

## Modifikácia triacylglycerolov procesom chemickej preesterifikácie

SILVIA HURTOVÁ - ŠTEFAN SCHMIDT - JAROSLAV ZEMANOVIČ

**Súhrn.** Prehľadný článok sa zaoberá možnosťami využitia procesu chemickej preesterifikácie triacylglycerolov jedlých tukov a olejov. Zmena štruktúry triacylglycerolových molekúl modifikuje vlastnosti prírodných tukov a olejov, čo umožňuje ich variantné využitie v rôznych potravinárskych výrobkoch. Diskutuje sa chemizmus preesterifikačných reakcií, účinnosť katalyzátorov a najmä aplikačné možnosti pripravených tukov s požadovanými úžitkovými vlastnosťami.

Väčšina prírodných tukov a olejov využiteľných pre ľudskú výživu si vyžaduje pred použitím priemyselné spracovanie. Rafináciou sa odstraňujú nežiadúce komponenty prírodných tukov a olejov, iné operácie zasahujú hlbšie do chemickej štruktúry triacylglycerolov (TAG). Hydrogenáciou sa napr. mení nenasýtenosť mastných kyselín, čím sa upraví konzistencia výsledného tuku. Modifikáciou prírodných tukov a olejov zmenou ich TAG štruktúr, príp. zmiešaním týchto tukov s nemodifikovanými tukmi, je možné pripraviť celý rad biologicky vysokohodnotných lipidov s vopred zvoleným komplexom výsledných vlastností.

Jedným z postupov, ktorým sa dá ovplyvniť konzistencia tukov, je aj proces preesterifikácie. Umožňuje napríklad získať tuhé tuky so zvýšeným obsahom esenciálnych mastných kyselín aj pri použití živočíšnych tukov.

---

Ing. Silvia Hurtová, Ing. Štefan Schmidt, CSc., Ing. Jaroslav Zemanovič, CSc., Katedra mlieka, tukov a hygieny požívatín, Chemickotechnologická fakulta STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

Dôležitosť preesterifikácie dokumentuje aj množstvo publikácií a patentov, od polovice nášho storočia, týkajúcich sa tejto oblasti. Proces preesterifikácie sa ukazuje ako alternatívny proces hydrogenácie tukov a olejov [1]. Na rozdiel od parciálnej katalytickej hydrogenácie rastlinných olejov, pri ktorej vznikajú aj nežiadúce polohové a geometrické trans-izoméry mastných kyselín, preesterifikáciou sa biologická hodnota potravín nemení. Z hľadiska výživy teda nemá preesterifikácia negatívny vplyv na výživovú hodnotu tukov [2]. Jednou z hlavných výhod preesterifikácie je možnosť prípravy tukov a olejov s vopred zvoleným komplexom výsledných fyzikálnych vlastností (najmä teplota topenia, konzistencia) a nutričných vlastností. Preesterifikáciou samotnou alebo v kombinácii s inými procesmi (hydrogenácia, či frakcionácia) sa rozšíri oblasť fyzikálnych a funkčných charakteristík niektorých prírodných olejov [3].

Preesterifikáciou sa dá dosiahnuť:

1. zníženie teploty topenia živočíšnych tukov, ktoré majú z hľadiska výživy, vysokú teplotu topenia (napr. hovädzí alebo baraní loj a pod.).
2. zníženie teploty topenia neselektívne stužených mäkkých olejov.

V priemyselnom meradle má technologická úprava tukov a olejov procesom preesterifikácie význam pri výrobe plastických emulgovaných tukov, hlavne tukových násad do margarínov [4,5,6,7,8]. Ďalej sa využíva pre prípravu tukov pre šorteningy [1], pre pekárske produkty [9], ako aj pre prípravu špeciálnych tukov používaných pri výrobe cukroviniek a čokolád [10,11,12,13]. V priemysle tukov a olejov má najväčšie uplatnenie najmä proces tzv. esterovej výmeny.

## Teoretické aspekty procesu esterovej výmeny

Esterová výmena je založená na výmene acylov mastných kyselín v rámci jednej molekuly triacylglycerolu - intramolekulová esterová výmena alebo medzi viacerými molekulami triacylglycerolov - intermolekulová esterová výmena. Esterová výmena prebieha zvyčajne do rovnovážneho stavu, ktorý je daný reakčnými podmienkami. Môže prebiehať neriadene, ide o tzv. randomizáciu, alebo riadene.

Randomizáciou sa presúvajú acylové skupiny vnútri TAG vo všetkých možných kombináciách, čo sa dá zjednodušene znázorniť [14]:

$$SSS = (SUS = SSU) = (SUU = USU) = UUU$$

kde S je nasýtená mastná kyselina a U je nenasýtená mastná kyselina.

Randomizácia prebieha až do ustálenia rovnováhy všetkých štruktúr na základe teórie pravdepodobnosti. Tento zákon pravdepodobnosti sa dá použiť aj na výpočet zloženia randomizovaného tuku alebo oleja. Na základe Vander Walovej 1,3-náhodne-2-náhodnej distribúcie platia pre zloženie triacylglycerolov v mólových % vzťahy, ktoré sú znázornené na obr.1. a obr.2. [1].

### 1. pre trinasýtené TAG ( SSS ):

$$\begin{bmatrix} S \\ S \\ S \end{bmatrix} \quad \% SSS = s.s.s.10^{-4}$$

### 2. pre trinenasýtené TAG ( UUU ):

$$\begin{bmatrix} U \\ U \\ U \end{bmatrix} \quad \% UUU = u.u.u.10^{-4}$$

### 3. pre dinenasýtené TAG ( SUU ):

$$\begin{bmatrix} S \\ U \\ U \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U \\ S \\ U \end{bmatrix} \quad \% SUU = 3.s.u.u.10^{-4}$$

### 4. pre dinasýtené TAG ( SSU ):

$$\begin{bmatrix} U \\ S \\ S \end{bmatrix} \begin{bmatrix} S \\ U \\ S \end{bmatrix} \quad \% UUS = 3.u.u.s.10^{-4}$$

### 5. pre TAG obsahujúce tri rôzne mastné kyseliny ( ABC ):

$$\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ C \\ B \end{bmatrix} \begin{bmatrix} B \\ A \\ C \end{bmatrix} \quad \% ABC = 6.a.b.c.10^{-4}$$

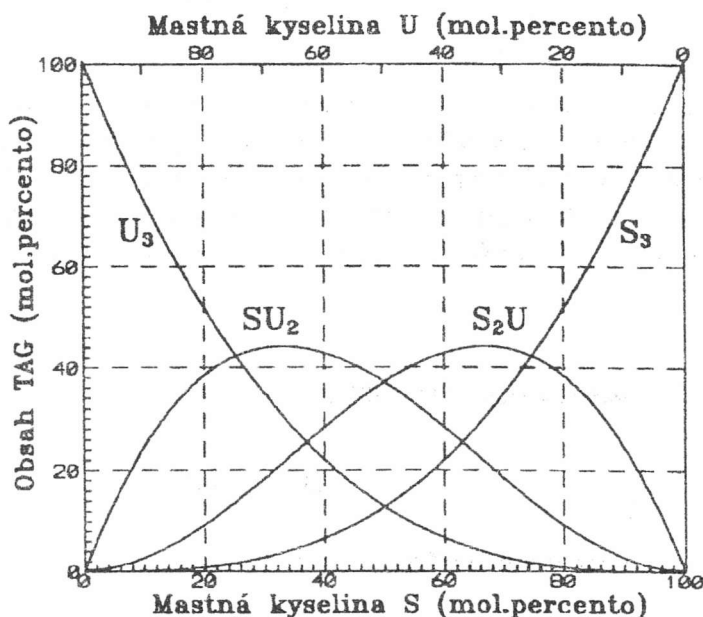
kde s,u,a,b,c sú mólové percentá mastných kyselín

Obr. 1. Vzťahy pre výpočet náhodnej distribúcie mastných kyselín.

s, u, a, b, c - mólové percentá mastných kyselín S (nasýtených), U (nenasýtených), A, B a C.

Fig.1. Relations for specification of incidental fatty acid distribution.

s, u, a, b, c - molecule percentages of fatty acids S (saturated), U (unsaturated), A, B and C.



Obr. 2. Zloženie zmesi triacylglycerolov (TAG) pri štatistickom rozdelení mastných kyselín.

S - nasýtená mastná kyselina, U - nenasýtená mastná kyselina.

Fig. 2. Triacylglycerols mixture composition (TAG) in statistical differentiation of fatty acids.

S - saturated fatty acid, U - unsaturated fatty acid.

Ak sa pri preesterifikácii odstráni jedna alebo viac zložiek z homogénnej fázy, zmení sa jej zloženie a začne sa ustalovať nový rovnovážny stav, zodpovedajúci zmenenému zloženiu mastných kyselín (posun rovnováhy v smere regenerácie odstraňovanej zložky) [2,14]. Na tomto princípe je založená riadená preesterifikácia, pri ktorej sa po dosiahnutí rovnovážneho stavu zámerným znížením teploty randomizovanej zmesi vylúčia triacylglyceroly s najvyššou teplotou topenia. Ide o selektívnu kryštalizáciu na odstránenie trinasýtených foriem triacylglycerolov z randomizovanej zmesi tukov za súčasného zvýšenia obsahu trinenasýtených foriem triacylglycerolov [15]. Riadenou preesterifikáciou môžeme pripraviť aj tuk s vyšším obsahom trinasýtených foriem TAG, charakterizovaný vyššou plasticitou a tuhšou konzistenciou.

Mechanizmu preesterifikácie sa venoval Sreenivasan [16], ktorý načrtol dva odlišné mechanizmy esterovej výmeny s bázičným katalyzátorom ( $\text{CHO}_3\text{Na}$ ) publikované Weisom [17] a Coenenom [18]. Jeden reakčný mechanizmus predpokladá tvorbu enolátového iónu ako intermediátu intra-

a interesterifikácie, pôsobením  $\text{CH}_3\text{ONa}$  ako katalyzátora [17] a druhý vznik adičného (reakčného) komplexu iniciátora s karboxylovou skupinou molekuly triacylglycerolu [18]. Mechanizmom intramolekulovej transesterifikácie rastlinných olejov a živočíšnych tukov s ohľadom na teóriu multiplicity heterogénnej katalýzy sa zaoberala vo svojej práci Šalidzanova [19]. Kinetiku a reakčný mechanizmus transesterifikácie metylesteru kyseliny myristovej a sekundárneho butylpalmitátu s použitím  $\text{Na}$  a zliatiny  $\text{NaK}$  študovali Jordan de Urries a Martinez Utrilla [20]. Hinnekens a Vandegans [21] si pre štúdium kinetiky a reakčného mechanizmu interesterifikácie triacylglycerolov vybrali ako model triacetín a tributyrín.

### Chemické katalyzátory

Chemická preesterifikácia, ktorá môže prebiehať bez prítomnosti katalyzátora iba pri teplotách  $300^\circ\text{C}$  a vyššie, prebieha pri nižších teplotách len v prítomnosti katalyzátorov kyslých alebo bázických.

Z kyslých katalyzátorov boli pre proces preesterifikácie použité metanolickejší roztok  $\text{BF}_3$  [22], ďalej kyselina p-toluénsulfonová s  $\text{ZnCl}_2$  [23,24],  $\text{H}_2\text{SO}_4$  [25] alebo Lewisove kyseliny -  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{SnCl}_2$  [24,26]. Keďže kyslé katalyzátory majú pomerne malú aktivitu, proces preesterifikácie prebieha až pri teplote  $180 - 220^\circ\text{C}$  [26].

Vhodnejšie preesterifikačné katalyzátory sú preto bázické katalyzátory, a z nich najčastejšie používané sú alkoholáty sodíka, etanolát sodný [27] a najmä metanolát sodný [5,28,29,30]. Pri použití  $\text{CH}_3\text{ONa}$  ako preesterifikačného katalyzátora prebieha reakcia pri teplote  $70 - 90^\circ\text{C}$  a koncentrácii katalyzátora 0,5 % už za 30 min [5]. Jeho nevýhodou je tvorba metylesterov, spôsobujúcich straty mastných kyselín triacylglycerolov a jeho hydrolýza v prítomnosti už aj vzdušnej vlhkosti. Ako najlacnejší bázický katalyzátor sa používa  $\text{NaOH}$  ako bezvodý metanolickejší roztok [31] alebo v kombinácii s glycerolom [32] a v kombinácii s glycerolom a vodou v pomere 1:2:3 [16]. Tento katalyzátor si však, v porovnaní s metoxidom, vyžaduje vyššiu teplotu okolo  $120^\circ\text{C}$ . Jeho ďalšou nevýhodou za prítomnosti vody sú straty neutrálneho oleja spôsobené hydrolýzou tuku a tvorbou mydla. Zmes  $\text{NaOH}$  s kremelinou v pomere 2:1 rozprášená kvapalným dusíkom sa pokladá za účinný katalyzátor aj pri nízkych teplotách, pričom sa znižuje aj tvorba mydla [33]. Jeromin a kol. [34] použili pri preesterifikácii kokosového oleja

ako katalyzátory  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  a  $\text{NaHCO}_3$ . Katzer a kol. [35] uskutočnili preesterifikáciu repkového, palmového a rybieho oleja so slnečnicovým alebo sójovým olejom pri  $130^\circ\text{C}$  s glycerolátom sodným ako katalyzátorom. Jedným z najčastejšie používaných alkalických kovov je sodík, ktorý je dostatočne aktívny pri  $120^\circ\text{C}$ . Je katalyticky účinný vo forme jemnej disperzie roztaveného kovu v reakčnej zmesi, získanej intenzívnym miešaním, alebo dávkovaním vo forme suspenzie tuku a v rozpúšťadle, napr. v xyléne, toluéne a pod. [36]. Guerri a kol. [37] uskutočnili randomizáciu kakaového masla použitím zliatiny NaK v xyléne, kým Amat Guerri a Cosme Jimenez [38] použili tento katalyzátor v toluéne. Okrem alkalických kovov môžu reakciu preesterifikácie katalyzovať aj iné kovy. Peterson a Scarrah [39] vyskúšali ako transesterifikačné katalyzátory kovy Zn, Cu, Sn, Pb, oxidy  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ , ako aj zmesi týchto oxidov s  $\text{CaO}$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{NaAlO}_2$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  i  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  v rôznych pomeroch. Za najúčinnější katalyzátor autori považujú zmes  $\text{CaO}$  s  $\text{MgO}$ . Savelev a kol. [40] publikovali výsledky prác týkajúcich sa preesterifikačnej aktivity katalyzátorov na báze stearátu Ni. Zaujímavá je práca Stavitskej a kol. [41], ktorí sledovali katalytickú aktivitu rôznych typov organických katalyzátorov (napr. typu DOV-108 v Na modifikácii) kombinovaných s imobilizovaným glycerolom.

Okrem použitia chemických katalyzátorov je možné uskutočniť reakciu preesterifikácie za prítomnosti enzýmov - lipáz. O možnosti využitia lipáz, ako katalyzátorov preesterifikácie triacylglycerolov prírodných tukov a olejov, sa diskutovalo v predchádzajúcom článku [42].

### Aplikácia procesu chemickej preesterifikácie

Proces preesterifikácie je zameraný na prípravu rôznych kombinácií tukov a olejov s požadovanými vlastnosťami, ktoré sú vhodné do tukových násad margarínov, o čom svedčia desiatky publikovaných prác a patentov za obdobie posledných dvadsať rokov. Neriadenej preesterifikácii sa podrobili rôzne zmesi rastlinných olejov a živočíšnych tukov napr. sójový olej a hovädzí loj [5], kukuričný olej a bravčová masť [24], repkový olej a bravčová masť [43] alebo sójový olej a bravčová masť [44] s  $\text{CH}_3\text{ONa}$  ako katalyzátorom. Totálne hydrogenované tuky a oleje sú po preesterifikácii s rastlinnými olejmi vhodné pre prípravu margarínov. Príkladom sú tzv. kukuričné margaríny z kukuričného a hydrogenovaného kukuričného ole-

ja [45], margaríny z randomizovaného kokosového oleja s hydrogenovaným repkovým olejom [46], sójového a hydrogenovaného sójového oleja [47], palmového oleja s hydrogenovaným sójovým alebo repkovým olejom [8], alebo margaríny z interesterifikovaných trojzložkových tukových zmesí slnečnicový olej, hydrogenovaná bravčová masť a hovädzí loj [48] alebo margaríny pripravené z 20 - 40 % kvapalnej fázy s obsahom viac ako 40 % polynenasýtených mastných kyselín zo slnečnicového, bavlníkového oleja, z 20 - 60 % tuku s teplotou topenia 40 - 48°C napr. z hydrogenovaného sójového oleja a z 15 - 50 % tuku s teplotou topenia 25 - 40°C napr. z kokosového, palmojadrového tuku [49]. Zo slnečnicového a hydrogenovaného slnečnicového oleja pripravili Pelloso a Kogan [50] margaríny s príjemnou textúrou a vysokým obsahom 32 - 55 % kyseliny linolovej. Podobne aj Dijkshoorn a kol. [7] pripravili randomizáciou 35 - 84 % slnečnicového a 16 - 65 % hydrogenovaného slnečnicového oleja s metoxidom sodným tzv. mäkké margaríny s výbornými organoleptickými vlastnosťami a dobrou roztierateľnosťou. Mali pomerne vysoký obsah kyseliny linolovej, nízky obsah kyseliny palmitovej a stearovej a 0 - 15 % trans-izomérov mastných kyselín. Gavrilidou a Boscou [29,30] pripravili takéto margaríny randomizáciou rafinovaného olivového oleja s tristearínom v pomeroch 80:20 a 75:25.

Holemans a kol. [51] patentovali prípravu dietetických margarínov, obohatených o polynenasýtené mastné kyseliny, randomizáciou tzv. laurových tukov s dlhoreťazcovými nenasýtenými mastnými kyselinami alebo priamou interesterifikáciou kvapalných olejov napr. slnečnicového, saflorového, kukuričného, hroznového oleja, alebo zmesi špeciálnych triacylglycerolov. Palmojadrový a kokosový tuk majú nízku teplotu topenia a úzky rozsah plasticity. Ak sa chcú použiť pre prípravu margarínov, je potrebné obsah triacylglycerolov s tromi molekulami kyseliny laurovej znížiť alebo odstrániť, pretože margaríny s vysokým obsahom takýchto tukov sú veľmi tuhé pri teplote v chladničke a len čiastočne sa topia pri izbovej teplote. Zníženie obsahu trilaurínu sa dá dosiahnuť preesterifikačnou reakciou kokosového tuku s inými olejmi, napr. s palmovým olejom. Takto boli pripravené margaríny, ktoré obsahujú 60 % preesterifikovanej zmesi palmového a kokosového oleja a 40 % iného oleja napr. slnečnicového [16].

Bhattacharyya a kol. [52] pripravili margaríny preesterifikáciou palmového oleja, zmesi palmového oleja so sójovým olejom, palmoleínom a zmesi palmstearínu s kvapalnými olejmi sójovým, repkovým, alebo ryžovým,

ktoré boli o niečo mäkkšie ako mliekárenské maslo, ale boli mu podobné vo vzhľade a roztierateľnosti.

Použitie preesterifikovaných tukov je jednou z možností odstránenia zrnitej textúry v margarínoch pripravených na báze slnečnicového oleja [53].

List a kol. [4] pripravili tukovú zmes pre margaríny s nulovým obsahom trans-izomérov interesterifikáciou zmesi kvapalného sójového oleja a totálne stuženého sójového oleja, katalyzovanou metoxidom sodným. Interesterifikácia nemala nepriaznivý vplyv na chuť. Štúdiom X-ray difrakcie sa dokázal vznik kryštalickej  $\beta'$ -formy, ktorá je žiaduca v produkcii margarínov.

Lo a Handel [5], ktorý uskutočnili preesterifikáciu zmesi 60 % sójového oleja so 40 % hovädzieho loja v prítomnosti  $\text{CH}_3\text{ONa}$ , poukázali na zníženie oxidačnej stability preesterifikovaných tukov. Prídavkom antioxidantov (napr. butylhydroxyanizolu alebo butylhydroxytoluénu) sa dá oxidačná stabilita preesterifikovanej zmesi tukov zlepšiť [29,30,54,55].

Významná je aj aplikácia preesterifikácie pri výrobe bezvodých pokrmových tukov tzv. šorteningov. Pre tieto účely bola najviac študovaná bravčová masť [56,57,58]. Bravčová masť obsahuje vysoký podiel kyseliny palmitovej v polohe sn-2 dinasýtených triacylglycerolov [57]. Randomizáciou bol jej obsah znížený. Plasticita bravčovej masti sa zlepšila, čím sa stala použiteľnejšou pri výrobe šorteningov pre pekársky priemysel [14]. Pokrmové tuky s vysokým obsahom polynenasýtených mastných kyselín a nízkym až nulovým obsahom trans-izomérov je možné získať preesterifikáciou tukových zmesí, pripravených z tvrdých rastlinných tukov (palmový, palmojadrový, kokosový), rastlinných olejov, stužených rastlinných olejov a živočíšnych tukov [2]. Jandacek a Letton [59] pripravili plastické šorteningy z rastlinných olejov a esterov mastných kyselín ( $\text{C}_2$  -  $\text{C}_{10}$ ,  $\text{C}_{20}$  -  $\text{C}_{24}$ ) so sacharózou.

Vzhľadom na vysokú cenu kakaového masla hľadali sa možnosti prípravy tzv. tvrdých masiel alebo syntetických kakaových masiel, nahradzujúcich kakaové maslá v cukrovinkárskych a čokoládových výrobkoch, v priemysle pekárskom, pečivárskom i mliekárskom [60]. Tzv. laurové náhradky kakaového masla boli pripravené interesterifikáciou hydrogenovaných alebo nehydrogenovaných laurových tukov (palmojadrový, kokosový) s inými tukmi [1].

Randomizáciou parciálne hydrogenovaného palmojadrového a palmového oleja (v pomere 8:2) pripravili Lim a Huh [12] produkt, fyzikálnymi vlastnosťami podobný kakaovému maslu. Jeho oxidačnú stabilitu zvýšili



prídavkom 0,02 % tokoferolu a 0,01 % kyseliny citrónovej. Syntetické maslá pre priemysel cukroviniek boli pripravené aj zmiešaním tributyrínu s palmovým olejom, bravčovou masťou, kokosovým a palmojadrovým tukom alebo stuženými olejmi a ich následnou interesterifikáciou [61].

Priamou preesterifikáciou zmesi palmového a bavlníkového oleja (1:1) bol pripravený tukový produkt s vysokým obsahom esenciálnych mastných kyselín, bez prítomnosti trans-izomérov, vhodný pre margaríny a pekárske tuky [62].

Kombináciou riadenej preesterifikácie a rozpúšťadlovej frakcionácie palmového oleja sa získa tzv. palmstearín, ktorý môže byť použitý ako náhradka kakaového masla alebo ako tuková ná sada pre produkciu margarínov a šorteningov a tzv. oleín, vhodný ako fritovací olej [63].

Pre prípravu plastických tukov uskutočnili Chakrabarty a kol. [64] riadenú preesterifikáciu bavlníkového a parciálne hydrogenovaného bavlníkového oleja v rôznych rozpúšťadlách ako n-hexán, benzén,  $\text{CCl}_4$ , acetón.

## Záver

Proces preesterifikácie prírodných tukov a olejov umožňuje využiť i také tuky a oleje, ktoré by boli v potravinárskom priemysle, vzhľadom na ich fyzikálne alebo nutričné vlastnosti, využiteľné len v obmedzenej miere (napr. hovädzí a baraní loj, bravčová masť, totálne stužené tuky a pod.). Výhodou preesterifikácie je, že v tomto procese nedochádza ku tvorbe polohových ani geometrických trans-izomérov nenasýtených mastných kyselín, ako pri parciálnej katalytickej hydrogenácii. Za predpokladu splnených akostných parametrov vstupných surovín si v priemyselnej praxi stačí všímať len pracovnú teplotu, čas trvania a účinnosť miešania pri procese interesterifikácie. Procesom preesterifikácie môžeme takto modifikovať prírodné tuky a oleje za účelom získania tukov s požadovanými chemickými, fyzikálnymi a biologickými vlastnosťami, ktoré sú vhodné pre rôzne potravinárske výrobky.

## Literatúra

1. HUSTED, H.H.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 53, 1976, č.6, s.390.
2. POKORNÝ, M. a kol.: Technologie tuků. Praha, SNTL 1986, s.452.
3. LANNING, S.J.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 62, 1985, č.2, s.400.
4. LIST, G.R. a kol.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 54, 1977, č.10, s.408.
5. LO, Y.M. - HANDEL, A.P.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 60, 1983, č.4, s.815.
6. SCHMIDT, W.J. a kol.: United States Patent US 4 510 167, 1985.
7. DIJKSHOORN, W. a kol.: European Patent EP 0 109 721 B1, 1987.
8. HELME, J.P.: Rev. Fr. Corps Gras, 35, 1988, č.8-9, s.335.
9. ONG, T.L.: Fette Seifen Anstrichm., 77, 1975, č.9, s.334.
10. JAKUBOV, M.K.: Sowiet Union Patent SU 246 307, 1977.
11. PAULICKA, F.R.: Manufactur. Confectioner, 61, 1981, č.6, s.59.
12. LIM, Y.T. - HUH, D.S.: Annual Rep., Nation. Industr. Res. Institute, Korea, 38, 1988, s.171.
13. PIERCE, J.H. - TALBOT, G.: Great Britain Patent, UK Patent GB 2 205 106 A, 1988.
14. SWERN, D.: Bailey's Industrial Oil and Fats Products, 2, 1982, s.97.
15. KOMAN, V.: Štruktúry lipidov. Bratislava, Veda SAV 1986, s.192.
16. SREENIVASAN, B.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 55, 1978, č.11, s.796.
17. WEISS, T.J. - JACOBSON, G.A. - WIEDERMANN, J.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 38, 1961, s.396.
18. COENEN, J.W.E.: Rev Fr. Corps Gras, 21, 1974, s.403.
19. ŠALIDŽANOVA, V.Š.: IVUZ, Pišče v. Technol., č.2, 1983, s.116.
20. JORDAN de URRIES, M.P. - MARTINEZ UTRILLA, R.: Grasas y Aceites, 21, 1970, č.21, s.281.
21. HINNEKENS, H. - VANDEGAS, J.: Rev. Fr. Corps Gras, 24, 1977, č.5, s.249.
22. HOJEROVÁ, J. - KOMAN, V.: Sborník přednášek z XXII.semináře z technologie a analytiky tuků. Břísko 1983, s.35.
23. ERCIYES, A.T. - DANIK, L. - KABASAKAL, O.S.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 68, 1991, č.9, s.639.
24. FULS, J. - HUGO, F.J.C.: Third Int. Confer. Energy Use Manage. Berlin 1981. Pergamon Press 1981, s.1595.
25. PERKEL, R.L. a kol.: Masložir. Promysl., 9, 1982, s.30.
26. ABDURACHIMOV, S.A. - MIRCHALIKOV, T.T. - AMCHMUDOV, U.A.: IVUZ, Pišče v. Technol., č.4, 1987, s.107-108.
27. BOOTHBY, L.: Food Manufacture, 52, 1981, č.7, s.27.
28. CHACON, O.O.: J. Food Sci., 50, 1985, č.6, s.1770.
29. GAVRILIDOU, V. - BOSCOU, D.: Dev. Food Sci., 24, 1990, s.873.
30. GAVRILIDOU, V. - BOSCOU, D.: Internat. J. Food Sci. Technol., 26, 1991, č.5, s.451.
31. AKOH, C.C. - SWANSON, B.G.: J. Food Proces. Preserv., 12, 1988, č.2, s.139.
32. JAKUBOVSKI, A.: Rev. Fr. Corps Gras, 18, 1971, č.7, s.429.
33. ITO, M. - TAKI, O.: Japan Kokai, 77, 105, 912 (Cl.C11 B3/10), 1977, s.4.
34. JEROMIN, L. - PEUKERT, E. - WOLLMANN, G.: Ger. Offen. DE 3, 515, 403 (Cl.C07 C69/24), 1986, s.16.
35. KATZER, A. - STRECKER, L. - FAL, U.: Tuszcze Jadalne, 18, 1974, č.4, s.165.
36. AMAT GUERRI, F. - COSME JIMENEZ, J.L.: Grasas y Aceites, 31, 1980, č.4, s.261.
37. AMAT GUERRI, F. - URTILLA MARTINEZ, R. - MARTIN, D.: Grasas y Aceites, 22, 1971, č.6, s.443.
38. AMAT GUERRI, F. - COSME JIMENEZ, J.L.: Grasas y Aceites, 25, 1974, č.2, s.83.
39. PETERSON, G.R. - SCARRAH, W.P.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 61, 1984, s.1593.
40. SAVELEV, S.R. a kol.: Žurnal Org. Chimii., 25, 1989, č.2, s.283.
41. STAVITSKAJA, S.S. - TARKOVSKAJA, I.A. - KUZNECOVA, I.R.: Ukr. Chim. Žur., 56, 1990, č.6, s.586.

42. HURTOVÁ, S. - ZEMANOVIČ, J. - SCHMIDT, Š.: Bulletin PV., 32(12), č.1, s.81.
43. ELEFThERIADES, P. a kol.: Olaj Szappan Kozmetika, 29, 1980, č.4, s.120.
44. ELEFThERIADES, P. a kol.: Olaj Szappan Kozmetika, 29, 1980, č.1, s.11.
45. STROCCHI, A.: J. Food Sci., 47, 1982, č.1, s.36.
46. BENGtSSON, L.S.R.: United States Patent US 3 991 088, 1976.
47. YARON, A. a kol.: Fette Seifen Anstrichm., 75, 1973, č.9, s.533.
48. CHOBANOVA, R.: Chranitel. Prom., 28, 1979, č.6, s.29.
49. Unil.Ltd.: Great Britain Patent, GB 1 253 123, 1971.
50. PELLOSO, T.A. - KOGAN, L.: United States Patent US 4 316 919, 1982.
51. HOLEMANS, P.M.J. a kol.: United States Patent US 4 791 000, 1988.
52. BHATTACHARYYA, D.K. a kol.: Oleagineux, 42, 1987, č.6, s.253.
53. FREIER, B. a kol.: Ind. Aliment., 24, 1973, č.11, s.604.
54. LAU, F.Y. - HAMMOND, E.G. - ROSS, P.F.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 59, 1982, č.10, s.407.
55. GEORGE, G. - SEN, D.P.: Fette Seifen Anstrichm., 87, 1985, č.3, s.99.
56. HOERR, C.W. - WAUGH, D.F.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 32, 1955, č.1, s.37.
57. HAWLEY, H.K. - HOLMAN, C.W.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 33, 1956, č.1, s.29.
58. LUTTON, E.S. - MALLERY, M.F. - BURGERS, J.: J. Amer. Oil Chem. Soc., 39, 1962, č.5, s.233.
59. JANDACEK, R.J. - LETTON, J.C.: United States Patent US 4 797 300, 1989.
60. Anon, J.: Amer. Oil Chem. Soc, 61, 1984, č.3, s.468.
61. Nippon Oils and Fats Co.Ltd., Jap. Patent 34 935/72, 1972.
62. ADHIKARI, S. a kol.: Fette Seifen Anstrichm., 84, 1982, č.5, s.185.
63. LEE, J.T. - CHANG, S.C. - LIU, T. Y.: Research Report, Food Ind. Res. Develop.Inst., 1982, E-58, s.18.
64. CHAKRABARTY, M.M. - GAYER, A.K. - CHAKRABARTY, M.K.: Fette Seifen Anstrichm., 81, 1979, č.6, s.233.

Do redakcie došlo 12.7.1993.

## Modification of triacylglycerols by the proces of chemical preesterification

### Summary

The survey is concerned with the possibilities of utilization of chemical preesterification process of eatable fats and oils triacylglycerols. Structure change of triacylglycerol molecules modifies characteristics of nature fats and oils that allows their various utilization in different food products. Chemism of preesterification reaction, catalyzators effect and especially applicational possibilities of prepared fats with required utility characteristics are discussed.