Utjecaj sastojaka na reološka svojstva majoneze

Foruglaš, Diana

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:109:597911

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

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

Diana Foruglaš

Utjecaj sastojaka 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 SASTOJAKA NA REOLOŠKA SVOJSTVA MAJONEZE

Tehnologija prerade sirovina biljnog podrijetla II

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

Student: Diana Foruglaš (MB: 3369/10)

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

Diana Foruglaš

UTJECAJ SASTOJAKA NA REOLOŠKA SVOJSTVA MAJONEZE

ZAVRŠNI RAD

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

Osijek, listopad 2014.

University of Juraj Josip Strossmayer in Osijek

Faculty of food technology in Osijek

Undergraduate study of Food technology

Diana Foruglaš

INFLUENCE OF INGREDIENTS ON RTHEOLOGICAL PROPERTIES OF MAYONNAISE

FINAL TEST

Mentor: Tihomir Moslavac, PhD, associate

Osijek, October, 2014.

Utjecaj sastojaka na reološka svojstva majoneze

Sažetak

Majoneza je ulje-voda emulzija, naziv za hladni umak napravljen od žumanjka jajeta, ulja. Može se začiniti limunovim sokom, octom, paprom. Pri dobivanju željene konzistencije majoneze, stabilnosti tijekom skladištenja te odgovarajućih senzorskih svojstava, izrazito su važna reološka svojstva. Cilj rada je ispitati utjecaj mliječnih komponenti, žumanjka i različitih vrsta ugljikohidrata. Mehanički proces homogenizacije proveden je pri brzini od 10 000 º/min tijekom 3 minute. Za ispitivanje utjecaja na reološka svojstva, od ugljikohidrata upotrijebljena je glukoza, saharoza, maltodextrini. Žumanjak je upotrijebljen u različitim oblicima: svježi, pasterizirani svježi žumanjak te kao cijelo jaje u prahu, a mliječne komponente su upotrijebljene u obliku sirutke u prahu, obranog mlijeka u prahu i punomasnog mlijeka u prahu. Majoneza sadrži nerafinirano bučino ulje. Mjerenja su provedena na temperaturi od 25ºC na rotacijskom viskozimetru, a na osnovu izračuna i mjerenja dobiveni su reološki parametri; prividna viskoznost, indeks tečenja, koeficijent konzistencije. Iz dobivenih rezultata pokazano je da dodatak različitih komponenti utječe na reološka svojstva majoneze.

Ključne riječi: majoneza, reološka svojstva, ugljikohidrati, žumanjak jajeta, mliječne komponente

Influence of ingredients on the rheological properties of mayonnaise

Summary

Mayonnaise is an oil-water emulsion, name for cold sauce made of egg yolk, oil with addition of lemon juice, vinager and paper. For creating a wanted consistency of mayonaisse, stability storage and sensory characteristic rheological properties are very important. Aim of this paper is examine imact of milk component, egg yolk and different kind of carbohydrates. The mechanical process of homogenization– is preformed at 10 000 º/min at 25°C and in 3 minutes time. For testing the type of carbohydrates on rheological properties were used glucose, sucrose and maltodextins. Egg yolk were used in few shapes; fresh, pasterization fresh egg yolk and whole powder egg, milk component were used as whey powder, skin powder mlik and full-fat milk powder. Mayonnaise contain nonrafined gourd oil. Out of resulting data rheological parametars, apparent viscosity, flow index and consistency coefficient are calculated.

Key words: egg yolk, milk component, mayonnaise, rheological properties

SADRŽAJ:

1. UVOD 1

2. TEORIJSKI DIO 3

2.1. EMULZIJE 4

2.1.1. Emulzija ulje - voda 4

2.2. KOMPONENTE MAJONEZE 6

2.3. TEHNOLOŠKI POSTUPAK DOBIVANJA MAJONEZE 11

2.3.1. Dobivanje majoneze pomoću homogenizatora ili koloidnog mlina 11

2.3.2. Dobivanje majoneze pomoću miksera 11

2.3.3. Dobivanje majoneze vakuum postupkom 12

2.4. REOLOGIJA I REOLOŠKA SVOJSTVA 12

2.4.1. Deformacije 13

2.4.2. Reološka svojstva tekućih namirnica 14

2.4.3. Utjecaj temperature na viskoznost 15

2.4.4. Instrumenti za mjerenje reoloških svojstava 15

3. EKSPERIMENTALNI DIO 16

3.1. ZADATAK 17

3.2. MATERIJALI I METODE 17

3.2.1. Materijali 17

3.2.2. Metode 18

4. REZULTATI 20

5. RASPRAVA 26

6. ZAKLJUČCI 29

7. LITERATURA 31

1. UVOD

Majoneza je polukruta emulzija ulje-vode napravljena od jestivog biljnog ulja, žumanjka jajeta, octene i/ili druge jestive organske kiseline, senfa, šećera, dopuštenih aditiva. Reološke karakteristike čimbenici su od izrazite značajnosti za kvalitetu proizvoda koji predstavljaju emulziju ulje-voda. U kreiranju željene konzistencije majoneze (Štern et al., 2001), u kontroli kvalitete tijekom proizvodnje, skldaištenja te transporta bitno je poznavati reološka svojstva (Juszak et al., 2003).

Na stabilnost, viskoznost i senzorska svojstva majoneze utječe postupak homogeniziranja (Wendin et al., 1999), dispergiranost kapljica ulja u vodenoj kontinuiranoj fazi, žumanjak jajeta (Guilmineau and Kulozik, 2007) te vrsta ugljikohidrata. U majonezi kapljice ulja su dispergirane u kontinuiranoj vodenoj fazi octa pomoću prirodnog emulgatora iz žumanjka jajeta koji čine stabilni sustav (Castellani et al., 2006).

2. TEORIJSKI DIO

2.1. EMULZIJE

Emulzije su sustavi dviju tekućina koje se međusobno ne miješaju. To su koloidni sustavi u kojima su sitne kapljice jedne tekućine dispergirane u drugoj fazi. Dvije su faze; dispergirana faza i dispergirano sredstvo. Istoimeni sustavi nisu stabilni te stoga zahtijevaju prisustvo emulgatora.

U emulzije ulaze sustavi s veličinom čestica većom od 0,1 μm, a nalaze se van područja koloidnih veličina. Stabilne emulzije su sustavi s promjerom čestice 0,5-10 μm i sadržajem emulgatora 1-3 %.

Primjeri emulzija tipa ulje-voda su majoneza, mlijeko, sladoled, a primjeri tipa voda-ulje su margarin i maslac. Postoje i višestruke emulzije. Dva su tipa:

1. Voda/ulje/voda-kod kojih je emulzija vode u ulju dispergirana u vodi
2. Ulje/voda/ulje-kod kojih je emulzija ulja u vodi dispergirana, a ulje dispergirano sredstvo

2.1.1. Emulzija ulje – voda

Emulzije toga tipa su emulzije u kojima su kapljice ulja dispergirane u tekućoj fazi. Na stabilnost utječu različiti čimbenici poput:

- Stupnja razdijeljene faze
- Kvalitete graničnih površinskih filmova
- Viskoznosti vanjske faze
- Odnosa volumena faze
- Specifične mase obje faze
- Temperature

Majoneza

Jedan od oblika emulzije tipa ulje-voda dobivenog od jestivog biljnog ulja, žumanjka, octene i/ili druge jestive organske kiseline, dopuštenih aditiva, sa ili bez dodatka začina.

U promet se stavljaju tri tipa majoneze ovisno o udjelu jestivog biljnog ulja:

- Majoneza
- Salatna majoneza
- Lagana majoneza

1. 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

2. 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 minimalno 50%
- da je svojstvene boje, okusa, mirisa, bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa (MPRRR,NN39/99)
- da je udio žumanjka najmanje 3,5%

2.2. KOMPONENTE MAJONEZE

Kako je već navedeno majoneza je polukruta emulzija tipa ulje-voda dobivena od jestivog biljnog ulja, žumanjka jajeta, octene i/ili druge jestive organske kiseline, senfa, šećera, dopuštenih aditiva, sa ili bez začina (MPRRR NN 39/99). Kvaliteta uvelike ovisi o količini i vrsti biljnog ulja, kao i o drugim sastojcima koji se dodaju tijekom proizvodnje.

Jestivo biljno ulje

Biljna ulja se dobivaju čišćenjem, sušenjem, ljuštenjem, mljevenjem sjemenki uljarica, te prešanjem i ekstrakcijom različitih uljarica (lana, palme, masline, suncokreta, soje). Uklanjanje primjesa koje sadrži sirovo ulje provodi se procesom rafiniranja. Proces uključuje postupke taloženja sluznih tvari i dispergiranih čestica, a neutralizacija radi uklanjanja slobodnih masnih kiselina, bijeljenje i filtriranje radi dobivanja ljepše boje i dezodorizacije kako bi se uklonili nepoželjni mirisi.

Jestiva biljna ulja mogu se podijeliti u sljedeće skupine:

- Rafinirana ulja
- Hladno prešana ulja
- Nerafinirana ulja (Pravilnik, NN 41/2012.).

Jestiva biljna ulja dobivaju se postupkom rafinacije jedne ili više vrsta sirovih biljnih ulja. Takva ulja moraju udovoljavati sljedećim kriterijima:

- Na 20°C su tekuća, bistra, karakteristične boje
- Neutralnog do karakterističnog mirisa i okusa, bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa
- Ne smiju sadržavati više od 0,3% slobodnih masnih kiselina (izraženih kao oleinska kiselina)
- Vrijednost peroksidnog broja nije veća od 5 mmol O_2/kg
- Sadrže najviše 0,2% vode i tvari hlapljivih na temperaturi od 105°C

Na tržište se stavlja pod nazivom „biljno ulje“ ili „jestivo biljno ulje“. Ukoliko su sastojci naglašeni slikama, riječima, crtežima obavezno je navođenje popisa sastojaka i njihove količine izražene kao postotak.

Hladno prešana ulja se dobivaju od odgovarajućih sirovina, prešanjem na temperaturi do 50°C. Postupak čišćenja, bistrenja može se provesti pranjem vodom, dekantiranjem, filtriranjem i centrifugiranjem.

Nerafinirana ulja iz odgovarajućih sirovina dobivaju se mehaničkim postupcima, prešanjem uz upotrebu topline. Postupci bistrenja odnosno čišćenja isti su kao i za hladno prešana jestiva ulja.

Prilikom stavljanja na tržište ista moraju udovoljavati sljedećim zahtjevima:

- Moraju biti karakteristične boje,
- Karakterističnog mirisa i okusa za vrstu sjemena ili plodova, bez stranog i/ili užeglog mirisa i okusa,
- Ne sadrže više od 2% slobodnih masnih kiselina (izraženih kao oleinska kiselina),
- Peroksidni broj nije veći od 7mmola O_2/kg,
- Sadrže najviše 0,4% vode i tvari hlapljivih na temperaturi od 105°C,
- Sadrže najviše 0,1% netopljivih nečistoća,
- Hladno prešana ulja ne sadrže više od 0,15 mg/kg stigmastadiena

Tijekom pripreme emulzije ulje-voda kakvoća samo biljnog ulja izrazito je bitna jer je ulje kod takvih izrada izloženo velikom stupnju oksidacijskih promjena i pojave užeglosti. U emulzijama ostvaruje se kontakt s vodom i zrakom, a često je izloženo i utjecaju svjetlosti. Svi ovi čimbenici djeluju kao katalizatori za indukciju oksidacijskih promjena ulja, ali je važno posvetiti pozornost kakvoći i neutralnosti ulja upotrijebljenog u proizvodnji (Lelas, 2006.).

Jaja

Upotrebljavaju se jaja kokoši, sve ostale vrste jaja moraju imati oznaku. Jaja se kategoriziraju prema masi:

SU – mase 70 g i više

S – izrazito krupna jaja, mase manje od 70 do 65 g

A – krupna jaja, mase manje od 65 do 60 g

B – srednje krupna jaja, mase manje od 60 do 55 g

C – prosječno krupna jaja, mase manje od 55 do 50 g

D – sitna jaja, mase manje od 50 do 45 g

E – vrlo sitna jaja, mase manje od 45 g

Bjelančevine jajeta imaju veću biološku vrijednost od bjelančevina svih namirnica. Bjelančevine jajeta se uzimaju kao referentne iz razloga što su najsličnije po sastavu aminokiselina bjelančevinama ljudskog tijela. U bjelanjku je najviše bjelančevina i to kao ovoalbumin (70%), ovoglobulin, ovomucin, a manje u žumanjku kao ovovitelin i levitin. Najznačajnije aminokiseline jajeta su cistein, triptofan i lizin (Mandić, 2007.).

S proteinima, lecitinom, i drugim fosfolipidima žumanjak čini prirodnu emulziju ulje-voda. Žumanjak jajeta sadrži 32% masti, te kolesterol kod kojeg prevladavaju nepolarne grupe i stoga daje emulziju voda-ulje. Bjelanjak sadrži više natrija, kalija, klora i sumpora. U žumanjku se nalaze vitamini topljivi u mastima A i D. Žuta boja je od ksantofila.

Ocat

Octena kiselina slaba organska kiselina, često se pojavljuje kao sastojak hrane, kiselo oporog okusa i mirisa. Ima širok dijapazon primjene u prehrambenoj industriji npr. u proizvodnji bezalkoholnih pića, regulator kiselosti, konzervans i začin.

Postupci dobivanja kiseline su različiti, a neki od važnijih su destilacija drveta, katalitička oksidacija te biokatalitička oksidacija s bakterijama roda Acetobacter. Sam proces se odvija u anaerobnim uvjetima, pH intervalu od 3,5 do 5,6 i temperaturi od 25°C do 32°C (Jochanides, 2003.).

Ugljikohidrati

Glavni izvor energije, ljudski organizam osigura od 50 do 60% energetskih potreba. Ugljikohidrati su podijeljeni na monosaharide, polisaharide i oligosaharide. Istoimene spojeve organizam može iskoristiti tako što se hidroliziraju na monosaharide: glukozu, fruktozu i galaktozu (Mandić,2007.). Prema probavljivosti dijele se u dvije kategorije: jednostavne i složene. Složene ugljikohidrata dijelimo također u dvije skupine: topljiva i netopljiva vlakna.

Glukoza

Jednostavni šećer, ujedno jedan od najznačajnijih ugljikohidrata koristi se kao izvor energije kako u životinjskom tako i u biljnom svijetu. Glavni je produkt fotosinteze, prirodni oblik glukoze (D-glukoza). Dekstroza čest je naziv u prehrambenoj industriji. Za ljudski organizam izrazito je bitna razina glukoze u krvi kako bi se održao stalan izvor energije za stanice.

Saharoza

Disaharid, građen je od jedinice glukoze i fruktoze. Dobiva se iz šećerne repe ili iz šećerne trske, poznata je po nazivom „šećer domaćinstva“, slatkog je okusa. Hidrolizom saharoze, koja može biti kiselinska ili enzimska dobiva se ekvivalentna smjesa glukoze i fruktoze (inverzija saharoze).

Maltodekstrini

Visokokvalitetni kompleksni ugljikohidrat, proizvodi se od kukuruznog škroba. Ima visok glikemijski indeks odmah iza jednostavnih ugljikohidrata poput dekstroze. Lako se probavlja u organizmu, a predstavlja jedan od najjednostavnijih načina obnove zaliha energije. Primjenjuje se kao prehrambeni aditiv te kao sredstvo za ugušćivanje.

Sirutka u prahu

Dobiva se sušenjem ugušćene sirutke (45-60% suhe tvari). Ako se sušenje provodi na valjcima, dobiva se prah slabe kakvoće i koristi se za stočnu hranu. Za sušenje sirutke ili njezinih proizvoda, koristi se skuplji postupak sušenja-raspršivanjem (sprej-postupak) (Tratnik, 1998.).

Hidrokoloidi

Visokomolekularni polimeri koji se lako otapaju ili dispergiraju u vodi imaju efekt želiranja i zgušnjavanja. Navedeni spojevi spadaju u skupinu polisaharida, a mogu biti biljnog i životinjskog podrijetla. Mogu se miješati s mastima ili emulgatorima. Pri odabiru hidrokoloida potrebno je obratiti pozornost na sastav proizvoda, utjecaju hidrokoloida na reološka svojstva proizvoda, ali i na međudjelovanje pojedinih komponenti s hidrokoloidima.

Emulgatori

Imaju važnu ulogu u proizvodnji jer smanjuju površinsku napetost između faza emulzije, ali imaju utjecaj i na očuvanje stabilnosti emulzije. Emulgatori su hidrofilno-hidrofobnog karaktera, a to se očituje u topljivosti jednog dijela molekule u vodi, a drugog u ulju. Dijele se na niskomolekularne i visokomolekularne spojeve. Niskomolekularni spojevi se dijele u nekoliko kategorija i to na one s pretežito hidrofilnim karakterom, one s pretežito lipofilnim karakterom i one bez izrazito hidrofilnog ili lipofilnog karaktera.

HBL (hidrofilno-lipofilna ravnoteža), određena je masenim udjelom (u %) hidrofilnog dijela molekule emulgatora podijeljeno s 5. Izražava se kao HBL broj, a vrijednost mu se kreće od 1 do 20. Vrijednost HLB broja u intervalu od 3-6 daje emulziju tipa voda-ulje, a interval 8-10 emulzije tipa ulje-voda.

Začini

Upotrebljavaju se radi poboljšanja okusa i arome, a to su biljke ili određeni dijelovi biljaka. Dodatak začina majonezi ima utjecaj na povećanje stabilnosti. Pojedini začini imaju antioksidacijska i baktericidna svojstva koja proizlaze iz prisustva eteričnih ulja koja sadrže sumpor i alkaloide.

2.3. TEHNOLOŠKI POSTUPAK DOBIVANJA MAJONEZE

Tijekom proizvodnje bitno je dobiti finalni proizvod što čvršće konzistencije. Proizvod mora pokazati određenu homogenost i stabilnost. Kako ne bi došlo do razdvajanja faza tijekom skladištenja, dodaju se emulgatori. Stabilnost emulzije ovisit će prvenstveno o veličini udjela disperzne faze, površinskim silama, viskoznim svojstvima kontinuirane faze, te o samoj razlici gustoća između dviju faza (Lovrić, 2003.). Tri su osnovna načina dobivanja majoneze: pomoću homogenizatora ili koloidnog mlina, miksera i vakuum postupkom.

2.3.1. Dobivanje majoneze pomoću homogenizatora ili koloidnog mlina

Koriste se homogenizatori, a njihovom uporabom dolazi do smanjenja promjera ulja u izrazito sitne kapljice. Postupak je kontinuiran. U predmikseru je potrebno izmiješati žumanjke, dio octa, začine, a na samom kraju ulje. Miješanjem nastaje stabilna emulzija ulje-voda, zatim se dodaje ostatak octa i emulzija se propušta kroz homogenizator ili koloidni mlin.

2.3.2. Dobivanje majoneze pomoću miksera

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

2.3.3. Dobivanje majoneze vakuum postupkom

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

2.4. REOLOGIJA I REOLOŠKA SVOJSTVA

Grana fizike 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 u elastičnih deformacija molekule se vraćaju u prvobitan oblik, dok je kod plastičnih deformacija prisutna trajna deformacija te nema vraćanja u prvobitno stanje.

2.4.1. Deformacije

Elastičnost

Elastičnost se opisuje Hookeovim 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 naprezanja (Pa)

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.

2.4.2. 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).

2.4.3. 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. U ne-Newtonovskih tekućina promjena viskoznosti je izraženija nego u Newtonovskih kod kojih se viskoznost mijenja za 2% promjenu za 1°C.

2.4.4. Instrumenti za mjerenje reoloških svojstava

Brojne su izvedbe uređaja za mjerenje reoloških svojstava: reometri ili viskozimetri. Uređaji za mjerenje reoloških svojstava su vrlo precizni i omogućuju kvalitetno mjerenje. Za potrebe mjerenja najčešće se koriste kapilarni i rotacijski viskozimetri.

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1. ZADATAK

Kako bi se dokazao utjecaj ugljikohidrata, žumanjka i mliječnih komponenata na reološka svojstva majoneze proveli smo sljedeće postupke:

- Određivanje utjecaja vrste ugljikohidrata (glukoza, saharoza, maltodekstrin, inulin HD) na reološka svojstva majoneze.
- Određivanje utjecaja žumanjka na reološka svojstva majoneze, korišteni su različiti oblici žumanjka (svježi, pasterizirani) i cijelo jaje u prahu.
- Određivanje utjecaja mliječne komponente (punomasno mlijeko u prahu, obrano mlijeko u prahu, sirutka u prahu).

Kao mjerni uređaj korišten je rotacijski viskozimetar s koncentričnim cilindrima, mjerenje je provedeno pri temperaturi od 25°C. Na osnovu dobivenih parametara izraženi su rezultati za indeks tečenja, prividna viskoznost i koeficijent konzistencije majoneze.

3.2. MATERIJALI I METODE

3.2.1. Materijali

Za pripremu uzorka majoneze upotrijebljeno je:

1. Uljna faza 75% (rafinirano suncokretovo ulje 65%, hladno prešano bučino ulje 10%)
2. Žumanjak kokošjeg jajeta (svježi, pasterizirani (68°C), cijelo jaje u prahu firme ELCON)
3. Ocat (alkoholni, 4%)
4. Senf
5. Morska sol
6. Mliječna komponenta (sirutka u prahu, punomasno mlijeko u prahu, obrano mlijeko u prahu)
7. Vinska kiselina (regulator kiselosti)
8. Ugljikohidrati (glukoza, saharoza, maltodekstrin, inulin HD)
9. Destilirana voda

3.2.2. 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; ocat, sol i voda. Navedeni sastojci se homogeniziraju kod brzine rotora od 10 000 °/min u vremenu od 3 minute. Tijekom prve minute homogenizacije dodano je bučino ulje, a nakon dodatka ulja homogenizacija se provodi do kraja. Žumanjak koji je također dodan ulju pasteriziran je u vodenoj kupelji na temperaturi od 68°C i vremenu od 10 minuta. Mjerenje je provedeno na rotacijskom viskozimetru „Rheometar 15T“ s koncentričnim cilindrima na temperaturi 25°C i korištena je vaga modela Kerum 572.

Tablica 1. Receptura za izradu majoneze

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

4. REZULTATI

Tablica 2. Utjecaj vrste ugljikohidrata na reološke parametre majoneze

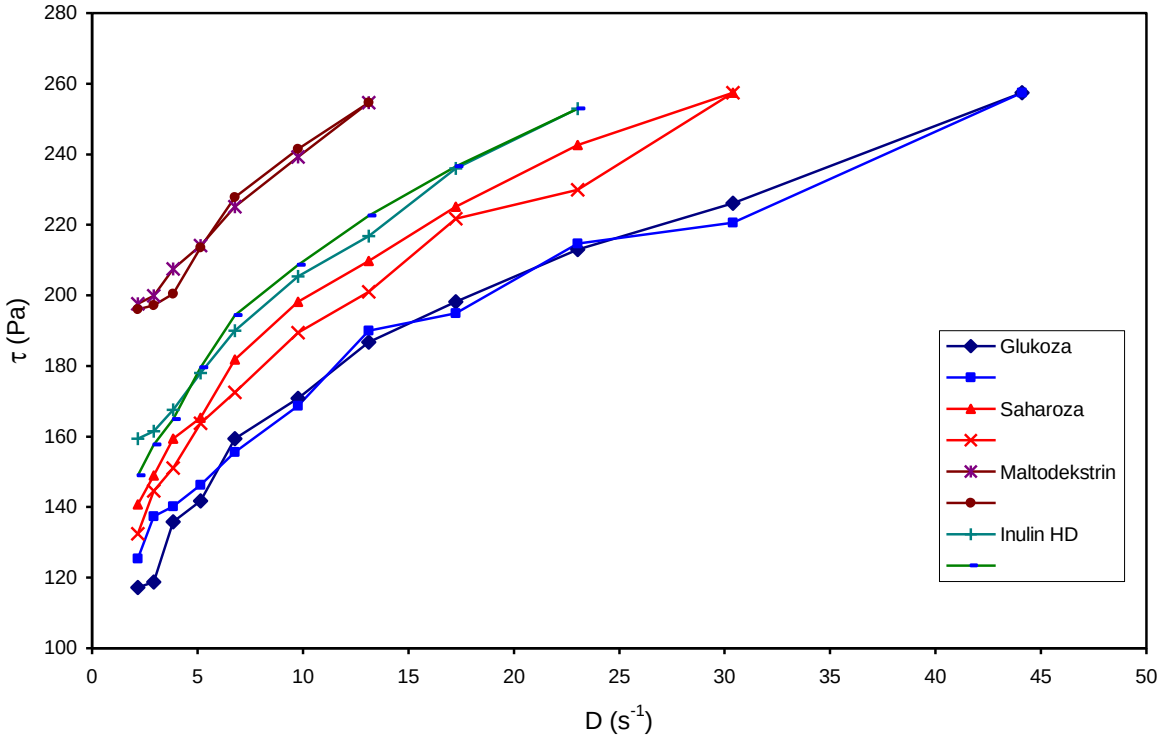
Uzorak	μ pri 13,12 s^{-1} (Pa.s)	k ($Pa.s^n$)	n	R^2
	25 °C			
Glukoza	14,09	93,46	0,265	0,99378
Saharoza	16,10	115,96	0,233	0,99745
Maltodekstrin	19,03	172,33	0,144	0,97118
Inulin HD	16,76	130,06	0,204	0,98197

μ – prividna viskoznost pri brzini smicanja 13,12 s^{-1} (Pa.s)

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

n – indeks tečenja (-)

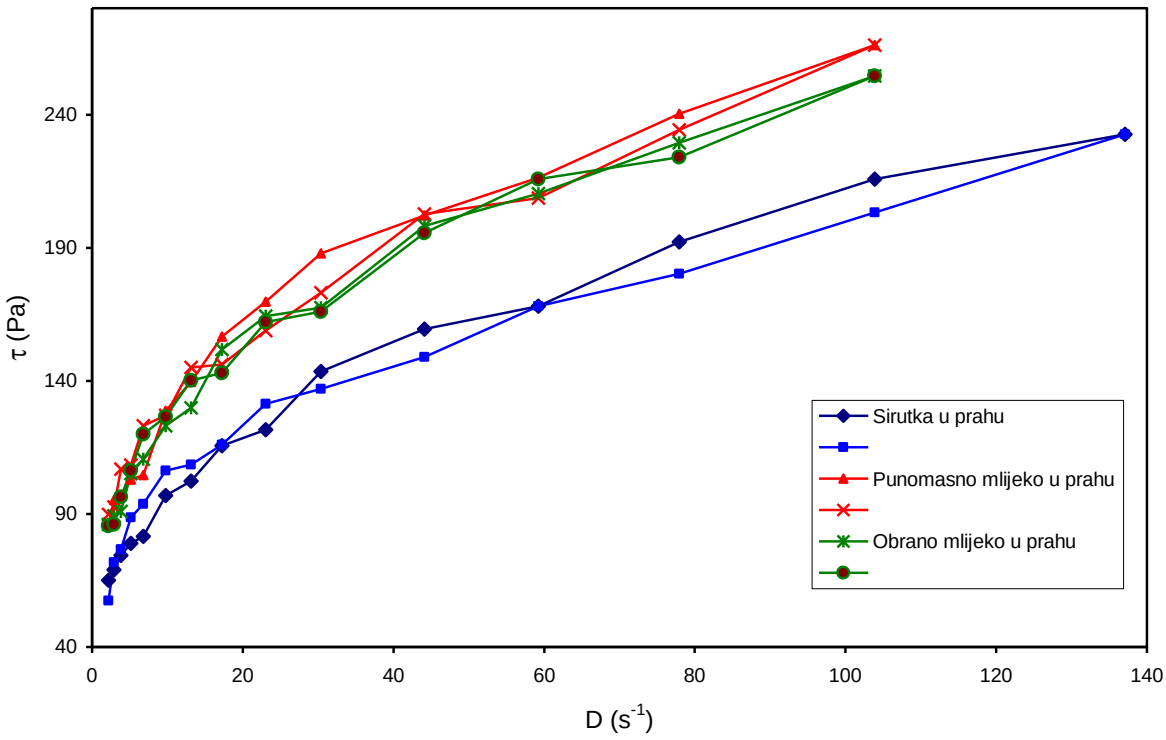
R^2 – koeficijent determinacije



Slika 1. Utjecaj vrste ugljikohidrata na reološka svojstva majoneze

Tablica 3. Utjecaj mliječne komponente na reološke parametre majoneze

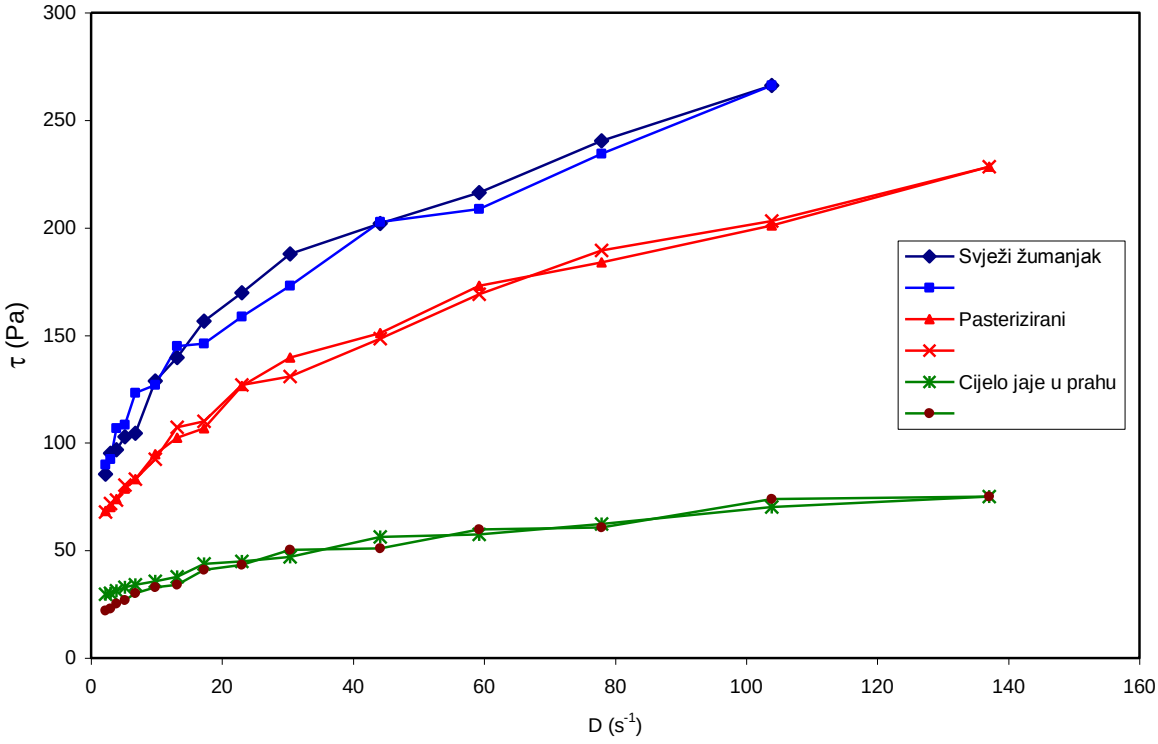
Uzorak	μ pri 103,9 s^{-1} (Pa.s)	k ($Pa.s^n$)	n	R^2
	25 °C			
Punomasno mlijeko u prahu	2,52	65,27	0,299	0,98974
Obrano mlijeko u prahu	2,40	64,48	0,291	0,99243
Sirutka u prahu	1,99	47,59	0,317	0,99179



Slika 2. Utjecaj mliječne komponente na reološka svojstva majoneze

Tablica 4. Utjecaj žumanjka jajeta na reološke parametre majoneze

Uzorak	μ pri 103,9 s^{-1} (Pa.s)	k ($Pa.s^n$)	n	R^2
	25 °C			
Svježi žumanjak jajeta	2,52	65,27	0,299	0,98974
Pasterizirani žumanjak	1,92	49,11	0,302	0,98823
Cijelo jaje u prahu	0,64	22,46	0,234	0,97431



Slika 3. Utjecaj žumanjka jajeta na reološka svojstva majoneze

5. RASPRAVA

Rezultati ispitivanja utjecaja pojedinih sastojaka na reološka svojstva majoneze (punomasna 75% uljna faza) prikazani su u Tablicama 2-4 i Slikama 1-3. Majoneza je izrađena kod brzine rotora homogenizatora 10000 º/min tijekom 3 minute i primjenom sustava rotor-stator tip 1.

U Tablici 2 i Slici 1 prikazan je utjecaj vrste ugljikohidrata na reološka svojstva i parametre majoneze. Standardni uzorak majoneze izrađen je sa saharozom pri čemu je dobivena prividna viskoznost 16,10 (Pa.s) kod brzine smicanja 13,12 (s/1), a koeficijent konzistencije „k“ 115,96 ($Pa.s^n$) i indeks tečenja „n“ 0,233. Dodatkom monosaharida, glukoze kod izrade majoneze dobivena je majoneza sa najnižom prividnom viskoznosti 14,09 (Pa.s) i konzistencije 93,46 ($Pa.s^n$), a najveći indeks tečenja „n“ 0,265.

Korištenjem inulina HD dobivena je majoneza sa većom viskoznosti i konzistencijom u odnosu na primjenu glukoze i saharoze. Izradom majoneze sa maltodekstrinom dobivena je majoneza sa najvećom prividnom viskoznosti i koeficijentom konzistencije 19,03 (Pa.s) i 172,33 ($Pa.s^n$) te najmanjim indeksom tečenja 0,144.

Na Slici 1 vidljivo je da svi ispitivani uzorci majoneze pripadaju ne-Newtonovskim, pseudoplastičnim tekućinama. Kod ovih sustava porastom brzine smicanja povećava se i napon smicanja.

U Tablici 3 vidljivi su rezultati ispitivanja utjecaja mliječne komponente na reološke parametre majoneze. Standardni uzorak izrađen je sa punomasnim mlijekom u prahu pri čemu su dobivene najveće vrijednosti prividne viskoznosti majoneze 2,52 (Pa.s) i konzistencije 65,27 ($Pa.s^n$). Korištenjem obranog mlijeka u prahu dobivene su veće vrijednosti viskoznosti i koeficijenta konzistencije majoneze, a manji indeks tečenja u odnosu na primjenu sirutke u prahu. Na Slici 2 vidljivo je da je primjenom punomasnog mlijeka u prahu dobiju veća reološka svojstva majoneze.

U Tablici 4 i Slici 3 prikazan je rezultat utjecaja žumanjka jajeta na reološka svojstva i parametre majoneze. Standardni uzorak majoneze izrađen je sa svježim žumanjkom kokošjeg jajeta pri čemu je dobivena majoneza s najvećom viskoznosti i konzistencijom u odnosu na primjenu pasteriziranog žumanjka i cijelog jajeta u prahu.

Pasterizacijom svježeg žumanjka jajeta i primjenom kod proizvodnje ove punomasne majoneze (75% uljne faze) postiže se veća prividna viskoznost i koeficijent konzistencije u odnosu na korišteno cijelo jaje u prahu. Ova promjena reoloških svojstava majoneze vidljiva je i na Slici 3.

6. ZAKLJUČCI

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

1. Vrsta ugljikohidrata utječe na reološka svojstva proizvedene majoneze.
2. Izradom majoneze sa maltodekstrinom dobivena je majoneza sa najvećom prividnom viskoznosti i konzistencijom, a manjim indeksom tečenja.
3. Primjenom monosaharida, glukoze dobivena je majoneza sa najmanjim reološkim parametrima viskoznosti i konzistencije.
4. Vrsta mliječne komponente utječe na promjenu reoloških svojstava proizvedene majoneze.
5. Majoneza izrađena sa punomasnim mlijekom u prahu ima veću prividnu viskoznost i konzistenciju, a manji indeks tečenja u odnosu na primjenu obranog mlijeka u prahu i sirutke u prahu.
6. Žumanjak jajeta utječe na reološka svojstva majoneze zbog svojih pojedinih sastojaka koji imaju funkciju prirodnog emulgatora u emulzijama ulje-voda.
7. Izradom majoneze sa svježim žumanjkom kokošijeg jajeta dobivena je majoneza sa većom prividnom viskoznosti i konzistencijom u odnosu na primjenu pasteriziranog žumanjka i cijelog jajeta u prahu.

7. LITERATURA

Belak Ž., Gaćina N., Radić T. : Tehnologija hrane, Visoka škola za turistički menadžment u Šibeniku, 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.

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.

Juszak L., Fortuna T., Kosla A. : Sensory and rheological properties of Polish commercial mayonnaise. Nahrung/ Food 47, 232-235, 2003.

Johanides V., Divljak S., Duvljak Z., Grba S., Korčulanin A., Marić V., Matošić S. : Indrustrijska mikrobiologija, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Zagreb, 2003.

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

Lovrić T. : procesi u prehrambenoj industriji s osnovama prehrambenog inženjerstva, Hinus Zagreb, 2003.

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

Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja: 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.

Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja: Pravilnik o jestivim uljima i mastima. Narodne novine 22/10, 2010.

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

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.

Tratnik Lj. : Mlijeko-Tehnologija, biokemija i mikrobiologija Hrvatska mljekarska udruga Zagreb, 1998