Utjecaj homogenizacije na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga

Petrić, Sofija

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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:109:102886

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-20**

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Sofija Petrić

Utjecaj homogenizacije na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga

završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

UTJECAJ HOMOGENIZACIJE NA REOLOŠKA SVOJSTVA SALATNE MAJONEZE S DODATKOM PULPE MANGA

Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla II

Predmetni nastavnik: prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Student: Sofija Petrić (MB: 3644/12)

Mentor: prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena: **Potpis mentora:**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek

Preddiplomski studij prehrambene tehnologije

Sofija Petrić

UTJECAJ HOMOGENIZACIJE NA REOLOŠKA SVOJSTVA SALATNE MAJONEZE S DODATKOM PULPE MANGA

ZAVRŠNI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Tihomir Moslavac

Osijek, listopad 2016.

University of Josip Juraj Strossmayer in Osijek

Faculty of food technology in Osijek

Undergraduate study of Food technology

Sofija Petrić

INFLUENCE OF HOMOGENIZATION ON RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SALAD MAYONNAISE WITH ADDITION OF MANGO PULP

FINAL TEST

Mentor: Tihomir Moslavac, PhD, associate

Osijek, October,2016.

Utjecaj homogenizacije na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga

Sažetak

U prehrambenoj industriji reološka svojstva su bitan čimbenik u definiranju parametara kakvoće hrane. U postizanju odgovarajuće stabilnosti, konzistencije, teksture i okusa majoneze bitno je pravilno vođenje procesa proizvodnje te pravilan odabir sirovine.

Cilj ovog rada bio je ispitati utjecaj procesnih parametara homogenizacije na reološka svojstva majoneze s dodatkom pulpe manga. Istraživan je utjecaj vremena homogenizacije, utjecaj tipa rotor-stator sustava te utjecaj brzine rotora. Proces homogenizacije majoneze proveden je kod brzine rotora 10 000, 12 000, 15 000 °/min i vremenu 1, 2 i 3 minute, pri sobnoj temperaturi. Mjerenje reoloških svojstava provedeno je na rotacijskom viskozimetru pri temperaturi 25°C. Podaci su korišteni za izračun reoloških parametara: indeksa tečenja, prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije. Rezultati istraživanja pokazuju da vrijeme homogenizacije, brzina rotora te tip sustava rotor stator utječu na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.

Ključne riječi: reološka svojstva, majoneza, procesni parametri, homogenizacija, viskoznost

Influence of homogenization on rheological properties of salad mayonnaise with addition of mango pulp

Summary

In food industry rheological properties are one of the key elements for defining the parametars of food quality. For adequite stability, texture and flavour it is very important to select a way of working process and adequite raw material.

Aim of this labor was to examine rheological properties homogenization of mayonnaise with addition of mango pulp. Time influence of homogenizator as much as influence of type and speed rotor-stator system was determinated.

Process of homogenization of the mayonnaise was conducted in 10 000, 12 000, 15 000 rpm for 1, 2 and 3 minute time at room temperature Reological tests were carried out in a controlled rotational viscometer on temperature 25°C. The results were used to determine parameters: flow behavior index, apparent viscosity and consistency coefficient.

The results of research showed that time of homogenization, type and speed of rotor-stator do have effect on rheological properties of salad mayonnaise with addition of mango pulp.

keywords: rheological properties, mayonnaise, process parameters, homogenization, viscosity

Sadržaj:

1. UVOD.....2

2. TEORIJSKI DIO 3

2.1. EMULZIJE 4

2.1.1. Emulzija ulje – voda 5

2.2. REOLOŠKA SVOJSTVA 9

2.1.1. Deformacije..... 10

2.1.2. Reološka svojstva tekućih namirnica 11

2.1.3. Utjecaj temperature na viskoznost 12

2.1.4. Instrumenti za mjerenje reoloških svojstava..... 12

3. EKSPERIMENTALNI DIO 13

3.1. ZADATAK 14

4.1. MATERIJALI I METODE 14

4.1.1. Materijali..... 14

4.1.2. Metode..... 15

4.REZULTATI 16

5.RASPRAVA 20

6.ZAKLJUČAK..... 23

7.LITERATURA..... 25

1. UVOD

Majoneza je polukruta emulzija tipa ulje/voda, dobivena od jestivog biljnog ulja, žumanjaka jajeta, octene i/ili druge jestive organske kiseline, šećera, dopuštenih aditiva, sa ili bez začina. Poznavanje reoloških svojstava značajno je pri kreiranju željene konzistencije majoneze (Štern i sur., 2001), u kontroli kvalitete tijekom proizvodnje, tijekom skladištenja i transporta (Juszczak i sur., 2003). Struktura majoneze ovisi o različitim čimbenicima: omjeru uljne-vodene faze, stabilizatorima, sredstvima za emulgiranje (Wendin i sur., 2001). U emulziji kapljice ulja su dispregirane u kontinuiranoj vodenoj fazi octa pomoću prirodnog emulgatora iz žumanjka jajeta koji čini sustav stabilnijim (Castellani i sur., 2006).

Tijekom ovog rada istraživan je utjecaj procesnih parametara homogenizacije na reološka svojstva majoneze. Promatran je utjecaj tipa sustava rotor-stator, vrijeme trajanja homogenizacije, te utjecaj brzine rotacije rotora.

2. TEORIJSKI DIO

2.1. EMULZIJE

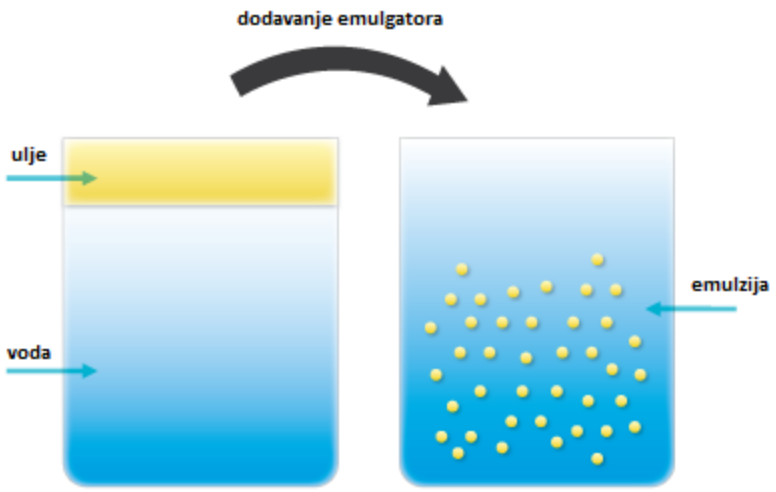
Emulzija je smjesa dviju tekućina koje se međusobno ne miješaju. Dobivena je raspoređivanjem jedne tekućine u obliku kapljica u drugoj, vrlo je nestabilna jer se brzo nakon miješanja ponovo razdvaja na svoje sastojke.

Stabilnost emulzije ovisi o udjelu pojedinih faza, razlici u gustoći pojedinih faza te površinskim silama. Da bi se povećala stabilnost potreban je emulgator.

Tipovi emulzija:

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

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



Slika 1. Nastajanje emulzije

2.1.1. Emulzija ulje – voda

Primjeri emulzije ulje – voda su: mlijeko, majoneza, razni umaci i preljevi, vrhnje. U takvoj emulziji kapljice ulja su dispergirane u vodi. Voda je kontinuirana faza ili disperzno sredstvo, a ulje je diskontinuirana faza ili disperzna faza (Belak, 2005.).

Da bi navedeni tip emulzije bio stabilan utječu sljedeći čimbenici:

1. Stupanj razdjeljenja unutarnje faze

Određenim postupkom emulgiranja dobivaju se kapljice dispergirane faze ujednačene veličine i manjeg promjera.

2. Viskoznost vanjske faze

Ako je viskoznost vanjske faze (kontinuirane) što sličnija viskoznosti proizvedene emulzije tada će emulzija biti stabilnija.

3. Odnos volumena faze

Poželjan odnos volumena disperzne faze i disperznog sredstva ne prelazi 74:26. U idealnim emulzijama nisu deformirane sve kapljice disperzne faze i mogu zauzeti 74% ukupnog volumena emulzije, ako se kapljice sabiju zauzimaju do 99% ukupnog volumena te se iz tog razloga upotrebljavaju emulgatori.

4. Temperatura

Promjena tj. povečanje temperature dovodi do razdvajanja faza. U takvim situacijama, da bi se proizvela stabilna emulzija, primjenjuje se specijalan postupak izrade emulzije u kombinaciji s raznim stabilizatorima (Gugušev-Đaković, 1989.).

5. Specifična masa faza

Što je specifična masa dviju faza sličnija to je emulzija stabilnija.

Majoneza

Majoneza je emulzija tipa ulje – voda, dobivena od jestivog biljnog ulja, žumanjka jajeta, octene ili druge jestive organske kiseline, senfa, šećera, soli, dopuštenih aditiva, začina i ekstrakta začina. Sadrži kapljice ulja koje su dispergirane u vodenoj fazi pomoću proteina i fosfolipida lecitina iz žumanjka. Protein i fosfolipid lecitin imaju funkciju prirodnog emulgatora smanjujući površinsku napetost između faza, te tako omogućuju održavanje emulzije (Gugušev-Đaković,1989.).

Konačni proizvod trebao bi imati što čvršću konzistenciju te određenu homogenost i stabilnost.

Svrstava se u grupu lako pokvarljivih proizvoda. Vrijeme čuvanja pri nižim temperaturama je od 3 do 6 mjeseci.

Vrijednost pH majoneze kreće se od 3,8 do 4,6 te se uvrštava u kiselu hranu.

Prema udjelu jestivog biljnog ulja majoneza se dijeli na:

- majonezu
- salatnu majonezu
- laganu majonezu

Majoneza stavljena na tržište mora udovoljavati propisanim 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

Salatna majoneza je proizvod dobiven od jestivog biljnog ulja, žumanjka, octene i/ili druge jestive organske kiseline, mliječnih proizvoda, senfa, začina i ekstrakata začina, vitamina i minerela, dopuštenih aditiva i drugih dodataka radi povećanja biološke vrijednosti, ovisno o tehnološkom postupku.

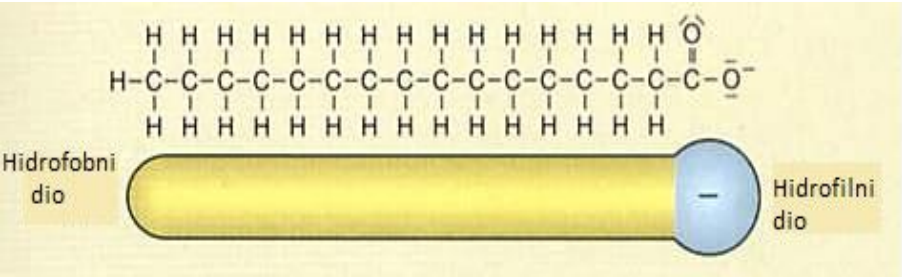
Salatna majoneza stavljena na tržište mora udovoljavati propisanim zahtjevima:

- da je udio jestivog biljnog ulja najmanje 50%
- da je udio žumanjka najmanje 3,5%
- da je svojstvene boje, okusa, mirisa, bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa

Lagana majoneza je proizvod dobiven od jestivog biljnog ulja, octene i/ili neke druge jestive organske kiseline, mliječnih proizvoda i drugih prehrambenih proizvoda, začina i ekstrakata začina, sa ili bez žumanjka, vitamina i minerala i dopuštenih aditiva te drugih dodataka radi povećanja biološke vrijednosti, ovisno o tehnološkom postupku. (NN 39/99)

Emulgatori

Upotrebaljavaju se prirodni emulgatori kao što je npr. lecitin. Sastoji se od polarne i nepolarne grupe, polarna grupa je okrenuta prema vodi dok je nepolarna na površini čestica ulja te se tako formira film između dvije faze emulzije (Gugušev-Đaković, 1989.).



Slika 2. Molekula emulgatora

Jaja

Jaje je jedno od osnovnih sastojaka za proizvodnju majoneze. Žumanjak jajeta je prirodna emulzija ulja u vodi, sa proteinima, lecitinom i drugim fosfolipidima koji služe kao emulgatori (Mandić,2003.).

Jaje sadrži oko 32% masti u žumanjku, u bjelanjku gotovo da je i nema, od toga je 10% lecitina.

Voda u jestivom dijelu jajeta je zastupljena sa oko 75%. Proteini su većim dijelom zastupljeni u bjelanjku kao ovoalbumin, ovoglobulin, ovomucin, a u žamanjku kao ovovitelin i levitin.

Jestiva biljna ulja

Prilikom proizvodnje emulzije ulje u vodi poželjno je posvetiti pozornost kakvoći i neutralnosti ulja koje se upotrebljava, iz razloga što ulje ima kontakt s vodom, zrakom, svjetlosti te svi ti čimbenici djeluju kao katalizatori za pojavu oksidacijskih procesa. Karakteristična svojstva koje mora imati ulje koje se upotrebljava za izradu majoneze su: bistroća, svojstvena boja, blag i ugodan miris i okus, bez stranih mirisa, okusa i okusa užeglosti.

Ocat

Alkoholni ocat dobiva se fermentacijom čistog etilnog alkohola. Zbog aseptičnih svojstava može spriječiti kvarenje gotovog proizvoda.

Začini

Dodaju se u cilju poboljšanja okusa i povećanja stabilnosti majoneze. Mogu se dodavati u obliku ekstrakta ili praha. Najčešći začini koji se dodaju majonezi su senf, paprika, biber, korijander i dr.

Tehnološki postupak prizvodnje majoneze

S obzirom na vrstu uređaja koji koristimo razlikujemo tri osnovna načina tehnološkog postupka proizvodnje majoneze, a to su:

- Dobivanje emulzije ulje7voda uz pomoć miksera
- Vakuum postupak
- Dobivanje emulzije upotrebom homogenizatora ili koloidnog mlina

a) Dobivanje emulzije uz pomoć miksera

Najstariji način koji se danas rijetko primjenjuje. Mikseri su uređaji s vertikalnom mješalicom koju okreće električni motor dok reostat regulira broj okretaja. Postupak je da se žumanjci jaja miješaju do potpune homogenizacije, zatim se dodaju začini i manja količina octa. Počinje se lagano dodavati ulje, brzina miksera se smanji te se doda ostatak octa. Preporučena temperatura kod ovog postupka je 20 ^{o}C.

b) Vakuum postupak

Najbolji postupak jer daje najkvalitetniji proizvod. Tijekom vakuum postupka izrade majoneze se isključuje zrak stoga je smanjenja mogućnost razvoja mikroorganizama i oksidacija ulja tijekom čuvanja. Još jedna prednost ovog postupka je što se dobije ujednačena, homogena emulzija, jer se dobivaju čestice ulja manjeg promjera. Unatoč svim prednostima vakuum postupka zbog visoke cijene najčešće se primjenjuju homogenizatori ili kloidni mlinovi.

c) Dobivanje emulzije upotrebom homogenizatra ili koloidnog mlina

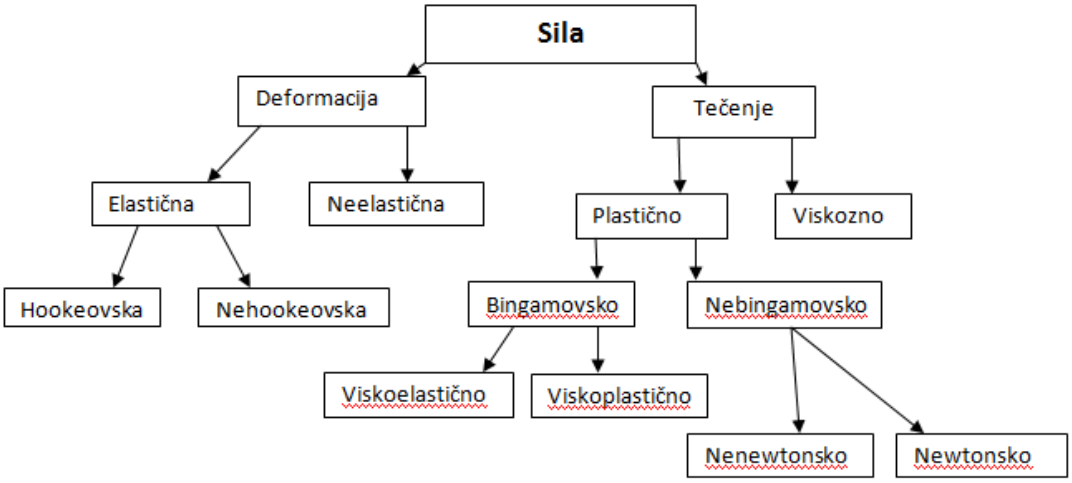
U predmikseru se izmiješa žumanjak jaja, jedan dio octa i začini, te se na kraju doda ulje. Zatim se doda ostatak octa i emulzija se propušta kroz homogenizator ili koloidni mlin. Ovim postupkom se stvara stabilna i fina emulzija jer se smanjuje promjer čestica u ekstremno fine kapljice ulja

2.2. REOLOŠKA SVOJSTVA

Reologija (grč.reos – otpor) 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.). Pod deformacijom se podrazumijeva promjena oblika i dimenzija nekog tijela djelovanjem sile, a tečenje je kontinuirana promjena deformacije s vremenom. Reološka svojstva krutih namirnica su elastičnost i plastičnost, a tekućih viskoznost.

Deformacije mogu biti elastične, plastične, te mogu biti istovremenom elastične i plastične. Kod plastičnih deformacije, po prestanku smicanja, prisutna je trajna deformacija tj. nema vraćanja u prvobitno stanje, dok kod elastičnih deformacija molekule se vraćaju u prvobitan oblik.

Na reološka svojstva namirnice utječu sljedeći čimbenici: kemijski sastav, temperatura, koncentracija, udio suhe tvari, pH, mikrobiološke i kemijske reakcije koje se odvijaju u hrani.



Slika 3. Reološko ponašanje materijala prema djelovanju sile naprezanja (Lovrić, 2003.)

2.1.1. Deformacije

Elastičnost

Elastičnost je svojstvo materijala da se nakon deformacije uzrokovane utjecajem vanjske sile vrati u prvobitni oblik po prestanku djelovanja sile. Dijeli se na idealnu (hookeova) i nehookeovu.

Kada je sila direktno proporcionalna nastaloj deformaciji tada govorimo o idealnoj elastičnosti. Odnos se iskazuje Hookeovim zakonom:

$$\sigma = E \times \varepsilon$$

σ – naprezanje

E – modul elastičnosti ili Youngov modul

ε – nastala deformacija

Plastičnost

Kada se postigne određeni prag naprezanja materijal podliježe trajnoj deformaciji, takav materijal pokazuje plastično ponašanje. Neke od namirnica kod kojih je uočljivo svojstvo plastičnosti su sir, margarin i maslac.

Viskoznost

Viskoznost se definira kao unutarnje trenje koje djeluje unutar slojeva tekućine. Idealno viskozno svojstvo može se opisati Newtonovim zakonom. Sila unutarnjeg trenja „F“ kreće se različitim brzinama koja je upravo proporcionalna relativnoj brzini gibanja „u“ te u veličini površine dodira „A“ tih slojeva, a obrnuto proporcionalna razmaku „y“ između slojeva.

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

μ – koeficijent proporcionalnosti, dinamički viskozitet ili koef.viskoziteta, ovisi o prirodi tekućine, tlaku i temperaturi (Pa.s) ili (Ns/m^2)

Ako rastojanje „y“ i brzina „u“ nisu veliki, gradijent brzine kroz tekućinu između slojeva će biti pravac:

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

τ = napon smicanja, smično naprezanje ili tangencijalno naprezanje (N / m^2) (Pa)

D = - du/dy – brzina smicanja (s/1)

Primjeri Newtonovskih tekućina su voda, biljna ulja, mlijeko , voćni sokovi.

2.1.2. Reološka svojstva tekućih namirnica

Za razliku od Newtonovskih tekućina kod kojih je viskoznost pri određenoj temperaturi i tlaku konstantna veličina, postoje i ne-Newtonovske tekućine kod kojih se viskoznost mijenja s promjenom brzine smicanja, ali i sa vremenom smicanja. Razlika između tekućina može se zapaziti pri laminarnom tečenju, a pri turbulentnom tečenju se i ne-Newtonovske tekućine ponašaju jednako kao Newtonovske.

2.1.3. Utjecaj temperature na viskoznost

Temperatura utječe na reološka svojstva prehrambenih proizvoda te je važno pri mjerenju voditi računa o temperaturnim uvjetima pri kojima se provodi mjerenje. Kod porasta temperature tekućine dolazi do smanjenja viskoznosti. Promjena viskoznosti je

izraženija kod ne-Newtonovskih tekućina nego kod Newtonovskih kod kojih se viskoznost mijenja za 2% za svaki 1 ^{o}C.

2.1.4. Instrumenti za mjerenje reoloških svojstava

Reološka svojstva hrane najčešće se određuju uređajima:

1. Kapilarnim viskozimetrom (reometrima)
2. Rotacijskim viskozimetrom (reometrima)

Uređaji su vrlo precizni te omogućuju kvalitetno mjerenje reoloških svojstava hrane pri različitim temperatura.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

U svrhu određivanja utjecaja vremena i brzine rotora homogenizacije te tipa rotor-stator sustavana reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga provedeno je:

- Određivanje utjecaja različitog vremena homogenizacije (1, 2, 3 min.) kod brzine rotora 10 000 °/min na reološka svojstva majoneze
- Određivanje utjecaja različitih brzina rotora homogenizatora (10 000, 12 000, 15 000 °/min) na reološka svojstva majoneze
- Određivanje utjecaja tipa rotor-stator sustava (Tip 1, Tip 2) na reološka svojstva majoneze.

Navedena mjerenja reoloških svojstava majoneze provedena su pri sobnoj temperaturi. Obradom dobivenih podataka rezultata matematički su izračunate vrijednosti za reološke parametre: indeks tečenja, koeficijent konzistencije i prividna viskoznost majoneze.

4.1. MATERIJALI I METODE

4.1.1. Materijali

Za pripremu majoneze s dodatkom pulpe manga upotrijebljeno je:

1. Rafinirano suncokretovo ulje 65% Villa di Olio (130g)
2. Ugljikohidrati – maltodekstrin 4% (8g)
3. Alkoholni ocat 4% (8g) Kisko badel
4. Svježi žumanjak kokošjeg jajeta 6% (12g)
5. Morska sol 1% (2g) paška
6. Voda 10,9% (21,8g)
7. Senf 1% (2g) Estragon Podravka
8. Mliječna komponenta sirutka u prahu 3% (6g)
9. Pulpa manga 5% (10g)
10. Vinska kiselina 0,1% (0,2g)

4.1.2. Metode

Sastojci majoneze prvo se pripreme i važu. Najveći postotak čini ulje (65%) koje se podijeli u dvije čaše, u prvu čašu s uljem dodaje se: žumanjak, senf, ocat, pulpa manga i voda s otopljenim praškastim komponentama, dok se preostali dio ulja postepeno dodaje tijekom

homogenizacije. Sastojci pojedinih uzoraka se homogeniziraju pri brzini rotora 10 000, 12 000, 15 000 °/min u vremenu od 1, 2, i 3 minute. Mjerni instrument za određivanje reoloških svojstava majoneze korišten je rotacijski viskozimetar (Rheomat 15T) s koncentričnim cilindrima, laboratorijski homogenizator Wiggenhauser, model D-500 (Germany-Malasya) korišten je za proizvodnju majoneze s dodatkom pulpe manga.

Obradom dobivenih podataka matematički su izračunate vrijednosti za reološke parametre: indeks tečenja, koeficijent konzistencije i prividna viskoznost majoneze s dodatkom pulpe manga.

Priprema uzoraka provedena je na sobnoj temperaturi.

Slika 4. Na slici lijevo prikazan je laboratorijski homogenizator Wiggenhauser, na slici desno je model D-500 i rotacijski viskozimetar Rheomat 15T

4. REZULTATI

Tablica 1. Utjecaj brzine rotacije rotora tijekom 3 min homogenizacije (sustav rotor-stator Tip 2) na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, mjereno pri temperaturi 25 ^{o}C.

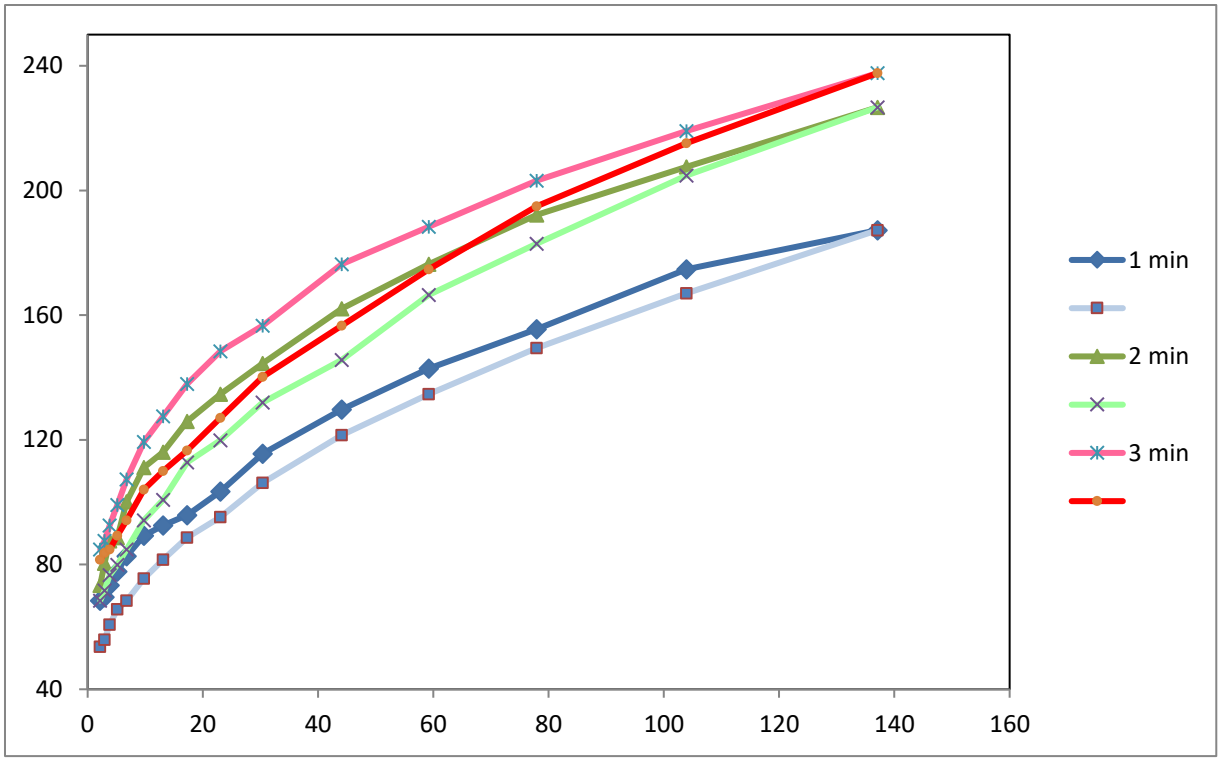
Uzorak	**μ pri 77,92 s^{-1} (Pa.s)**	**k ($Pa.s^n$)**	**n**	**R^2**
	25 ^{o}C			
10 000 ^{o}/min	2,6013	66,55	0,2557	0,99797
12 000 ^{o}/min	2,6752	76,78	0,2293	0,99537
15 000 ^{o}/min	3,4826	87,29	0,2604	0,98526

μ - prividna viskoznost pri brzini smicanja 77,92 s^{-1} (Pa.s)

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

n – indeks tečenja (-)

R^2 – koeficijent determinacije



Slika 5. Utjecaj vremena homogenizacije (sustav rotor-stator Tip 2) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, mjereno pri 25 °C

Tablica 2. Utjecaj vremena trajanja homogenizacije (sustav rotor-stator Tip 2), kod brzine rotora 10 000 °/min, na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, mjereno pri temperaturi 25 °C.

Uzorak	**μ pri 137,1 s^{-1} (Pa.s)**	**k ($Pa.s^n$)**	**n**	**R^2**
	25 °C			
1 min	1,2756	51,64	0,2479	0,97541
2 min	1,6148	59,39	0,2674	0,99719
3 min	1,7082	66,55	0,2557	0,99797

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

Uzorak (sustav rotor/stator)	**μ pri 137,1 s^{-1} (Pa.s)**	**k ($Pa.s^{n}$)**	**n**	**R^2**
	25 ^{o}C			
Tip 1	1,0196	36,07	0,2753	0,98396
Tip 2	1,7082	66,55	0,2557	0,99797

5. RASPRAVA

Na **Slici 5. i u Tablicama 1-3** prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja procesnih parametara homogenizacije (brzina rotora, vrijeme trajanja homogenizacije) te vrsta sustava rotor/stator (Tip 1, Tip 2) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. Iz dijagrama ovisnosti brzine smicanja (D) i smičnog naprezanja (μ) vidljivo je da ispitivana salatna majoneza pripada ne-Newtonovskim tekućinama, pseudoplastičnog tipa s određenom površinom tiksotropne petlje (**Slika 5**).

U **Tablici 1.** prikazan je utjecaj brzine rotacije rotora tijekom 3 min homogenizacije (sustav rotor/stator Tip 2) na promjenu reoloških parametara salatne majoneze, mjereno pri sobnoj temperaturi 25 ^{o}C. Dobiveni rezultati pokazuju da se izradom salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, kod brzine rotora homogenizatora 10 000 ^{o}/min, proizvela majoneza sa prividnom viskoznošću (μ) 2,6013 (Pa.s) i konzistencija izražena koeficijentom konzistencije (k) 66,55 (Pa.s^{n}) te indeks tečenja (n) 0,2557. Primjenom veće brzine rotacije rotora 12 000 ^{o}/min proizvedena je salatna majoneza s većom vrijednosti prividne viskoznosti 2,6752 (Pa.s) i koeficijenta konzistencije 76,78 (Pa.s^{n}) te manjim indeksom tečenja 0,2293. Daljnjim porastom brzine rotora homogenizatora na 15 000 ^{o}/min tijekom proizvodnje ove salatne majoneze došlo je do stvaranja takve emulzije ulje/voda koja ima još veću prividnu viskoznost (3,4826 Pa.s) i veći koeficijent konzistencije (87,29 Pa.s^{n}) u odnosu na primjenu 12 000 ^{o}/min. Ova pojava se dešava zbog toga što je primjenom veće brzine rotora došlo do stvaranja većeg broja kapljica ulja manjeg promjera, a to rezultira porastom viskoznosti i konzistencije ove emulzije ulje/voda.

Utjecaj vremena trajanja homogenizacije (1, 2, 3 min), kod brzine rotora 10 000 ^{o}/min, primjenom sustava rotor/stator Tip 2, na reološka svojstva izražena reološkim parametrima salatne majoneze s dodatkom pulpe manga prikazan je u **Tablici 2**. Dobiveni rezultati u tablici pokazuju da se homogenizacijom tijekom 1 min dobiju parametri prividna viskoznost (μ) 1,2756 (Pa.s) kod brzine smicanja 137,1 s^{-1}, koeficijent konzistencije (k) 51,64 (Pa.s^{n}) te indeks tečenja (n) 0,2479. Produženjem vremena trajanja homogenizacije tijekom izrade salatne majoneze sa 1 min na 2 min dobiva se emulzija ulje/voda veće prividne viskoznosti 1,6148 (Pa.s) i većeg koeficijenta konzistencije 59,39 (Pa.s^{n}), a indeks tečenja je 0,2674. Daljnjim porastom vremena izrade salatne majoneze na 3 min došlo je do ponovnog porasta prividne viskoznosti 1,7082 (Pa.s) i koeficijenta konzistencije 66,55 (Pa.s^{n}) te smanjenja indeksa tečenja 0,2557.

Rezultati ispitivanja utjecaja primjene različitih sustava rotor/stator (Tip 1, Tip 2) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, kod brzine rotora 10 000 ^{o}/min i vremenu trajanja homogenizacije 3 min, prikazani su u **Tablici 3.** Dobiveni rezultati ukazuju na pojavu da se primjenom sustava rotor/stator Tip 2 dobije stabilnija emulzija ulje/voda s većom prividnom viskoznošću 1,7082 (Pa.s) i koeficijentom konzistencije 66,55 (Pa.s^{n}) u odnosu na primjenu sustava rotor/stator Tip 1 gdje je viskoznost 1,0196 (Pa.s), konzistencija 36,07 (Pa.s^{n}) i veći indeks tečenja 0,2753. Razlog tome je taj što je konstrukcijska izvedba sustava rotor/stator kod Tipa 2 takva da se pri toj brzini rotora postiže bolja disperzija kapljica ulja u vodenoj fazi pri čemu nastaje veći broj kapljica ulja manjeg promjera što rezultira porastom prividne viskoznosti i konzistencije salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata ispitivanja utjecaja procesa homogenizacije na promjenu reoloških svojstava salatne majoneze s dodatkom voćne komponente (pulpa manga) mogu se izvesti sljedeći zaključci:

1. Svi ispitivani uzorci salatne majoneze s dodatkom pulpe manga pripadaju ne-Newtonovskim tekućinama, pseudoplastičnog tipa.
2. Brzina rotacije rotora homogenizatora utječe na promjenu reoloških svojstava salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.
3. Porastom brzine rotora homogenizatora sa 10 000 na 12 000 i 15 000 ^{o}/min proizvedena je salatna majoneza s većom prividnom viskoznošću i konzistencijom.
4. Vrijeme trajanja homogenizacije, kod konstantne brzine rotora 10 000 ^{o}/min, utječe na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.
5. Veća viskoznost i konzistencija salatne majoneze dobivena je kod vremena homogenizacije 3 min u odnosu na 1 i 2 min.
6. Vrsta sustava rotor/stator utječe na promjenu reoloških svojstava salatne majoneze s dodatkom pulpe manga.
7. Izradom majoneze sa sustavom Tip 2 postiže se veća prividna viskoznost i koeficijent konzistencijeove salatne majoneze u odnosu na primjenu Tipa 1.

7. LITERATURA

Belak, L., Gaćina, Ž., Radić, N.: Tehnologija hrane, Skripta, Visoka škola za turistički menadžment u Šibeniku, Šibenik, 2005.

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.

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

Juszczak, L., Fortuna, T. and Kosla, A.: Sensory and rheological properties of Polish commercial mayonnaise, Nahrung/Food, Vol. 47, No. 4., str 232 – 235, 2003.

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, 2003.

Pravilnik o temeljnim zahtjevima za jestiva ulja i masti, margarine i njima slične proizvode, majoneze, umake, preljeve, salate i ostale proizvode na bazi jestivih ulja i masti, Narodne Novine 39/99

Štern P., Valentinova H., Pokorny J.: Rheological properties and sensory texture of mayonnaise. Europian Journal 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.