

## SOUČASNÝ STAV A PERSPEKTIVY VYUŽITÍ ROSTLINNÝCH OLEJŮ

JAN ŠMIDRKAL<sup>a</sup>, VLADIMÍR FILIP<sup>a</sup>, ZDENĚK BĚLOHLAV<sup>b</sup>, PETR ZÁMOSTNÝ<sup>b</sup> a VLADIMÍR HÖNIG<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Ústav technologie mléka a tuků, <sup>b</sup> Ústav organické technologie, Vysoká škola chemicko-technologická, Technická 5, 166 28 Praha 6, <sup>c</sup> Katedra chemie, Česká zemědělská univerzita v Praze, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6  
jan.smidrkal@vscht.cz.

Došlo 6.5.08, přijato 19.9.08.

Klíčová slova: triacylglyceroly, řepkový olej, methylestery, ethylen, alkeny

### Obsah

1. Úvod
2. Využití v potravinářském průmyslu
3. Využití v chemickém průmyslu
4. Využití v průmyslu paliv
5. Perspektivy využití rostlinných olejů
6. Závěr

### 1. Úvod

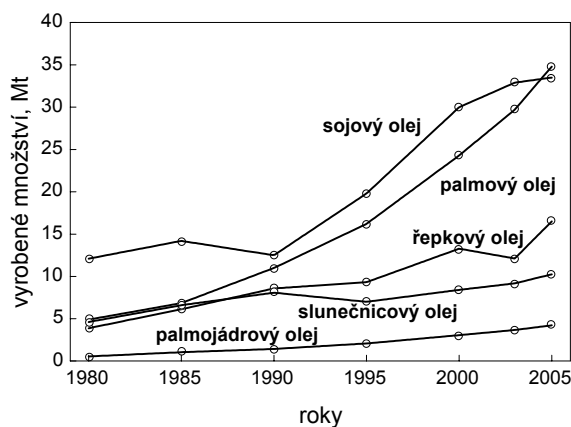
Rostlinné oleje a produkty jejich zpracování jsou součástí našeho každodenního života. Jsou obsaženy v průmyslově vyráběných potravinách (margariny a oleje na smažení), vyrábí se z nich mýdla, kosmetické prostředky, nátěrové hmoty, v poslední době i tolik diskutované pohonné hmoty (bionafta) a uvažuje se i o jejich použití jako suroviny pro výrobu uhlovodíků pro chemický průmysl.

Pro nepotravinářské, průmyslové účely přicházejí v úvahu pouze tři rostlinné oleje – palmový, sojový a řepkový<sup>1,2</sup> (obr. 1). V České republice zcela dominuje produkce řepkového oleje (obr. 2). Ostatních olejů se produkuje výrazně méně, jsou dražší a zpracovávají se převážně pro účely výživy. Ročně se ve světě vyrábí 115 Mt rostlinných olejů, a pokud se připočte 22 Mt hovězího a ovčího loje, sádla a mléčného tuku, dosahuje celková světová produkce olejů a tuků 137 Mt.

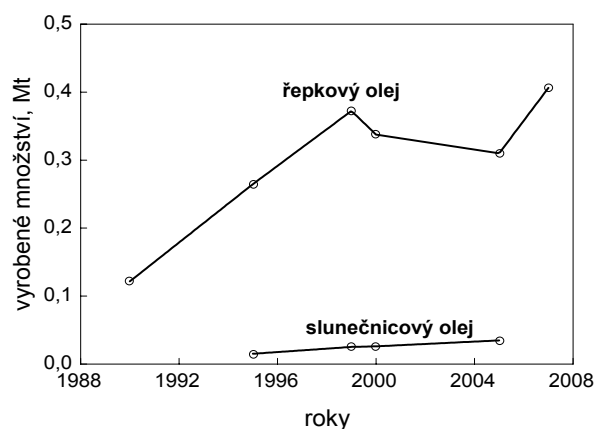
Většina produkovaných olejů se podle údajů z roku 2004 (cit.<sup>3</sup>) spotřebuje ve světě v potravinářství jako jedlé oleje, margariny a další potraviny (106,2 Mt), malá část na krmiva pro hospodářská zvířata (6,5 Mt) a zbytek (18,4 Mt) zpracuje chemický průmysl pro nepotravinářské účely (obr. 3).

Rostlinné oleje jsou podle chemického složení triacylglyceroly (obsahují mastné kyseliny vázané na glycerol, jak se nepřesně uvádí v „tukařské“ literatuře). Složení mastných kyselin<sup>4</sup> v různých typech rostlinných olejů a pro porovnání i v živočišných tucích je uvedeno v tabulce I. Mastné kyseliny se uvádějí zkratkami, ve kterých prvé číslo znamená počet uhlíkových atomů a druhé počet dvojných vazeb – např. zkratka C18:1 značí kyselinu olejovou. Složení olejů kolísá, např. obsah kyseliny C18:1 v řepkovém oleji kolísá v rozmezí 45–61 %, proto jsou pro přehlednost v tabulce I uvedeny pouze střední hodnoty obsahu mastných kyselin.

Rostlinné oleje se získávají buď z dužnin plodů (palmový, olivový) nebo ze semen (řepkový, slunečnicový), případně z bobů (sojový olej). Oleje z dužnin se získávají lisováním, které je nutné provést přímo v místě pro-



Obr. 1. Celosvětový vývoj produkce olejů



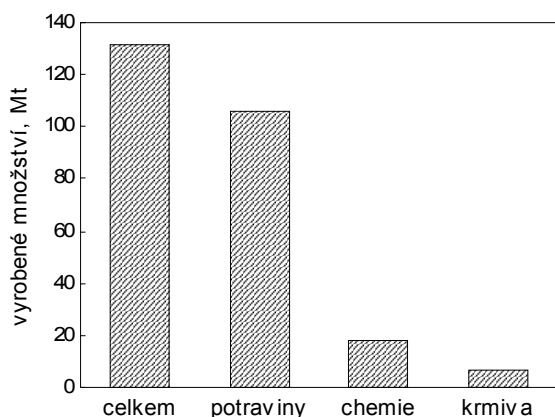
Obr. 2. Vývoj produkce rostlinných olejů v České republice

Tabulka I

Obsah mastných kyselin v některých rostlinných olejích a živočišných tucích<sup>4</sup>

Olej (tuk)	Obsah mastné kyseliny [%]														
	6:0	8:0	10:0	12:0	14:0	16:0	18:0	20:0	22:0	16:1	18:1	20:1	22:1	18:2	18:3
Palmový		<0,4	<0,2	<0,4	1	45	8	0,5		<0,6	38			10	<0,5
Sojový				0,2	<0,5	10	4	0,5	0,4	<1	21	0,5	<0,3	56	8
Řepkový					<0,2	4,5	1,5	0,5	<0,5	0,5	56	2	<2	21	10
Slunečnicový						6,5	5	0,5	<0,5	0,5	24	<0,5	<0,5	63	<0,3
Palmojádrový	<0,8	4	4	47	16	9	2,5				15			2,5	
Kokosový	<0,6	8	6	47	18	9	2,5	0,1			7	<0,2		2	<0,5
Olivový						11,5	2,5	<0,6		1,5	74	0,2		9,5	<1,5
Hovězí lůj					3	26	20			3,5	40			4,5	0,5
Skopový lůj			<0,6	5,6	27	32				1,5	32			1,6	0,2

Pozn.: Není uveden obsah minoritních kyselin a u majoritních kyselin jsou uváděny průměrné hodnoty

Obr. 3. Spotřeba rostlinných olejů v roce 2004 (cit.<sup>3</sup>)

dukce, u palmového oleje dokonce přímo v blízkosti plantáže. Důvodem je velmi nízká údržnost (trvanlivost) plodů s dužninou. Naproti tomu olejnatá semena a boby lze skladovat a přepravovat v globálním měřítku. Surovárný jsou proto lokalizovány v přímé návaznosti především na námořní a říční dopravu. Celosvětově se pro výrobu olejů používají dvě technologie: lisování na kontinuálních šnekových lisech a extrakce uhlovodíky (obvykle frakcí C6). Celosvětově se ve velkých objemech pracuje v kombinaci technologií lisování s následnou rozpouštědlovou extrakcí, kdy je možné získat ze semen až 98 % obsaženého oleje. Lokální výrobci používají většinou technologii lisování a získají tak ze semen maximálně 85 % obsaženého oleje. Ze surových rostlinných olejů se přímo v surovárnách odstraňují veškeré přítomné heterolipidy, především fosfolipidy. Takto upravené surové oleje již představují směs triacylglycerolů a volných mastných kyselin. Obsah vol-

ných mastných kyselin kolísá: např. u řepky obvykle v rozmezí 0,5–1,0 hm. %, ale tropické oleje obsahují běžně 2–5 hm. %. Pro potravinářské účely se oleje musí dále rafinovat, aby rafinovaný olej získal světle žlutou barvu a z hlediska chuti a vůně byl zcela neutrální. Pro výrobu methylesterů mastných kyselin pro palivářské účely je rovněž nutno surové oleje alespoň částečně rafinovat.

## 2. Využití v potravinářském průmyslu

Rafinované rostlinné oleje se již pouze vitaminizují (obvykle vitamínem A a E). Oleje a tuky nejsou oxidačně stabilní, podléhají zvýšené autooxidaci vzdušným kyslíkem úměrně obsahu polyenových mastných kyselin. Proto jsou oleje s vyšším obsahem polyenových mastných kyselin (sojový nebo slunečnicový olej) určeny pro studenou kuchyni (salátové oleje). Oleje s nižším obsahem polyenových kyselin (palmový, bezerukový řepkový olej, tj. olej, který neobsahuje kyselinu erukovou) jsou vhodné i pro smažení. Na trhu jsou vedle olejů jednodruhových oleje směsné, které mají podle výživových doporučení vyváženější obsah esenciálních mastných kyselin. Rostlinné oleje dále slouží pro výrobu řady tukových potravin, jako jsou majonézy, tukové násady margarínů a pokrmových tuků. Fritovací oleje, které se vyrábějí obvykle na bázi palmového oleje, musí obsahovat pouze malé množství polyenových mastných kyselin, aby se snížila rychlost oxidace oleje při fritování.

Pro produkci margarínů a pokrmových tuků je vedle kapalných rostlinných olejů nutné vyrobit tuhé tuky – tzv. strukturální tuky, které finálnímu tukovému výrobku propůjčí požadovanou konzistenci. Dominující technologií ve výrobě strukturálních tuků až do konce 20. století byla parciální katalytická hydrogenace kapalných olejů (ztužování). Při hydrogenaci probíhá též isomerizace nenasycených mastných kyselin, původní přírodní *cis*-isomery isomerují

na termodynamicky stabilnější *trans*-isomery. Takto ztužené oleje obsahovaly až 50–60 % *trans*-isomerů nenasyčených mastných kyselin.

Protože dnes je již bezpečně prokázáno, že *trans*-isomery nenasyčených mastných kyselin negativně ovlivňují hladinu triglyceridů a cholesterolu v krevním séru (zvyšují obsah triacylglycerolů, zvyšují obsah celkového cholesterolu a LDL cholesterolu a naopak snižují obsah HDL cholesterolu) a podílejí se tudíž negativním způsobem na rozvoji nemocí srdce a cév, ustoupilo se po roce 2000 ve výrobě margarínů a pokrmových tuků od používání parciálně ztužených olejů a tuků. V USA se přistoupilo od roku 2006 k povinnému označování *trans*-isomerů mastných kyselin v potravinách obsahujících tuky. Z tohoto důvodu byly vyvinuty nové technologie výroby strukturních tuků, které se dnes vyrábějí výhradně cestou transesterifikace vhodných směsí triacylglycerolů, včetně tuků plně nasyčených. Velmi obecně platí, že *trans*-isomery nenasyčených mastných kyselin byly nahrazeny ve strukturách triacylglycerolů nasyčenými mastnými kyselinami. Smísením strukturního tuku s rostlinným olejem ve vhodném poměru se získávají tukové násady pro výrobu margarínů (emulgovaných tuků) a pokrmových tuků („shorteningů“). Margaríny se vyrábí emulgací tukové násady s vodnou fází. Získá se emulze, která se následně na válcích chladí, čímž se dosáhne postupné krystalizace triacylglycerolů strukturního tuku. Krystalky tuku následně asociují za vzniku prostorové krystalické sítě a tak se dosáhne požadované konzistence finálního výrobku.

### 3. Využití v chemickém průmyslu

Rostlinné oleje jsou potenciální náhradou ropy jako základní suroviny pro chemický průmysl, neboť rostlinné oleje jsou jediné obnovitelné suroviny obsahující dlouhé uhlovodíkové řetězce.

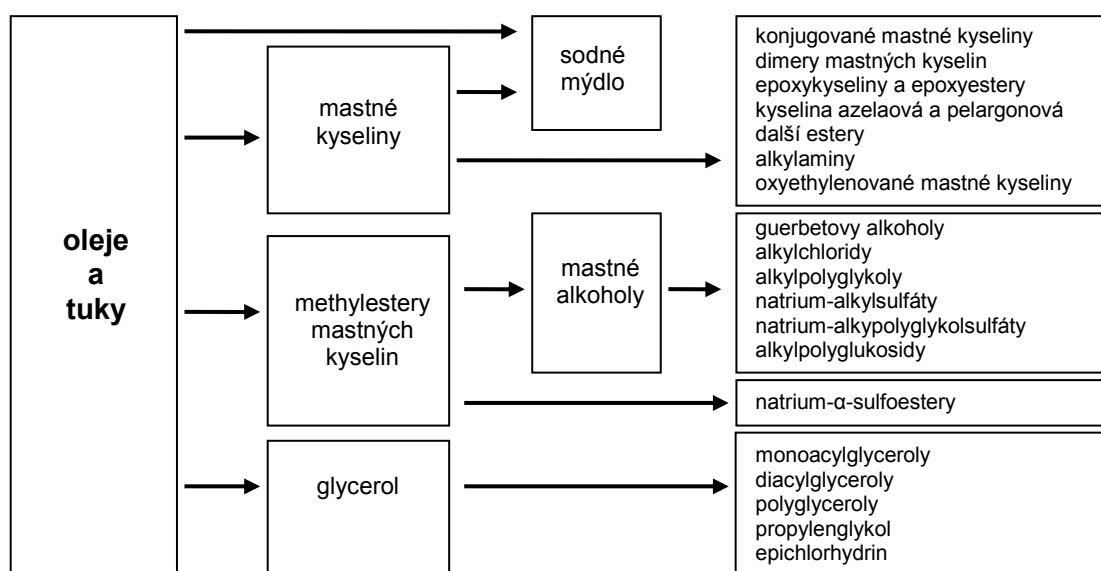
#### Výroba mastných kyselin a alkoholů

Triacylglyceroly jsou výchozí surovinou pro výrobu řady sloučenin (obr. 4). Hydrolyzou triacylglycerolů (štěpením tuků) se získávají mastné kyseliny. Bazicky katalyzovanou methanolýzou se vyrábějí methylestery, které se hydrogenují na mastné alkoholy. Alkalickou hydrolyzou (zmýdelňováním) hovězího loje se vyrábí sodné mýdlo.

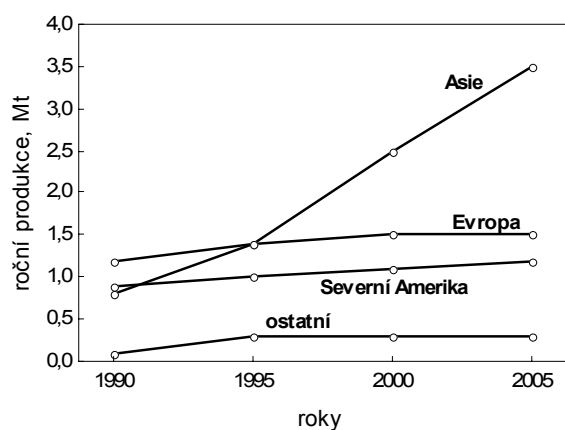
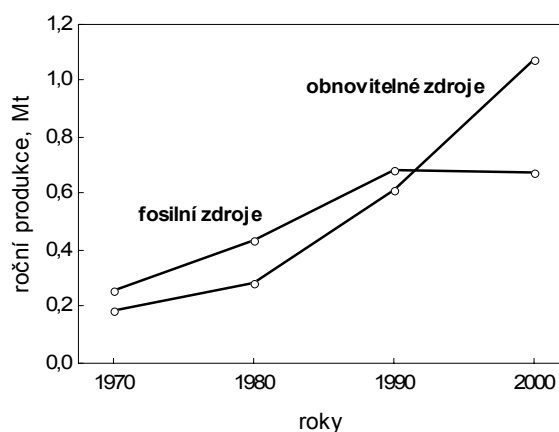
Výroba mastných kyselin<sup>5</sup> v posledních letech roste zejména v Asii (obr. 5), kde je zdrojem pro jejich výrobu palmový olej. Výroba mastných alkoholů z ropy stagnuje, naopak výroba mastných alkoholů<sup>5</sup> z triacylglycerolů rychle roste (obr. 6). Výroba mýdla celosvětově rovněž roste, ročně se vyrobí celkem 10 Mt mýdla ročně, ale spotřeba toaletního mýdla v Evropě klesá. Celková spotřeba triacylglycerolů pro výše uvedené výroby je přibližně 10 až 12 Mt rostlinných olejů a 10–12 Mt živočišných tuků.

#### Výroba olejových nátěrových hmot a tmelů

Olejové nátěrové hmoty a tmely (např. sklenářský olejový tmel) obsahují jako základ rostlinné vysychavé



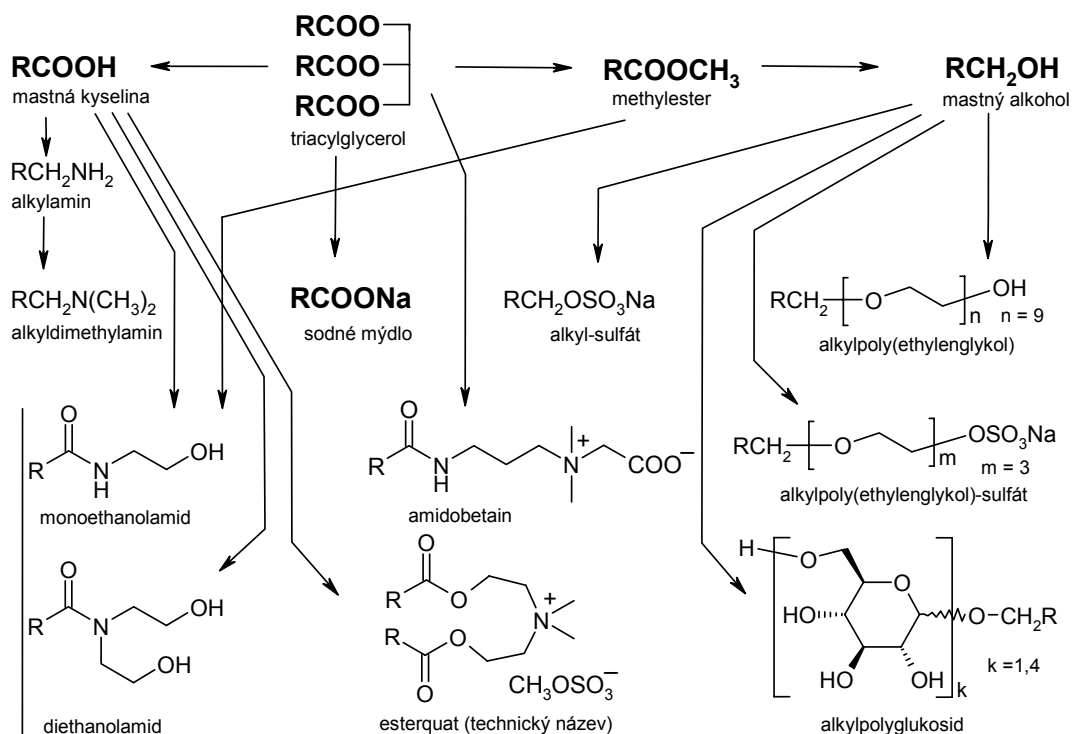
Obr. 4. Chemické využití rostlinných olejů a živočišných tuků

Obr. 5. Vývoj výroby mastných kyselin<sup>5</sup>Obr. 6. Vývoj výroby mastných alkoholů z fosilních a obnovitelných zdrojů<sup>5</sup>

oleje (fermeže). Fermeže jsou vysychavé oleje (hlavně lněný olej), které byly upraveny oxidací vzduchem a přidáním oxopolymeračních katalyzátorů (sikativů). Pro výrobu barev a laků se vyrábějí z mastných kyselin konjugované mastné kyseliny, dimery mastných kyselin, epoxykyseliny a epoxyestery.

#### Výroba tenzidů

Triacylglyceroly a z nich vyrobené mastné kyseliny a mastné alkoholy jsou surovinou pro výrobu tenzidů<sup>6</sup> (obr. 7). Z mastných kyselin se vyrábějí alkylaminy (kyselina → amonná sůl → amid → nitril → alkylamin), z primárních alkylaminů Wallachovou-Leuckartovou reak-

Obr. 7. Využití triacylglycerolů pro výrobu tenzidů<sup>6</sup>

cí s formaldehydem terciární alkyldimethylaminy. Reakcí mastných kyselin s ethanolaminem vznikají ethanolamidy a reakcí s diethanolaminem diethanolamidy. Ethanolamidy a diethanolamidy se za mírnějších reakčních podmínek vyrábějí z methylesterů mastných kyselin. Z kokosového oleje se reakcí s 3-(dimethylamino)propylaminem a následnou reakcí amidu s natrium-chloracetátem vyrábí amidobetain. Sulfatací mastných alkoholů oxidem sirovým a následnou neutralizací alkyl-hydrogen-sulfátu hydroxidem sodným vzniká alkyl-sulfát. Oxyethylenací mastných alkoholů ethylenoxidem vzniká alkylpoly(ethylen glykol), jeho sulfatací a neutralizací se získá alkylpoly(ethylen glykol)-sulfát. Acetalizací glukosy mastným alkoholem vzniká alkylpolyglukosid. Na výrobu tenzidů se spotřebuje méně než 2 Mt triacylglycerolů ročně. Další údaje o tenzidech jsou uvedeny v nedávno vyšlém přehledném referátě o tenzidech<sup>6</sup>.

Jedním z pokusů o využití řepkového methylesteru byla jeho oxyethylenace na neionický tenzid<sup>7–9</sup>, který měl být použit do práškových pracích prostředků. Jeho aplikační vlastnosti (detergence, pěnovost) byly téměř srovnatelné s vlastnostmi oxyethylenovaných mastných alkoholů, které se v práškových detergentech používají, ale jeho senzoricke vlastnosti (barva, zápach) byly však pro tento účel nevhovující.

#### Výroba léčivých přípravků a kosmetických prostředků

Při výrobě léčiv se používají rostlinné oleje a tuky jako pomocné látky (excipienty) při zpracování léčivých látek (substancí) do formy léčivého přípravku, nejčastěji do hydrofobních mastí. Kapalné oleje se používají jako rozpouštědlo léčivých látek ve formě kapek a roztoků. Pro výrobu čípků se používá tzv. neutrální tuk (*adepts solidus*) – triacylglycerol, jehož acyly především jsou nasycené vyšší mastné kyseliny.

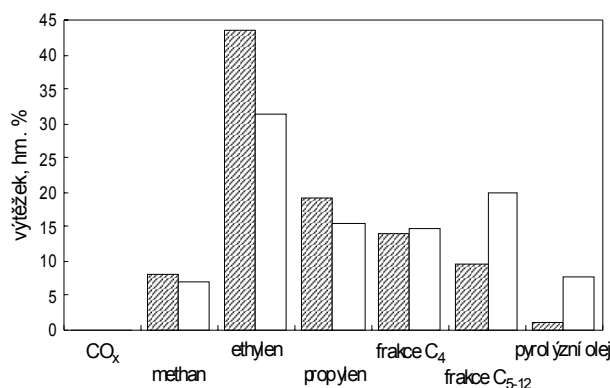
V kosmetických prostředcích se používají rostlinné oleje, v emulzních prostředcích mandlový olej, makadamiový olej a další méně běžné dražší oleje, v olejových koupelích se používá olej sojový, slunečnicový či ricinový. Z triacylglycerolů se pro kosmetické prostředky vyrábí velké množství esterů, např. isopropyl-myristát, isopropyl-palmitát. Dále se z triacylglycerolů vyrábějí emulgátory, které jsou základní a nepostradatelnou surovinou pro výrobu emulzních prostředků (mléka, krémy).

Z hlediska celkové bilance je spotřeba rostlinných olejů a z nich vyrobených derivátů ve farmaceutickém a kosmetickém průmyslu zanedbatelná (odhaduje se méně než 1 Mt za rok).

#### Hydrogenolýza a hydrogenace rostlinných olejů

Značná pozornost je věnována studiu tepelného rozkladu rostlinných olejů popř. produktů jejich chemických úprav např. esterifikací nebo hydrorafinací.

Řepkový olej lze převést hydrorafinací při použití katalyzátorů NiMo, CoMo nebo NiW (cit.<sup>10</sup>) na směs uhlo-

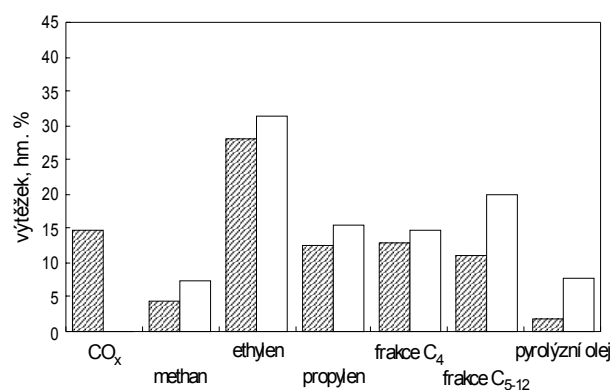


Obr. 8. Porovnání výtěžků pyrolyzních produktů laboratorní pyrolýzy<sup>11</sup> (teplota 810 °C) produktů hydrorafinace řepkového oleje (šrafovaně) a standardní ropné průmyslové suroviny, destilačního zbytku z hydrokrakování (prázdně)

vodíků, vody a oxidů uhlíku. Hlavními produkty rozkladných reakcí ve velkém přebytku vodíku jsou uhlovodíky, převážně *n*-oktadekan a *n*-heptadekan, které vznikají hydrodeoxygenací (eliminací kyslíku ve formě vody), popř. hydrodekarboxylací (eliminace kyslíku ve formě oxidů uhlíku) acylů C<sub>18</sub>. Hydrorafinace probíhá při teplotě přibližně 300 °C a tlaku 0,7–7 MPa. Distribuce uhlovodíků je nejvýznamněji závislá na reakčním tlaku – při nižším tlaku je hlavním produktem *n*-oktadekan, při vyšším tlaku je dominantním produktem *n*-heptadekan. Tyto směsi uhlovodíků lze pak poměrně jednoduše pyrolyzovat podobně jako standardní suroviny ethylenové pyrolýzy (obr. 8).

#### Tepelný rozklad rostlinných olejů

Uhlovodíky lze získat i přímým tepelným rozkladem rostlinných olejů<sup>12–18</sup>. Kromě žádané produkce široké palety nízkých alkenů dochází zároveň téměř k úplné deoxygenaci olejů za vzniku oxidů uhlíku a velmi malého množství



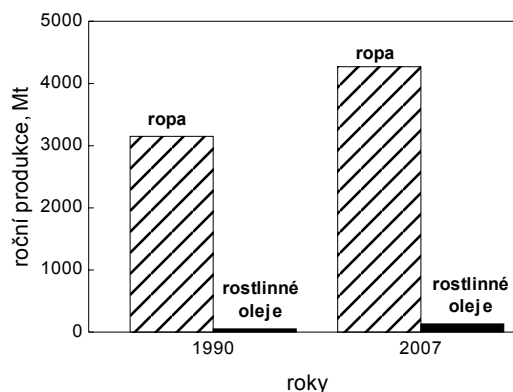
Obr. 9. Porovnání výtěžků pyrolyzních produktů laboratorní pyrolýzy (teplota 810 °C) řepkového oleje (šrafovaně) a destilačního zbytku z hydrokrakování (prázdně)<sup>14</sup>

ostatních kyslíkatých produktů (např. propanalu). Výtěžky nejdůležitějších produktů pyrolýzy jsou v porovnání s pyrolýzou standardní průmyslové ropné suroviny, destilačního zbytku z hydrokrakování, uvedeny na obr. 9. Triglyceroly mastných kyselin obsažené v řepkovém oleji obsahují dlouhé lineární řetězce, které za podmínek pyrolýzy velmi snadno podléhají  $\beta$ -štěpení vazby C-C a poskytují proto velké množství ethylenu a dalších klasických produktů pyrolýzy, jako je např. propylen nebo frakce C<sub>4</sub>. Vznik oxidu uhličitého je možné vysvětlit dekarboxylací radikálu RCOO<sup>•</sup> založenou na  $\beta$ -štěpení vazby C-R za vzniku oxidu a uhlovodíkového radikálu R<sup>•</sup>. Oxid uhelnatý může vznikat například z radikálu RC<sup>•</sup>O  $\alpha$ -štěpením<sup>19</sup> vazby R-C.

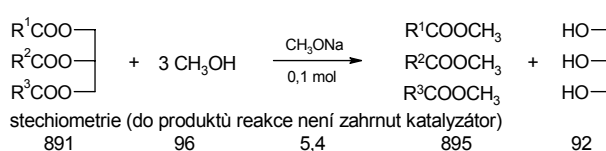
#### 4. Využití v průmyslu paliv

Současná roční světová spotřeba ropy<sup>20</sup> je 4270 Mt, zatímco produkce rostlinných olejů<sup>1</sup> 115 Mt (obr. 10). Na 37 kg ropy tak připadá 1 kg rostlinného oleje. Pro totální náhradu ropy by bylo proto nutno zvýšit výrobu rostlinných olejů cca 37× a i kdyby se veškeré pralesy vykácely a vypálily a na jejich místě se pěstovaly olejniny, nešlo by takto vysokou produkci olejů zřejmě delší dobu udržet (např. kvůli nárokům na spotřebu hnojiv a jejich brzkému vyčerpání). V ČR se nyní ročně spotřebuje 2,5 Mt motorového benzínu a 4,5 Mt motorové nafty, tj. celkem 7 Mt kapalných paliv<sup>21</sup>. Současně se spotřebuje v ČR cca 0,7 Mt ropy jako suroviny pro výrobu dalších produktů (polymery, rozpouštědla atd). Z výše uvedených údajů je zřejmé, že mezi množstvím těžené ropy a množstvím produkovaných rostlinných olejů je taková disproporce, že ropu jako zdroj pro výrobu energie nahradit rostlinnými oleji nelze.

Výroba methylesteru řepkových kyselin bazicky katalyzovanou interesterifikací (obr. 11) řepkového oleje je technologicky dobře zvládnuta (počátky jejího řešení v ČR spadají do 80. let 20. století<sup>22</sup>). V ČR je v současnosti k dispozici roční kapacita na výrobu 350 kt methylesteru, v EU je k dispozici kapacita na výrobu 6,7 Mt methyleste-



Obr. 10. Porovnání produkce ropy a celkového množství rostlinných olejů<sup>1,20</sup>



Obr. 11. Výroba methylesteru řepkových kyselin interesterifikací methanolem

ru ročně.

Řada studií<sup>23–36</sup> se zabývá získáváním bionafty z rostlinných olejů tepelným rozkladem při teplotách do 500 °C, obvykle za použití katalyzátorů, např. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, zeolitů a Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. Tímto způsobem jsou získávány převážně lineární alkeny a 1-alkeny, aromáty, v malém množství alkeny C<sub>2</sub>-C<sub>4</sub>, vodík, karboxylové kyseliny, aldehydy, ketony a oxidy uhlíku. Částečným tepelným rozkladem rostlinných olejů dochází ke zlepšení jejich užitečných vlastností jako biopaliv, ale současně se zvyšuje nežádoucí kyselost, jak dokládá tab. II.

Tabulka II

Fyzikálně-chemické vlastnosti částečně tepelně rozloženého sojového a palmového oleje a motorové nafty<sup>24</sup>

Parametr	Upravený sojový olej	Upravený palmový olej	Motorová nafta
Hustota při 20 °C, kg m <sup>-3</sup>	844	818	820–880
Viskozita při 40 °C, mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	3,5	2,7	2,5–5,5
Číslo kyselosti, mg KOH g <sup>-1</sup>	116	133	0
Cetanové číslo	50,1	52,7	45,0
Viskozita při 38 °C před úpravou, mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup>	32,6	40,9	–

Pozn. Číslo kyselosti je definováno jako množství KOH v mg potřebné k neutralizaci 1 g vzorku

Tabulka III  
Spotřeba hnojiv ve vztahu k výnosům řepkového semene<sup>28</sup>

Prvek	Výnos semen z 1 t ha <sup>-1</sup> Spotřeba prvku [kg ha <sup>-1</sup> ]	Výnos semen z 3 t ha <sup>-1</sup> Spotřeba prvku [kg ha <sup>-1</sup> ]	Množství prvku odvážené z pole při výnosu 3 t ha <sup>-1</sup> [kg ha <sup>-1</sup> ]
N	50–60	140–200	100
P	11–15	35–50	22
K	50–58	150–220	25
S	6–10	28–35	10
Ca	28–50	110–160	11
Mg	4–7	15–22	7

### 5. Perspektivy využití rostlinných olejů

Koncem 70. let 20. století se začala v České republice a v Evropě využívat řepka pro průmyslové účely. Množství oleje využívané jako palivo do dieselových motorů (bionafta) bylo relativně malé a zpracovávalo se v sektoru potravinářského průmyslu. Plánovalo se využití bionafty jako paliva v zemědělství, lesním hospodářství a v národních parcích. Tedy tam, kde bylo žádoucí předejít důsledkům případné havárie, při které by běžná nafta způsobila těžko odstranitelné ekologické potíže. Tento program však nebyl realizován.

Současné pěstování řepky je důsledek dotační zemědělské a ekologické politiky EU a tedy i ČR, která reguluje a nařizuje použití řepkového methylesteru jako motorového paliva<sup>27</sup>. Methylester není jako palivo do dieselových motorů zcela ideální. Pokud se nadále bude pěstovat řepka ve velkém měřítku, měl by se řepkový olej využít ekonomicky.

Všechny ekologické důsledky masového pěstování obnovitelných surovin jsou těžko předvídatelné. V České republice (a podobně v EU), kde se řepka olejná pěstuje místo jiných zemědělských plodin, nebudou ekologické důsledky tak dramatické jako v tropických oblastech. V České republice se řepka olejná pěstovala v roce 2007 na 330 000 ha (3300 km<sup>2</sup>), což je 10 % všech osetých ploch a 4,2 % celkové plochy České republiky. Sklidilo se 1050 kt řepkového semene (3,2 t ha<sup>-1</sup>), z něhož se získá cca 420 kt řepkového oleje. Existuje maximální mez, kolik procent orné půdy je možno dlouhodobě osívat řepkou. Řepka jako zemědělská plodina má specifické nároky. V tabulce III jsou pro ilustraci uvedena množství jednotlivých prvků v hnojivech<sup>28</sup>, která jsou třeba k zajištění uvedených výnosů a rovněž je uvedeno množství těchto prvků, která se z pole odvezou. Je vidět, že pro intenzivní pěstování řepky je třeba intenzivně hnojit. Je racionální spotřebovávat tyto prvky v podobě minerálních hnojiv, zejména pak P, K, S a Mg pro tyto účely? Nevyčerpají se jejich ložiska dříve než ropa? Neměly by být tyto prvky spíše použity jako hnojiva pro výrobu potravin?

Úplná energetická bilance výroby biopaliv z oleje je kladná. Energie, spotřebovaná na jejich výrobu je nižší než

energie, kterou lze získat jejich spálením. Souhrnná bilance emisí skleníkových plynů však tak příznivá není, přestože právě ony jsou hlavním důvodem prosazování biopaliv. Výše uvedená spotřeba minerálních hnojiv je spojena s produkcí oxidů dusíku. Potenciál tohoto plynu přispívat ke skleníkovému efektu je přitom asi 300× větší než u oxidu uhličitého<sup>29</sup>. Proto je v konečném důsledku efekt použití methylesteru řepkového oleje srovnatelný s klasickými palivy.

### 6. Závěr

Využití rostlinných olejů v průmyslu paliv v podobě methylesterů mastných kyselin má své technické i ekonomické nevýhody. Odstranění technických nevýhod eliminací karboxylové funkce hydrogenolýzou nebo dekarboxylací však vede k dalšímu zdražení produktu. V petrochemickém průmyslu vyrábějícím produkty s vyšší přidanou hodnotou může být proto využití olejů ekonomicky schůdnější. Termickým rozkladem rostlinných olejů, případně produktů jejich reesterifikace nebo dokonce dekarboxylace, lze získat běžné petrochemické produkty, které je možné hladce začlenit do navazujícího řetězce petrochemických výrob.

Rostlinné oleje by měly být použity tam, kde je jejich použití nejefektivnější – v potravinářství a v odvětvích chemického průmyslu, která využívají mastné kyseliny, glycerol a jejich deriváty, jako např. při výrobě tenzidů nebo ve farmaceutickém průmyslu. Určitý surovinový potenciál lze pro technické účely spatřovat pouze ve využití odpadních olejů a hlavně živočišných tuků.

*Tato práce byla vytvořena za podpory grantů: MŠMT 6046137305 / 2005, GA ČR 104/08/1288.*

### LITERATURA

1. Produkce olejů svět: Index Mundi (by Miguel Barrientos): Information in this site was extracted from the CIA World Factbook: [www.indexmundi.com](http://www.indexmundi.com)

- (20.02.2008).
2. Produkce olejů ČR: Olejiny, situační a výhledová zpráva. MZ ČR 1990–2005.
  3. Westfechtel A.: Glycerol Derivatives – An Overview, *26th World Congress and Exhibition of the International Society for Fat Research (ISF)*; Praha 25.–28. září 2005.
  4. Bockish M.: *Fats and Oils Handbook*. str. 151. AOCS Press, Champaign (Illinois) 1998.
  5. Karsa D. R., Johansson I.: Surfactant derived from oils and fats; a story of continuous development. Proc. *3<sup>rd</sup> Euro Fed Lipid Congress, Edinburgh 5–8 September 2004*.
  6. Šmidrkal J.: Chem. Listy 93, 421 (1999).
  7. Hreczuch W.: Tenside Surfactans Deterg. 38, 72 (2001).
  8. Renkin M., Fleurackers S., Szwach I., Hreczuch W.: Tenside Surf. Det. 4, 280 (2005).
  9. Šmidrkal J., Filip V., Axmanová M., Hanek R.: *XXXV. seminář o tenzidech a detergentech, Bohdaneč 2001*. Sborník, str. 95. Bohdaneč 2001.
  10. Kubička D., Šimáček P., Lederer J., Bělohav Z., Záměstný P.: *17. konference APROCHEM 2008*. Sborník, (Škarka J. ed.), díl I., str. 1155. PCHE, Praha 2008.
  11. Bělohav Z., Pavlík D., Herink T., Svoboda P., Záměstný P., Marek J.: Chem. Listy 96, 325 (2002).
  12. Starkbaumova L., Bělohav Z., Šmidrkal J., Záměstný P.: *54. konference chemického a procesního inženýrství CHISA 2007*. Sborník, Pyrolýzy rostlinných olejů, CD ROM. ČSCHI, Praha 2007.
  13. Šmidrkal J., Bělohav Z., Filip V., Záměstný P.: *XLV. Mezinárodní konference z technologie a analytiky tuků, Janov nad Nissou 2007*. Sborník přednášek, str. 128. Janov nad Nissou 2007.
  14. Šmidrkal J., Bělohav Z., Filip V., Záměstný P., Starkbaumova L.: *XL. seminář o tenzidoch a detergentech, Bojnice 2007*. Sborník. Bojnice 2007.
  15. Zhenyi C., Xing J., Shuyuan L., Li L.: Energy Sources 26, 849 (2004).
  16. Şensöz S., Angin D., Yorgun S.: Biomass Bioenergy 19, 271 (2000).
  17. Onay O., Koçkar O. M.: Biomass Bioenergy 26, 289 (2004).
  18. Archambault D., Billaud F.: Ind. Crop. Prod. 7, 329 (1998).
  19. Lazár M.: *Chemické reakcie voľných radikálov*. Alfa, Bratislava 1983.
  20. EIA – Petroleum Basic Data: [www.eia.doe.gov/basics/quickoil.html](http://www.eia.doe.gov/basics/quickoil.html), staženo 04.03.2008.
  21. Šebor G., Melzoch K., Pospíšil M., Rychtera M.: *Analýza výroby a využívání biopaliv jako náhrady fosilních pohonných hmot v dopravě ČR* (studie). VŠCHT v Praze, Praha 2006.
  22. Šmidrkal J., Krob V., Zajícová H.: *Příprava esterů a superamidů mastných kyselin; závěrečná zpráva*. VÚTP, Rakovník 1989.
  23. Srivastava A., Prasad R.: Renew. Sustain. Energ. Rev. 4, 111 (2000).
  24. Lima D. G., Soares V. C. D., Ribeiro E. B., Carvalho D. A., Cardoso É. C. V., Rassi F. C., Mundim K. C., Rubim J. C., Suarez P. A. Z.: J. Anal. Appl. Pyrolysis 71, 987 (2004).
  25. Schwab A. W., Dykstra G. J., Selke E., Sorenson S. C., Pryde E. H.: J. Am. Oil Chem. Soc. 65, 1781 (1988).
  26. Dandik L., Aksoy H. A.: Fuel Process. Technol. 57, 81 (1998).
  27. Šebor G., Pospíšil M.: *17. konference APROCHEM 2008*. Sborník, (Škarka J., ed.), díl I., str. 1109. PCHE, Praha 2008.
  28. Vašák J., Fábry A., Zukalová H., Morbacher J., Barany P.: *Systém výroby řepky*. str. 52. Svaz pěstitelů a zpracovatelů olejnin, Praha 1997.
  29. Záměstný P., Kukula P., Young J. S.: Chem. Listy 93, 238 (1999).

**J. Šmidrkal<sup>a</sup>, V. Filip<sup>a</sup>, Z. Bělohav<sup>b</sup>, P. Záměstný<sup>b</sup>, and V. Hönl<sup>c</sup>** (<sup>a</sup> Department of Dairy and Fat Technology, <sup>b</sup> Department of Organic Technology, Institute of Chemical Technology, Prague, <sup>c</sup> Department of Chemistry, Czech University of Agriculture, Prague): **Current State and Prospects of Utilization of Vegetable Oils**

The article presents a review of current situation in the production of vegetable oils and their use for food products and as a raw material in chemical industry. Most vegetable oils are used as edible oils and margarin, ca. 14 % are used in chemical industry, e.g. for production of methyl esters of fatty acids and surfactants, and a very small part in cosmetics and pharmaceuticals. Other potentialities of vegetable oils are their hydrogenation, hydrolysis to alkanes or pyrolysis to low-molecular-weight alkenes (ethene) and aromatics.