Utjecaj homogenizacije na reološka svojstva majoneze

Devčić, Antonia

Undergraduate thesis / Završni rad

2014

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:109:192360

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Antonia Devčić

Utjecaj homogenizacije na reološka svojstva majoneze

završni rad

Osijek, 2014.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

UTJECAJ HOMOGENIZACIJE NA REOLOŠKA SVOJSTVA MAJONEZE

Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla II

Predmetni nastavnik: izv. prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Student: Antonia Devčić (MB: 3329/10)

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

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena: **Potpis mentora:**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

Preddiplomski studij prehrambena tehnologija

Antonia Devčić

UTJECAJ HOMOGENIZACIJE NA REOLOŠKA SVOJSTVA MAJONEZE

ZAVRŠNI RAD

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

Osijek, listopad 2014.

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Faculty of food technology in Osijek

Undergraduate study of Food technology

Antonia Devčić

IMPACT OF HOMOGENIZATION ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF MAYONNAISE

FINAL TEST

Mentor: Tihomir Moslavac, PhD, associate

Osijek, October, 2014.

Utjecaj homogenizacije na reološka svojstva majoneze

Sažetak

Za proizvode poput majoneze od velike važnosti su reološka svojstva. Kako bi se postigla odgovarajuća konzistencija, stabilnost, tekstura i okus majoneze bitan je pravilan odabir sirovine, ali i način vođenja samog procesa proizvodnje.

Tijekom izrade rada cilj je bio ispitati utjecaj brzine rotacije rotora homogenizatora i vremena trajanja pripreme na reološka svojstva majoneze. Mjerenja su provedena pri temperaturi 25°C, a proces homogenizacije proveden je na 10 000, 12 000, 15 000 °/min kroz 1, 3 i 5 minuta. Kao mjerni uređaj korišten je rotacijski viskozimetar, a dobivena reološka svojstva izražena su parametrima koeficijent konzistencije, indeks tečenja i prividna viskoznost. Rezultati ispitivanja pokazuju da brzina rotora i vrijeme homogenizacije utječu na promjenu reoloških svojstava majoneze.

Ključne riječi: majoneza, reološka svojstva, viskoznost, brzina i vrijeme homogenizacije

Impact of homogenization on the rheological properties of mayonnaise

Summary

Rheological properties of mayonnaise are very important. For adequite stability, texture and flavour it is very important select adequite raw material and a way of working process. Aim of this paper was examine impact of the process parametars like homogenization and rotation speed and time of the homogenizator and time needed for preparation. Measurement are achieved on temperature of 25°C, the homogenization process during the the preparation is performed at 10 000, 12 000, 15 000° /min and in 1, 3 and 5 minute time. Rheological properties measurements are performed on a rotational viscometar, research results showen rotation speed of homogenizator and mayonnaise preparation process time. Test results show that the rotor speed and time of homogenization affect the change in the rheological properties of mayonnaise.

Key words: mayonnaise, rheological properties, viscosity, homogenization speed and time, rheological properties

SADRŽAJ:

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 3

1.1. EMULZIJE 4

1.1.1. Emulzija ulje- voda 4

1.2. REOLOŠKA SVOJSTVA 8

1.2.1. Deformacije 9

1.2.2. Reološka svojstva tekućih namirnica 11

1.2.3. Utjecaj temperature na viskoznost 11

1.2.4. Instrumenti za mjerenje reoloških svojstava 11

3. EKSPERIMENTALNI DIO 12

1.3. ZADATAK 13

1.4. MATERIJALI I METODE 13

1.4.1. Materijali 13

1.4.2. Metode 14

4. REZULTATI 16

5. RASPRAVA 21

6. ZAKLJUČCI 23

7. LITERATURA 25

1. UVOD

Majoneza je prehrambeni proizvod, a tijekom njezine proizvodnje važno je dobiti proizvod dobre homogenosti, konzistencije, stabilnosti, teksture i okusa, dakako da bi se navedeni zahtjevi postigli potrebno je poznavati reološka svojstva hrane (Štern et al.,2001). Obzirom da je majoneza emulzija tipa ulje-voda, struktura iste ovisit će o različitim čimbenicima: omjeru uljne-vodene faze, stabilizatorima, sredstvima za emulgiranje (Wendin et al., 1999). U samoj emulziji kapljice ulja su dispergirane u kontinuiranoj fazi octa pomoću prirodnog emulgatora iz žumanjka jajeta (Castellani et al., 2006).

Prilikom izrade rada istražen je utjecaj procesnih parametara homogenizacije na reološka svojstva majoneze.

2. TEORIJSKI DIO

1.1. EMULZIJE

Emulzijske nestabilne smjese kod kojih se prilikom miješanja ponovno razdvoje faze, smjese dviju tekućina koje se ne miješaju. Veliku kontaktnu površinu imaju fino dispergirane tekućine, nastoje prijeći u stanje manje površine spajanjem kapljice dispergirane faze.

Stabilnost emulzije ovisi o udjelu pojedinih faza, razlici u gustoći pojedinih faza te površinskim silama. Dodavanjem emulgatora povećava se stabilnost emulzije.

Postoje različiti tipovi emulzija:

1. Emulzija tipa ulje/voda
2. Emulzija tipa voda/ulje
3. Višestruke emulzije (tip voda/ulje/voda, tip ulje/voda/ulje)

Kako je emulzija grubo dispergirani sustav, sadrži čestice veće od 0,1 μm, a polidispergirani sustavi, stabilne tehničke emulzije imaju veličinu čestica od 0,5 do 10 μm i 1-3% emulgatora (Đaković, 1985).

1.1.1. Emulzija ulje - voda

Kako bi navedeni tip emulzije bio stabilan na isti utječu brojni čimbenici:

1. Stupanj razdjeljenja unutarnje faze

Procesom emulgiranja, dobivaju se kapljice dispergirane faze kapljice ulja ujednačene veličine i manjeg promjera.

2. Odnos volumena faze

Odnos volumena dispegirane faze i dispergiranog sredstva 74:26. Kapljice disperzne faze u idealnim emulzijama nisu deformirane. Navedeno dovodi do toga da u zbijenom stanju zauzimaju 74% ukupnog volumena emulzije, a deformirane kapljice u istome stanju zauzimaju do 99% ukupnog volumena pa se iz tog razloga upotrebljavaju emulgatori.

3. Temperatura

Ukoliko se povisi temperatura dolazi do razdvajanja faza, ali primjenom specijalnih postupaka izrade emulzije u kombinaciji s raznim stabilizatorima, moguće je proizvesti stabilnu emulziju (Gugušev-Đaković, 1989).

4. Specifična masa faze

Što je sličnija specifična masa faza emulzija je stabilnija, povećanjem mase stabilnost se smanjuje.

Majoneza

Emulzija tipa ulje-voda, dobivena miješanjem jestivog biljnog ulja, žumanjka jajeta, octene kiseline, senfa, vode, soli, šećera, dopuštenih aditiva, začina ili ekstrakta začina. Prilikom same proizvodnje teži se dobiti što čvršća konzistencija, ali također da bude stabilna i homogena, bitno je postizanje dobre emulzije. To je ona emulzija u kojoj je promjer kapljica ulja veći od 2 mikrona.

Prema Pravilniku (NN 39/99), majoneza je podijeljena u sljedeće kategorije obzirom na udio jestivog ulja.

- Majoneza
- Lagana majoneza
- Salatna majoneza

Salatna majoneza

Proizvod dobiven od jestivog biljnog ulja, žumanjka, octene kiseline, mliječnih proizvoda, začina i ekstrakta začina, dopuštenih aditiva, vitamina, minerala i drugih dodataka radi povećanja biološke vrijednosti, ovisno o tehnološkom postupku.

Prilikom stavljanja salatne majoneze na tržište, ista mora udovoljavati sljedećim zahtjevima:

- da je udio jestivog biljnog ulja najmanje 50%
- da je svojstvene boje, okusa, mirisa, bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa
- da je udio žumanjka najmanje3,5 %

Majoneza

Prilikom stavljanja majoneze na tržište, ista mora udovoljavati sljedećim zahtjevima:

- da je udio jestivog biljnog ulja najmanje 75%
- da je udio žumanjka najmanje 6%
- da je svojstvene boje, okusa, mirisa, bez stranog i/ili užeglog okusa i mirisa

Lagana majoneza

Proizvod dobiven od jestivog biljnog ulja, octene i/ili neke druge organske kiseline, sa ili bez žumanjka, mliječnih proizvoda i drugih prehrambenih proizvoda, začina ili ekstrakta začina, dopuštenih aditiva, vitamina, minerala i drugih dodataka radi povećanja biološke vrijednosti.

Prilikom stavljanja u promet lagana majoneza mora ispunjavati temeljne zahtjeve:

- Udio jestivog ulja najviše 50%
- Svojstvena boja, okus, miris, bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa (NN 39/99)

Emulgatori

Najčešće upotrebljavani su prirodni emulgatori, npr. lecitin. To su tvari koje smanjuju površinsku napetost između dviju faza. Imaju dvojnu prirodu, jedan kraj molekule odbija ulje, a veže vodu dok drugi kraj djeluje obrnuto.

Jestiva biljna ulja

Kvaliteta jestivog biljnog ulja koje se primjenjuje u proizvodnji emulzije ulje-voda vrlo je važna. Ulje koje se koristi izloženo je kisiku, vodi i svijetlosti podložno je opasnosti od pojave užeglosti. Prilikom proizvodnje emulzije ulje mora ispuniti sljedeće zahtjeve npr. ulje se ne smije zamutiti, ne smije se izdvojiti talog, može doći do izdvajanja frakcija teže razgradivih triglicerida.

Jaja

Prirodna emulzija ulje-voda je žumanjak jajeta, prosječno jaje je težine oko 50 g. Jaje je jedan od osnovnih sastojaka za proizvodnju majoneze. Sadrži oko 32% masti, a od toga je 10% lecitina (Mandić, 2007.).

Ocat

Osim što ima aseptična svojstva, octena kiselina je jedna od najprimjenjivijih u proizvodnji prehrambenih proizvoda. Kiselina sprečava kvarenje majoneze, a u samoj proizvodnji koristi se destilat octene kiseline da bi se spriječila prisutnost teških metala.

Začini

Senf, paprika, biber neki su od začina koji se dodaju majonezi. Začini poboljšavaju okus, ali neki začini poput soli utječu na stabilnost majoneze. Zbog svojih baktericidnih i antioksidacijskih svojstava koriste se radi produljenja trajnosti proizvoda.

Tehnološki postupak proizvodnje majoneze

Ovisno o vrsti uređaja koji koristimo za tehnološki postupak proizvodnje majoneze razlikujemo:

- Vakuum postupak
- Dobivanje emulzije upotrebom homogenizatora ili koloidnih mlinova
- Dobivanje emulzije pomoću miksera

Vakuum postupak

Ovim postupkom dobiva se najkvalitetniji proizvod. Prednost postupka je što se isključuje prisutnost zraka, a to je vrlo bitno za sprečavanje rasta i razvoja mikroorganizama, ali i oksidacije ulja. Nedostatak postupka je visoka cijena pa se zbog toga primjenjuju najčešće homogenizatori ili koloidni mlin.

Dobivanje emulzije upotrebom homogenizatora ili koloidnih mlinova

Uporabom homogenizatora dolazi do smanjenja promjera kapljica ulja u izrazito sitne kapljice, postupak je kontinuiran. U predmikseru je potrebno izmiješati žumanjke, dio octa, začine, a na samom kraju se dodaje ulje. Naposlijetku nastaje stabilna emulzija ulje-voda, zatim se dodaje ostatak octa i emulzija se propušta kroz homogenizator ili koloidni mlin.

Dobivanje majoneze pomoću miksera

Rijetko korišteni postupak, uređaj čini vertikalna miješalica, elektromotor i reostat koji regulira broj okretaja. Najprije se miješaju žumanjci jajeta sve dok se ne razbiju i homogeniziraju. Dodaje se manja količina octa i ulja, brzina miksera se smanjuje te se dodaje preostala količina octa. Postupak se provodi na preporučenoj temperaturi od 20°C.

1.2. REOLOŠKA SVOJSTVA

Reologija je znanost koja se bavi proučavanjem deformacija, tečenja krutih i tekućih materijala prilikom djelovanja sile, nastale promjene oblika određuju reološke karakteristike analiziranog materijala (Lelas, 2006.). Reološka svojstva krutih materijala su elastičnost i plastičnost, a tekućih viskoznost. Ako su čestice dovoljno udaljene jedna od druge u nekom će sustavu pokazati međusobno djelovanje uslijed djelovanja određenih sila.

Sile se mogu pojaviti po cijeloj površini (masi) molekula, a to su adhezija, kohezija i dr., dok su veze u realnim sustavima prisutne na određenim mjestima –OH, -COOH, trebaju određeno vrijeme za ponovno uspostavljanje.

Deformacije mogu biti elastične, plastične, ali mogu biti istovremeno i elastične i plastične. Po prestanku smicanja kod elastičnih deformacija molekule se vraćaju u prvobitan oblik, dok je kod plastičnih deformacija prisutna trajna deformacija te nema vraćanja u prvobitno stanje.

1.2.1. Deformacije

Elastičnost

Za elastičnost vrijedi Hookeov zakonom, naprezanje je direktno proporcionalno nastaloj deformaciji tada se može reći da postoji idealna elastičnost. Svojstvo materijala da se uslijed deformacije uzrokovane utjecajem vanjske sile vrati u svoj prvobitni oblik po prestanku djelovanja sile nazivamo elastičnost. Najveću elastičnost uočavamo kod kruha i peciva.

$$\sigma = E\,\varepsilon$$

σ – naprezanje

E – modul elastičnost ili Youngov modul

ε – nastala deformacija

Plastičnost

Sir, margarin i maslac su samo neke od namirnica kod kojih je uočljivo svojstvo plastičnosti. Materijal podliježe trajnoj deformaciji kada se na njega primjeni dovoljan prag naprezanja.

Viskoznost

Viskoznost ili unutarnje trenje je svojstvo tekućine da pruža otpor promjenama oblika. Unutarnje trenje nastaje uslijed relativnog gibanja susjednih slojeva tekućine ili plina. Idealno viskozno svojstvo može se opisati Newtonov-im zakonom. Sila unutarnjeg trenja „F“ (sila između susjednih slojeva tekućina), kreće se različitim brzinama koja je upravo proporcionalna relativnoj brzini gibanja „u“ te veličini površine dodira „A“ tih slojeva, a obrnuto je proporcionalna razmaku „y“ između slojeva.

$$F = \mu A * u/y$$

F – sila unutarnjeg trenja (N)

A – površina dodira između slojeva (m^2)

u – relativna brzina slojeva

y – rastojanje između slojeva

μ - koeficijent proporcionalnosti, dinamički viskozitet ili koeficijent viskoziteta, ovisi o prirodi tekućine, tlaku i temperaturi (Pas) ili (Ns/m^2)

Ako rastojanje „y“ i brzina „u“ nisu veliki, gradijent brzine kroz tekućinu između slojeva će biti pravac. Izraz se može pisati u obliku:

$$\tau = \mu (- du/dy)$$

τ = napon smicanja ili tangencijalno neprezanja (N/m^2)

D= - du/dy – brzina smicanja ili prirast brzine (s/1)

Tekućine za koje vrijedi navedeni zakon poznate su kao Newton-ovske tekućine, grafički prikaz je pravac koji prolazi kroz koordinatni početak, a nagib pravca je viskozitet tekućine (Pozderović, 2011.). Voda, biljna ulja, voćni sokovi, mlijeko su primjeri Newtonovskih tekućina.

1.2.2. Reološka svojstva tekućih namirnica

Osim Newtonovskih tekućina kod kojih je viskozitet pri određenoj temperaturi i tlaku konstantna veličina, postoje i ne-Newtonovske tekućine kod kojih viskozitet nije stalna veličina već se mijenja s promjenom brzine smicanja. Kod ne-Newtonovskih tekućina govori se o prividnom viskozitetu, izrazita razlika u tečenju dviju navedenih skupina tekućina opaža se samo pri malim brzinama smicanja kod koje je tečenje još uvijek laminarno. Reološki parametri koji se koriste za opisivanje svojstava ne-Newtonovskih tekućina su indeks tečenja (n) i koeficijent konzistencije (k).

1.2.3. Utjecaj temperature na viskoznost

Poseban naglasak treba staviti na temperaturu te na temperaturni interval u kojem će se provesti mjerenje. Sam porast temperature tekućine ili plina dovesti će do smanjenja viskoznosti. Kod ne-Newtonovskih tekućina promjena viskoznosti je izraženija nego kod Newtonovskih kod kojih se viskoznost mijenja za 2% porasta temperature za 1 °C.

1.2.4. Instrumenti za mjerenje reoloških svojstava

Izvedbe uređaja za mjerenje reoloških svojstava mogu biti različite: reometri ili viskozimetri. Uređaji za mjerenje su vrlo precizni i omogućuju kvalitetno mjerenje, najčešće se koriste kapilarni i rotacijski viskozimetri.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

1.3. ZADATAK

Cilj je odrediti utjecaj procesnih parametara homogenizacije na reološka svojstva majoneze, a za to je potrebno sljedeće:

- Odrediti utjecaj brzine rotora homogenizatora (10 000, 12 000, 15 000 °/min)
- Odrediti utjecaj vremena trajanja homogenizacije (1, 3, 5 min) na reološka svojstva majoneze

Kao mjerni uređaj korišten je „Rheomat 15T“ s koncentričnim cilindrima. Mjerenje je provedeno pri temperaturi 25°C. Prilikom obrade dobivenih podataka izračunate su vrijednosti za reološke parametere indeks tečenja, koeficijent konzistencije i prividnu viskoznost majoneze.

1.4. MATERIJALI I METODE

1.4.1. Materijali

Za pripremu uzorka majoneze upotrijebljeno je:

1. Uljna faza 75% (suncokretovo rafinirano ulje 65%, hladno prešano bučino ulje 10%)
2. Žumanjak kokošjeg jajeta (svježi)
3. Ocat (alkoholni, 4%)
4. Senf
5. Morska sol
6. Mliječna komponenta (punomasno mlijeko u prahu)
7. Vinska kiselina (regulator kiselosti)
8. Ugljikohidrat (saharoza)
9. Destilirana voda

1.4.2. Metode

Uzorci su pripremljeni sa 75% uljne faze. Svi sastojci su prvo pripremljeni i odvagani. Suncokretovo ulje je odvagano u čašu od 250 ml, a dodani su mu ostali sastojci; žumanjak, ocat, sol i voda. Navedni sastojci se homogeniziraju na brzini rotora od 10 000, 12 000,

15 000 °/min u vremenu od 1, 3 i 5 minuta. Tijekom prve minute homogenizacije dodano je bučino ulje, a nakon dodatka ulja homogenizacija se provodi do kraja. Mjerenje je provedeno na rotacijskom viskozimetru „Rheometar 15T“ s koncentričnim cilindrima na temperaturi 25°C.

Tablica 1. Receptura za izradu majoneze

Sastojak	**%**
Uljna faza	75
Žumanjak	6
Ocat	4
Senf	2
Saharoza	4
Vinska kiselina	0,1
Destilirana voda	6,9
Punomasno mlijeko u prahu	2
Morska sol	1

Majoneza je proizvedena laboratorijskim homogenizatorom tvrtke Wiggenhauser, model D-550 (Germany-Malasya) upotrebom rotor-stator sustava. Za vaganje uzoraka je korišten model vage Kerum 572, a za mjerenje reoloških svojstava korišten je rotacijski viskozimetar s koncentričnim cilindrima i konusnim mjernim tijelima „Rheometar 15T“. Mjerenje je provedeno sa svjže pripremljenim uzorcima majoneze sa već prije spomenutim parametrima. Prilikom izračuna podataka reoloških svojstava majoneze primijenjen je Ostwald-Reinerov zakon (Lovrić, 2003).

4. REZULTATI

Tablica 2. Utjecaj brzine rotacije rotora tijekom 3 min. homogenizacije sa sustavom rotor/stator tip 1 na reološke parametre majoneze, mjereno pri temperaturi 25 oC

Uzorak	μ pri 30,38 s^{-1} (Pa.s)	k ($Pa.s^n$)	n	R^2
	25 °C			
10 000 °/min	8,46	115,96	0,233	0,99745
12 000 °/min	7,61	89,53	0,278	0,99813
15 000 °/min	------	------	-------	-------

μ - prividna viskoznost pri brzini smicanja 30,38 s^{-1} (Pa.s)

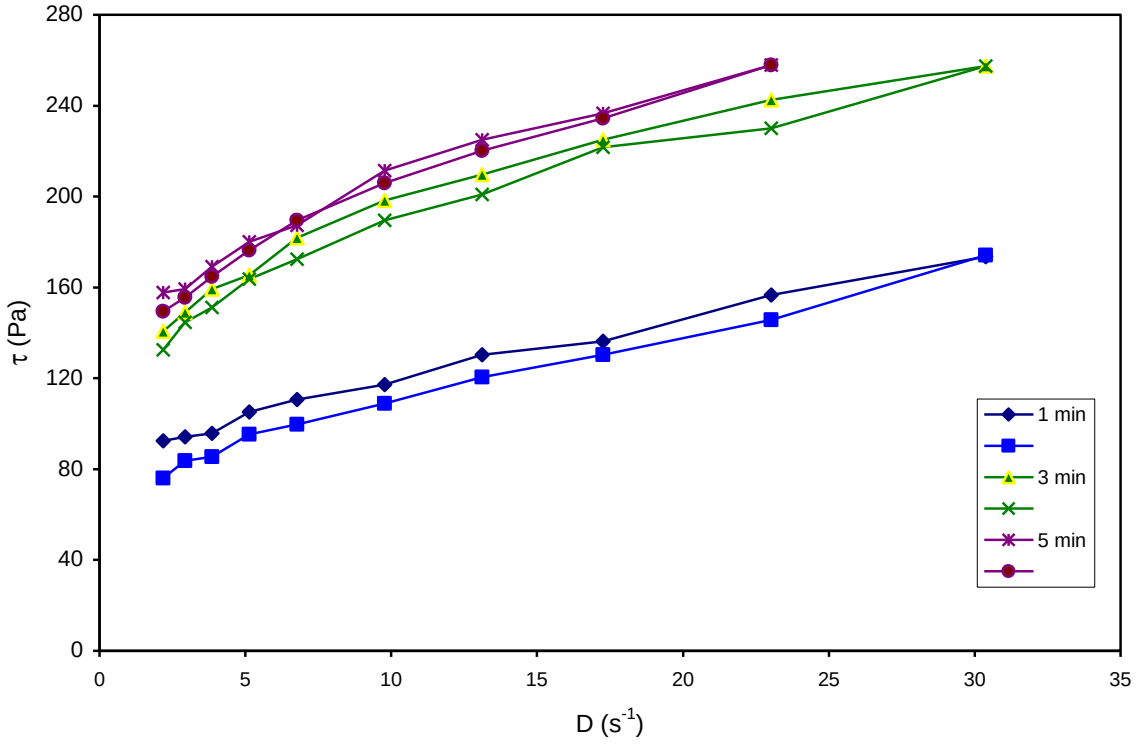
k – koeficijent konzistencije ($Pa.s^n$)

n – indeks tečenja (-)

R^2 – koeficijent determinacije

Tablica 3. Utjecaj vremena trajanja homogenizacije sa sustavom rotor/stator tip 1, kod brzine rotora 10 000 ^{o}/min., na reološke parametre majoneze, mjereno pri temperaturi 25 ^{o}C

Uzorak	μ pri 23,03 s^{-1} (Pa.s)	k ($Pa.s^{n}$)	n	R^2
	25 ^{o}C			
1 min	6,81	68,52	0,264	0,98626
3 min	10,46	115,96	0,233	0,99745
5 min	10,98	127,63	0,218	0,98513



Slika 1. Utjecaj vremena trajanja homogenizacije kod brzine rotora 10 000 ^{o}/min. na reološka svojstva majoneze, mjereno pri 25 ^{o}C

Tablica 4. Utjecaj tipa sustava rotor/stator, kod brzine rotora 10 000 ^{o}/min i vremena homogenizacije 3 min, na reološke parametre majoneze, mjereno pri temperaturi 25 ^{o}C

Uzorak	μ pri 59,22 s^{-1} (Pa.s)	k ($Pa.s^{n}$)	n	R^2
	25 ^{o}C			
Tip 1	3,73	65,27	0,299	0,98974
Tip 2	4,35	90,53	0,256	0,98872

5. RASPRAVA

Rezultati ispitivanja utjecaja procesnih parametara homogenizacije na reološka svojstva majoneze (punomasna, 75% ulja) prikazani su u Tablicama 2-4 i na Slici 1.

U Tablici 2, prikazan je utjecaj brzine rotora (10000, 12000, 15000 o/min) tijekom 3 minute homogenizacije sa sustavom rotor/stator tip 1 na reološke parametre majoneze, mjereni pri 25 ^{o}C. Standardni uzorak majoneze izrađen je kod brzine rotora 10000 ^{o}/min pri čemu su izračunati dobiveni reološki parametric: prividna viskoznost 8,46 (Pa.s) pri brzini smicanja 30,38 (s/1), koeficijent konzistencije „k“ je 115,96 (Pa.s^{n}) i indeks tečenja „n“ je 0,233. Porastom brzine rotora na 12000 ^{o}/min došlo je do smanjenja prividne viskoznosti 7,61 (Pa.s) i koeficijenta konzistencije 89,53 (Pa.s^{n}), a porasta indeksa tečenja 0,278. Razlog zašto je došlo do smanjenja prividne viskoznosti i konzistencije pri 12000 o/min može se objasniti da je primjenom veće brzine rotora došlo do razaranja strukture emulzije ulje/voda što rezultira smanjenjem ovih reoloških parametara. Daljnjim porastom brzine rotora na 15000 o/min nije se uspjela formirati stabilna emulzija ulje/voda te nismo uspjeli napraviti majonezu.

U Tablici 3 i na Slici 1, vidljivi su rezultati ispitivanja utjecaja vremena homogenizacije (1, 3, 5 minuta) sa sustavom rotor-stator tip 1, kod brzine rotora 10000 o/min na reološka svojstva i parametre majoneze mjerenih na 25 ^{o}C. Dobiveni rezultati ukazuju da se porastom vremena homogenizacije, pri 10000 o/min, povećava prividna viskoznost proizvedene majoneze, povećava se koeficijent konzistencije „k“, a snižava indeks tečenja „n“. veća viskoznost i konzistencija majoneze ostvarena je homogenizacijom u trajanju od 5 minuta u odnosu na primjenu 1 i 3 minute.

U Tablici 4 prikazan je utjecaj primjene tipa sustava rotor/stator (tip 1 i tip 2), kod brzine rotora 10000 o/min i vremenu homogenizacije 3 minute na reološke parametre majoneze, mjerenih pri 25 ^{o}C. Dobiveni rezultati mjerenja reoloških svojstava proizvedene majoneze ukazuju na to da se korištenjem sustava rotor-stator tip 2 postiže znatno veća konzistencija majoneze (90,53 Pa.s^{n}) u odnosu na primjenu tipa 1 (65,27 Pa.s^{n}). Također je veća prividna viskoznost proizvedene majoneze primjenom sustava tipa 2, a indeks tečenja „n“ je manji.

6. ZAKLJUČCI

Na osnovu rezultata ispitivanja utjecaja procesa homogenizacije na reološka svojstva majoneze mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Brzina rotora homogenizatora utječe na reološka svojstva majoneze.
2. Korištenjem brzine rotora 10000 o/min dobila se majoneza sa većom viskoznosti i koeficijentom konzistencije u odnosu na primjenu brzine rotora 12000 ^{o}/min i 15000 ^{o}/min.
3. Vrijeme trajanja homogenizacije kod konstante brzine rotora, utječe na reološka svojstva majoneze.
4. Veća prividna viskoznost i konzistencija majoneze postiže se tijekom 5 minuta homogenizacije u odnosu na 1 i 3 minutu.
5. Tip sustava rotor/stator utječe na reološka svojstva majoneze.
6. Primjenom sustava tipa 2 proizvedena je majoneza sa znatno većom konzistencijom i prividnom viskoznosti, a manjim indeksom tečenja u odnosu na primjenom tipa 1.

7. LITERATURA

Castellani O., Belhome C., David-Briand E., Guerin-Dubiard C., Anton M.: Oil-in-water emulsion properties and intrefacial characteristics on hen egg yolk phosvitin. Food Hydrocolloids 20, 35-43., 2006.

Đaković Lj.: Koloidna kemija, Tehnički fakultet, Novi Sad, 363-387,1985.

Đaković M.: Reološko ponašanje koncentrovanih sistema, BIGZ, Beograd, 282-314, 1971.

Gugušev-Đaković M.: Industrijska proizvodnja gotove hrane, Naučna knjiga, Beograd, 179-188, 1989.

Guilmineau F., Kulozik U.: Influence of a thermal treatment on the functionality of hens egg yolk in mayonnaise. J.Food Eng. 78, 648-654,2007.

Lelas V.: Prehrambeno inžinjerstvo 1, Tehnička knjiga Zagreb, 2006.

Lovrić T.: Procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inžinjerstva, Hinus, Zagreb, 2003.

Mandić M.: Znanost o prehrani, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 2007.

Moslavac B.: Utjecaj dodataka na reološka svojstva i stabilnost voćnih jogurta, diplomski rad, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 20-30, 2006.

Moslavac T.: Promjene reoloških svojstava kaše jabuke pri hlađenju, magistarski rad,Prehrambeno biotehnološki fakultet, Zagreb, 1999.

Pozderović A.: Procesi u prehrambenoj industriji, Prehrambeno-tehnološki fakultet u Osijeku, 2011.

Pravilnik o temeljnim zahtjevima za jestiva ulja i masti, margarine i njima sličnim proizvodima, majoneze, umake, preljevne salate i ostale proizvode na bazi jestivih ulja i masti. Narodne novine 39/99, 1999.

Štern P., Valentinova H., Pokorny J.: Rheological properties and sensory texture of mayonnaise. Europian Juornal of Lipid Science and Technology 103, 23-28, 2001.

Wendin K., Hall G.: Influence of fat, thickener and emulsifier contents on salas dressing: static and dynamic sensory and rheological analyses. Lebensm.-Wiss. U.-Technol. 34. 222-233, 2001.

Wendin K., M. Risberg Ellekjar, Solheim R.: Fat content and Homogenization Effects on Flavour and Texture of Mayonnaise with Added Aroma. Lebensm.-Wiss. U.-Tehnol. 32. 377-383., 1999.