOVÁ, M. 2001. Konopí pro zdraví - Fakta o léčivých účincích marihuany, Pragma Praha, 2001, 210 p.
- CEVOY, C., EDWARDS, M., SNOWDEN, M. 1996. An overview of antioxidant, preservative and solvent excipients used in the pharmaceutical industry. In *Pharmaceutical Technology Europe*, vol. 8, 1996, p. 36-40.
- ČSN ISO 660 (58 8756): Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení čísla kyselosti.
- ČSN ISO 3960 (58 8765): Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení peroxidového čísla.
- ČSN ISO 3961 (58 8761): Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení jodového čísla.
- ČSN ISO 58 8763: Živočišné a rostlinné tuky a oleje - Stanovení čísla zmydelnění.
- DEFERNE, J. L., PATE, D. W. 1996. Hemp seed oil - A source of valuable essential fatty acid. In *Journal of the International Hemp Association*, vol. 3, 1996, p. 4-7.
- DIMIC, E., ROMANIC, R., VUJASINOVIC, V. 2009. Essential fatty acids, nutritive value and oxidative stability of cold pressed hempseed (*Cannabis sativa*) oil from different varieties. In *Acta Alimentaria*, vol. 38, 2009, p. 229-236.
- HENDRIKS, H., MALINGRE, T. M., BATTERMAN, S., BOS R. 1978. The essential oil of *Cannabis sativa*. In *Pharmaceutisch Weekblad*, vol. 113, 1978, p. 413-424.
- KADLEC, P., ČEPIČKA, J., ČURDA, L., DOSTÁLOVÁ, J., FILIP, V., MELZUCH, K., PLOČKOVÁ, M., RYCHTERA, M., ŠMIDRKAL, J., ŠTĚTINA, J., VOLDŘICH, M., 2002. Technologie potravin II, VŠCHT Praha, 2002, 236 p.
- KLEIN, H., 1999. Erfahrungen aus den Untersuchungen von Nahrungsfetten und ölen aus dem Handel - Teil I. In *Ernährung/Nutrition*, vol. 23, 2002, p. 452-460.
- LATIF, S., ANWAR, F. 2009. Physicochemical studies of hemp (*Cannabis sativa*) seed oil using enzyme-assisted cold-pressing. In *European Journal of Lipid Science and Technology*, Vol. 111, 2009, p. 1042-1048.
- MATTHÄUS, B., BRÜHL, L. 2008. Virgin hemp seed oil: An interesting niche product. In *European Journal of Lipid Science and Technology*, vol. 110, 2008, p. 655-661.
- MATHC, P., I. BUCSA, I. 1995. Can THC occur in hemp seed oil? In *Journal of International Hemp Association*, vol. 2, 1995, p. 59.
- MATSUNAGA, T. H., NAGATOMO, I., YOSHIMURA, H. 1990. Identification and determination of cannabinoids in commercially available *Cannabis* seed. In *Eisei Kagaku*, vol. 36, 1990, p. 545-547.
- MEINER, CH., MEDIAVILLA, V. 1998. Factors influencing the yield and the quality of hemp essentials oil. In *Journal of the International Hemp Association*, vol. 5, 1998, p. 16-20.
- OOMAH, B. D., BUSSON, M., GODFREY, D. V., DROVER J. C. G. 2002. Characteristics of hemp seed oil. In *Food Chemistry*, vol. 76, 2002, p. 33-43.
- PARKER, T. D., ADAMS, D. A., ZHOU, K. K., HARRIA, M., YU L. L. 2003. Fatty acid composition and oxidative stability of cold - pressed edible seed oils. In *Journal of Food Science*, vol. 68, 2003, p. 1240-1243.
- SIGER, A., NOGALA-KALUCKA, M., LAMPART-SZCZAPA, E. 2008. The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. In *Journal of Food Lipids*, vol. 15, 2008, p. 137-149.
- WANG, X., TANG, CH., YANG, X., GAO, W. 2008. Characterization, amino acid composition and in vitro digestibility of hemp (*Cannabis sativa* L.) proteins. In *Food Chemistry*, vol. 107, 2008, p. 11-18.
- YU, L. L., ZHOU, K. K., PARRY, J. 2005. Antioxidant properties of cold-pressed black caraway, carrot, cranberry, and hemp seed oils. In *Food Chemistry*, vol. 91, 2005, p. 723-729.
- ZAJÍC, J., BAREŠ, M. 1988. Chemie a technologie tuků, VŠCHT Praha, 1988, 245 p.

**Poděkování:** Tato práce byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (Výzkumný záměr MSM 6046070901).

Kamýčká 129, 165 21 Prague 6 - Suchdol, Czech Republic.  
Tel.: +420 224 383 507, e-mail: kourimska@af.czu.cz

Ing. Gabriela Siegrová, Czech University of Life Sciences Prague, Faculty of Agrobiolgy, Food and Natural Resources, Department of Quality of Agricultural Products, Kamýčká 129, 165 21 Prague 6 - Suchdol, Czech Republic. Tel.: +420 224 383 511

Ing. Ladislav Staruch, PhD., Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Chemical and Food Technology, Institute of Biotechnology and Food Science, Radlinského 9, 812 37 Bratislava 1, Slovak Republik. Tel.: +421 259 325 451, e-mail: ladislav.staruch@stuba.sk