

Utjecaj uljne faze i dodataka na reološka svojstva lagane majoneze

Tihomir Moslavac^{1*}, Hrvoje Krajina², Irena Perković², Rahela Pastor¹, Daniela Paulik¹

Sažetak

Reološka svojstva su važan čimbenik kakvoće proizvoda kao što su emulzije tipa ulje/voda (umaci, majoneza). Poznavanje reoloških karakteristika značajno je kod kreiranja željene konzistencije majoneze i kontroli kvalitete tijekom proizvodnje. Za dobivanje određenih reoloških svojstava i stabilnosti proizvoda potrebno je koristiti različite dodatke. Cilj ovoga rada je ispitati utjecaj sastava uljne faze (suncokretovo ulje, ulje šafranke, ulje kukuruzne klice) i dodataka (voćni sokovi od grejpa, ananasa, višnje, jogurta, emulgatora Tweena 20, žumanjka jajeta patke i kokoši) na reološka svojstva lagane majoneze. Mjerenja reoloških svojstava lagane majoneze provedena su na rotacijskom viskozimetru, pri temperaturi 23 °C, a dobiveni podatci su korišteni za izračun reoloških parametara: koeficijenta konzistencije, indeksa tečenja i prividne viskoznosti. Svi ispitivani uzorci lagane majoneze pokazivali su ne-Newtonovsko, pseudo-plastično tečenje s određenim područjem tiksotropne petlje. Rezultati istraživanja su pokazali da sastav uljne faze, dodatak jogurta, voćnih sokova, emulgatora i vrste žumanjka jajeta utječu na reološko ponašanje lagane majoneze. Lagana majoneza izrađena sa hladno prešanim uljem šafranke u kombinaciji s suncokretovim uljem ima veću viskoznost i konzistenciju u odnosu na primjenu ulja kukuruzne klice.

Ključne riječi: lagana majoneza, reološka svojstva, sastav, vrsta ulja, jogurt, emulgator, skladištenje

Uvod

Reološka analiza hrane omogućuje određivanje strukture gotovog proizvoda s navedenim svojstvima u skladu s tehničkim propisima za ovaj proizvod. Prehrambeni proizvodi su mješavine sastojaka koje se mogu znanstveno opisati mjerenjima reoloških svojstava. Majoneza je proizvod koji se sve više konzumira (Cristina i sur., 2005.), jedan je od najkorištenijih umaka u svijetu, poželjan je među mlađim generacijama i često se koristi kao namaz za sendvič čime se postiže puniji okus. Majoneza potiče apetit i poboljšava probavu povećanjem hranjive vrijednosti i obogaćivanjem

okusa hrane. To je proizvod visoke biološke i fiziološke vrijednosti (Taslikh i sur., 2022.). Boja majoneze često varira, obično od blijedo žute ili je ponekad prisutna u bijeloj boji što ovisi o prisutnosti/odsutnosti žumanjka jajeta do žute boje različite nijanse. Prema Pravilniku (1999.) lagana majoneza može sadržavati do 50 % biljnog ulja koji čini uljnu fazu proizvoda. To je višekomponentni proizvod raznolike konzistencije i viskoznosti, stabilan je u određenom temperaturnom intervalu, predstavlja polu čvrstu emulziju tipa ulje/voda, a formuliran je finim dispergiranjem, emulgiranjem sitnih kapljica bilj-

¹Prof. dr. sc. Tihomir Moslavac, Rahela Pastor; student; Daniela Paulik, tehnički suradnik, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek

²Hrvoje Krajina, dr. vet. med.; dr. sc. Irena Perković; Hrvatski veterinarski institut, Veterinarski zavod Vinkovci, Josipa Kozarca 24, 32100 Vinkovci

*autor za korespondenciju: tihomir.moslavac@ptfos.hr

nog ulja sa žumanjkom jajeta, octom, ugljikohidratom, senfom i raznim začinima (Singla i sur., 2013.; Raikos i sur., 2016.; Gorji i sur., 2016.; Katsaros i sur., 2020.). McClements i Demetriades (1998.) te Štern i sur. (2007.) utvrđuju da jestivo biljno ulje kao osnovni sastojak majoneze ima važnu ulogu u stvaranju ovog tipa emulzije ulje/voda, doprinosi okusu, teksturi, boji, a naročito oksidacijskoj stabilnosti. Udio ulja u majonezi ima značajan učinak na reološka svojstva ove emulzije. U proizvodnji majoneze korištenjem različitih vrsta biljnih ulja postiže se željeni sastav masnih kiselina i tokoferola (prirodnih antioksidanasa) te se mogu poboljšati prehrambena i senzorska svojstva majoneze (Kostyra i Barylko-Pikielna, 2007.). Važan sastojak ovog proizvoda je žumanjak jajeta (Hasenhuettl i Hartel, 2008; Narsimhan i Wang, 2008.). Emulzija majoneze stabilizira se žumanjkom jajeta koji sadrži različite sastojke poput lecitina (fosfolipida) i proteina (livetina, lipovitellina i lipovitellina). Huang i sur. (2016.) pokazuju da je hidrofobna interakcija s kapljicama uljne faze ostvarena uz pomoć sastojaka žumanjka. Ako se odaberu određeni procesni parametri kod proizvodnje i sastav (količina žumanjka, biljnog ulja, omjera ulja i vodene faze, postupka homogenizacije) tada će emulzija majoneze biti stabilna (Gorji i sur., 2016.; Mancini i sur., 2002.). Žumanjak se koristi u proizvodnji majoneze kao emulgator, ali daje i željeni okus i boju (Baldwin, 1990.; Mine, 1998.; Kiosoglou, 2003.). Emulgirajući kapacitet žumanjka jajeta uglavnom je određen zbog prisutnosti fosfolipida, lipoproteina visoke gustoće i niske gustoće (Bredikhin i sur., 2022.b; Castellani i sur., 2006). Ocat, sol, šećer i senf dodaju se majonezi kao arome. Čini se da ovi sastojci igraju važnu ulogu u osiguravanju fizičke stabilnosti emulzije (Santos Ferreira i sur., 2022.). McClements i Decker (2000.) te De Leonardi i sur. (2022) prikazuju da ocat, sol, šećer, senf i drugi sastojci koji se dodaju majonezi utječu na formiranje okusa, ali igraju važnu ulogu i u fizičkoj stabilnosti emulzije. Organske kiseline (octena i limunska) pospješuju probavu, osiguravaju potrebnu kiselost i baktericidnu čistoću te osiguravaju okus i miris (Patil & Benjakul, 2019). Dodatkom luteina, fikocijanina i drugih spojeva (Batista i sur., 2006), procesirane cikle (Raikos i sur., 2016.) te voćne komponente (pulpa) postiže se oksidacijska stabilnost te specifičan okus i boja majoneze koja potiče zanimanje potrošača prema novim okusima i novim proizvodima. Danas možemo reći da je određivanje reoloških svojstava hrane jedan od značajnih čimbenika kvalitete sirovine i gotovih

proizvoda (Mezger, 2002.) pa tako i proizvoda tipa emulzije ulje/voda (majoneze, umaci) (Rukke i Schuller, 2019.; Štern i sur., 2008.; Nogueira i sur., 2022.). Važno je i predviđanje ponašanja poluproizvoda tijekom obrade (Yildirim i sur., 201.; Muadiad i Sirivongpaisal, 2022.). 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.; Heydari i sur., 2021.). Wendin i Hall (2001.) ukazuju da su reološka svojstva majoneze uglavnom određena udjelom i sastavom uljne faze, prisutnošću emulgatora, stabilizatora i zgušnjivača. Kvaliteta ovih proizvoda, njihova stabilnost i viskoznost ovise o procesu homogeniziranja (Wendin i sur., 1999.; Aganović i sur., 2018.), raspršenosti sitnih kapljica ulja u kontinuiranoj vodenoj fazi emulzije, žumanjku jajeta (Guilmineau i Kulozik, 2007.; Xiong i sur., 2000.; Laca i sur., 2010.; Yang i sur., 2020.), vrsti ugljikohidrata (Ruiling i sur., 2011.) te udjelu i vrsti mliječne komponente (Dybowska, 2008.; Saygili i sur., 2022.; Bredikhin i sur., 2022.a). Tijekom proizvodnje emulzije tipa ulje/voda vrlo važnu ulogu imaju procesni parametri homogenizacije (brzina rotora, vrijeme trajanja) te izbor sustava rotor/stator kojim se formiraju kapljice uljne faze manjeg promjera što doprinosi većoj stabilnosti ovih proizvoda (Kumar i sur., 2021.; Alvarez-Sabatel i sur., 2018.). Danas se reološka svojstva i ponašanje majoneze neprestano istražuje obzirom da na prihvatljivost potrošača utječu sastavom, konzistencijom, okusom, bojom, ali i primjenom na sendviče, pomfrit, pice i salate (Franco i sur., 1995.; Akhtar i sur., 2005.; Abu-Jdayil, 2003.; Gaikwad i sur., 2019.).

U ovom radu istraživao je utjecaj uljne faze (vrsta i udio ulja) i dodataka (jogurta, voćnog soka grejpa, ananasa, višnje, emulgatora, žumanjka jajeta) na reološka svojstva lagane majoneze svježe proizvedene i skladištene u hladnjaku 7 dana pri 4 °C. Na uzorcima svježe majoneze i skladištene u hladnjaku provedeno je praćenje promjene boje kolorimetrom primjenom L*a*b sustava.

Materijal i metode

Materijali korišteni za izradu lagane majoneze su:

- Uljna faza (rafinirano suncokretovo ulje, rafinirano ulje kukuruzne klice, hladno prešano ulje šafranike),

- Žumanjak jajeta (kokoši, patke),
- Ugljikohidrati (saharoza),
- Alkoholni ocat,
- Kuhinjska sol,
- Senf,
- Sirutka u prahu,
- Destilirana voda,
- Guar (hidrokolid),
- Tween 20 (emulgator),
- Jogurt,
- Bistri voćni sok (grejp, višnja, ananas).

Uljnu fazu lagane majoneze čini jestivo biljno ulje koje je nabavljeno u trgovini. Žumanjak jajeta kokoši i patke nabavljen je od privatnog dobavljača te je priređen kao svježi. Od ugljikohidrata korišten je disaharid saharoza nabavljena u trgovini. Alkoholni ocat, kuhinjska sol, jogurt, bistri voćni sok i senf nabavljeni su u lokalnoj trgovini. Sirutka u prahu proizvedena je u firmi Dukat d.d. (masti 1 %, ugljikohidrati 79 %, proteini 10 %, sol 1,3 %).

Priprema lagane majoneze:

Lagana majoneza pripremljena je u laboratorijskim uvjetima, pri sobnoj temperaturi u količini 600 g za pojedini uzorak. Proizvodnja lagane majoneze provedena je s laboratorijskim homogenizatorom, model D-500 (Wiggenhauser, Njemačka-Malezija) s rasponom brzine rotora 10000-30000 o/min. Kod izrade majoneze korišten je tip rotor/stator sustava: Tip 2 (rotor ER30, stator S30F). Standardni (kontrolni) uzorak lagane majoneze pripremljen je sa 20 % uljnom fazom koju čini rafinirano suncokretovo ulje te navedenim ostalim sastojcima (Tablica 1). Uzorak lagane majoneze napravljen je tako da se 1/2 od ukupne količine ulja izvaže u posudu za homogenizaciju uzorka, a druga polovica se dodaje naknadno. Ostali sastojci, svaki zasebno se izvažu (sol, šećer, senf, žumanjak). Sve sastojke za izradu majoneze potrebno je dodati zajedno s polovinom ulja i tijekom homogenizacije u prvih trideset sekundi dodaje se druga polovica pripremljenog biljnog ulja. Homogenizacija uzorka se nastavlja do isteka 5 minuta kod konstantne brzine rotora 12000 o/min. Nakon isteka zadanog vremena izrađena je stabilna emulzija ulje/voda (lagana majoneza). Ostali uzorci lagane majoneze kod ispitivanja utjecaja vrste i količine ulja te dodatka na promjenu reoloških svojstava pripremljeni su na isti način (12000 o/min, 5 min), ovisno od recepture pojedinog uzorka. Priprema uzoraka lagane majoneze napravljena je

pri sobnoj temperaturi svih sastojaka, a nakon izrade provedeno je mjerenje reoloških svojstava.

Tablica 1. Osnovna receptura za pripremu lagane majoneze (kontrolni uzorak)

Table 1 Basic recipe for the preparation of light mayonnaise (control sample)

Sastojci / Ingredients	Udio / Share (%)
Rafinirano suncokretovo ulje / Refined sunflower oil	20
Saharoza / Sucrose	7
Svježi žumanjak jajeta / Fresh egg yolk	7
Alkoholni ocat / Alcoholic vinegar	5
Kuhinjska sol / Table salt	2
Senf / Mustard	1
Guar / Guar	0,3
Sirutka u prahu / Whey powder	5
Destilirana voda / Distilled water	52,7
Ukupno / Total	100

Reološka svojstva

Na svježe izrađenim uzorcima lagane majoneze kao i nakon skladištenja 7 dana u hladnjaku, provedeno je mjerenje reoloških svojstava primjenom rotacijskog viskozimetra, model DV-III+ Digital Rheometer-Brookfield Engineering Laboratories (SAD), sa koncentričnim cilindrom tipa SC4-28 pri sobnoj temperaturi 23 °C. Viskozimetar je povezan s računalom, opremljenim software-om Rheocalc 3.2 koje upravlja mjerenjem reoloških svojstava te provodi obradu izmjerenih podataka. Održavanje konstantne temperature uzorka tijekom mjerenja postignuto je primjenom termostata model TC-501P, firme Brookfield. Mjerenjem je ispitivana ovisnost smičnog naprezanja (τ) o brzini smicanja (D) u periodu brzine smicanja 1,70 - 68 s⁻¹ (uzlazno mjerenje) i 68 - 1,70 s⁻¹ (povratno mjerenje). Iz ovako dobivenih eksperimentalnih vrijednosti reoloških svojstava majoneze određena je vrsta i tip tekućine. 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 "stupnjeviti zakon":

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

τ - smično naprezanje (Pa),
 D - brzina smicanja (s^{-1}),
 k - koeficijent konzistencije ($Pa \cdot s^n$),
 n - indeks tečenja (-).

Izračun parametra prividne viskoznosti uzoraka lagane majoneze proveden je primjenom izraza:

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

μ - prividna viskoznost ($Pa \cdot s$)

Određivanje boje instrumentalnom metodom

Boja uzoraka lagane majoneze mjerena je pomoću tristimulusnog kolorimetra (Minolta CR-300). Reflektirana svjetlost sa površine uzorka lagane majoneze mjeri se pomoću ovog tipa kromometra. Mjerenje se provodi kroz otvor mjerne glave koja se nasloni na staklo posude u kojoj se nalazi uzorak majoneze. U otvoru mjerne glave nalazi se ksenonska lučna svjetiljka koja pulsiranjem svjetlost baca okomito na površinu predmeta. Svjetlost se reflektira, a takvu svjetlost mjeri šest vrlo osjetljivih silikonskih fotočelija. Računalo zapisuje izmjerene podatke i izražava ih u pet različitih sustava (XYZ, Yxy, Lab, Lch, hunter Lab). U radu su korištena dva sustava mjerenja boje (Lab i hunter Lab), a posebno je obrađen sustav Lab, koji daje približne vrijednosti kao ljudsko oko.

L - vrijednost koja daje ocjenu da li je nešto

svijetlo ili tamno. Ako je vrijednost $L=100$ rezultat je bijela boja, a ako je $L=0$ predmet je crne boje.

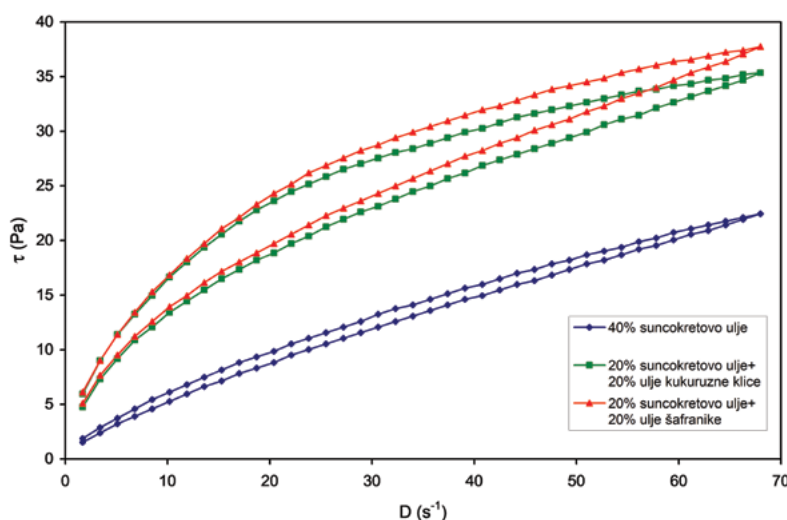
a - vrijednost koja može biti pozitivna ili negativna. Ako je pozitivna rezultat je crvena boja, a ako je negativna rezultat je zelena boja.

b - vrijednost koja također može biti pozitivna ili negativna. Ako je pozitivna rezultat je žuta boja, a ako je negativna rezultat je plava boja.

Postupak mjerenja: pojedini uzorci lagane majoneze, pripremljeni sa različitim vrstama ulja i sastojaka stavljeni su u nastavak za mjerenje unutar instrumenta, pri tome pazeći da u masi uzorka ne nastanu mjehurići zraka. Boja lagane majoneze je izmjerena instrumentalno, a dobiveni ispisani podaci se prezentiraju kao rezultat mjerenja.

Rezultati i rasprava

Rezultati istraživanja utjecaja uljne faze i dodataka na reološka svojstva lagane majoneze prikazani su na slici 1 i tablicama 2-5. Utjecaj udjela sastava uljne faze (20 %, 30 %, 40 %) na reološka svojstva lagane majoneze (svježe pripremljene 0. dana i skladištene 7 dana pri 4 °C), mjereno pri 23 °C, prikazan je na slici 1 te tablici 2. Slika 1 prikazuje ovisnost smičnog naprezanja (τ) o brzini smicanja (D) i ukazuje na to da uzorci pripadaju ne-Newtonovskim tekućinama sa pseudoplastičnim svojstvima s manje ili više izraženom tiksotropnom površinom. Autori Bredikhina i sur. (2022b) potvrđuju da je majoneza ne-Newtonovska tekućina i pokazuje granicu tečenja,



Slika 1. Utjecaj sastava uljne faze na reološka svojstva svježe lagane majoneze s 40 % uljnom fazom, mjereno pri 23 °C

Figure 1 Influence of oil phase composition on rheological properties of fresh light mayonnaise with 40% oil phase, measured at 23 °C

pseudoplastičnost i tiksotropiju. Autori Bredikhina i sur. (2022.a) ukazuju na pseudoplastično ponašanje majoneze sa karakteristikama ovisno o sastavu sirovine. Na slici je vidljivo da dodatak 20 % ulja šafranike kao i 20 % ulja kukuruzne klice dovodi do porasta vrijednosti smičnog naprezanja u odnosu na uzorak izrađen samo s uljnom fazom suncokretovog ulja.

Rezultati u tablici 2 pokazuju da se porastom udjela suncokretovog ulja sa 20 % na 30 % i 40 % povećava i vrijednost prividne viskoznosti (140; 272,5; 330 mPa.s) mjereno pri brzini smicanja (D) 68 s⁻¹. Sastav uljne faze koju čini mješavina

suncokretovog ulja (SUN) sa uljem kukuruzne klice (KK) te SUN i ulja šafranike (ŠAF) pokazuje promjenu reoloških svojstava lagane majoneze, dobivena je veća vrijednost prividne viskoznosti u odnosu na laganu majonezu izrađenu samo sa SUN uljem. Dodatak 10 % ulja šafranike (ŠAF) u uljnu fazu kod izrade svježe lagane majoneze (0 dan) daje veću prividnu viskoznost 150 (mPa.s), dodatkom 15 % ŠAF prividna viskoznost je 290 (mPa.s), a kod primjene 20 % ŠAF još je veća prividna viskoznost 555 (mPa.s). Razlog tome je taj što hladno prešano ulje šafranike ima veću viskoznost u odnosu na rafinirano ulje kukuruzne klice i rafinirano suncokre-

Tablica 2. Utjecaj sastava uljne faze na reološke parametre lagane majoneze (svježa, skladištena 7 dana pri 4 °C), mjereno pri 23 °C

Table 2 Influence of oil phase composition on rheological parameters of light mayonnaise (fresh, stored for 7 days at 4 °C), measured at 23 °C

Uzorak / Sample	μ pri 68 s ⁻¹ (mPa.s)	k (Pa.s ⁿ)	n	R ²	μ pri 68 s ⁻¹ (mPa.s)	k (Pa.s ⁿ)	n	R ²
	0 – dan/day				7 – dan/day			
20 % SUN ulje /oil	140	0,6287	0,6636	0,98783	145	0,6725	0,6552	0,99339
10 % SUN ulje +10 % ŠAFulje /oil	150	0,8286	0,6046	0,99549	157,5	0,7107	0,6569	0,99438
10 % SUN ulje +10 % KK ulje /oil	147,5	0,6637	0,6585	0,99527	149,5	0,6211	0,6795	0,98798
30 % SUN ulje/ oil	272,5	1,6978	0,5872	0,99367	277,5	1,7135	0,5950	0,99374
15 % SUN ulje+15% ŠAF ulje/oil	290	2,1544	0,5289	0,99195	292,5	1,9393	0,5893	0,99022
15 % SUN ulje+15 % KK ulje/oil	280	1,9993	0,5580	0,98935	290	1,7686	0,5578	0,98868
40 % SUN ulje/ oil	330	1,2559	0,6856	0,99976	332,5	1,0478	0,7324	0,99978
20 % SUN ulje+20% ŠAF ulje/oil	555	5,5688	0,4558	0,98172	560	5,3338	0,4830	0,98686
20 % SUN ulje+20 % KK ulje/oil	520	5,4487	0,4751	0,98686	522,5	5,0384	0,4814	0,98264

SUN - suncokretovo ulje/sunflower oil; ŠAF - ulje šafranike/safflower oil; KK - ulje kukuruzne klice/corn germ oil

μ - prividna viskoznost kod brzine smicanja 68 (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

tovo ulje. Veća viskoznost proizlazi iz većeg iznosa jednog broja i saponifikacijskog broja ulja šafranike. Izradom lagane majoneze s dodatkom ulja kukuruzne klice (KK) u suncokretovo ulje (SUN) dobivena je nešto veća prividna viskoznost od uzorka samo s SUN uljem, ali manja od primjene ulja šafranike. Isto zapažanje promjene prividnog viskoziteta navedenih uzoraka primijećeno je kod skladištenja lagane majoneze 7 dana pri 4 °C. Također, nakon skladištenja u hladnjaku nakon 7 dana zapaženo je povećanje prividne viskoznosti navedenih uzoraka u odnosu na mjerenja svježe proizvedene lagane majoneze (0 dan). Konzistencija lagane majoneze izražena kao koeficijent konzistencije (k), veća je kod lagane majoneze priređene s 10 %, 15 % i 20 % ulja kukuruzne klice (KK) (0,6637 Pa.sⁿ; 1,9993 Pa.sⁿ; 5,4487 Pa.sⁿ), a dobivene su manje vrijednosti indeksa tečenja, mjereno kod svježe priređenih uzoraka (0 dana). Izradom lagane majoneze s 10 %, 15 % i 20

% ulja šafranike (ŠAF) dobivena je najveća vrijednost konzistencije izražene kao koeficijent konzistencije (k) (0,8286 Pa.sⁿ; 2,1544 Pa.sⁿ; 5,5688 Pa.sⁿ). Vrijednost reološkog parametra indeksa tečenja (n) je manja kod lagane majoneze s uljem šafranike u uljnoj fazi.

Ispitivanje utjecaja dodatka jogurta (10 %, 30 %, 50 %) na reološka svojstva lagane majoneze s 40 % uljnom fazom (0 dana i 7 dana skladištenja u hladnjaku 4 °C), prikazano je u tablici 3. Iz rezultata u tablici je vidljivo da porastom udjela dodanog jogurta u laganu majonezu s uljnom fazom suncokretovog ulja (40 %), dolazi do porasta prividne viskoznosti s 330 (mPa.s) kod kontrolnog uzorka (bez jogurta) na 922,5 (mPa.s) kod uzorka s 50 % dodanog jogurta. Također se povećava i koeficijent konzistencije (k), a smanjuje indeks tečenja (n), mjereno 0 - dana pri 23 °C. Ista pojava zapažena je i mjerenjem reoloških svojstava nakon 7 dana skladištenja u hladnjaku.

Tablica 3. Utjecaj dodatka jogurta na reološke parametre lagane majoneze s 40 % uljnom fazom (svježa, skladištena 7 dana pri 4 °C), mjereno pri 23 °C

Table 3 Influence of yoghurt addition on rheological parameters of light mayonnaise with 40% oil phase (fresh, stored for 7 days at 4 °C), measured at 23 °C

Uzorak / Sample	μ pri 68 s ⁻¹ (mPa.s)	k (Pa.s ⁿ)	n	R ²	μ pri 68 s ⁻¹ (mPa.s)	k (Pa.s ⁿ)	n	R ²
	0 – dan/day				7 – dan/day			
40 % SUN ulje /oil	330	1,2559	0,6856	0,99976	332,5	1,0478	0,7324	0,99978
40 % SUN ulje + 10 % jogurt/ yoghurt	660	6,0255	0,4897	0,99351	-	-	-	-
40 % SUN ulje + 30 % jogurt/ yoghurt	850	6,3456	0,5003	0,99581	-	-	-	-
40 % SUN ulje + 50 % jogurt/ yoghurt	922,5	7,3890	0,5573	0,99768	945	6,4030	0,5607	0,99731

Određivanje utjecaja dodataka voćnog soka (grejp, ananas, višnja) na reološka svojstva lagane majoneze s 20 % uljnom fazom suncokretovog ulja (SUN) (0 dana i 7 dana skladištenja) prikazana je u tablici 4. U tablici je vidljiva veća vrijednost prividne viskoznosti kod uzorka svježe pripremljene lagane majoneze s dodatkom voćnog soka grejpa (272,5 mPa.s) pri brzini smicanja (D) 68 (s⁻¹) u odnosu na uzorke s dodanim sokom višnje (237,5 mPa.s) i ananasa (227,5 mPa.s). Također je dobivena i veća konzistencija dodatkom soka grejpa (4,2115 Pa.sⁿ),

a manja vrijednost indeksa tečenja (n) (0,3556). Ista pojava zabilježena je i kod uzoraka skladištenih 7 dana pri 4 °C. Vidljivo je da se skladištenjem lagane majoneze malo smanjila prividna viskoznost uzoraka.

Ispitivanje dodataka emulgatora Tweena 20 (0,5 %, 1 %, 2 %, 4 %) na reološka svojstva lagane majoneze s 20 % uljnom fazom suncokretovog ulja (SUN) i dodatkom svježeg žumanjka jajeta patke vidljivo je u tablici 5. Rezultati u tablici prikazuju vrijednost reoloških parametara uzoraka izrađenih s žumanjkom jajeta patke s i bez dodanog emulgatora Twee-

na 20. Dodatkom većeg udjela emulgatora Tweena 20 smanjuje se prividna viskoznost, koeficijent konzistencije i indeks tečenja ispitivanih uzoraka. Lagana majoneza izrađena sa svježim žumanjkom

jajeta kokoši (bez Tweena 20) ima veću prividnu viskoznost (245 mPa.s) i koeficijent konzistencije (1,6017 Pa.sⁿ) u odnosu na uzorak s žumanjkom jajeta patke (210 mPa.s), također bez Tweena 20.

Tablica 4. Utjecaj voćnog soka (grejp, ananas, višnja) na reološke parametre lagane majoneze s 20 % uljnom fazom (svježa, skladištena 7 dana pri 4 °C), mjereno pri 23 °C

Table 4 Influence of fruit juice (grapefruit, pineapple, cherry) on the rheological parameters of light mayonnaise with 20% oil phase (fresh, stored for 7 days at 4 °C), measured at 23 °C

Uzorak / Sample	μ pri 68 s ⁻¹ (mPa.s)	k (Pa.s ⁿ)	n	R ²	μ pri 68 s ⁻¹ (mPa.s)	k (Pa.s ⁿ)	n	R ²
	0 – dan/day				7 – dan/day			
20 % SUN ulje/ oil	140	0,6287	0,6636	0,98783	145	0,6725	0,6552	0,99339
20 % SUN ulje/ oil+ sok grejpa/ grapefruit juice	272,5	4,2115	0,3556	0,99839	240	1,6209	0,5633	0,99005
20 % SUN ulje/ oil+ sok anan- asa/ pineapple juice	227,5	1,2541	0,6071	0,99525	220	0,8970	0,6787	0,99665
20 % SUN ulje/ oil+ sok višnje/ cherry juice	237,5	1,7529	0,5396	0,99221	232,5	1,4159	0,5857	0,99389

Tablica 5. Utjecaj dodatka emulgatora Tween 20 i žumanjka jajeta na reološke parametre lagane majoneze (20 % uljnom fazom), mjereno pri 23 °C

Table 5 Influence of the addition of emulsifier Tween 20 and egg yolk on the rheological parameters of light mayonnaise (20% oil phase), measured at 23 °C

Uzorak / Sample	μ pri 68 s ⁻¹ (mPa.s)	k (Pa.s ⁿ)	n	R ²
Bez Tween 20/ Without Tween 20 (žumanjak jajeta patke/ duck egg yolk)	210	1,1862	0,6002	0,99739
0,5% Tween 20	132,5	0,3943	0,7675	0,99361
1%	100	0,3885	0,6585	0,97624
2%	50	0,3835	0,5053	0,97333
4%	22,5	0,2102	0,4747	0,96961
Žumanjak jajeta kokoši/ chicken egg yolk	245	1,6017	0,5659	0,99722

Praćenje vrijednosti parametara boje lagane majoneze instrumentalnom metodom tijekom 0 dana i 7 dana čuvanja u hladnjaku pri 4 °C prikazano je u tablici 6. Dodatkom ulja kukuruzne klice (KK) u uljnu fazu lagane majoneze došlo je do većeg porasta vrijednosti parametra boje (+b), što znači da ti uzorci

imaju izraženiju žutu nijansu boje u odnosu na uzorke izrađene s suncokretovim uljem (SUN) i uljem šafrani-ke (ŠAF). Čuvanjem lagane majoneze 7 dana u hladnjaku pri 4 °C došlo je do malog porasta vrijednosti parametra boje (+b).

Tablica 6. Praćenje vrijednosti parametara boje L (L = 100 bijelo, L = 0 crno) i b (-b = plavo, +b = žuto) u uzorcima lagane majoneze tijekom 0 i 7 dana skladištenja na 4 °C

Table 6 Monitoring the values of the colour parameters L (L = 100 white, L = 0 black) and b (-b = blue, +b = yellow) in light mayonnaise samples during 0 and 7 days of storage at 4 °C

Uzorak lagane majoneze / Sample of light mayonnaise	L	+b	L	+b
	0 – dan/day		7 – dan/day	
20 % SUN ulje/oil	78,07	+7,56	78,21	+7,66
10 % SUN ulje +10 % ŠAF ulje/oil	80,45	+8,19	80,44	+8,32
10 % SUN ulje +10 % KK ulje/oil	78,28	+20,30	78,07	+20,76
30 % SUN ulje/oil	80,64	+8,11	80,96	+8,46
15 % SUN ulje +15 % ŠAF ulje/oil	80,50	+8,30	80,39	+8,66
15 % SUN ulje + 15 % KK ulje/oil	78,40	+22,18	78,33	+23,20
40 % SUN ulje/oil	81,35	+7,76	81,47	+8,27
20 % SUN ulje + 20 % ŠAF ulje/oil	80,55	+8,91	80,58	+9,11
20 % SUN ulje + 20 % KK ulje/oil	80,06	+24,58	79,77	+25,13
40 % SUN ulje + 50 % jogurt / yoghurt	81,12	+8,49	81,18	+8,59
20 % SUN ulje/oil + sok grejpa/ grapefruit juice	74,39	+11,30	72,58	+11,73
20 % SUN ulje/oil + sok ananasa/ pineapple juice	76,27	+13,07	76,29	+12,77
20 % SUN ulje/oil + sok višnje/ cherry juice	58,44	+8,17	58,74	+7,99

Zaključak

Ispitivana lagana majoneza pripada ne-Newtonovskim tekućinama, pseudoplastičnog tipa s određenom tiksotropnom površinom. Porastom udjela rafiniranog suncokretovog ulja u uljnoj fazi (sa 20 % na 30 % i 40 %) dolazi do porasta prividne viskoznosti lagane majoneze. Vrsta ispitivanog ulja utječe na reološka svojstva lagane majoneze. Lagana majoneza izrađena sa hladno prešanim uljem šafranke ima veću vrijednost prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije, a manji indeks tečenja u odnosu na primjenu rafiniranog suncokretovog ulja i rafiniranog ulja kukuruznih klica. Dodatak većeg udjela jogurta (50 %) u izradi lagane majoneze s 40 % uljnom fazom suncokretovog ulja dovodi do porasta prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije, a smanjenje indeksa tečenja u odnosu na uzorak bez jogurta i uzoraka s 10 % i 30 % jogurta. Dodatak voćnog soka

grejpa dovodi do porasta smičnog naprezanja, prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije lagane majoneze s 20 % uljnom fazom suncokretovog ulja, a smanjuje se indeks tečenja u odnosu na dodatak soka višnje i ananasa. Lagana majoneza s 20 % uljnom fazom i žumanjkom jajeta patke, te sa većim udjelom dodanog emulgatora Tweena 20 ima manju vrijednost smičnog naprezanja, prividne viskoznosti, koeficijenta konzistencije i indeksa tečenja. Uzorak s žumanjkom jajeta kokoši ima veću viskoznost i koeficijent konzistencije, a manji indeks tečenja u odnosu na uzorak s žumanjkom patke. Mjerenjem boje lagane majoneze kolorimetrom primjenom L^*a^*b sustava uočava se da dodatak ulja kukuruzne klice u uljnu fazu povećava vrijednost parametra boje (+b), što znači da imaju izraženiju žutu nijansu boje u odnosu na uzorke izrađene s suncokretovim uljem i uljem šafranke.

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] Aganović, K., Bindrich, U., & Heinz, V. (2018): Ultra-high pressure homogenisation process for production of reduced fat mayonnaise with similar rheological characteristics as its full fat counterpart. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, 208-214. doi.org/10.1016/j.ifset.2017.10.013.
- [3] 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
- [4] Alvarez-Sabatel, S., I.M. Marañon, J.-C. Arboleya (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, 195-203. doi: 10.1016/j.ifset.2018.06.014
- [5] 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.
- [6] 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
- [7] Bredikhin, S. A., Martekha, A. N., Andreev, V. N., & Soldusova, E. A. (2022a): Investigation of the process of structure formation during ultrasonic homogenization of milk. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 954(1), 012014. doi.org/10.1088/1755-1315/954/1/012014.
- [8] Bredikhin, S. A., Martekha, A. N., Andreev, V. N., Soldusova, E. A., & Karpova, N. A. (2022b): Investigation of the structural and mechanical characteristics of mayonnaise with the addition of linseed oil. *IOP Conference Series. Earth and Environmental Science*, 979(1), 012089. doi.org/10.1088/1755-1315/979/1/012089.
- [9] 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
- [10] 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
- [11] 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
- [12] 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
- [13] 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.
- [14] 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
- [15] 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.
- [16] 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
- [17] 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
- [18] Hasenhuettl, G. L., R. W. Hartel (2008): *Food emulsifiers and their applications*. Springer Science.
- [19] Heydari, A., Razavi, S. M. A., & Farahnaky, A. (2021): Effect of high pressure-treated wheat starch as a fat replacer on the physical and rheological properties of reduced-fat O/W emulsions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 70, 102702. doi.org/10.1016/j.ifset.2021.102702.
- [20] 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
- [21] Juszczak, L., T. Fortuna, A. Kosla (2003): Sensory and rheological properties of Polish commercial mayonnaise. *Nahrung/Food* 47, 232-235. doi:10.1002/food.200390054
- [22] Katsaros, G., Tsoukala, M., Giannoglou, M., & Taoukis, P. (2020): Effect of storage on the rheological and viscoelastic properties of mayonnaise emulsions of different oil droplet size. *Heliyon*, 6(12), e05788. doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05788.
- [23] 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
- [24] 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
- [25] Kumar, Y., Roy, S., Devra, A., Dhiman, A., & Prabhakar, P. K. (2021): Ultrasonication of mayonnaise formulated with xanthan and guar gums: rheological modeling, effects on optical properties and emulsion stability. *Lebensmittel-Wissenschaft + Technologie*, 149, 111632. doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111632.
- [26] 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
- [27] 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-Technologie*, 35 (6), 517-525. doi:10.1006/fstl.2002.0899
- [28] 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
- [29] 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
- [30] Mezger T. G. (2002): *The rheology handbook*. Vincentz, Hannover, Germany.
- [31] 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

- [32] Muadiad, K., & Sirivongpaisal, P. (2022): Effect of frozen storage and hydrocolloids on structural and rheological properties of frozen roti dough supplemented with rice bran. *Food Science and Technology*, 42, e44620. doi.org/10.1590/fst.44620
- [33] 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.
- [34] Nogueira, A., Aquino, R., & Steel, C. (2022): Empirical rheology of wheat flour doughs with pea, soybean and whey protein isolates. *Food Science and Technology*, 42, e23921. doi.org/10.1590/fst.23921.
- [35] Patil, U., & Benjakul, S. (2019): Physical and textural properties of mayonnaise prepared using virgin coconut oil/fish oil blend. *Food Biophysics*, 14(3), 260-268. doi.org/10.1007/s11483-019-09579-x.
- [36] 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
- [37] Rukke, E.O., R.B. Schüller (2019): Rheological properties of different types of mayonnaise. *Annual Transactions of the Nordic Rheology Society* 27, 165-171.
- [38] Ruiling, S., L. Shuangqun, D. Jilin (2011): Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise. *Food Chemistry* 126, 65-71. doi:10.1016/j.foodchem.2010.10.072
- [39] Santos Ferreira, L., Carvalho Brito-Oliveira, T., & De Pinho, S. C. (2022): Brazil nut (*Bertholletia excelsa*) oil emulsions stabilized with thermally treated soy protein isolate for vitamin D3. *Food Science and Technology*, 42, e17521. doi.org/10.1590/fst.17521
- [40] Saygili, D., Döner, D., İçier, F., & Karagözlü, C. (2022): Rheological properties and microbiological characteristics of kefir produced from different milk types. *Food Science and Technology*, 42, e32520. doi.org/10.1590/fst.32520.
- [41] 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.
- [42] 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
- [43] 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.
- [44] 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
- [45] Taslikh, M., Mollakhalili-Meybodi, N., Alizadeh, A. M., Mousavi, M., Nayebzadeh, K., & Mortazavian, A. M. (2022): Mayonnaise main ingredients influence on its structure as an emulsion. *Journal of Food Science and Technology*, 59(6), 2108-2116. doi.org/10.1007/s13197-021-05133-1.
- [46] Yang, X., Li, A., Yu, W., Li, X., Sun, L., Xue, J., & Guo, Y. (2020): Structuring oil-in-water emulsion by forming egg yolk/alginate complexes: Their potential application in fabricating low-fat mayonnaise-like emulsion gels and redispersible solid emulsions. *International Journal of Biological Macromolecules*, 147, 595-606. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.01.106.
- [47] Yildirim, M., Sumnu, G., & Sahin, S. (2016): Rheology, particle-size distribution, and stability of low-fat mayonnaise produced via double emulsions. *Food Science and Biotechnology*, 25(6), 1613-1618. doi.org/10.1007/s10068-016-0248-7.
- [48] 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
- [49] 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.
- [50] 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: 02.09.2025.

Prihvaćeno/Accepted: 07.10.2025.

Influence of Oil Phase and Additives on Rheological Properties of Light Mayonnaise

Abstract

Rheological properties make an important factor in products quality, such as emulsions made of oil/water (salad dressing, mayonnaise). Knowing the rheological characteristics is important when creating the desired mayonnaise consistency and quality control during production. To obtain certain rheological properties and stability of the product, it is necessary to use different additives. The aim of this experiment is to inquire influence composition of oil phase (sunflower oil, safflower oil, corn oil) and additives (fruit juice: grapefruit, pineapple, cherry, yoghurt, emulsifier Tween 20, duck and chicken egg yolk) on rheological properties of light mayonnaise. Rheological tests were carried out in a controlled rotational viscometer at 23 °C and obtained data were used to calculate rheological parameters: consistency coe-

fficient, flow behaviour index and apparent viscosity. All light mayonnaise samples showed non-Newtonian, pseudoplastic flow with different area of thixotropy loop. The results of the research showed that the composition of the oil phase, the addition of yoghurt, fruit juices, emulsifiers, and the type of egg yolk affect the rheological behavior of light mayonnaise. Light mayonnaise made with cold-pressed safflower oil combined with sunflower oil has a higher viscosity and consistency compared to using corn germ oil.

Keywords: light mayonnaise, rheological properties, composition, type of oil, yoghurt, emulsifier, storage

Einfluss der Ölphase und Zusatzstoffe auf die rheologischen Eigenschaften von leichter Mayonnaise

Zusammenfassung

Rheologische Eigenschaften sind ein wichtiger Faktor für die Produktqualität, beispielsweise bei Emulsionen aus Öl und Wasser (Salatdressings, Mayonnaise). Die Kenntnis der rheologischen Eigenschaften ist wichtig, um die gewünschte Konsistenz der Mayonnaise zu erzielen und die Qualität während der Produktion zu kontrollieren. Um bestimmte rheologische Eigenschaften und die Stabilität des Produkts zu erreichen, müssen verschiedene Zusatzstoffe verwendet werden. Das Ziel dieses Experiments ist es, den Einfluss der Zusammensetzung der Ölphase (Sonnenblumenöl, Distelöl, Maisöl) und der Zusatzstoffe (Fruchtsaft: Grapefruit, Ananas, Kirsche, Joghurt, Emulgator Tween 20, Enten- und Hühner-Eigelb) auf die rheologischen Eigenschaften von leichter Mayonnaise zu untersuchen. Die rheologischen Tests wurden in einem kontrollierten Rotationsviskosimeter bei 23 °C durchgeführt, und die gewonnenen Daten wurden zur Berechnung der rheologischen Parameter verwendet: Konsistenzkoeffizient, Fließverhalten-Index und scheinbare Viskosität. Alle Proben der leichten Mayonnaise zeigten ein nicht-newtonsches, pseudoplastisches Fließverhalten mit unterschiedlichen Bereichen der Thixotropie-Schleife. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigten, dass die Zusammensetzung der Ölphase, die Zugabe von Joghurt, Fruchtsäften, Emulgatoren und die Art des Eigelbs das rheologische Verhalten von leichter Mayonnaise beeinflussen. Leichte Mayonnaise, die mit kaltgepresstem Distelöl in Kombination mit Sonnenblumenöl hergestellt wird, hat eine höhere Viskosität und Konsistenz als Mayonnaise, die mit Maiskeimöl hergestellt wird.

Schlüsselwörter: leichte Mayonnaise, rheologische Eigenschaften, Zusammensetzung, Öltyp, Joghurt, Emulgator, Lagerung

Influencia de la fase oleosa y los aditivos sobre las propiedades reológicas de la mayonesa ligera

Resumen

Las propiedades reológicas representan un factor importante en la calidad de productos como las emulsiones aceite/agua (aderezos, mayonesa). Conocer las características reológicas es esencial para lograr la consistencia deseada de la mayonesa y para el control de calidad durante el proceso de producción. Para alcanzar determinadas propiedades reológicas y estabilidad del producto, es necesario el uso de distintos aditivos. El objetivo de este experimento fue analizar la influencia de la composición de la fase oleosa (aceite de girasol, aceite de cártamo, aceite de maíz) y de los aditivos (jugos de frutas: pomelo, piña, cereza; yogur; emulsionante Tween 20; yema de huevo de pato y de gallina) sobre las propiedades reológicas de la mayonesa ligera. Las pruebas reológicas se realizaron utilizando un viscosímetro rotacional de control a 23 °C, y los datos obtenidos se usaron para calcular los parámetros reológicos: co-

eficiente de consistencia, índice de comportamiento de flujo y viscosidad aparente. Todas las muestras de mayonesa ligera mostraron un comportamiento de flujo no newtoniano y pseudoplástico, con diferentes áreas en el bucle de tixotropía. Los resultados demostraron que la composición de la fase oleosa, la adición de yogur, jugos de frutas, emulsionantes y el tipo de yema de huevo influyen en el comportamiento reológico de la mayonesa ligera. La mayonesa elaborada con aceite de cártamo prensado en frío combinado con aceite de girasol presentó mayor viscosidad y consistencia en comparación con la elaborada con aceite de germen de maíz.

Palabras claves: mayonesa ligera, propiedades reológicas, composición, tipo de aceite, yogur, emulsionante, almacenamiento

Influenza della fase oleosa e degli additivi sulle proprietà reologiche della maionese light

Riassunto

Le proprietà reologiche sono un fattore importante per la qualità di prodotti come le emulsioni olio/acqua (salse, maionese). La conoscenza delle caratteristiche reologiche è fondamentale per creare la consistenza desiderata della maionese e per controllarne la qualità durante la produzione. Per ottenere specifiche proprietà reologiche e la stabilità del prodotto, è necessario utilizzare diversi additivi. L'obiettivo di questo studio è esaminare l'influenza della composizione della fase oleosa (olio di girasole, olio di cartamo, olio di germe di mais) e degli additivi (succhi di frutta di pompelmo, ananas, ciliegia, yogurt, emulsionante Tween 20, tuorlo d'uovo di anatra e di gallina) sulle proprietà reologiche della maionese light. Le misurazioni delle proprietà reologiche della maionese light sono state effettuate con un viscosimetro rotazionale a 23 °C. I dati ottenuti sono stati utilizzati per calcolare i seguenti parametri reologici: coefficiente di consistenza, indice di scorrimento e viscosità apparente. Tutti i campioni testati di maionese light hanno mostrato un fluido non newtoniano, pseudoplastico, con un certo intervallo di ciclo tixotropico. I risultati dello studio hanno mostrato che la composizione della fase oleosa, l'aggiunta di yogurt, succhi di frutta, emulsionanti e il tipo di tuorlo influenzano il comportamento reologico della maionese light. La maionese light preparata con olio di cartamo spremuto a freddo in combinazione con olio di girasole presenta una maggiore viscosità e consistenza rispetto all'utilizzo di olio di germe di mais.

Parole chiave: maionese light, proprietà reologiche, composizione, tipo di olio, yogurt, emulsionante, conservazione

TUTTOFOOD
INTERNATIONAL
FOOD EXHIBITION **MILANO**
11 | 14 MAY. 2026