

# Reološke karakteristike salatne majoneze s dodatkom kaše jabuke

Tihomir Moslavac<sup>1\*</sup>, Matea Slobodan<sup>1</sup>, Ante Lončarić<sup>1</sup>, Mario Kovač<sup>2</sup>

## Sažetak

Reološka svojstva hrane su od velikog značaja radi postizanja određenih svojstava hrane i radi vođenja procesa proizvodnje hrane. U ovom radu istraživana je utjecaj pojedinih sastojaka (ugljikohidrata, mliječna komponenta, žumanjak kokošnjeg jajeta, kaša jabuke) i parametara homogenizacije (brzina rotora, vrijeme homogenizacije) na reološka svojstva salatne majoneze. Mehanički proces homogenizacije majoneze proveden je kod 10000, 12000 i 15000 o/min u vremenu od 1, 3 i 5 minuta. Za izradu majoneze korišteni su ugljikohidrati (glukoza, saharoza, laktoza, maltodekstrin), mliječna komponenta (obrano i punomasno mlijeko u prahu, sirutka u prahu, kazein u prahu), žumanjak jajeta (svježi, pasterizirani) i kaša jabuke pripremljena od sorte *Čelenka* i *Kanadska reneta*. Mjerenja reoloških svojstava salatne majoneze s dodatkom kaše jabuke provedena su na rotacijskom viskozimetru s koncentričnim cilindrima pri temperaturi 25 °C. Iz dobivenih podataka izračunati su reološki parametri koeficijent konzistencije, indeks tečenja i prividna viskoznost majoneza. Navedeni rezultati ukazuju da salatna majoneza koja je izrađena s punomasnim mlijekom ima veću viskoznost u odnosu na druge mliječne komponente. Dodatkom maltodektrina ostvaruju se veće vrijednosti prividne viskoznosti u odnosu na ostale uzorke. Korištenjem svježeg žumanjka ostvaruje se manja prividna viskoznost. Brzina rotora i vrijeme homogenizacije utječu na promjenu reoloških svojstava. Veću prividnu viskoznost imaju uzorci s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* u usporedbi na sortu *Čelenka*.

**Ključne riječi:** salatna majoneza, kaša jabuke, reološka svojstva, sastav, proces homogenizacije

## Uvod

Prema Pravilniku (1999.) salatna majoneza mora sadržavati min. 50 % biljnog ulja koji čini uljnu fazu proizvoda. Majoneza je kao prehrambeni proizvod značajno konzumiran (Cristina, 2005.), jedan je od najkorištenijih umaka u svijetu, poželjan je umak među mladima i često se koristi kao namaz za sendvič. Boja majoneze je obično blijedo žuta ili je ponekad prisutna u bijeloj boji što ovisi o

prisutnosti žumanjka jajeta. To je proizvod koji ima raznoliku konzistenciju, predstavlja polu čvrstu emulziju tipa ulje/voda, a formuliran je emulgiranjem biljnog ulja sa žumanjkom, octom, ugljikohidratom, senfom i raznim začinima (Singla i sur., 2013.; Raikos i sur., 2016.). McClements i Demetriades (1998.) utvrđuju da jestivo biljno ulje kao osnovni sastojak majoneze ima važnu ulogu u stva-

<sup>1</sup> prof. dr. sc. Tihomir Moslavac; izv. prof. dr. sc. Ante Lončarić; Matea Slobodan, student; Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera Osijek, Franje Kuhača 18, 31000 Osijek, Hrvatska.

<sup>2</sup> Mario Kovač, dipl. ing, asistent Agronomski i prehrambeno-tehnološki fakultet Sveučilišta u Mostaru, Biskupa Čule bb, 88000 Mostar, Bosna i Hercegovina.

\*Autor za korespondenciju: [tihomir.moslavac@ptfos.hr](mailto:tihomir.moslavac@ptfos.hr)

ranju 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. Štern i sur. (2007.) u istraživanju pokazuju kako je izražen utjecaj udjela ulja na viskoznost majoneze opaženu u ustima i na mazivost proizvoda. U proizvodnji majoneze korištenjem različitih vrsta biljnih ulja postiže se željeni sastav masnih kiselina i tokoferola koji imaju funkciju prirodnih antioksidanasa te se mogu poboljšati prehrambena i senzorska svojstva majoneze (Kostyra i Barylko-Pikielna, 2007.). Važan sastojak ovog proizvoda (emulzije ulje/voda) je žumanjak jajeta (Hasenhuettl, 2008.; Narsimhan i Wang, 2008.). Emulzija majoneze stabilizira se žumanjkom 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 ispravno odaberu parametri kod proizvodnje (količina žumanjka, biljnog ulja, omjera ulja i vodene faze, postupka homogenizacije i kvalitete vode) tada će emulzija majoneze biti stabilna (Gorji i sur., 2016.). Žumanjak se koristi u proizvodnji majoneze kao emulgator, ali daje i željeni okus i boju (Baldwin, 1990.; Mine, 1998.). Emulgirajući kapacitet žumanjka jajeta uglavnom je određen zbog prisutnosti fosfolipida, lipoproteina visoke gustoće i niske gustoće. McClements i Decker (2000.) te De Leonardis i sur. (2022.) prikazuju da ocat, sol, šećer, senf i drugi sastojci koji se dodaju majonezi utječu na formiranje okusa, ali igraju važnu ulogu i u fizičkoj stabilnosti emulzije. Dodatkom luteina, fikocijanina i drugih spojeva (Batista, 2006.), procesirane cikle (Raikos, 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. Općenito određivanje reoloških svojstava hrane jedan su od značajnih čimbenika njegove kvalitete (Mezger, 2002.) pa tako i proizvoda tipa emulzije ulje/voda (majoneze, umaci) (Rukke i Schuller, 2019.; Štern i sur., 2008.). Poznavanje reoloških svojstava ovih proizvoda važno je kod kreiranja određene viskoznosti i konzistencije majoneze (Štern i sur., 2001.), ali i u kontroli kvalitete tijekom proizvodnje, skladištenja i transporta (Juszczak i sur., 2003.). Wendin i Hall (2001.) ukazuju da su reološka svojstva majoneze uglavnom određena udjelom i sastavom uljne faze, prisutnošću emulgatora, stabilizatora i zguš-

njivača. Kvaliteta ovih proizvoda, njihova stabilnost i viskoznost ovise o procesu homogeniziranja (Wendin i sur., 1999.), raspršenosti kapljica ulja u vodenoj fazi emulzije, žumanjku jajeta (Guilmineau i Kulozik, 2007.; Xiong i sur., 2000.; Laca i sur., 2010.), vrsti ugljikohidrata (Ruiling i sur., 2011.) te udjelu i vrsti mliječne komponente (Dybowska, 2008.). Razni istraživači, npr. Kiosseoglou (2003.) i Castellani i sur. (2006.) navode da su u proizvodima ovog tipa emulzija kapljice ulja mehaničkim postupkom dispergirane u vodenoj fazi octa te se djelovanjem prirodnog emulgatora iz žumanjka jajeta postiže veća stabilizacija cijelog sustava. Tijekom proizvodnje emulzije tipa ulje/voda 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. Danas se reološka svojstva i ponašanje majoneze neprestano istražuje obzirom da na prihvatljivost potrošača utječu sastavom, konzistencijom, okusom, bojom, ali i primjenom na pomfrit i salate (Franco i sur., 1995.; Akhtar i sur., 2005.; Abu-Jdayil, 2003.; Gaikwad i sur., 2019.).

U ovom radu istraživana je utjecaj sastava (mliječna komponenta, vrsta ugljikohidrata, žumanjak jajeta) i procesnih parametara homogenizacije (brzina rotora, vrijeme trajanja izrade majoneze) na reološke karakteristike (svojstva) salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka* kod temperature mjerenja 25 °C.

## Materijal i metode

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

- Uljna faza (rafinirano suncokretovo ulje - linolni tip),
- Žumanjak jajeta kokoši (svježi, pasterizirani),
- Ugljikohidrati (glukoza, laktoza, saharoza, maltodekstrin),
- Alkoholni ocat,
- Morska sol,
- Senf,
- Mliječna komponenta (obrano i punomasno mlijeko u prahu, sirutka u prahu, kazein u prahu),
- Vinska kiselina,
- Destilirana voda,
- Kaša jabuke (sorte *Kanadska reneta*/Čelenka).

Uljnu fazu salatne majoneze čini rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip) koje je dobiveno iz Tvornice ulja Čepin. Žumanjak jajeta kokoši nabavljen je od privatnog dobavljača te je priređen kao svježi i pasterizirani. Mliječnu komponentu čini obrano mlijeko u prahu (max. 1,5 % mliječne masti i 5 % vode) i punomasno mlijeko u prahu (proteini 26,3 %, šećeri 39,8 %, masti 26 %) koji su nabavljeni iz firme Dukat d.d., sirutka u prahu (mliječna mast u s.t. do 2 %, proteini 12-14 %, laktoza 73-75 %) iz firme Zdenka d.o.o. te kazein u prahu (Alfa Aesar, Njemačka). Ugljikohidrat maltodekstrin (ugljikohidrati 95 %, natrij 15 mg) nabavljen je iz firme Polleo Adria d.o.o., glukoza (Kemika d.d.), laktoza (CarloErba) i saharoza (Hrvatska industrija čaćera d. d.). Alkoholni ocat, morska sol i senf nabavljeni su u lokalnoj trgovini. Vinska kiselina nabavljena je od firme Alkaloid, Skoplje, a dodaje se kao regulator kiselosti majoneze.

### Priprema kaše jabuke

Jabuke sorte *Čelenka* i sorte *Kanadska renetta* se prvo ogule te izrežu na komadiće. Uz pomoć štapnog miksera, proizvođača Simpex professional, komadići se usitne i napravi se kaša koja se stavi u posudu i koristi za izradu uzoraka salatne majoneze.

### Priprema salatne majoneze

Uzorci salatne majoneze pripremljeni su u laboratorijskim uvjetima, pri sobnoj temperaturi u količini 200 g za pojedini uzorak. Proizvodnja salatne 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 rotor/stator sustav (rotor ER30, stator S30F). Standardni (kontrolni) uzorak salatne majoneze s kašom jabuke pripremljen je sa 65 % uljnom fazom koju čini rafinirano suncokretovo ulje (linolni tip) te navedenim ostalim sastojcima (Tablica 1). Uzorci su pripremljeni tako da se prethodno izvažu potrebni sastojci te se dodaje 1/2 suncokretovog ulja, zatim svježi žumanjak jajeta, alkoholni ocat, voda, kaša jabuke i ostali sastojci, uključujući se homogenizator te polagano dodaje preostali dio rafiniranog ulja i homogenizira tijekom 3 min kod konstantne brzine rotora 10000 o/min. Priprema uzoraka salatne majoneze napravljena je pri sobnoj temperaturi svih sastojaka, a nakon izrade provedeno je mjerenje reoloških karakteristika (svojstava). Ostali uzorci salatne majoneze s kašom jabuke kod ispitivanja utjecaja sastava na promjenu reoloških svojstava pripremljeni su na isti način (10000 o/min, 3 min), samo što su se mijenjali pojedini sastojci (pasterizirani žumanjak, glukoza, laktoza, maltodekstrin, punomasno mlijeko u prahu, sirutka u prahu, kazein u prahu) ovisno od recepture pojedinog uzorka. Kod ispitivanja utjecaja procesnog parametra vremena homogenizacije (1, 3, 5 min) salatna majoneza proizvedena je kod brzine rotora 10000 o/min i standardnog sastava majoneze. Kod ispitivanja utjecaja brzine rotora homogenizatora (10000, 12000, 15000 o/min) salatna majoneza proizvedena je u vremenu homogenizacije 3 min i standardnog sastava majoneze.

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

Sastojci / Ingredients	Uzorak / Sample	
	Udio / Share %	Masa / Mass (g)
Suncokretovo ulje / Sunflower oil	65	130
Saharoza / Sucrose	4	8
Svježi žumanjak jajeta / Fresh egg yolk	6	12
Obrano mlijeko u prahu / Skimmed milk powder	3	6
Alkoholni ocat / Alcoholic vinegar	4	8
Morska sol / Sea salt	1	2
Senf / Mustard	1	2
Vinska kiselina / Tartaric acid	0,1	0,2
Destilirana voda / Distilled water	10,9	21,8
Kaša jabuke / Apple puree	5	10
Ukupno / Total	100	200

## Reološka svojstva

Mjerenje reoloških svojstava na svježe pripremljenim uzorcima salatne majoneze s kašom jabuke provedeno je na rotacijskom viskozimetru, model DV-III+ Digital Rheometer-Brookfield Engineering Laboratories (SAD), primjenom koncentričnih cilindara tipa SC4-28 i SC4-29 pri sobnoj temperaturi 25 °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 uzoraka tijekom mjerenja postignuto je primjenom termostata model TC-501P, firme Brookfield. Mjerenjem je ispitivana ovisnost smičnog naprežanja ( $\tau$ ) o brzini smicanja ( $D$ ) u periodu brzine smicanja 2,18 - 137,1 s<sup>-1</sup> (uzlazno mjerenje) i 137,1 - 2,18 s<sup>-1</sup> (povratno mjerenje). Iz ovako dobivenih eksperimentalnih vrijednosti određen je tip tekućine gdje je utvrđeno da su svi ispitivani uzorci salatne majoneze s kašom jabuke imali nenenewtonovska svojstva, te pripadaju pseudoplastičnom tipu tekućina. Izračunate vrijednosti reoloških parametara koeficijenta konzistencije ( $k$ ) i indeksa tečenja ( $n$ ) dobivene su pomoću programa Microsoft Excel, uz primjenu metode linearne regresije.

Za izračun reoloških parametara koeficijenta konzistencije i indeksa tečenja primijenjen je Ostwald-Reinerov "stupnjeviti zakon":

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

$\tau$  - smično naprežanje (Pa),  
 $D$  - brzina smicanja (s<sup>-1</sup>),  
 $k$  - koeficijent konzistencije (Pa·s<sup>n</sup>),  
 $n$  - indeks tečenja (-).

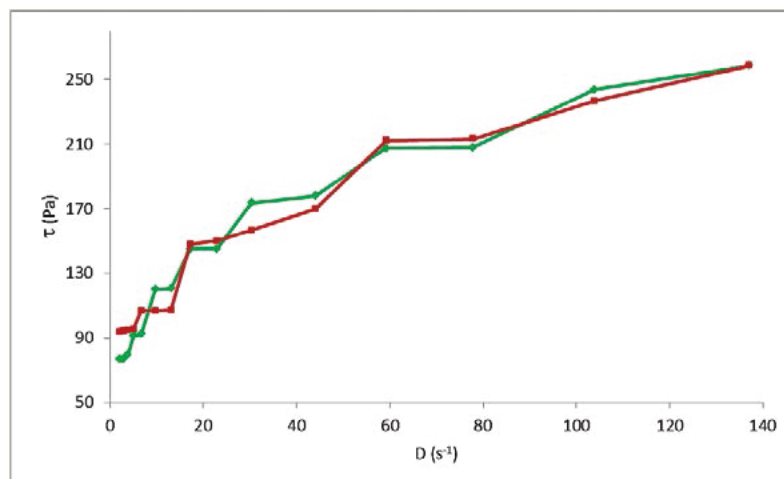
Izračunavanje parametra prividne viskoznosti uzorka salatne majoneze s kašom jabuke provedeno je primjenom izraza:

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

$\mu$  - prividna viskoznost (Pa·s)

## Rezultati i rasprava

Rezultati istraživanja utjecaja sastojaka kod proizvodnje salatne majoneze s dodatkom kaše jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka* na promjenu reoloških svojstava (karakteristika), mjerenih pri temperaturi 25 °C prikazani su na slici 1 i u tablicama 2-6. Na slici 1 vidljiv je odnos smičnog naprežanja ( $\tau$ ) i brzine smicanja ( $D$ ) za salatnu



**Slika 1.** Odnos smičnog naprežanja ( $\tau$ ) i brzine smicanja ( $D$ ) salatne majoneze s kašom jabuke *Kanadska reneta* i punomasnim mlijekom u prahu (10000 o/min, 3 min) pri 25 °C

**Figure 1** Shear stress ( $\tau$ ) and shear rate ( $D$ ) relationship of salad mayonnaise with apple puree *Kanadska reneta* and whole milk powder (10000 rpm, 3 min) at 25 °C

majonezu s kašom jabuke *Kanadska reneta* i punomasnim mlijekom u prahu (brzina rotora 10000 o/min, vrijeme homogenizacije 3 min) mjereno pri 25 °C. Ispitivani uzorak pokazuje nenenewtonovska, pseudoplastična svojstva. U tablicama navedene

izračunate vrijednosti reološkog parametra indeksa tečenja ( $n = 0-1$ ) pokazuju da ispitivana salatna majoneza pripada nenenewtonovskim tekućinama, pseudoplastičnog tipa. Goshawk i Binding (1998.) i Mancini (2002.) u svom istraživanju potvrđuju da je

majoneza nenevtonska tekućina i pokazuje granicu tečenja, kod pseudoplastičnog i tiksotropnog ponašanja i vremenski ovisne karakteristike. Batisa i sur. (2006.) kao i Izidoro i sur. (2007.) ukazuju na ovakvo pseudoplastično ponašanje majoneze s prinosom i karakteristikama koje ovise o vremenu smicanja.

Utjecaj vrste ugljikohidrata (glukoza, laktoza, saharoza, maltodekstrin) na reološke parametre salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka*, proizvedene kod brzine rotora 10000 o/min i 3 min homogenizacije, mjereno pri 25 °C prikazan je u tablici 2. Kontrolni uzorak salatne majoneze s kašom jabuke izrađen je sa saharozom. Dobiveni rezultati ukazuju da primjena disaharida saharoze kod izrade salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* rezultira manjom

vrijednosti prividne viskoznosti (2,1715 Pa·s, mjereno kod brzine smicanja 103,9 s<sup>-1</sup>) i koeficijenta konzistencije 38,16 (Pa·s<sup>n</sup>), a većim indeksom tečenja (0,3827) u odnosu na primjenu glukoze, laktoze i maltodekstrina (polisaharid, 2-12 glukoznih jedinica). Korištenjem maltodekstrina u proizvodnji salatne majoneze postignute su najveće vrijednosti prividne viskoznosti 2,4212 (Pa·s) i koeficijenta konzistencije 70,42 (Pa·s<sup>n</sup>), a najniži indeks tečenja 0,2742. Primjenom monosaharida glukoze ostvarena je veća vrijednost prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije u odnosu na disaharide laktozu i saharozu. Izradom salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Čelenka* dobivene su reološke karakteristike s istim redoslijedom utjecaja ispitivanih ugljikohidrata kao kod sorte *Kanadska reneta*. Prividna viskoznost i konzistencija salatne majoneze s

**Tablica 2.** Utjecaj vrste ugljikohidrata na reološke parametre salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka*, proizvedene kod 10000 o/min i 3 min, mjereno pri 25 °C

**Table 2** Influence of carbohydrate type on rheological parameters of salad mayonnaise with apple puree of *Kanadska reneta* and *Čelenka* varieties, produced at 10000 rpm and 3 min, measured at 25 °C

Uzorak / Sample	$\mu$ (Pa·s) pri 103,9 (s <sup>-1</sup> )	k (Pa·s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>
<i>Kanadska reneta</i>				
Glukoza /Glucose	2,3124	59,42	0,2888	0,97089
Laktoza /Lactose	2,2210	40,77	0,3465	0,97816
Saharoza /Sucrose	2,1715	38,16	0,3827	0,98261
Maltodekstrin /Maltodextrin	2,4212	70,42	0,2742	0,95648
<i>Čelenka</i>				
Glukoza /Glucose	2,1619	54,24	0,3089	0,96811
Laktoza /Lactose	2,0512	36,00	0,3943	0,96784
Saharoza /Sucrose	1,6884	26,53	0,4068	0,95189
Maltodekstrin /Maltodextrin	2,3109	57,21	0,2947	0,96954

$\mu$  - prividna viskoznost kod brzine smicanja 103,9 (s<sup>-1</sup>), (Pa·s) / apparent viscosity at shear rate, k - koeficijent konzistencije (Pa·s<sup>n</sup>) / consistency coefficient, n - indeks tečenja / flow behaviour indeks, R<sup>2</sup> - koeficijent determinacije / coefficient of determination

kašom jabuke sorte *Čelenka*, kada se određuje utjecaj ugljikohidrata na reološke parametre, je u prosjeku niža od prividne viskoznosti i konzistencije koju ima majoneza s kašom sorte *Kanadska reneta*. To se može objasniti sastavom kaše jabuke, utvrđeno je da kaša sorte *Kanadska reneta* ima veću ukupnu suhu tvar (25,99 %), a kaša sorte *Čelenka* 16,84 %. Istraživanja Alvarez-Sabatel i sur. (2018.) pokazuju da udio ulja i ugljikohidrata utječu na stabilnost i reološka svojstva majoneze dobivene rotor-stator homogenizacijom kao i homogenizacijom visokim tlakom. Mjerenjem reoloških svojstava ovih uzoraka salatne majoneze s kašom jabuke izrađene s navedenim ugljikohidratima zapažena je značajna promjena reoloških parametara (konzistencija

i prividna viskoznost).

U tablici 3 prikazani su rezultati istraživanja utjecaja vrste mliječne komponente (obrano i punomasno mlijeko u prahu, sirutka u prahu, kazein u prahu) na reološke parametre salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka*, proizvedene kod brzine rotora 10000 o/min i 3 min homogenizacije, mjereno pri 25 °C. Salatna majoneza s kašom jabuke *Kanadska reneta* izrađena s obranim mlijekom u prahu (kontrolni uzorak) ima najnižu vrijednost prividne viskoznosti i koeficijenta konzistencije, mjereno pri 25 °C. Korištenjem punomasnog mlijeka u prahu kod izrade ove salatne majoneze, dobivena je veća prividna viskoznost 2,3049 (Pa·s) i koeficijent konzistencije



**Tablica 3.** Utjecaj mliječne komponente na reološke parametre salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka*, proizvedene kod 10000 o/min i 3 min, mjereno pri 25 °C

**Table 3** Influence of milk component on rheological parameters of salad mayonnaise with apple puree of *Kanadska reneta* and *Čelenka* varieties, produced at 10000 rpm and 3 min, measured at 25 °C

Uzorak / Sample	$\mu$ (Pa·s) pri 103,9 (s <sup>-1</sup> )	k (Pa·s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>
<i>Kanadska reneta</i>				
Obrano mlijeko u prahu / Skimmed milk powder	2,1715	38,16	0,3827	0,98261
Punomasano mlijeko u prahu / Whole milk powder	2,3049	55,21	0,3092	0,98535
Sirutka u prahu / Whey powder	2,2316	53,98	0,3139	0,96246
Kazein u prahu / Casein powder	2,1951	49,66	0,3283	0,94352
<i>Čelenka</i>				
Obrano mlijeko u prahu / Skimmed milk powder	1,6884	26,53	0,4068	0,95189
Punomasano mlijeko u prahu / Whole milk powder	2,1964	44,86	0,3101	0,95315
Sirutka u prahu / Whey powder	1,7351	39,33	0,3151	0,97035
Kazein u prahu / Casein powder	1,7089	37,22	0,3167	0,94877

55,21 (Pa·s<sup>n</sup>) te manji indeks tečenja 0,3092, u odnosu na primjenu sirutke u prahu, kazeina u prahu i obranog mlijeka u prahu. Dodatkom sirutke u prahu kod proizvodnje salatne majoneze tijekom mjerenja reoloških svojstava pri 25 °C zapažena je veća konzistencija 53,98 (Pa·s<sup>n</sup>) i prividna viskoznost 2,2316 (Pa·s), a manji indeks tečenja 0,3139 u odnosu na primjenu kazeina u prahu. Izradom salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Čelenka* dobivene su reološke karakteristike s istim redoslijedom utjecaja ispitivane mliječne komponente kao kod sorte *Kanadska reneta*. Prividna viskoznost i konzistenci-

ja salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta*, kada se određuje utjecaj mliječne komponente na reološke parametre, u prosjeku je veća od prividne viskoznosti i konzistencije majoneze s kašom sorte *Čelenka*.

U tablici 4 vidljivi su rezultati ispitivanja utjecaja žumanjka jajeta (svježi, pasterizirani) na reološke parametre salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka*, proizvedene kod brzine rotora 10000 o/min i 3 min homogenizacije, mjereno pri 25 °C. Izradom salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* sa

**Tablica 4.** Utjecaj žumanjka jajeta na reološke parametre salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka*, proizvedene kod 10000 o/min i 3 min, mjereno pri 25 °C

**Table 4** Influence of egg yolk on rheological parameters of salad mayonnaise with apple puree of *Kanadska reneta* and *Čelenka* varieties, produced at 10000 rpm and 3 min, measured at 25 °C

Uzorak / Sample	$\mu$ (Pa·s) pri 103,9 (s <sup>-1</sup> )	k (Pa·s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>
<i>Kanadska reneta</i>				
Svježi žumanjak jajeta / Fresh egg yolk	2,1715	38,16	0,3827	0,98261
Pasterizirani žumanjak jajeta / Pasteurized egg yolk	2,3101	60,80	0,2354	0,92942
<i>Čelenka</i>				
Svježi žumanjak jajeta / Fresh egg yolk	1,6884	26,53	0,4068	0,95189
Pasterizirani žumanjak jajeta / Pasteurized egg yolk	2,0558	57,16	0,2839	0,96048

svježim žumanjkom jajeta dobivena je manja vrijednost prividnog viskoziteta i koeficijenta konzistencije, a veći indeks tečenja. Primjenom pasteriziranog žumanjka jajeta kod izrade ove majoneze dobivena je znatno veća konzistencija 60,80 (Pa·s<sup>n</sup>) i prividna viskoznost 2,3101 (Pa·s), a manji indeks tečenja 0,2354, u odnosu na primjenu svježeg žumanjka. Razlog tome je taj što je procesom pasterizacije žumanjka došlo do djelomične termičke razgrad-

nje sastojaka koji djeluju kao prirodni emulgatori (fosfolipidi, proteini), što se u sustavu ove emulzije tipa ulje/voda manifestira s porastom viskoznosti i konzistencije salatne majoneze. Prividna viskoznost i konzistencija salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta*, kada se određuje utjecaj žumanjka jajeta na reološke parametre, neznatno je veća u odnosu na ove parametre koje ima majoneza s kašom sorte *Čelenka*.

U tablicama 5 i 6 prikazani su rezultati ispitivanja utjecaja procesnih parametara homogenizacije (brzina rotora, vrijeme trajanja homogenizacije) na reološka svojstva salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka*. U tablici 5 prikazani su rezultati utjecaja vremena trajanja homogenizacije (1 min, 3 min, 5 min), kod brzine rotora 10000 o/min, na reološka

svojstva salatne majoneze izražene reološkim parametrima, mjereno kod temperature 25 °C. Dobiveni rezultati pokazuju da se kod proizvodnje salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* tijekom 1 min homogenizacije dobiju reološki parametri većih vrijednosti prividne viskoznosti 2,4747 (Pa·s) i koeficijenta konzistencije 73,02 (Pa·s<sup>n</sup>), a manji indeks tečenja 0,2711 u odnosu na

**Tablica 5.** Utjecaj vremena homogenizacije na reološke parametre salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka*, proizvedene kod 10000 o/min, mjereno pri 25 °C

**Table 5** Influence of time of homogenization on rheological parameters of salad mayonnaise with apple puree of *Kanadska reneta* and *Čelenka* varieties, produced at 10000 rpm, measured at 25 °C

Uzorak / Sample	$\mu$ (Pa·s) pri 103,9 (s <sup>-1</sup> )	k (Pa·s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>
<i>Kanadska reneta</i>				
1 min	2,4747	73,02	0,2711	0,97362
3 min	2,1715	38,16	0,3827	0,98261
5 min	2,2269	48,34	0,3372	0,98140
<i>Čelenka</i>				
1 min	1,9184	48,11	0,2695	0,96105
3 min	1,6884	26,53	0,4068	0,95189
5 min	2,2474	64,61	0,2067	0,98035

vrijeme homogenizacije 3 min i 5 min. Produženjem vremena trajanja homogenizacije kod proizvodnje majoneze na 3 min i 5 min dobiva se emulzija ulje/voda manje prividne viskoznosti i konzistencije, a veći indeks tečenja. Ovdje je zapaženo da je tijekom produžene homogenizacije kod izrade majoneze došlo do razaranja strukture emulzije ulje/voda, a to je rezultiralo smanjenjem konzistencije i viskozitetu. Međutim, kod izrade salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Čelenka* veća viskoznost i konzistencija ostvarena je tijekom 5 min homogenizacije. Također su i kod ovog ispitivanja dobivene veće vrijednosti reoloških parametara primjenom kaše jabuke sorte

*Kanadska reneta* u odnosu na sortu *Čelenka*. Kod mjerenja reoloških svojstava ovih uzoraka salatne majoneze s kašom jabuke, zapaženo je da vrijeme trajanja homogenizacije značajno utječe na vrijednost reoloških parametara.

Ispitivanje utjecaja brzine rotacije rotora homogenizatora (10000, 12000, 15000 o/min) tijekom 3 min homogenizacije kod proizvodnje salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka* na reološke parametre, prikazano je u tablici 6. Proizvodnjom salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* kod 10000 o/min utvrđena je veća viskoznost i konzistencija u odno-

**Tablica 6.** Utjecaj brzine rotacije rotora homogenizatora (o/min) tijekom 3 min pripreme uzorka na reološke parametre salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka*, mjereno pri 25 °C

**Table 6** Influence of rotation speed of homogenizer rotor (rpm) during 3 min sample preparation on rheological parameters of salad mayonnaise with apple puree of *Kanadska reneta* and *Čelenka* varieties, measured at 25 °C

Uzorak / Sample	$\mu$ (Pa·s) pri 103,9 (s <sup>-1</sup> )	k (Pa·s <sup>n</sup> )	n	R <sup>2</sup>
<i>Kanadska reneta</i>				
10000 (o/min)	2,1715	38,16	0,3827	0,98261
12000 (o/min)	1,3041	3,16	0,8094	0,97143
15000 (o/min)	1,5468	3,12	0,8489	0,98956
<i>Čelenka</i>				
10000 (o/min)	1,6884	26,53	0,4068	0,95189
12000 (o/min)	2,3904	62,56	0,2849	0,98020
15000 (o/min)	2,2605	53,78	0,3295	0,95488

su na izradu kod 12000 o/min i 15000 o/min. U ovom slučaju kod većih brzina rotora došlo je do razaranja već stvorene emulzije ulje/voda, što je rezultiralo pojavom „razrjeđivanja“ strukture i formiranja tekuće strukture. Kod salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Čelenka* najnižu viskoznost ima uzorak koji je homogeniziran pri 10000 o/min (1,6884 Pa·s), a najveću ima onaj homogeniziran pri 12000 o/min (2,3904 Pa·s). Izradom salatne majoneze pri 15000 o/min došlo je do razaranja strukture što je rezultiralo smanjenjem viskoznosti i konzistencije, a porastom indeksa tečenja.

## Zaključak

Ispitivana salatna majoneza s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* i *Čelenka* pripada newtonovskim stacionarnim tekućinama, pseudoplastičnog tipa. Primjena različitih sastojaka utječe na reološka svojstva salatne majoneze kao emulzije ulje/voda. Salatna majoneza s kašom jabuke (obje sorte) proizvedena s maltodekstrinom ima veću prividnu viskoznost i konzistenciju, a manji indeks tečenja u odnosu na primjenu drugih ispitivanih ugljikohidrata. Disaharid saharoza ostvaruje najmanju viskoznost i konzistenciju salatne majoneze s kašom jabuke. Primjenom punomasnog mlijeka u prahu kao mliječne komponente kod izrade salatne majoneze s kašom jabuke (obje sorte) dobivena su reološka svojstva s većom prividnom viskoznošću i koeficijentom konzistencije, a manjim indeksom tečenja u odnosu na primjenu obranog mlijeka u prahu, sirutke u prahu i kazeina u prahu. Salatna majoneza proizvedena s paster-

iziranim žumanjkom jajeta ima veću viskoznost i konzistenciju u odnosu na primjenu svježeg žumanjka jajeta. Tijekom proizvodnje salatne majoneze s kašom jabuke vrijeme trajanja homogenizacije, kod konstantne brzine rotora, utječe na reološka svojstva. Veća viskoznost i konzistencija, a manji indeks tečenja salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* dobiveni su kod vremena homogenizacije 1 min, a kod sorte *Čelenka* tijekom 5 min homogenizacije. Brzina rotacije rotora homogenizatora utječe na promjenu reoloških svojstava salatne majoneze s kašom jabuke. Primjenom brzine rotora 10000 o/min proizvedena je salatna majoneza s kašom jabuke sorte *Kanadska reneta* s većom viskoznošću i konzistencijom, a manjim indeksom tečenja. Kod salatne majoneze s kašom jabuke sorte *Čelenka* veće vrijednosti reoloških parametara dobivene su kod brzine rotora 12000 o/min. Ako se promatraju reološki parametri veću vrijednost prividne viskoznosti i konzistencije imaju uzorci koji su napravljeni s dodatkom kaše jabuke sorte *Kanadska reneta*, nego oni uzorci s kašom sorte *Čelenka*. Velik utjecaj na viskoznost i konzistenciju salatne majoneze ima udio suhe tvari kaše jabuke, što je on veći veća je i viskoznost. Upravo bi se zbog tog utjecaja mogla opisati razlika u viskoznosti, jer kaša jabuke sorte *Kanadska reneta* ima veći udio ukupne suhe tvari u odnosu na sortu *Čelenka*.

\* Ovaj rad sufinancirala je Hrvatska zaklada za znanost s projektom „Mogućnost korištenja tradicionalnih sorti jabuka za proizvodnju jabuka i soka od jabuke sa smanjenim sadržajem patulina“ (UIP-2020-02-8461).

## Literatura

- [1] Abu-Jdayil, B. (2003): Modelling the time-dependent rheological behavior of semisolid foodstuffs. *J. Food Eng.* 57, 97-102. doi:10.1016/S0260-8774(02)00277-7
- [2] Akhtar, M., J. Stenzel, B.S. Murray, E. Dickinson (2005): Factors affecting the perception of creaminess of oil-in-water emulsions. *Food Hydrocolloids* 19, 521-526. doi:10.1016/j.foodhyd.2004.10.017
- [3] Alvarez-Sabatel, S., I.M. Maranon, 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, 195-2013. doi: 10.1016/j.ifset.2018.06.014
- [4] Baldwin, R.E. (1990): Functional Properties of Eggs in Foods. In: *Egg Science and Technology*, WJ Stadelman and OJ Cotterill (Eds), Food Products Press, New York, USA, pp 341-383.
- [5] Batista, A.P., A. Raymundo, i. Sousa, J. Empis (2006): Rheological characterization of coloured oil-in-water food emulsions with lutein and phycocyanin added to the oil and aqueous phases. *Food Hydrocolloid* 20, 44-52. doi:10.1016/j.foodhyd.2005.02.009
- [6] Castellani, O., C. Belhomme, E. David-Briand, C. Guerin-Dubiard, M. Anton (2006): Oil-in-water emulsion properties and interfacial characteristics of hen egg yolk phosphatidylcholine. *Food Hydrocolloids* 20, 35-43. doi: 10.1016/j.foodhyd.2005.02.010
- [7] Cristina, I., M. Aizpurua, A. Tenuta-Filho (2005): Oxidation of cholesterol in mayonnaise during storage. *Food Chem.* 89, 611-615. doi: 10.1016/j.foodchem.2004.03.016



- [8] De Leonardis, A., V. Macciola, A. Iftikhar, F. Lopez (2022): Antioxidant effect of traditional and new vinegars on functional oil/vinegar dressing-based formulations. *European Food Research and Technology* 248 (2), 1573-1582. doi:10.1007/s00217-022-03986-0
- [9] Dybowska, B.E. (2008): Properties of milk protein concentrate stabilized oil-in-water emulsions. *Journal of Food Engineering* 88, 507-513. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2008.03.010
- [10] 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.
- [11] 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
- [12] 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.
- [13] 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
- [14] Goshawk, J. A., D. M. Binding (1998): Rheological Phenomena Occurring During the hearing Flow Mayonnaise. *Journal of Rheology*, 42 (6), 1537-1553. doi:10.1122/1.550967
- [15] 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
- [16] Hasenhuettl, G. L., R. W. Hartel (2008): *Food emulsifiers and their applications*. Springer Science.
- [17] 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
- [18] Izidoro, D., M-R. Sierakowski, N. Waszczynskij, W.I.C. Haminiuk, A.P. Scheer (2007): Sensory evaluation and rheological behavior of commercial mayonnaise. *International Journal of Food Engineering*, 3 (1), Article 5. doi:10.2202/1556-3758.1094
- [19] Juszcak, L., T. Fortuna, A. Kosla (2003): Sensory and rheological properties of Polish commercial mayonnaise. *Nahrung/Food* 47, 232-235. doi:10.1002/food.200390054
- [20] 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
- [21] 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
- [22] 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
- [23] Mancini, F., L. Montanari, D. Peressini, P. Fantozzi (2002): Influence of Alginate Concentration and Molecular Weight on Functional Properties of Mayonnaise. *Journal of Lebensmittel-Wissenschaft und-Technology*, 35 (6), 517-525. doi:10.1006/fstl.2002.0899
- [24] 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
- [25] 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
- [26] Mezger T. G. (2002): *The rheology handbook*. Vincentz, Hannover, Germany.
- [27] 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
- [28] 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.
- [29] 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
- [30] Rukke, E.O., R.B. Schüller (2019): Rheological properties of different types of mayonnaise. *Annual Transactions of the Nordic Rheology Society* 27, 165-171.
- [31] Ruiling, S., L. Shuangqun, D. Jilin (2011): Application of oat dextrin for fat substitute in mayonnaise. *Food Chemistry* 126, 65-71. doi:10.1016/j.foodchem.2010.10.072
- [32] 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.
- [33] 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
- [34] 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.
- [35] 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
- [36] 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
- [37] 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.
- [38] 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

## Rheological Characteristics of Salad Mayonnaise with the Addition of Apple Puree

### Abstract

The rheological properties of food are of great importance in order to achieve certain food properties and to guide the food production process. In this paper, the influence of individual ingredients (carbohydrates, milk component, egg yolk, apple puree) and homogenization parameters (rotor speed, homogenization time) on the rheological properties of salad mayonnaise was investigated. The mechanical process of mayonnaise homogenization was carried out at 10,000, 12,000 and 15,000 rpm for 1, 3 and 5 minutes. Carbohydrates (glucose, sucrose, lactose, maltodextrin), milk component (skimmed and whole milk powder, whey powder, casein powder), egg yolk (fresh, pasteurized) and apple puree prepared from the *Čelenka* and *Kanadska reneta* varieties were used to make mayonnaise. Measurements of the rheological properties of salad mayonnaise with the addition of apple puree were carried out on a rotary viscometer with concentric cylinders at a temperature of 25 °C. From rheological parameters consistency coefficient, flow index and apparent viscosity of mayonnaise were calculated from the obtained data. The above results indicate that salad mayonnaise made with whole milk has a higher viscosity compared to other milk components. With the addition of maltodextrin, higher apparent viscosity values are achieved compared to other samples. By using fresh egg yolk, a lower apparent viscosity is achieved. Rotor speed and homogenization time affect the change in rheological properties. Samples with apple puree of the *Kanadska reneta* variety have a higher apparent viscosity compared to the *Čelenka* variety.

**Key words:** salad mayonnaise, apple puree, rheological properties, composition, homogenization process

## Rheologische Eigenschaften von Salatmayonnaise mit dem Zusatz von Apfelpüree

### Zusammenfassung

Die rheologischen Eigenschaften von Lebensmitteln sind von großer Bedeutung, um bestimmte Lebensmitteleigenschaften zu erzielen und den Prozess der Lebensmittelherstellung zu steuern. In dieser Arbeit wurde der Einfluss einzelner Zutaten (Kohlenhydrate, Milchkomponente, Eigelb, Apfelpüree) und Homogenisierungsparameter (Rotorgeschwindigkeit, Homogenisierungszeit) auf die rheologischen Eigenschaften von Salatmayonnaise untersucht. Der mechanische Prozess der Mayonnaise-Homogenisierung wurde bei 10.000, 12.000 und 15.000 U/min für 1, 3 und 5 Minuten durchgeführt. Zur Herstellung der Mayonnaise wurden Kohlenhydrate (Glukose, Saccharose, Laktose, Maltodextrin), Milchbestandteile (Magermilch- und Vollmilchpulver, Molkepulver, Kaseinpulver), Eigelb (frisch, pasteurisiert) und Apfelpüree aus den Sorten *Čelenka* und *Kanadska reneta* verwendet. Die Messungen der rheologischen Eigenschaften der Salatmayonnaise mit dem Zusatz von Apfelpüree wurden mit einem Rotationsviskosimeter mit konzentrischen Zylindern bei einer Temperatur von 25 °C durchgeführt. Aus den rheologischen Parametern wurden Konsistenzkoeffizient, Fließindex und scheinbare Viskosität der Mayonnaise berechnet. Die obigen Ergebnisse zeigen, dass Salatmayonnaise aus Vollmilch eine höhere Viskosität aufweist als andere Milchkomponenten. Durch den Zusatz von Maltodextrin werden im Vergleich zu anderen Proben höhere scheinbare Viskositätswerte erreicht. Durch die Verwendung von frischem Eigelb wird eine niedrigere scheinbare Viskosität erreicht. Die Rotordrehzahl und Homogenisierungszeit beeinflussen die Veränderung der rheologischen Eigenschaften. Proben mit Apfelpüree der Sorte *Kanadska reneta* haben im Vergleich zur Sorte *Čelenka* eine höhere scheinbare Viskosität.

**Schlüsselwörter:** Salatmayonnaise, Apfelpüree, rheologische Eigenschaften, Zusammensetzung, Homogenisierungsverfahren

## Características reológicas de mayonesa de ensalada con adición de pulpa de manzana

### Resumen

Las propiedades reológicas de los alimentos son de gran importancia para lograr ciertas propiedades de los alimentos y conducir el proceso de producción de alimentos. En este trabajo, fue investigada la influencia de los ingredientes individuales (carbohidratos, componente de la leche, yema de huevo, pulpa de manzana) y los parámetros de homogeneización (velocidad del rotor, tiempo de homogeneización) sobre las propiedades reológicas de la mayonesa de ensalada. El proceso mecánico de homogeneización de mayonesa se realizó a 10.000, 12.000 y 15.000 rpm durante 1, 3 y 5 minutos. Hidratos de carbono (glucosa, sacarosa, lactosa, maltodextrina), componente lácteo (leche entera y desnatada en polvo, suero de leche en polvo, caseína en polvo), yema de huevo (fresca, pasteurizada) y pulpa de manzana preparada de la variedad *Čelenka* y *Kanadska reneta* fueron utilizados para hacer mayonesa. Las mediciones de las propiedades reológicas de la mayonesa de ensalada con la adición de pulpa de manzana se realizaron en un viscosímetro rotatorio con cilindros concéntricos a una temperatura de 25 °C. Los parámetros reológicos el coeficiente de consistencia, el índice de fluidez y la viscosidad aparente de la mayonesa se calcularon de los datos obtenidos. Con la adición de maltodextrina se consiguen valores de viscosidad aparente superiores a otras muestras. Al usar la yema de huevo fresca, se logra una viscosidad aparente más baja. La velocidad del rotor y el tiempo de homogeneización afectan el cambio en las propiedades reológicas. Las muestras con pulpa de manzana de la variedad de *Kanadska reneta* tienen una viscosidad aparente más alta en comparación con la variedad *Čelenka*.

**Palabras claves:** mayonesa de ensalada, pulpa de manzana, características reológicas, composición, proceso de homogeneización

## Caratteristiche reologiche della maionese da insalata con aggiunta di purea di mela

### Riassunto

Le proprietà reologiche degli alimenti hanno grande importanza nell'ottenimento di determinate proprietà alimentari e nel guidare il processo di produzione del cibo. In questo lavoro è stato studiato l'impatto dei singoli ingredienti (carboidrati, componente di latte, tuorlo d'uovo, purea di mela) e dei parametri di omogeneizzazione (velocità del rotore, tempo di omogeneizzazione) sulle proprietà reologiche della maionese da insalata. Il processo meccanico di omogeneizzazione della maionese è stato effettuato a 10.000, 12.000 e 15.000 rpm per 1, 3 e 5 minuti. Per la produzione della maionese sono stati utilizzati carboidrati (glucosio, saccarosio, lattosio, maltodestrine), una componente di latte (latte scremato e intero in polvere, siero di latte in polvere, caseina in polvere), tuorlo d'uovo (fresco, pastorizzato) e purea di mela delle varietà *Čelenka* e *Renetta del Canada*. Le misurazioni delle proprietà reologiche della maionese da insalata con l'aggiunta di purea di mela sono state eseguite su viscosimetro rotativo a cilindri concentrici alla temperatura di 25°C. Dai dati ottenuti sono stati calcolati i seguenti parametri reologici: coefficiente di consistenza, indice di flusso e viscosità apparente. Detti risultati indicano che la maionese da insalata prodotta con latte intero ha una viscosità maggiore rispetto agli altri campioni prodotti con altri componenti di latte. Con l'aggiunta di maltodestrine si ottengono valori di viscosità apparente più elevati rispetto agli altri campioni. Utilizzando tuorlo d'uovo fresco, si ottiene una viscosità apparente inferiore. La velocità del rotore e il tempo di omogeneizzazione incidono sul cambiamento delle proprietà reologiche. I campioni con purea di mela della varietà *Renetta del Canada* hanno una viscosità apparente più elevata rispetto ai campioni con purea di mela della varietà *Čelenka*.

**Parole chiave:** maionese da insalata, purea di mela, proprietà reologiche, composizione, processo di omogeneizzazione