

UTJECAJ HOMOGENIZACIJE I SASTOJAKA NA REOLOŠKA SVOJSTVA SALATNE MAJONEZE S DODATKOM PULPE MANGA

Tihomir Moslavac^{*}, Drago Šubarić, Sofija Petrić¹, Tihana Zlosa¹

*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Franje Kuhača 20, 31000
Osijek, Hrvatska, *tihomir.moslavac@ptfos.hr*

*¹student, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Franje Kuhača
20, 31000 Osijek, Hrvatska*

professional paper/stručni rad

SAŽETAK

Reološka svojstva majoneze su vrlo bitna kod izbora recepture, procesa kondicioniranja i kontrole kvalitete. U ovom radu ispitan je utjecaj procesa homogenizacije i sastojaka na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. Ispitivani sastojci su ugljikohidrati (glukoza, saharoza, maltodekstrin), žumanjak jajeta (svježi, pasterizirani, cijelo jaje u prahu) i mliječna komponenta (punomasno mlijeko u prahu, obrano mlijeko u prahu, sirutka u prahu). Proces homogenizacije majoneze proveden je sustavom rotor-stator Tip 1 i Tip 2 pri brzini rotora 10 000 °/min u vremenu od tri minute. Mjerenje reoloških svojstava svježe proizvedene majoneze provedeno je pri temperaturi od 25 °C na rotacijskom viskozimetru s koncentričnim cilindrima. Iz dobivenih eksperimentalnih podataka izračunati su reološki parametri: koeficijent konzistencije, prividna viskoznost i indeks tečenja. Rezultati istraživanja pokazuju da proces homogenizacije i sastav (mliječna komponenta, vrsta ugljikohidrata i žumanjka) utječu na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. Veća prividna viskoznost i konzistencija majoneze postiže se dodatkom maltodekstrina, punomasnog mlijeka u prahu, cijelog jajeta u prahu i homogenizacijom kod brzine rotora 15 000 °/min tijekom 3 minute.

Ključne riječi: reološka svojstva, salatna majoneza, pulpa manga, sastojci, proces homogenizacije

UVOD

Majoneza kao emulzija ulje-voda predstavlja jedan od najčešće korištenih umaka u svijetu. Dobro je prihvaćena kod potrošača te je odličan dodatak kod prehrane djece i odraslih. U posljednje vrijeme preferira se razvoj majoneze u pravcu novih okusa koje pristaju zahtjevnim individualnim prehrambenim navikama pojedinih skupina potrošača. Majoneza predstavlja sustav emulzije ulje/voda s visokim udjelom jestivog biljnog ulja. To je proizvod ograničenog vremena trajanja, a njezini sastojci veoma brzo podliježu nepoželjnim promjenama, kao što su enzimski i mikrobiološki procesi te kemijske reakcije oksidacije koje mogu dovesti do kvarenja i nepoželjnih organoleptičkih promjena (Dimić i Turkulov, 2000.). Žumanjak jajeta je vrlo važan za

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

stabilnost ovog proizvoda, ali utječe i na boju majoneze (Hasenhuettl i Hartel, 2008). Salatna majoneza mora sadržavati minimalno 50 % jestivog biljnog ulja koji čini uljnu fazu (Narodne novine 39/99). Jestivo biljno ulje ima vrlo važnu funkciju u stvaranju emulzije ovih proizvoda, doprinosi okusu, izgledu, teksturi i oksidacijskoj stabilnosti na vrlo specifičan način (McClements i Demetriades, 1998). Reološka svojstva hrane važan su čimbenik kvalitete (Mezger, 2002), a naročito proizvoda koji predstavljaju emulziju tipa ulje/voda (majoneze, umaci i preljevi). Poznavanje reoloških svojstava značajno je kod kreiranja željene viskoznosti i konzistencije majoneze (Štern i sur., 2001), u kontroli kvalitete tijekom proizvodnje, skladištenja i transporta (Juszczak i sur., 2003; Munizaga i Barbosa, 2005). Reološka svojstva majoneze uglavnom su određena udjelom uljne faze, prisutnošću emulgatora, stabilizatora i zgušnjivača (Wendin i Hall, 2001; Mancini i sur., 2002). Kvaliteta i stabilnost ovih proizvoda tipa emulzije ulje/voda, kao i njihova viskoznost, ovisi o procesu homogenizacije (Wendin i sur., 1999), dispergiranosti kapljica biljnog ulja u kontinuiranoj vodenoj fazi majoneze, žumanjku jajeta (Guilmineau i Kulozik, 2007; Xiong i sur., 2000; Laca i sur., 2010), vrsti ugljikohidrata (Ruiling i sur., 2011) te vrsti i udjelu mliječne komponente (Dybowska, 2008). Kod ovih proizvoda sitne kapljice jestivog ulja su mehaničkim postupkom raspršene i dispergirane u kontinuiranoj vodenoj fazi octa te se djelovanjem prirodnog emulgatora iz žumanjka jajeta postiže veća stabilnost cijelog sustava (Kiosseoglou, 2003; Castellani i sur., 2006). Danas se reološko ponašanje majoneze kontinuirano proučava s obzirom da utječe na stav potrošača sastavom, konzistencijom, okusom, ali i primjenom na salate, pomfrit ili druga jela (Franco i sur., 1995; Akhtar i sur., 2005; Abu-Jdayil, 2003).

U ovom radu istraživani su utjecaji parametara procesa homogenizacije (brzina rotora, vrijeme trajanja, tip sustava rotor-stator) te sastojaka (mliječna komponenta, vrsta ugljikohidrata, žumanjka jajeta) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom voćne pulpe manga pri temperaturi od 25 °C.

MATERIJALI I METODE

Materijali

Za ispitivanje utjecaja sastojaka i procesa homogenizacije na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga korišteni su sljedeći sastojci:

- Rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip), Villa di Olio
- Ugljikohidrati (glukoza, saharoza, maltodekstrin), Claro-prom d.o.o., Zagreb
- Žumanjak kokošjeg jajeta (svježi, pasterezirani, cijelo jaje u prahu)
- Alkoholni ocat, Badel, Zagreb
- Morska sol
- Senf
- Destilirana voda
- Mliječna komponenta (punomasno mlijeko u prahu, obrano mlijeko u prahu, sirutka u prahu)
- Vinska kiselina, Alkaloid, Skoplje
- Voćna komponenta (pulpa manga), Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek.

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

Salatna majoneza proizvedena je sa 65 % uljnom fazom koju čini rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip). Alkoholni ocat, morska sol i senf za proizvodnju salatne majoneze nabavljeni su u lokalnoj trgovini. Žumanjak jajeta nabavljen je od privatnog dobavljača te je priređen kao svježi i pasterizirani (68 °C, 3 minute), a cijelo jaje u prahu od proizvođača Elcon, Zagreb. Od cijelog jajeta u prahu dobivamo jedno tekuće jaje tako da u 12 g jaja u prahu dodamo 48 g tople vode i dobro promiješamo. Od mliječne komponente punomasno mlijeko u prahu (proteini 26,3 %, šećeri 39,8 %, masti 26 %) i obrano mlijeko u prahu (proteini 32,3 %, šećeri 51,3 %, masti 1,2 %) nabavljeno je iz firme Dukat d.d., a sirutka u prahu iz firme Zdenka.

Metode

Priprema salatne majoneze

Svi ispitivani uzorci salatne majoneze s dodatkom pulpe manga korišteni za ispitivanje reoloških svojstava pripremljeni su na tradicionalan način, bez upotrebe konzervansa, pri sobnoj temperaturi u količini 200 g za pojedini uzorak. Korištenjem voćne pulpe manga (5 %) kod izrade salatne majoneze željela se postići blaga voćna aroma, okus i boja proizvoda koji bi bio zanimljiv potrošačima. Kontrolni uzorak salatne majoneze pripremljen je sa 65 % uljnom fazom koju čini rafinirano suncokretovo ulje linolnog tipa. U suncokretovom ulju dominira esencijalna linolna masna kiselina (do 75 %) koja daje biološku aktivnost majonezi te alfa tokoferol kao prirodni antioksidans koji štiti ovo ulje od oksidacijskog kvarenja (Dimić, 2005.). U Tablici 1. Prikazana je osnovna receptura za pripremu salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. Ostali uzorci majoneze rađeni su s različitim sastojcima čiji je utjecaj ispitivan na promjenu reoloških svojstava.

Za proizvodnju salatne majoneze korišten je laboratorijski homogenizator s rotor/stator sustavom, model D-500 (Wiggenhauser, Njemačka-Malezija) s područjem brzine rotacije rotora (10000 – 30000 °/min.). Kod izrade salatne majoneze primijenjen je sustav rotor/stator Tip 2, a čine ga rotor oznake ER30 i stator oznake S30F. Uzorci su pripremljeni na isti način tako da se u izvagane sastojke dodaje 1/2 suncokretovog ulja, zatim žumanjak jajeta, ocat, voda i ostali sastojci uz voćnu komponentu pulpe manga, uključujući se homogenizator i polagano dodaju preostali dio suncokretovog ulja, a zatim homogenizira do 3 min kod brzine rotora 10000 °/min.

Uzorci su pripremljeni na isti način tako da se u izvagane sastojke dodaje 1/2 suncokretovog ulja, zatim žumanjak jajeta, ocat, voda i ostali sastojci uz voćnu komponentu pulpu manga, uključujući se homogenizator i polagano dodaju preostali dio suncokretovog ulja, a zatim homogenizira do 3 min kod brzine rotora 10000 °/min. Priprema uzoraka salatne majoneze napravljena je pri sobnoj temperaturi svih sastojaka, a nakon izrade provedeno je mjerenje reoloških svojstava. Svi uzorci su pripremljeni na isti način, samo su se mijenjali pojedini sastojci ovisno o recepturi uzorka salatne majoneze te uvjetima procesa homogenizacije.

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

Tablica 1. Osnovna receptura za pripremu salatne majoneze (kontrolni uzorak)
Table 1. The basic recipe for the preparation of salad mayonnaise (control sample)

Sastojci	Udio (%)	Masa (g)
Rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip)	65	130
Svježi žumanjak jajeta	6	12
Voćna pulpa manga	5	10
Maltodekstrin	4	8
Alkoholni ocat	4	8
Morska sol	1	2
Senf	1	2
Vinska kiselina	0,1	0,2
Sirutka u prahu	3	6
Destilirana voda	10,9	21,8
Ukupno:	100	200

Reološka svojstva

Mjerenje reoloških svojstava uzoraka salatne majoneze s dodatkom pulpe manga provedeno je rotacijskim viskozimetrom, model Rheomat 15T (Švicarska), primjenom koncentričnih cilindara. Ispitivanje reoloških svojstava svježe pripremljenih uzoraka provedeno je pri sobnoj temperaturi od 25 °C. Održavanje konstantne temperature uzorka majoneze tijekom mjerenja viskozimetrom postignuto je primjenom termostata modela TC-501P, firme Brookfield. Mjerenjem reoloških svojstava salatne majoneze praćena je ovisnost smičnog naprezanja (τ) o brzini smicanja (D) pri brzini smicanja od 2,18 s⁻¹ do 137,1 s⁻¹ kod uzlaznog mjerenja i od 137,1 s⁻¹ do 2,18 s⁻¹ kod povratnog mjerenja. Na osnovi ove ovisnosti određen je tip tekućine te je utvrđeno da su svi ispitivani uzorci majoneze imali nenevtonovska svojstva te pripadaju pseudoplastičnom tipu tekućina. Izračunate vrijednosti reoloških parametara koeficijenta konzistencije (k) i indeksa tečenja (n) dobivene su pomoću programa Microsoft Exel, uz primjenu metode linearne regresije.

Za izračun reoloških parametara koeficijenta konzistencije (k) i indeksa tečenja (n) primijenjen je Ostwald-Reinerov „stupnjeviti zakon“:

$$\tau = k \cdot D^n \quad (1)$$

Gdje je:

τ - smično naprezanje (Pa)

D - brzina smicanja (s⁻¹)

k - koeficijent konzistencije (Pa·s ^{n})

n - indeks tečenja

Izračunavanje prividne viskoznosti (μ) uzoraka salatne majoneze s dodatkom pulpe manga provedeno je primjenom izraza:

$$\mu = k \cdot D^{n-1} \quad (2)$$

REZULTATI I RASPRAVA

Reološko ponašanje majoneze u kombinaciji s voćnom pulpom danas je predmet istraživanja raznih autora. Tako Izidoro i sur. (2008) prikazuju utjecaj dodatka pulpe zelene banane na reološko ponašanje i kemijske karakteristike majoneze te utvrđuju da ona značajno utječe na porast prividne viskoznosti. Rezultati ispitivanja utjecaja sastojaka (ugljikohidrata, mliječna komponenta, žumanjak jajeta) na reološka svojstva salatne majoneze sa 65 %-tnom uljnom fazom s dodatkom pulpe manga prikazani su u Tablicama 2-4. U Tablici 2 vidljivi su rezultati ispitivanja utjecaja vrste ugljikohidrata (glukoza, saharoza, maltodekstrin) na promjenu reoloških parametara salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. Pojedini istraživači (Mun, 2009; James, 1998) izvještavaju da ugljikohidrati kao što su modificirani škrob, inulin i dr. doprinose stabilizaciji emulzije ulje-voda te porastu prividne viskoznosti i konzistencije majoneze. Salatna majoneza proizvedena s glukozom (monosaharid) ima vrijednost prividne viskoznosti (μ) 1,0842 (Pas) kod brzine smicanja 137,1 (s^{-1}), konzistenciju prikazanu preko koeficijenta konzistencije (k) 36,21 (Pas^n) te indeks tečenja (n) 0,287. Primjenom saharoze (disaharid) kod izrade salatne majoneze proizvedena je emulzija s najmanjom prividnom viskoznošću (1,0381 Pas) i koeficijentom konzistencije (32,36 Pas^n) te indeksom tečenja (0,301). Korištenjem maltodekstrina napravljena je salatna majoneza s većom viskoznošću (1,2566 Pas) i konzistencijom (37,11 Pas^n) u odnosu na glukozu i saharozu.

Rezultati ispitivanja utjecaja mliječne komponente (sirutka u prahu, punomasno mlijeko u prahu, obrano mlijeko u prahu) na reološka svojstva izražena reološkim parametrima salatne majoneze s dodatkom pulpe manga vidljivi su u Tablici 3. Primjenom punomasnog mlijeka u prahu izrađena je salatna majoneza s većom prividnom viskoznošću (1,3791 Pas) i većim koeficijentom konzistencije (41,74 $Pa.s^n$), a najmanjim indeksom tečenja (0,307) u odnosu na primjenu sirutke u prahu i obranog mlijeka u prahu. Dybowska (2008) utvrđuje da proteini mlijeka stabiliziraju emulziju ulje-voda što se odražava i na stabilnost ovih proizvoda tipa emulzije ulje-voda.

Tablica 2. Utjecaj vrste ugljikohidrata na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga (sustav homogenizacije: rotor ER 30, stator S 30F), mjerene pri 25 °C

Table 2. The influence of carbohydrate types on the rheological parameters of salad mayonnaise with addition of mango pulp (homogenization system: rotor ER 30, stator S 30F), measured at 25 °C

Uzorak	τ pri 137,1 s^{-1} (Pas)*	k (Pas ⁿ)	n	R ²
Glukoza	1,0842	36,21	0,287	0,99231
Saharoza	1,0381	32,36	0,301	0,97913
Maltodekstrin	1,2566	37,11	0,312	0,99659

τ - prividna viskoznost pri brzini smicanja 137,1 s^{-1} (Pas)

k – koeficijent konzistencije (Pasⁿ)

n – indeks tečenja

R² – koeficijent determinacije

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

Salatna majoneza izrađena sa sirutkom u prahu imala je najniže vrijednosti prividne viskoznosti (1,2566 Pas). Liu i sur. (2007) utvrđuju da proteini sirutke koji se mogu dodavati kao zamjena za jedan dio uljne faze emulzije utječu na reološka svojstva, teksturu i senzorska svojstva lagane majoneze. Primjenom obranog mlijeka u prahu dobivena je salatna majoneza s većom viskoznošću u odnosu na korištenje sirutke u prahu, a manju od punomasnog mlijeka u prahu.

Tablica 3. Utjecaj mliječne komponente na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga (sustav homogenizacije: rotor ER 30, stator S 30F), mjerene pri 25 °C

Table 3. The influence of milk components on the rheological parameters of salad mayonnaise with addition of mango pulp (homogenization system: rotor ER 30, stator S 30F), measured at 25 °C

Uzorak	τ pri 137,1 s ⁻¹ (Pas)	k (Pas ⁿ)	n	R ²
Sirutka u prahu	1,2566	37,11	0,312	0,99659
Punomasno mlijeko u prahu	1,3791	41,74	0,307	0,98602
Obrano mlijeko u prahu	1,3531	35,86	0,334	0,99300

U Tablici 4 vidljivi su rezultati ispitivanja utjecaja žumanjka kokošjeg jajeta (svježi, pasterizirani, cijelo jaje u prahu) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. U industriji kod proizvodnje salatne majoneze koristi se pasterizirani žumanjak kako bi se izbjegla moguća mikrobiološka kontaminacija. Ova salatna majoneza izrađena sa svježim žumanjkom jajeta imala je veću prividnu viskoznost (2,6462 Pa.s) i koeficijent konzistencije (38,48 Pa.sⁿ) te manji indeks tečenja (0,293) u odnosu na primjenu pasteriziranog žumanjka. Guilmineau i Kulozik (2007) ukazuju na pojavu da termičko tretiranje utječe na funkcionalna svojstva žumanjka kokošjeg jajeta kod izrade majoneze. Ibanoglu i Ercelebi (2007) te Kiosseoglou (2003) izvješćuju da termička denaturacija proteina žumanjka jajeta utječe na emulgirajuća svojstva kod izrade emulzija tipa ulje-voda. Proizvodnjom salatne majoneze s cijelim jajetom u prahu dobivena je znatno veća viskoznost i konzistencija emulzije što se objašnjava pojavom koaguliranja proteina iz žumanjka i bjelanjka tijekom dehidratacije jajeta.

Tablica 4. Utjecaj žumanjka jajeta na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga (sustav homogenizacije: rotor ER 30, stator S 30F), mjerene pri 25 °C

Table 4. The influence of egg yolk on the rheological parameters of salad mayonnaise with addition of mango pulp (homogenization system: rotor ER 30, stator S 30F), measured at 25 °C

Uzorak	τ pri 44,1 s ⁻¹ (Pas)	k (Pas ⁿ)	N	R ²
Svježi žumanjak jajeta	2,6462	38,48	0,293	0,99761
Pasterizirani žumanjak	1,5706	22,84	0,313	0,97888
Cijelo jaje u prahu	5,9121	121,34	0,202	0,98813

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

U Tablicama 5-7 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. U Tablici 5. 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 °C.

Tablica 5. Utjecaj brzine rotora tijekom 3 min homogenizacije na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga (sustav rotor-stator: Tip 2), mjerene pri 25 °C

Table 5. The influence of rotor speed during 3 min homogenization on rheological parameters of salad mayonnaise with addition of mango pulp (rotor-stator system: Type 2), measured at 25 °C

Uzorak	τ pri 77,92 s ⁻¹ (Pa.s)	k (Pa.s ⁿ)	n	R ²
10 000 °/min	2,6013	66,55	0,2557	0,99797
12 000 °/min	2,6752	76,78	0,2293	0,99537
15 000 °/min	3,4826	87,29	0,2604	0,98526

Dobiveni rezultati pokazuju da se izradom majoneze s dodatkom pulpe manga, kod brzine rotora homogenizatora 10 000 °/min, proizvela majoneza s prividnom viskoznošću (μ) 2,6013 (Pa.s) i konzistencija izražena koeficijentom konzistencije (k) 66,55 (Pa.sⁿ) te indeks tečenja (n) 0,2557. Primjenom veće brzine rotacije rotora 12 000 °/min proizvedena je majoneza s većom prividnom viskoznošću 2,6752 (Pa.s) i koeficijentom konzistencije 76,78 (Pa.sⁿ) te manjim indeksom tečenja 0,2293. Daljnjim porastom brzine rotora homogenizatora na 15 000 °/min tijekom proizvodnje ove majoneze, došlo je do stvaranja takve emulzije ulje/voda koja ima još veću prividnu viskoznošću (3,4826 Pa.s) i veći koeficijent konzistencije (87,29 Pa.sⁿ) u odnosu na primjenu 12 000 °/min. Ova pojava se događa jer je primjenom veće brzine rotora došlo do stvaranja većeg broja kapljica ulja manjeg promjera, a to rezultira porastom viskoznošću i konzistencije ove emulzije.

U Tablici 6 prikazan je utjecaj vremena trajanja homogenizacije (1, 2, 3 min), kod brzine rotora 10 000 °/min, primjenom sustava rotor/stator Tip 2, na reološka svojstva izražena reološkim parametrima salatne majoneze s dodatkom pulpe manga. Dobiveni rezultati pokazuju da se homogenizacijom tijekom 1 min dobiju parametri: prividna viskoznošću (μ) 1,2756 (Pa.s) kod brzine smicanja 137,1 s⁻¹, koeficijent konzistencije (k) 51,64 (Pa.sⁿ) te indeks tečenja (n) 0,2479. Produženjem vremena trajanja homogenizacije tijekom izrade salatne majoneze s 1 min na 2 min, dobiva se emulzija veće prividne viskoznošću 1,6148 (Pa.s) i većeg koeficijenta konzistencije 59,39 (Pa.sⁿ). Daljnjim porastom vremena izrade majoneze na 3 min, došlo je do ponovnog porasta prividne viskoznošću 1,7082 (Pa.s) i koeficijenta konzistencije 66,55 (Pa.sⁿ) te smanjenja indeksa tečenja 0,2557.

Rezultati ispitivanja primjene različitog sustava rotor/stator (Tip 1, Tip 2) na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, kod brzine rotora 10 000 °/min i vremenu trajanja homogenizacije 3 min, prikazani su u Tablici 7. 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

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

66,55 (Pa.sⁿ), a manjim indeksom tečenja 0,2557 u odnosu na primjenu sustava rotor/stator Tip 1 (rotor oznake SR20 i stator oznake S20C).

Tablica 6. Utjecaj vremena homogenizacije, kod brzine rotora 10 000 °/min, na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga (sustav rotor-stator Tip 2), mjerene pri 25 °C

Table 6. The influence of homogenization time at rotor speed 10.000 rpm on rheological parameters of salad mayonnaise with addition of mango pulp (rotor-stator system: Type 2), measured at 25 °C

Uzorak	τ pri 137,1 s ⁻¹ (Pa.s)	k (Pa.s ⁿ)	n	R ²
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

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.

Tablica 7. Utjecaj tipa sustava homogenizacije rotor-stator, kod brzine rotora 10 000 °/min i vremena 3 min, na reološke parametre salatne majoneze s dodatkom pulpe manga, mjerene pri 25 °C

Table 7. The influence of rotor-stator homogenization system type at rotor speed 10.000 rpm and time 3 min, on rheological parameters of salad mayonnaise with addition of mango pulp, measured at 25 °C

Uzorak	τ pri 137,1 s ⁻¹ (Pa.s)	k (Pa.s ⁿ)	n	R ²
Tip 1	1,0196	36,07	0,2753	0,98396
Tip 2	1,7082	66,55	0,2557	0,99797

Tip 1 (rotor SR 20, stator S 20C), Tip 2 (rotor ER 30, stator S 30F)

ZAKLJUČCI

Ispitivanjem utjecaja procesa homogenizacije i sastojaka na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom pulpe manga može se zaključiti da salatna majoneza pripada newtonskim tekućinama pseudoplastičnog tipa. Korištenjem voćne komponente pulpe manga postigao se blago voćni okus salatne majoneze. Rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip) u uljnoj fazi osigurava oksidacijsku stabilnost i povećava biološku aktivnost salatne majoneze. Najprikladnija receptura majoneze u pogledu veće viskoznosti i konzistencije, a manjeg indeksa tečenja, ostvarena je primjenom

punomasnog mlijeka u prahu, maltodekstrina i cijelog jajeta u prahu. Također, veća viskoznost i konzistencija salatne majoneze ostvarena je izradom kod brzine rotora 15 000 o/min tijekom tri minute homogenizacije i primjenom sustava rotor-stator Tip 2.

LITERATURA

- Abu-Jdayil, B. (2003): Modelling the time-dependent rheological behavior of semisolid foodstuffs, *J. Food Eng.* 57, 97-102.
- Akhtar, M., Stenzel, J., Murray, B.S., Dickinson, E. (2005): Factors affecting the perception of creaminess of oil-in-water emulsions, *Food Hydrocolloids* 19, 521-526.
- Castellani, O., Belhomme, C., David-Briand, E., Guerin-Dubiard, C., Anton, M. (2006): Oil-in-water emulsion properties and interfacial characteristics of hen egg yolk phospholipids, *Food Hydro.* 20, 35-43.
- Dimić, E., Turkulov, J. (2000): Kontrola kvalitete u tehnologiji jestivih ulja, Novi Sad, str. 111-116.
- Dimić, E. (2005): Hladno ceđena ulja, Tehnološki fakultet, Novi Sad, str. 53-111.
- Dybowska, B.E. (2008): Properties of milk protein concentrate stabilized oil-in-water emulsions, *J. Food Eng.* 88, 507-513.
- Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo (1999): 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 i masti. Narodne novine 39/99.
- Franco, J.M., Guerrero, A., Gallegos, C. (1995): Rheology and processing of salad dressing emulsions, *Rheologica Acta* 34, (6), 513-524.
- Guilmineau, F., Kulozik, U. (2007): Influence of a thermal treatment on the functionality of hens egg yolk in mayonnaise, *J. Food Eng.* 78, 648-654.
- Hasenhuettl, G.L., Hartel, R.W. (2008): Food emulsifiers and their applications. Springer Science, USA, XIV pp. 233-255, 349-389.
- Ibanoglu, E., Ercelebi, E.A. (2007): Thermal denaturation and functional properties of egg protein in the presence of hydrocolloid gums, *Food Chemistry* 101 (2), 626-633.
- Izidoro, D.R., Scheer, A.P., Sierakowski, M-R., Haminiuk, C.W.I. (2008): Influence of green banana pulp on the rheological behaviour and chemical characteristics of emulsions (mayonnaises), *LWT* 41, 1018-1028.
- James, S.M. (1998): Method for Producing Fat-Free and Low-Fat Viscous Dressings Using Inulin, U.S. Patent 5721004.
- Juszczak, L., Fortuna, T., Kosla, A. (2003): Sensory and rheological properties of Polish commercial mayonnaise, *Nahrung/Food* 47, 232-235.
- Kiosseoglou, V. (2003): Egg yolk protein gels and emulsions, *Curr. Opin. Coll. Inter. Sci.* 8, 365-370.
- Laca, A., Saenz, M.C., Paredes, B., Diaz, M. (2010): Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent, *J. Food Eng.* 97, 243-252.
- Liu, H., Xu, X.M., Guo, Sh.D. (2007): Rheological, texture and sensory properties of low-fat mayonnaise with different fat mimetics, *LWT* 40, 946-954.

**Topic: Production of safe food and food with added nutritional value/
Sekcija: Proizvodnja zdravstveno sigurne i nutritivno vrijedne hrane**

- Mancini, F., Montanari L., Peressini D., Fantozzi P. (2002): Influence of alginate concentration and molecular weight on functional properties of mayonnaise, *LWT-Food Sci. Techn.*, 168-177.
- McClements, D.J., Demetriades, K. (1998): An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions, *Critical Reviews in Food Sci. Nutrition*, 38, 511-536.
- Mezger, T.G. (2002): The rheology handbook. Vincentz, Hannover, Germany.
- Mun, S., Kim, Y.L., Kang, C.G., Park, K.H., Shim, J.Y., Kim, Y.R. (2009): Development of Reduced Fat Mayonnaise Using 4aGTase-Modified Rice Starch and Xanthan Gum, *Intern. J. Biolog. Macromol.* 44 (5), 400-407.
- Munizaga, G.T., Barbosa, G.V. (2005): Rheology for the food industry, *J. Food Eng.* 67, 147-156.
- Ruiling, S., Shuangqun, L., Jilin, D. (2011): Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise, *Food Chem.* 126, 65-71.
- Štern, P., Valentova, H., Pokorny, J. (2001): Rheological properties and sensory texture of mayonnaise, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 103, 23-28.
- Wendin, K., Hall, G. (2001): Influences of fat, thickener and emulsifier contents on salad dressing: static and dynamic sensory and rheological analyses, *Lebensm.-Wiss. Technol.* 34, 222-233.
- Wendin, K., Risberg Ellekjar, M., Solheim, R. (1999): Fat Content and Homogenization Effects on Flavour and Texture of Mayonnaise with Added Aroma, *Lebensm.-Wiss. Technol.* 32, 377-383.
- Xiong, R., Xie, G., Edmondson, A.S. (2000): Modelling the pH of mayonnaise by the ratio of egg to vinegar, *Food Control* 11, 49-56.

**THE INFLUENCE OF HOMOGENISATION AND INGREDIENTS ON THE
RHEOLOGICAL PROPERTIES OF SALAD MAYONNAISE WITH THE ADDITION OF
MANGO PULP**

Tihomir Moslavac*, Drago Šubarić, Sofija Petrić¹, Tihana Zloša¹

*Josip Juraj Strossmayera University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska, *tihomir.moslavac@ptfos.hr*

¹student, Josip Juraj Strossmayera University of Osijek, Faculty of Food Technology Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek, Hrvatska

The rheological properties of mayonnaise are very important for the choice of formula, process conditions and quality control. In this paper, the influence of homogenization process and ingredients on the rheological properties of salad mayonnaise with the addition of mango pulp was examined. The tested ingredients were carbohydrate (glucose, sucrose, maltodextrin), egg yolk (fresh, pasteurized, whole egg powder) and milk component (whole milk powder, skimmed milk powder, whey powder). The homogenization process of mayonnaise was carried out using a rotor-stator system Type 1 and Type 2 at a rotor speed 10000 rpm for a period of three minutes. The rheological measurements were performed on a rotating viscometer with concentric cylinders at 25 °C, and the rheological parameters, apparent viscosity, consistency coefficient and flow behaviour index have been calculated. The results show that the homogenization process and ingredients (milk component, types of carbohydrates and egg yolk) influence the rheological properties of salad mayonnaise with the addition of mango pulp. The higher apparent viscosity and consistency of mayonnaise was achieved with the addition of maltodextrin, whole milk powder and whole egg powder and homogenization at a rotor speed of 15.000 rpm for 3 minutes.

Keywords: rheological properties, salad mayonnaise, mango pulp, ingredients, homogenization process