

Utjecaj procesnih parametara i sastava uljne faze na reološka svojstva majoneze

Moslavac¹, T., A. Pozderović¹, A. Pichler¹

znanstveni rad

Sažetak

Poznavanje reoloških svojstava hrane od velikog je značenja bilo da se radi o postizanju određenih svojstava hrane ili o vođenju procesa pri proizvodnji hrane. U ovom radu istraživana je utjecaj procesnih parametara (brzina rotacije rotora homogenizatora, vrijeme pripreme majoneze) i sastava uljne faze na reološko ponašanje majoneze. Mehanički proces homogenizacije majoneze proveden je kod 10 000, 12 000 i 15 000 o/min. i vremenu 3 i 8 min. pri sobnoj temperaturi. Majoneza sadrži 70% ulja sa različitim udjelima suncokretovog ulja i Olys ulja. Mjerenja reoloških svojstava provedena su na rotacijskom viskozimetru (DV- III + Digital Rheometer-Brookfield Engineering Laboratories, USA) sa koncentričnim cilindrima pri temperaturama 10 oC i 25 oC. Iz dobivenih podataka izračunati su reološki parametri koeficijent konzistencije, indeks tečenja i prividna viskoznost. Rezultati istraživanja su pokazali da brzina rotacije rotora homogenizatora, vrijeme trajanja procesa pripreme majoneze i sastav uljne faze utječu na reološka svojstva. Homogenizacijom kod veće brzine rotora nastaje majoneza sa većom konzistencijom i viskoznosti. Dolazi do formiranja većeg broja kapljica ulja manjeg promjera i bolje disperzije u vodenoj fazi emulzije. Porastom udjela Olys ulja u uljnoj fazi povećava se viskoznost i konzistencija majoneze pripremljene kod 15 000 o/min. Homogenizacijom majoneze tijekom 8 min. kod 12 000 o/min. dolazi do porasta viskoznosti i konzistencije.

Ključne riječi: procesni parametri, uljna faza, reološka svojstva, majoneza

Uvod

Majoneza je polukruta emulzija tipa ulje/voda dobivena od jestivog biljnog ulja, žumanjaka jajeta, octene i/ili druge jestive organske kiseline, šećera, dopuštenih aditiva, sa ili bez začina. Reološka svojstva važan su čimbenik kvalitete majoneze. Poznavanje reoloških svojstava značajno je pri kreiranju željene konzistencije majoneze (Štern i sur., 2001), u kontroli kvalitete tijekom proizvodnje, tijekom skladištenja i transporta (Juszczak i sur., 2003). Reološka svojstva salatnih preljeva, umaka i majoneze uglavnom su određena udjelom uljne faze, prisutnošću stabilizatora, emulgatora i zgušnjivača (Wendin i Hall, 2001). Na kvalitetu proizvoda, prvenstveno

na stabilnost, viskoznost i senzorska svojstva utječe postupak homogeniziranja (Wendin i sur., 1999), dobra dispergiranaost kapljica ulja u vodenoj kontinuiranoj fazi majoneze, žumanjak jajeta (Guilmineau i Kulozik, 2007; Xiong i sur., 2000) i vrsta ugljikohidrata (Ruiling i sur., 2011). U takvim emulzijama ulje/voda kapljice ulja su dispergirane u kontinuiranoj vodenoj fazi octa pomoću prirodnog emulgatora iz žumanjaka jajeta koji čine sustav stabilnijim (Kiosseoglou, 2003; Castellani i sur., 2006). Primjenom različitih vrsta jestivog biljnog ulja te sastavom uljne faze (kombinacijom različitih ulja) mogu se poboljšati prehrambena i senzorska svojstva majoneze (Kostyra i Barylko-Pikielna, 2007).

Reološko ponašanje majoneze intenzivno se proučava budući da utječe na stav potrošača ne samo sastavom, konzistencijom i okusom već i primjenom na salate, pomfrit ili druga jela (Franco i sur., 1995; Akhtar i sur., 2005; Abu-Jdayil, 2003).

U ovom radu istraživana je utjecaj procesnih parametara (brzina rotacije rotora homogenizatora, vrijeme pripreme majoneze) i sastava uljne faze na reološko ponašanje majoneze. Mehanički proces homogenizacije majoneze proveden je kod 10 000, 12 000 i 15 000 o/min. i vremenu 3 i 8 min. pri sobnoj temperaturi. Majoneza sadrži 70% ulja sa različitim udjelima suncokretovog ulja i Olys ulja.

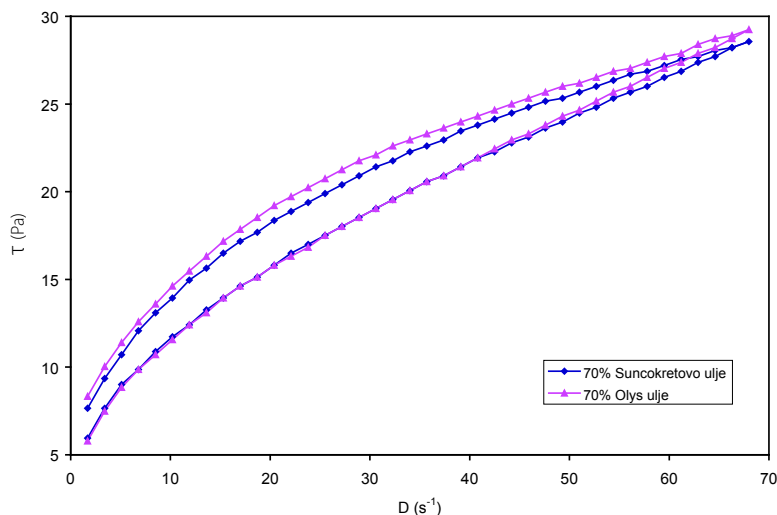
¹ dr. sc. Tihomir Moslavac, profesor; dr. sc. Andrija Pozderović, profesor; Anita Pichler dipl. ing.; Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Franje Kuhača 20, 31000 Osijek; kontakt: e-mail: Tihomir.Moslavac@ptfos.hr

Materijal i metode

Za istraživanje utjecaja procesnih parametara i sastava uljne faze na reološka svojstva majoneze korištene su dvije vrste biljnih ulja različitog sastava i stupnja nezasićenosti masnih kiselina. Rafinirano jestivo suncokretovo ulje dobiveno je iz IPK Tvornice ulja Čepin, R. Hrvatska. Olys ulje je smjesa ulja dobivena iz ulja pšeničnih klica, ulja kukuruznih klica, ulja mekinja riže (udjela 97%) i ulja sjemenki crnog ribizla, orahovog ulja (udjela 3%) proizvedeno u Italiji (Carapelli, Firenze). Svježa kokošja jaja (žumanjak), jabučni ocat (5% octene kiseline), kuhinjska sol i senf za proizvodnju majoneze nabavljeni su u lokalnoj trgovini. Šećer fruktoza je nabavljen iz firme Kemika, a vinska kiselina od proizvođača Alkaloid Skopje. Pripremljeni su uzorci majoneze sa uljnom fazom (70%) koju čini čisto suncokretovo ulje, smjese suncokretovog ulja sa Olys uljem te uljna faza sa čistim Olys uljem.

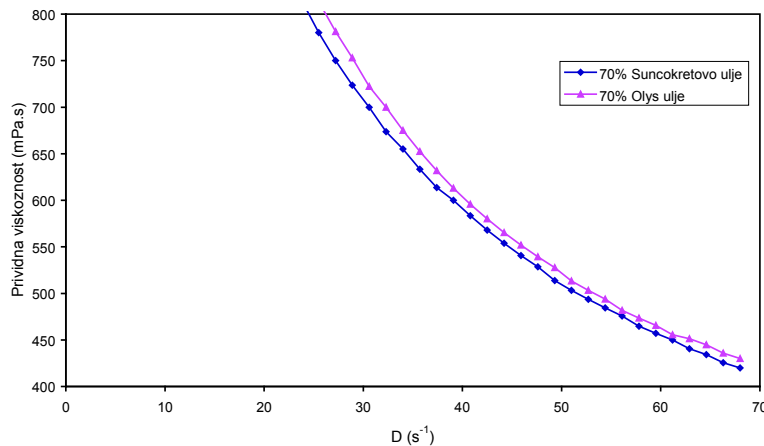
Priprema emulzije

Uzorci majoneze sa 70%-tnom uljnom fazom pripremljeni su na tradicionalan način, bez upotrebe konzervansa u laboratorijskim uvjetima u količini 250 g za svaki uzorak. Majoneza kao emulzija ulje/voda napravljena je upotrebom suncokretovog ulja (70%), Olys ulja (70%) te kombinacijom 70% smjese suncokretovog i Olys ulja (u omjerima 80:20 i 60:40), destilirana voda (15,4%), jabučni ocat (4%), svježi žumanjak jajeta (6%), kuhinjska sol (1%), senf (1%), fruktoza (2,5%), vinska kiselina (0,1%). Za proizvodnju majoneze korišten je laboratorijski homogenizator tip D-500 (Wiggenhauser, Njemačka-Malezija) sa područjem brzina rotacije rotora (10000-30000 °/min.). Primijenjen je rotor promjera 15 mm i stator promjera 20 mm (model HA, SC4-27). Različita viskoznost majoneze (različiti promjer kapljica ulja dispergirani u vodenoj fazi) postignuta je primjenom tri brzine rotacije rotora ho-



Slika 1. Odnos smičnog naprezanja i brzine smicanja majoneze sa 70% suncokretovog ulja i 70% Olys ulja (15 000 °/min., 3 min.) pri 10 °C.

Figure 1. Shear stress and shear rate relationship of mayonnaise with 70% sunflower oil and 70% Olys oil (15 000 °/min., 3 min.) at 10 °C.



Slika 2. Ovisnost prividne viskoznosti o brzini smicanja majoneze sa 70% suncokretovog ulja i 70% Olys ulja (15 000 °/min., 3 min.) pri 10 °C.

Figure 2. Correlation between apparent viscosity and shear rate of mayonnaise with 70% sunflower oil and 70% Olys oil (15 000 °/min., 3 min.) at 10 °C.

mogenizatora (10000, 12000, 15000 °/min.) kod mehaničkog procesa izrade emulzije ulje/voda. Porastom brzine rotacije rotora homogenizatora formira se veći broj kapljica ulja manjeg promjera koje se efikasnije dispergiraju u vodenoj kontinuiranoj fazi emulzije. Priprema uzoraka majoneze provedena je pri sobnoj temperaturi svih sastojaka.

Reološka svojstva

Reološka svojstva uzoraka majoneze ispitivana su rotacijskim viskozimetrom model DV-III+ Digital Rheometer-Brookfield Engineering

Laboratories, SAD, primjenom koncentričnih cilindara SC4-27. Viskozimetar je povezan sa računalom, opremljenim software-om Rheocalc 3.2 koje upravlja mjerenjem reoloških svojstava te provodi obradu izmjerenih podataka. Mjerenje reoloških svojstava svježe pripremljene majoneze provedeno je pri temperaturi 25 °C i 10 °C (temperatura konzumacije, temperatura nakon vađenja iz hladnjaka). Ovisnost smičnog naprezanja (τ) o brzini smicanja (D) praćena je porastom brzine smicanja od $1,70 \text{ s}^{-1}$ do 68 s^{-1} (uzlazno mjerenje) kao i povratnim mjerenjem od 68 s^{-1}

Tablica 1. Utjecaj brzine rotacije rotora homogenizatora (°/min.) tijekom 3 min. i sastava uljne faze na reološka svojstva majoneze pri temperaturi 25 °C.

Table 1. Influence of rotation speed of homogenizer rotor (rpm) during 3 min. and composition of the oil phase on rheological properties of mayonnaise at 25 °C.

Uzorak Sample	10 000 °/min. (rpm)				12 000 °/min. (rpm)				15 000 °/min. (rpm)			
	k (Pa·s ⁿ)	n	m (mPa·s)	R ²	k (Pa·s ⁿ)	n	m (mPa·s)	R ²	k (Pa·s ⁿ)	n	m (mPa·s)	R ²
1. Majoneza sa 70% suncokretovim uljem Mayonnaise with 70% sunflower oil	1,752	0,31	167,5	0,9957	4,431	0,32	292,5	0,9979	4,672	0,351	331,2	0,9991
2. Majoneza sa uljnom fazom od 80% suncokretovog i 20% Olys ulja Mayonnaise with the oil phase of 80% sunflower and 20% Olys oil	1,463	0,42	160	0,9915	4,306	0,34	313	0,9981	5,881	0,322	372,3	0,9988
3. Majoneza sa uljnom fazom od 60% suncokretovog i 40% Olys ulja Mayonnaise with the oil phase of 60% sunflower and 40% Olys oil	1,125	0,49	138	0,9961	4,182	0,36	301	0,9972	6,263	0,316	381,6	0,9989
4. Majoneza sa 70% Olys uljem Mayonnaise with 70% Olys oil	1,416	0,41	153	0,9991	3,981	0,37	290	0,9971	5,223	0,341	342,2	0,9992

k - koeficijent konzistencije (Pa·sⁿ) / consistency coefficient

n - indeks tečenja / flow behaviour index

m - prividna viskoznost pri 68 s⁻¹ (mPa·s) / apparent viscosity at 68 s⁻¹

do 1,70 s⁻¹. Temeljem ove ovisnosti određen je tip tekućine gdje je utvrđeno da su svi ispitivani uzorci majoneze imali ne-Newtonovska svojstva te pripadaju pseudoplastičnom tipu tekućina sa manje ili više izraženom tiksotropnom petljom. Stoga je za izračun reoloških parametara koeficijenta konzistencije (k) i indeksa tečenja (n) primjenjen Ostwald-Reinerov "stupnjevitost 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:

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

Rezultati i rasprava

Iz prikaza ovisnosti smičnog naprezanja o brzini smicanja (slika 1) i ovisnosti prividne viskoznosti o brzini smicanja (slika 2) za majoneze pripremljene sa suncokretovim uljem (70%) kao i sa Olys uljem (70%) kod brzine rotacije rotora homogenizatora 15 000 °/min. u trajanju 3 min., vidljivo je da ovi sustavi emulzija ulje/voda pripadaju ne-Newtonov-

skim, pseudoplastičnim sustavima sa manjom ili većom površinom tiksotropne petlje. Slike 1 i 2 prikazuju kako majoneza izrađena sa Olys uljem (70%) ima nešto veću vrijednost smičnog naprezanja (naročito kod uzlaznog mjerenja) i prividnu viskoznost u odnosu na majonezu kod koje uljnu fazu čini suncokretovo ulje (70%). Razlog tome je taj što korištene vrste biljnih ulja imaju različit sastav i svojstva koji dovode do razlike u viskoznosti ovog sustava emulzije ulje/voda.

Rezultati ispitivanja utjecaja brzine rotacije rotora homogenizatora (10 000, 12 000 i 15 000 °/min.) tijekom pripreme majoneze u trajanju 3 min. kao i sastava uljne faze na reološka svojstva majoneze izražena reološkim parametrima, mjerena pri temperaturama 25 °C i 10 °C, prikazani su u tablicama 1 i 2. U tablicama je vidljivo da brzina rotacije rotora kao i dodatak Olys ulja (20% i 40%) u suncokretovo ulje utječu na reološka svojstva svježije pripremljene majoneze. Rezultati iz tablica ukazuju na to da se prividna viskoznost majoneze povećava sa porastom brzine rotacije rotora homogenizatora. Homogenizacijom uzorka

kod 15 000 °/min. u trajanju 3 min. dobivena je majoneza s većom viskoznosti u odnosu na primijenjenu brzinu rotora 10 000 i 12 000 °/min. Veća viskoznost majoneze postignuta je zbog toga što su kod 15 000 °/min. dobivene kapljice ulja manjeg promjera te su bolje dispergirane u vodenoj kontinuiranoj fazi emulzije. Konzistencija ispitivanih majoneza prikazana parametrom koeficijentom konzistencije (k) povećava se sa porastom brzine rotacije rotora homogenizatora. Tako je koeficijentom konzistencije nekoliko puta veći kod majoneze izrađene pri brzini 15 000 °/min. u odnosu na 10 000 i 12 000 °/min. Ova pojava zapažena je kod obje temperature mjerenja (25 °C i 10 °C) reoloških svojstava majoneze. Reološki parametar indeks tečenja (n) ima vrijednost manju od 1 što znači da su majoneze pseudoplastični, ne-Newtonovski sustavi.

Rezultati ispitivanja utjecaja različitog sastava uljne faze koja je dobivena kombinacijom suncokretovog ulja i Olys ulja (uljna faza 70%) na reološka svojstva majoneze, mjerena pri 25 °C i 10 °C, prikazani su u tablicama 1 i 2. U tablici 1 vidljivo je da reološki parametri prividna viskoznost

Tablica 2. Utjecaj brzine rotacije rotora homogenizatora (°/min.) tijekom 3 min. i sastava uljne faze na reološka svojstva majoneze pri temperaturi 10 °C.

Table 2. Influence of rotation speed of homogenizer rotor (rpm) during 3 min. and composition of the oil phase on rheological properties of mayonnaise at 10 °C.

Uzorak Sample	10 000 °/min. (rpm)				12 000 °/min. (rpm)				15 000 °/min. (rpm)			
	k (Pa.s ⁿ)	n	m (mPa.s)	R ²	k (Pa.s ⁿ)	n	m (mPa.s)	R ²	k (Pa.s ⁿ)	n	m (mPa.s)	R ²
1. Majoneza sa 70% suncokretovim uljem Mayonnaise with 70% sunflower oil	2,263	0,43	242,5	0,9986	4,913	0,35	372,5	0,9992	6,214	0,342	430,8	0,9992
2. Majoneza s uljnom fazom od 80% suncokretovog i 20% Olys ulja Mayonnaise with the oil phase of 80% sunflower and 20% Olys oil	1,936	0,46	203	0,9990	4,801	0,36	447,5	0,9983	6,881	0,335	473,5	0,9991
3. Majoneza s uljnom fazom od 60% suncokretovog i 40% Olys ulja Mayonnaise with the oil phase of 60% sunflower and 40% Olys oil	1,388	0,52	175	0,9991	4,683	0,37	425	0,9994	7,892	0,331	499,1	0,9984
4. Majoneza sa 70% Olys uljem Mayonnaise with 70% Olys oil	1,989	0,47	213	0,9996	4,562	0,39	370	0,9991	6,716	0,338	441,2	0,9989

k - koeficijent konzistencije (Pa.sⁿ) / consistency coefficient

n - indeks tečenja / flow behaviour index

m - prividna viskoznost pri 68 s⁻¹ (mPa.s) / apparent viscosity at 68 s⁻¹

(m) i koeficijent konzistencije (k) majoneze izrađene sa suncokretovim uljem (70%) kod brzine rotacije rotora 10 000 i 12 000 °/min. i vremena 3 min. imaju veće vrijednosti u odnosu na reološke parametre majoneze sa Olys uljem (70%). Dodatkom 20% i 40% Olys ulja u suncokretovo ulje čineći 70%-tnu uljnu fazu sa kombinacijom dvije vrste biljnog ulja, došlo je do smanjenja vrijednosti reoloških parametara prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije majoneze te porasta indeksa tečenja (n) mjereno pri 25 °C (uzorci napravljeni kod 10 000 °/min.). Majoneza

pripremljena kod brzine rotora 15 000 °/min. sa Olys uljem (70%) ima veću vrijednost parametara prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije u odnosu na majonezu sa suncokretovim uljem (70%). Dodatkom 20% i 40% Olys ulja u suncokretovo ulje dobivena je majoneza sa većim reološkim parametrima prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije. Majoneza sa uljnom fazom u kombinaciji suncokretovo ulje i Olys ulje (60:40) ima veću viskoznost (381,6 mPa.s) i koeficijent konzistencije (6,263 Pa.sⁿ) u odnosu na sve ispitivane majoneze mjerene pri 25 °C.

U tablici 2 prikazano je mjerenje reoloških svojstava majoneze kod 10 °C pri čemu je zapažena ista pojava promjene reoloških parametara ali sa većim vrijednostima u odnosu na mjerenje pri 25 °C.

U tablici 3 prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja vremena trajanja pripreme majoneze homogenizatorom (3 min. i 8 min.) kod brzine rotora 12 000 °/min. na reološka svojstva majoneze mjereno pri 25 °C. Izračunati reološki parametri u tablici prikazuju da je kod dužeg vremena pripreme majoneze (8 min.) došlo

Tablica 3. Utjecaj vremena trajanja homogenizacije na reološka svojstva majoneze kod 12 000 °/min. pri 25 °C.

Table 3. Influence of time of homogenization on rheological properties of mayonnaise at 12 000 rpm at 25 °C.

Uzorak Sample	3 min.				8 min.			
	k (Pa.s ⁿ)	n	m (mPa.s)	R ²	k (Pa.s ⁿ)	n	m (mPa.s)	R ²
1. Majoneza sa 70% suncokretovim uljem Mayonnaise with 70% sunflower oil	4,431	0,322	292,5	0,9979	4,562	0,356	312,5	0,9992
2. Majoneza s uljnom fazom od 80% suncokretovog i 20% Olys ulja Mayonnaise with the oil phase of 80% sunflower and 20% Olys oil	4,306	0,342	313	0,9981	5,865	0,348	350	0,9981
3. Majoneza sa uljnom fazom od 60% suncokretovog i 40% Olys ulja Mayonnaise with the oil phase of 60% sunflower and 40% Olys oil	4,182	0,364	301	0,9972	6,491	0,342	367,5	0,9988
4. Majoneza sa 70% Olys uljem Mayonnaise with 70% Olys oil	3,981	0,368	290	0,9971	4,674	0,351	317,5	0,9991

Tablica 2. Utjecaj brzine rotacije rotora homogenizatora (°/min.) tijekom 3 min. i sastava uljne faze na reološka svojstva majoneze pri temperaturi 10 °C.

Table 2. Influence of rotation speed of homogenizer rotor (rpm) during 3 min. and composition of the oil phase on rheological properties of mayonnaise at 10 °C.

Uzorak Sample	10 000 °/min. (rpm)				12 000 °/min. (rpm)				15 000 °/min. (rpm)			
	k (Pa.s ⁿ)	n	m (mPa.s)	R ²	k (Pa.s ⁿ)	n	m (mPa.s)	R ²	k (Pa.s ⁿ)	n	m (mPa.s)	R ²
1. Majoneza sa 70% suncokretovim uljem Mayonnaise with 70% sunflower oil	2,263	0,43	242,5	0,9986	4,913	0,35	372,5	0,9992	6,214	0,342	430,8	0,9992
2. Majoneza s uljnom fazom od 80% suncokretovog i 20% Olys ulja Mayonnaise with the oil phase of 80% sunflower and 20% Olys oil	1,936	0,46	203	0,9990	4,801	0,36	447,5	0,9983	6,881	0,335	473,5	0,9991
3. Majoneza s uljnom fazom od 60% suncokretovog i 40% Olys ulja Mayonnaise with the oil phase of 60% sunflower and 40% Olys oil	1,388	0,52	175	0,9991	4,683	0,37	425	0,9994	7,892	0,331	499,1	0,9984
4. Majoneza sa 70% Olys uljem Mayonnaise with 70% Olys oil	1,989	0,47	213	0,9996	4,562	0,39	370	0,9991	6,716	0,338	441,2	0,9989

k - koeficijent konzistencije (Pa.sⁿ) / consistency coefficient

n - indeks tečenja / flow behaviour index

m - prividna viskoznost pri 68 s⁻¹ (mPa.s) / apparent viscosity at 68 s⁻¹

(m) i koeficijent konzistencije (k) majoneze izrađene sa suncokretovim uljem (70%) kod brzine rotacije rotora 10 000 i 12 000 °/min. i vremena 3 min. imaju veće vrijednosti u odnosu na reološke parametre majoneze sa Olys uljem (70%). Dodatkom 20% i 40% Olys ulja u suncokretovo ulje čineći 70%-tnu uljnu fazu sa kombinacijom dvije vrste biljnog ulja, došlo je do smanjenja vrijednosti reoloških parametara prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije majoneze te porasta indeksa tečenja (n) mjereno pri 25 °C (uzorci napravljeni kod 10 000 °/min.). Majoneza

pripremljena kod brzine rotora 15 000 °/min. sa Olys uljem (70%) ima veću vrijednost parametara prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije u odnosu na majonezu sa suncokretovim uljem (70%). Dodatkom 20% i 40% Olys ulja u suncokretovo ulje dobivena je majoneza sa većim reološkim parametrima prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije. Majoneza sa uljnom fazom u kombinaciji suncokretovo ulje i Olys ulje (60:40) ima veću viskoznost (381,6 mPa.s) i koeficijent konzistencije (6,263 Pa.sⁿ) u odnosu na sve ispitivane majoneze mjerene pri 25 °C.

U tablici 2 prikazano je mjerenje reoloških svojstava majoneze kod 10 °C pri čemu je zapažena ista pojava promjene reoloških parametara ali sa većim vrijednostima u odnosu na mjerenje pri 25 °C.

U tablici 3 prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja vremena trajanja pripreme majoneze homogenizatorom (3 min. i 8 min.) kod brzine rotora 12 000 °/min. na reološka svojstva majoneze mjereno pri 25 °C. Izračunati reološki parametri u tablici prikazuju da je kod dužeg vremena pripreme majoneze (8 min.) došlo

Tablica 3. Utjecaj vremena trajanja homogenizacije na reološka svojstva majoneze kod 12 000 °/min. pri 25 °C.

Table 3. Influence of time of homogenization on rheological properties of mayonnaise at 12 000 rpm at 25 °C.

Uzorak Sample	3 min.				8 min.			
	k (Pa.s ⁿ)	n	m (mPa.s)	R ²	k (Pa.s ⁿ)	n	m (mPa.s)	R ²
1. Majoneza sa 70% suncokretovim uljem Mayonnaise with 70% sunflower oil	4,431	0,322	292,5	0,9979	4,562	0,356	312,5	0,9992
2. Majoneza s uljnom fazom od 80% suncokretovog i 20% Olys ulja Mayonnaise with the oil phase of 80% sunflower and 20% Olys oil	4,306	0,342	313	0,9981	5,865	0,348	350	0,9981
3. Majoneza sa uljnom fazom od 60% suncokretovog i 40% Olys ulja Mayonnaise with the oil phase of 60% sunflower and 40% Olys oil	4,182	0,364	301	0,9972	6,491	0,342	367,5	0,9988
4. Majoneza sa 70% Olys uljem Mayonnaise with 70% Olys oil	3,981	0,368	290	0,9971	4,674	0,351	317,5	0,9991

do porasta konzistencije majoneze izražene koeficijentom konzistencije (k) i prividne viskoznosti (m) u odnosu na homogenizaciju u trajanju 3 min. Majoneza izrađena sa Olys uljem (70%) ima veću konzistenciju i viskoznost u odnosu na majonezu sa suncokretovim uljem (70%). Također je vidljivo da dodatak Olys ulja (20% i 40%) u suncokretovo ulje rezultira porastom konzistencije (k) i viskoznosti te smanjenjem indeksa tečenja (n) kod majoneze homogenizirane 8 min. u odnosu na uzorke pripremljene sa jednom vrstom ulja. Homogenizacijom majoneze tijekom 8 min. dobivaju se kapljice ulja manjeg promjera koje su bolje dispergirane u vodenoj fazi te se postiže veća konzistencija i prividna viskoznost majoneze.

Zaključak

Svi ispitivani uzorci majoneze pripadaju ne-Newtonovskim, pseudo-plastičnim sustavima sa manjom ili većom površinom tiksotropne petlje. Procesni parametri (brzina rotacije rotora, vrijeme trajanja homogenizacije) i sastav uljne faze utječu na reološka svojstva majoneze.

Homogenizacijom majoneze kod veće brzine rotora 15 000 °/min. dobiva se veća konzistencija i prividna

viskoznost majoneze u odnosu na primjenu 10 000 i 12 000 °/min. Pripremom majoneze kod veće brzine rotora nastaje veći broj kapljica ulja manjeg promjera koje su bolje dispergirane u vodenoj fazi čime se postiže veća viskoznost majoneze.

Porastom udjela Olys ulja u uljnoj fazi sa suncokretovim uljem povećava se viskoznost i konzistencija majoneze pripremljene kod 15 000 °/min., a smanjuje kod 10 000 i 12 000 °/min. Veće vrijednosti reoloških parametara postignute su mjerenjem pri 10 °C nego kod 25 °C. Homogenizacijom majoneze tijekom 8 min. dolazi do porasta prividne viskoznosti i konzistencije izražene koeficijentom konzistencije u odnosu na pripremu u trajanju 3 min. Dodatak Olys ulja u suncokretovo ulje rezultira porastom konzistencije i viskoznosti kod majoneze homogenizirane 8 min. u odnosu na uzorke pripremljene sa jednom vrstom ulja.

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.

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.

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

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.

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

Štern, P., H. Valentova, J. Pokorny (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.*

Priručnik Biološke opasnosti u hrani

Priručnik Biološke opasnosti u hrani opisuje potencijalne uzročnike bolesti koji se mogu prenijeti hranom, kroz tri poglavlja: bakterije, virusi i paraziti. Autori su prof. dr. sc. Albert Marinculić, dr. sc. Boris Habrun, doc. dr. sc. Ljubo Barbić i dr. sc. Relja Beck.

Ispunjenu narudžbenicu pošaljite faksom na 031/214-901.

Cijena priručnika iznosi 80 kuna + poštarina, plaćanje pouzećem.



BROJ NARUČENIH PRIMJERAKA	
IME I PREZIME	
TVRTKA	
OIB TVRTKE ILI OIB GRAĐANA	MJESTO
ULICA I BROJ	TELEFON
FAX	E-MAIL
DATUM	
POTPIS	ŽIG TVRTKE

Influence of process parameters and composition of the oil phase on rheological properties of mayonnaise

Summary

The knowledge of rheological properties of food is very important both for achieving specific food properties and for controlling the food production process. In this study we investigated the effect of process parameters (rotation speed of the rotor homogenizers, time of preparation of mayonnaise) and the oil phase composition on the rheological behavior of mayonnaise. The mechanical process of homogenization of the mayonnaise was conducted in 10 000, 12 000 and 15 000 rpm and the time 3 and 8 min. at room temperature. Mayonnaise contains 70% of oil with different proportions of sunflower oil and Olys oil. Rheological tests were carried out in a controlled rotational viscometer (DV- III + Digital Rheometer - Brookfield Engineering Laboratories, USA) with concentric spindles at 10 °C and 25 °C. From the obtained data, rheological parameters: consistency coefficient, flow behavior index and apparent viscosity were calculated. The results of research showed that homogenization speed, preparation time and the composition of oil phase have influence on rheological properties of mayonnaise. The result of homogenization at the higher speed of the rotor is mayonnaise with greater consistency and viscosity. There appears a formation of greater number of oil droplets with minor diameter, which are more dispersible in water phase of emulsion. The higher proportion of Olys oil in the oil phase increases the viscosity and consistency of mayonnaise prepared at 15 000 rpm. Homogenization of mayonnaise for 8 min. at 12 000 rpm increases viscosity and consistency.

Key words: process parameters, oil phase, rheological properties, mayonnaise

Einfluss der Prozessparameter und der Zusammensetzung von Ölphase auf rheologische Eigenschaften der Majonäse

Zusammenfassung

Das Kennen der rheologischen Eigenschaften der Nahrung ist von großer Bedeutung sowohl auf die bestimmten Eigenschaften der Nahrung als auch auf die Prozessführung während der Nahrungsherstellung. In dieser Arbeit wurde der Einfluss der Prozessparameter (Rotationsgeschwindigkeit des Homogenisierrotors, die Herstellungszeit von Majonäse) und der Zusammensetzung von Ölphase auf rheologisches Benehmen der Majonäse beobachtet. Der mechanische Homogenisierungsprozess wurde bei 10 000, 12 000 und 15 000 °/Min in der Zeit von 3 und 8 Min. bei Zimmertemperatur durchgeführt. Die Majonäse enthält 70% Öl mit verschiedenen Anteilen des Sonnenblumenöls und der Olys Öle. Die Messungen von rheologischen Eigenschaften wurden auf Rotationsviskosimeter (DV- III + Digital Rheometer-Brookfield Engineering Laboratories, USA) mit konzentrischen Zylindern bei Temperatur 10° C und 25° C durchgeführt. Auf Grund der bekommenen Angaben wurden die rheologischen Parameter, Konsistenzkoeffizient, Flussindex und scheinbare Viskosität ausgerechnet. Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass die Rotationsgeschwindigkeit des Homogenisierrotors, die Herstellungszeit der Majonäse und die Zusammensetzung der Ölphase einen Einfluss auf die rheologischen Eigenschaften von Majonäse haben. Durch die Homogenisierung bei einer höheren Motorgeschwindigkeit wird die Majonäse mit einer höheren Konsistenz und Viskosität hergestellt. Es kommt zur Formierung einer größeren Zahl von Öltropfen mit geringerem Durchmesser und einer besseren Dispersion in der Wasserphase der Emulsion. Durch die Vergrößerung des Olysolanteils in der Ölphase werden Viskosität und Konsistenz der Majonäse bei 15 000°/Min. vergrößert. Durch die Homogenisierung während 8 Min. bei 12 000°/Min. kommt es zur Vergrößerung von Viskosität und Konsistenz.

Schlüsselwörter: Prozessparameter, Ölphase, rheologische Eigenschaften, Majonäse

Influsso dei parametri di procedimento e della composizione di fase olio sulle caratteristiche reologiche di maionese

Sommario

La conoscenza delle caratteristiche reologiche di alimenti è importantissima quando si vuole conseguire una determinata caratteristica sia del cibo che della organizzazione del procedimento di produzione alimenti. Quest'articolo esamina l'influsso di parametri processuali (la velocità di rotazione del rotore di omogeneizzatore, il tempo di preparazione della maionese) e di composizione della fase olio sul comportamento reologico di maionese. Il processo meccanico di omogeneizzazione della maionese è stato fatto a 10 000, 12 000 e 15 000 o/min. e durante il tempo di 3 e 8 min. a temperatura ambientale. La maionese contiene il 70% di oli con le percentuali diverse di olio di girasole e d'olio Olys. Si misuravano le caratteristiche reologiche con l'aiuto di viscosimetro rotazionale (DV- III + Digital Rheometer-Brookfield Engineering Laboratories, USA), con i cilindri concentrici, alle temperature di 10oC e di 25oC. Dai dati ottenuto sono stati calcolati i parametri reologici: il coefficiente di resistenza, l'indice di scorrevolezza e la viscosità apparente. I risultati hanno rivelato che la velocità di rotazione del rotore di omogeneizzatore, la durata del processo di preparazione della maionese e la composizione di fase olearia influiscono sulle caratteristiche reologiche. Con l'omogeneizzazione durante la maggiore velocità del rotore esce una maionese con maggiore consistenza e maggiore viscosità. Si forma anche un numero più grande di gocce d'olio che hanno un diametro minore e una dispersione migliore nella fase acqua d'emulsione. Con la crescita d'olio Olys nella fase olio, aumentano la viscosità e la consistenza di maionese fatte ai 15 000 o/min. Quando la maionese viene omogeneizzata durante 8 min. a 12 000 o/min., aumentano sia la viscosità che la consistenza.

Parole chiave: parametri processuali, fase olio, caratteristiche reologiche, maionese

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: 2. ožujka 2011.
Prihvaćeno: 22. ožujka 2011. 