

# Utjecaj sastojaka na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga

---

Majstorović, Tamara

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:618809>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-06**

REPOZITORIJ

PTF OS

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

dabar  
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Tamara Majstorović

Utjecaj sastojaka na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom  
pulpe manga

završni rad

Osijek, 2015.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

Preddiplomski studij prehrambene tehnologije

**Tamara Majstorović**

**UTJECAJ SASTOJAKA NA REOLOŠKA SVOJSTVA SALATNE MAJONEZE  
S DODATKOM PULPE MANGA**

**Završni rad**

**Mentor: izv. prof. dr.sc.Tihomir Moslavac**

Osijek, listopad 2015.

# Utjecaj sastojaka na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga

## Sažetak

Reološka svojstva u prehrambenoj industriji predstavljaju bitan čimbenik pri definiranju parametara kakvoće prehrambenih proizvoda. Temeljni cilj ovog rada odnosio se na ispitivanje utjecaja sastojaka na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. Ispitani sastojci su ugljikohidrati (saharoza, glukoza, maltodekstrin), žumanjak jajeta (svježi, pasteurizirani, cijelo jaje u prahu) i mliječna komponenta (sirutka u prahu, punomasno mlijeko u prahu, obrano mlijeko u prahu).

Proces homogenizacije majoneze proveden je sustavom rotor-stator pri brzini rotora 10 000 o/min u vremenu od tri minute. Proces mjerenja reoloških svojstava majoneze obavljao se pri temperaturi od 25°C na rotacijskom viskozimetru s koncentričnim cilindrom. Na temelju dobivenih rezultata istraživanja, možemo zaključiti da upotreba različitih sastojaka ima utjecaj na promjenu reoloških svojstava salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. Veća prividna viskoznost i konzistencija majoneze postiže se s dodatkom punomasnog mlijeka u prahu, cijelog jajeta u prahu i maltodekstrina.

**Ključne riječi:** reološka svojstva, salatna majoneza, ugljikohidrati, žumanjak jajeta, mliječna komponenta, rotacijski viskozimetar

# **Influence of ingredients on the rheological properties of salad mayonnaise with addition of mango pulp**

## **Summary**

In food industry rheological properties are one of the key element for defining of quality properties of food products. The main objective of this labor was to examine the influence substances to rheological properties of salad mayonnaise with addition of mango pulp. Examined ingredients are carbohydrates (saccharose, glucose, maltodextrin), yolk (fresh, pasteurized, powdered egg) and milk component (powdered whey, powdered whole milk, powdered skimmed milk).

The process of homogenization of mayonnnaise was executed by the static rotor system at speed of 10 000 o/min for three minutes. The process of measuring rheological properties of mayonnaise was executed at 25°C using rotational viscometer with concentric cylinder. According to the results of examination ultimately we can conclude that use of different ingredients have influence on rheological properties of salad mayonnaise with addition of mango pulp. The higher apparent viscosity and the consistency of mayonnaise have been achieved by the addition of powdered skimmed milk, powdered egg and maltodextrin.

**Keywords:** Rheological properties, salad mayonnaise, carbohydrates, yolk, milk component, rotational viscometer

# SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. TEORIJSKI DIO.....	3
2.1. EMULZIJE I EMULGATORI.....	4
2.1.1. Emulzije tipa ulje/vode.....	9
2.1.2. Majoneza i njezin sastav.....	11
2.1.3. Tehnološki postupci proizvodnje majoneze.....	16
2.1.3.1. Proizvodnja majoneze upotrebom miksera.....	16
2.1.3.2. Proizvodnja majoneze upotrebom koloidnog mlina ili homogenizatora.....	17
2.1.3.3. Proizvodnja majoneze vakuum postupkom.....	17
2.2. REOLOŠKA SVOJSTVA.....	18
2.2.1. Elastičnost, plastičnost i viskoznost kao reološka svojstva.....	19
2.2.2. Uređaji za mjerenje reoloških svojstava.....	22
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	23
3.1. ZADATAK.....	24
3.2. MATERIJALI I METODE.....	24
3.2.1. Materijali.....	24
3.2.2. Metode.....	25
4. REZULTATI.....	27
5. RASPRAVA.....	31
6. ZAKLJUČCI.....	34
7. LITERATURA.....	36

## **1.UVOD**

U prehrambenoj industriji reologija ima značajnu primjenu zbog specifičnih svojstava prehrambenih proizvoda. Kao znanstvena disciplina proučava promjene odnosno deformacije tekućih i krutih materijala uzrokovane djelovanjem sila.

Smatra se da je od velike važnosti poznavanje reoloških svojstava kako bi se tehnološki procesi pravilno odvijali, budući da utječu i na određivanje osnovnih obilježja proizvoda. Isto tako reološka svojstva čine veliki čimbenik pri određivanju kvalitete svih proizvoda koji u konačnici predstavljaju emulziju tipa ulje/voda.

Budući da majoneza predstavlja polukrutu emulziju ulja u vodi reološka svojstva su značajan čimbenik njezine kvalitete, a osnovni sastojci od kojih je ona dobivena su žumanjak jajeta, jestivo biljno ulje, senf, ocat ili druga jestiva organska kiselina, šećer, sol te dozvoljeni aditivi sa ili bez začina. Udio jestivog biljnog ulja utječe na to hoće li biti riječ o salatnoj majonezi, laganoj majonezi ili pak majonezi. Prema pravilniku (NN 39/99) pri stavljanju u promet salatna majoneza mora udovoljiti temeljnim zahtjevima da je udjel jestivog biljnog ulja najmanje 50%, udio žumanjka najmanje 3,5 %, te mora biti svojstvene boje, okusa i mirisa, bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa. Reološka svojstva majoneze, preljeva i umaka uglavnom su određena udjelom i sastavom uljne faze, prisutnošću emulgatora, stabilizatora i zgušnjivača (Wendin i Hall, 2001.). Uloga emulgatora je vrlo važna, jer njegovo djelovanje u konačnici utječe na rok trajanja i reološka svojstva, a njega unutar majoneze čini prirodni emulgator iz žumanjka jajeta. Riječ je o tome da su njegovim učinkom kapljice ulja dispergirane u kontinuiranoj vodenoj fazi octa te se na takav način postiže stabilniji sustav.

Predmet istraživanja ovog rada je ispitati utjecaj sastojaka na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. Za vođenje procesa prilikom proizvodnje određene hrane i postizanje njezinih svojstava bitno je poznavati njezina reološka svojstva. Od velike važnosti za provedbu eksperimentalnog dijela ovog rada je provesti istraživanje utjecaja mliječne komponente (sirutke u prahu, punomasnog mlijeka u prahu, obranog mlijeko u prahu), utjecaja vrste šećera (maltodekstrina, saharoze, glukoze), te utjecaja žumanjka (svježeg žumanjka, pastereziranog žumanjka, cijelog jajeta u prahu) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.



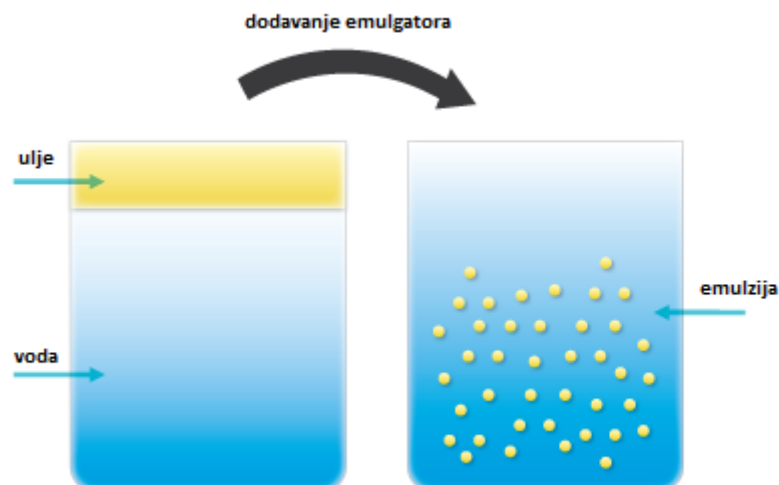
## **2. TEORIJSKI DIO**

## 2.1. EMULZIJE I EMULGATORI

Proces unutar kojeg nastaje emulzija naziva se emulgiranje. Njime se postiže određena energija potrebna za dobivanje emulzija.

Emulzije se obično definiraju kao sustavi, stabilne suspenzije, dviju tekućina koje se (inače) ne miješaju, površinski tako odijeljenih, da su kapljice jedne tekućine (disperzna faza) obavijene drugom tekućinom (kontinuirana faza) (Lovrić, 2003.).

Miješanjem dviju faza vodene i uljne pri čemu se stvaraju brojne male kapljice i povećava dodirna površina faza nastaju emulzije. Između faza djeluje površinska napetost koja se protivi dispergiranju odnosno nastoji smanjiti dodirnu površinu faza, zbog čega je potrebno uložiti određeni rad koji će prevladati površinsku napetost i dovesti do povećanja dodirne površine između faza. Rad se ostvaruje pomoću mehaničke energije miješanja i fiziklano-kemijske energije emulgatora. Međutim ako je jedna od faza u čvrstom obliku potrebna je još i toplinska energija budući da obje faze moraju biti u tekućem obliku.



Slika 1. Mehanizam nastajanja emulzije

Iz navedene slike jasno su vidljive osnovne komponente koje su potrebne za nastanak emulzije odnosno koje sudjeluju u njezinoj izgradnji, a to su ulje, voda te emulgator.

Tablica 1. Neki primjeri emulzija (Lelas, 2006.)

Ulje u vodi (U/V)	Voda u ulju (V/U)
mlijeko	margarin
majoneza	maslac
sladoled	

Prethodno u tablici navedeni su neki primjeri emulzija, međutim kako bi se saznalo koji tip emulzije je u pitanju provode se određeni testovi pomoću kojih se lakše dolazi do traženog saznanja. Stoga se razlikuje test bojenja, test razrjeđenja te test električne vodljivosti.

### **Test bojenja**

Test bojenja se provodi na takav način da se emulziji doda određeni broj kapljica boje koja je topljiva u ulju te se nakon toga dobro promiješa. Dogodi li se obojenje emulzije tada se može potvrditi da je riječ o emulziji tipa V/U budući da se boja otapa u uljnoj fazi. U suprotnom riječ je o emulziji U/V.

### **Test razrjeđenja**

Vrši se tako što se određena količina vode ulije u emulziju i promiješa, nakon čega se promatra reakcija. Stoga ako kao rezultat emulzija ostane homogena riječ je o emulziji tipa U/V, iz razloga što ju je ta dodana količina vode samo razrijedila. Međutim ukoliko dodana voda ostane u obliku kapljica tada se radi o emulziji V/U.

### **Test električne vodljivosti**

Ostvaruje se mjerenjem električne vodljivosti emulzije. Mala električna vodljivost ukazuje na emulziju tipa V/U, jer ulje ima neznatnu električnu vodljivost, a obrnuto se radi o emulziji tipa U/V.

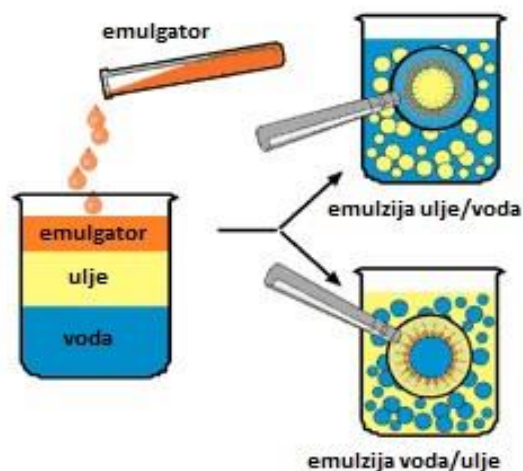
Radi jasnijeg razumijevanja prethodno navedenog slijedi tablični prikaz testova za razlikovanje emulzija.

Tablica 2. Testovi za razlikovanje emulzija (Lelas, 2006)

Emulzija ulje-u-vodi (U/V)	Emulzija voda-u-ulju (V/U)
Može se razrijediti dodatkom vode	Može se razrijediti dodatkom ulja
Ima određenu električnu vodljivost	Ima malu električnu vodljivost
Otapa boje topljive u vodi	Otapa boje topljive u ulju

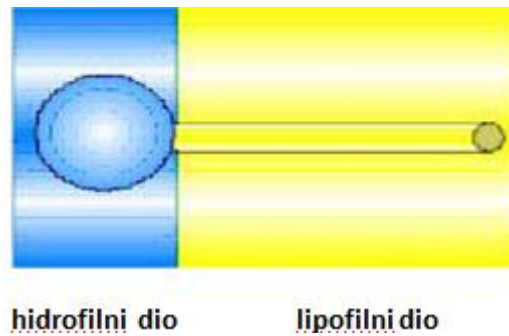
## Emulgatori

Tvari koje se ulijevaju odnosno dodaju u emulzije kako bi smanjile površinske napetosti između faza su emulgatori. Svaki emulgator prisiljen je akumulirati se na graničnoj površini između faza tj. mora biti površinski aktivan kako bi smanjio površinsku napetost. Osim toga on mora globule disperzne faze nabijati s ciljem da bi se one međusobno odbijale ili stvoriti oko globula snažan zaštitni sloj.



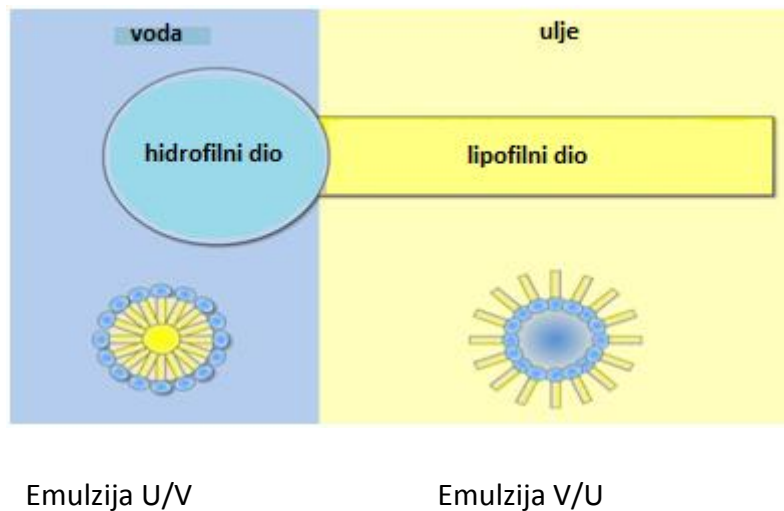
Slika 2. Prikaz dodavanja emulgatora potrebnog za nastanak emulzija tipa U/V i emulzija tipa V/U.

Molekule emulgatora su izgrađene od dijela molekule koja posjeduje hidrofilni karakter tzv. polarni, dok drugi dio je lipofilnog karaktera tzv. nepolarnog. Bez obzira o kojem tipu emulzije se radi polarni dio je usmjeren prema vodenoj fazi, a nepolarni prema uljnoj fazi. (Borko, 2007.)



Slika 3. Osnovne komponente molekule emulgatora

Na **Slici 3.** prikazana je struktura molekule emulgatora. Izgrađena je od dva dijela od kojih je jedan hidrofilni, a drugi lipofilni.



Slika 4. Molekula emulgatora u emulziji ulje/voda i emulziji voda/ulje

Iz navedene slike može se uočiti i potvrditi prethodno navedene teorijske tvrdnje kako je hidrofilni tj. polarni dio uvijek usmjeren prema vodenoj fazi, a lipofilni tj. nepolarni prema uljnoj fazi neovisno o kojem tipu emulzije je riječ.

U prehrambenoj industriji smiju se primjenjivati emulgatori koji su toksikološki i fiziološki ispitani i sigurni, a s obzirom na dozvoljenu količinu unosa u organizam mogu se podijeliti u tri skupine i to:

- **neograničeno dozvoljeni emulgatori**- emulgatori koji prema FDA (Food and Drug Administration, USA) nose oznaku G.R.A.S. (generally recognized as safe) i mogu se neograničeno upotrebljavati,
- **ograničeno dozvoljeni emulgatori**-prema FDA-u imaju oznaku ADI iskazanu u mg/kg/d. ADI (acceptable daily intake) predstavlja maksimalnu količinu emulgatora koja je dozvoljena za unos u organizam, a izražena je u mg.,
- **nedozvoljeni emulgatori**- su oni koji se u prehrani ne smiju koristiti (Lelas, 2006.).

Osim prethodno navedene podjele emulgatori prema elektrokemijskom naboju dijele se na anionske, kationske, amfoterne i neionizirajuće.

Emulgatori koji su otopljeni u vodi negativnog naboja, a zbog čega djeluju u neutralnom i alkalnom području su anionski emulgatori. U usporedbi s njima kationski emulgatori su oni koji su otopljeni u vodi pozitivnog naboja, a učinkoviti su u kiselom području.

Nadalje amfoterni emulgatori sadrže pozitivan i negativan naboj te svoje djelovanje mogu očitovati u cijelom području pH vrijednosti, izuzev izoelektričnog područja. S druge strane emulgatori koji otopljeni u vodi nemaju nikakav naboj djeluju neovisno o pH, a nazivaju se neionizirajući emulgatori.

Vrlo bitno obilježje svakog emulgatora je hidrofilni broj (HLB), jer on određuje njegovu hidrofilnost. Vrijednost hidrofilnog broja kreće se od 1 do 20, pri čemu emulgator ima snažnije izražen hidrofilni karakter ako je vrijednost hidrofilnog broja veća. Ukoliko je vrijednost hidrofilnog broja manja od 9 riječ je o lipofilnim emulgatorima. Zatim ako se vrijednost HLB-a kreće u rasponu između 8 i 11 tada su emulgatori intermedijarni. Dok u konačnici hidrofilni emulgatori imaju vrijednost hidrofilnog broja između 11 i 20.

Isto tako o vrijednosti hidrofilnog broja ovisi unutar koje faze će emulgator biti topljiv, a kontinuirana faza je ona u kojoj se emulgator uvijek otapa. Stoga emulziju tipa V/U će davati oni emulgatori čija je vrijednost hidrofilnog broja u rasponu između 3 i 6, a emulzija tipa U/V će nastajati ukoliko je vrijednost hidrofilnog broja nekog emulgatora u rasponu između 8 i 18.

Kako je već prethodno navedeno HLB vrijednost je vrlo bitna značajka emulgatora, jer u konačnici ona utječe i na njihovu primjenjivost i disperzibilnost. Za stabilnu emulziju potrebno je vršiti kombinaciju više emulgatora s hidrofobnim i hidrofilnim grupama.

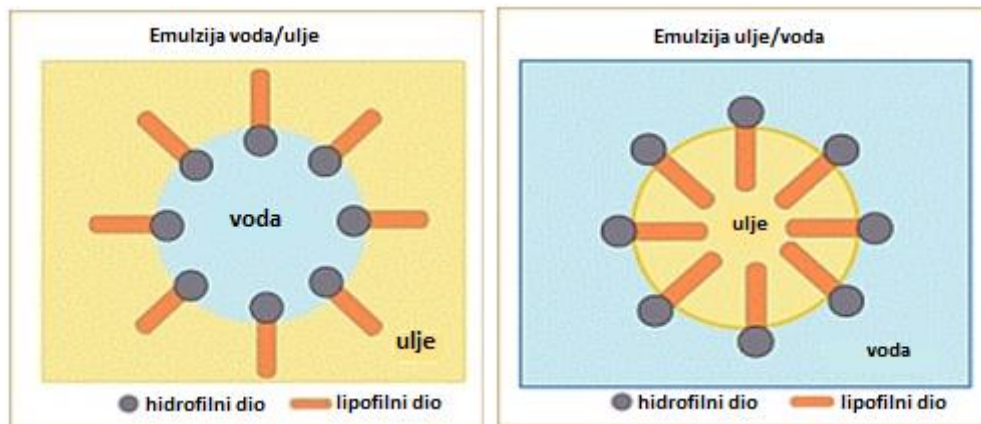
Tablica 3. Područja primjene HLB brojeva (Lovrić, 2003.)

HLB vrijednost	Primjena
3-6	Emulgatori V/U
7-9	Sredstva za vlaženje
8-15	Emulgatori U/V
13-15	Deterdženti
15-18	Sredstva za povećanje topljivosti

U prehrambenoj industriji primjena emulgatora je velika, a najčešće se koristi prirodni emulgator kao što je lecitin kojeg najviše sadrži žumanjak jajeta, a koji je značajan za dobivanje majoneze. Osim toga svoju primjenu emulgator nalazi u pekarskoj, mesnoj, mljekarskoj industriji i dr.

### 2.1.1. Emulzije tipa ulje/vode

Mnoštvo prehrambenih proizvoda su zapravo emulzije, ali najčešći slučajevi dviju tekućih faza koji ju sačinjavaju su ulje i voda te ujedno oni čine dva osnovna tipa emulzija. Glavni razlog tome je što i ulje i voda mogu biti kontinuirana i disperzna faza. U slučaju kada je ulje disperzna, a voda kontinuirana faza, emulzija je tipa ulje u vodi (U/V), kod koje su kapljice ulja razdijeljene u vodenoj fazi. S druge strane kada je ulje kontinuirana faza, odnosno kapljice vode su razdijeljene u uljnoj fazi riječ je o emulziji tipa (V/U) tj. voda u ulju.



Slika 5. Prikaz emulzije voda/ulje i emulzije ulje/voda

Emulzija voda/ulje prikazana je na lijevoj strani, emulzija ulje/voda na desnoj strani slike.

Za emulziju tipa ulje/voda tipičan primjer su majoneza, razni umaci, vrhnje, mlijeko i dr. Na njihovu stabilnost utječu čimbenici i to :

- a) **Stupanj razdjeljenja unutarnje faze** koji ukazuje na to da je vrlo poželjno da kapljice disperzne faze budu manjeg promjera i podjednake veličine. To je moguće postići odgovarajućim postupkom emulgiranja.
- b) **Viskoznost vanjske faze**-stabilnost emulzije je veća u slučaju kada je viskoznost vanjske odnosno kontinuirane faze što sličnija viskoznosti proizvedene emulzije.
- c) **Specifična masa faza**-ukoliko postoji velika razlika u specifičnoj masi dviju faza emulzija je manje stabilna, stoga ona mora biti što sličnija da bi emulzija bila stabilnija.
- d) **Kvaliteta graničnih površinskih filmova**-emulgator mora činiti međufazu između dviju faza kako bi spriječio njihovo međusobno razdvajanje, a veze između emulgatora i faza emulzije moraju biti stabilne i čvrste.
- e) **Odnos volumena faza**-unutar idealne emulzije kapljice disperzne faze nisu deformirane već jednake veličine te potpuno zbijene mogu zauzeti prostor od 74% cjelokupnog volumena emulzije. Ukoliko su kapljice sabijene zbog čega su deformirane tada su u mogućnosti zauzeti 99% cjelokupnog volumena. Onaj odnos volumena disperzne faze i disperznog sredstva koji je poželjan je 74:26, zbog toga što je u suprotnom slučaju potrebno osigurati stabilnost emulzije.



Smatra se da je emulzija stabilna onda kada se unutar određenog perioda može održati bez ikakve promjene, s tim da se kapljice koje se očituju prilikom disperzne faze međusobno ne talože na dnu, ne spajaju, ali isto tako ne skupljaju na površini. Koncentracija određene emulzije u smislu hoće li biti nisko ili visoko koncentrirana ovisi o koncentraciji dispergirane faze.

### **2.1.2. Majoneza i njezin sastav**

Majoneza kao emulzija tipa ulje u vodi je proizvod za čiju je proizvodnju potrebno jestivo biljno ulje koje se dobije prethodnom pripremom sjemenke sušenjem, ljuštenjem, mljevenjem te prešanjem i ekstrakcijom brojnih uljarica, zatim žumanjak jajeta, octena i/ili neka druga jestiva organska kiselina, te dodaci poput senfa, soli, šećera i naposljetku dopušteni aditivi, sa ili bez ekstrakta određenih začina.

Jestivo biljno ulje je od velikog značaja za proizvodnju majoneze, jer o njegovom udjelu ovisi o kakvoj majonezi će biti riječ. Stoga se s obzirom na udio uljne faze razlikuju tri vrste majoneze koje se stavljaju u promet na tržištu, a to su:

**a) Majoneza-** prema pravilniku (NN 39/99) majoneza je proizvod dobiven od jestivog biljnog ulja, žumanjaka, octene i/ili druge jestive organske kiseline, senfa, šećera, soli, dopuštenih aditiva, začina i ekstrakta začina. Prilikom prometovanja na tržištu ona mora udovoljavati slijedećim osnovnim zahtjevima i to:

1. udio jestivog biljnog ulja mora biti najmanje 75%,
2. vrijednost udjela žumanjaka mora iznositi najmanje 6%,
3. da je svojstvene boje, okusa i mirisa, ali bez stranog i/ili užeglog okusa i mirisa.

**b) Salatna majoneza-** je proizvod dobiven od jestivog biljnog ulja, žumanjaka, octene i/ili druge jestive organske kiseline, mliječnih proizvoda, senfa, šećera i drugih prehrambenih proizvoda, začina i ekstrakta začina, dopuštenih aditiva, vitamina, minerala i drugih dodataka radi povećanja biološke vrijednosti, ovisno o tehnološkom postupku.

Pri stavljanju u promet salatna majoneza mora udovoljavati ovim temeljnim zahtjevima:

1. da je udjel jestivog biljnog ulja najmanje 50%,
2. da je udjel žumanjaka najmanje 3,5%,
3. da je svojstvene boje, okusa i mirisa, bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa (NN 39/99).

**c) Lagana majoneza**-majoneza dobivena pomoću jestivog biljnog ulja, sa ili bez žumanjaka, mliječnih proizvoda i ostalih prehrambenih proizvoda, zatim octene i/ili neke druge jestive organske kiseline, začina i njihovih ekstrakta. Međutim ovisno o tehnološkom postupku, a s ciljem povećanja biološke vrijednosti za njezinu proizvodnju mogu se koristiti i različiti dopušteni aditivi, vitamini, minerali, ali i drugi razni dodaci. Da bi se ostvarilo njezino tržišno prometovanje, ona ne smije sadržavati udjel jestivog biljnog ulja iznad 50%, te mora imati svojstvenu boju, miris i okus, ali isto tako mora biti bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa.

U konačnici majoneza predstavlja emulziju izgrađenu od dispergiranih kapljica ulja u vodenoj fazi, a koje su dispergirane pomoću prirodnog emulgatora iz žumanjka jajeta zajedno s proteinima i fosfolipidom lecitinom. U njezinoj proizvodnji cilj je da konačni proizvod iskazuje stabilnost i čvrstu konzistenciju kao i određenu razinu homogenosti. Njezina kvaliteta ovisi o svim sastojcima koji sudjeluju u njezinoj proizvodnji, ali najviše o vrsti i količini biljnog ulja odnosno određena je stupnjem disperzije njegovih kapljica. Također se može reći kako majoneza pripada skupini lako pokvarljivih proizvoda, jer se većinom ne konzervira nekom od uobičajenih metoda konzerviranja. Riječ je o kvarenjima poput užglosti, fermentacije, separaciji ulja iz majoneze. Isto tako njezino vrijeme čuvanja varira od tri pa do šest mjeseci, pri temperaturi od 1-4 °C.

#### **Sastav majoneze:**

- a) **Jestivo biljno ulje**- proizvod koji se dobije iz plodova ili sjemenki određenih biljaka, a sastoji se od triglicerida masnih kiselina, s tim da može sadržavati i neznatne količine drugih sastojaka kao što su slobodne masne kiseline, voskovi, fosfolipidi, mono- i digliceridi. Njegova proizvodnja se očituje čišćenjem, sušenjem, ljuštenjem,

mljevenjem, prešanjem te u konačnici ekstrakcijom brojnih raznovrsnih uljarica poput uljane repice, suncokreta, masline i dr. Pomoću takvog postupka nastaju sirova ulja unutar kojih se nalaze primjese koje se procesom rafiniranja mogu ukloniti. Kako bi se procesom rafiniranja uklonile slobodne masne kiseline, potrebno je provesti neutralizaciju sirovog ulja. Postupkom bijeljenja i dezodorizacije sirovog ulja uklanjaju se pigmenti iz ulja te nepoželjni mirisi (Belak, Gaćina, Radić, 2005.). Kod pripremanja emulzija ulja u vodi, njegova čistoća odnosno kakvoća je bitna, jer se ono u nikakvom drugom proizvodu kao kod emulzija ne izlaže mogućoj oksidaciji i pojavi užeglosti. Također ulje u emulzijama kontaktira s vodom i zrakom, ali vrlo često na njega i svoj utjecaj vrši svjetlost.

Prema Pravilniku o jestivim uljima i mastima NN41/12 članku 5. ovisno o tehnološkom postupku koji se primjenjuje u proizvodnji, ulja se razvrstavaju u sljedeće kategorije:

- **rafinirana ulja,**

- **hladno prešana ulja,**

- **nerafinirana ulja.**

Proizvodi nastali procesom rafinacije jedne ili više vrsta sirovih biljnih ulja su rafinirana ulja koja moraju udovoljavati sljedećim zahtjevima i to:

- da su na 20 °C tekuća, bistra, karakteristične boje,
- da su neutralnog do karakterističnog mirisa i okusa, bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa,
- da ne sadrže više od 0,3 % slobodnih masnih kiselina (izraženih kao oleinska kiselina),
- da im peroksidni broj nije veći od 5 mmol O<sub>2</sub>/kg,
- da sadrže najviše 0,2 % vode i tvari hlapljivih na temperaturi od 105 °C (NN 41/12, članak 7).

Nadalje proizvodi koji nastaju prešanjem iz pripadajućih sirovina na temperaturi do 50 °C su hladno prešana ulja. Kod takvih ulja moguće je vršiti proces njihovog čišćenja tj. bistrenja koji

se vrši pomoću filtriranja, centrifugiranja, dekantiranja te pranja vodom. S druge strane nerafinirana ulja se dobivaju iz određenih sirovina mehaničkim postupcima kao što je prešanje, ali uz korištenje topline. Isto tako kod njih je moguće provesti postupak čišćenja na identičan način kao kod hladno prešanih ulja.

Obilježje koje je zajedničko hladno prešanim i nerafiniranim uljima je to da moraju udovoljiti identičnim zahtjevima kao što su :

- obje kategorije ulja moraju biti karakteristične boje,
- njihov miris i okus također moraju biti karakteristični za vrstu sjemena ili ploda, ali bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa,
- nije im dozvoljeno sadržavati više od 2% slobodnih masnih kiselina (izraženih kao oleinska kiselina),
- peroksidni broj ne smije biti veće vrijednosti od 7 mmol  $O_2$ /kg,
- dozvoljeno im je sadržavati najviše 0,4 % vode kao i tvari hlapljivih na temperaturi od 105 °C, te najviše 0,1 % netopljivih nečistoća,
- hladno prešana ulja ne smiju sadržavati više od 0,15 mg/kg stigamastadiena.

**b) Ocat-** budući da se najčešće koristi kao sastojak kod pripreme hrane bilo kao začim, konzervans ili regulator kiselosti, njegova proizvodnja se smatra jednim od najstarijih prehrambenih postupaka, a proizvodi se fermentacijom čistog etilnog alkohola. Ono što njemu stvara kiselost i svojstven miris je slaba organska kiselina tzv. octena. Osim toga ocat se koristi prilikom nastanka emulzija U/V i tada čini temeljni dio vodene faze takve emulzije. Vrijednost udjela octene kiseline u proizvodnji emulzije tipa U/V je do 10%.

**c) Jaja-** namirnica iznimne biološke vrijednosti i hranjivosti čija energetska vrijednost prosječno iznosi 147 kcal na 100 g. Njegova prosječna težina je 50 g, od čega žumanjak teži 17 g. S obzirom na kakvoću jaja su razvrstana na jaja A i B klase. A klasom se smatraju svježija jaja, dok su jaja B klase namijenjena industrijskoj preradi. Ljuska, bjelanjak i žumanjak su sastojci koji čine jaje. U žumanjku je prisutno 32% masti, dok se u bjelanjku one gotovo ni ne nalaze. Masti koje sadrži žumanjak su

oleinska, linolna i linolenska kao nezasićene masne kiseline te palmitinska, stearinska, miristinska kao zasićene masne kiseline. Pigment ksantofil žumanjku daje žutu boju unutar kojeg se nalaze vitamini A i D koji su topljivi u mastima. Žumanjak jajeta predstavlja prirodnu emulziju ulja u vodi zajedno s udjelom oko 10% lecitina, proteinima i ostalim fosfolipidima kao emulgatorima (Mandić, 2007.). Zbog prethodno navedenog žumanjak jajeta smatra se glavnim sastojkom za izgradnju emulzije majoneze. Kako je već navedeno da žumanjak jajeta sadrži 32% masti, on osim toga sadrži kolesterol unutar kojeg veći dio zauzimaju nepolarne grupe zbog čega nastaje emulzija tipa voda/ulje.

- d) Začini-** su dijelovi biljaka ili biljke koje se koriste kako bi poboljšale okus određene hrane. Što se tiče majoneze sol kao začim, ali i druge vrste začina dodaju se prilikom njezine proizvodnje da bi poboljšali njezinu stabilnost. Prema pravilniku NN89/11 članak 4. sol je proizvod kristalizacije koji se pretežno sastoji od natrijevog klorida (NaCl), a može sadržavati i magnezijeve i druge soli u različitim količinama ovisno o podrijetlu i postupku proizvodnje. Eterična ulja utječu na okus i aromu začina, a sama količina začina i njihova upotreba ovisi o ukusima samih potrošača.
- e) Ugljikohidrati-** su organske molekule izgrađene od kisika, vodika i ugljika, a namijenjeni su kao osnovni izvor energije u ljudskom organizmu. Mogu se podijeliti na jednostavne i složene. Jednostavni ugljikohidrati se sastoje od samo jedne (monosaharidi) ili dvije (disaharidi) molekule. Glukoza (krvni šećer, groždani šećer), fruktoza (voćni šećer) su najpoznatiji monosaharidi, dok što se tiče disaharida to su saharoza (konzumni šećer) i laktoza (mliječni šećer). Kod polisaharida najznačajniji su škrob i glikogen. Škrob biljkama služi kao skladište energije, a najčešći je ugljikohidrat u ljudskoj prehrani, koji se u ljudskom organizmu razgrađuje do monosaharida. Nad monosaharidima nije moguće vršiti hidrolizu, dok hidrolizom disaharida nastaju monosaharidi. Složeni ugljikohidrati se nazivaju polisaharidima i izgrađeni su od više molekula monosaharida.

Glukoza je najčešći i najvažniji monosaharid koji ima važnu ulogu u biološkim procesima, jer se koristi kao izvor energije kod biljaka i životinja. U prehrambenoj industriji odnosno u hrani

ne postoji kao monosaharid već je prisutna u sastavu ostalih šećera tvoreći disaharide, škrob i dijetalna vlakna.

Fruktoza poznata kao voćni šećer prisutna je u medu, voću, invertnom šećeru. Osim što je slađa od saharoze sprječava kristalizaciju meda i šećera te može služiti kao zamjena za saharozu u određenim proizvodima s manjom koncentracijom šećera.

Saharoza kao disaharid ima najveću primjenu jer se upotrebljava kao prirodno sredstvo za zaslađivanje. Dobiva se industrijskim načinom iz šećerne repe ili trske. Njezina obilježja su vrlo dobra topljivost, velika stabilnost te potpuna i brza resorpcija u organizmu.

Laktoza ili mliječni šećer izgrađena je od glukoze i galaktoze. Prirodno je prisutna u mlijeku, a bakterije mliječno-kiselog vrenja ju razgrađuju na mliječnu kiselinu dovodeći do kiseljenja mlijeka pa se tako koristi u prehrambenoj industriji u proizvodnji mliječnih prerađevina i proizvoda.

### **2.1.3. Tehnološki postupci proizvodnje majoneze**

Najosnovniji način dobivanja majoneze je taj da se lagano na žumanjak jajeta koji predstavlja glavni sastojak za nastanak majoneze, polagano dodaje ulje. Zatim se brzo miješa kako bi se ostvarila disperzija ulja, jer ulje i voda stvaraju emulziju koja pomoću emulgatora lecitina iz žumanjka jajeta postaje stabilna. No tehnološki postupci koji su značajni za nastanak majoneze ovise o uređaju koji se upotrebljava prilikom njezine proizvodnje. Tako da se za njezinu proizvodnju može koristiti mikser, koloidni mlin ili homogenizator te vakuum postupak.

#### **2.1.3.1. Proizvodnja majoneze upotrebom miksera**

Nastanak majoneze upotrebom miksera je tehnološki postupak koji se u današnje vrijeme vrlo rijetko koristi. Mikser kao uređaj sadrži okomitu miješalicu koja se brzo okreće, a pomoću koje se žumanjci jajeta miješaju sve dok se u potpunosti ne razbiju i ne ostvare homogenizaciju. Nakon toga lagano se dodaje ocat u manjoj količini, zatim ulje i ostali začini.

Naposljetku se smanjuje brzina miksera i dodaje ostali dio octa. Takav postupak je preporučljivo vršiti na približno 20°C, jer će u protivnom nastati emulzija čija će konzistencija biti rijetka, a cilj je stvoriti stabilnu emulziju.

### **2.1.3.2. Proizvodnja majoneze upotrebom koloidnog mlina ili homogenizatora**

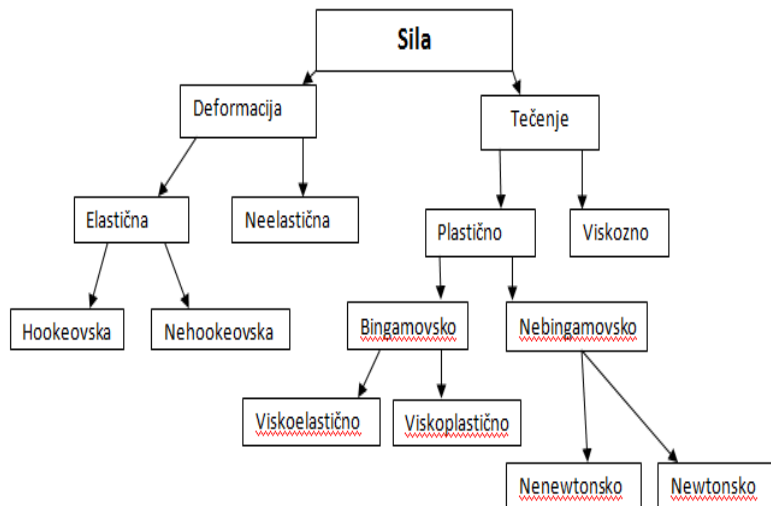
Homogenizator ili koloidni mlin je glavna značajka unutar ovog tehnološkog postupka, jer se njihovim korištenjem ostvaruje smanjenje promjera kapljica ulja tj. nastaju sitne kapljice prilikom čega nastaje stabilna emulzija. Smatra se da se takav način dobivanja majoneze odvija kontinuirano, jer se prvo u predmikseru izmiješaju žumanjci jaja, određena količina octa, ostali začini i ulje. Njihovim miješanjem dobije se stabilna emulzija, nakon čega se dodaje ostala količina octa, te se emulzija propušta kroz koloidni mlin ili homogenizator.

### **2.1.3.3. Proizvodnja majoneze vakuum postupkom**

U odnosu na prethodno navedene tehnološke postupke proizvodnje majoneze, proizvodnja majoneze vakuum postupkom se smatra najboljim, jer prema kvaliteti stvara najbolji proizvod emulzije. Njegovom upotrebom izostavljena je prisutnost zraka što smanjuje razvoj mikroorganizama i sprječava oksidaciju ulja prilikom čuvanja majoneze. Isto tako vakuum postupkom se stvaraju kapljice ulja malog promjera koje u konačnici daju ujednačenu strukturu emulzije. Nažalost njegova upotreba je skupa, pa njegova primjena nije velika.

## 2.2. REOLOŠKA SVOJSTVA

Znanstvena disciplina koja proučava deformacije i tečenje čvrstih i tekućih materijala je reologija. Deformacija podrazumijeva promjenu oblika nekog tijela djelovanjem sile, a tečenje predstavlja kontinuiranu promjenu deformacija.



Slika 6. Ponašanje materijala prema djelovanju sile (naprezanja) (Lovrić, 2003.)

Reologija se kod prehrambenih proizvoda koristi za određivanje procesnih uvjeta i parametara kakvoće. Odnosno poznavanje reoloških svojstava je potrebno za pravilno odvijanje tehnoloških procesa i za saznanja osnovnih obilježja prehrambenih proizvoda.

Smatra se da su plastičnost, elastičnost i viskoznost osnovna reološka svojstva materijala. Plastičnost i elastičnost su reološka svojstva čvrstih materijala, a viskoznost tekućih. Međutim namirnice su obično složeniji sustavi različitog sastava zbog čega vrlo rijetko iskazuju samo jedno od prethodno navedenih svojstava. Također neki koloidni sustavi u određenim uvjetima iskazuju svojstva i čvrstih i tekućih materijala u drugačijem omjeru zbog čega predstavljaju viskoelastične sustave.

Čimbenici koji utječu na reološka svojstva hrane su kemijski sastav, pH, uvjeti pripreme i držanja određenog materijala, udio suhe tvari, temperatura, vrijeme i brzina smicanja, zatim



metoda koja se primjenjuje prilikom određivanja reoloških svojstava i dr., ali najvažniji su temperatura, kemijski sastav i tehnološki proces.

Poznavanje djelovanja pojedinih čimbenika na reološka svojstva hrane neobično je važno, jer oni direktno utječu, ne samo na njezinu kvalitetu ili organoleptička svojstva, već i na proces proizvodnje, trajnost, način pakiranja, uvjete čuvanja i drugo (Lelas, 2006.).

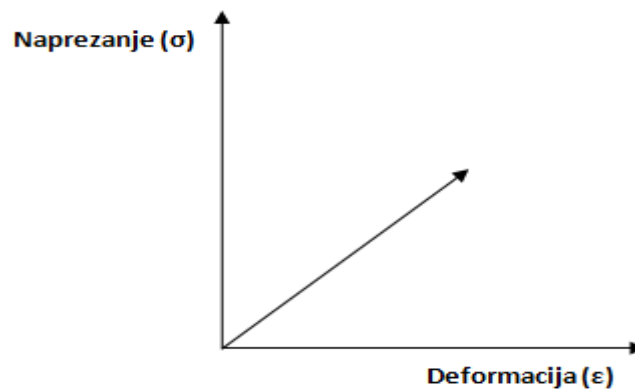
### 2.2.1. Elastičnost, plastičnost i viskoznost kao reološka svojstva

#### Elastičnost

U trenutku kada deformacija nastane s djelovanjem sile, a nestane nakon završetka njezinog djelovanja, materijal je elastičan. Elastičnost može biti i idealna, koja postoji u uvjetima kada je naprezanje izravno proporcionalno dobivenoj deformaciji. Takav odnos predstavlja Hookeov zakon koji se iskazuje pomoću slijedeće formule:

$\sigma = E \cdot \varepsilon$ , gdje  $\sigma$  predstavlja naprezanje,  $E$  modul elastičnosti, a  $\varepsilon$  deformaciju.

Što se tiče prehrambene industrije, namirnice koje iskazuju najveću elastičnost su kruh i pecivo.

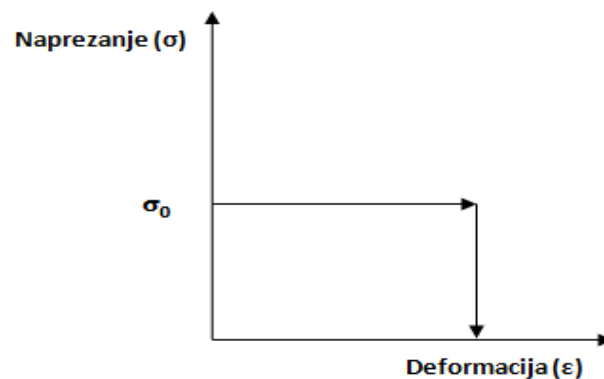


Slika 7. Prikaz elastičnog ponašanja materijala (Lelas, 2006.)

Prethodno navedena formula i grafički prikaz primjenjivi su samo onda ukoliko je materijal pod utjecajem djelovanja sile rastezanja ili kompresije, jer pod utjecajem sile smicanja ili hidrostatskog tlaka se umjesto modula elastičnosti uvodi modul stlačivosti.

### Plastičnost

U slučaju da materijal podliježe trajnoj deformaciji u onom trenutku kada se ostvari određeni prag naprezanja, on tada odražava plastično djelovanje. Manje naprezanje neće uzrokovati deformacije, nego kada se ono poveća do određenog praga naprezanja ( $\sigma_0$ ) nastaje deformacija koja se povećava dokle god sila naprezanja djeluje, jer nakon prestanka njezinog djelovanja materijal zadržava nastalu deformaciju. Namirnice koje pokazuju plastična svojstva su margarin, maslac, sir i dr.



Slika 8. Prikaz plastičnog ponašanja materijala (Lelas, 2006.)

### Viskoznost

U većini slučajeva tekućina iskazuje svojstvo idealne viskoznosti, ali u trenutku kada se sila smicanja primjeni na tekućinu nastaje deformacija odnosno tečenje.

Viskoznost se može jednostavno definirati kao unutrašnje trenje koje djeluje unutar fluida (tekućine), tj. kao otpor tečenju (Lovrić, 2003.).

Od čimbenika koji utječu na reološka svojstva, temperatura najviše utječe na viskoznost. Njezin utjecaj je drugačiji kod različitih materijala. Stoga s porastom temperature kod većine plinova se viskoznost povećava, a kod kapljevina smanjuje.

Najnižu viskoznost imaju plinovi, a voda, razrijeđene otopine, te organska otapala također posjeduju vrlo nisku viskoznost. U pravilu s povećanjem udjela suhe tvari viskoznost se povećava (Lelas, 2006.).



Slika 9. Prikaz viskoznog ponašanja tekućine (Lelas, 2006. )

Sila  $F$  djeluje na tekućinu na udaljenosti  $dy$  od donje plohe, što uzrokuje da se gornja ploha počinje gibati brzinom  $u+du$ , a donja ploha brzinom  $u$ . Sve to u tekućini uzrokuje naprezanje koje predstavlja silu, a koja djeluje na jedinicu površine  $F/A$  ( $N/m^2$ ). Nastala deformacija se može izraziti kao gradijent brzine između dviju ploha  $du/dy$  ( $1/s$ ), a izraz koji to opisuje poznat je kao Newtonov zakon :

$$\tau = \mu \cdot (-du/dy) = \mu \cdot \dot{\gamma}$$

gdje je :  $\tau$ =smično naprezanje ili sila po jedinici površine (Pa) ili ( $N/m^2$ )

$\mu$ =koeficijent viskoznosti ili dinamička viskoznost (Pa s) ili ( $N s/m^2$ )

$(-du/dy)=\dot{\gamma}$ =gradijent brzine između dviju ploha odnosno smična brzina ( $1/s$ ) (Lelas, 2006.)

Newtonovske tekućine su sve one tekućine kojima je odnos smičnog naprezanja i smične brzine konstantan i može se izraziti Newtonovim zakonom. Primjer takvih tekućina su ulje, voda, mlijeko, voćni sokovi i dr.

Kod Newtonovskih tekućina viskoznost je kod određenog tlaka i temperature stalna veličina određena Newtonovim zakonom. Nadalje, viskoznost gustih kapljevin i kaša nije stalna i mijenja se s promjenom smične brzine, a takve tekućine su ne-Newtonovske.

### **2.2.2. Uređaji za mjerenje reoloških svojstava**

Postoje brojni uređaji za mjerenje reoloških svojstava, od kojih su najznačajniji viskozimetri za mjerenje viskoznosti. Najnoviji omogućuju brža i preciznija mjerenja, a njihovi rezultati se upotrebom računala pretvaraju u odgovarajuće reološke parametre. Najčešće se upotrebljavaju kapilarni i rotacijski viskozimetri.

Kapilarni viskozimetri su oni kod kojih je princip rada usmjeren na protjecanje tekućine kroz cijev određenih dimenzija prilikom čega se izvodi mjerenje protoka tekućine i tlaka. Pretpostavke koje su potrebne za mjerenje su:

- da je tečenje stalno i laminarno,
- neovisnost svojstva tekućine o vremenu,
- tekućina mora biti nestlačiva i njezina viskoznost ne smije ovisiti o tlaku te
- da se mjerenje provodi kod izotermičkih uvjeta.

Rotacijski viskozimetri se u odnosu na kapilarne više upotrebljavaju budući da je njihova upotreba praktičnija i jednostavnija, a mjerenja se mogu vršiti u velikim rasponima viskoznosti različitih materijala. Oni su sastavljeni od dva tijela, od kojih jedno vrši rotaciju, ali međusobno oba tijela surađuju preko sloja tekućine kojoj se mjeri viskoznost. Zapravo mjerenja u rotacijskim viskozimetrima zasnivaju se na provedbi mjerenja kutne brzine rotirajućeg tijela i odgovarajućeg zakretnog momenta. S obzirom na izgled mjernog sustava razlikuju se tri vrste rotacijskog viskozimetra, a to su viskozimetri sa stošcem i pločom, viskozimetri s koncentričnim cilindrima te viskozimetri s dvije paralelne ploče.

### **3.EKSPERIMENTALNI DIO**

### 3.1. ZADATAK

Prilikom provođenja eksperimentalnog dijela rada zadatak se odnosio na:

1. Određivanje utjecaja vrste mliječne komponente (sirutke u prahu, punomasnog mlijeka u prahu, obranog mlijeko u prahu) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.
2. Određivanje utjecaja vrste šećera (maltodekstrina, saharoze, glukoze) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.
3. Određivanje utjecaja žumanjka kokošjeg jajeta (svježeg žumanjka, pasteriziranog žumanjka, cijelog jajeta u prahu) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.

Bitno je istaknuti da se određivanje utjecaja prethodno navedenih sastojaka na reološka svojstva majoneze provodila na temperaturi od 25°C.

### 3.2. MATERIJALI I METODE

#### 3.2.1. Materijali

Prilikom pripreme salatne majoneze s dodatkom pulpe manga korišteni su sljedeći sastojci:

- a) Suncokretovo rafinirano ulje 65% (130 g), Villa di Olio, Njemačka
- b) Ugljikohidrati (maltodekstrin, saharoza, glukoza ) 4% (8 g)
- c) Alkoholni ocat 4% (8 g), Kisko badel
- d) Žumanjak (svježi, pasterizirani, cijelo jaje u prahu (Elcon) ) 6% (12 g),
- e) Morska sol 1% (2 g), paška
- f) Voda 10,9% (21,8 g)
- g) Senf 1% (2 g), Estragon Podravka
- h) Mliječna komponenta (sirutka u prahu (Zdenka), punomasno mlijeko u prahu (Dukat), obrano mlijeko u prahu (Dukat ) ) 3% (6 g)
- i) Mango 5% (10 g) (voćna pulpa)
- j) Vinska kiselina 0,1% (0,2 g)



Slika 10. Laboratorijski homogenizator Wiggenshauser, model D-500 (Germany, Malaysia) i rotacijski viskozimetar Rheomat 15 T

Lijevo na slici je prikazan laboratorijski homogenizator, a desno rotacijski viskozimetar s koncentričnim cilindrima koji su korišteni za dobivanje salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.

### 3.2.2. Metode

Dobivanje uzoraka salatne majoneze s dodatkom pulpe manga započinje pripremom i vaganjem svih potrebnih sastojaka. Termičkim tretiranjem pri temperaturi od 68°C dobiven je pasterizirani žumanjak jajeta. Najveći postotak čini ulje kao jedan od sastojaka potrebnih za njezin nastanak, a njegov postotak iznosi 65 %. Ulje je potrebno podijeliti u dvije čaše: u prvu čašu s uljem dodati žumanjak, senf, ocat, pulpu manga i vodu s otopljenim praškastim komponentama, a preostali dio ulja postepeno dodavati tijekom prve minute homogenizacije. U konačnici salatna majoneza dobivena je procesom homegenizacije pomoću laboratorijskog homogenizatora Wiggenshauser, model D-500 (Germany, Malaysia), primjenom rotor-stator sustava kod brzine 10 000 °/min tijekom 3 minute rada. Standardni uzorak salatne majoneze izrađen je sa sirutkom u prahu, svježim žumanjkom i maltodekstrinom. Uzorak majoneze pripremljen je u količini od 200 g. Nadalje mjerenja reoloških svojstava salatne majoneze provedena su pomoću rotacijskog viskozimetra s

koncentričnim cilindrima pri temperaturi od 25°C. Na temelju dobivenih eksperimentalnih podataka izračunati su reološki parametri indeks tečenja, prividna viskoznost i koeficijent konzistencije.

Ispitivani reološki parametri majoneze prikazani su kao :

k- koeficijent konzistencije (Pa.s<sup>n</sup>)

n- indeks tečenja (-)

μ- prividna viskoznost (Pa.s)

$$\mu = k \cdot D^{(n-1)}$$

D- brzina smicanja (s<sup>-1</sup>)



## **4.REZULTATI**

Tablica 4. Utjecaj mliječne komponente na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, mjereno pri temperaturi 25°C

	$\mu$ (Pa.s) D=137,1 (s <sup>-1</sup> )	k (Pa.s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>
Sirutka u prahu	1,7108	66,55	0,256	0,99796
Punomasno mlijeko u prahu	1,7236	67,92	0,251	0,99439
Obrano mlijeko u prahu	1,5913	58,93	0,266	0,99543

$\mu$ - prividna viskoznost (Pa.s), mjereno kod brzine smicanja 137,1 (s<sup>-1</sup>)

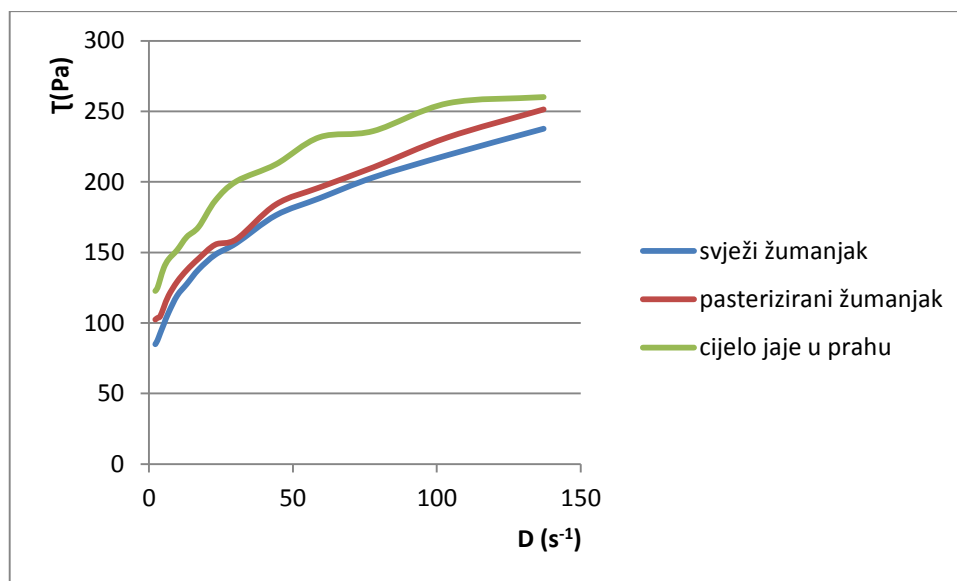
k- koeficijent konzistencije (Pa.s<sup>n</sup>)

n- indeks tečenja (-)

R<sup>2</sup> –koeficijent determinacije

Tablica 5. Utjecaj žumanjka jajeta na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, mjereno pri temperaturi 25°C

	$\mu$ (Pa.s) $D=137,1 \text{ (s}^{-1}\text{)}$	k (Pa.s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>
Svježi žumanjak	1,7108	66,55	0,256	0,99796
Pasterizirani	1,7334	78,93	0,224	0,98436
Cijelo jaje u prahu	1,9246	100,58	0,196	0,99069



Slika 11. Utjecaj žumanjaka jajeta na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga

Tablica 6. Utjecaj vrste ugljikohidrata na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, mjereno pri temperaturi 25°C

	$\mu$ (Pa.s) D=137,1 (s <sup>-1</sup> )	k (Pa.s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>
Maltodekstrin	1,7108	66,55	0,256	0,99796
Saharoza	1,4146	62,54	0,230	0,98099
Glukoza	1,2749	45,39	0,274	0,99686

## **5.RASPRAVA**

Ispitivanje utjecaja sastojaka (mliječne komponente, žumanjka jajeta, vrste ugljikohidrata) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga prikazano je u **Tablicama 4-6** i na **Slici 11**.

U **Tablici 4** vidljivi su rezultati ispitivanja utjecaja vrste mliječne komponente (sirutke u prahu, punomasnog mlijeka u prahu, obranog mlijeka u prahu) na reološke parametre svježih proizvedene salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. Reološka svojstva ispitivane majoneze mjerena su pri sobnoj temperaturi od 25°C.

Standardni (kontrolni) uzorak salatne majoneze izrađen je sa sirutkom u prahu, svježim žumanjkom jajeta, maltodekstrinom te ostalim sastojcima prema već navednoj recepturi.

Matematičkim izračunom dobiveni su reološki parametri salatne majoneze sa sirutkom u prahu gdje prividna viskoznost ( $\mu$ ) iznosi 1,7108 (Pa.s), koeficijent konzistencije (k) 66,55 (Pa.s<sup>n</sup>), a indeks tečenja (n) 0,256. Izradom salatne majoneze s punomasnim mlijekom u prahu (umjesto sirutke) povećava se prividna viskoznost (1,7236 Pa.s) kao i konzistencija majoneze koja je izražena preko koeficijenta konzistencije (67,92 Pa.s<sup>n</sup>) dok se indeks tečenja smanjuje (0,251). Proizvodnja salatne majoneze s dodatkom obranog mlijeka u prahu rezultira smanjenjem vrijednosti prividne viskoznosti (1,5913 Pa.s) i koeficijenta konzistencije (58,93 Pa.s<sup>n</sup>) te porastom vrijednosti parametra indeksa tečenja koji iznosi 0,266 u odnosu na majonezu izrađenu sa sirutkom u prahu ili sa punomasnim mlijekom u prahu. Iz navedenog ispitivanja možemo zaključiti da vrsta mliječne komponente utječe na promjenu reoloških svojstava mjerenih pri temperaturi od 25°C. Nadalje, veća prividna viskoznost i konzistencija majoneze može se postići primjenom punomasnog mlijeka u prahu.

Na **Slici 11**. i u **Tablici 5**. prikazan je utjecaj žumanjka kokošnjeg jajeta na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, mjereno pri temperaturi 25°C. Iz položaja krivulje može se zaključiti da su salatne majoneze ne-Newtonovske tekućine pseudoplastičnog tipa.

Standardni uzorak salatne majoneze izrađen je sa svježim žumanjkom jajeta pri čemu su dobiveni reološki parametri prividne viskoznosti 1,7108 (Pa.s) te koeficijenta konzistencije 66,55 (Pa.s<sup>n</sup>). Primjenom pasteriziranog žumanjka dobivena je salatna majoneza s većom prividnom viskoznosti (1,7334 Pa.s), većom konzistencijom (78,93 Pa.s<sup>n</sup>) i manjim indeksom

tečenja 0,224 u odnosu na primjenu svježeg žumanjka jajeta. Razlog tome je što se pasterizacijom žumanjka termički razgrađuju proteini i fosfolipidi (lecitin) pri čemu se smanjuje njihovo emulgirajuće svojstvo što dovodi do porasta prividne viskoznosti i konzistencije salatne majoneze s pulpom manga. Kod izrade majoneze sa cijelim jajetom u prahu dolazi do većeg porasta prividne viskoznosti (1,9236 Pa.s), koeficijenta konzistencije (100,58 Pa.s<sup>n</sup>), ali smanjenja indeksa tečenja (0,196) u odnosu na majonezu izrađenu sa svježim ili pak pasteriziranim žumanjkom. Znatno veća vrijednost konzistencije i viskoznosti majoneze s cijelim jajetom u prahu objašnjava se time da je ovdje korišteno takvo termičko zagrijavanje koje je značajno razgradilo sastojke žumanjka koji djeluju kao emulgatori.

U **Tablici 6** prikazan je utjecaj vrste ugljikohidrata na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, mjereno pri 25°C. Korištenjem monosaharida glukoze kod izrade ove majoneze dobivene su vrijednosti reoloških parametara: prividna viskoznost 1,2749 (Pa.s), koeficijent konzistencije 45,39 (Pa.s<sup>n</sup>) te indeksa tečenja 0,274. Dodatkom disaharida saharoze povećava se prividna viskoznost majoneze (1,4146 Pa.s) kao i konzistencija (62,54 Pa.s<sup>n</sup>), a snižava indeks tečenja (0,230). Primjenom maltodekstrina kod izrade majoneze postiže se još veći porast prividne viskoznosti (1,7108 Pa.s) i koeficijenta konzistencije (Pa.s<sup>n</sup>).

Iz rezultata navedenog istraživanja zaključujemo da vrsta ugljikohidrata utječe na reološka svojstva ispitivane majoneze.

## **6.ZAKLJUČCI**



Na temelju istraživanja utjecaja sastojaka na reološka svojstva salatne majoneze (65% uljna faza ) sa dodatkom pulpe manga mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Svi uzorci salatne majoneze s dodatkom pulpe manga imaju reološka svojstva karakteristična za pseudoplastične ne-Newtonovske tekućine.
2. Vrsta mliječne komponente utječe na promjenu reoloških svojstava, mjereno pri temperaturi 25°C.
3. Veća prividna viskoznost i koeficijent konzistencije, a manji indeks tečenja postiže se primjenom punomasnog mlijeka u prahu u odnosu na sirutku u prahu i obrano mlijeko u prahu.
4. Žumanjak kokošjeg jajeta utječe na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.
5. Primjenom pasteriziranog žumanjka kod izrade ove majoneze dolazi do porasta prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije, a smanjenja indeksa tečenja u odnosu na dodatak svježeg žumanjka.
6. Korištenjem cijelog jajeta u prahu značajno se povećava prividna viskoznost i konzistencija majoneze jer su u ovom slučaju termički rezgrađene tvari koje imaju funkciju emulgatora (proteini i fosfolipidi ).
7. Vrsta ugljikohidrata utječe na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.
8. Veća prividna viskoznost salatne majoneze s dodatkom pulpe manga kao i veća konzistencija postiže se primjenom maltodekstrina u odnosu na saharozu i glukozu.
9. Saharozom se postiže veća vrijednost reoloških parametara u odnosu na primjenu glukoze.

## **7.LITERATURA**

1. Belak Ž. , Gaćina N., Radić T.: *Tehnologija hrane*, Visoka škola za turistički menadžment, Šibenik, 2005.
2. Borko I.: *Utjecaj procesnih parametara i dodataka na reološka svojstva emulzije ulje/voda*, Diplomski rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2007.
3. Hrvatska agencija za hranu: *Pravilnik o temeljnim zahtjevima za jestiva ulja i masti, margarine i njima sličnim proizvodima, majoneze , umake, preljeve, salate i ostale proizvode na bazi jestivih ulja*, NN39/99, 1999.
4. Hrvatska agencija za hranu: *Pravilnik o jestivim uljima i mastima*, NN41/12, 2012.
5. Hrvatska agencija za hranu: *Pravilnik o soli*, NN 89/11, 2011.
6. Lelas V.: *Prehrambeno-tehnološko inženjerstvo 1*, Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb, 2006.
7. Lovrić T.: *Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva*, Hinus, Zagreb, 2003.
8. Mandić M.: *Znanost o prehrani*, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2007.
9. Pozderović A.: *Procesi u prehrambenoj industriji*, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2011.
10. Wendin K., Hall G.: *Influences of fat, thickener and emulsifier contents on salad dressing: static and dynamic sensory and rheological analyses*. Lebensm.-Wiss. U-Technol., 2001.
11. <http://www.muvazi.com/all-natural-skin-care.html> [03.08.2015]
12. <http://www.zehentmayer.ch/CHF/tier/wissen/glossar/glossar/shop/22/> [03.08.2015.]
13. [http://www.hamm-chemie.de/WP/WP2-Haut-Koerperpflege/wp2-texte/wirkung\\_emulgator.htm](http://www.hamm-chemie.de/WP/WP2-Haut-Koerperpflege/wp2-texte/wirkung_emulgator.htm) [04.08.2015.]
14. <http://www.dguv.de/ifa/Praxishilfen/K%C3%BChlschmierstoffe/Lexikon/Emulgatoren/index.jsp> [04.08.2015.]
15. <http://www.geodf.com/index.cfm/fuseaction/Pages.Page/id/551> [06.08.2015.]