

Priprema i ispitivanje fizikalnih i kemijskih svojstava margarina[†]

KUI – 3/2012
Prispjelo 23. kolovoza 2011.
Prihvaćeno 24. listopada 2011.

Z. Weihnacht, S. Rupčić Petelinc* i S. Habazin

Prirodoslovna škola Vladimira Preloga,
Ulica grada Vukovara 269, 10 000 Zagreb

Prehrana je jedna od najosnovnijih potreba ljudskog organizma. Njome se osigurava unošenje tvari nužnih za održavanje organizma na životu, njegov rast i pravilan razvoj. U prehranbenoj piramidi masti su, uz ugljikohidrate, na samome vrhu. Izvor masti u ljudskoj prehrani je i margarin. Margarin se sastoji od najmanje 82 % biljne masti i 16 % vode. Ostatak čine lecitin, šećeri, sol, boje i vitamini.

Postupak proizvodnje sastoji se od hidrogeniranja biljne masti, sastavljanja margarinske smjese, emulgiranja, kristaliziranja i pakiranja.

Cilj ovog rada je pokazati da se margarin može pripraviti u školskom laboratoriju pri uvjetima koji su za takav laboratorij primjenjivi. Što znači sljedeće:

- Provesti reakciju hidrogeniranja sojina i palmina ulja radi dobivanja biljne masti, koja je osnovna sirovina za margarin, u školskom laboratoriju pri normalnom tlaku i pri povišenoj temperaturi uz nikal kao katalizator tj. bez uporabe autoklava. Tijekom pripreme margarina pomno je praćena reakcija hidrogeniranja ulja metodom određivanja jednog broja.
- Pripremiti margarin iz dobivene biljne masti.
- Odrediti i usporediti odabrana fizikalna i kemijska svojstva dobivenog produkta sa svojstvima nekoliko vrsta margarina dostupnih na našem tržištu. Određivana su sljedeća svojstva:
 - talište, kako bi se dobio uvid u sastav masne faze i prikladnost margarina za prehranu,
 - kiselinski broj, kao pokazatelj količine slobodnih masnih kiselina koje utječu na okus,
 - peroksidni broj, radi uvida u oksidacijsku stabilnost masti.

Ovim radom pokazano je da je moguće u školskom laboratoriju provesti proces hidrogeniranja biljnih ulja u svrhu dobivanja biljnih masti koje su osnovne komponente za pripremu margarina. Za razliku od industrijskog procesa hidrogeniranja koji se provodi pod tlakom od 0,36 do 2 atm i traje oko dva sata, naša reakcija koja je provedena pri atmosferskom tlaku, ali s većom količinom katalizatora, trajala je šest sati za sojino, odnosno četiri sata za palmino ulje. Iz dobivene biljne masti uz dodatak vode, kuhinjske soli, lecitina i čistog sojina ulja pripremili smo margarin, također bez potpune i detaljne simulacije industrijskog procesa upotrebljavajući lako dostupne sirovine i opremu koja se može naći u svakom laboratoriju.

Ključne riječi: *Priprema margarina u školskom laboratoriju, hidrogeniranje ulja, fizikalni i kemijski pokazatelji kvalitete margarina*

Uvod

Prehrana čovjeka i značenje masti u njoj

Prehrana je jedna od najosnovnijih potreba ljudskog organizma. Njome se osigurava unošenje tvari nužnih za održavanje organizma na životu, njegov rast i pravilan razvoj. Takve tvari nazivamo nutrijentima, a dijelimo ih na makronutrijente, koji su živom organizmu potrebni u većim količinama i mikronutrijente, koji su potrebni u mnogo manjim količinama, tragovima. U makronutrijente ubrajamo uglji-

kohidrate, vlakna, vodu, proteine i masti. Mikronutrijenti su vitamini i minerali. Prehrana čovjeka pregledno se može prikazati prehranbenom piramidom (slika 1) iz koje su vidljive preporučene količine raznovrsne hrane koju bi trebalo konzumirati radi održavanja zdrave i ujednačene prehrane.

U prehranbenoj piramidi masti su, uz ugljikohidrate, na samome vrhu, što znači da ih je organizmu potrebno najmanje. No to ne znači da unos masti treba biti neredovit ili premalen jer masti su čovječjem organizmu nužne za očuvanje zdrave kože i kose, normalnog rada stanica kao i za skladištenje energije. Izvor masti u ljudskoj prehrani je i margarin.

Povijesni pregled proizvodnje margarina

Pojam "margarin" nije izmišljen niti stvoren kao trgovački naziv, već je vezan uz otkriće margarinske kiseline. Michel

* Autor za dopisivanje: Sonja Rupčić Petelinc,
e-pošta: sonja.petelinc@vip.hr

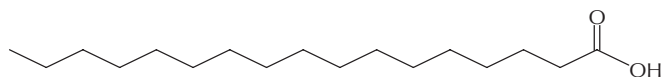
[†]Rad je samostalni učenički rad pripremljen za Državno natjecanje iz kemije. Rezultati rada djelomično su prikazani na XXII. hrvatskom skupu kemičara i kemijskih inženjera, a također i u popularizacijskom članku u časopisu *Priroda*.



Slika 1 – Prehrambena piramida

Fig. 1 – Food Pyramid

Eugène Chevreul je 1813. godine izolirao tvar za koju je pogrešno pretpostavio da se radi o čistom spoju kemijske formule $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{15}\text{COOH}$. Tom je spoju dao ime margarina kiselina. U to je vrijeme margarina kiselina, uz oleinsku i stearinsku, smatrana jednom od triju osnovnih kiselina koje tvore životinjske masti. Wilhelm Heinrich Heintz 1853. je godine dokazao da uzorak s kojim je radio Chevreul nije bio margarina kiselina, nego smjesa stearinske i palmitinske kiseline. Danas se zna da je margarina kiselina zasićena masna kiselina sa 17 ugljikovih atoma (slika 2).



Slika 2 – Struktura margarine kiseline

Fig. 2 – Structure of margaric acid

Godine 1869. francuski car Louis Napoleon III. ponudio je nagradu onome tko pronade zadovoljavajuću zamjenu za maslac, a prikladnu za prehranu vojske i siromašnijeg građanstva. U tome je uspio francuski kemičar Hippolyte Mège-Mouriés dajući svom proizvodu naziv oleomargarin, koji se u svom skraćenom obliku, margarin, zadržao do danas. Proizvodnja oleomargarina provodila se iz biljne masti koja se miješala s butirinom, izomernim esterom glicerola i maslačne kiseline prisutnim u maslacu, i vodom dajući tako proizvod po svojstvima sličan maslacu. Bilo da je taj novi prehrambeni proizvod bio prodavan pod nazivom margarin ili nekim drugim upotrebljavanim u to doba, nedvojbeno je da je potaknuo zanimanje za surogatima maslaca i osigurao im značajno mjesto na tadašnjem svjetskom tržištu hrane.

Od toga vremena u industriji margarina javio se niz poboljšanja samog proizvoda i njegove proizvodnje. Međutim u mnogim državama mliječna je industrija željela izbaciti margarin s tržišta smatrajući da ugrožava njihovu egzistenciju i predstavlja vrlo jaku konkurenciju maslacu koji je u to vrijeme još bio nezaobilazan i najvažniji takav proizvod.

Moderni trendovi u proizvodnji margarina

Suvremena prehrambena industrija proizvodi margarin iz niza biljnih ili životinjskih masti uz dodatak mlijeka, vode, različitih emulgatora i drugih aditiva. Margarin dobiven iz

biljnih masti je za današnje svjetsko tržište hrane najznačajniji jer ga mogu konzumirati i osobe koje iz osobnih uvjerenja ne jedu namirnice životinjskog porijekla ili im pak to vjera zabranjuje.

U tehnologiji margarina danas se razlikuju tri tipa tog proizvoda. To su:

- delikatesni, proizveden od prvoklasnih masti,
- stolni (kulinarski), proizveden s određenim udjelom manje kvalitetnih masti,
- specijalni margarini, proizvedeni s točno definiranim svojstvima i za usko područje upotrebe prema željama kupca.

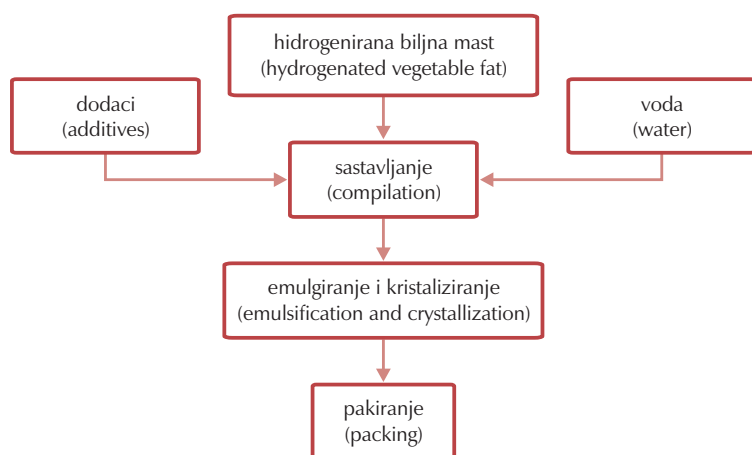
Osamdesetih godina 20. stoljeća objavljeno je nekoliko znanstvenih radova koji su se bavili problematikom velikog povećanja broja oboljelih od bolesti krvožilnog sustava a povezani su s prevelikim unosom trans-nezasićenih masnih kiselina u organizam. Danas se pouzdano zna da takve masne kiseline nastaju pri djelomičnom hidrogeniranju jestivih ulja radi proizvodnje biljnih masti iz kojih se izrađuje i margarin. Najnovije studije pretpostavljaju da upravo nemogućnost enzima lipaze da razgradi masne kiseline trans-konfiguracije dovodi do dugotrajnog zaostajanja tih masti u krvotoku i do njihova taloženja na stijenke krvnih žila. Iz tog se razloga trendu smanjivanja udjela trans-nezasićenih masnih kiselina u margarinu i u biljnim mastima iz kojih se on dobiva danas pridaje najveća pažnja.

Cilj rada

Margarin se sastoji od najmanje 82 % biljne masti i 16 % vode. Ostatak čine lecitin, šećeri, sol, boje i vitamini. Postupak proizvodnje sastoji se od hidrogeniranja biljne masti, sastavljanja margarine smjese, emulgiranja, kristaliziranja i pakiranja (slika 3).

Cilj ovog rada je pokazati da se margarin može pripremiti u školskom laboratoriju pri uvjetima koji su za takav laboratorij primjenjivi. Što znači sljedeće:

- provesti reakciju hidrogeniranja sojina i palmira ulja radi dobivanja biljne masti, koja je osnovna sirovina za margarin, u školskom laboratoriju pri normalnom tlaku i pri povišenoj temperaturi uz nikal kao katalizator tj. bez uporabe autoklava,
- priprema margarina iz dobivene biljne masti,



Slika 3 – Shematski prikaz proizvodnje margarina

Fig. 3 – Schematic representation of margarine production

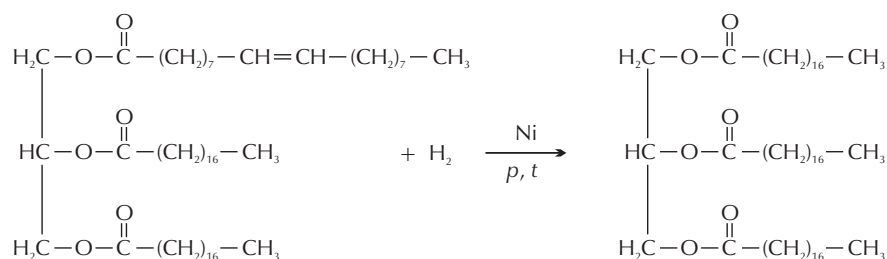
c) određivanje i usporedba odabranih fizikalnih i kemijskih svojstava dobivenog produkta sa svojstvima nekoliko vrsta margarina dostupnih na našem tržištu.

Reakcija adicije vodika – hidrogeniranje

Poznato je da se vodik u prisutnosti posebno pripremljenih katalizatora (nikal, paladij, platina) može vezati na dvostruke, π -veze, pri čemu dolazi do adicije vodika. Taj proces naziva se katalitičko hidrogeniranje. Primjenjuje se za hidrogeniranje spojeva u plinovitom agregacijskom stanju kada se oni pomiješaju s vodikom i prevode preko katalizatora te u krutom ili tekućem agregacijskom stanju kada se njihove otopine u inertnom otapalu mučkaju zajedno s katalizatorom u struji vodika. Reakcije hidrogeniranja najčešće se provode pri povišenoj temperaturi i tlaku iako to nije nužno ako je katalizator vrlo aktivan. Spomenuti postupci imaju veliku vrijednost za analitičke i preparativne svrhe bilo u industriji bilo u laboratoriju.

Hidrogeniranje ulja

Ako kao primjer hidrogeniranja, koji je za ovaj rad najzanimljiviji, uzmemo hidrogeniranje jestivih ulja, tada promatramo proces koji se provodi prevođenjem struje vodika kroz ulje zagrijano na oko 190 °C pri povišenom tlaku od približno 0,36 atm uz katalizator. Pritom se hidrogeniraju dvostruke veze glicerida koji sadrže oleinsku, linolnu i lino-lensku kiselinu (slika 4), te se kao konačan produkt dobiva biljna mast.



Slika 4 – Reakcija hidrogeniranja glicerida

Fig. 4 – Reaction of hydrogenation of glycerides

Hidrogeniranje ulja je heterogena kataliza jer u reakciji sudjeluju tekuća mast, plinoviti vodik i kruti katalizator. Zbog posebnog načina pripreme, nikel koji se upotrebljava kao katalizator ima veliku površinsku aktivnost. Sam mehanizam hidrogeniranja masti sastoji se od sljedećih faza:

- otapanje vodika u masti,
- adsorpcija vodika na katalizator,
- adsorpcija masti dvostrukom vezom na katalizator, uz nastajanje kompleksa masti i katalizatora,
- reagiranje nastalog kompleksa s adsorbiranim vodikom, pri čemu se zasićuje dvostruka veza a dio površine nikla koji je dotad bio zauzet adsorbiranom molekulom vodika oslobađa se za prihvatanje nove molekule vodika,
- desorpcija hidrogenirane masti nakon čega je katalizator spreman primiti nove molekule reaktanta.

Uz kontroliranje količine dodanog vodika može se dobiti proizvod bilo koje konzistencije.

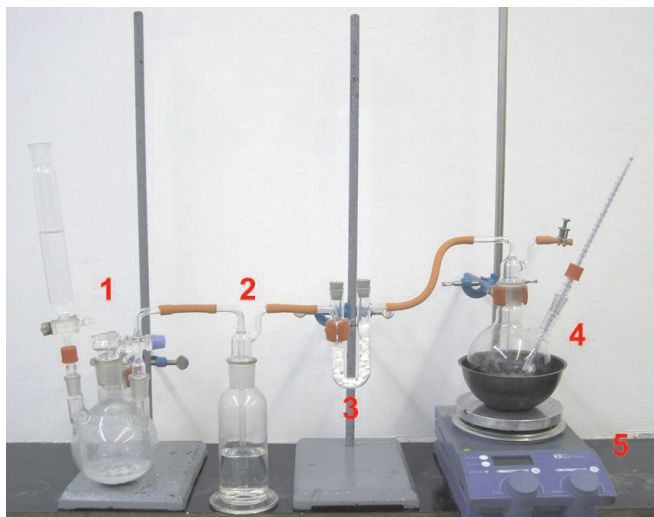
Postupak proizvodnje margarina

Izbor sirovina

Margarin je emulzija masti i vode ili mlijeka. Mora imati svojstva bliska maslacu, mora biti plastičan, homogen, lako topljiv u ustima te ugodnog okusa i mirisa. Kako je pravilan izbor masti za dobivanje margarina presudan u procesu, to će ovdje biti detaljnije opisan i obrazložen izbor pojedinih masnih sirovina.

Margarin je grubo disperzni sustav. Promjer kapljica vode u tom sustavu iznosi i do 5 μm . Takvi su sustavi nestabilni. Da bi se postigla stabilnost emulzije, margarinu se dodaju emulgatori tj. molekule koje imaju izražen i hidrofilni (skupinu OH) i hidrofobni dio pa oko kapljica vode čine omotač i sprječavaju njihovo međusobno povezivanje. Kao emulgator upotrebljava se lecitin koji se dobiva iz soje ili žumanjka jajeta, a u promet dolazi liofiliziran ili u obliku koncentrata.

Tališta masti (t_f) koje se upotrebljavaju moraju biti niža od normalne tjelesne temperature čovjeka. Na ovo svojstvo nepovoljno utječe izbor makar i jedne komponente višeg tališta. Najbolji margarini imaju talište 28 – 32 °C a tališta pojedinih komponenata ne prelaze 36 °C. Kao krute masti upotrebljavaju se hidrogenirane masti palme, suncokreta i pamuka a poželjno je da se sastavlja više vrsta različitih ta-



Slika 5 – Aparatura za hidrogeniranje: 1) generator vodika, 2) spirala s NaOH(aq), 3) U-cijev s CaCl₂(s), 4) reakcijska tikvica, 5) magnetska miješalica

Fig. 5 – Apparatus for hydrogenation: 1) hydrogen generator, 2) washing tube with NaOH(aq), 3) U-tube with CaCl₂(s), 4) reaction flask, 5) magnetic stirrer

lišta. Od tekućih ulja dolaze u obzir sojino, kikirikijevo, pamukovo i ulje koštica bundeve. Sva ona moraju biti dobro rafinirana.

Nadalje, od ostalih sirovina treba izdvojiti vodu i mlijeko, ako se ono dodaje umjesto vode, koji moraju u pogledu kemijske i mikrobiološke ispravnosti udovoljavati svim uobičajenim standardima. Za poboljšanje okusa upotrebljavaju se kuhinjska sol, saharoza, maslačna kiselina, ali i razne sintetske arome, dok od bojila valja istaknuti β-karoten, koji je posve potisnuo štetne anilinske boje.

Kao polazne sirovine za dobivanje biljnih masti iz kojih je pripremljen margarin upotrijebljeno je sojino i palmino ulje. Upotrijebljen je industrijski katalizator za hidrogeniranje ulja na bazi nikla "Pricat 9910", koji na tržište dolazi u obliku granula, a proizvodi ga tvrtka "Johnson Matthey Catalysts". Kao izvor potrebnog vodika primijenjena je reakcija cinka s razrijeđenom klorovodičnom kiselinom. Tijek hidrogeniranja praćen je određivanjem jodnog broja a bit će opisan u zasebnom odjeljku.

Za dobivanje margarina u drugoj fazi rada upotrijebljen je lecitin kao emulgator te voda i kuhinjska sol za pripravu vodene faze.

S obzirom na nedostatak autoklava u školskom laboratoriju hidrogeniranje ulja izvedeno je u modificiranoj aparaturi (slika 5). Kao reakcijska posuda upotrijebljena je dvogrla tikvica okruglog dna s termometrom i nastavkom koji nosi cijevi za dovod i odvod vodika. Za zagrijavanje je služila uljna kupelj smještena na grijaču ploču elektronički kontrolirane magnetske miješalice. Reakcijska smjesa miješana je ovalnim magnetičem za miješanje pokretanim motorom smještenim u miješalici ispod tikvice.

Praćenje tijeka hidrogeniranja

Kako bi se hidrogeniranjem ulja dobila mast željene kakvoće, potrebno je analitičkim metodama pratiti tijek reakci-



Slika 6 – Tikvice s uzorcima tijekom određivanja jodnog broja (A) i nakon titracije (B)

Fig. 6 – Flasks containing samples during iodine value determination (A) and after titration (B)

je. Tijek reakcije praćen je određivanjem jodnog broja i vizualnim ispitivanjem konzistencije produkta u razmacima od jednog sata.

Odjeljivanje katalizatora nakon hidrogeniranja

Katalizator je nakon hidrogeniranja odijeljen od masti vakuumskom filtracijom kroz lijevak sa sinteriranim dnom koji je zagrijavan u električnoj grijalici.

Pripravljanje smjese i emulgiranje

Margarinska se smjesa sastoji od masne i vodene faze. Prema tome, faze se pripremaju odvojeno. Kod emulgiranja smjese nastoji se da voda bude što finije dispergirana uz dodatak odgovarajućeg emulgatora. Za temeljito emulgiranje, homogeniziranje, služe rotirajući emulzori, pri čemu se masna faza rasprskava a voda u njoj fino dispergira.

U ovom radu kao metoda pri pripremi margarina primijenjena je homogenizacija miješalicom brzinom vrtnje od 16 000 okretaja u minuti, uz hlađenje u ledenoj kupelji. Pri spravljanju i miješanju vodene i masne faze upotrijebljena je magnetska miješalica s grijačom pločom.

Hlađenje i kristalizacija smjese

Pravilan način hlađenja i kristalizacije važan je za postizanje dobrih svojstava plastičnosti margarina. Prvotno se kristalizacija margarina postizala miješanjem margarinske emulzije s ledom, no od toga se brzo odustalo zbog poteškoća u kasnijem odstranjivanju vode. U industriji se kristalizacija vrši u cijevnim hladionicima. To su cijevi s dvostrukim stijenkama između kojih se nalazi rashladno sredstvo (tekući amonijak ili freon) dok je unutar cijevi smještena osovina s noževima za struganje skrnutog materijala. Emulzija ulazi u cijev gdje se pothlađuje, a mnogobrojni fini kristali koji pritom nastaju služe kao centri kristalizacije.

Nakon što su faze dobro pomiješane, smjesa je homogenizirana (slika 7) miješalicom, homogenizatorom, u trajanju od 10 min. Nakon toga je čaša sa smjesom prebačena u ledenu kupelj (led i kuhinjska sol) i miješanje je nastavljeno

pri manjoj brzini u trajanju od 30 min (slika 8). To je razdoblje dostatno da emulzija kristalizira. Gotov margarin (slika 9) izvađen je iz čaše i spremljen u posudicu te čuvan u hladnjaku za daljnju analizu.



Slika 7 – Homogeniziranje
Fig. 7 – Homogenization



Slika 8 – Miješanje
Fig. 8 – Mixing



Slika 9 – Pripravljeni margarin
Fig. 9 – Prepared margarine

Ispitivanje kvalitete margarina

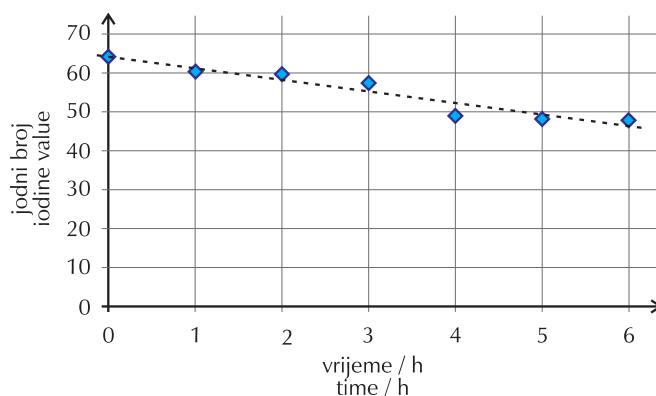
Već je objašnjeno da je jedan od ciljeva ovog rada i usporedba kvalitete pripravljenog margarina s kvalitetom margarina koji se mogu kupiti na domaćem tržištu. Valja napomenuti kako je pri ispitivanju kakvoće margarina vrlo važna i senzorska analiza, no nju može provesti samo posebno educiran stručnjak. Određivana su sljedeća svojstva:

- talište, t_f , kako bi se dobio uvid u sastav masne faze i prikladnost margarina za prehranu,
- kiselinski broj, kao pokazatelj količine slobodnih masnih kiselina (SMK), koje utječu na okus,
- peroksidni broj, PB, radi uvida u oksidacijsku stabilnost masti. Peroksidni broj izražen je kao množina peroksida po masi uzorka: $PB = n(O_2) / m$

Rezultati i rasprava

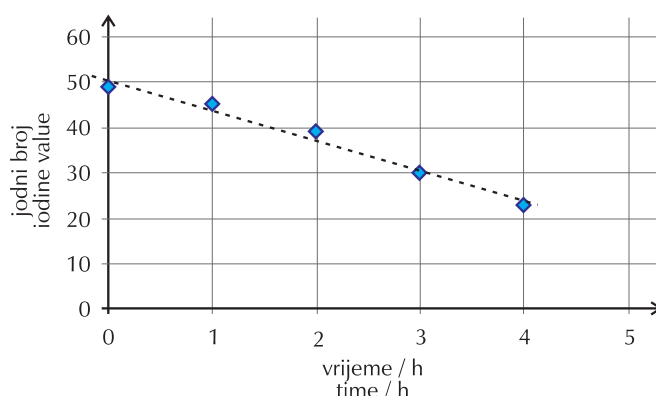
Praćenje reakcije hidrogeniranja ulja

Uzorci za određivanje jodnog broja uzimani su u razmacima od jednog sata a za svaki od njih načinjeno je pet titracija. Od dobivenih rezultata uzeta je srednja vrijednost te je načinjen grafički prikaz ovisnosti jodnog broja o trajanju hidrogeniranja (grafikoni 1 i 2).



Grafikon 1 – Ovisnost jodnog broja sojinog ulja o trajanju hidrogeniranja

Graph 1 – Dependence of soybean oil's iodine value on the duration of hydrogenation



Grafikon 2 – Ovisnost jodnog broja palmovog ulja o trajanju hidrogeniranja

Graph 2 – Dependence of palm-oil's iodine value on the duration of hydrogenation

Iz predstavljenih grafičkih prikaza vidljivo je kako se jodni broj ispitivanih ulja smanjuje proporcionalno s trajanjem hidrogeniranja. Odstupanja koja su prisutna posljedica su pogrešaka pri radu i u skladu su s očekivanjima zbog osjetljivosti primijenjene analitičke metode. Također je uočljivo da se jodni broj palmovog ulja smanjuje brže nego jodni broj sojinog ulja. Razlog tomu je nešto veći udjel glicerida sa zasićenim masnim kiselinama u palminom ulju, što ima kao posljedicu bržu hidrogenaciju tj. zasićenje preostalih dvostrukih veza.

Svatom uzetom uzorku je i vizualno utvrđena konzistencija nakon hlađenja kako bi se hidrogeniranje moglo pravodob-

no prekinuti. Tako je utvrđeno da je iz sojina ulja dobivena mast nakon šest sati a iz palminog nakon četiri sata hidrogeniranja.

Određivanje fizikalnih i kemijskih svojstava margarina

Pri određivanju peroksidnog broja i udjela slobodnih masnih kiselina, $w(\text{SMK})$, također je načinjeno po pet titracija za svaki uzorak i uzeta je srednja vrijednost. Jednako je učinjeno i pri određivanju tališta a za svako određivanje uzeta je nova kapilara napunjena uzorkom margarina.

Rezultati dobiveni određivanjem tališta margarina pokazuju da je interval taljenja pripremljenog margarina nešto veći u odnosu na druge margarine. To je u skladu s očekivanjima ako se uzme u obzir da je sastav masne faze kupovnih margarina drugačiji u odnosu na margarin dobiven u školskom laboratoriju. Ipak, određeni interval taljenja još je uvijek u skladu s preporučenim i nije mnogo veći od normalne tjelesne temperature čovjeka, što znači da bi dobiveni margarin imao dobro svojstvo mekšanja u ustima.

Udjel slobodnih masnih kiselina ne prelazi vrijednosti određene za kupovne margarine, što pokazuje da one ne bi imale utjecaja na okus margarina pri njegovoj konzumaciji.

Peroksidni broj je nešto povećan kod pripremljenog margarina, a razlog tomu je povećano izlaganje masti zraku, koje se pri radu u školskom laboratoriju nije moglo izbjeći. Do oksidacijskih promjena u sastavu masti je najvjerojatnije došlo prilikom pripreme masne faze i emulgiranja margarine smjese. U industriji se svi ti procesi obavljaju u atmosferi inertnog plina, pa je tako mogućnost djelovanja kisika iz zraka na mast svedena na minimum.

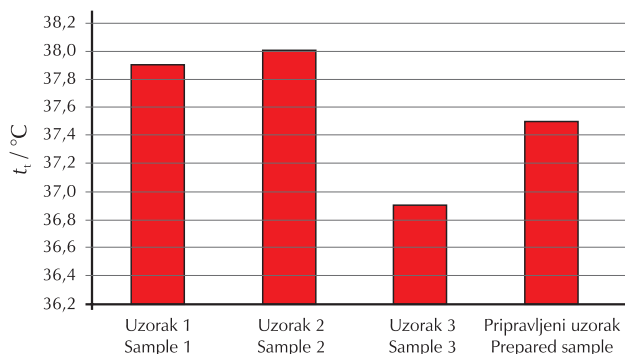
Zaključak

Ovim radom pokazano je da je moguće u školskom laboratoriju provesti proces hidrogeniranja biljnih ulja radi dobivanja biljnih masti koje su osnovne komponente za pripravu margarina. Za razliku od industrijskog procesa hidrogeniranja koji se provodi pod tlakom od 0,36 do 2 atm i traje oko dva sata, naša reakcija koja je provedena pri atmosferskom tlaku, ali s većom količinom katalizatora, trajala je šest sati za sojino, odnosno četiri sata za palmino ulje.

Iz dobivene biljne masti uz dodatak vode, kuhinjske soli, lecitina i čistog sojina ulja pripremili smo margarin, također bez potpune i detaljne simulacije industrijskog procesa upotrebljavajući lako dostupne sirovine i opremu koja se može naći u svakom laboratoriju.

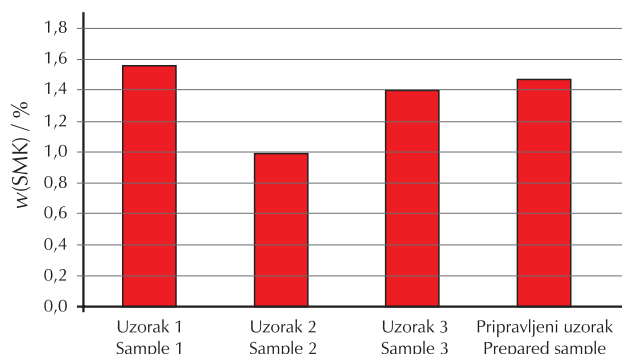
Dobivenom margarinu određeni su talište, udjel slobodnih masnih kiselina i peroksidni broj s ciljevima koji su već obrazloženi prethodno. Nadalje, isti parametri određeni su i uzorcima na domaćem tržištu dostupnog margarina. Preglednosti radi, usporedba izmjerenih vrijednosti načinjena je u tablici 1 te na grafičkim prikazima 3, 4 i 5.

Na kraju, na temelju dobivenih rezultata možemo zaključiti da dobiveni margarin ne zaostaje za onim industrijskim te da ga je uz pažljivu simulaciju i modifikaciju industrijskog procesa te pripremu sirovina moguće uspješno pripremiti i u školskom laboratoriju.



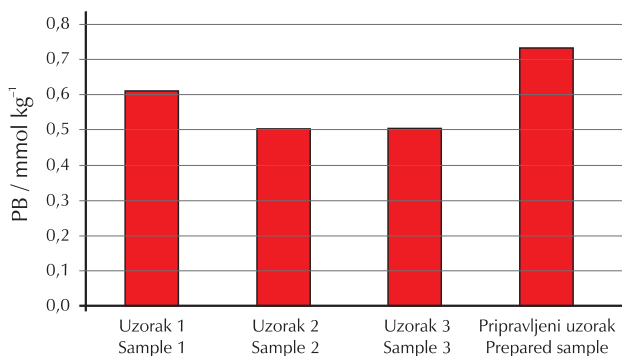
Grafikon 3 – Usporedbe tališta margarina

Graph 3 – Comparison of margarine melting points



Grafikon 4 – Usporedbe masenog udjela slobodnih masnih kiselina u uzorcima margarina

Graph 4 – Comparison of free fatty acid mass fractions in margarine samples



Grafikon 5 – Usporedbe vrijednosti peroksidnog broja uzoraka margarina

Graph 5 – Comparison of peroxide values in margarine samples

Kratice i simboli

Abbreviations and symbols

| | |
|-------|---|
| PB | – peroksidni broj, mmol kg^{-1} – peroxide value, mmol kg^{-1} |
| SMK | – slobodne masne kiseline – free fatty acids |
| t_t | – talište, $^\circ\text{C}$ – melting point, $^\circ\text{C}$ |
| w | – maseni udjel – mass fraction |

Literatura

1. N. Šušterčić, Ispitivanje materijala, Kemijsko tehnološki obrazovni centar, Zagreb, 1979., str. 22–24.
2. D. Rade, Ž. Mokrović, D. Štrucelj, Priručnik za vježbe iz kemije i tehnologije lipida, Durieux, Zagreb, 2001., str. 31–36.
3. E. W. Eckey, Vegetable fats and oils, Reinhold publishing corporation, New York, 1954., str. 61–70.
4. C. R. Noller, Kemija organskih spojeva, Tehnička knjiga, Zagreb, 1968., str. 55, 147, 179–192, 184.
5. D. Swern, Industrijski proizvodi ulja i masti po Baileyu, Nakladni zavod znanje, Zagreb, 1972., str. 12–15, 54–57, 62–63.
6. M. Rac, Ulja i masti, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd, 1964., str. 10–13, 45–48, 89–90, 103–106.

SUMMARY

Preparation and determination of the physical and chemical properties of margarine

Z. Weihnacht, S. Rupčić Petelinc,* and S. Habazin

Nutrition is one of the most basic needs of the human body. It ensures the introduction of substances needed to sustain life of the organism, its growth and proper development. In the food pyramid, fats together with carbohydrates are at the very top. One source of fat in human nutrition is margarine. Margarine comprises at least 82 % vegetable fats and 16 % water. The remainder consists of lecithin, sugar, salt, colours, and vitamins.

The margarine production process involves hydrogenation of vegetable fats, assembling the margarine mixture, emulsifying, crystallization and packing.

The objective of this study was to show that margarine could be prepared in a school laboratory under conditions that are applicable for such laboratory. Meaning:

a) In a school laboratory at normal pressure and at elevated temperature with nickel as catalyst, i.e. without the use of an autoclave, carry out the reaction of hydrogenation soybean and palm oil in order to obtain a vegetable fat that is the basic ingredient of margarine. During the preparation of margarine, the hydrogenation reaction was carefully monitored by determining the iodine value.

b) Preparation of margarine obtained from vegetable fats.

c) Determination and comparison of selected physical and chemical properties of the product with the same properties of several types of margarines available on the market. The following properties were determined:

- Melting point, in order to obtain composition of fat phase and determine suitability for human use.
- Acid value, as an indicator of the amount of free fatty acids that influence the taste.
- Peroxide value, for insight into the oxidative stability of fats.

This work has shown that it is possible to make vegetable fat in a school lab by hydrogenation of vegetable oils. Unlike the industrial process of hydrogenation carried out under a pressure of 0.36 to 2 atm, which takes about two hours, our reaction was carried out at atmospheric pressure but with a greater amount of catalyst, and took six hours for soybean oil, and four hours for palm oil. To the resulting vegetable fats we added water, salt, lecithin and pure soybean oil, and thus prepared margarine, also without complete and detailed simulation of the industrial process, and using readily available materials and equipment usually found in every laboratory.

Scientific School of Vladimir Prelog,
Ulica grada Vukovara 269, 10 000 Zagreb, Croatia,

Received August 23, 2011
Accepted October 24, 2011