

Reološke karakteristike salatne majoneze sa žumanjkom jajeta kokoši i prepelice

Moslavac¹ T., S. Jokić¹, D. Šubarić¹, K. Aladić², V. Panzalović¹

Originalni znanstveni rad

SAŽETAK

U ovom radu istraživana je utjecaj pojedinih sastojaka (uljne faze, vrste ugljikohidrata, mliječne komponente, graška u prahu, visokokonzentriranih proteina soje u prahu, žumanjka jajeta kokoši i prepelice) na reološke karakteristike salatne majoneze. Uljnu fazu majoneze (60%) čini rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip, visokooleinski tip). Od ugljikohidrata korišteni su glukoza, laktoza, saharoza i inulin HD. Za mliječnu komponentu majoneze korišteno je punomasno mlijeko, obrano mlijeko, sirutka u prahu, sojin napitak, visokokonzentrirani proteini soje i grašak u prahu. Uzorci majoneze pripremljeni su sa žumanjkom jajeta kokoši i prepelice (svježi, pasterizirani, granule). Mehanički proces homogenizacije majoneze proveden je kod 10 000 o/min i vremena pripreme 1,5 minute, pri sobnoj temperaturi. Mjerenje reoloških svojstava provedeno je na rotacijskom viskozimetru s koncentričnim cilindrima pri temperaturama 10 °C i 25 °C. Ispitivan je i utjecaj žumanjka jajeta kokoši i prepelice na promjenu boje salatne majoneze instrumentalnom metodom. Iz dobivenih podataka izračunati su reološki parametri koeficijent konzistencije, indeks tečenja i prividna viskoznost. Rezultati istraživanja su pokazali da pojedini sastojci salatne majoneze utječu na njena reološka svojstva. Korištenjem mješavine rafiniranog suncokretovog ulja (linolni tip i visokooleinski tip 50:50), laktoze, mješavine punomasnog mlijeka u prahu i graška u prahu (50:50) te granula žumanjka jajeta (kokoši, prepelice) dobivene su veće vrijednosti reoloških parametara koeficijenta konzistencije i prividne viskoznosti, a manji indeks tečenja. Mjerenjem boje salatne majoneze kolorimetrom primjenom L^*a^*b sustava, zapaženo je da se žumanjkom jajeta kokoši postiže veća vrijednost parametra b koji opisuje intenzitet žute boje, u odnosu na žumanjak prepelice.

Gljučne riječi: salatna majoneza, reološka svojstva, suncokretovo ulje, žumanjak jajeta prepelice

UVOD

Majoneza je vjerojatno jedan od najčešće korištenih umaka u svijetu. To je tipična emulzija ulje/voda sa visokim udjelom biljnog ulja. Među svim sastojcima žumanjak jajeta je vrlo važan za stabilnost ovog proizvoda (Hasenhuettl, 2008; Narsimhan i Wang, 2008). Prema Pravilniku (1999) salatna majoneza mora sadržavati najmanje 50% biljnog ulja koji čini uljnu fazu proizvoda. Biljno ulje kao osnovni sastojak majoneze ima vrlo važnu funkciju u stvaranju emulzije proizvoda, doprinosi okusu, izgledu, teksturi i oksidacijskoj stabilnosti emulzije na vrlo specifičan način (McClements i Demetriades, 1998). Primjenom različitih vrsta biljnih ulja kao i kombinacijom ulja radi postizavanja željenog sastava masnih kiselina, mogu se poboljšati preham-

beni i senzorska svojstva majoneze (Kostyra i Barylko-Pikielna, 2007). Dodatkom visokooleinskog suncokretovog ulja (50%) u suncokretovo ulje linolnog tipa postiže se sastav uljne faze obogaćen većim udjelom mononezasićene oleinske masne kiseline i prirodnih antioksidanasa što rezultira većom stabilnosti majoneze prema oksidacijskom kvarenju. Reološka svojstva važan su čimbenik kvalitete hrane (Mezger, 2002) tako i proizvoda koji predstavljaju emulziju tipa ulje/voda (umaci, preljevi, majoneze). Poznavanje reoloških svojstava ovih proizvoda značajno je kod kreiranja određene konzistencije majoneze (Štern i sur., 2001), u kontroli kvalitete tijekom proizvodnje, skladištenja i transporta (Juszczak i sur., 2003). Reološka svojstva majoneze, preljeva i umaka uglavnom su određena udjelom i sasta-

¹ dr. sc. Tihomir Moslavac, Izvanredni profesor; dr. sc. Stela Jokić, docent; dr. sc. Drago Šubarić, redoviti profesor; Valentina Panzalović – studentica; Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek

² dr. sc. Krunoslav Aladić - Hrvatski veterinarski institut, Podružnica - Veterinarski zavod Vinkovci

Autor za korespondenciju: e-mail: Tihomir.Moslavac@ptfos.hr

vom uljne faze, prisutnošću emulgatora, stabilizatora i zgušnjivača (Wendin i Hall, 2001). Kvaliteta ovako dobivenih proizvoda, emulzija ulje/voda, kao i njihova stabilnost i viskoznost ovisi o postupku homogeniziranja (Wendin i sur., 1999), disperziranosti kapljica biljnog ulja u vodenoj kontinuiranoj fazi majoneze, 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) pri čemu se važnost pridaje proteinima mlijeka. U ovako dobivenim emulzijama kapljice ulja su mehaničkim postupkom dispergirane u kontinuiranoj vodenoj fazi octa te se djelovanjem prirodnog emulgatora iz žumanjka jajeta postiže veća stabilizacija cijelog sustava (Kiosseoglou, 2003; Castellani i sur., 2006). Jedan od glavnih problema je visok udio kolesterola u žumanjku jajeta kokoši, tako su provedena različita istraživanja za razvoj majoneze s malim udjelom kolesterola sa sličnim karakteristikama kao realna majoneza. Pojedini sastojci žumanjka se teško odvajaju, jedino plazma i granule mogu biti jednostavno frakcionirani te imaju primjenu na industrijskoj razini (Anton i sur., 2001). Budući da granule žumanjka imaju malu količinu kolesterola (Anton, 2007) i zadržavaju dobra emulgirajuća svojstva mogu biti korišteni kao funkcionalni sastojak u industriji hrane (Ibanoglu i Ercelebi, 2007; Sirvente i sur., 2007). Reološko ponašanje majoneze kontinuirano se proučava budući 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 istraživao je utjecaj sastava uljne faze, mliječne komponente, vrste ugljikohidrata, graška u prahu, sojinog napitka u prahu, visokokoncentriranih proteina soje u prahu te žumanjka jajeta kokoši i prepelice na reološka svojstva salatne majoneze pri temperaturama 25 °C i 10 °C. Dodatkom graška u prahu i visokokoncentriranih proteina soje u prahu kao zamjena za ½ punomasnog mlijeka željela se povećati nutritivna vrijednost i stabilnost majoneze. Također, ispitan je utjecaj žumanjka jajeta kokoši i prepelice (svježi, pasterizirani, granule) na promjenu boje salatne majoneze primjenom instrumentalne metode.

MATERIJAL I METODE

Materijal

Materijali koji su korišteni za izradu salatne majoneze su:

- Rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip i visokooleinski tip)
- Žumanjak jajeta kokoši i prepelice
- Ugljikohidrati
- Alkoholni ocat
- Morska sol

- Senf
- Mliječna komponenta
- Sojin napitak u prahu
- Visokokoncentrirani proteini soje u prahu
- Grašak u prahu
- Vinska kiselina
- Destilirana voda

Rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip) dobiveno je iz Tvornice ulja Čepin. Rafinirano visokooleinsko suncokretovo ulje, alkoholni ocat (9% octene kiseline), kuhinjska sol i senf za proizvodnju salatne majoneze nabavljeni su u lokalnoj trgovini. Žumanjak jajeta kokoši i prepelice nabavljen je od privatnog dobavljača te je priređen kao svježi, pasterizirani (68 °C, 3 minute) te granule žumanjka. Granule žumanjka kokoši i prepelice pripremljeni su tako da se svježi žumanjak pomiješa s destiliranom vodom (1:1,5), pH se podešava na 7,0 sa 1N NaOH te se centrifugiranjem izdvajaju granule (Laca, 2010.). Ugljikohidrati glukoza, laktoza i inulin HD nabavljeni su iz firme Claro-prom d.o.o., Zagreb, a saharoza iz Tvornice šećera Osijek. Vinska kiselina (regulator kiselosti) je od proizvođača Alkaloid, Skoplje. Od mliječne komponente punomasno mlijeko u prahu (proteini 26,3%, šećeri 39,8%, masti 26%) i obrano mlijeko u prahu (min. 1,5% mliječne masti) nabavljeni su iz firme Dukat d.d., a sirutka u prahu (mliječna mast u s.t. do 1%, proteini 12-14%, laktoza 73-75%) iz firme Zdenka d.d. Sojin napitak u prahu (proteini 4,8%, šećeri 63,3%, masti 26,9%) je iz firme Vitalia d.o.o., a visokokoncentrirani proteini soje (proteini 88%, šećeri 1%, masti 3,7%) su iz firme Dr. Ritter, Allos Schwarzwald, Njemačka te grašak u prahu (proteini 22%, šećeri 55%, masti 2%) od firme DLG Food Grain Asaa, Danska.

Priprema majoneze

Svi uzorci salatne majoneze za ispitivanje reoloških karakteristika pripremljeni su na tradicionalan način, bez upotrebe konzervansa u laboratorijskim uvjetima, pri sobnoj temperaturi u količini 200 g za pojedini uzorak. Standardni uzorak salatne majoneze pripremljen je sa 60% uljnom fazom koju čini mješavina rafiniranog suncokretovog ulja linolni tip i visokooleinski tip u omjeru 50:50. Prva tri uzorka salatne majoneze napravljena su za ispitivanje utjecaja vrste ulja (sastava uljne faze) na reološka svojstva majoneze izrađene sa svježim žumanjkom jajeta kokoši i prepelice u omjeru 50:50 te od sastojaka sa masenim udjelima: destilirana voda (13,9%), alkoholni ocat (4%), morska sol (1%), senf (2%), glukoza (4%), vinska kiselina (0,1%) i punomasno mlijeko u prahu (7%). Ostali uzorci majoneze rađeni su sa različitim sastojcima čiji je utjecaj ispitan na promjenu reoloških svojstava.

Tablica 1. Osnovna receptura za pripremu salatne majoneze (standardni uzorak)

Sastojci	Uzorak	
	Udio (%)	Masa (g)
Rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip)	30	60
Rafinirano visokoleinsko suncokretovo ulje	30	60
Svježi žumanjak jajeta kokoši	4	8
Svježi žumanjak jajeta prepelice	4	8
Glukoza	4	8
Alkoholni ocat	4	8
Morska sol	1	2
Senf	2	4
Vinska kiselina	0,1	0,2
Punomasno mlijeko u prahu	7	14
Destilirana voda	13,9	27,8
Ukupno	100	200

Za proizvodnju salatne majoneze korišten je laboratorijski homogenizator model D-500 (Wiggenhauser, Njemačka-Malezija) sa područjem brzina rotacije rotora (10000 - 30000 o/min.). Kod izrade majoneze primijenjen je rotor tipa ER30 i stator tipa S30F. Uzorci su pripremljeni tako da se izvažu potrebni sastojci te se dodaje 1/2 suncokretovog ulja (60 g), zatim žumanjak jajeta, ocat, voda i ostali sastojci, uključi se homogenizator te se polagano dodaje preostali dio suncokretovog ulja, a zatim homogenizira 1,5 min kod 10 000 o/min. Priprema uzoraka majoneze napravljena je pri sobnoj temperaturi svih sastojaka, a nakon izrade provedeno je mjerenje reoloških svojstava. Svi uzorci su pripremljeni na isti način, samo što su se mijenjali pojedini sastojci ovisno od recepture uzorka majoneze.

Reološka svojstva

Mjerenje reoloških svojstava ispitivanih uzoraka salatne majoneze provedeno je na rotacijskom viskozimetru, model DV-III+ Digital Rheometer-Brookfield Engineering Laboratories (SAD), primjenom koncentričnih cilindara tipa SC4-28 i SC4-29. Viskozimetar je povezan sa računalom, opremljenim software-om Rheocalc 3.2 koje upravlja mjerenjem reoloških svojstava te provodi obradu izmjerenih podataka. Ispitivanje reoloških svojstava svježe pripremljenih uzoraka salatne majoneze provedeno je pri temperaturama 25 °C i 10 °C. Za održavanje konstantne temperature uzoraka tijekom mjerenja sa viskozimetrom korišten je termostat model TC-501P, firme Brookfield. Mjerenjem je praćena ovisnost smičnog naprezanja (τ) i prividne viskoznosti (μ) 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 gdje je utvrđeno da su svi ispitivani uzorci majoneze imali nenevtonovska svojstva, te pripadaju pseudoplastičnom tipu tekućina. Izraču-

nate vrijednosti reoloških parametra 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":

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

τ - smično naprezanje (Pa)

D - brzina smicanja (s⁻¹)

k - koeficijent konzistencije (Pa·sⁿ)

n - indeks tečenja

Izračunavanje prividne viskoznosti (μ) uzoraka majoneze provedeno je primjenom izraza:

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

Određivanje boje salatne majoneze

Boja salatne majoneze mjerena je pomoću tristimulusnog kolorimetra Minolta CR-300. Ovaj tip kromometra mjeri reflektiranu svjetlost sa površine predmeta (uzorka). Svjetlost se reflektira, a takvu svjetlost mjeri šest jako osjetljivih silikonskih fotočelija. Računalno se zapisuju podatci i izražavaju se u pet različitih sustava (XYZ; Yxy; Lab; LCh; Hunter lab). Koriste se 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 je li nešto svijetlo ili tamno. Ako je vrijednost L* = 100, rezultat je bijela boja, a ako je L* = 0 predmet je crne boje.

a* - vrijednost (pozitivna i negativna). Ako je pozitivna, rezultat je crvena boja, ako je negativna, rezultat je zelena boja.

b* - vrijednost (pozitivna i negativna). Ako je pozitivna, boja je žuta, ako je negativna vrijednost, rezultat je plava boja.

REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati istraživanja utjecaja sastojaka (uljne faze, ugljikohidrata, žumanjka jajeta kokoši i prepelice, mliječne komponente, graška u prahu, visokokonzentriranih proteina soje u prahu) na reološko ponašanje salatne majoneze sa 60%-tnom uljnom fazom pri temperaturama 25 °C i 10 °C prikazani su u tablicama 2 - 6.

Utjecaj sastava uljne faze na reološke parametre majoneze izrađene sa svježim žumanjkom jajeta kokoši i prepelice 50:50, pri 25 °C i 10 °C prikazan je u tablici 2. Izradom salatne majoneze sa suncokretovim uljem (linolni tip), dobivena je prividna viskoznost (1,242 Pa·s) pri brzini smicanja 137,1 s⁻¹, koeficijent konzistencije (27,76 Pa·sⁿ) i indeks tečenja (0,367), mjereno pri temperaturi 25 °C. Zamjenom uljne faze majoneze sa visokoleinskim suncokretovim uljem dolazi do smanjenja

vrijednosti prividne viskoznosti (1,235 Pa·s) i koeficijenta konzistencije (26,61 Pa·sⁿ), a porasta indeksa tečenja (0,376). Miješanjem ove dvije vrste ulja u omjeru 50:50 dobivena je uljna faza za pripremu salatne majoneze kod koje je došlo do znatnog porasta ispitivanih reoloških parametara. Razlog takvom ponašanju je u promjeni sastava uljne faze dodatkom visokooleinskog ulja koje svojim sastavom povećava viskoznost majoneze. Ista pojava promjene reoloških parametara zapažena je kod mjerenja reoloških svojstava ovih uzoraka majoneze pri temperaturi 10 °C. Mjerenjem pri 10 °C dobivene su veće vrijednosti reoloških parametara majoneze, što je i očekivano jer viskoznost i konzistencija ovih proizvoda ovise o temperaturi.

Tablica 2. Utjecaj vrste ulja (sastav uljne faze) na reološke parametre salatne majoneze. (žumanjak: svježi kokošji + svježi prepelice 50:50, glukoza, punomasno mlijeko)

Uljna faza	μ pri 137,1 s ⁻¹ (Pa·s)	k (Pa·s ⁿ)	n	R ²
25 °C				
SUN	1,242	27,76	0,367	0,99659
VOS	1,235	26,61	0,376	0,99696
SUN + VOS (50:50)	1,531	43,25	0,321	0,98813
10 °C				
SUN	1,274	28,19	0,369	0,99848
VOS	1,268	27,60	0,374	0,99589
SUN + VOS (50:50)	1,796	46,90	0,337	0,99385

SUN - Suncokretovo ulje – linolni tip; VOS - Visokooleinsko suncokretovo ulje
 μ – prividna viskoznost pri brzini smicanja 137,1 s⁻¹ (Pa·s); k – koeficijent konzistencije (Pa·sⁿ);
 n – indeks tečenja (-); R² – koeficijent determinacije

U tablici 3 prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja vrste ugljikohidrata (glukoza, saharoza, laktoza i inulin HD) na reološke parametre salatne majoneze, mjereno pri 10 °C i 25 °C. Standardni uzorak majoneze izrađen je sa glukozom te je mjerenjem pri 25 °C dobivena vrijednost za prividnu viskoznost (1,948 Pa·s) pri brzini smicanja 103,9 s⁻¹, koeficijent konzistencije (43,25 Pa·sⁿ) i indeks tečenja (0,321). Korištenjem saharoze u pripremi majoneze dobivene su najmanje vrijednosti prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije majoneze, a veći indeks tečenja, mjereno pri 25 °C. U usporedbi glukozom i saharozom primjenom inulina HD dobivena je majoneza s većom prividnom viskoznošću i konzistencijom. Najveće vrijednosti ispitivanih reoloških parametara salatne majoneze dobivene su korištenjem laktoze. Postignuta je prividna viskoznost (2,252 Pa·s), konzistencija (58,71 Pa·sⁿ), a najmanji indeks tečenja (0,301), mjereno pri temperaturi 25 °C. Mjerenjem reoloških svojstava ispitivanih uzoraka salatne majoneze pri temperaturi 10 °C dobivene su veće vrijednosti reoloških parametara u odnosu na mjerenje pri 25 °C. Zapažen je isti utjecaj pojedinog ugljikohidrata na reološka svojstva majoneze kao i kod mjerenja pri 25 °C.

Tablica 3. Utjecaj vrste ugljikohidrata na reološke parametre salatne majoneze. (žumanjak: svježi kokošji + svježi prepelice 50:50, uljna faza: SUN + VOS 50:50, punomasno mlijeko)

Vrsta ugljikohidrata	μ pri 103,9 s ⁻¹ (Pa·s)	k (Pa·s ⁿ)	n	R ²
25 °C				
Glukoza	1,948	43,25	0,321	0,98813
Saharoza	1,871	41,04	0,335	0,98686
Laktoza	2,252	58,71	0,301	0,99339
Inulin HD	2,227	55,11	0,309	0,99558
10 °C				
Glukoza	2,158	46,90	0,337	0,99385
Saharoza	1,967	42,35	0,339	0,99439
Laktoza	2,396	67,30	0,279	0,99353
Inulin HD	2,378	57,23	0,315	0,99195

Rezultati ispitivanja utjecaja vrste mliječne komponente (punomasno i obrano mlijeko u prahu, sirutka u prahu) te sojinog napitka u prahu, mješavine punomasnog mlijeka i graška u prahu 50:50, mješavine punomasnog mlijeka u prahu i visokokoncentriranih proteina soje u prahu 50:50) na reološke parametre salatne majoneze mjereno pri 10 °C i 25 °C prikazani su u tablici 4. Standardni uzorak salatne majoneze izrađen je s punomasnim mlijekom u prahu te je dobivena vrijednost prividne viskoznosti 3,307 (Pa·s) kod brzine smicanja 44,1 s⁻¹, koeficijenta konzistencije 43,25 (Pa·sⁿ) i indeksa tečenja (0,321), mjereno pri temperaturi 25 °C. Pripremom majoneze sa sirutkom u prahu dobivene su najniže vrijednosti prividne viskoznosti 1,966 (Pa·s) i koeficijenta konzistencije 23,22 (Pa·sⁿ). Korištenjem obranog mlijeka u prahu dobivena je majoneza s većom viskoznošću 4,931 (Pa·s) i konzistencijom 67,74 (Pa·sⁿ), a s niskim indeksom tečenja (0,308), mjereno pri 25 °C, u odnosu na majonezu napravljenu s mješavinom punomasnog mlijeka i sirutke u prahu. Primjenom sojinog napitka u prahu te mješavine punomasnog mlijeka i visokokoncentriranih proteina soje u prahu (50:50) postižu se približne vrijednosti prividne viskoznosti i konzistencije salatne majoneze. Izradom majoneze s mješavinom punomasnog mlijeka u prahu i graška u prahu (50:50) postižu s najveće vrijednosti reoloških parametara prividne viskoznosti 5,955 (Pa·s), koeficijenta konzistencije 83,69 (Pa·sⁿ), a najniži indeks tečenja (0,302), mjereno pri 25 °C. Isto zapažanje ostvareno je i mjerenjem pri 10 °C, ali su veće vrijednosti reoloških parametara.

U tablicama 5 i 6 vidljivi su rezultati ispitivanja utjecaja žumanjka jajeta kokoši i prepelice (svježi, pasterezirani, granulirani i mješavina svježeg žumanjka) na reološke parametre salatne majoneze, mjereno pri temperaturama 10 °C i 25 °C. Salatna majoneza izrađena sa svježim žumanjkom prepelice ima prividnu

Tablica 4. Utjecaj vrste mliječne komponente na reološke parametre salatne majoneze. (žumanjak: svježi kokošji + svježi prepelice 50:50, uljna faza: SUN + VOS 50:50, glukoza)

Mliječna komponenta	μ pri 44,1 s ⁻¹ (Pa·s)	k (Pa·s ⁿ)	n	R ²
25 °C				
Punomasno mlijeko u prahu	3,307	43,25	0,321	0,98813
Obrano mlijeko u prahu	4,931	67,74	0,308	0,98701
Sirutka u prahu	1,966	23,22	0,348	0,98644
Sirutka u prahu	1,966	23,22	0,348	0,98644
Punomasno mlijeko + grašak u prahu 50:50	5,955	83,69	0,302	0,99604
Punomasno mlijeko + visokokonzentrirani proteini soje u prahu 50:50	3,611	37,49	0,382	0,99683
10 °C				
Punomasno mlijeko u prahu	3,810	46,90	0,337	0,99385
Obrano mlijeko u prahu	5,307	85,80	0,265	0,99201
Sirutka u prahu	2,090	23,58	0,360	0,98909
Sojin napitak u prahu	3,227	44,34	0,308	0,99277
Punomasno mlijeko + grašak u prahu 50:50	6,098	87,01	0,298	0,99186
Punomasno mlijeko + visokokonzentrirani proteini soje u prahu 50:50	4,102	48,25	0,349	0,99187

viskoznost (2,191 Pa·s) kod brzine smicanja 59,2 s⁻¹, koeficijent konzistencije (30,10 Pa·sⁿ) i indeks tečenja (0,358), mjereno pri 25 °C (Tablica 5). Pripremom majoneze sa pasteriziranim žumanjkom prepelice dolazi do porasta viskoznosti i konzistencije majoneze, a smanjenja indeksa tečenja. Korištenje proizvedenih granula žumanjka prepelice kod izrade majoneze rezultiralo je znatnim porastom prividne viskoznosti (3,158 Pa·s) i koeficijenta konzistencije (92,69 Pa·sⁿ), te nižim indeksom tečenja (0,172), mjereno pri 25 °C. Salatna majoneza izrađena s mješavinom svježeg žumanjka

Tablica 5. Utjecaj žumanjka jajeta prepelice na reološke parametre salatne majoneze. (uljna faza: SUN + VOS 50:50, glukoza, punomasno mlijeko)

Žumanjak jajeta prepelice	μ pri 59,2 s ⁻¹ (Pa·s)	k (Pa·s ⁿ)	n	R ²
25 °C				
Svježi žumanjak	2,191	30,10	0,358	0,99752
Pasterizirani žumanjak	2,666	40,23	0,335	0,99898
Granule žumanjka	3,158	92,69	0,172	0,99509
Svježi kokošji + svježi prepelice 50:50	2,707	43,25	0,321	0,98813
10 °C				
Svježi žumanjak	2,459	38,18	0,328	0,99264
Pasterizirani žumanjak	2,767	43,28	0,319	0,99905
Granule žumanjka	3,680	108,45	0,171	0,99559
Svježi kokošji + svježi prepelice 50:50	3,133	46,90	0,337	0,99385

kokošji i prepelice (50:50) dovela je do veće vrijednosti prividne viskoznosti i konzistencije u odnosu na uzorke pripremljene od pojedinačnog svježeg žumanjka. Mjerenjem reoloških svojstava ovih uzoraka majoneze pri 10 °C, zapažen je isti utjecaj vrste žumanjka na reološka

svojstva. U tablici 6 prikazan je utjecaj žumanjka jajeta kokošji na promjenu reoloških parametara salatne majoneze. Iz ovako dobivenih rezultata može se uočiti da je prisutan isti utjecaj žumanjka jajeta kokošji kao i žumanjka jajeta prepelice na reološke parametre salatne majoneze. Rezultati pokazuju da salatna majoneza pripremljena iz žumanjka jajeta kokošji ima veće vrijednosti prividne viskoznosti i konzistencije u odnosu na primijenjeni žumanjak jajeta prepelice.

Tablica 6. Utjecaj žumanjka jajeta kokošji na reološke parametre salatne majoneze. (uljna faza: SUN + VOS 50:50, glukoza, punomasno mlijeko)

Žumanjak jajeta kokošji	μ pri 59,2 s ⁻¹ (Pa·s)	k (Pa·s ⁿ)	n	R ²
25 °C				
Svježi žumanjak	2,638	39,33	0,338	0,99604
Pasterizirani žumanjak	2,957	45,54	0,330	0,99881
Granule žumanjka	3,552	102,55	0,176	0,99308
Svježi kokošji + svježi prepelice 50:50	2,707	43,25	0,321	0,98813
10 °C				
Svježi žumanjak	2,747	39,96	0,344	0,99825
Pasterizirani žumanjak	3,037	45,64	0,336	0,99886
Granule žumanjka	4,272	120,38	0,182	0,99280
Svježi kokošji + svježi prepelice 50:50	3,133	46,90	0,337	0,99385

Utjecaj žumanjka jajeta kokošji i prepelice (svježi, pasterizirani i granule) na promjenu boje salatne majoneze vidljiv je u tablici 7. Mjerenjem boje navedenih uzoraka majoneze s kolorimetrom L*a*b sustava zapaženo je da majoneza pripremljena sa svježim žumanjkom jajeta kokošji ima najveći utjecaj na promjenu boje. Očitana je veća vrijednost mjerenja žute boje (veća vrijednost parametra b), u odnosu na primjenu drugih korištenih žumanjaka. Pasterizacijom žumanjka (kokošji i prepelice) kao i izdvajanjem granula iz svježeg žumanjka te njihovom primjenom kod izrade majoneze postiže se manja vrijednost parametra b (manje izražena žuta boja majoneze). Primjenom žumanjka jajeta kokošji postignuta je veća vrijednost parametra b (izraženija žuta boja majoneze) u odnosu na primjenu žumanjka prepelice.

Tablica 6. Utjecaj žumanjka jajeta kokošji i prepelice na promjenu boje salatne majoneze

Žumanjak	Žumanjak kokošji		Žumanjak prepelice	
	L	b	L	b
Svježi	75,58	+ 18,21	75,23	+ 16,70
Pasterizirani	75,20	+ 18,14	75,44	+ 16,10
Granule	76,01	+ 15,04	75,66	+ 13,35

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 crna 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.

ZAKLJUČAK

Ispitivani uzorci salatne majoneze pripadaju newtonovskim sustavima, pseudoplastičnog tipa.

Salatna majoneza pripravljena s uljnom fazom koju čini suncokretovo ulje (linolni tip) i visokooleinsko suncokretovo ulje (50:50) pokazuje veće vrijednosti reoloških parametara u odnosu na primjenu pojedinačne vrste ulja.

Vrsta ugljikohidrata utječe na reološka svojstva salatne majoneze mjereno na 10 °C i 25 °C. Izradom salatne majoneze s laktozom dobivene su veće vrijednosti prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije, a manji indeks tečenja u odnosu na druge ispitivane ugljikohidrate. Majoneza pripravljena sa saharozom ima najmanju viskoznost i konzistenciju, a najveći indeks tečenja.

Vrsta mliječne komponente utječe na reološka svojstva salatne majoneze, mjereno na temperaturama 10 °C i 25 °C. Izradom salatne majoneze sa sirutkom u prahu dobivene su najniže vrijednosti prividne viskoznosti i konzistencije, ali veći indeks tečenja. Korištenjem mješavine punomasnog mlijeka u prahu i graška u prahu (50:50), dobivena je majoneza s većim vrijednostima viskoznosti i konzistencije, a nižim indeksom tečenja.

Žumanjak jajeta kokoši i prepelice utječe na reološka svojstva salatne majoneze. Salatna majoneza izrađena sa svježim pripremljenim granulama žumanjka jajeta prepelice (ili kokoši) ima veću prividnu viskoznost i koeficijent konzistencije, a manji indeks tečenja u odnosu na primjenu svježeg ili pasteriziranog žumanjka. Primjena mješavine svježeg žumanjka kokoši i prepelice (50:50) rezultira većom viskoznosti i konzistencijom uzoraka salatne majoneze u odnosu na pojedinačnu primjenu svježeg žumanjka.

Mjerenjem boje salatne majoneze kolorimetrom primjenom L^*a^*b sustava, zapaženo je da se dodatkom žumanjka kokoši postiže veća vrijednost parametra b koji opisuje intenzitet žute boje, u odnosu na žumanjak prepelice. Dodatkom svježeg žumanjka jajeta postiže se veća vrijednost parametra b (više izražena žuta boja majoneze) u odnosu na primjenu pasteriziranog žumanjka ili granule žumanjka.

LITERATURA

- Abu-Jdayil, B. (2003):** Modelling the time-dependent rheological behavior of semisolid foodstuffs. *J. Food Eng.* 57, 97-102.
- 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.
- Anton, M. (2007):** Composition and structure of hen egg yolk. In: Huopalati, R., Lopez-Fandino, R., Anton, M., Schsde, R. (Eds.) *Bioactive Egg Compounds*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 1-6.
- Anton, M., M. Le Denmat, V. Beaumal, P. Pilet (2001):** Filler effect of oil droplets on rheology of heat-set emulsion gels prepared with egg yolk and egg yolk fracti-

ons. *Colloids and Surfaces, B: Biointerfaces* 21 (1-3), 137-147.

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.

Dybowska, B.E. (2008): Properties of milk protein concentrate stabilized oil-in-water emulsions. *Journal of Food Engineering* 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., A. Guerrero, C. Gallegos (1995): Rheology and processing of salad dressing emulsions. *Rheologica Acta* 34, (6), 513-524.

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.

Hasenhuettl G. L., R. W. Hartel (2008): Food emulsifiers and their applications. Springer Science.

Ibanoglu, E., E.A. Ercelebi (2007): Thermal denaturation and functional properties of egg proteins in the presence of hydrocolloid gums. *Food Chemistry* 101 (2), 626-633.

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

Kiosseoglou, V. (2003): Egg yolk protein gels and emulsions. *Current Opinion in Colloid and Interface Science* 8, 365-370.

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.

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.

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.

Mezger T. G. (2002): The rheology handbook. Vincentz, Hannover, Germany.

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.

Ruiling, S., L. Shuangqun, D. Jilin (2011): Application of oat dextrine for fat substitute in mayonnaise. *Food Chem.* 126, 65-71.

Sirvente, H., V. Beaumal, C. Gaillard, L. Bialek, D. Hamm, M. Anton (2007): Structuring and functionalization of dispersions containing egg yolk, plasma and granules induced by mechanical treatments. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55 (23), 9537-9544.

Štern, P., H. Valentova, J. Pokorný (2001): Rheological properties and sensory texture of mayonnaise. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 103, 23-28.

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.

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.

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.

Dostavljeno: 13.3.2015.

Prihvaćeno 23.3.2013.

Rheologische eigenschaften von Salatmayonnaise mit hühnerei- und Wachteleidotter

ZUSAMMENFASSUNG

In dieser wissenschaftlichen Arbeit wurde der Einfluss einzelner Inhaltsstoffe (Ölphase, diverse Kohlenhydrate, Milchkomponente, Erbsenpulver, hochkonzentriertes Sojaproteinpulver, Hühnerei- und Wachteleidotter) auf die rheologischen Eigenschaften von Salatmayonnaise untersucht. Die Ölphase der Mayonnaise (60%) besteht aus raffiniertem Sonnenblumenöl (mit hohem Linolsäuregehalt, mit hohem Ölsäuregehalt). Von den Kohlenhydraten wurden Glukose, Laktose, Saccharose und Inulin HD verwendet. Für die Milchkomponente der Mayonnaise wurden Vollmilch, fettarme Milch, Molkenpulver, Sojagetränk, hochkonzentriertes Sojaprotein und Erbsenpulver verwendet. Die Mayonnaiseproben wurden aus Hühnerei- und Wachteleidotter zubereitet (frisch, pasteurisiert, Granulat). Das mechanische Verfahren der Homogenisierung der Mayonnaise wurde bei 10 000 o/min in 1,5 Minuten bei Zimmertemperatur durchgeführt. Die Messung der rheologischen Eigenschaften erfolgte auf einem Rotationsviskosimeter mit konzentrischen Zylindern bei Temperaturen von 10 °C und 25 °C. Anhand der instrumentellen Methode wurde auch die Auswirkung des Eidotters des Hühner- und Wachteleis auf die Änderung der Farbe der Salatmayonnaise untersucht. Aus den gewonnenen Daten wurden folgende rheologische Parameter errechnet: Konsistenzfaktor, Fließindex und scheinbare Viskosität. Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass sich einzelne Inhaltsstoffe der Salatmayonnaise auf ihre rheologischen Eigenschaften auswirken. Durch Verwendung einer Mischung aus raffiniertem Sonnenblumenöl (Sonnenblumenöl mit hohem Linolsäuregehalt und Sonnenblumenöl mit hohem Ölsäuregehalt 50:50), Laktose, Mischung aus Vollmilchpulver und Erbsenpulver (50:50) sowie Eidottergranulat (Huhn, Wachtel) wurden höhere Werte der rheologischen Parameter bei dem Konsistenzfaktor und der scheinbaren Viskosität sowie ein niedrigerer Fließindex erreicht. Bei der Messung der Farbe der Salatmayonnaise anhand eines Kolorimeters durch Anwendung des L^*a^*b Systems wurde beobachtet, dass das Eigelb des Hühnereis im Vergleich zum Wachtelei einen höheren Wert des b Parameters aufweist.

Schlüsselwörter: Salatmayonnaise, rheologische Eigenschaften, Sonnenblumenöl, Wachteleidotter

Características reológicas de mayonesa de ensalada con la yema de los huevos de gallina y codorniz

RESÚMEN

En este trabajo fue investigada la influencia de algunos ingredientes (las fases aceite, tipos de carbohidratos, componentes lácteos, gisante en polvo, proteínas de soya en polvo altamente concentrados, yemas de los huevos de gallina y de codorniz) sobre las características reológicas de mayonesa de ensalada. La fase aceite de la mayonesa (60%) está hecha de aceite de girasol (tipo linoleico, tipo alto oleico). Los carbohidratos usados son glucosa, lactosa, sacarosa e inulina HD. Como componente lácteo fue usada la leche entera, leche desnatada, suero de leche en polvo, leche de soya, proteínas de soya altamente concentrados y gisante en polvo. Las muestras de mayonesa fueron hechas de la yema de los huevos de gallina y de codorniz (frescas, pasteurizadas, gránulos). El proceso mecánico de la homogeneización de la mayonesa fue realizada en 10 000 o/min y con tiempo de preparación de 1,5 minutos, en temperatura de confort. La medición de las características reológicas fue hecha en el viscosímetro de rotación con cilindros concéntricos bajo temperaturas de 10 °C y 25 °C. La influencia de la yema de los huevos de gallina y codorniz sobre el cambio del color de la mayonesa de ensalada fue probada con el método instrumental. Los parámetros reológicos calculados usando los datos obtenidos fueron el coeficiente de consistencia, el índice de fluidez y la viscosidad aparente. Los resultados de la investigación mostraron que algunos ingredientes de la mayonesa de ensalada influyen sobre sus características reológicas. Usando la mezcla del aceite de girasol refinado (tipo linoleico y tipo alto oleico 50:50), lactosa, la mezcla de la leche entera en polvo y gisante en polvo (50:50) y gránulos de la yema de huevo (gallinas, codornices) fueron obtenidos los valores más altos de los parámetros reológicos: el coeficiente de consistencias y la viscosidad aparente, y el índice de fluidez más bajo. Mediando el color de la mayonesa de ensalada con el colorímetro aplicando el sistema L^*a^*b , fue notado que con el uso de la yema del huevo de gallina se obtiene el valor más alto del parámetro b que describe la intensidad del color amarillo, con respecto a la yema del huevo de codorniz.

Palabras claves: mayonesa de ensalada, características reológicas, aceite de girasol, yema de huevo de codorniz

Caratteristiche reologiche della maionese da insalata con i tuorli delle uova di gallina e quaglia

SUNTO

In questo studio è stata esaminata l'influenza di singoli ingredienti (fase oleosa, tipi di carboidrati, componenti del latte, piselli in polvere, proteine concentrate della soia in polvere, tuorli delle uova di gallina e quaglia) sulle caratteristiche reologiche della maionese da insalata. La fase oleosa della maionese (60%) è composta di olio di girasole (ad alto contenuto di acido linoleico, tipo "alto oleico"). Per quanto riguarda i carboidrati, sono stati impiegati il glucosio, il lattosio, il saccarosio e l'inulina HD. Per quanto concerne le componenti del latte, sono stati utilizzati latte intero, latte scremato, siero in polvere, latte di soia, proteine concentrate della soia in polvere e piselli in polvere. I campioni di maionese sono stati preparati con i tuorli delle uova di gallina e quaglia (freschi, pastorizzati, in granuli). Il processo meccanico dell'omogeneizzazione della maionese è stato eseguito a 100000 °/min, tempo di preparazione 1,5 minuti e a temperatura ambiente. La misurazione delle caratteristiche reologiche è stata eseguita nel rotoviscosimetro a cilindri concentrici alle temperature di 10 °C e 25 °C. Con il metodo strumentale è stata esaminata anche l'incidenza dei tuorli delle uova di gallina e quaglia sul mutamento del colore della maionese da insalata. Dai dati ottenuti sono stati calcolati i parametri reologici, il coefficiente di consistenza, l'indice di liquidità e la viscosità apparente. I risultati della ricerca hanno dimostrato che singoli ingredienti della maionese da insalata incidono sulle sue caratteristiche reologiche. Utilizzando una miscela di olio di girasole raffinato (ad alto contenuto di acido linoleico e tipo "alto oleico" 50:50), lattosio, una miscela di latte intero in polvere e piselli in polvere (50:50) e granuli dei tuorli di uova (di gallina, di quaglia) s'ottengono maggiori valori relativamente ai parametri reologici del coefficiente di consistenza e della viscosità apparente, ed inferiori rispetto all'indice di liquidità. Misurando il colore della maionese da insalata con un colorimetro ed applicando il sistema L^*a^*b , è stato osservato che, impiegando i tuorli delle uova di gallina, il valore del parametro b , che descrive l'intensità del colore giallo, risulta maggiorato rispetto ai tuorli delle uova di quaglia.

Parole chiave: maionese da insalata, caratteristiche reologiche, olio di girasole, tuorlo delle uova di quaglia.