

# Određvanje udjela trans izomera masnih kiselina u margarinima

---

Prskalo, Anamaria

Master's thesis / Diplomski rad

2019

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:588630>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-06**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2018.

Anamaria Prskalo  
977/USH

**ODREĐIVANJE UDJELA *TRANS*  
IZOMERA MASNIH KISELINA U  
MARGARINIMA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za kontrolu kvalitete u Zvezdi d. d. pod stručnim vodstvom mr. sc. Sandre Maričić Tarandek, dipl. ing. te pod mentorstvom doc. dr. sc. Marine Krpan Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

*Ovom prilikom najiskrenije se zahvaljujem svojoj dragoj mentorici, doc. dr. sc. Marini Krpan, na prijateljskom pristupu, nadasve stručnoj pomoći, velikoj ustrajnosti te smirenosti tijekom izrade diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se svim suradnicima Zvijezde d. d. koji su pomogli pri izradi praktičnog dijela ovog rada.*

*Zahvaljujem svim dragim kolegicama, kolegama i prijateljima na bezuvjetnoj pomoći i podršci tijekom svih mojih godina školovanja, na svim lijepim trenucima koje smo proveli zajedno.*

*Najveće hvala mojoj obitelji, posebno roditeljima, djedovima i bakama, koji su me voljeli i bodrili te dijelili sa mnom tugu i radost tijekom cijelog mog studiranja. Hvala na ukazanom povjerenju i podršci. Sestrama, hvala na snazi i riječima podrške te pomoći pri izradi diplomskog rada. Također, posebno se zahvaljujem svom dečku – hvala ti za svaki trenutak kada si bio jak za oboje i gurao me naprijed.*

*Hvala Ti za uspjeh!*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti  
**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija

### ODREĐVANJE UDJELA *TRANS* IZOMERA MASNIH KISELINA U MARGARINIMA

Anamaria Prskalo, 977/USH

**Sažetak:** Cilj ovog rada bio je odrediti sastav i udjel masnih kiselina i *trans* izomera masnih kiselina u uzorcima margarina proizvedenim u Zvijezdi d. d. Od stolnih margarina ispitana su 4 uzorka Zvijezda stolnog margarina, 2 uzorka Margarina za kreme, 3 uzorka Klasik 60 %-tnog margarina i 2 uzorka Margarina s aromom vanilije. Od mazivih margarina ispitana su 4 uzorka Margo nova, 4 uzorka Omegol original i 5 uzoraka Omegol sa sjemenkama lana. Analiza sastava i udjela masnih kiselina i *trans* izomera provedena je plinskom kromatografijom. Nakon provedenih analiza utvrđeno je da su udjeli zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina ispitivanih uzoraka u skladu s postavljenim zahtjevima, udjeli ukupnih masnih kiselina u ispitivanim uzorcima u skladu su s Uredbom, a u svim analiziranim Zvijezdinim d. d. margarinima udjel *trans* masnih kiselina sveden je na minimum.

**Glavne riječi:** margarin, masne kiseline, *trans* izomeri masnih kiselina

**Rad sadrži:** 41 stranica, 5 slika, 8 tablica, 44 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** doc. dr. sc. Marina Krpan

**Pomoć pri izradi:** mr. sc. Sandra Maričić Tarandek, dipl. ing.

#### **Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof. dr. sc. Mirjana Hruškar
2. Prof. dr. sc. Marina Krpan
3. Doc. dr. sc. Klara Kraljić
4. Izv. prof. dr. sc. Sanja Vidaček Filipec (zamjena)

**Datum obrane:** 28. rujna 2018.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
Department of Food Quality Control  
Laboratory for Food Quality Control

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Food Technology

### DETERMINATION OF TRANS ISOMERS OF FATTY ACIDS IN MARGARINE

Anamaria Prskalo, 977/USH

**Abstract:** The aim of this study was to determine the composition and the proportion of fatty acids and trans isomers of fatty acids in margarine samples produced iz Zvijezda d. d. Table margarine was tested on 4 samples of Zvijezda stolni, 2 samples of Margarine for creams, 3 samples of Zvijezda Classic and 2 samples of Vanilla-flavored spread. Soft margarine was tested on 4 samples of Margo's nova, 4 Omegol original samples and 5 samples of Omegol with flax seeds. Analysis of the composition and the proportion of fatty acids and trans isomers was performed by gas chromatography. After the analysis, it was found that proportions of saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids of the tested samples are in accordance with the set requirements, proportions of total fatty acids tested samples are in compliance with the Regulations, and in all analyzed Zvijezda d. d. margarines the proportion of trans fatty acids is minimized.

**Keywords:** fatty acids, margarine, *trans* fatty acids

**Thesis contains:** 41 pages, 5 figures, 8 tables, 44 references

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in:** Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** PhD. Marina Krpan, Assistant professor

**Technical support and assistance:** MSc. Sandra Maričić Tarandek, BSc.

**Reviewers:**

1. PhD. Mirjana Hruškar, Full professor
2. PhD. Marina Krpan, Assistant professor
3. PhD. Klara Kraljić, Assistant professor
4. PhD. Sanja Vidaček Filipec, Associate professor (substitute)

**Thesis defended:** 28 September 2018

# Sadržaj

1.	UVOD .....	1
2.	TEORIJSKI DIO .....	2
2.1.	MASTI I ULJA .....	2
2.2.	MASNE KISELINE .....	3
2.2.1.	Zasićene masne kiseline .....	4
2.2.2.	Nezasićene masne kiseline .....	4
2.2.3.	Jednostruko nezasićene (mononezasićene) masne kiseline .....	5
2.2.4.	Višestruko nezasićene (polinezasićene) masne kiseline .....	5
2.2.5.	Trans masne kiseline .....	5
2.2.5.1.	Zakonska regulativa .....	7
2.3.	MARGARIN .....	8
2.3.1.	Povijest proizvodnje margarina.....	9
2.3.2.	Proizvodnja margarina .....	9
2.3.3.	Stolni margarin .....	10
2.3.4.	Margo – mazivi margarin .....	11
2.3.5.	Margarini bez trans masnih kiselina.....	11
2.4.	KONTROLA KVALITETE HRANE .....	12
3.	EKSPERIMENTALNI DIO.....	15
3.1.	MATERIJALI .....	15
3.2.	METODE RADA .....	16
3.2.1.	Metiliranje uzorka za plinsku kromatografiju .....	16
3.2.2.	Plinska kromatografija (GC) .....	17
3.2.2.1.	Određivanje sastava masnih kiselina (GC) .....	18
3.2.2.2.	Određivanje trans izomera masnih kiselina .....	19
3.2.2.3.	Određivanje kvantitativnog i kvalitativnog sastava masnih kiselina .....	20
4.	REZULTATI I RASPRAVA .....	21
4.1.	SASTAV I UDJEL MASNIH KISELINA.....	21
4.2.	UDJEL <i>TRANS</i> IZOMERA MASNIH KISELINA .....	32
5.	ZAKLJUČAK .....	36
6.	LITERATURA .....	38



# 1. UVOD

Svijest potrošača o pravilnoj prehrani sve više raste. Izbor hrane sve je više uvjetovan njenom kvalitetom, sigurnošću i utjecajem na organizam. Današnji potrošači žele hranu koja je nutritivno bogata, jednostavna za pripremu i minimalno procesirana. U bogatoj ponudi prehrambenih proizvoda raste potražnja za proizvodima bogatim esencijalnim hranjivim tvarima. Esencijalne hranjive tvari ljudski organizam ne može sam sintetizirati te ih je važno unositi putem prehrane jer doprinose rastu i razvoju ljudskog organizma. Upravo su masti izvor esencijalnih masnih kiselina, omega 3 alfa-linoleinske i omega 6 linolne kiseline (Reale i sur., 2006).

U hrani je pronađeno više od 20 vrsta masnih kiselina. Prema istraživanjima, zasićene masne kiseline i *trans* masne kiseline povezane su s porastom rizika od koronarnih srčanih bolesti, dok mononezasićene i polinezasićene masne kiseline smanjuju rizik od istih (White, 2009). Stoga se prehrambena industrija našla pred izazovom razvoja proizvoda sa smanjenim udjelom zasićenih i *trans* masnih kiselina, a povećanim udjelom mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina.

Cilj ovog rada bio je odrediti sastav i udjel masnih kiselina i *trans* izomera masnih kiselina u uzorcima margarina proizvedenim 2018. godine u tvornici Zvijezda d. d. U radu će biti prikazana kontrola kvalitete i rezultati ovogodišnje proizvodnje margarina bez *trans* izomera masnih kiselina u tvornici Zvijezda d. d.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. MASTI I ULJA

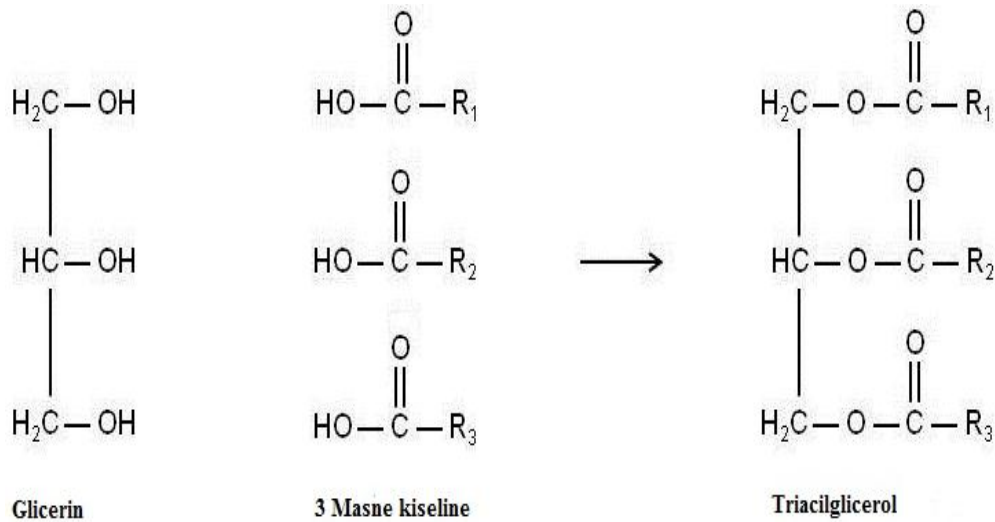
Hrana je naša svakodnevna potreba, predstavlja izvor energije, osnovu za obnavljanje organizma i poboljšanje imunološkog sustava. Konzumiranje hrane nije uvijek rezultat potrebe, već je često odraz životnog standarda i navika te podneblja u kojem živimo. U posljednje se vrijeme sve više raspravlja i piše o pravilnoj prehrani čime potrošači postaju sve osvješteniji i informiraniji o istoj. Važno je kakvu hranu, koliko i kada unosimo u organizam jer neuravnotežena prehrana može biti jedan od faktora rizika za pojavu različitih oboljenja. Većina ljudi prehranom unosi više energije nego što je potrebno. Pojava različitih bolesti, kao što je visok udjel lipida i kolesterola u krvnoj plazmi što dovodi do kardiovaskularnih oboljenja, pripisuje se prekomjernoj i nepravilnoj konzumaciji masti. Zbog toga se sve veća pažnja posvećuje količini i vrsti masti, jer nemaju sve masti isti učinak na razinu kolesterola u krvnoj plazmi. Masti su, uz proteine i ugljikohidrate, glavni sastojci hrane i važan su izvor energije. Većina stručnjaka preporučuje da 25 do 30 % ukupne energije treba potjecati od masti, ali ta količina prvenstveno ovisi o dobi i spolu osobe te o tjelesnoj aktivnosti i klimatskim uvjetima (Latta, 1990; Anonymous, 2004).

Biljna ulja i masti proizvode se prešanjem i/ili ekstrakcijom različitih dijelova plodova ili sjemenki biljki. Sastoje se uglavnom od gliceridnih te manjeg udjela negliceridnih komponenti. Udjel pojedinih komponenti definira kemijska i fizikalna svojstva na temelju kojih se određuje prikladnost ulja ili masti za pojedine procese i primjene (Basiron, 2005).

U skupinu negliceridnih komponenti ubrajaju se alifatski alkoholi, fosfatidi, tokoferoli, steroli i drugi. Osim navedenog, ovisno o vrsti masti sadrže i vitamine topljive u mastima (A, D, E i K), pigmente (karotenoidi, klorofili) i druge spojeve. Masti, svojim sastavom osiguravaju normalno funkcioniranje organizma, sudjeluju u izgradnji i održavanju strukture stanica, služe u sintezi antitijela i nekih hormona, služe kao izvor topline i štite tijelo od ekstremnih temperatura (Anonymous, 2004).

Masti su glavni sastojci masnih stanica životinja i biljaka pa predstavljaju jednu od važnih rezervi energije u organizmu. Tekuće masti se često označavaju kao ulja, dok se krute masti označavaju kao masti (Thornton Morrison i Neilson Boyd, 1979).

Kemijski, masti su esteri karboksilnih kiselina i jednog jedinog alkohola, glicerola ( $\text{HOCH}_2\text{CHOHCH}_2\text{OH}$ ), a poznate su i pod imenom gliceridi. Točnije, masti su *triacilgliceroli* (slika 1) (Thornton Morrison i Neilson Boyd, 1979).

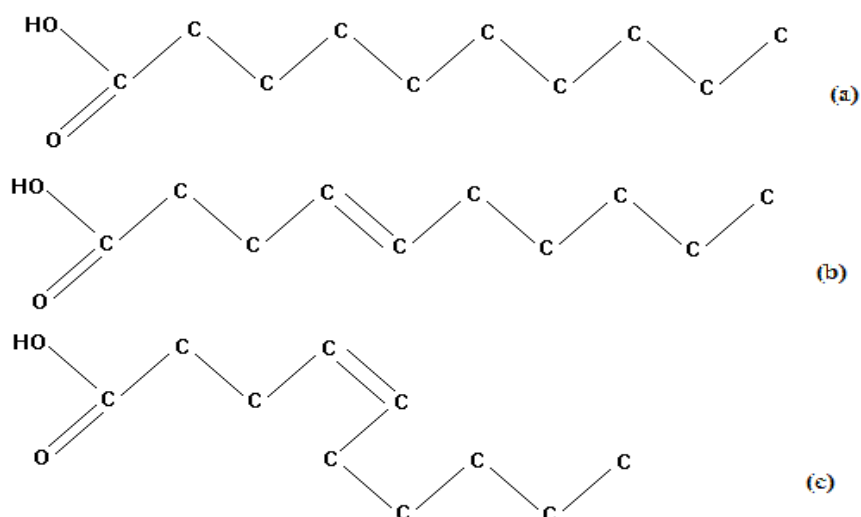


Slika 1. Nastajanje triaglicerola (DocCheck Flexikon, 2018)

Triacilgliceroli koji u svome sastavu sadrže tri iste molekule masne kiseline nazivaju se jednostavni triacilgliceroli, dok one koji imaju različite masne kiseline ubrajamo u mješovite triacilglicerole (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980).

## 2.2. MASNE KISELINE

Masne kiseline su, uz nekoliko iznimaka, spojevi s ravnim lancem 3 do 22 ugljikovih atoma. Osim spojeva s tri i pet ugljikovih atoma, u znatnijim količinama javljaju se samo kiseline koje sadrže parni broj ugljikovih atoma (Thornton Morrison i Neilson Boyd, 1979). Masne kiseline mogu se podijeliti prema stupnju zasićenosti – zasićene i nezasićene masne kiseline (slika 2), a o zasićenosti ovise njihova osnovna svojstva (Rac, 1964).



Slika 2. Ispruženi lanci masnih kiselina: (a) zasićeni lanac, (b) *trans*-nezasićeni lanac, (c) *cis*-nezasićeni lanac (Thornton Morrison i Neilson Boyd, 1979)

### 2.2.1. Zasićene masne kiseline

Zasićene masne kiseline s 4 do 22 ugljikova atoma najčešće se nalaze u mastima i uljima, dok se masne kiseline s 24 do 26 ugljikovih atoma uglavnom ubrajaju u voskove. U mliječnim mastima prevladavaju masne kiseline s 4 do 10 ugljikovih atoma, dok se u biljnim i životinjskim mastima najčešće nalaze masne kiseline s 12 do 18 ugljikovih atoma. Zasićene masne kiseline imaju lance linearne konformacije koji se međusobno vrlo dobro podudaraju te sliježu jedan na drugog te time ispoljavaju jače međumolekularne slike. Ovakvim načinom vezanja linearnih lanaca zasićene masne kiseline proizvodima daju čvrstoću proizvodima i više talište (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980; Thornton Morrison i Neilson Boyd, 1979).

### 2.2.2. Nezasićene masne kiseline

Nezasićene masne kiseline mogu sadržavati jednu ili više dvostrukih veza. S obzirom na broj dvostrukih veza dijelimo ih na mono-, odnosno jednostruko nezasićene i poli-, odnosno višestruko nezasićene masne kiseline. Zbog posjedovanja jedne ili više dvostrukih veza mogu tvoriti različite strukture koje su po kemijskom sastavu jednake, a imaju različita svojstva. Mogu se razlikovati prema prostornoj konfiguraciji i prema položaju dvostrukih veza. Prema prostornoj konfiguraciji nezasićene masne kiseline mogu biti u *cis*- ili *trans*- obliku. Lanci nezasićenih masnih kiselina s *trans*-konfiguracijom na dvostrukim vezama raspoređuju se u

linearne konformacije te zbog linearne konfiguracije, jednako kao i zasićene masne kiseline, proizvodima daju čvrstoću i više talište. Lanci nezasićenih masnih kiselina *cis*-konfiguracije dvostruke veze nemaju linearnu konformaciju, na dvostrukoj vezi imaju zavoj te zbog njega ne mogu dobro prileći ni na nezasićene ni na zasićene masne kiseline. Upravo zbog nemogućnosti da se povežu s ostalim masnim kiselinama, nezasićene masne kiseline *cis*-konfiguracije snižavaju temperaturu tališta te su proizvodi u kojima one prevladavaju u tekućem stanju pri sobnoj temperaturi. Ukoliko masna kiselina sadrži jednu dvostruku vezu u lancu tada mogu postojati dva izomerna oblika, a porastom dvostrukih veza rase i broj izomernih oblika (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980; Thornton Morrison i Neilson Boyd, 1979).

U biljnim i životinjskim mastima se najčešće nalaze nezasićene masne kiseline s 18 ugljikova atoma i jednom, dvije ili tri dvostruke veze (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980).

#### *2.2.3. Jednostruko nezasićene (mononezasićene) masne kiseline*

Mononezasićene masne kiseline sadrže dva vodikova atoma manje od odgovarajućih zasićenih kiselina. U uljima i mastima najčešće su prisutne mononezasićene masne kiseline sa 16 do 22 ugljikova atoma (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980).

#### *2.2.4. Višestruko nezasićene (polinezasićene) masne kiseline*

Polinezasićene masne kiseline sadrže dvije ili više dvostrukih veza. Najvažnije polinezasićene masne kiseline su linolna i linolenska, poznate kao esencijalne masne kiseline. Većina masnih kiselina može se sintetizirati u organizmu iz drugih sastojaka hrane, dok se linolna i linolenska ne mogu sintetizirati te je njihov unos hranom neophodan (Oštrić-Matijašević i Turkulov, 1980; Thornton Morrison i Neilson Boyd, 1979).

#### *2.2.5. Trans masne kiseline*

*Trans* masne kiseline posebna su vrsta nezasićenih masnih kiselina s barem jednom nekonjugiranom (odnosno barem jednom prekinutom metilenskom skupinom) dvostrukom ugljikovom vezom u *trans* konfiguraciji (Uredba, 2011). Na nezasićenom dijelu imaju *trans* konfiguraciju, umjesto uobičajene *cis* konfiguracije. Mogu se prirodno pojavljivati u prehrambenim proizvodima životinjskog podrijetla ili nastaju tijekom procesiranja u industriji (Šarkanj i sur., 2010).

*Trans* masne kiseline nastaju uglavnom na tri načina:

- djelomičnom hidrogenacijom u biljnim uljima pri proizvodnji čvrstih masti,
- pri visokim temperaturama te pri zagrijavanju ulja na visokim temperaturama (prženje),
- od strane bakterija u probavnom sustavu preživača (Šarkanj i sur., 2010).

Glavni izvor *trans* masnih kiselina čine djelomično hidrogenirana biljna ulja koja imaju široku primjenu u proizvodnji brze hrane, polugotovih jela, pekarskih proizvoda, margarina i drugih proizvoda (Chrysan, 2005). *Trans* masne kiseline proizvodima u kojima se nalaze daju čvrstu strukturu te imaju veću oksidacijsku stabilnost, a uz to utječu i na poboljšanje okusa (Chrysan, 2005).

Otkad su prvi put spomenute 1988. godine, pitanje *trans* masnih kiselina sve značajnije utječe na poslovanje prehrambenih industrija koje koriste masti u svojim proizvodima (Weihnacht, 2007). Mnoge su epidemiološke studije ukazale na povezanost između *trans* masnih kiselina i mnogih bolesti što je utjecalo na svijest potrošača i proizvođača (WHO, 2018). Ugradnjom u stanične membrane oslabljuju i ometaju njene funkcije uključujući prijenos hranjivih tvari, eliminaciju toksina i sprečavanje ulaska mikroorganizama i štetnih kemikalija u stanicu. Dokazano je i da doprinose povećanoj razini LDL-a (engl. *Low Density Lipoprotein*) tzv. „štetnog“ kolesterola, a smanjenju HDL (High Density Lipoprotein) tzv. „dobrog“ kolesterola. Doprinosi i povećanoj razini apolipoproteina A – tvari koja doprinosi srčanim bolestima, kao i povećanoj razini inzulina u krvi koji dodatno potiče stvaranje masnih naslaga (Žure, 2015; Šarkanj i sur., 2010; Uredba, 2013; Filip i Vidrih, 2012; WHO, 2018).

Prema Izvješću komisije Europskom parlamentu i Vijeću o *trans* masnim kiselinama u hrani i prehrani stanovništva Europske unije općenito, konzumacija *trans* masnih kiselina povećava rizik od bolesti srca više od bilo kojeg drugog makronutrijenta pri usporedbi na temelju energetske vrijednosti. Utvrdili su da je rizik od smrti zbog bolesti srca veći za 20 do 32 % kada je 2 % dnevnog energetske unosa osiguran preko *trans* masnih kiselina umjesto preko ugljikohidrata, zasićenih masnih kiselina ili nekih drugih kiselina, a da pri tome razmijenjena količina unesene energije ostane ista. Prema procjenama koronarna bolest srca koju može uzrokovati visok unos *trans* masnih kiselina uzrokuje oko 660 tisuća smrtnih slučajeva godišnje u Europskoj Uniji (Izvješće, 2015).

Budući da su dokazani mnogi zdravstveni problemi povezani s prehranom unosom *trans* masnih kiselina te zbog sveopće zbrinutosti, proizvođači su se našli pred izazovom pronalaska

alternativnih rješenja. Usmjerali su se na razvoj novih tehnologija i primjenu novih sirovina kako bi se smanjio udjel *trans* masnih kiselina nastalih uslijed procesiranja u industriji budući da se njihov omjer u tim mastima može mijenjati (Weihnacht, 2007).

U cilju smanjenja količine *trans* masnih kiselina u proizvodima potrebno ih je zamijeniti zasićenim mastima kako pri tome ne bi došlo do promijene strukture i čvrstoće. Kako bi ovakva zamjena proizvodima znatno podigla cijenu, proizvođači pribjegavaju drugačijim načinima. U posljednje vrijeme sve se češće koriste procesi u kojima je proizvodnja *trans* masnih kiselina svedena na minimum, poput miješanja, interesterifikacije, upotrebe tropskih uljarica i drugih (Chrysan, 2005).

Namirnica koja je donedavno najviše bila povezivana s *trans* masnim kiselinama je upravo margarin. Margarini koje danas pronalazimo na tržištu uvelike se razlikuju, čak i od margarina s početka ovoga stoljeća. Margarini nove generacije prošli su kroz mnoge promjene te ih tako nije zaobišla niti promjena po pitanju *trans* masnih kiselina. Nekad je udjel *trans* masnih kiselina u margarinu bio značajno viši – od 0,6 % do 44,6 %, a danas je uslijed promjene procesa hidrogenacije sveden na udjel između 0 % i 17 % (Šarkanj, 2010; WHO, 2018). Margarini nove generacije proizvode se od tropskih uljarica, s povećanim udjelom nezasićenih masnih kiselina te se obogaćuju vitaminima (Weihnacht, 2007; WHO, 2018; EFSA, 2004; Zvijezda, 2016; Mojzeš, 2013).

#### 2.2.5.1. Zakonska regulativa

Mogući pristupi smanjenju udjela *trans* masnih kiselina u hrani i sveukupnog unosa kod stanovništva mogu se grubo podijeliti na zakonodavne mjere s jedne strane i dobrovoljne mjere s druge strane (Izvešće, 2015).

Zakonodavne mjere uključuju propisivanje dopuštenih količina *trans* masnih kiselina u prehrambenim proizvodima (bilo na razini sastojka ili u konačnom proizvodu) ili obvezno navođenje udjela *trans* masnih kiselina na nutritivnoj deklaraciji (Izvešće, 2015).

Uvođenjem zakonski propisane granične vrijednosti njihovog udjela postiglo bi se najveće smanjenje unosa industrijski dobivenih *trans* masnih kiselina jer se očekuje da bi se takvi proizvodi mogli postupno u cijelosti povući s tržišta. Ovom mjerom ne bi bile obuhvaćene *trans* masne kiseline podrijetlom od preživača (Izvešće, 2015).

Europska agencija za sigurnost hrane zaključila je da bi unos *trans* masnih kiselina trebao biti što je moguće niži u okviru pravilne prehrane, dok Svjetska zdravstvena organizacija

preporučuje da se najviše 1 % dnevnog energijskog unosa konzumira u obliku *trans* masnih kiselina, a od strane nekih drugih organizacija ta granica podignuta je najviše na 2 % (Izvešće, 2015; EFSA, 2004; WHO, 2018).

Obvezno navođenje udjela *trans* masnih kiselina proizvođače bi potaknulo na smanjenje njihovog udjela u prehrambenim proizvodima, a ujedno bi se potrošačima omogućila bolja informiranost te olakšao odabir pri kupnji i konzumaciji prehrambenih proizvoda. Kako bi ovakav potez imao učinka potrebno bi bilo informirati potrošače i osvijestiti ih o štetnom učinku *trans* masnih kiselina te ih poticati na čitanje deklaracija. S druge strane, označavanje udjela *trans* masnih kiselina najvjerojatnije ne bi obuhvaćalo nepretpakiranu hranu, hranu koja se prodaje u rasutom stanju i hranu koja se konzumira u ugostiteljskim objektima. Drugi problem bi bio što se ne bi isticala razlika između *trans* masnih kiselina podrijetlom od preživača i onih dobivenih industrijskim procesiranjem (Izvešće, 2015).

Mjere i ograničenja koja bi se mogla donijeti na razini Europske unije mogle bi pozitivno utjecati na javno zdravlje, zaštitu potrošača i na ujedinjenje tržišta Europske Unije. Svaku takvu mjeru i ograničenje trebalo bi utvrditi tako da se neželjene posljedice za proizvođače i proizvode svedu na najmanju moguću mjeru (WHO, 2018).

Iz prethodno navedenog može se ukazati na potrebu ubrzanja postupka zakonske regulacije *trans* masnih kiselina. Svjetska zdravstvena organizacija poziva vlade da zabrane industrijski proizvedene *trans* masne kiseline do 2023. godine (WHO, 2018; Whitworth, 2018; Gore-Langton, 2017; EFSA, 2004; Uredba, 2013; Izvešće, 2015).

### **2.3. MARGARIN**

Margarini su prema Uredbi Europske unije proizvodi u obliku krutine, plastične emulzije, prvenstveno tipa - voda u ulju - od krutih i/ili tekućih biljnih i/ili životinjskih masti prikladnih za prehranu ljudi, čiji udio mliječne masti iznosi najviše 3 % ukupnog udjela masti (Uredba, 2013).

Prema toj istoj Uredbi razlikujemo margarine s obzirom na udjel masti te tako imamo margarine s 80 do 90 % masti, tričetvrtmasne margarine sa smanjenim udjelom masti sa 60 do 62 % masti, polumasne miješane margarine s 39 do 41 % masti te mazive margarine s najviše 39 %, 41 do 60 % ili 62 do 80 % (Uredba, 2013).



Ostatak čine 16 % vode, lecitin, šećeri, sol, boje i vitamini. Postupak proizvodnje uključuje hidrogeniranje biljne masti, proizvodnju margarinske smjese, emulgiranje, kristaliziranje i pakiranje (Weihnacht i sur., 2012).

### *2.3.1. Povijest proizvodnje margarina*

Margarin je patentiran i prvi puta proizveden 1869. godine od strane Hippolyte Mege Mouries, francuskog kemičara. Proizvod je razvijen kako bi zadovoljio nestašicu maslaca uslijed rastuće urbane populacije tijekom industrijske revolucije, kao i potreba za namazom prikladnim za prehranu vojske (Chrysan, 2005).

Originalni proces je dizajniran da oponaša proizvodnju maslaca. Krajem 19. stoljeća neki margarini su se proizvodili od masti dobivenih bez frakcioniranja, iz goveđeg sala uz dodatak tekućih ulja poput pamukovog ili kikirikijevog ulja, kako bi se dodatno snizila točka topljenja. Početkom 20. stoljeća proizvedeni su prvi margarini isključivo na bazi biljnih ulja, kokosovog i palminog ulja, bez masti životinjskog podrijetla (Guillén, 2016).

Od toga vremena u industriji margarina došlo je do niza poboljšanja proizvodnog procesa i samog proizvoda. Unatoč preprekama koje su se pojavljivale u proizvodnji, margarin je i dalje jeftinija i nezaobilazna zamjena za maslac (Chrysan, 2005; Weithacht i sur., 2012; Guillén, 2016).

### *2.3.2 Proizvodnja margarina*

Suvremena prehrambena industrija proizvodi margarin iz niza biljnih ili životinjskih masti uz dodatak mlijeka, vode, različitih emulgatora i drugih aditiva. Margarini dobiveni iz biljnih masti su 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 istog proizvoda, a 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 kardiovaskularnih bolesti, koje su

povezane s povećanim unosom *trans* masnih kiselina u organizam. Danas je poznato da takve masne kiseline nastaju pri djelomičnom hidrogeniranju jestivih ulja radi proizvodnje biljnih masti iz kojih se izrađuje i margarin (Weihnacht i sur., 2012).

Pri proizvodnji margarina, Zvijezda d. d. koristi pomno odabrane sirovine visoke kvalitete. Prateći svjetske trendove u proizvodnji hrane, Zvijezda na hrvatsko i inozemno tržište između ostalih proizvoda plasira i proizvode sa smanjenim udjelom masti. U posljednje vrijeme ispitivanja na uzorcima margarina tvrtke Zvijezda d. d. pokazala su da sadrže smanjen udjel *trans* masnih kiselina (Mojzeš, 2013).

Margarini se proizvode miješanjem vodene i masne faze. Za pripremu vodene faze u proizvodnji margarina, voda mora biti svjež, hladna, bezbojna, bistra, higijenski čista, bez okusa i mirisa, bez sadržaja metala (Fe, Mn, Cu) koji ubrzavaju autooksidaciju masti te mogu djelovati na boju i okus margarina. Dodaci topljivi u vodi su sol, aroma i konzervansi. NaCl se dodaje radi zaokruživanja okusa. Recepture, odnosno omjeri pojedinih komponenti za masnu fazu su tajne svakog proizvođača, kao i kod mnogih drugih proizvoda, jer se ne mogu štititi patentima. Kemijski sastav masne faze često je različit od proizvođača do proizvođača. Masnu fazu kod margarina čine sirovine životinjskog ili biljnog podrijetla koje su se mijenjale kroz dugi niz godina njegove prisutnosti na tržištu. Važno je da točka topljenja konačne smjese bude odgovarajuća (ispod 37 °C, najčešće 34 do 35 °C), ovisno o traženim karakteristikama konačnog proizvoda. Dodaci topljivi u masnoj fazi su emulgatori, vitamini i boja. Nakon što je napravljena emulzija, smjesa se hladi, potom slijedi kristaliziranje i naknadna obrada kako bi se dobio proizvod točno zadanih specifikacija te se takav proizvod nakon odstojanja pakira (Chrysan, 2005).

### 2.3.3. Stolni margarin

Stolnim margarinom se smatraju margarini s udjelom masti manjim od 80 % (Chrysan, 2005). 1956. godine stručnjaci tvrtke Zvijezda d. d. su proizveli stolni margarin koji je i danas važna namirnica za kuhanje, pečenje te izradu kolača i slastica (slika 3) (Zvijezda, 2016).



Slika 3. Stolni margarin Zvijezda (Zvijezda, 2016)

#### 2.3.4. Mazivi margarin

Mazivi margarin je proizvod dobiven iz mješavine biljne i/ili životinjske masti sa sljedećim udjelom masti:

- manje od 39 %,
- više od 41 %, ali manje od 60 %,
- više od 62 %, ali manje od 80 % (Uredba, 2013).

Tvrtka Zvijezda d. d. proizvodi mazive margarine – Margo nova (slika 4), Margo Jogurt, Margo Light te mazive margarine bogate omega-3 masnom kiselinom – Omegol i Omegol sa sjemenkama lana. Mazivi margarini tvrtke Zvijezda d. d. sadrže vitamine A, D i E (Zvijezda 2016).



Slika 4. Margo namaz (Zvijezda, 2016)

#### 2.3.5. Margarini bez trans masnih kiselina

Povezanost *trans* masnih kiselina s mnogim zdravstvenim problemima i sve veća zabrinutost potrošača dovele su do razvoja novih tehnologija, zamjenskih postupaka i uvođenja novih sirovina koje ne stvaraju *trans* masne kiseline u konačnim proizvodima. Zbog spoznaje o

štetnosti *trans* masnih kiselina, čvrste masti dobivene hidrogenacijom zamjenjuju se mastima dobivenim frakcijskom kristalizacijom i interesterifikacijom, miješanjem ili drugim postupkom. Plastične masti, proizvedene iz palminog ulja koja ne sadrži *trans* masne kiseline te različitih topljivosti i plastičnosti, pogodne su za upotrebu u proizvodnji margarina. Palmino ulje pogodno je za dobivanje masti bez *trans* masnih kiselina postupkom miješanja kao zamjena za hidrogenirane masti u proizvodnji margarina (Jeyarani i Reddy, 2003; Weihnacht, 2007).

Margarini i mazivi margarina mogu se označavati kao margarina s niskim udjelom masti ukoliko sadrže 3 g ili manje od 3 g po obroku ili na 50 g proizvoda, čime se označavanje ograničava na mazive margarine koji sadrže 6 % ili manje od 6 % masti. Navod bez zasićenih masti može se koristiti kod margarina ili mazivih margarina koji sadrže manje od 0,5 g zasićenih masnih kiselina i manje od 0,5 g *trans* izomera masnih kiselina po obroku.

Proizvodi s niskim udjelom zasićenih masti moraju sadržavati 1 g ili manje od 1 g zasićenih masnih kiselina po obroku te ne smije više od 15 % ukupne energije potjecati od zasićenih masnih kiselina (Chrysan, 2005).

## **2.4. KONTROLA KVALITETE HRANE**

Nalazimo se u vremenu globalizacije, u vremenu kada je potrošačima omogućena široka dostupnost svih vrsta robe, sirovina i materijala. Ovakva raširenost i dostupnost roba, sirovina i materijala iziskuje veću opreznost, kako proizvođača tako i potrošača. Potrošač bi trebao biti upoznat s onime što kupuje, od čega se proizvod sastoji, a u isto vrijeme bi proizvođač trebao znati što je i kada utrošio za njegovu izradu (Omejec i sur., 2007).

Jedan od preduvjeta participacije u globalnoj trgovini hranom je stoga kreiranje strategije koja uključuje transparentnost u cijelom postupku, od proizvodnje do potrošača kao i razmjenu informacija unutar svih subjekata u lancu. Sve to je dovelo do oblikovanja pojma „sljedivost“. Pojam se usko povezuje s mogućnošću identifikacije sirovina, repromaterijala, gotovih proizvoda, lokacija te cjelokupnim praćenjem procesa proizvodnje, prerade, skladištenja i distribucije. Sljedivost postaje neizostavni dio mehanizma za upravljanje sigurnošću i kvalitetom hrane (Vodič, 2012).

Subjekti u poslovanju s hranom i hranom za životinje, uključujući i uvoznika, moraju biti u mogućnosti identificirati svaku pravnu ili fizičku osobu koja ih je opskrbljivala hranom, hranom za životinje, životinjama koje se koriste za proizvodnju hrane ili bilo kojom drugom

tvari koja je namijenjena ugradnji ili se može očekivati da će se ugraditi u hranu ili hranu za životinje. Isto tako mora biti u mogućnosti identificirati svaku pravnu ili fizičku osobu koju je opskrbio svojim proizvodom (Interni standard sirovina i proizvoda, 2010).

Tijelo nadležno za provođenje službene kontrole može zahtijevati informacije o sljedivosti, te imajući to u vidu subjekti moraju uvesti sustave i postupke koji im omogućavaju da im informacije budu dostupne. Osim što je važna uspostava sljedivosti uslijed udovoljavanja zahtjevima danim od nadležnog tijela, jednako je važna pri ciljanom i preciznom povlačenju ili opozivu proizvoda s tržišta. Uspostavom učinkovitog sustava sljedivosti omogućava se olakšano obavještanje dostavljača, potrošača te po potrebi i nadležnog tijela u slučaju pojave nesukladnosti ili uslijed opravdanje sumnje na nesukladnost vezane uz zdravstvenu ispravnost ili sigurnost hrane (Interna procedura za sljedivost, 2017; Omejec i sur., 2007).

Sljedivost štiti potrošača, ali i proizvođača, mogućnošću povlačenja samo neispravne serije kada zna gdje se nalazi. Ukoliko je sljedivost dobro provedena može identificirati, a samim time i obavijestiti, dobavljača zdravstveno neispravnog sastojka ili ambalaže. U tom slučaju dobavljač može obavijestiti i ostale potrošače njegovog proizvoda (Interna procedura za sljedivost, 2017; Omejec i sur., 2007).

Kvaliteta se može definirati na više načina te ne postoji opće prihvaćena definicija kvalitete. Prema normi HRN EN ISO 9000:2015, kvaliteta se definira kao stupanj do kojeg skupina svojstvenih karakteristika ispunjava zahtjeve. Kvaliteta se postiže kontrolom kvalitete na ulazu sirovine u pogon, tijekom proizvodnje te kontrolom konačnog proizvoda. Kontrola kvalitete objektivni je postupak provjere kojemu je cilj dati informacije da li je ispitivana značajka proizvoda u granicama ili izvan granica postavljenih specifikacija ili njihovih tolerancija. Svi proizvodi moraju biti u podudarnosti sa specifikacijama kvalitete danim u internim standardima za proizvod. Osiguranje kvalitete dio je upravljanja kvalitetom usmjeren na osiguranje povjerenja da će zahtjevi i specifikacije za kvalitetu biti ispunjeni. Upravo nam rezultati kontrole pomažu pri osiguranju kvalitete i donošenju odluka o tome da li je neki proizvod dobar, loš ili za doradu. Potrebno je kontinuirano zadovoljavanje utvrđenih zahtjeva kupaca i internih specifikacija po najnižim troškovima i oslobađanjem potencijala svih zaposlenih što se postiže potpunim upravljanjem kvalitetom (ISO 9000, 2015; Interni standardi sirovina i proizvoda, 2010; Kondić i sur., 2015).

Kvaliteta se više ne veže samo uz proizvod već obuhvaća stalno unapređivanje cijele tvrtke ili poslovnog sustava, kako bi se postigla poslovna uspješnost, odnosno izvrsnost (ISO 9000, 2015).

Nakon osiguranja kvalitete tvrtke si kao cilj trebaju postaviti potpuno upravljanje kvalitetom. Potpuno upravljanje kvalitetom je način upravljanja organizacijom usredotočen na kakvoću, utemeljen na sudjelovanju svih članova organizacije te koji zadovoljavanjem potreba potrošača teži ka dugoročnom uspjehu i boljitkom za cijelu organizaciju i zajednicu u cjelini. Kako bi se tvrtkama olakšalo upravljanje kvalitetom dana su načela upravljanja kvalitetom, a to su :

- Usmjerenost na kupca,
- Vodstvo,
- Uključivanje ljudi,
- Procesni pristup,
- Sustavni pristup upravljanja,
- Neprekidno poboljšanje,
- Činjenični pristup odlučivanju,
- Uzajamno korisni odnosi s dobavljačima.

Upravo načela mogu poslužiti kao smjernice za upravljanje i vođenje organizacije prema poboljšanju sposobnosti, zadovoljavanju zahtjeva potrošača po najnižim troškovima uz istovremeno oslobađanje potencijala svih zaposlenih (ISO 9004:2018; Kondić i sur., 2015; ISO 9000:2015).

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. MATERIJALI

U ovom istraživanju analizirano je 11 uzoraka stolnih margarina i 13 uzoraka mazivih margarina proizvođača Zvijezda d. d. Od stolnih margarina (tablica 1) analizirana su 4 uzorka Zvijezda stolnog margarina, 2 uzorka Margarina za kreme, 3 uzorka Klasik 60 %-tnog margarina i 2 uzorka Margarina s aromom vanilije. Od mazivih margarina (tablica 2) analizirana su 4 uzorka Margo nova, 4 uzorka Omegol original i 5 uzoraka Omegol sa sjemenkama lana. U okviru ovog istraživanja analizirani su proizvodi s više proizvodnih linija, proizvedeni od različitih sirovina i mješavina masti tijekom dužeg vremenskog perioda.

Tablica 1. Uzorci stolnih margarina

Vrsta margarina	Kratica uzorka	Datum proizvodnje	Upotrebljivo do	Linija	Pakovina (g)
Zvijezda stolni margarin	ZS1	08.01.18.	06.08.18.	II	500
	ZS2	01.03.18.	27.09.18.	II	250
	ZS3	07.05.18.	03.12.18.	II	250
	ZS4	02.07.18.	28.01.19.	II	500
Margarin za kreme	MK1	07.02.18.	26.08.18.	II	250
	MK2	12.04.18.	29.10.18.	II	250
Klasik 60 %-tni margarin	KM1	05.02.18.	02.11.18.	II	250
	KM2	07.05.18.	03.12.18.	II	250
	KM3	10.07.18.	05.02.19.	II	250
Margarin s aromom vanilije	MV1	07.02.18.	05.09.18.	II	250
	MV2	12.04.18.	08.11.18.	II	250

Tablica 2. Uzorci mazivih margarina

Vrsta margarina	Kratika uzorka	Datum proizvodnje	Upotrebljivo do	Linija	Pakovina (g)
Margo nova	MN1	16.01.18.	15.06.18.	I	500
	MN2	05.03.18.	02.08.18.	I	250
	MN3	08.05.18.	05.10.18.	I	250
	MN4	03.07.18.	30.11.18.	I	250
Omegol original	MO1	09.01.18.	14.05.18.	II	250
	MO2	23.03.18.	26.07.18.	I	250
	MO3	07.05.18.	09.09.18.	I	250
	MO4	05.07.18.	07.11.18.	I	250
Omegol sa sjemenkama lana	MS1	08.01.18.	23.01.18.	I	250
	MS2	08.03.18.	23.03.18.	II	250
	MS3	10.05.18.	25.05.18.	II	250
	MS4	06.06.18.	21.06.18.	II	250
	MS5	21.07.18.	05.08.18.	II	250

## 3.2. METODE RADA

### 3.2.1. Metiliranje uzorka za plinsku kromatografiju

Postupkom metiliranja masne kiseline u ispitivanim uzorcima ulja i masti prevode se u metilne estere masnih kiselina koji se mogu detektirati na nižim radnim temperaturama plinskih kromatografa. Metilni esteri pripremljeni su metodom ISO 5509:2000.

#### Aparatura i pribor

1. Odmjerna tikvica
2. Vodena kupelj
3. Kapalica
4. Eppendorf epruveta

#### Reagensi

1. CH<sub>4</sub>O, metanol osušen na udjel H<sub>2</sub>O od maksimalno 0,01 % (Kemika, Hrvatska)
2. NaOH, natrijev hidroksid zrnca, p.a. (Kemika, Hrvatska)
3. 20 % bortriflourid metanol kompleks (MERCK, Njemačka)
4. NaCl, natrijev klorid, p.a. (Kemika, Hrvatska)
5. Petroleter p.a. t.v. 40 do 70 °C (Kemika, Hrvatska)



### Priprema otopina

1. 0,5 N metanolna NaOH: otopiti 10,5 g natrijevog hidroksida u 500 mL osušenog metanola
2. 10 % bor (III) flourid u metanolu: 250 mL 20 % bortriflourid metanol kompleksa i 250 mL metanola
3. Zasićena otopina NaCl: otopiti 175 g natrijevog klorida u 500 mL destilirane vode

### Postupak rada

U odmjernu tikvicu s dugim uskim vratom od 50 mL odvaži se 0,30 g uzorka ulja ili masti. Doda se 6 mL 0,5 N natrijeve lužine u metanolu i kuha u vodenoj kupelji 5 do 10 min, odnosno do nestanka vidljivih „masnih kuglica“. Potom se doda 8 mL otopine bor (III) flourida u metanolu i sve zajedno kuha na vodenoj kupelji dodatne 2 min. Pod mlazom hladne vode se ohladi odmjerna tikvicu sa sadržajem. U ohlađenu odmjernu tikvicu sa sadržajem doda se 2 mL petroletera te zasićena otopina natrijeva klorida sve dok se u vratu odmjerne tikvice ne odjele dobro vidljivi slojevi i pri tom metilni esteri isplivaju na površinu. Pomoću kapalice se odijeljeni sloj metilnih estera prebaci u Eppendorfov epruvetu preko nabranog filter papira prekrivenog zrcima natrijevog sulfata za uklanjanje vlage.

### *3.2.2. Plinska kromatografija (GC)*

Kvalitativno i kvantitativno određivanje sastava smjesa metil estera masnih kiselina, čistih masnih kiselina ili metil estera ulja poznatog sastava uz primjenu plinske kromatografije provedeno je metodom ISO 5508:1999.

### Aparatura i pribor

1. Plinski kromatograf – SCION 456-GC (SCION Instruments, Nizozemska)
2. Injekcija
3. Računalo – software WINLAB III, V 4.6.



Slika 5. SCION 456-GC (SCION Instruments, 2014)

### Reagensi

1. Plin nosioc – vodik (čistoće 99,9 %)
2. Pomoćni plinovi – argon bez organskih onečišćenja, zrak ili kisik bez organskih onečišćenja
3. Referentni standardi – smjesa metil estera masnih kiselina ili metil estera ulja poznatog sastava
4. metilni esteri masnih kiselina (engl. *Fatty acid methyl ester*, F.A.M.E. C6 - C24) (Merck KGaA, Njemačka)

#### *3.2.2.1. Određivanje sastava masnih kiselina (GC)*

### Uvjeti rada

- Kolona: kapilarna Stabilwax (RESTEK), 30 m x 0,32 mm, debljina filma 1  $\mu\text{m}$
- Temperatura kolone: 190  $^{\circ}\text{C}$
- Temperaturni program: 190  $^{\circ}\text{C}$ , 2,25 min; 4  $^{\circ}\text{C min}^{-1}$  do 210  $^{\circ}\text{C}$ , 30,5 min
- Plin nosioc: protok 30  $\text{mL min}^{-1}$ , split 40  $\text{mL min}^{-1}$
- Pomoćni plinovi: argon (protok 25  $\text{mL min}^{-1}$ ), zrak (protok 300  $\text{mL min}^{-1}$ )
- Temperatura injektora: 240  $^{\circ}\text{C}$
- Temperatura detektora: 260  $^{\circ}\text{C}$
- Količina injektiranog uzorka: 0,1  $\mu\text{L}$

### Postupak rada

Pripremljeni uzorak se analizira na plinskom kromatografu (slika 5). Instrument se sastoji od injekcijskog sistema (engl. *split-splitless*), peći (termostatirani prostor), kolone i plameno-ionizacijskog detektora (engl. *Flame Ionisation Detector*, FID). Identifikacija masnih kiselina provedena je usporedbom vremena zadržavanja metilnih estera pojedine masne kiseline s vremenima zadržavanja metilnih estera standardne smjese 37 masnih kiselina poznatog sastava. Za izračunavanje kvantitativnog sastava masnih kiselina korištena je metoda normiranosti površine s odgovarajućim faktorima za svaku komponentu (elektronska integracija pikova).

#### 3.2.2.2. *Određivanje trans izomera masnih kiselina*

Kvalitativno i kvantitativno određivanje stupnja *trans* nezasićenosti masnih kiselina hidrogeniranih i nehidrogeniranih biljnih masti i ulja provedeno je metodom ISO 15304:2002.

### Uvjeti rada

- Kolona: kapilarna RT 2560 (RESTEK) 100 m x 0,25 mm, debljina filma 0,2 µm
  - Temperatura kolone: 175 °C
  - Temperaturni program: 175 °C, 1,95 min; 2,6 °C min<sup>-1</sup> do 180 °C, 75 min
  - Plin nosioc: protok 30 mL min<sup>-1</sup>, split 50 mL min<sup>-1</sup>
  - Pomoćni plinovi: argon (protok 25 mL min<sup>-1</sup>), zrak (protok 300 mL min<sup>-1</sup>)
  - Temperatura injektora: 220 °C
  - Temperatura detektora: 260 °C
  - Količina injektiranog uzorka: 0,2 µL

### Postupak rada

Pripremljeni uzorak analiziran je na plinskom kromatografu (slika 5). Identifikacija pojedinih *trans* izomera masnih kiselina provedena je usporedbom vremena zadržavanja metilnih estera pojedine masne kiseline s vremenima zadržavanja metilnih estera standardne smjese 37 masnih kiselina poznatog sastava. Dobivena vrijednost za C<sub>18:1</sub> je suma svih C<sub>18:1</sub> *trans* komponenti. Isto vrijedi i za C<sub>18:2</sub> i C<sub>18:3</sub>, koje odgovaraju sumi svih C<sub>18:2</sub> i C<sub>18:3</sub>. Ukupna vrijednost za *trans* komponente je suma *trans* C<sub>18:1</sub>, *trans* C<sub>18:2</sub> i *trans* C<sub>18:3</sub>. Komponenta C<sub>18:1</sub> *trans* eluira prije *cis* komponente. C<sub>18:2</sub> *trans* komponenta se sastoji od tri pika koji eluiraju prije metil linoleata (C<sub>18:2</sub> *cis*, *cis*). Za izračunavanje kvantitativnog sastava *trans* izomera

masnih kiselina korištena je metoda normiranosti površine s odgovarajućim faktorima za svaku komponentu (elektronska integracija pikova).

### *3.2.2.3. Određivanje kvantitativnog i kvalitativnog sastava masnih kiselina*

Identifikacija pojedinih masnih kiselina provedena je usporedbom vremena zadržavanja metilnih estera pojedine masne kiseline s vremenima zadržavanja metilnih estera standardne smjese 37 masnih kiselina poznatog sastava (F.A.M.E.).

Pri izračunavanju sastava masnih kiselina korištena je metoda normalizacije površina koja je kompjuterski izabrana. Na kromatogramu se uz vrijeme zadržavanja i površine ispod pikova bilježi i udjel pojedine masne kiseline.

## **4. REZULTATI I RASPRAVA**

Cilj ovog rada bio je određivanje sastava i udjela masnih kiselina i *trans* izomera masnih kiselina u uzorcima margarina proizvođača Zvijezda d. d. Od stolnih margarina ispitana su 4 uzorka Zvijezda stolnog margarina, 2 uzorka Margarina za kreme, 3 uzorka Klasik 60 %-tnog margarina i 2 uzorka Margarina s aromom vanilije. Od mazivih margarina ispitana su 4 uzorka Margo nova, 4 uzorka Omegol original i 5 uzoraka Omegol sa sjemenkama lana. Za određivanje sastava i udjela masnih i *trans* masnih kiselina korištena je metoda prevođenja masnih kiselina u metilne estere masnih kiselina te analiza pomoću plinskog kromatografa i plameno-ionizacijskog detektora.

### **4.1. SASTAV I UDJEL MASNIH KISELINA**

Uzorci ispitivanih stolnih margarina pripadaju kategoriji miješanih margarina s 80 do 90 % masti te miješanih margarina sa smanjenim udjelom masti, dok mazivi margarini pripadaju kategorijama miješanih namaza s različitim postotkom masti. Unatoč istoj recepturi, svaka masna blenda za pripremu margarina se, s obzirom na različitost sirovina, razlikuje od prethodne. Različitost mješavina za pripravu margarina je vidljiva i u udjelu masnih kiselina određenom u gotovim proizvodima. Rezultati određivanja sastava i udjela masnih kiselina su za uzorke stolnih margarina prikazani u tablici 3, a za uzorke mazivih margarina u tablici 5.

Tablica 3. Sastav masnih kiselina u stolnim margarinima

Masna kiselina (% od ukupnih)	ZS1	ZS2	ZS3	ZS4	MK1	MK2	KM1	KM2	KM3	MV1	MV2
C6:0	Tr.	N. d.	N. d.	Tr.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	Tr.	N. d.	N. d.
C8:0	0,4	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2
C10:0	0,4	0,2	0,3	0,3	0,5	0,4	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3
C12:0	5,6	3,9	4,2	4,4	7,7	6,9	4,2	3,4	4,7	4,7	4,0
C14:0	2,8	2,2	2,2	2,2	3,5	3,3	2,4	2,1	2,5	2,4	2,2
C15:0	Tr.	Tr.	Tr.	0,1	Tr.	Tr.	0,1	Tr.	Tr.	0,1	Tr.
C16:0	37,1	37,4	37,7	35,1	36,9	36,4	40,7	36,0	37,7	37,6	37,5
C16:1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
C17:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C17:1	Tr.	Tr.	N. d.	Tr.	N. d.	Tr.	Tr.	N. d.	0,1	N. d.	Tr.
C18:0	4,5	4,6	4,1	4,4	4,3	4,4	4,6	4,3	4,3	4,4	4,4
C18:1	35,3	34,7	35,1	34,5	32,3	32,9	34,7	37,8	33,6	34,3	34,3
C18:2	13,3	15,5	15,0	17,5	13,7	14,0	11,8	14,4	15,1	14,9	15,8
C18:3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2	0,2	0,2
C18:4	N. d.	Tr.	Tr.	N. d.	N. d.	Tr.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	0,2
C20:0	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
C20:1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
C20:2	N. d.	N. d.	0,1	Tr.	N. d.	Tr.	N. d.	Tr.	Tr.	Tr.	N. d.
C20:3	0,2	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	0,1	N. d.	N. d.	N. d.
C20:4	N. d.	Tr.	Tr.	N. d.	N. d.	Tr.	N. d.	0,3	N. d.	N. d.	Tr.
C22:0	Tr.	0,2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
C22:2	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	Tr.	N. d.	N. d.	Tr.	N. d.
C22:3	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	0,1	N. d.	N. d.	N. d.
C24:0	N. d.	N. d.	0,1	0,1	Tr.	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

\*Uzorci stolnih margarina: Zvijezda stolni margarin (ZS1-ZS4), Margarin za kreme (MK1, MK2), Klasik 60 %-tni margarin (KM1-KM3) i Margarin s aromom vanilije (MV1, MV2).

\*\*N. d. - Nije detektirano, Tr. - detektirano u tragovima (<0,05 %).

Uzorci stolnih margarina sadržavali su od 35,1 % do 40,7 % palmitinske (C16:0), 32,3 % do 37,8 % oleinske (C18:1), 11,8 % do 17,5 % linolne (C18:2), 3,4 % do 7,7 % laurinske

(C12:0), 4,1 % do 4,6 % stearinske (C18:0), 2,1 % do 3,5 % miristinske kiseline masne kiseline (C14:0), dok su udjeli ostalih masnih kiselina niži od 1 % (tablica 3).

Plamitinska masna kiselina (C16:0) u ispitivanim se uzorcima nalazila u najvećem udjelu u Klasik 60 %-tnim margarinima u rasponu od 36,0 % do 40,7 % i s prosječnim udjelom od 38,1 %. Slijede Margarini s aromom vanilije s prosječnim udjelom nižim za 0,5 % i rasponom od 37,5 % do 37,6 %. Najniži udjel palmitinske kiseline određen je u uzorku ZS4 (35,1 %), ali s prosječnim udjelom od 36,7 %. Uzorci Zvijezda stolnih margarina imali su za 0,1 % veći prosječni udjel od uzoraka Margarina za kreme (u rasponu od 36,4 % do 36,9 %) (tablica 3).

Najmanji udjel oleinske kiseline (C18:1) utvrđen je u uzorcima Margarina za kreme s prosječnim udjelom od 32,6 % (u rasponu od 32,3 % do 32,9 %), a s prosječnim udjelom od 35,4 % (u rasponu od 34,7 % do 37,8 %). Klasik 60 %-tni margarin imao je najveći udjel oleinske kiseline. Zvijezda stolni margarin u rasponu od 34,5 % do 35,3 % imali su veći raspon od Margarina s aromom vanilije koji u oba uzorka imal udjel od 34,3 %, a prosječni udjel im se razlikuje za svega 0,6 % (tablica 3).

S udjelom od 11,8 % do 17,5 % linolna kiselina (C18:2) jedna je od zastupljenijih masnih kiselina određenih u ispitivanim uzorcima. Uzorci Klasik 60 %-tnog margarina, koji su sadržavali najveće prosječne udjele palmitinske (C16:0) i oleinske (C18:1) kiseline, u rasponu od 11,8 % do 15,1 % i s prosječnim udjelom od 13,8 % sadržavali su najniži udjel linolne kiseline. Uzorci Margarina za kreme sadržavali su linolnu kiselinu u nešto užem rasponu (od 13,7 % do 14,0 %) od uzoraka Klasik 60 %-tnog margarina, a prosječni udjel im je viši za 0,1 %. S prosječnim udjelom od 15,4 % (u rasponu od 14,9 % do 15,8 %) Margarin s aromom vanilije imo je najveći udjel linolne kiseline, a samo 0,1 % niži prosječni udjel sadržavali su Zvijezda stolni margarini (tablica 3).

U istraživanju iz 2013. godine, Garcia i sur. su pratili i analizirali proizvodnju 0 *trans* margarina te su analizom sastava masnih kiselina odredili da su ispitivani proizvodi sadržavali 32,7 % do 33,3 % palmitinske (C16:0), 24,5 % do 33,1 % oleinske (C18:1), 14,6 % do 16,8 % linolne (C18:2), 9,0 % do 9,2 % stearinske (C18:0), 1,6 % do 2,0 % miristinske kiseline (C14:0) s udjelima ostalih masnih kiselina nižim od 1 %. Uspoređivanjem prosječnih udjela masnih kiselina dobivenih u istraživanju Garcie i sur. iz 2013. godine s prosječnim udjelima dobivenih tijekom ovog istraživanja može se uvidjeti da su margarini u istraživanju Garcie i sur. imali za 4,3 % niži prosječni udjel palmitinske kiseline (C16:0), prosječni udjel oleinske kiseline (C18:1) je bio 28,8 % što je za 5,7 % niži prosječni udjel, prosječni udjel linolne kiseline (C18:2) je bio za 1,1 % viši, prosječni udjel stearinske kiseline (C18:0) je bio za 4,7

% viši, a prosječni udjel miristinske kiseline (C14:0) je bio za 0,7 % niži od analiziranih uzoraka stolnih margarina tvrtke Zvijezda d. d.

U oba istraživanja se iz priloženih rezultata može zaključiti, s obzirom na udjel palmitinske i oleinske kiseline, kako je jedna od glavnih sirovina za proizvodnju ispitivanih margarina bila palmina mast ili palmino ulje (Garcia i sur., 2013).

Analizirani uzorci ulja proizvedenih od sjemena kamelije, palminog stearina i kokosovog ulja tijekom istraživanja 2014. godine sadržavali su 38,7 % do 48,3 % oleinske (C18:1), 34,3 % do 43,0 % palmitinske (C16:0), 5,8 % do 6,7 % linolne (18:2), 4,0 % do 4,7 % stearinske (C18:0) kiseline. Uspoređivanjem prosječnih udjela masnih kiselina dobivenih u istraživanju Ruan i sur. iz 2014. godine s prosječnim udjelima dobivenih tijekom ispitivanja stolnih margarina tvrtke Zvijezda d. d. dobiveno je da su margarini u istraživanju Ruan i sur. imali prosječni udjel oleinske kiseline (C18:1) 43,5 % što je za 9,0 % viši prosječni udjel. Prosječni udjel palmitinske kiseline (C16:0) je bio za 6,2 % viši, prosječni udjel linolne kiseline (C18:2) je bio za 8,3 % niži, a prosječni udjel stearinske kiseline (C18:0) bio je jednak udjelu analiziranih uzoraka stolnih margarina tvrtke Zvijezda d. d. (Ruan i sur., 2014).

Vučić i sur. su 2015. godine analizom sastava masnih kiselina u mazivim margarinima na srpskom tržištu odredili udjele od 16,3 % do 37,7 % palmitinske (C16:0), 28,0 % do 33,3 % oleinske (C18:1), 7,9 % do 15,1 % linolne (C18:2), 3,8 % do 13,3 % stearinske (C18:0), 1,2 % do 6,2 % laurinske (C12:0), 1,4 % do 2,5 % miristinske kiseline (C14:0). Uspoređivanjem prosječnih udjela masnih kiselina dobivenih u istraživanju Vučić i sur. iz 2015. godine s prosječnim udjelima dobivenih tijekom ovog istraživanja dobiveno je da su margarini u istraživanju Vučić i sur. imali za 16 % niži prosječni udjel palmitinske kiseline (C16:0), prosječni udjel oleinske kiseline (C18:1) je bio 31,3 % što je za 3,2 % niži prosječni udjel, prosječni udjel linolne kiseline (C18:2) je bio 10,4 % što je za 4,2 % niži prosječni udjel, prosječni udjel stearinske kiseline (C18:0) je bio za 5,4 % viši, prosječni udjel laurinske kiseline (C12:0) bio je 4,3 % što je za 0,6 % niži prosječni udjel, a prosječni udjel miristinske kiseline (C14:0) je bio 1,9 % što za 0,6 % niže nego li u analiziranim uzorcima stolnih margarina tvrtke Zvijezda d. d. (Vučić i sur., 2015).

Oleinska kiselina je zastupljena u skoro svim uljima i mastima, nije esencijalna, ali je vrlo važna zbog pozitivnog učinka na ljudsko zdravlje (Filip i Vidrih, 2012).



Tablica 4. Masne kiseline u 100 g stolnog margarina

Uzorci	Masne kiseline					
	Zasićene (g)	Mononezasićene (g)	Polinezasićene (g)	Omega 6 (g)	Omega 3 (g)	UKUPNO (g)
ZS1	35,7	24,8	9,4	11,6	0,1	69,9
ZS2	34,4	24,5	11,0	10,8	0,2	69,9
ZS3	34,5	24,8	10,7	10,4	0,2	70,0
ZS4	33,3	24,4	12,4	12,1	0,1	70,1
MK1	42,8	26,1	11,1	10,9	0,1	80,0
MK2	42,0	26,6	11,4	11,0	0,1	80,0
KM1	31,8	21,0	7,2	6,9	0,1	60,0
KM2	28,0	22,9	9,1	8,6	0,3	60,0
KM3	30,3	20,6	9,2	8,9	0,1	60,1
MV1	35,2	24,2	10,6	11,7	0,1	70,0
MV2	39,4	27,7	12,8	12,3	0,1	79,9

\*Uzorci stolnih margarina: Zvijezda stolni margarin (ZS1-ZS4), Margarin za kreme (MK1, MK2), Klasik 60 %-tni margarin (KM1-KM3) i Margarin s aromom vanilije (MV1, MV2).

Iz podataka u tablici 4 može se vidjeti da je udjel ukupnih masnih kiselina za uzorke stolnih margarina unutar zadanih vrijednosti, od 60 % do najmanje 80 % masti, dozvoljenih Uredbom o uspostavljanju zajedničke organizacije tržišta poljoprivrednih proizvoda (Uredba, 2013). Udjel masnih kiselina u stolnim margarinima se kretao od 60 do 80 g na 100 g proizvoda.

Uzorci KM1-KM3 su uzorci margarina sa smanjenim udjelom masti te se u tablici 4 može vidjeti da upravo oni imaju najniži ukupni udjel masnih kiselina, 60 g.

Zasićene masne kiseline u uzorcima su se nalaze u rasponu od 28,0 g do 42,8 g u 100 g konačnog proizvoda. Mononezasićene su bile u rasponu od 20,6 g do 27,7 g, a polinezasićene od 7,2 g do 12,8 g u 100 g konačnog proizvoda (tablica 4).

Najveći prosječni udjel zasićenih masnih kiselina određen je u uzorcima Margarina za kreme (42,4 g). S prosječnim udjelom od 30,0 g uzorci Klasik 60 %-tnog margarina sadržavali su najniži prosječni udjel zasićenih masnih kiselina. U uzorcima Margarina s aromom vanilije određen je prosječni udjel od 37,0 g, a u uzorcima Zvijezda stolnih margarina određen je prosječan udjel od 34,5 g (tablica 4).

Najveći prosječni udjel od 26,4 g mononezasićenih kiselina određen je u uzorcima Margarina za kreme, za 0,4 g niži prosječni udjel određen je u uzorcima Margarina s aromom vanilije.

Zvijezda stolni margarini sadržavali su prosječan udjel 24,6 g mononezasićenih kiselina, a s prosječnim udjelom od 21,5 g uzorci Klasik 60 %-tnog margarina sadržavali su najniži udjel mononezasićenih kiselina (tablica 4).

Polinezasićenih kiselina najviše je određeno u uzrocima Margarina s aromom vanilije u prosječnom udjelu od 11,7 g, dok su najniži prosječni udjeli određeni u uzorcima Klasik 60 %-tnog margarina (tablica 4).

U istraživanju Garcia i sur. iz 2013. godine određene su zasićene masne kiseline u udjelu od 47,0 g do 49,3 g u proizvodu, mononezasićenih ima od 24,8 g do 33,4 g, a polinezasićenih od 14,5 g do 17,0 g. Uspoređivanjem prosječnih udjela masnih kiselina iz istraživanja Garcia i sur. iz 2013. godine s prosječnim udjelima dobivenih tijekom ovog istraživanja dobiveno je da su margarini u istraživanju Garcia i sur. imali prosječni udjel zasićenih masnih kiselina 48,2 g što je za 13 g viši prosječni udjel, prosječni udjel mononezasićenih masnih kiselina iznosio je 29,1 g što je za 4,8 g viši prosječni udjel, prosječni udjel polinezasićenih masnih kiselina iznosio je 15,8 g što je za 5,3 g viši prosječni udjel nego li u analiziranim uzorcima stolnih margarina tvrtke Zvijezda d. d. (Garcia i sur., 2013).

U španjolskim margarинима određen je udjel ukupnih masti od 79 g u 100 g proizvoda (Galvín, 2016).

Analizom margarina na srpskom tržištu određeni udjel zasićenih masnih kiselina iznosio je od 34,8 g do 51,2 g, mononezasićenih masnih kiselina 28,0 g do 33,3 g te polinezasićenih kiselina od 8,0 g do 15,3 g. Uspoređivanjem prosječnih udjela masnih kiselina iz istraživanja Vučić i sur. iz 2013. godine s prosječnim udjelima dobivenih tijekom ovog istraživanja dobiveno je da su margarini u istraživanju Vučić i sur. imali su prosječni udjel zasićenih masnih kiselina 39,5 g što je za 4,3 g viši prosječni udjel, prosječni udjel mononezasićenih masnih kiselina iznosio je 31,3 g što je za 7,0 g viši prosječni udjel, prosječni udjel polinezasićenih masnih kiselina iznosio je 10,6 g što je za 0,1 g niži prosječni udjel nego li u analiziranim uzorcima stolnih margarina tvrtke Zvijezda d. d. (Vučić i sur., 2015).

U istraživanju Wagner i sur. iz 2000. godine, analizom austrijskih margarina određen je udjel zasićenih masnih kiselina od 35,4 g do 49,4 g, mononezasićenih masnih kiselina 31,5 g do 43,4 g te polinezasićenih kiselina od 31,4 g do 53,9 g od ukupnih masnih kiselina. Uspoređenjem prosječnih udjela masnih kiselina dobivenih tijekom istraživanja austrijskih margarina iz 2000. godine s prosječnim udjelima dobivenih tijekom ovog istraživanja dobiveno je da su margarini u istraživanju austrijskih margarina imali su prosječni udjel zasićenih masnih kiselina 42,4 g što je za 7,2 g viši prosječni udjel, prosječni udjel mononezasićenih masnih kiselina iznosio je 37,5 g što je za 13,2 g viši prosječni udjel,

prosječni udjel polinezasićenih masnih kiselina iznosio je 42,7 g što je za 32,2 g viši prosječni udjel nego li u analiziranim uzorcima stolnih margarina tvrtke Zvijezda d. d. (Wagner i sur., 2000).

Margarini proizvedeni u Zvijezdi d. d. i ispitani tijekom istraživanja sadržavali su 6,9 g do 12,3 g omega 6 masnih kiselina, te 0,1 g do 0,3 g omega 3 masnih kiselina.

Najveći prosječni udjel od 12,0 g omega 6 masnih kiselina određen je u uzorcima Margarina s aromom vanilije, a s prosječnim udjelom od 0,1 g sadržavali su najniži udjel omega-3 kiselina. Omega 3 masne kiseline s prosječnim udjelom od 0,1 g sadržavali su još i uzorci Margarina za kreme, ali su sadržavali niži prosječan udjel u vrijednosti od 10,9 g omega 6 masnih kiselina. Uzorci Zvijezda stolnih margarina sadržavali su prosječan udjel od 11,2 g omega 6 masnih kiselina te prosječan udjel od 0,2 g omega 3 masnih kiselina. Najveći prosječni udjel od 0,2 g omega 3 masnih kiselina određen je u uzorcima Klasik 60 %-tnog margarina (tablica 4).

Tablica 5. Sastav masnih kiselina u mazivim margarinima

Masna kiselina (% od ukupnih)	MN1	MN2	MN3	MN4	MO1	MO2	MO3	MO4
C6:0	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	0,3	N. d.	N. d.	N. d.
C8:0	0,9	0,2	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
C10:0	0,7	0,2	0,9	0,9	0,5	0,1	0,1	0,2
C12:0	6,1	3,2	3,8	3,9	2,7	1,4	1,5	2,7
C14:0	2,0	1,5	1,7	1,8	1,1	0,8	0,8	1,0
C15:0	Tr.	Tr.	Tr.	N. d.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
C16:0	18,5	30,6	18,9	18,2	17,6	16,8	16,8	17,1
C16:1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
C17:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C17:1	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	0,1	0,1	0,1	0,1
C18:0	3,4	6,3	3,7	3,9	3,3	3,5	3,4	3,1
C18:1	31,6	23,4	32,9	31,8	46,9	47,2	48,4	48,2
C18:2	34,8	32,2	36,5	38,2	21,3	23,7	21,9	21,8
C18:3	0,6	0,1	0,8	0,1	3,8	3,5	3,9	3,8
C18:4	N. d.	Tr.	Tr.	Tr.	N. d.	Tr.	Tr.	Tr.
C20:0	0,3	0,5	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
C20:1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,6	0,7	0,7	0,7
C20:2	N. d.	N. d.	Tr.	Tr.	N. d.	Tr.	Tr.	N. d.
C20:4	N. d.	0,1	Tr.	N. d.	N. d.	Tr.	Tr.	N. d.
C22:0	0,5	1,0	0,5	0,6	0,9	1,0	1,0	0,6
C22:1	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	0,1	0,1	0,1
C22:5	N. d.	0,2	N. d.	N. d.	N. d.	N. d.	0,2	N. d.
C24:0	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
C24:1	N. d.	N. d.	Tr.	N. d.	N. d.	Tr.	0,1	N. d.

\*Uzorci mazivih margarina: Margo nova (MN1-MN4), Omegol original (MO1-MO4) i Omegol sa sjemenkama lana (MS1-MS5).

\*\*N.d.-Nije detektirano, Tr.-detektirano u tragovima (<0,05 %).

Tablica 5. Sastav masnih kiselina u mazivim margarinima – nastavak

Masna kiselina (% od ukupnih)	MS1	MS2	MS3	MS4	MS5
C6:0	N. d.	Tr.	Tr.	N. d.	N. d.
C8:0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
C10:0	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
C12:0	1,5	1,4	1,7	1,4	1,4
C14:0	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9
C15:0	Tr.	Tr.	N.d.	Tr.	Tr.
C16:0	16,5	18,3	18,4	21,7	20,1
C16:1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
C17:0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C17:1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
C18:0	3,6	3,5	3,8	3,7	3,8
C18:1	51,1	47,8	42,3	45,9	44,5
C18:2	20,0	21,2	27,8	20,3	23,9
C18:3	3,9	3,6	2,4	3,2	2,8
C18:4	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
C20:0	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
C20:1	0,5	0,7	0,5	0,61	0,5
C20:2	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
C20:4	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
C22:0	0,8	0,9	1,0	0,9	0,9
C22:1	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.
C22:5	N. d.	0,1	N. d.	N. d.	N. d.
C24:0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
C24:1	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.	Tr.

\*Uzorci mazivih margarina: Margo nova (MN1-MN4), Omegol original (MO1-MO4) i Omegol sa sjemenkama lana (MS1-MS5).

\*\*N.d.-Nije detektirano, Tr.-detektirano u tragovima (<0,05 %).

Uzorci mazivih margarina sadržavali su od 23,4 % do 51,1 % oleinske (C18:1), 20,0 % do 38,2 % linolne (C18:2), 16,5 % do 30,6 % palmitinske (C16:0), 3,1 % do 6,3 % stearinske (C18:0), 1,4 % do 6,1 % laurinske (C12:0) i 0,8 % do 2,0 % miristinske kiseline (C14:0), dok su udjeli ostalih kiselina niži od 1 %.

Analizom sastava masnih kiselina u margarinima na srpskom tržištu određeno je da su sadržavali 18,1 % do 48,9 % linolne (C18:2), 26,8 % do 43,8 % oleinske (C18:1), 10,5 % do 25,9 % palmitinske (C16:0), 3,3 % do 9,2 % stearinske (C18:0), 0,6 % do 4,0 % laurinske (C12:0), 0,5 % do 2,0 % miristinske kiseline (C14:0). Uspoređivanjem prosječnih udjela masnih kiselina dobivenih u istraživanju Vučić i sur. iz 2015. godine s prosječnim udjelima dobivenih tijekom ovog istraživanja vidljivo je da su margarini u istraživanju Vučić i sur. imali za 1,4 % niži prosječni udjel palmitinske kiseline (C16:0), prosječni udjel oleinske kiseline (C18:1) je bio 32,4 % što je za 9,3 % niži prosječni udjel, prosječni udjel linolne (C18:2) kiseline je bio 35,2 % što je za 4,7 % niži prosječni udjel, prosječni udjel stearinske kiseline (C18:0) je bio za 1,5 % viši, prosječni udjel laurinske kiseline (C12:0) je bio 2,3 % što je za 0,2 % niži prosječni udjel, a prosječni udjel miristinske kiseline (C14:0) je bio 1,3 % što je za 0,1 % više nego li u analiziranim uzorcima stolnih margarina tvrtke Zvijezda d. d. (Vučić i sur., 2015).

Dok je u uzorcima stolnih margarina prevladavala palmitinska kiselina u udjelu od 35,1 % do 40,7 % (tablica 3), u mazivim margarinima Zvijezda d. d. prevladavala je oleinska kiselina s udjelom u rasponu od 23,4 % do 51,1 %.

Najmanji udjel oleinske kiseline (C18:1) analizom utvrđen je u uzorcima Margo nova s prosječnim udjelom od 29,9 % (u rasponu od 23,4 % do 32,9 %), a s prosječnim udjelom od 47,7 % (u rasponu od 46,9 % do 48,4 %) uzorci Omegol originala imali su najveći udjel oleinske kiseline. Uzorci Omegol sa sjemenkama lana imali su raspon udjela od 42,3 % do 51,1 % i prosječni udjel od 46,3 % (tablica 5).

S udjelom od 20,0 % do 38,2 % linolna kiselina (C18:2) zastupljenija je masna kiselina u mazivim margarinima nego li u uzorcima stolnih margarina. Uzorci Omegol original s rasponom od 21,3 % do 23,7 % i prosječnim udjelom od 22,2 % sadržavali su najniži udjel linolne kiseline. Uzorci Omegol sa sjemenkama lana sadržavali su linolnu kiselinu u nešto širem rasponu (od 20,0 % do 27,8 %) od uzoraka Omegol original, a prosječni udjel im je viši za 0,4 %. S prosječnim udjelom od 35,4 % (u rasponu od 32,2 % do 38,2 %) uzorci Margo nova su imali najveći udjel linolne kiseline (tablica 5).

Palmitinska kiselina (C16:0) u najvećem udjelu se nalazila u uzorcima Margo nove u rasponu od 18,2 % do 30,6 % i prosječnim udjelom od 21,6 %. Najniži prosječni udjel palmitinske kiseline određen je u uzorku MS1 (16,5 %), ali s prosječnim udjelom od 19,0 % uzorci Omegol sa sjemenkama lana imali su za 1,9 % veći prosječni udjel od uzoraka Omegol original (tablica 5).

Oleinska kiselina, koja je inače glavna komponenta maslinovog ulja, u svim je uzorcima među najzastupljenijim masnim kiselinama. Oleinska kiselina ima povoljan učinak na kardiovaskularni sustav (Vučić i sur., 2015; Filip i Vidrih, 2012).

Tablica 6. Masne kiseline u 100 g uzorka mazivih margarina

Uzorci	Masne kiseline					
	Zasićene (g)	Mononezasićene (g)	Polinezasićene (g)	Omega 6 (g)	Omega 3 (g)	UKUPNO (g)
MN1	16,6	16,3	18,1	17,3	0,3	51,0
MN2	21,9	11,8	16,3	16,0	0,2	50,0
MN3	14,6	16,7	18,7	18,1	0,4	50,0
MN4	14,8	16,1	19,2	19,0	0,1	50,1
MO1	16,1	28,2	14,8	12,5	2,2	59,1
MO2	14,4	28,4	16,1	14,0	2,1	58,9
MO3	14,5	29,2	15,4	12,9	2,4	59,1
MO4	14,8	29,0	15,1	12,8	2,2	59,0
MS1	14,1	30,7	14,2	11,5	2,3	58,9
MS2	15,5	29,0	14,8	12,6	2,2	59,3
MS3	15,8	25,6	18,0	16,3	1,4	59,4
MS4	17,6	27,8	14,0	12,1	1,9	59,4
MS5	16,7	26,9	15,9	14,2	1,7	59,5

\*Uzorci mazivih margarina: Margo nova (MN1-MN4), Omegol original (MO1-MO4) i Omegol sa sjemenkama (MS1-MS5).

Iz podataka u tablici 6 može se vidjeti da je udjel ukupnih masnih kiselina za mazive margarine unutar zadanih vrijednosti, s udjelima masnoće do 39 %, većim od 41 % a manjim od 60 % i većim od 62 % a manjim od 80 %, dozvoljenih Uredom o uspostavljanju zajedničke organizacije tržišta poljoprivrednih proizvoda (Uredba, 2013).

Ukupni udjel masnih kiselina kod mazivih margarina iznosio je od 50 do 59,4 g na 100 g proizvoda (tablica 6), što je niže od udjela masnih kiselina kod stolnih margarina.

Zasićene masne kiseline su se u uzorcima nalazile u rasponu od 14,4 g do 17,6 g u 100 g konačnog proizvoda. Mononezasićene su bile u rasponu od 11,8 g do 30,7 g, a polinezasićene od 14,0 g do 19,7 g u 100 g konačnog proizvoda (tablica 6).

Najveći prosječni udjel zasićenih masnih kiselina određen je u uzorcima Margo nova (16,9 g). S prosječnim udjelom od 14,9 g uzorci Omegol original sadržavali su najniži prosječni udjel

zasićenih masnih kiselina. U uzorcima Omegol sa sjemenkama lana određen je prosječni udjel od 15,9 g (tablica 5).

Najveći prosječni udjel od 27,9 g mononezasićenih kiselina određen je u uzorcima Omegol original, za 0,7 g niži prosječni udjel određen je u uzorcima Omegol sa sjemenkama lana. S prosječnim udjelom od 15,3 g uzorci Margo nova sadržavali su najniži udjel mononezasićenih kiselina (tablica 6).

Polinezasićenih kiselina najviše je određeno u uzorcima Margo nova u prosječnom udjelu od 18,0 g, dok je najniži prosječni udjel određeni u uzorcima Omegol original (15,3 g) koji je za 0,03 g niži od prosječnog udjela u uzorcima Omegol sa sjemenkama lana (tablica 4).

U margarinima srpskog tržišta određen je udjel zasićenih masnih kiselina od 22,8 g do 41,1 g, mononezasićenih masnih kiselina 27,3 g do 44,0 g te polinezasićenih kiselina od 22,2 g do 49,3 g. Uspoređivanjem prosječnih udjela masnih kiselina iz istraživanja Vučić i sur. iz 2013. godine s prosječnim udjelima dobivenih tijekom ovog istraživanja dobijemo da su margarini u istraživanju Vučić i sur. imali prosječni udjel zasićenih masnih kiselina 29,3 g što je za 13,3 g viši prosječni udjel, prosječni udjel mononezasićenih masnih kiselina iznosio je 34,5 g što je za 10,2 g viši prosječni udjel, prosječni udjel polinezasićenih masnih kiselina iznosio je 36,0 g što je za 19,8 g viši prosječni udjel nego li u analiziranim uzorcima stolnih margarina tvrtke Zvijezda d. d. (Vučić i sur., 2015).

U tablici 6 vidljivo je da u uzorcima Omegol original namaza ima veći postotak omega 3 kiselina te je određen prosječni udjel iznosio 2,2 g s rasponom od 2,1 g do 2,4 g. Omegol namaz obogaćen je omega 3 masnim kiselinama koje doprinose održavanju normalne razine kolesterola. Najniži prosječni udjel određen je u uzorcima Margo nova (0,3 g) te je u njima određen najviši udjel omega 6 masnih kiselina (17,6 g).

#### **4.2. UDJEL TRANS IZOMERA MASNIH KISELINA**

Rezultati određenog udjela *trans* masnih kiselina su za uzorke stolnih margarina prikazani u tablici 7, a mazivih namaza u tablici 8. Pri proizvodnji margarina, Zvijezda d. d. za svoje proizvode koristi tropske uljarice. Prateći svjetske trendove u proizvodnji hrane, Zvijezda d. d. na hrvatsko i inozemno tržište plasira proizvode sa smanjenim udjelom masti. Zvijezda d. d. je, naime, još 2003. započela aktivnosti smanjivanja udjela *trans* masnih kiselina u svojim proizvodima, a 2007. su hidrogenirane masti (*trans* masti) u potpunosti izbačene. Time se sadržaj *trans* masnih kiselina u margarinu smanjio na manje od 2 % *trans* izomera na 100 grama proizvoda (Zvijezda, 2016).



Tablica 7. Udjel *trans* izomera u uzorcima stolnih margarina u proizvodu

Uzorci	<i>Trans</i> izomeri (%)			
	C18:1	C18:2	C18:3	UKUPNO
ZS1	0,38	0,35	0,01	0,74
ZS2	0,06	0,18	0,02	0,26
ZS3	0,08	0,18	0,02	0,28
ZS4	0,31	0,22	0,02	0,55
MK1	0,10	0,12	0,01	0,23
MK2	0,08	0,24	0,02	0,34
KM1	0,45	0,35	0,02	0,82
KM2	0,17	0,18	0,02	0,37
KM3	0,15	0,20	0,02	0,37
MV1	0,30	0,32	0,03	0,65
MV2	0,11	0,42	0,03	0,56

\*Uzorci stolnih margarina: Zvijezda stolni margarin (ZS1-ZS4), Margarin za kreme (MK1, MK2), Klasik 60 %-tni margarin (KM1-KM3) i Margarin s aromom vanilije (MV1, MV2).

Ovo istraživanje pokazalo je da su uzorci margarina proizvedeni u tvrtki Zvijezda d. d. sadržavali nizak udjel *trans* masnih kiselina. U tablici 7 vidljivo je da su stolni margarini sadržavali 0,06 % do 0,45 % *trans* izomera 18:1, od 0,18 % do 0,42 % *trans* izomera 18:2, od 0,01 % do 0,03 % *trans* izomera 18:3, dok je udjel u uzorcima od 0,23 % do 0,82 %. Najveći udjeli *trans* izomera masnih kiselina nalazio se u uzorcima Zvijezda stolnog margarina (0,74 %) i Klasik 60 %-tni margarina (0,82 %), dok su najniže udjele *trans* izomera masnih kiselina sadržavali uzorci Margarina za kreme (0,23 % i 0,34 %) (tablica 7).

Tablica 8. Udjel *trans* izomera u uzorcima mazivih margarina u proizvodu

Uzorci	<i>Trans</i> izomeri (%)			
	C18:1	C18:2	C18:3	UKUPNO
MN1	0,43	0,16	0,00	0,59
MN2	0,40	0,17	0,00	0,57
MN3	0,54	0,33	0,02	0,89
MN4	0,54	0,15	0,00	0,69
MO1	0,06	0,13	0,05	0,24
MO2	0,08	0,14	0,01	0,23
MO3	0,11	0,15	0,06	0,32
MO4	0,07	0,11	0,07	0,25
MS1	0,53	0,49	0,08	1,10
MS2	0,04	0,10	0,06	0,20
MS3	0,32	0,35	0,04	0,71
MS4	0,06	0,13	0,04	0,23
MS5	0,05	0,15	0,04	0,24

\*Uzorci mazivih margarina: Margo nova (MN1-MN4), Omegol original (MO1-MO4) i Omegol sa sjemenkama (MS1-MS5).

Uzorci mazivih margarina sadržavali su 0,04 % do 0,54 % *trans* izomera 18:1, 0,10 % do 0,49 % *trans* izomera 18:2, od 0,00 % do 0,08 % *trans* izomera 18:3, dok je ukupni udjel u uzorcima bio od 0,20 % do 1,10 % (tablica 8).

U tablici 8 je vidljivo da se najveći ukupni udjeli *trans* izomera masnih kiselina nalazio u uzorku MS1 (1,10 %). Najveći prosječni udjel *trans* izomera određen je u uzorcima Margo nova s rasponom od 0,57 % do 0,89 % i prosječnim ukupnim udjelom od 0,69 %. Najniži udjel *trans* izomera masnih kiselina određen je u uzorku MS2 (0,20 %), dok je najniži prosječni udjel *trans* izomera određen u uzorcima Omegol originala u rasponu od 0,23 % do 0,32 % i prosječnim udjelom od 0,26 %.

U diplomskom radu iz 2013. godine također je obrađena tema *trans* masnih kiselina u margarinima tvrtke Zvijezda d. d., odnosno odabir mješavina masti za proizvodnju 0-*trans* margarina. Analizom dvaju odabranih uzoraka dobiveni su rezultati od 0,06 % do 0,07 % *trans* izomera 18:1, 0,21 % *trans* izomera 18:2, od 0,02 % do 0,03 % *trans* izomera 18:3. Ukupni udjel u uzorcima iznosio 0,3 %, dok prosječni ukupni udjel *trans* izomera u margarinima tvrtke Zvijezda iz 2018. godine iznosi 0,48 %. Oba istraživanja potvrđuju dobru proizvođačku praksu tvrtke Zvijezda d. d. pri proizvodnji margarina s niskim udjelom *trans* masnih kiselina. Unatoč tome što u Republici Hrvatskoj ne postoje zakonske regulative koje

ograničavaju udjel *trans* masnih kiselina u proizvodima, tvrtka Zvijezda d. d. proizvodi margarine s niskim udjelom *trans* masnih kiselina kako bi zadovoljila potrebe tržišta za izvoz, a samim time ujedno vodi brigu o zdravlju svojih potrošača (Mojzeš, 2013).

U Europi preporuke za unos *trans* masnih kiselina su  $\leq 2$  % ukupnog unosa energije za Francusku i Ujedinjeno Kraljevstvo, do  $\leq 1$  % ukupnog unosa energije u Belgiji, Nizozemskoj, Njemačkoj, Austriji, Švicarskoj i Španjolskoj. U posljednjih nekoliko godina značajan broj istraživanja bavio se upravo *trans* masnim kiselinama. U istraživanju Fernández-San Juan iz 2009. godine u španjolskim margarinima je određeno 2,80 % *trans* izomera masnih kiselina, što je za 6,07 % niži udjel u odnosu na istraživanje Alonso i sur. iz 2000. godine u kojem je određen udjel *trans* izomera masnih kiselina od 8,87 %. U uzorcima margarina srpskog tržišta udjel *trans* izomera masnih kiselina u stolnim margarinima iznosio je od 4,53 % do 28,84 %, a u mazivim margarinima od 0,17 % do 6,89 % (Vučić i sur., 2015). U Austriji su *trans* masne kiseline u analiziranim margarinima još 2000. godine nađene u udjelima od 0,30 % do 3,70 %. Rezultati analize pokazali su manje udjele (0,30 %) *trans* masnih kiselina u kvalitetnijim i cjenovno skupljim margarinima, nego što je to bilo za jeftinije proizvode (Wagner i sur., 2000). U usporedbi s analiziranim uzorcima u istraživanju Fernández-San Juan iz 2009. godine na španjolskim margarinima s prosječnim udjelom od 0,48 % margarini proizvedeni u tvrtki Zvijezda d. d. imaju za 2,32 % niži prosječni udjel *trans* izomera masnih kiselina nego li u španjolskim margarinima. U istraživanju Alonso i sur. iz 2000. godine određen je udjel *trans* izomera masnih kiselina od 8,87 % što je za 8,39 % viši prosječni udjel određen u margarinima tvrtke Zvijezda d. d. U istraživanju Vučić i sur. iz 2015. godine na margarinima srpskog tržišta prosječni ukupni udjeli *trans* izomera masnih kiselina u uzorcima stolnih margarina iznosio 19,30 % što je za 18,83 % više nego li u uzorcima stolnih margarina tvrtke Zvijezda d. d. U uzorcima mazivih margarina sa srpskog tržišta prosječni udjel *trans* izomera masnih kiselina iznosio je 2,28 % što je 1,8 % viši prosječni udio nego li u uzorcima mazivih margarina proizvedenih u tvrtki Zvijezda d. d. 2018. godine.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom istraživanju analiziran je sastav i udjel masnih kiselina i *trans* masnih kiselina u 24 uzorka margarina proizvođača Zvijezda d. d. te se nakon provedenih analiza može zaključiti:

1. Udjeli zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina ispitivanih uzoraka u skladu su s postavljenim zahtjevima.
2. Uzorci stolnih margarina sadržavali su od 35,1 % do 40,7 % palmitinske (C16:0), 32,3 % do 37,8 % oleinske (C18:1), 11,8 % do 17,5 % linolne (C18:2), 3,4 % do 7,7 % laurinske (C12:0), 4,1 % do 4,6 % stearinske (C18:0), 2,1 % do 3,5 % miristinske kiseline (C14:0), dok su udjeli ostalih masnih kiselina niži od 1 %.
3. Zasićene masne kiseline u uzorcima stolnih margarina se nalaze u rasponu od 28,0 g do 42,8 g u 100 g konačnog proizvoda. Mononezasićene su bile u rasponu od 20,6 g do 27,7 g, a polinezasićene od 7,2 g do 12,8 g u 100 g konačnog proizvoda te 6,9 g do 12,3 g omega 6 masnih kiselina i 0,1 g do 0,3 g omega 3 masnih kiselina.
4. Uzorci mazivih margarina sadržavali su od 23,4 % do 51,1 % oleinske (C18:1), 20,0 % do 38,2 % linolne (C18:2), 16,5 % do 30,6 % palmitinske (C16:0), 3,07 % do 6,3 % stearinske (C18:0), 1,4 % do 6,1 % laurinske (C12:0) i 0,8 % do 2,0 % miristinske kiseline (C14:0), dok su udjeli ostalih kiselina niži od 1 %.
5. Zasićene masne kiseline u uzorcima mazivih margarina su se nalazile u rasponu od 14,4 g do 17,6 g u 100 g konačnog proizvoda. Mononezasićene su bile u rasponu od 11,8 g do 30,7 g, a polinezasićene od 14,00 g do 19,70 g u 100 g konačnog proizvoda.
6. Stolni margarini sadržavali su 0,06 % do 0,45 % *trans* izomera 18:1, 0,18 % do 0,42 % *trans* izomera 18:2, 0,01 % do 0,03 % *trans* izomera 18:3, dok je udjel u uzorcima bio od 0,23 % do 0,82 %. Najveći udjeli *trans* izomera masnih kiselina sadržavali su uzorci Zvijezda stolnog margarina (0,74 %) i Klasik 60 %-tni margarina (0,82 %), dok su najniže udjele *trans* izomera masnih kiselina sadržavali uzorci Margarina za kreme (0,23 % i 0,34 %).
7. Uzorci mazivih margarina sadržavali su 0,04 % do 0,54 % *trans* izomera 18:1, 0,10 do 0,49 % *trans* izomera 18:2, od 0,00 % do 0,08 % *trans* izomera 18:3, dok je ukupni udjel u uzorcima bio od 0,20 % do 1,10 %. Najveći prosječni udjel *trans* izomera bio je određen u uzorcima Margo nova s rasponom od 0,57 % do 0,89 % i prosječnim

ukupnim udjelom od 0,69 %. Najniži udjel *trans* izomera masnih kiselina određen je u uzorku MS2 (0,20 %), dok je najniži prosječni udjel *trans* izomera određen u uzorcima Omegol originala u rasponu od 0,23 % do 0,32 % i prosječnim udjelom od 0,26 %.

8. Udjeli ukupnih masnih kiselina u ispitivanim uzorcima u skladu su s Uredbom.
9. Svi analizirani uzorci margarina tvrtke Zvijezda d. d. imaju udjel *trans* masnih kiselina sveden na minimum.

## 6. LITERATURA

1. Alonso, L., Fraga, M. J., Juárez, M. (2000) Determination of trans fatty acids and fatty acid profiles in margarines marketed in Spain. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **77**, 131–136.
2. Anonymous (2004) Maslinovo ulje i zdravlje – važnost maslinova ulja u prehrani, <<http://www.pbf.unizg.hr/edukacija/clanci6.htm>>. Pristupljeno 21. kolovoza 2018.
3. Basiron, Y. (2005) Palm oil. U: Bailey's Industrial Oil and Fat Products. **Vol. 4.** Edible Oil and Fat Products and Applications, 6. izd. (Shahidi, F., ured.) John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, str. 333–429.
4. Chrysan, M. M. (2005) Margarines and Spreads. U: Bailey's Industrial Oil and Fat Products. **Vol. 4.** Edible Oil and Fat Products and Applications, 6. izd. (Shahidi, F., ured.) John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, str. 33–82.
5. DocCheck Flexikon (2018) <[http://flexikon.doccheck.com/de/FlexiEssay:Lipide\\_und\\_Fetts%C3%A4uren](http://flexikon.doccheck.com/de/FlexiEssay:Lipide_und_Fetts%C3%A4uren)>. Pristupljeno 19. kolovoza 2018.
6. Filip, S., Vidrih, R. (2012) *Trans Fatty Acids and Human Health*. U: The Cardiovascular System – Physiolog, Diagnostic and Clinical Implications (Gaze, D., ured.) InTech, London.
7. Fernández-San Juan, P. M. (2009) Trans fatty acids (tFA): sources and intake levels, biological effects and content in commercial Spanish food. *Nutr. Hosp.* **24**, 515–520.
8. Galvín, S., Guillén-Sans, R., Galbis, J. A., Guzmán-Chozas, M. (2016) *Trans fatty acids in two classes of reformulated „zero trans“ Spanish margarines by use of second derivate ATR-FTIR spectrscopy*. *LWT-Food Sci. Tehnol.* **65**, 1066–1071.
9. Garcia, R. K. A., Moreira Gandra, K., Barrera- Arellano, D. (2013) Development of zero *trans* margarine from soybean-based interesterified fats formulated using artificial neural networks. *Grasas Acetites* **64**, 521–530.
10. Gore-Langton, L. (2017) Trans-fats: Pressure or prohibition? *Food navigator* [online], <<https://www.foodnavigator.com/Article/2017/04/20/Trans-fats-Pressure-or-prohibition>> Pristupljeno 20. kolovoza 2018.
11. Guillén, M. D., Ibargoitia, M. L., Sopelana, P. (2016) Margarine: Composition and Analysis. U: Encyclopedia of Food and Health (Caballero, B., Finglas, P. M., Toldrá, F., ured.), Academic Press, Massachusetts, SAD, str. 646–653.
12. HRN EN ISO 5508:1999, Životinjske i biljne masti i ulja – Analiza metilnih estera masnih kiselina plinskom kromatografijom.

13. HRN EN ISO 9000:2015, Sustavi upravljanja kvalitetom – Temeljna načela i terminološki rječnik.
14. Interna procedura za sljedivost (2017) Zvijezda d. d., Zagreb.
15. Interni standard sirovina i proizvoda (2010) Zvijezda d. d., Zagreb.
16. ISO 15304:2002, International standard of animal and vegetable oils and fats- Determination of the content of *trans* fatty acid isomers of vegetable fats and oils.
17. ISO 5508:2000, International standard of animal and vegetable oils and fats- Preparation of methyl esters of fatty acids.
18. ISO 9004:2018, Quality management – Quality of an organization – Guidance to achieve sustained success.
19. Izvješće Komisije Europskom parlamentu i Vijeću o trans masnim kiselinama u hrani i u prehrani stanovništva unije (2015) Europska Komisija.
20. Jeyarani, T., Reddy, S. Y. (2003) Preparation of Plastic Fats wit Zero *trans* FA from Palm Oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* **80**, 1107–1113.
21. Kondić, V., Bojanić, B., Kondić, Ž. (2015) Izbor optimalne varijante kontrole kvalitete rezultata procesa, *Tehnički glasnik* **9** (2), 153–158.
22. Latta, S. (1990) Dietary Fats: New directions in research. *Inform.*, 238–258.
23. Mojzeš, T. (2013) Odabir mješavina masti za proizvodnju „0-*trans*“ margarina, diplomski rad, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb.
24. Omejec, D., Pejić Bach, M. (2007) Sljedivost prehrambenih proizvoda hrvatskih poduzeća, Zbornik Ekonomskog fakulteta, Zagreb.
25. Oštrić-Matijašević, B., Turkulov, J. (1980) Tehnologija ulja i masti, I dio, Tehnološki fakultet Univerziteta Novi Sad, Novi Sad.
26. Rac, M. (1964) Ulja i masti, Poslovno udruženje proizvođača biljnih ulja, Beograd.
27. Reale, A., Ziino, M., Ottolenghi, F., Pellusi, P., Romeo, V., Conduurso, C., Sanfilippo, M., (2006) Chemical composition and nutritional value of some marine species from the Egadi Islands, *J. Chem. Ecology* **22**, 173–179.
28. Ruan, X., Zhu, X.-M., Xiong, H., Wang, S., Bai, C., Zhao, Q. (2014) Characterisation of zero-*trans* margarine fats producted from camellia seed oil, palm stearin and coconnut oil using enzymatic interestification strategy. *Ind. J. Food Sci. Tech.* **49**, 91–97.
29. SCION Instruments (2014) <<https://scioninstruments.com/solutions/scion-436-456-gc/>>. Pristupljeno 19. kolovoza 2018.

30. Šarkanj, B., Kipčić, D., Vasić-Rački, Đ., Delaš, F., Galić, K., Katalenić, M., Dimitrov, N., Klapac, T. (2010) *Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani*, Hrvatska agencija za hranu, Osijek.
31. Thornton Morrison, R., Neilson Boyd, R. (1979) *Organska kemija*, 3. izd., Sveučilišna naklada Liber, Zagreb
32. The EFSA Journal (2004) Opinion of the Scientific Panel on Dietetic products, nutrition and allergies [NDA] related to the presence of trans fatty acids in foods and the effect on human health of the consumption of trans fatty acids.
33. Uredba Europskog parlamenta i Vijeća o informiranju potrošača o hrani (2011) Europski parlament i Vijeće.
34. Uredba o uspostavljanju zajedničke organizacije tržišta poljoprivrednih proizvoda (2013) Europski parlament i Vijeće.
35. Vodič za sljedivost, povlačenje i opoziv hrane (2012) Ministarstvo poljoprivrede RH, Zagreb.
36. Vučić, V., Arsić, A., Petrović, S., Milanović, S., Gurinović, M., Glibetić, M. (2015) Trans fatty acid content in Serbian margarines: Urgent need for legislative changes and consumer information. *Food Chem.* **185**, 437–440.
37. Zvijezda (2016) <<https://www.zvijezda.hr/>>. Pristupljeno 17. kolovoza 2018.
38. Žure, K. (2015) *Trans-masne kiseline i njihov utjecaj na ljudski organizam*, diplomski rad, Prirodoslovno-matematički fakultet, Split.
39. Wagner, K.-H., Auer, E., Elmadfa, I. (2000) Content of *trans* fatty acids in margarines, plant oils, fried products and chocolate spreads in Austria. *Eur. Food Res. Technol.* **210**, 237–241.
40. Weihnacht, Z., Rupčić Petelinc, S., Habazin, S. (2012) Priprema i ispitivanje fizikalnih i kemijskih svojstava margarina. *Kemija u industriji: Časopis kemičara i kemijskih inženjera Hrvatske* **61(2)**, 63–69, <<https://hrcak.srce.hr/77150>>. Pristupljeno 19. kolovoza 2018.
41. Weihnacht, S. (2007) Trans masne kiseline i proizvođači hrane. *Hrvatski časopis za javno zdravstvo* **3** [online], <<http://www.hcjz.hr/index.php/hcjz/article/viewFile/2090/2064>>. Pristupljeno 19. kolovoza 2018.
42. White, B. (2009) Dietary Fatty Acids. *Am. Fam. Physician* **15**, 345–350.
43. Whitworth, J. J. (2018) WHO urges ban on industrial trans-fats by 2023. *Food navigator* [online], <<https://www.foodnavigator.com/Article/2018/05/15/WHO-calls-for-removal-of-industrial-trans-fats-from-food-supply>>. Pristupljeno 20. kolovoza 2018.



44. WHO (2018) <<http://www.who.int>>. Pristupljeno 20. kolovoza 2018.

## **Izjava o izvornosti**

*Izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.*

---