

Biljna ulja u proizvodnji sapuna

Ećimović, Bernarda

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:619777>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-23**



Repository / Repozitorij:

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



**Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski studij Prehrambena tehnologija**

**Bernarda Ećimović
0119021375**

**BILJNA ULJA U PROZVODNJI SAPUNA
ZAVRŠNI RAD**

Predmet: Kemija i tehnologija ulja i masti

Mentor: prof. dr. sc. Dubravka Škevin

Zagreb, 2022.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Preddiplomski sveučilišni studij Prehrambena tehnologija

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo
Laboratorij za tehnologiju ulja i masti

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

Biljna ulja u proizvodnji sapuna
Bernarda Ećimović, 0119021374

Sažetak:

Ulja i masti predstavljaju najvažnije sirovine u proizvodnji sapuna. Budući da sastav masnih kiselina uvelike utječe na kvalitetu i na karakteristike dobivenog sapuna, neće sva ulja, odnosno masti, odgovarati kao dobar izbor sirovine. Sapuni spadaju u skupinu površinski aktivnih tvari, te kao takvi pokazuju sposobnost pjenjenja, emulgiranja, dispergiranja, močenja i slično. Sapuni su soli viših masnih kiselina, koji se dobivaju postupkom saponifikacije masti natrijevim ili kalijevim hidroksidom, a kao produkt uz sapun nastaje i glicerol koji se dalje iskorištava u različitim industrijama, ovisno o namjeni. Obzirom na teksturu razlikujemo nekoliko vrsta sapuna: toaletni, tvrdi, sapuni ili kreme za brijanje, meki i tekući sapuni. U proizvodnji sapuna često se koriste biljna ulja kokosa, uljane palme, masline, ricinusa koja su opisana u ovom završnom radu.

Ključne riječi: sapuni, biljna ulja, saponifikacija, masne kiseline, površinski aktivne tvari

Rad sadrži: 25 stranica, 8 slika, 6 tablica, 13 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: prof. dr. sc. Dubravka Škevin

Datum obrane: 08.07.2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
University undergraduate study Food Technology

Department of Food Engineering
Laboratory for Oil and Fat Technology

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Food Technology

Plant based oils in soap production

Bernarda Ećimović, 0119021374

Abstract:

Fats and oils are the most important raw materials in soap production. Since the composition of fatty acids greatly affects the quality and characteristics of the finished product, not all oils or fats will be suitable as raw material. Soaps belong to the group of surface-active agents, and as such show the ability to foam, emulsify, disperse and wet.

Soaps are salts of fatty acids and are formed through the process of saponification of fats or oils in an alkaline solution of sodium or potassium hydroxide. This reaction produces glycerol as a by-product, which is further used in various industries, depending on the purpose. Depending on the texture, we distinguish several types of soaps: toilet, hard, soaps or shaving creams, soft and liquid soaps. Plant based oils that are often used in soap production are coconut oil, palm oil, olive oil, castor oil, some of which are presented in this thesis.

Keywords: soaps, plant-based oils, saponification, fatty acids, surface active agents

Thesis contains: 25 pages, 8 figures, 6 tables, 13 references

Original in: Croatian

Thesis is deposited in printed and electronic form in the Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

Mentor: PhD. Dubravka Škevin, Full Professor

Thesis defended: 08.07.2022.

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. POVRŠINSKI AKTIVNE TVARI.....	2
2.1. FIZIKALNA SVOJSTVA POVRŠINSKI AKTIVNIH TVARI.....	4
2.2. DJELOVANJE POVRŠINSKI AKTIVNIH TVARI	5
3. SAPUNI	6
3.1. VRSTE SAPUNA.....	8
3.2. SAPONIFIKACIJA	9
3.2.1. KOMERCIJALNI PROCESI PROIZVODNJE SAPUNA	9
4. BILJNA ULJA	12
5. BILJNA ULJA U PROIZVODNJI SAPUNA	17
5.1. KOKOSOVO ULJE.....	17
5.2. PALMINO ULJE.....	18
5.3. RICINUSOVO ULJE.....	20
5.4. MASLINOVO ULJE	21
5. ZAKLJUČCI.....	23
6. POPIS LITERATURE	24

1. UVOD

Sapuni su kao sredstva za čišćenje ljudima poznati i u upotrebi već više tisuća godina. Rani recepti za izradu sapuna pronađeni su na glinenim pločicama starim preko 4500 godina u Mezopotamiji. Suprotno uvriježenom mišljenju da europski narodi starog i srednjeg vijeka nisu koristili sapune, povijesni nalazi to opovrgavaju. Tako Plinije Stariji u svom djelu *Historia Naturalis*, pisanom 79. godine po Kristu, navodi kako su sapun izmislili Gali, iako je vjerojatnije da su Gali samo preuzeli egipatski recept od feničanskih trgovaca. Recept se proširio i među ostalim germanskim narodima, kasnije i Rimljanima, koji su ga usavršavali i prilagođavali po potrebi. U vrijeme Karla Velikog proizvođači sapuna prepoznati su kao zanimanje od carskog interesa, što znači da je trgovina sapunima bila pod kontrolom carskog dvora. Prvi ceh (udruženje obrtnika) proizvođača sapuna osnovan je 1324. u Augsburgu, a u to su doba proizvođači sapuna često izrađivali i svijeće. Sapun ipak ostaje luksuzan proizvod, nedostupan većini gotovo sve do 19. stoljeća, dok nije došlo do masovnog uvoza ulja i masti iz tropa i pojave industrijske proizvodnje sapuna (Schumann i Siekmann, 2012).

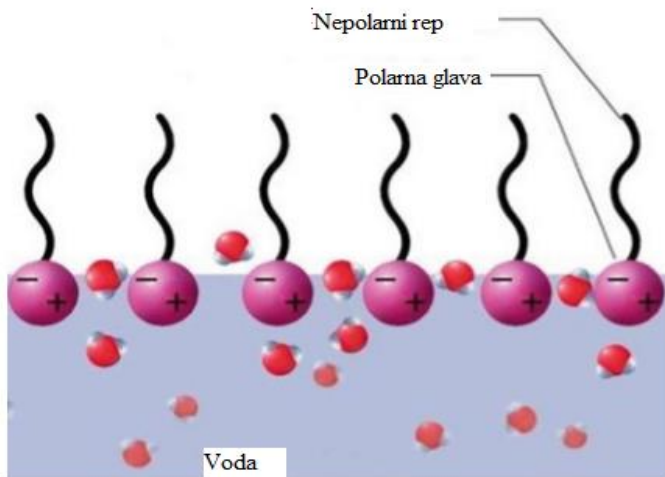
Rani sapuni vjerojatno su rađeni miješanjem pepela dobivenog izgaranjem biljaka i životinjskih masti, i vjerojatno nisu bili prikladni za osobnu higijenu zbog jakog neugodnog mirisa i lužnatih zaostataka. Sapuni se za osobnu higijenu u Europi počinju proizvoditi u Francuskoj od 7. stoljeća, a kasnije se njihova upotreba širi i u druge zemlje (Solaiman i sur. 2020). Kroz povijest su europski narodi za izradu sapuna pretežito koristili životinjske masti, najčešće goveđi loj, ili kozji loj za kvalitetnije sapune, dok su mediteranski narodi češće posezali za biljnim uljima, najčešće maslinovim uljem, koja su davala blage sapune ugodnog mirisa, prikladne za osobnu higijenu. Pred kraj 19. stoljeća predstavljeni su prvi široko dostupni sapuni - "Ivory" tvrtke P&G predstavljen je 1879., "Palmolive" tvrtke B.J. Johnson Soap Company predstavljen je 1898. Tvrtka P&G predstavila je 1909. godine sapune od hidrogeniranih biljnih ulja, čime je proizvodnja sapuna u manjoj mjeri ovisila o dostupnosti životinjskih masti (Ridner, 2020).

Najvažnija sirovina za izradu sapuna jesu masti ili ulja kao izvori triglicerida, pri čemu se praktički mogu koristiti gotovo sva prirodna biljna ulja ili životinjske masti, iako se zbog boljih svojstava neka koriste u većoj mjeri. Cilj ovog rada jest prikazati na koji način biljna ulja doprinose procesu proizvodnje sapuna i koja su ulja najčešće zastupljena u industriji sapuna.

2. POVRŠINSKI AKTIVNE TVARI

Sapuni su po kemijskom sastavu soli masnih kiselina, a po kemijskoj strukturi pripadaju u grupu površinski aktivnih tvari (tenzidi ili surfaktanti). Riječ je o organskim molekulama amfipatskog karaktera koje se odlikuju prisutnošću i hidrofobnog i hidrofilnog dijela. Trodimenzijska struktura molekule (slika 1) uključuje „glavu“ i „rep“, pri čemu glava predstavlja hidrofilni, polarni dio, a rep predstavlja hidrofobni, nepolarni dio molekule. „Rep“ je razgranati ili nerazgranati ugljikovodični lanac, a „glava“ može biti kationska ili anionska. Bitna je duljina hidrofobnog lanca, ali i odnos između hidrofobnih i hidrofilnih svojstava. Produljenjem ugljikovodičnog lanca, prevladavat će hidrofobni karakter i masna kiselina bit će netopljiva u vodi. (Burke, 2005).

Načela površinski aktivnih svojstava koja pokazuju površinski aktivne tvari su: močenje/vlaženje, pjenjenje/odpjenjivanje, emulgiranje/demulgiranje, disperzija/agregacija krutih tvari, topljivost, adsorpcija, micelizacija i sinergističko djelovanje u suradnji s ostalim površinski aktivnim tvarima (Karsa i Houston, 2007).



Slika 1. Molekulska struktura površinski aktivnih tvari (Achaw i Danso-Boateng, 2021)

Zahvaljujući svojoj specifičnoj strukturi, površinski aktivne tvari nalaze primjenu u raznim industrijama – kao sredstva za pjenjenje i emulgiranje u farmaciji i kozmetici; kao sredstva za

flotaciju u rudarskoj industriji; emulgatori u prehrambenoj industriji; deterdženti i sredstva za čišćenje (Hammond, Johnson, Su, Wang, & White, 2005).

Površinski aktivne tvari, obzirom na hidrofilnu skupinu, možemo podijeliti u nekoliko kategorija: anionske, kationske, neionske i amfoterne (ili zwitterionske).

Anionski surfaktanti su površinski aktivne tvari čiji je hidrofobni rep povezan s anionom, tj. s negativno nabijenom skupinom. U vodenoj će okolini anionski surfaktant disocirati na pozitivni kation i negativni anion koji je odgovoran za površinski aktivna svojstva. Najčešći primjeri su alkoholni sulfati i esterski sulfonati, te kvaterni amonijevi spojevi.

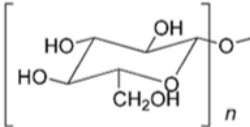
Kationski će surfaktanti također disocirati na kation i na anion. Razlika je u tome što je sada hidrofobni rep vezan za pozitivno nabijenu „glavu“ koja će u ovom slučaju biti nositelj površinski aktivnih svojstava. Primjer su kvaterni amonijevi spojevi.

Neionski surfaktanti neće disocirati u vodenom mediju, već je njihova topljivost prisutna zahvaljujući polarnoj grupi kao što je poliglikol-eter. Najvažnije vrste masnih neionskih surfaktanata su poliglikol-eteri dugolančanih alkohola, masnih kiselina, amina i amida.

Amfotermni surfaktanti u vodenoj otopini disociraju na pozitivne i negativne ione i njihovo ponašanje ovisi o stanju medija ili njegovoj pH-vrijednost. Primjer ove grupe površinski aktivnih tvari su alkil-betaini (Burke, 2005).

Amfotermni surfaktanti, budući da nose i pozitivne i negativne naboje, mogu se adsorbirati i na negativno i na pozitivno nabijene površine bez značajnog utjecaja na promjenu naboja na površini. Na sličan način adsorpcija anionskog surfaktanta na pozitivno nabijenu površinu smanjuje njegov naboj i utječe na promjenu naboja površine u negativni naboj. Neionski surfaktanti svojom adsorpcijom ne utječu općenito na već postojeći naboj površine i njegovu promjenu, međutim, može smanjiti efektivnu gustoću naboja, ovisno o debljini adsorbiranog sloja (Rosen i Kunjappu, 2012).

Najčešće hidrofilne skupine, sortirane u više podskupina ovisno o naboju, prikazane su na slici 2.

Tip iona	Primjer	Struktura
Anioni	Sulfat	$-\text{OSO}_2\text{O}^-$
	Sulfonat	$-\text{SO}_2\text{O}^-$
	Sulfat-eter	$-(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OSO}_2\text{O}^-$
	Fosfat-eter	$-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{P}(\text{O})\text{O}^-$
	Karboksilat-eter	$-(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_n\text{CO}_2^-$
	Karboksilat	$-\text{C}(\text{O})\text{O}^-$
Kationi	Primarni amonij	$-\text{N}^+\text{H}_3$
	Sekundarni amonij	$-\text{N}^+(\text{R})\text{H}_2$
	Tercijarni amonij	$-\text{N}^+(\text{R})_2\text{H}$
	Kvaterni amonij	$-\text{N}^+(\text{R})_3$
Amfoterne grupe	Amin oksid	$-\text{N}^+(\text{R})_3\text{O}^-$
	Betain	$-\text{N}^+(\text{R})_3(\text{CH}_2)_n\text{C}(\text{O})\text{O}^-$
	Aminokarboksilat	$-\text{N}^+\text{H}(\text{R})_2(\text{CH}_2)_n\text{C}(\text{O})\text{O}^-$
Ne-ionske grupe	Polioksietilen (etoksilat)	$-(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{OH}$
	Acetilen	$-\text{CH}(\text{OH})\text{C}\equiv\text{CH}(\text{OH})-$
	Monoetanolamin	$-\text{NHCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$
	Dietanolamin	$-\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_2$
	Poliglukoziid	

Slika 2. Najčešće hidrofilne grupe (Karsa i Houston, 2007)

Sapuni se od ostalih surfaktanata razlikuju u dvjema karakteristikama. Prva je ta da se za njihovu proizvodnju koriste prirodni trigliceridi koji uglavnom nisu dodatno kemijski modificirani. Druga je ta da u prisustvu kalcijevih i magnezijevih iona u otopini sapuni stvaraju netopljive komplekse koje nazivamo granulirani sapuni. Razinu tih iona u vodi izražavamo tvrdoćom vode; odnosno voda je tvrđa što je veća količina otopljenih iona u njoj. Sapuni otopljeni u tvrdoj vodi talože se na površinama i manje se pjene, dakle, smanjena im je učinkovitost. To je jedan od glavnih razloga zašto se danas uglavnom za sve deterdžente i sapune za pranje tkanina koriste sintetički surfaktanti (Burke, 2005).

2.1. FIZIKALNA SVOJSTVA POVRŠINSKI AKTIVNIH TVARI

Karakteristična bifunkcijska struktura odgovorna je za njihova jedinstvena fizikalna svojstva. Tako u otopini, na granici faza različitih dielektričnih konstanti ili polariteta, tvore monomolekulske slojeve u kojima se na površini sloja okrenutog vodi (otapalu – faza višeg polariteta) nalaze hidrofilni dijelovi molekule. Primjeri međufaznih područja su površine između zraka i vode ili ulja i vode. Na taj način površinski aktivne tvari olakšavaju stabilizaciju međusobno pomiješanih faza, koje se inače ne miješaju (pr. ulje i voda). U nedostatku površinski aktivnih tvari, miješanjem ulja i vode stvara se emulzija, u kojoj dolazi do odvajanja faza u dva sloja kako

bi se smanjila dodirna površina između tih dviju faza. To će dovesti do stvaranja i stabilizacije manjih kapljica ulja raspršenih po vodi čime se povećava ukupna površina sustava, odnosno smanjuje se napetost površine (Karsa i Houston, 2007).

2.2. DJELOVANJE POVRŠINSKI AKTIVNIH TVARI

Još jedna od bitnih karakteristika površinski aktivnih svojstava je njihova sposobnost nakupljanja u otopini pri čemu tvore različita fazna stanja poput micela. Pri vrlo malim koncentracijama površinski aktivne tvari postoje kao zasebne, pojedinačne molekule u otopini koje se primarno povezuju s molekulama vode; dok u povećanoj koncentraciji agregiraju i stvaraju micelle (prikazuje slika 3). Ova koncentracija definira se kao kritična koncentracija micela (CMC).



Slika 3. Formiranje micela (Block Copolymer Nanoparticles, 2022)

Micelarna struktura smanjuje površinsku napetost, a karakterizira ju usmjerenje repa - hidrofobnih lanaca prema središtu (od vode), a glave molekule prema van, prema vodi i na taj način stvarajući sferne oblike. Daljnjim povećanjem koncentracije površinski aktivnih tvari u otopini, micelle se izdužuju u dugačke oblike (tubule) koji onda formiraju šesterokutne strukture, koje se nazivaju heksagonalnim tekućim kristalima. Još većim rastom koncentracije površinski aktivnih tvari, tubuli se šire i stvaraju velike, naslagane listove koji se nazivaju lamelarni tekući kristali. Oni su vrlo važni u proizvodnji sapuna.

Budući da je jezgra micelle hidrofobna, odlikuje je sposobnost otapanja ulja, stabilizacije i disperzije. Ova su svojstva temelj sposobnosti čišćenja sapuna i drugih površinski aktivnih tvari, poput deterdženata. Osim toga, sposobnost površinski aktivnih tvari da stabiliziraju međufazne regije, a posebno površinu između medija zrak-voda, predstavlja temelj za pjenjenje, stvaranje mjehurića i sapunice (Burke, 2005).

3. SAPUNI

Sapuni su soli viših masnih kiselina, koji se dobivaju postupkom hidrolize masti natrijevim ili kalijevim hidroksidom.

Sirovine koje se koriste za proizvodnju sapuna mogu biti životinjske masti ili biljna ulja. Ulja i masti su po kemijskom sastavu triacilgliceroli, i ovisno o izvoru tih sirovina, sastav, odnosno masne kiseline kao konstituenti triacilglicerola značajno se razlikuju (Solaiman i sur., 2020). Najčešće korištena ulja, kao i njihov sastav masnih kiselina prikazan je u tablici 1.

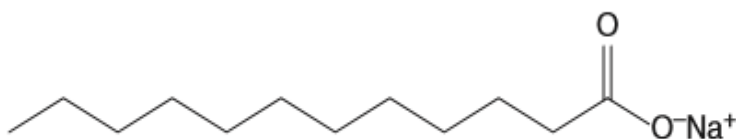
Tablica 1. Prikaz sastava masnih kiselina u najčešće korištenim uljima (Solaiman i sur., 2020)

ULJE	NAJČEŠĆE ZASTUPLJENE MASNE KISELINE (%)
Sojino ulje	linolna (51), oleinska (23), palmitinska (10), linolenska (7)
Palmino ulje	palmitinska (44), oleinska (40), linolna (10), stearinska (4)
Šafranikino ulje	linolna (75), oleinska (14), palmitinska (7), stearinska (3)
Kokosovo ulje	laurinska (48), miristinska (16), palmitinska (9), kaprilna (8)
Maslinovo ulje	oleinska (78), palmitinska (10), linolna (7), stearinska (2)
Repičino ulje	oleinska (56), linolna (26), linolenska (10), palmitinska (4)

Ulja koja se koriste u proizvodnji sapuna najčešće su biljnog ili životinjskog porijekla i biraju se po sastavu masnih kiselina. Topljivost sapuna, kao i površinska aktivnost ovisi o dužini lanca masne kiseline te o zasićenosti iste. Sapuni za čiju se proizvodnju koriste ulja i masti koje sadrže kratkolančane masne kiseline i veliki postotak nezasićenih masnih kiselina topljiviji su u vodi. Međutim, budući da nezasićene masne kiseline podliježu oksidaciji koja dovodi do degradacije masnih kiselina, takvi sapuni su nestabilni i zbog toga podložni fizikalnim i kemijskim promjenama koje rezultiraju promjenom boje ili mirisa sapuna (Solaiman i sur., 2020).

Upravo iz tog razloga mali broj biljnih ulja predstavlja odgovarajuću sirovinu za proizvodnju sapuna. Biljna ulja koja sadrže malo nezasićenih masnih kiselina, a veliki postotak zasićenih

masnih kiselina (laurinska masna kiselina 40 – 50 %) su kokosovo i palmino ulje. Sapuni koji se dobivaju korištenjem tih ulja u procesu proizvodnje, tvrdi su, lako topljivi u vodi, oksidacijski stabilni i stvaraju slabo postojanu pjenu u vodi. Najčešće korištene životinjske masti su goveđi loj i svinjska mast. Za razliku od biljnih ulja, oni imaju visok udjel zasićenih masnih kiselina zahvaljujući čemu stvaraju sapune s gustom i postojanom pjenom koji su slabo topljivi u vodi, ali imaju jako površinski aktivno djelovanje.



Slika 4. Kemijska struktura soli laurinske kiseline (natrijev laurat) (Solaiman i sur., 2020)

Budući da se sapuni koriste u svrhu pranja, potrebno je tijekom proizvodnje postići najbolji omjer dugolančanih i kratkolančanih te zasićenih i nezasićenih masnih kiselina, kako bi se dobio proizvod – sapun koji je dobro topljiv u vodi, stvara gustu i postojanu pjenu i dobro obavlja funkciju pranja. U proizvodnji toaletnih sapuna najčešća je kombinacija goveđeg loja (80 – 85 %) i kokosovog ulja (15 – 20 %) te ulja palminih koštica. Od ostalih ulja biljnog porijekla često se koriste i maslinovo, suncokretovo, sojino, laneno i pamukovo ulje (Marijanović, 1988).

Osim sastava masnih kiselina, na fizikalno-kemijska svojstva sapuna utječe i izbor alkalijskog metala korištenog u procesu proizvodnje sapuna. Najčešći izbor su natrij i kalij u formi hidroksida. Natrijeve soli masnih kiselina daju tvrde sapune, dok kod kalijevih soli sapuni su mekše konzistencije. Lužine koje se koriste u proizvodnji sapuna ne smiju sadržavati teške metale u većim količinama nego što je propisano, budući da oni smanjuju otpornost sapuna prema oksidaciji (Solaiman i sur., 2020).

U svrhu sprječavanja oksidacije masnih kiselina u procesu proizvodnje sapunima se dodaju antioksidansi – tvari poput natrieva silikata ili natrieva hiposulfita. Titanov dioksid i cinkov oksid služe kao dodatak za izbjeljivanje sapuna. U zadnje vrijeme se sapunima dodaju i optička sredstva,

luminiscentni spojevi čija je uloga da apsorbiraju ultraljubičasto zračenje i emitiraju vidljivo plavo svjetlo, prekriveno žutim tonom sapuna (Marijanović, 1988).

3.1. VRSTE SAPUNA

Prema Schumann i Siekmann (2012) razlikujemo nekoliko vrsta sapuna s obzirom na namjenu i teksturu:

1. Toaletni sapuni (uključujući i specijalne sapune)
2. Tvrdi sapuni, pahuljice sapuna
3. Sapuni ili kreme za brijanje
4. Meki sapuni
5. Tekući sapuni

Toaletni sapuni koriste se za pranje i njegu tijela. To su produkti saponifikacije visoko kvalitetnih prirodnih triglicerida koji sadrže preko 80 % masnih kiselina. Od 20-50 % sirovina za njihovu izradu je kokosovo ulje kako bi se osiguralo dobro pjenjenje. Od ostalih dodataka mogu sadržavati od 1-10 % dodatnih omašćivača (eng. superfatting agents) koji omogućuju omašćivanje svježe očišćene kože, razne kozmetičke boje, svjetlucave čestice titanijevog dioksida, antioksidanse, kompleksirajuće agense koji vežu ione teških metala ili mirisna ulja. Sapune koji sadrže veći udio mirisnih ulja nazivamo luksuznim sapunima.

Tvrdi sapuni su natrijeve soli masnih kiselina koji se uglavnom koriste za pranje ruku i u manjoj mjeri za pranje odjeće. Sadrže od 60-65 % masnih kiselina. Od tvrdih se sapuna isušivanjem dobivaju pahuljice sapuna koje se koriste u tekstilnoj industriji.

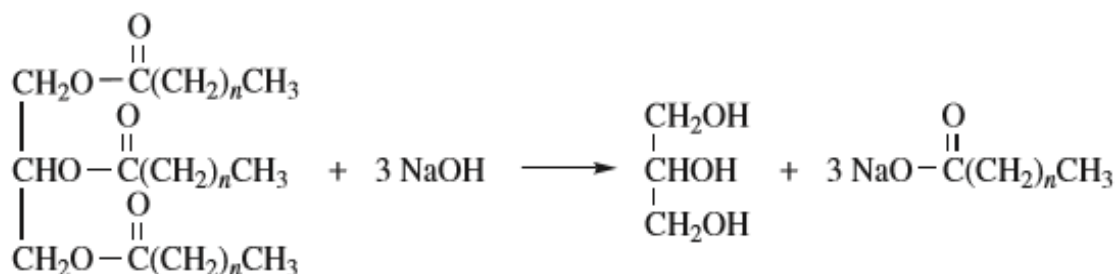
Sapuni i kreme za brijanje smjese su natrijevih i kalijevih sapuna kojima se dodaje od 5-10 % glicerola u svojstvu ovlaživača.

Meki sapuni imaju konzistenciju paste i dobivaju se saponifikacijom kalijevim hidroksidom. Ovisno o izgledu, mogu biti glatki, prozirni ili granularni. Udio masnih kiselina je oko 40 %, a kao njihov izvor koriste se prirodna ulja (sojino, maslinovo i ulje kikirikija). Namijenjeni su čišćenju podova i sličnog.

Tekući sapuni su kalijevi sapuni s udjelom masnih kiselina od 15-20 %. Redovito im se dodaje kokosovo ulje kako bi se postigla bolja pjenjivost završnog proizvoda.

3.2. SAPONIFIKACIJA

Saponifikacija predstavlja reakciju bazne hidrolize masti ili ulja djelovanjem natrijevog ili kalijevog hidroksida, čime kao produkti nastaju glicerol i sol masne kiseline - sapun. Nusprodukt ove reakcije, glicerol, koristi se dalje u proizvodnji hrane, u farmaceutskoj industriji, pa sve do proizvodnje sredstava za osobnu njegu.



Slika 5. Reakcija saponifikacije (Burke, 2005)

3.2.1. KOMERCIJALNI PROCESI PROIZVODNJE SAPUNA

A) SAPONIFIKACIJA KUHANJEM

Kod postupka kuhanjem, svi se sastojci (ulja, hidroksidi alkalijskih metala, soli, voda) stave u veliki kotao koji je opremljen s ćelijama za grijanje i hlađenje kako bi temperatura pratila određeni dio procesa. Da bi se sam proces ubrzao, često se dodaje veća količina lužina u odnosu na količinu ulja potrebnu za dobivanje sapuna. U tom slučaju na kraju procesa saponifikacije nastaju dva sloja – donji sloj se sastoji od viška lužine i nastalog glicerola, a gornji sloj predstavlja sapun (koji se još dodatno mora ispirati da se uklone sve nečistoće i neželjeni nusprodukti). Donji lužnati sloj se obrađuje dodavanjem viška masnih kiselina kako bi se izolirali neizreagirani hidroksidi koji se mogu ponovno koristiti u reakcijama saponifikacije te glicerol koji ima široku lepezu daljnje primjene (Solaiman i sur., 2020).

proizvodnja sapuna. Treba obratiti pozornost i na to da je ova reakcija hidrolize egzotermna, pa je potrebno da reakcijski spremnik u kojem se reakcija provodi ima sustav za kontrolu topline. Reakcija neutralizacije je reakcija proizvodnje sapuna u jednom loncu, koja bi uz poštivanje odgovarajućih proizvodnih uvjeta mogla dati relativno čiste proizvode bez naknadnih postupaka odvajanja faza ili ispiranja sapuna. Budući da se za početnu sirovinu koriste masne kiseline, a ne triacilgliceroli (kao što je to primjer kod saponifikacije kuhanjem ili kontinuiranog postupka osapunjenja), na kraju procesa ne postoji dodatna lužnata faza koju je potrebno tretirati, odnosno manje je nusproizvoda pa nastaju i relativno čisti proizvodi sapuna koji mogu ići u daljnju preradu (Solaiman i sur., 2020).

4. BILJNA ULJA

Ulja, kao i masti, esteri su različitih masnih kiselina i glicerola. Masne kiseline su osobito važne jer najviše određuju karakteristike ulja. Razlikujemo zasićene i nezasićene masne kiseline, ovisno o razgranatosti strukture i vezama unutar ugljikovodičnog lanca. U krutim mastima prisutne su zasićene masne kiseline, dok su u uljima prisutne nezasićene masne kiseline *cis* konfiguracije. U uljima i mastima najčešće su masne kiseline koje sadrže između 12 i 22 ugljikova atoma. Sastav masnih kiselina važan je kako za procjenu kvalitete i autentičnosti ulja, tako i za proizvodnju sapuna željenih karakteristika. Budući da nezasićene masne kiseline podliježu oksidacijskom kvarenju, ulja sa više nezasićenih masnih kiselina brže će se kvariti u odnosu na ulja koja imaju manje nezasićenih masnih kiselina. Jodni broj (g joda/100 g ulja) mjera je za nezasićenost ulja i njegove se vrijednosti kreću od 0 do 200 (Škevin, 2016).

Često je masti ili ulja potrebno rafinirati kako bi konačni proizvod imao bolja svojstva. Procesi prerade uključuju degumiranje, bijeljenje, deodorizaciju, kompletnu rafinaciju, frakcioniranje i hidrogenaciju (Achaw i Danso-Boateng, 2021).

Degumiranje je proces kojim se iz masti i ulja uklanjaju sluzne tvari i potrebno ga je izvršiti prije skladištenja sirovog ulja ili rafinacije kako se zaostale nepoželjne tvari ne bi razgradile i dodatno narušile kvalitetu i stabilnost ulja. Bijeljenje je postupak tijekom kojeg se iz ulja izdvajaju pigmenti, neki kontaminanti i druge nepoželjne tvari pomoću zemlje za bijeljenje. Deodorizacija je proces uklanjanja mirisa i aroma, što uključuje uklanjanje supstanci koje daju neželjene arome ili mirise. Frakcioniranje je proces odvajanja ulja ili masti u jednu ili više frakcija, što se postiže hlađenjem i kristalizacijom ulja pod kontroliranim uvjetima, zatim razdvajanjem komponenata filtracijom ili centrifugom. Dobivene komponente (frakcije) obično imaju različita fizikalna i kemijska svojstva od početnog ulja ili mast. Hidrogeniranje je proces adicije vodika na dvostruke veze nezasićenih masnih kiselina, što se postiže djelovanjem plinovitog vodika pri visokoj temperaturi i tlaku, uz nikal kao katalizator. Proces značajno mijenja svojstva masnih kiselina, a time i fizikalna svojstva ulja (Achaw i Danso-Boateng, 2021).

Biljni lipidi obuhvaćaju derivate masnih kiselina poput triglicerida i glicerofosfolipida, aromatske i ugljikovodične spojeve poput sterola, karotenoida, terpena i voskova (Tao, 2007).

Triacilgliceroli su primarni biljni lipidi koji se koriste u proizvodnji sapuna. Riječ je o esterima glicerola i triju masnih kiselina. Najveći utjecaj na svojstva triacilglicerola imaju duljina lanca masnih kiselina, njihov položaj u molekuli te broj i položaj dvostrukih veza unutar masne kiseline. Osim na stupanj (ne)zasićenosti, prisutnost dvostruke veze i njena stereokemijska konfiguracija ima veliki utjecaj na fizikalna i kemijska svojstva ulja. Sve prirodne masne kiseline biljnog porijekla su u *cis* obliku (Tao, 2007).

Glicerofosfolipidi su fosfolipidi u kojima su dvije hidroksilne skupine iz glicerola esterificirane dvjema masnim kiselinama, a treća je esterificirana s fosfatnom kiselinom. Glicerofosfolipidi su vrlo amfilni i sastavni su dijelovi staničnih membrana. Komercijalni naziv lecitin često se upotrebljava za smjese glicerofosfolipida koje većinom sadrže fosfatidil kolin. Lecitin se inače najčešće upotrebljava u prehrambenoj industriji kao emulgator i površinski aktivna sredstva, dok u industriji ima primjenu kao emulgator u koži, plastici, bojama, insekticidima i kozmetici, pa tako i u proizvodnji sapuna. Najveći komercijalni izvor lecitina je sojino ulje (Tao, 2007).

Ulja orašastih plodova bogata su kratkolančanim masnim kiselinama (C12) i daju sapune umjerene topljivosti i bogate pjene. Ulja ne-orašastih plodova bogata su dugolančanim masnim kiselinama (C16/C18) i daju sapune koji su praktično netopivi pri temperaturama na kojima se koriste i koji se ne pjene. Poznate su i neke iznimke, na primjer, sapuni dobiveni od palminog ulja ili životinjske masti (loja) daju dovoljno postojane pjene na temperaturama iznad 25 °C - 30 °C (Hall, 2016).

U proizvodnji sapuna koji se koriste u kozmetičke svrhe ili za pranje tkanina češće se koriste smjese ulja dobivene miješanjem ulja orašastih plodova i ulja ne-orašastih plodova, jer takve smjese daju mekanije sapune bogatije pjene i veće topljivosti od sapuna dobivenih iz pojedinačnih ulja. Takve smjese nazivamo eutektičnima, gdje su materijalna svojstva smjese različita od svojstava pojedinih sastavnica smjese (Hall, 2016).

Popis ulja i masti često korištenih u proizvodnji sapuna, s naznačenim dodanim poželjnim svojstvima sapuna prikazan je u tablici 2.

Tablica 2. Popis ulja i masti (Achaw i Danso-Boateng, 2021)

ULJE/MAST	IZVOR	ZASTUPLJENE MASNE KISELINE	SVOJSTVA SAPUNA PROIZVEDENIH IZ OVIH ULJA/MASTI
Ulje badema	<i>Plod stabla slatkog badema</i>	<i>Oleinska</i>	<i>Dodatno njeguje kožu</i>
Ulje sjemenke marelice	<i>Sjemenke marelice</i>	<i>Oleinska i linolna kiselina</i>	<i>Povoljno djeluje na osjetljivu kožu</i>
Ulje avokada	<i>Sjemenka avokada</i>	<i>Palmitinska, stearinska, oleinska i linolna kiselina</i>	<i>Ovlaživač, hidratizira i pomaže u zacjeljivanju kože</i>
Maslac od avokada	<i>Hidrogenirano ulje avokada</i>	<i>Palmitinska, stearinska, oleinska i linolna kiselina</i>	<i>Blag za kožu</i>
Ulje nevena	<i>Sjemenke nevena</i>	<i>Kalendinska, linolna, oleinska i palmitinska kiselina</i>	<i>Koristi se u tretmanu akni, ekcema, proširenih vena i masnica</i>
Ulje ricinusa	<i>Sjemenke ricinusa</i>	<i>Ricinolna kiselina</i>	<i>Ovlaživač, na kožu djeluje kao lubrikant, zadržava vlagu</i>

Tablica 2. Popis ulja i masti (Achaw i Danso-Boateng, 2021) - nastavak

Maslac od kokosa	<i>Plod kokosa</i>	<i>Oleinska, palmitinska i stearinska kiselina</i>	<i>Ovlaživač</i>
Ulje jojobe	<i>Sjemenke jojobe</i>	<i>Eikosenska, dokosenska i oleinska kiselina</i>	<i>Protuupalna i antioksidativna svojstva</i>
Ulje zrna makadamije	<i>Plod stabla makadamije</i>	<i>Palmitoleinska kiselina</i>	<i>Odličan ovlaživač kože</i>
Ulje suncokreta	<i>Sjemenka suncokreta</i>	<i>Oleinska kiselina</i>	<i>Ovlaživač</i>
Ulje kokosa	<i>Kopra (mesnati dio ploda kokosa)</i>	<i>Laurinska, miristinska, palmitinska, oleinska, kaprinska, kaprilna kiselina i druge</i>	<i>Sapuni bogate pjene, omekšava sapune</i>
Ulje grožđa	<i>Zrna grožđa</i>	<i>Linolna kiselina</i>	<i>Osnovno ulje za aromaterapiju</i>
Ulje sjemenki konoplje	<i>Sjemenke konoplje</i>	<i>Linolna, alfa linolna, gama linolna, stearidinska kiselina</i>	<i>Koristi se u tretmanu suhe kože, ovlaživačka i protuupalna svojstva</i>
Ulje kukuija	<i>Plod biljke kukui (Aleurites moluccana L.)</i>	<i>Oleinska, palmitinska, alfa-linolna i linolna kiselina</i>	<i>Koristi se u tretmanu ekcema, akni i drugih bolesti kože; ovlaživač</i>

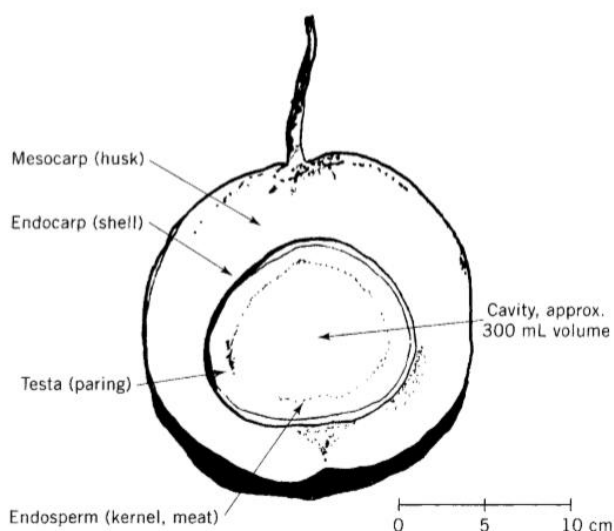
Tablica 2. Popis ulja i masti (Achaw i Danso-Boateng, 2021) – nastavak

Maslac od manga	<i>Sjemenke manga</i>	<i>Palmitinska, stearinska i oleinska kiselina</i>	<i>Koristi se u tretmanu osipa kože, suhe kože, ekcema i ugriza insekata</i>
Ulje bijele limnante	<i>Sjemenke biljke bijela limnanta (Limnathes alba)</i>	<i>Brasika, eruka, gadoleinska i oleinska kiselina</i>	<i>Meki i svilenkasti sapuni</i>
Ulje palme	<i>Plod palme</i>	<i>Palmitinska i oleinska kiselina</i>	<i>Osnovno ulje za izradu sapuna</i>
Ulje sjemenki palme	<i>Sjemenke palme</i>	<i>Laurinska, mistirinska i oleinska kiselina</i>	<i>Bolja pjenjivost, čvršći sapuni, umjereno ovlažuje</i>
Ulje šafranike	<i>Sjemenke biljke šafranike (Carthamus tinctorius)</i>	<i>Linolna kiselina</i>	<i>Ovlaživač, koristi se kod zacjeljivanja rana</i>
“shea” maslac	<i>Plod biljke vitelarije (Vitellaria parkii)</i>	<i>Oleinska, stearinska, linolna, palmitinska i arahidinska kiselina</i>	<i>Ovlaživač, blago djeluje na kožu</i>
Loj	<i>Životinjske masnoće (govedo, ovca, koza)</i>	<i>Oleinska, palmitinska i stearinska kiselina</i>	<i>Osnovna masnoća za dobivanje sapuna odličnih za čišćenje</i>
Ulje pšeničnih klica	<i>Klica zrna pšenice</i>	<i>Linolna, palmitinska, oleinska kiselina</i>	<i>Antioksidativna svojstva</i>

5. BILJNA ULJA U PROIZVODNJI SAPUNA

5.1. KOKOSOVO ULJE

Kokosova palma (*Cocos nucifera* L.) visoko je i tanko stablo koje raste u tropskim krajevima i cvjeta tijekom cijele godine. Plod kokosove palme je kokosov orah, koji se sastoji od tanke, nepropusne kore i čvrstog unutrašnjeg sloja, a između se nalazi jezgra - mesnati dio ploda koji je još poznat i pod nazivom kopra. Iz kopre se dobiva kokosovo ulje.



Slika 7. Kokosov orah i njegov sastav (Canapi i sur., 2005)

Kokosovo ulje je na sobnoj temperaturi krute konzistencije, bez okusa i karakterističnog je mirisa. Industrijska proizvodnja kokosovog ulja podrazumijeva suhi proces kao metodu ekstrakcije ulja iz kokosa, a to se postiže prešanjem kopre u ekspeleru. Suhi proces obuhvaća mehaničku ekstrakciju ulja ekspelerima iz kopre nakon odvajanja kokosove tekućine. Za mokri proces dobivanja ulja kao sirovina također služi kopra, no prije usitnjavanja kopre ne odvaja se kokosova tekućina. Ulje dobiveno mokrim procesom, za razliku od ulja dobivenog iz kopre suhim procesom, ne mora biti rafinirano, već je kao takvo jestivo i naziva se djevičanskim kokosovim uljem (Mishra, 2013).

Zbog svog specifičnog sastava, kokosovo ulje pripada skupini biljnih ulja koju nazivamo laurinska ulja. Zbog visokog udjela laurinske kiseline (45-51 %).

Tablica 3. Sastav masnih kiselina kokosovog ulja (Canapi i sur., 2005)

MASNA KISELINA	STRUKTURNI SIMBOL	UDIO U ULJU (%)
Kapronska	6:0	0,2-0,8
Kaprilna	8:0	6-9
Kaprinska	31,6	6-10
Laurinska	12:0	46-50
Miristinska	14:0	17-19
Palmitinska	16:0	8-10
Stearinska	18:0	2-3
Oleinska	18:1	5-7
Linolna	18:2	1-2,5

Najčešći neprehrambeni proizvod dobiven iz kokosovog ulja je sapun. Često se u proizvodnji sapuna kokosovo ulje dodaje u kombinaciji sa goveđim lojem, pa se pokazalo da je mješavina loja i kokosovog ulja u omjerima od 67:33 do 85:15 idealna i daje poželjne karakteristike pjenjenja, smanjenu mehaničku eroziju i odsutnost bubrenja ili pucanja sapuna (Mishra, 2013).

5.2. PALMINO ULJE

Palmino ulje dobiva se iz mesnatog mezokarpa ploda uljane palme (*Elaeis guineensis*), U neprerađenom je obliku palmino ulje crvenkasto smeđe boje, a na sobnoj temperaturi polukrute je konzistencije. Duljina lanca masnih kiselina u palminom ulju varira između 12 i 20 ugljikovih atoma.

Što se tiče kemijskog sastava palminog ulja, podjednak je udio zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. Ovakav ujednačeni omjer zasićenih i nezasićenih masnih kiselina određuje jodni broj ulja (oko 53) i daje ulju dobru oksidacijsku stabilnost u usporedbi s drugim biljnim uljima (Basiron, 2005).

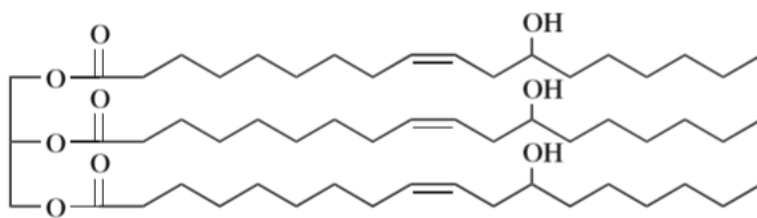
Tablica 4. Sastav masnih kiselina palminog ulja (Basiron, 2005)

MASNA KISELINA	STRUKTURNI SIMBOL	UDIO U ULJU (%)
Laurinska	12:0	0,1-1
Miristinska	14:0	0,9-1,5
Palmitinska	16:0	41,8-46,8
Palmitoleinska	16:1	0,1-0,3
Stearinska	18:0	4,2-5,1
Elaidinska	18:1	37,3-40,8
Linolna	18:2	9,1-11,0
Linolenska	18:3	0-0,6
Arahinska	20:0	0,2-0,7

Ukoliko se za sapun koristi samo palmino ulje, dobit će se sapun koji će se lako mrviti, pa se često u proizvodnji uz palmino ulje dodaju i goveđi loj i kokosovo ulje, kako bi se dobio proizvod zadovoljavajućih karakteristika (Thomssen, 2010).

5.3. RICINUSOVO ULJE

Ricinusovo ulje dobiva se ekstrakcijom ulja iz sjemena biljke *Ricinus communis* L. Ricinusovo ulje je žute boje, ne hlapi, viskozno, a u usporedbi s drugim biljnim uljima ima dobru oksidacijsku stabilnost i pod utjecajem visoke temperature ne dolazi do užeglosti (Mishra, 2013). Osim toga, od ostalih se komercijalnih ulja razlikuje po tome što je bogato ricinolnom masnom kiselinom (90 %, 12-hidroksioleinska). Ricinusovo ulje jedinstveno je po tome što sadrži triacilglicerole (slika 8) koji imaju i dvostruke veze i nekonjugirane hidroksilne skupine. Takva priroda ricinusova ulja doprinosi čvrstoći strukture, a dugi lanac masnih kiselina daje fleksibilnost.



Ricinusovo ulje (triricinolein)

Slika 8. Kemijska struktura triacilglicerola (triricinolein) (Shahidi, 2005)

Ekstrakcija ricinusova ulja odvija se ili mehaničkim prešanjem ili ekstrakcijom organskim otapalima ili kombinacijom tih dvaju postupaka. Kod postupka ekstrakcije prešanjem, sjemenke se podvrgavaju procesu mljevenja, a dobiveni se sadržaj prilagođava uvjetima niske vlage zagrijavanjem u posudi s parnim odjeljkom. Mljevene sjemenke se prebacuju u hidrauličke preše gdje se prešaju u svrhu ekstrakcije ulja. Ulje dobiveno ovim postupkom sadrži malo slobodnih masnih kiselina. Na ovaj način moguće je ekstrahirati oko 45% ulja iz sjemenki, a ulje preostalo u sačmi moguće je ukloniti otapalom, za što se najčešće koristi Soxhletov ekstraktor. Najčešće korištena otapala su heptan, heksan i petroleter. Dobiveno sirovo ulje, kao što je uobičajeno, rafinira se u svrhu uklanjanja nečistoća i nepoželjnih sastojaka, a time se i osigurava dugotrajnost i stabilnost ulja tijekom skladištenja.

Tablica 5. Sastav masnih kiselina ricinusova ulja (Mishra, 2013)

MASNA KISELINA	STRUKTURNI SIMBOL	UDIO U ULJU (%)
Ricinolna	18:1	90
Linolna	18:2	4
Oleinska	18:1	3
Stearinska	18:0	1
Linolenska	18:3	<1

Zahvaljujući takvom sastavu, ricinusovo ulje u sapunima doprinosi njihovoj pahuljastoj i postojanoj pjeni, hidrataciji, kondicioniranju. Osim toga, zahvaljujući posebnom sastavu masnih kiselina, sapuni dobiveni korištenjem ricinusova ulja mekane su konzistencije, međutim potrebno je pripaziti na doziranje - u većim postocima ricinusovo ulje bi moglo dati i pretjerano mekane sapune. Često ga se upotrebljava za proizvodnju supermasnih sapuna (Mishra, 2013).

5.4. MASLINOVO ULJE

Maslinovo ulje je biljno ulje dobiveno iz plodova stabla masline (*Olea europae* L.). Plod masline prolazi kroz procese pranja, mljevenja, drobljenja i miješenja čime se dobiva maslinovo tijesto iz kojeg se ulje dalje izdvaja prešanjem ili kontinuiranom centrifugalnom ekstrakcijom. Ulje karakterizira visoka koncentracija oleinske masne kiseline te niz sastojaka koji se ne saponificiraju, a odgovorni su za visoku oksidacijsku stabilnost ulja (Firestone, 2005).

Tablica 6. Sastav masnih kiselina djevičanskog maslinovog ulja (podaci za Europu) (Firestone, 2005)

MASNA KISELINA	STRUKTURNI SIMBOL	UDIO U ULJU (%)
Palmitinska	16:0	8,4
Palmitoleinska	16:1	0,7
Stearinska	18:0	2,5
Oleinska	18:1	78,0
Linolna	18:2	8,3
Linolenska	18:3	0,8
Arahinska	20:0	0,5
Gadoleinska	20:1	0,3
Behenska	22:0	0,1
Lignocerinska	24:0	0,2

Djevičansko maslinovo ulje danas je najstariji poznati izbor ulja u proizvodnji sapuna. Prilikom proizvodnje sapuna maslinovo ulje doprinosi tvrdoći sapuna, stabilnoj pjeni, kondicioniranju, hidrataciji i glatkoj površini sapuna (Mishra, 2013).

5. ZAKLJUČCI

1. Biljna ulja predstavljaju važnu sirovinu za izradu sapuna i efektivno najviše pridonose željenim sastojcima konačnog proizvoda. Dapače, suvremeni kozmetički marketing često baš sastav ulja sapuna ističe u prodajnoj kampanji, stoga možemo reći da pojedina ulja bolje prodaju sapune.
2. Prilikom proizvodnje sapuna bitno je obratiti pozornost ne samo na izvor ulja, već i na njegov sastav. Sastav triglicerida, odnosno masnih kiselina u tim uljima utječe na različita svojstva sapuna – od površinske aktivnosti, do topljivosti, pjenjenja i učinkovitosti čišćenja. Bitno je i paziti na omjer zasićenosti i duljinu lanca ugljikovodičnog lanca masne kiseline.
3. Palmino ulje predstavlja osnovu za proizvodnju sapuna te se često uz njega dodaju i neka druga ulja biljnog podrijetla, poput primjerice kokosovog ulja.

6. POPIS LITERATURE

Achaw OW, Danso-Boateng E (2021) Chemical and Process Industries. 1.izd, Springer Cham, str. 1-36.

Basiron Y (2005) Palm Oil. U: Shahidi F (ured.) Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volume 6 Industrial and Nonedible Products from Oils and Fats, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, str. 333 - 429.

Block Copolymer Nanoparticles (2022) Micelle Formation, <https://sites.google.com/site/bcpcnano1/standard-1/Micelle-Formation>, Pristupljeno 1. veljače 2022.

Burke MR (2005) Soaps. U: Shahidi F (ured.) Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volume 6 Industrial and Nonedible Products from Oils and Fats, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, str. 103-136.

Canapi EC, Agustin ITV, Moro EA, Pedrosa E Jr, Bendano MLJ (2005) Coconut Oil. U: Shahidi F (ured.) Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volume 6 Industrial and Nonedible Products from Oils and Fats, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, str. 123 – 147.

Firestone D (2005) Olive Oil. U: Shahidi F (ured.) Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volume 6 Industrial and Nonedible Products from Oils and Fats, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, str. 303 - 331.

Hall N (2016) Implications of Soap Structure for Formulation and User Properties. U: Spitz L (ured.), Soap Manufacturing Technology, 2. izd., AOCS Press, Urbana, str. 1–35.

Hammond EG, Johnson LA, Su C, Wang T, White PJ (2005) Soybean Oil. U: Shahidi F (ured.) Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Volume 6 Industrial and Nonedible Products from Oils and Fats, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, str. 577 – 653.

Karsa D, Houston J (2006) What are Surfactants? U: Farn RJ (ured.) Chemistry and Technology of Surfactants, Blackwell Publishing Ltd, Hoboken, str. 1–23.

Marijanović, D. (1988). Sapuni. In *Tehnička enciklopedija, svezak XI*. (pp. 707–710). JLZ/LZ

Miroslav Krleža.

Shahidi, F. (2005). Bailey's Industrial Oil and Fat Products. In F. Shahidi (Ed.), *Bailey's Industrial Oil and Fat Products, Sixth Edition*. Retrieved from http://books.google.com/books/about/Bailey_s_Industrial_Oil_and_Fat_Products.html?id=TSKqQgAACAAJ&pgis=1

Mishra D (2013) Preparation of Soap Using Different Types of Oils and Exploring its Properties. <http://ethesis.nitrkl.ac.in/5371/1/109CH0476.pdf> Pristupljeno 13. lipnja 2022.

Ridner J (2020) The dirty history of soap, <https://theconversation.com/the-dirty-history-of-soap-136434> Pristupljeno 12. siječnja 2022.

Rosen MJ, Kunjappu, JT (2012) *Surfactants and Interfacial Phenomena*, 1. izd. John Wiley & Sons, Inc Hoboken, str. 1–38.

Schumann K, Siekmann K (2012) Soaps. U: Ullman F. (ured.) *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Wiley, London, str. 241–262.

Škevin D (2016) *Kemija i tehnologija ulja i masti* (interna skripta) http://www.pbf.unizg.hr/zavodi/zavod_za_prehrambeno_tehnolosko_inzenjerstvo/laboratorij_za_tehnologiju_ulja_i_masti/kemija_i_tehnologija_ulja_i_masti

Solaiman DKY, Ashby RD, Erhan SZ (2020). Soaps. U: Shahidi F (ured.) *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 7. izd., John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, str. 1–16.

Tao BY (2007) *Industrial Applications for Plant Oils and Lipids*. U: Yang ST (ured.) *Bioprocessing for Value-Added Products from Renewable Resources*, 2. izd., Elsevier Amsterdam, str. 611–627

Thomssen EG (2010) *Soap-Making Manual, A Practical Handbook on the Raw Materials, Their Manipulation, Analysis and Control in the Modern Soap Plant*. D. VAN NOSTRAD COMPANY, str. 1 – 30

Izjava o izvornosti

Ja Bernarda Ećimović izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Ećimović Bernarda

Vlastoručni potpis