

ORIGINALNI ZNAKSTVENI RAD

Reološke karakteristike salatne majoneze s dodatkom kaše maline

Tihomir Moslavac^{1*}, Matea Liška¹, Karlo Dudaš², Štefica Grgić³, Katarina Matijašević³

Sažetak

Reologija hrane je proučavanje konzistencije i protoka hrane pod utjecajem određenih primijenjenih sila, s ciljem razumijevanja temeljnih fizikalno-kemijskih principa „strukturiranja“ prehrambenih materijala i njihove interakcije. Majoneza kao proizvod, emulzija ulje/voda je zanimljiv svim uzrastima potrošača. Reološka svojstva majoneze su od velikog značaja radi postizanja određenih svojstava hrane i radi vođenja procesa proizvodnje hrane. U ovom radu istraživana je utjecaj pojedinih sastojaka (ugljikohidrati, mliječna komponenta, proteini soje, žumanjak kokošnjeg jajeta, kaša maline) na reološka svojstva salatne majoneze. Mehanički proces homogenizacije majoneze proveden je kod 10000 o/min u vremenu 3 minute. Za izradu salatne majoneze korišteni su ugljikohidrati (glukoza, saharoza, maltodekstrin), mliječna komponenta (punomasno mlijeko u prahu, proteini sirutke u prahu, kazein u prahu), žumanjak jajeta (svježi, pasterizirani) i kaša maline. Mjerenja reoloških svojstava salatne majoneze s dodatkom kaše maline provedena su na rotacijskom viskozimetru s koncentričnim cilindrima pri temperaturi od 25 °C. Iz dobivenih podataka izračunati su reološki parametri prividna viskoznost, koeficijent konzistencije i indeks tečenja majoneza. Navedeni rezultati ukazuju na to da salatna majoneza koja je izrađena s kazeinom ima veću viskoznost u odnosu na druge mliječne komponente. Primjenom biljnog proteina (proteini soje) ostvarena je podjednaka viskoznost i konzistencija salatne majoneze kao i s punomasnim mlijekom u prahu. Dodatkom maltodekstrina postignuta je veća vrijednost prividne viskoznosti i konzistencije u odnosu na glukozu i saharozu. Korištenjem svježeg žumanjka jajeta ostvaruje se manja prividna viskoznost i konzistencija u odnosu na pasterizirani žumanjak. Dodatkom hladno prešanog makovog ulja u uljnu fazu salatne majoneze povećao se udio polinezasićenih masnih kiselina (PUFA), a smanjio udio zasićenih (SFA).

Ključne riječi: salatna majoneza, kaša maline, reološka svojstva, sastav, makovo ulje

Uvod

Sastojci hrane putem fizičkih, kemijskih i bioloških promjena tijekom obrade i skladištenja utječu na teksturu proizvoda. Majoneza je jedan od

najkorištenijih umaka na svijetu, poželjan je među mladima i često se koristi kao namaz za sendvič (Cristina, 2005.). Organoleptička svojstva majone-

¹ Prof. dr. sc. Tihomir Moslavac, Matea Liška; student Prehrambeno-tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Hrvatska

² Karlo Dudaš, dipl. ing., Tvornica ulja Čepin, Čepin, Hrvatska

³ Štefica Grgić, dipl. ing., Katarina Matijašević, dipl. ing.; Hrvatski veterinarski institut, Veterinarski zavod Vinkovci, Josipa Kozarca 24, 32100 Vinkovci, Hrvatska

* Autor za korespondenciju: Tihomir.Moslavac@ptfos.hr

ze (okus, boja, miris) značajno utječu na percepciju i prihvaćanje potrošača. Boja majoneze je svijetlo žuta ili bijela, što ovisi o prisutnosti/odsutnosti žumanjka jajeta. To je proizvod raznolike konzistencije, predstavlja polu-čvrstu emulziju tipa ulje/voda, a formuliran je emulgiranjem jestivog biljnog ulja sa žumanjkom jajeta, octom, ugljikohidratom, senfom i raznim začinima (Singla i sur., 2013.; Raikos i sur., 2016.). Istraživači McClements i Demetriades (1998.) prikazuju na to da jestivo biljno ulje kao osnovni sastojak majoneze ima važnu ulogu u stvaranju ovog tipa emulzije ulje/voda, doprinosi teksturi, boji, okusu, a naročito oksidacijskoj stabilnosti. Uljna faza, tj. udio i vrsta ulja u majonezi, ima značajan učinak na reološka svojstva ovih proizvoda. Štern i sur. (2007.) u svom istraživanju pokazuju kako je izražen utjecaj udjela ulja na viskoznost majoneze opaženu u ustima i na mazivost proizvoda. Kostyra i Barylko-Pikielna (2007.) utvrđuju da se u proizvodnji majoneze korištenjem različitih vrsta biljnih ulja postiže željeni sastav masnih kiselina i tokoferola u uljnoj fazi, koji imaju funkciju prirodnih antioksidanasa te se mogu poboljšati prehrambena i senzorska svojstva majoneze. Važan sastojak ovog proizvoda je žumanjak jajeta (Hasenhuettl i Hartel, 2008.; Narsimhan i Wang, 2008.). Stabilizacija majoneze postiže se žumanjkom koji sadrži različite sastojke poput lecitina (fosfolipid) i proteina (livetin, lipovitellin i lipovitellin). Huang i sur. (2016.) pokazuju da je hidrofobna interakcija s kapljicama uljne faze ostvarena uz pomoć sastojaka žumanjka. Ako se ispravno odaberu sastojci i parametri proizvodnje (količina žumanjka, biljnog ulja, omjera ulja i vodene faze, postupak homogenizacije i kvalitete vode), tada će emulzija majoneze biti stabilna (Gorji i sur., 2016.). Korišteni žumanjak jajeta u proizvodnji majoneze ima funkciju emulgatora, ali daje i željeni okus i boju (Baldwin, 1990.; Mine, 1998.). Emulgirajući kapacitet žumanjka jajeta uglavnom je određen zbog prisutnosti fosfolipida, lipoproteina visoke gustoće i niske gustoće. McClements i Decker (2000.) te De Leonardis i sur. (2022.) prikazuju da ocat, sol, šećer, senf i drugi sastojci koji se dodaju majonezi utječu na formiranje okusa, ali su važni i za fizičku stabilnost emulzije. Dodatkom luteina, fikocijanina i drugih spojeva (Batista i sur., 2006.), procesirane cikle (Raikos i sur., 2016.) te voćne komponente, postiže se oksidacijska stabilnost te specifičan okus i boja majoneze koja potiče zanimanje potrošača prema novim okusima i novim proizvodima. Općenito određiva-

nje reoloških svojstava hrane jedan su od značajnih čimbenika njegove kvalitete (Mezger, 2002.), pa tako i proizvoda tipa emulzije ulje/voda (majoneze, umaci) (Rukke i Schuller, 2019.; Štern i sur., 2008.). Poznavanje reoloških svojstava ovih proizvoda važno je kod kreiranja određene viskoznosti i konzistencije majoneze (Štern i sur., 2001.), ali i u kontroli kvalitete tijekom proizvodnje, skladištenja i transporta (Juszczak i sur., 2003.). Wendin i Hall (2001.) potvrđuju da su reološka svojstva majoneze određena udjelom i sastavom uljne faze, prisutnošću emulgatora, stabilizatora i ugušćivača. Kvaliteta ovih proizvoda, njihova stabilnost, konzistencija i viskoznost ovise o procesu homogeniziranja (Wendin i sur., 1999.), raspršenosti kapljica ulja u vodenoj fazi emulzije, žumanjku jajeta (Guilmineau i Kulozik, 2007.; Xiong i sur., 2000; Laca i sur., 2010.), vrsti ugljikohidrata (Ruiling i sur., 2011.) te udjelu i vrsti mliječne komponente (Dybowska, 2008.). Istraživači Kiosseoglou (2003.) i Castellani i sur. (2006.) navode da su u proizvodima ovog tipa emulzija kapljice ulja mehaničkim postupkom dispergirane u vodenoj fazi octa te se djelovanjem prirodnog emulgatora iz žumanjka jajeta postiže veća stabilizacija cijelog sustava. Tijekom proizvodnje emulzije tipa ulje/voda važnu ulogu imaju procesni parametri homogenizacije (brzina rotora, vrijeme trajanja) te izbor sustava rotor/stator, kojim se preferira formiranje kapljica uljne faze manjeg promjera, što doprinosi većoj stabilnosti proizvoda. Danas se reološka svojstva i ponašanje majoneze neprestano istražuje s obzirom na to da na prihvatljivost potrošača utječu sastavom, konzistencijom, okusom, bojom, ali i primjenom na salate (Franco i sur., 1995.; Akhtar i sur., 2005.; Abu-Jdayil, 2003.; Gaikwad i sur., 2019.).

U ovom radu istraživana je utjecaj sastava (mliječna komponenta, biljni proteini, vrsta ugljikohidrata, žumanjak jajeta, makovo ulje) na reološke karakteristike (svojstva) salatne majoneze s kašom maline kod konstantnih procesnih parametara homogenizacije (brzina rotora, vrijeme trajanja izrade majoneze) i temperature mjerenja 25 °C.

Materijal i metode

Materijali korišteni za izradu salatne majoneze s dodatkom kaše maline su:

- Uljna faza (rafinirano suncokretovo ulje, hladno prešano makovo ulje),
- Žumanjak jajeta kokoši (svježi, pasterizirani),

- Ugljikohidrati (glukoza, saharoza, maltodekstrin),
- Jabučni ocat,
- Morska sol,
- Senf,
- Mliječna komponenta (punomasno mlijeko u prahu, proteini sirutke u prahu, kazein u prahu),
- Proteini soje u prahu,
- Vinska kiselina,
- Destilirana voda,
- Kaša maline.

Uljnu fazu salatne majoneze čini rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip), koje je dobiveno iz Tvornice ulja Čepin i hladno prešano makovo ulje proizvedeno u Laboratoriju za tehnologiju ulja i masti (PTF, Osijek). Žumanjak jajeta kokoši nabavljen je od privatnog dobavljača te je priređen kao svježi i pasterizirani. Za mliječnu komponentu korišteni su punomasno mlijeko u prahu (proteini 26,3 %, šećeri 39,8 %, masti 26 %), koji su nabavljeni iz firme Dukat d.d., proteini sirutke u prahu (proteini 82 %, masti 7,5 %, ugljikohidrati 4 %, sol 0,5 %) iz firme Impact whey protein u Engleskoj te kazein u prahu (Alfa Aesar, Njemačka). Korišteni su i biljni proteini soje u prahu („Dr. Ritter“, Njemačka). Ugljikohidrat maltodekstrin (ugljikohidrati 95 %, natrij 15 mg) nabavljen je iz firme Polleo Adria d.o.o., glukoza (Kemika d.d.) i saharoza (Hrvatska industrija šećera d. d.). Jabučni ocat, morska sol i

senf nabavljeni su u lokalnoj trgovini. Vinska kiselina nabavljena je od firme Alkaloid iz Skoplja, a dodaje se kao regulator kiselosti majoneze.

Priprema kaše maline

Uz pomoć štapnog miksera, proizvođača Simpex professional, plodovi se maline usitnjavaju i napravi se kaša koja se koristi za izradu uzorka salatne majoneze.

Priprema salatne majoneze

Uzorci salatne majoneze pripremljeni su u laboratorijskim uvjetima, pri sobnoj temperaturi u količini od 200 g za pojedini uzorak. Proizvodnja salatne majoneze provedena je s laboratorijskim homogenizatorom, model D-500 (Wiggenhauser, Njemačka-Malezija) s rasponom brzine rotora od 10000 do 30000 o/min. Kod izrade majoneze korišten je rotor/stator sustav (rotor ER30, stator S30F). Standardni (kontrolni) uzorak salatne majoneze s kašom maline pripremljen je sa 70 % uljnom fazom koju čini rafinirano suncokretovo ulje i hladno prešano makovo ulje te navedenim ostalim sastojcima (Tablica 1). Uzorci su pripremljeni tako da se prethodno izvažu potrebni sastojci te se dodaje 1/2 suncokretovog ulja, zatim svježi žumanjak jajeta, proteini sirutke u prahu, jabučni ocat, voda, kaša maline i ostali sastojci, uključujući se homogenizator te polagano dodaje preostali dio ulja (suncokretovo i makovo) i homogenizira tijekom 3 min na uzorku mase od 200 g kod konstantne brzine rotora

Tablica 1. Osnovna receptura za pripremu salatne majoneze s dodatkom kaše maline (kontrolni uzorak)
Table 1 Basic recipe for the preparation of salad mayonnaise with the addition of raspberry puree (control sample)

| Sastojci / Ingredients | Uzorak / Sample | |
|--|------------------|-----------------|
| | Udio / Share (%) | Masa / Mass (g) |
| Suncokretovo ulje / Sunflower oil | 60 | 120 |
| Makovo ulje/Poppy seed oil | 10 | 20 |
| Saharoza/Sucrose | 3 | 6 |
| Svježi žumanjak jajeta/Fresh egg yolk | 7 | 14 |
| Proteini sirutke u prahu/Whey protein powder | 1,5 | 3 |
| Jabučni ocat/Apple cider vinegar | 3 | 6 |
| Morska sol/Sea salt | 1 | 2 |
| Senf/Mustard | 1 | 2 |
| Vinska kiselina/Tartaric acid | 0,1 | 0,2 |
| Destilirana voda/Distilled water | 8,4 | 16,8 |
| Kaša maline / Raspberry puree | 5 | 10 |
| Ukupno / Total | 100 | 200 |

10000 o/min. Priprema uzoraka salatne majoneze napravljena je pri sobnoj temperaturi svih sastojaka, a nakon izrade provedeno je mjerenje reoloških karakteristika (svojstava). Ostali uzorci salatne majoneze s kašom maline kod ispitivanja utjecaja sastava na promjenu reoloških svojstava pripremljeni su na isti način (10000 o/min, 3 min), samo što su se mijenjali pojedini sastojci (pasterizirani žumanjak, glukoza, maltodekstrin, punomasno mlijeko u prahu, kazein u prahu, proteini soje u prahu) ovisno od recepture pojedinog uzorka.

Reološka svojstva

Mjerenje reoloških svojstava na svježe pripremljenim uzorcima salatne majoneze s kašom maline provedeno je na rotacijskom viskozimetru, model DV-III+ Digital Rheometer-Brookfield Engineering Laboratories (SAD), primjenom koncentričnih cilindara tipa SC4-28 i SC4-29 pri sobnoj temperaturi od 25 °C. Viskozimetar je povezan s računalom, opremljenim s programom Rheocalc 3.2, koje upravlja mjerenjem reoloških svojstava te provodi obradu izmjerenih podataka. Održavanje konstantne temperature uzoraka tijekom mjerenja postignuto je primjenom termostata model TC-501P, firme Brookfield. Mjerenjem je ispitivana ovisnost smičnog napreznja (τ) o brzini smicanja (D) u periodu brzine smicanja 2,18 - 137,1 s⁻¹ (uzlazno mjerenje) i 137,1 - 2,18 s⁻¹ (povratno mjerenje). Iz ovako dobivenih eksperimentalnih vrijednosti određen je tip tekućine gdje je utvrđeno da su svi ispitivani uzorci salatne majoneze s kašom maline imali ne-Newtonovska svojstva, te pripadaju pseudoplastičnom tipu tekućina. Izračunate vrijednosti reoloških parametara koeficijenta konzistencije (k) i indeksa tečenja (n) dobivene su pomoću programa Microsoft Excel, uz primjenu metode linearne regresije.

Za izračun reoloških parametara koeficijenta konzistencije i indeksa tečenja primijenjen je Ostwald-Reinerov „stupnjevitost zakon“:

$$\tau = k \cdot D^n$$

τ - smično napreznje (Pa)
 D - brzina smicanja (s⁻¹)
 k - koeficijent konzistencije (Pa·sⁿ)
 n - indeks tečenja (-)

Izračunavanje parametra prividne viskoznosti uzoraka salatne majoneze s kašom maline provedeno je primjenom izraza:

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

μ - prividna viskoznost (Pa·s)

Određivanje sastava masnih kiselina

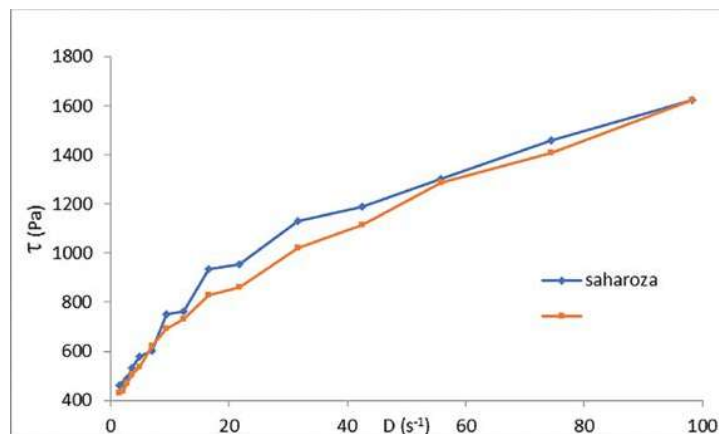
U suncokretovom ulju i makovom ulju određen je sastav masnih kiselina tako da se prvo napravila priprema metilnih estera masnih kiselina koji su pogodni za analizu plinskom kromatografijom. Metil esteri masnih kiselina pripremljeni su sa metanolnom otopinom KOH na sobnoj temperaturi prema proceduri opisanoj u Prilogu XB Uredbe komisije EZ br. 796/2002 (EZ, 2002.). Odjeljivanje dobivenih metil estera masnih kiselina provedeno je na Shimadzu plinskom kromatografu GC-2010 Plus s plameno-ionizacijskim detektorom i kapilarnoj koloni FAMEWAX™ (30 m duljine, unutarnjeg promjera 0,32 mm i debljine filma stacionarne faze 0,25 μm). Protok dušika (plin nosilac) iznosio je 1,26 mL/min. Temperatura injektora podešena je na 240 °C uz omjer razdvajanja 1:100, a volumen injektiranja iznosio je 2 μL. Početna temperatura kolone postavljena je na 120 °C i održavana 5 minuta, zatim se postupno povećavala brzinom 5 °C/min do temperature 220 °C koja se zadržala 20 minuta. Temperatura plameno-ionizacijskog detektora bila je 250 °C. Identifikacija odijeljenih metilnih estera masnih kiselina postignuta je na osnovi usporedbe vremena zadržavanja s vremenima zadržavanja certificiranog referentnog standarda (Supelco FAME Mix, C4-C24, St. Louis, SAD) analiziranim pod istim uvjetima. Rezultati su izraženi kao postotak identificirane masne kiseline u ukupnim masnim kiselinama (%).

Rezultati i rasprava

Rezultati istraživanja utjecaja sastojaka kod proizvodnje salatne majoneze s dodatkom kaše maline na promjenu reoloških svojstava (karakteristika), mjerenih pri temperaturi od 25 °C prikazani su na slici 1 i u tablicama 2-4. Na slici 1 prikazan je odnos smičnog napreznja (τ) i brzine smicanja (D) za salatnu majonezu s kašom maline i saharozom (brzina rotora 10000 o/min, vrijeme homogenizacije 3 min) mjereno pri 25 °C. Iz dijagrama je vidljivo da se porastom brzine smicanja povećava smično napreznje i dobiva se krivulja koja predstavlja ne-Newtonsku, pseudoplastičnu tekućinu. Rezultati na slici pokazuju reološka svojstva salatne majoneze dobivene tijekom uzlaznog i povratnog

naprezanja u određenom intervalu brzine smicanja. U tablicama navedene izračunate vrijednosti reološkog parametra indeksa tečenja ($n = 0-1$) pokazuju da ispitivana salatna majoneza s kašom maline pripada ne-Newtonovskim tekućinama,

pseudoplastičnog tipa. Goshawk i Binding (1998.) i Mancini i sur. (2002.) u svom istraživanju potvrđuju da je majoneza ne-Newtonska tekućina i pokazuje granicu tečenja, kod pseudoplastičnog i tiksotropnog ponašanja i vremenski ovisne karakteristike.



Slika 1. Odnos smičnog naprezanja (τ) i brzine smicanja (D) salatne majoneze s kašom maline i saharozom (10000 o/min, 3 min) pri 25 °C (uzlazno i silazno mjerenje)

Figure 1 Shear stress (τ) and shear rate (D) relationship of salad mayonnaise with raspberry puree and sucrose (10000 rpm, 3 min) at 25 °C (upward and downward measurement)

Batista i sur. (2006.) kao i Izidoro i sur. (2007.) ukazuju na ovakvo pseudoplastično ponašanje majoneze s prinosom i karakteristikama koje ovise o vremenu smicanja.

Utjecaj vrste ugljikohidrata (glukoza, saharoza, maltodekstrin) na reološke parametre salatne majoneze s kašom maline, proizvedene kod brzine rotora 10000 o/min i 3 min homogenizacije, mjereno pri 25 °C prikazan je u tablici 2. Kontrolni uzorak salatne majoneze s kašom maline izrađen je s disaharidom saharozom. Dobiveni rezultati ukazuju da primjena disaharida saharoze kod izrade salatne majoneze s kašom maline rezultira manjom vrijednosti prividne viskoznosti (15,994 Pa·s, mjereno kod brzine smicanja 98,30 s⁻¹) i koeficijenta konzistencije 360,34 (Pa·sⁿ), a većim indeksom tečenja (0,3211) u odnosu na primjenu glukoze i maltodekstrina (polisaharid, 2-12 glukoznih jedinica). Primjenom monosaharida glukoze ostvarena je veća vrijednost prividne viskoznosti (17,057 Pa·s) i koeficijenta konzistencije 419,48 (Pa·sⁿ) u odnosu na disaharid saharozu. Korištenjem maltodekstrina u proizvodnji salatne majoneze postignute su najveće vrijednosti prividne viskoznosti 17,201 (Pa·s) i koeficijenta konzistencije 426,53 (Pa·sⁿ), a najniži indeks tečenja 0,3002. Istraživanje Alvarez-Sabatel i sur. (2018.)

pokazuju da udio ulja i ugljikohidrata utječu na stabilnost i reološka svojstva majoneze dobivene rotor-stator homogenizacijom kao i homogenizacijom visokim tlakom. Mjerenjem reoloških svojstava ovih uzoraka salatne majoneze s kašom maline izrađene s navedenim ugljikohidratima zapažena je značajna promjena reoloških parametara (konzistencija i prividna viskoznost).

U tablici 3 prikazani su rezultati istraživanja utjecaja vrste mliječne komponente (punomasno mlijeko u prahu, proteini sirutke u prahu, kazein u prahu) i biljnog proteina (proteini soje u prahu) na reološke parametre salatne majoneze s kašom maline, proizvedene kod brzine rotora 10000 o/min i 3 min homogenizacije, mjereno pri 25 °C. Korištenjem punomasnog mlijeka u prahu kod izrade ove salatne majoneze, dobivena je manja prividna viskoznost 12,941 (Pa·s) i koeficijent konzistencije 318,55 (Pa·sⁿ), u odnosu na primjenu proteina sirutke u prahu i kazeina u prahu. Dodatkom proteina sirutke u prahu kod proizvodnje salatne majoneze tijekom mjerenja reoloških svojstava pri 25 °C zapažena je veća konzistencija 15,994 (Pa·sⁿ) i prividna viskoznost 360,34 (Pa·s), kao i veći indeks tečenja 0,3211. Izradom salatne majoneze s kašom maline primjenom kazeina u prahu dobiveni su najveći

Tablica 2. Utjecaj vrste ugljikohidrata na reološke parametre salatne majoneze s kašom maline, proizvedene kod 10000 o/min i 3 min, mjereno pri 25 °C

Table 2 Influence of carbohydrate type on rheological parameters of salad mayonnaise with raspberry puree, produced at 10000 rpm and 3 min, measured at 25 °C

| Uzorak / Sample | μ (pri 98,30 s ⁻¹) (Pa·s) | k (Pa·sn) | n | R ² |
|---------------------------------|---|--------------|--------|----------------|
| 1. Glukoza / Glucose | 17,057 | 419,48 | 0,3018 | 0,99448 |
| 2. Saharoza / Sucrose | 15,994 | 360,34 | 0,3211 | 0,98673 |
| 3. Maltodekstrin / Maltodextrin | 17,201 | 426,53 | 0,3002 | 0,99286 |

μ - prividna viskoznost kod brzine smicanja 98,30 (s⁻¹), (Pa·s) / apparent viscosity at shear rate, k - koeficijent konzistencije (Pa·sⁿ) / consistency coefficient, n - indeks tečenja / flow behaviour indeks, R² - koeficijent determinacije / coefficient of determination

Tablica 3. Utjecaj mliječne komponente na reološke parametre salatne majoneze s kašom maline, proizvedene kod 10000 o/min i 3 min, mjereno pri 25 °C

Table 3 Influence of milk component on rheological parameters of salad mayonnaise with raspberry puree, produced at 10000 rpm and 3 min, measured at 25 °C

| Uzorak / Sample | μ (pri 98,30 s ⁻¹) (Pa·s) | k (Pa·sn) | n | R ² |
|--|---|--------------|--------|----------------|
| 1. Proteini sirutke u prahu / Whey protein powder | 15,994 | 360,34 | 0,3211 | 0,98673 |
| 2. Punomasno mlijeko u prahu / Whole milk powder | 12,941 | 318,55 | 0,3018 | 0,98986 |
| 3. Kazein / Casein | 16,311 | 438,87 | 0,2824 | 0,99524 |
| 4. Proteini soje / Soy proteins | 12,898 | 341,67 | 0,2858 | 0,98299 |

reološki parametri prividna viskoznost 16,311 (Pa·s) i koeficijent konzistencije 438,87 (Pa·sⁿ), kao i najmanji indeks tečenja 0,2824. Osim mliječne komponente ispitao se i utjecaj dodatka biljnog proteina (proteini soje u prahu) kako bi se utvrdilo ponašanje reoloških svojstava salatne majoneze s kašom malinom. Dobiveni rezultati pokazuju da se postigla podjednaka prividna viskoznost salatne majoneze kao i kod primjene punomasnog mlijeka u prahu, što otvara mogućnost efikasne zamjene mliječne komponente s biljnim proteinima.

U tablici 4 vidljivi su rezultati ispitivanja

utjecaja žumanjka jajeta (svježi, pasterizirani) na reološke parametre salatne majoneze s kašom maline, proizvedene kod brzine rotora 10000 o/min i 3 min homogenizacije, mjereno pri 25 °C. Primjenom pasteriziranog žumanjka jajeta kod izrade salatne majoneze s kašom maline dobivena je znatno veća konzistencija 395,23 (Pa·sⁿ) i prividna viskoznost 17,208 (Pa·s), a manji indeks tečenja 0,3169, u odnosu na primjenu svježeg žumanjka. Razlog tome je taj što je termičkom obradom procesom pasterizacije žumanjka došlo do djelomične termičke razgradnje sastojaka koji djeluju

Tablica 4. Utjecaj žumanjka jajeta na reološke parametre salatne majoneze s kašom maline, proizvedene kod 10000 o/min i 3 min, mjereno pri 25 °C

Table 4 Influence of egg yolk on rheological parameters of salad mayonnaise with raspberry puree, produced at 10000 rpm and 3 min, measured at 25 °C

| Uzorak / Sample | μ (pri 98,30 s ⁻¹) (Pa·s) | k (Pa·sn) | n | R ² |
|--|---|--------------|--------|----------------|
| 1. Svježi žumanjak jajeta / Fresh egg yolk | 15,994 | 360,34 | 0,3211 | 0,98673 |
| 2. Pasterizirani / Pasteurized | 17,208 | 395,23 | 0,3169 | 0,99376 |

kao prirodni emulgatori (fosfolipidi, proteini), što se u sustavu ove emulzije tipa ulje/voda manifestira s porastom viskoznosti i konzistencije salatne majoneze.

Sastav masnih kiselina

U tablicama 5 i 6 prikazani su rezultati ispitivanja sastava masnih kiselina rafiniranog suncokretovog ulja i hladno prešanog makovog ulja. Sastav masnih kiselina suncokretovog ulja prikazan je u tablici 5, a rezultati analize pokazuju da su od nezasićenih masnih kiselina najzastupljenija esencijalna polinezasićena linolna masna kiselina C18:2 (62,29 %), te vrlo mali udio linolenske masne kiseline C18:3

Tablica 5. Sastav masnih kiselina (% od ukupne masti) suncokretovog ulja

Table 5 Fatty acid composition (% of total fat) of sunflower oil

| Masna kiselina / Fatty acid | % od ukupne masti / % of total fat |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| C14:0 | 0,08 |
| C16:0 | 6,36 |
| C16:1 | 0,08 |
| C18:0 | 3,58 |
| C18:1 n9t + C18:1 n9c | 26,23 |
| C18:2 n6c | 62,29 |
| C18:3 | 0,18 |
| C20:0 | 0,47 |
| SFA | 10,50 |
| MUFA | 26,31 |
| PUFA | 63,20 |

(0,18 %). Mononezasićena oleinska kiselina ω -9 C18:1 utvrđena je u udjelu 26,23 %. Od zasićenih masnih kiselina (SFA) udjelom dominiraju palmitinska kiselina C16:0 (6,36 %) i stearinska kiselina C18:0 (3,58 %) te miristinska kiselina C14:0 (0,08 %).

U tablici 6 prikazan je sastav masnih kiselina hladno prešanog makovog ulja, a rezultati analize pokazuju da su od nezasićenih masnih kiselina najzastupljenija polinezasićena linolna masna kiselina C18:2 (77,88 %), te mali udio linolenske masne kiseline C18:3 (0,50 %). Mononezasićena oleinska kiselina, ω -9 C18:1 utvrđena je u udjelu od 11,66 %. Od zasićenih masnih kiselina (SFA) udjelom dominiraju palmitinska kiselina C16:0 (7,96 %) i stearinska kiselina C18:0 (1,74 %).

Navedene vrijednosti sastava masnih kiselina suncokretovog i makovog ulja odgovaraju literaturnim podacima. Primjenom hladno prešanog makovog ulja zajedno s rafiniranim suncokretovim

Tablica 6. Sastav masnih kiselina (% od ukupne masti) makovog ulja

Table 6 Fatty acid composition (% of total fat) of poppy seed oil

| Masna kiselina / Fatty acid | % od ukupne masti / % of total fat |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| C16:0 | 7,96 |
| C16:1 | 0,12 |
| C18:0 | 1,74 |
| C18:1 n9t + C18:1 n9c | 11,66 |
| C18:2 n6c | 77,88 |
| C18:3 n3 | 0,50 |
| C24:0 | 0,14 |
| SFA | 9,84 |
| MUFA | 11,78 |
| PUFA | 78,38 |

uljem željela se poboljšati kvaliteta salatne majoneze s kašom maline u smislu porasta udjela esencijalne ω -6 linolne masne kiseline (C18:2) i ω -3 linolenske masne kiseline (C18:3) iz makovog ulja (porast PUFA masnih kiselina i smanjenje SFA).

Zaključak

Ispitivana salatna majoneza s kašom maline pripada ne-Newtonovskim stacionarnim tekućinama, pseudoplastičnog tipa. Primjena različitih sastojaka utječe na reološka svojstva salatne majoneze kao emulzije ulje/voda. Dodatkom makovog ulja povećana je nutritivna vrijednost majoneze s porastom udjela linolne masne kiseline. Također, veći udio gama tokoferola (prirodni antioksidans) produžuje oksidacijsku stabilnost proizvoda. Vrsta ugljikohidrata utječe na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom kaše maline. Salatna majoneza proizvedena s maltodekstrinom ima veću prividnu viskoznost i konzistenciju, a manji indeks tečenja u odnosu na primjenu glukoze i saharoze. Disaharid saharoza ostvaruje najmanju viskoznost i konzistenciju salatne majoneze s kašom maline. Vrsta mliječne komponente utječe na reološka svojstva salatne majoneze s dodatkom

kaše maline. Salatna majoneza napravljena s kazeinom ima veću prividnu viskoznost i konzistenciju te manji indeks tečenja u odnosu na primjenu ostalih ispitivanih mliječnih sastojaka. Primjenom punomasnog mlijeka u prahu kao mliječne komponente dobivena su reološka svojstva s manjom prividnom viskoznošću i koeficijentom konzistencije, u odnosu na primjenu proteina sirutke u prahu. Dodatkom biljnog proteina (proteini soje u prahu)

dobiveni rezultati pokazuju da se postigla podjednaka prividna viskoznost salatne majoneze kao i kod primjene punomasnog mlijeka u prahu, što otvara mogućnost efikasne zamjene mliječne komponente s biljnim sojinim proteinima. Salatna majoneza proizvedena s pasteriziranim žumanjkom jajeta ima veću viskoznost i konzistenciju, a manji indeks tečenja u odnosu na primjenu svježeg žumanjka jajeta.

Literatura

- [1] Abu-Jdayil, B. (2003): Modelling the time-dependent rheological behavior of semisolid foodstuffs. *J. Food Eng.* 57, 97-102. doi:10.1016/S0260-8774(02)00277-7
- [2] Akhtar, M., J. Stenzel, B.S. Murray, E. Dickinson (2005): Factors affecting the perception of creaminess of oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids* 19, 521-526. doi:10.1016/j.foodhyd.2004.10.017
- [3] Alvarez-Sabatel, S., I.M. Marañon, J.-C. Arbolea (2018): Impact of oil and inulin content on the stability and rheological properties of mayonnaise-like emulsions processed by rotor-stator homogenisation or high pressure homogenisation (HPH). *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 48, 195-2013. doi: 10.1016/j.ifset.2018.06.014
- [4] Baldwin, R.E. (1990): Functional Properties of Eggs in Foods. In: Egg Science and Technology, WJ Stadelman and OJ Cotterill (Eds), Food Products Press, New York, USA, pp 341–383.
- [5] Batista, A.P., A. Raymundo, i. Sousa, J. Empis (2006): Rheological characterization of coloured oil-in-water food emulsions with lutein and phycocyanin added to the oil and aqueous phases. *Food Hydrocolloid* 20, 44-52. doi:10.1016/j.foodhyd.2005.02.009
- [6] Castellani, O., C. Belhomme, E. David-Briand, C. Guerin-Dubiard, M. Anton (2006): Oil-in-water emulsion properties and interfacial characteristics of hen egg yolk phospholipids. *Food Hydrocolloids* 20, 35-43. doi: 10.1016/j.foodhyd.2005.02.010
- [7] Cristina, I., M. Aizpuru, A. Tenuta-Filho (2005): Oxidation of cholesterol in mayonnaise during storage. *Food Chem.* 89, 611-615. doi:10.1016/j.foodchem.2004.03.016
- [8] De Leonardi, A., V. Macciola, A. Iftikhar, F. Lopez (2022): Antioxidant effect of traditional and new vinegars on functional oil/vinegar dressing-based formulations. *European Food Research and Technology* 248 (2), 1573-1582. doi:10.1007/s00217-022-03986-0
- [9] Dybowska, B.E. (2008): Properties of milk protein concentrate stabilized oil-in-water emulsions. *Journal of Food Engineering* 88, 507-513. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.03.010
- [10] Franco, J.M., A. Guerrero, C. Gallegos (1995): Rheology and processing of salad dressing emulsions. *Rheologica Acta* 34, (6), 513-524. doi:10.1007/BF00712312
- [11] Gaikwad, M.P., B.M. Rathod, P.A. Pawase, A.G. Kukade (2019): Studies on rheological properties of flavoured mayonnaise. *The Pharma Innovation Journal* 8(4), 963-965.
- [12] Gorji, S. G., Smyth, H. E., Sharma, M., Fitzgerald, M. (2016): Lipid oxidation in mayonnaise and the role of natural antioxidants: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 56, 88-102. doi: 10.1016/j.tifs.2016.08.002
- [13] Goshawk, J. A., D. M. Binding (1998): Rheological Phenomena Occurring During the Heating of Flow Mayonnaise. *Journal of Rheology*, 42 (6), 1537-1553. doi:10.1122/1.550967
- [14] Guilmineau, F., U. Kulozik (2007): Influence of a thermal treatment on the functionality of hens egg yolk in mayonnaise. *J. Food Eng.* 78, 648-654. doi:10.1016/j.jfoodeng.2005.11.002
- [15] Hasenhuettl, G. L., R. W. Hartel (2008): Food emulsifiers and their applications. Springer Science.
- [16] Huang, L., Wang, T., Han, Z., Meng, Y., Lu, X. (2016): Effect of egg yolk freezing on properties of mayonnaise. *Food Hydrocolloids*, 56, 311-317. doi:10.1016/j.foodhyd.2015.12.027
- [17] Izidoro, D., M-R. Sierakowski, N. Waszczynskyj, W.I.C. Haminiuk, A.P. Scheer (2007): Sensory evaluation and rheological behavior of commercial mayonnaise. *International Journal of Food Engineering*, 3 (1), Article 5. doi:10.2202/1556-3758.1094
- [18] Juszcak, L., T. Fortuna, A. Kosla (2003): Sensory and rheological properties of Polish commercial mayonnaise. *Nahrung/Food* 47, 232-235. doi:10.1002/food.200390054
- [19] Kiosseoglou, V. (2003): Egg yolk protein gels and emulsions. *Current Opinion in Colloid and Interface Science* 8, 365-370. doi:10.1016/S1359-0294(03)00094-3
- [20] Kostyra, E., N. Barylko-Pikielna (2007): The effect of fat levels and guar gum addition in mayonnaise-type emulsions on the sensory perception of smoke-curing flavour and salty taste. *Food Qual. Prefer.* 18, 872-879. doi:10.1016/j.foodqual.2007.02.002
- [21] Laca, A., M.C. Saenz, B. Paredes, M. Diaz (2010): Rheological properties, stability and sensory evaluation of low-cholesterol mayonnaises prepared using egg yolk granules as emulsifying agent. *Journal of Food Engineering* 97, 243-252. doi:10.1016/j.jfoodeng.2009.10.017
- [22] Mancini, F., L. Montanari, D. Peressini, P. Fantozzi (2002): Influence of Alginate Concentration and Molecular Weight on Functional

- Properties of Mayonnaise. *Journal of Lebensmittel-Wissenschaft und-Technology*, 35 (6), 517-525. doi:10.1006/fstl.2002.0899
- [23] McClements, D.J., E.A. Decker (2000): Lipid oxidation in oil-in water emulsions: Impact of molecular environment on chemical reactions in heterogeneous food systems. *Journal of Food Science* 65, 1270-1282. doi:10.1111/j.1365-2621.2000.tb10596.x
- [24] McClements, D.J., K. Demetriades (1998): An integrated approach to the development of reduced-fat food emulsions. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 38, 511-536. doi:10.1080/10408699891274291
- [25] Metzger T. G. (2002): *The rheology handbook*. Vincentz, Hannover, Germany.
- [26] Mine, Y. (1998): Emulsifying characterization of hens egg yolk proteins in oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids* 12, 409-415. doi:10.1016/S0268-005X(98)00054-X
- [27] Narsimhan, G., Z. Wang, (2008): Guidelines for processing emulsion-based foods. IN: Hasenhuettl, G.L., Hartel, R.W. (Eds.), *Food Emulsifiers and their Applications*. Springer Science+Business Media, USA, 349-389.
- [28] Raikos, V., A. McDonagh, V. Ranawana, G. Duthie (2016): Processed beetroot (*Beta vulgaris* L.) as a natural antioxidant in mayonnaise: Effects on physical stability, texture and sensory attributes. *Food Science and Human Wellness* 5, 191-198. doi:10.1016/j.fshw.2016.10.002
- [29] Rukke, E.O., R.B. Schüller (2019): Rheological properties of different types of mayonnaise. *Annual Transactions of the Nordic Rheology Society* 27, 165-171.
- [30] Ruiling, S., L. Shuangqun, D. Jilin (2011): Application of oat dextrin for fat substitute in mayonnaise. *Food Chemistry* 126, 65-71. doi:10.1016/j.foodchem.2010.10.072
- [31] Singla, N., P. Verma, G. Ghoshal, S. Basu (2013): Steady state and time dependent rheological behaviour of mayonnaise (egg and eggless). *International Food Research Journal* 20 (4), 2009-2016.
- [32] Štern, P., J. Pokorný, A. Šedivá, Z. Panovská (2008): Rheological and sensory characteristics of yoghurt-modified mayonnaise. *Czech Journal of Food Sciences* 26(3), 190-198. doi:10.17221/2566-CJFS
- [33] Štern, P., K. Mikova, J. Pokorny, H. Valentova (2007): Effect of oil content on the rheological and textural properties of mayonnaise. *Journal of Food and Nutrition Research* 46 (1), 1-8.
- [34] Štern, P., H. Valentova, J. Pokorny (2001): Rheological properties and sensory texture of mayonnaise. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 103, 23-28. doi: 10.1002/1438-9312(200101)103:1<23::AID-EJLT23>3.0.CO;2-P
- [35] Wendin, K., G. Hall (2001): Influences of fat, thickener and emulsifier contents on salad dressing: static and dynamic sensory and rheological analyses. *Lebensm.-Wiss. u.- Technol.* 34, 222-233. doi: 10.1006/fstl.2001.0757
- [36] Wendin, K., M. Risberg Ellekjar, R. Solheim (1999): Fat Content and Homogenization Effects on Flavour and Texture of Mayonnaise with Added Aroma. *Lebensm.-Wiss. u.- Technol.* 32, 377-383.
- [37] Xiong, R., G. Xie, A.S. Edmondson (2000): Modelling the pH of mayonnaise by the ratio of egg to vinegar. *Food Control* 11, 49-56. doi:10.1016/S0956-7135(99)00064-X

Dostavljeno/Received: 01.12.2025.

Prihvaćeno/Accepted: 16.01.2026.

Rheological Characteristics of Salad Mayonnaise with the Addition of Raspberry Puree

Abstract

Food rheology is the study of the consistency and flow of food under specified applied forces, to understand the underlying physicochemical principles of 'structuring' by food materials and their interaction. Mayonnaise as a product, an oil/water emulsion, is interesting to consumers of all ages. The rheological properties of mayonnaise are of great importance in order to achieve certain food properties and to guide the food production process. In this paper, the influence of individual ingredients (carbohydrates, milk component, soy proteins, egg yolk, raspberry puree) on the rheological properties of salad mayonnaise was investigated. The mechanical process of mayonnaise homogenization was carried out at 10,000 rpm for 3 minutes. Carbohydrates (glucose, sucrose, maltodextrin), milk component (whole milk powder, whey protein powder, casein powder), egg yolk (fresh, pasteurized) and raspberry puree were used to make salad mayonnaise. Measurements of the rheological properties of salad mayonnaise with the addition of raspberry puree were carried out on a rotary viscometer with concentric cylinders at a temperature of 25 °C. From rheological parameters apparent viscosity, consistency coefficient and flow behaviour index of mayonnaise were calculated from the obtained data. The above results indicate that salad mayonnaise made with casein has a higher viscosity compared to other milk components. The use of vegetable protein (soy protein) achieved the same viscosity and consistency of salad mayonnaise

as with whole milk powder. The addition of maltodextrin achieved a higher apparent viscosity and consistency value compared to glucose and sucrose. Using fresh egg yolk achieves a lower apparent viscosity and consistency compared to pasteurized yolk. The addition of cold-pressed poppy seed oil to the oil phase of salad mayonnaise increased the content of polyunsaturated fatty acids (PUFA) and reduced the content of saturated fatty acids (SFA).

Keywords: salad mayonnaise, raspberry puree, rheological properties, composition, poppy seed oil

Rheologische Eigenschaften von Salatmayonnaise mit Zusatz von Himbeerpüree

Zusammenfassung

Die Lebensmittelrheologie ist die Untersuchung der Konsistenz und des Fließverhaltens von Lebensmitteln unter dem Einfluss bestimmter angewandter Kräfte, mit dem Ziel, die grundlegenden physikalisch-chemischen Prinzipien der „Strukturierung“ von Lebensmittelmaterialien und ihrer Wechselwirkungen zu verstehen. Die Mayonnaise als Produkt, eine Öl-/Wasseremulsion, ist allen Generationen von Verbrauchern interessant. Die rheologischen Eigenschaften von Mayonnaise sind von großer Bedeutung, um bestimmte Eigenschaften von Lebensmitteln zu erreichen und um den Lebensmittelherstellungsprozess zu steuern. In dieser Arbeit wurde der Einfluss bestimmter Inhaltsstoffe (Kohlenhydrate, Milchkomponente, Sojaproteine, Hühnereigelb, Himbeerpüree) auf die rheologischen Eigenschaften von Salatmayonnaise untersucht. Der mechanische Homogenisierungsprozess der Mayonnaise wurde bei 10.000 U/min über einen Zeitraum von 3 Minuten durchgeführt. Zur Herstellung von Salatmayonnaise wurden Kohlenhydrate (Glukose, Saccharose, Maltodextrin), eine Milchkomponente (Vollmilchpulver, Molkeproteinpulver, Kaseinpulver), Eigelb (frisch, pasteurisiert) und Himbeerpüree verwendet. Die Messungen der rheologischen Eigenschaften der Salatmayonnaise mit Zusatz von Himbeerpüree wurden bei einer Temperatur von 25 °C mit einem Rotationsviskosimeter mit konzentrischen Zylindern durchgeführt. Aus den erhaltenen Daten wurden die rheologischen Parameter – die scheinbare Viskosität, der Konsistenzkoeffizient und der Fließindex der Mayonnaise – berechnet. Die genannten Ergebnisse weisen darauf hin, dass die mit Kasein hergestellte Salatmayonnaise eine höhere Viskosität in Vergleich zu anderen Milchkomponenten hat. Durch den Einsatz pflanzlicher Proteine (Sojaproteine) wurde eine ebenso hohe Viskosität und Konsistenz der Salatmayonnaise erreicht wie bei der Verwendung von Vollmilchpulver. Durch die Zugabe von Maltodextrin wurden im Vergleich zu Glukose und Saccharose höhere Werte der scheinbaren Viskosität und der Konsistenz erzielt. Die Verwendung von frischem Eigelb führt zu einer geringeren scheinbaren Viskosität und Konsistenz im Vergleich zu pasteurisiertem Eigelb. Durch die Zugabe von kaltgepresstem Mohnöl zur Ölphase der Salatmayonnaise erhöhte sich der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA), während sich der Anteil an gesättigten Fettsäuren (SFA) verringerte.

Schlüsselwörter: Salatmayonnaise, Himbeerpüree, rheologisch Eigenschaften, Zusammensetzung, Mohnöl

Características reológicas de la mayonesa tipo ensalada con adición de pulpa de frambuesa

Resumen

La reología de los alimentos estudia la consistencia y el flujo de los productos alimentarios bajo la acción de fuerzas aplicadas, con el objetivo de comprender los principios fisicoquímicos fundamentales del “estructuramiento” de los materiales alimentarios y sus interacciones. La mayonesa, como producto emulsionado aceite/agua, resulta de interés para consumidores de todas las edades. Las propiedades reológicas de la mayonesa son de gran importancia tanto para obtener las características tecnológicas específicas del producto como para controlar y optimizar el proceso de producción industrial. En este trabajo fue investigada la influencia de determinados ingredientes (hidratos de carbono, componente lá-

cteo, proteínas de soja, yema de huevo de gallina y pulpa de frambuesa) sobre las propiedades reológicas de la mayonesa tipo ensalada. El proceso mecánico de homogeneización de la mayonesa se llevó a cabo a 10 000 rpm durante 3 minutos. Para la elaboración de la mayonesa tipo ensalada fueron utilizados hidratos de carbono (glucosa, sacarosa, maltodextrina), componentes lácteos (leche entera en polvo, proteínas de suero lácteo en polvo, caseína en polvo), yema de huevo (fresca y pasteurizada) y pulpa de frambuesa. Las mediciones de las propiedades reológicas de la mayonesa tipo ensalada con adición de pulpa de frambuesa se realizaron mediante un viscosímetro rotacional de cilindros concéntricos a una temperatura de 25 °C. A partir de los datos obtenidos se calcularon los parámetros reológicos: viscosidad aparente, coeficiente de consistencia e índice de flujo de la mayonesa. Los resultados indican que la mayonesa tipo ensalada elaborada con caseína presenta una mayor viscosidad en comparación con otras fracciones lácteas. La aplicación de proteína vegetal (proteínas de soja) permitió alcanzar valores de viscosidad y consistencia comparables a los obtenidos con leche entera en polvo. La adición de maltodextrina dio lugar a valores superiores de viscosidad aparente y consistencia en relación con la glucosa y la sacarosa. El uso de yema de huevo fresca resultó en una menor viscosidad aparente y consistencia en comparación con la yema pasteurizada. Asimismo, la incorporación de aceite de amapola prensado en frío en la fase oleosa de la mayonesa tipo ensalada incrementó la proporción de ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) y redujo el contenido de ácidos grasos saturados (SFA).

Palabras claves: mayonesa tipo ensalada, pulpa de frambuesa, propiedades reológicas, composición, aceite de amapola

Caratteristiche reologiche della maionese da insalata con aggiunta di purea di lampone

Riassunto

La reologia degli alimenti studia la consistenza e il flusso dei prodotti alimentari sotto l'azione di determinate forze applicate, con l'obiettivo di comprendere i principi fisico-chimici fondamentali della "strutturazione" dei materiali alimentari e delle loro interazioni. La maionese, in quanto prodotto ed emulsione olio/acqua, è interessante per consumatori di tutte le fasce d'età. Le proprietà reologiche della maionese sono di grande importanza sia per ottenere specifiche caratteristiche del prodotto alimentare, sia per la gestione del processo di produzione. In questo lavoro è stato studiato l'effetto di singoli ingredienti (carboidrati, componente lattiero-casearia, proteine della soia, tuorlo d'uovo di gallina, purea di lampone) sulle proprietà reologiche della maionese da insalata. Il processo meccanico di omogeneizzazione della maionese è stato effettuato a 10.000 giri/min per 3 minuti. Per la preparazione della maionese da insalata sono stati utilizzati carboidrati (glucosio, saccarosio, maltodestrina), una componente lattiero-casearia (latte intero in polvere, proteine del siero di latte in polvere, caseina in polvere), tuorlo d'uovo (fresco e pastorizzato) e purea di lampone. Le misurazioni delle proprietà reologiche della maionese da insalata con aggiunta di purea di lampone sono state effettuate mediante un viscosimetro rotazionale a cilindri concentrici a una temperatura di 25 °C. Dai dati ottenuti sono stati calcolati i parametri reologici: viscosità apparente, coefficiente di consistenza e indice di scorrimento della maionese. I risultati indicano che la maionese da insalata preparata con caseina presenta una viscosità maggiore rispetto a quella ottenuta con altre componenti lattiero-casearie. L'impiego di proteine vegetali (proteine della soia) ha permesso di ottenere una viscosità e una consistenza della maionese da insalata comparabili a quelle ottenute con latte intero in polvere. L'aggiunta di maltodestrina ha determinato valori più elevati di viscosità apparente e consistenza rispetto a glucosio e saccarosio. L'utilizzo di tuorlo d'uovo fresco comporta una viscosità apparente e una consistenza inferiori rispetto al tuorlo pastorizzato. L'aggiunta di olio di semi di papavero spremuto a freddo nella fase oleosa della maionese da insalata ha aumentato la quota di acidi grassi polinsaturi (PUFA) e ridotto quella degli acidi grassi saturi (SFA).

Parole chiave: maionese da insalata, purea di lampone, proprietà reologiche, composizione, olio di semi di papavero