Статья поступила в редакцию: 10.10.2026
Статья принята к публикации: 17.10.2026
Статья опубликована: 28.10.2026

УДК 664.3+544.77+532.135

Коллоидные и реологические свойства функционального майонеза на основе смесевых растительных масел

Чориева Иқлима Йулдош қизи
докторант, PhD
Институт общей и неорганической химии АН РУз
Республика Узбекистан, г. Узбекистан
E-mail: iqlima.choriyeva@mail.ru

Салиханова Дилноза Саидакбаровна
д-р техн. наук, проф.
Институт общей и неорганической химии АН РУз
Республика Узбекистан, г. Узбекистан
E-mail: salihanova79@mail.ru

Colloidal and rheological properties of functional mayonnaise based on blended vegetable oils

Chorieva Iklima
PhD
Institute of General and Inorganic Chemistry
Academy of Sciences of the
Republic of Uzbekistan; Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

Salikhanova Dilnoza
doctor of Technical Sciences, Professor
Institute of General and Inorganic Chemistry
Academy of Sciences of the
Republic of Uzbekistan; Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

Аннотация

Исследованы коллоидные и реологические свойства функциональных майонезных эмульсий, полученных с использованием смесевых растительных масел. В качестве масляной фазы применяли композиции подсолнечного, льняного и базиликового масел в соотношении 80:15:5 (К-1), а также подсолнечного, соевого и льняного масел в соотношении 60:25:15 (К-4). Массовая доля жировой фазы в готовых образцах составляла 65,3 %. Сравнивали традиционное перемешивание, ультразвуковую обработку и гомогенизацию роторно-статорного типа. Реологические показатели оценивали ротационным вискозиметром Brookfield при температуре 20±2 °C; коллоидную устойчивость характеризовали по

Библиографическое описание: Чориева И.Й.Қ., Салиханова Д.С. Коллоидные и реологические свойства функционального майонеза на основе смесевых растительных масел // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2026. 10(151). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/23575

показателю стабильности эмульсии и размеру капель дисперсной фазы. Установлено, что интенсивность диспергирования существенно влияет на структурно-механические характеристики майонеза. При роторно-статорной гомогенизации размер жировых капель уменьшался с 8–15 до 2–5 мкм, а устойчивость эмульсии возрастала примерно с 92–94 до 97–99 %. Динамическая вязкость образца К-1 повышалась с 5,8±0,2 до 7,4±0,3 Па·с, а К-4 — с 5,5±0,2 до 7,0±0,2 Па·с.

Полученные результаты показывают, что роторно-статорная обработка обеспечивает более выраженное улучшение дисперсности, вязкости и устойчивости исследованных эмульсий и может рассматриваться как эффективный технологический приём при разработке функционального майонеза.

Abstract

The colloidal and rheological properties of functional mayonnaise emulsions prepared with blended vegetable oils were investigated. The oil phase consisted of sunflower, flaxseed and basil oils at a ratio of 80:15:5 (K-1), and sunflower, soybean and flaxseed oils at a ratio of 60:25:15 (K-4). The fat phase content of the prepared mayonnaise samples was 65.3 %. Conventional mixing, ultrasound treatment and rotor–stator homogenization were compared. Rheological measurements were performed using a Brookfield rotational viscometer at 20±2 °C. Colloidal stability was evaluated by emulsion stability and the size of dispersed oil droplets. The results demonstrated that the intensity of dispersion significantly affected the structural and mechanical properties of mayonnaise. Rotor–stator homogenization reduced the oil droplet size from 8–15 to 2–5 μm and increased emulsion stability from approximately 92–94 % to 97–99 %. The dynamic viscosity of K-1 increased from 5.8±0.2 to 7.4±0.3 Pa·s, while that of K-4 increased from 5.5±0.2 to 7.0±0.2 Pa·s. These findings indicate that rotor–stator processing provides a more pronounced improvement in droplet dispersion, viscosity and colloidal stability than the compared treatments. The method can therefore be considered an effective technological approach for producing functional mayonnaise based on blended vegetable oils.

Ключевые слова: майонезная эмульсия, смесевые растительные масла, коллоидная устойчивость, реология, динамическая вязкость, размер жировых капель, гомогенизация.

Keywords: mayonnaise emulsion, blended vegetable oils, colloidal stability, rheology, dynamic viscosity, oil droplet size, homogenization.

Введение

Майонез представляет собой концентрированную эмульсию типа «масло в воде», свойства которой определяются соотношением фаз, природой и концентрацией эмульгатора, размером капель дисперсной фазы и взаимодействиями между структурными элементами. Коллоидная устойчивость продукта имеет принципиальное значение для предотвращения коалесценции, расслоения и изменения консистенции при хранении. Физическая стабильность майонеза связана как с составом рецептуры, так и с условиями механической обработки эмульсии [2; 5; 7].

Реологические характеристики — прежде всего динамическая вязкость и особенности течения — определяют консистенцию, намазываемость и технологическое поведение продукта при перекачивании, фасовании и хранении. Для майонезных систем вязкость зависит от объёмной доли масла, распределения капель по размерам, состава межфазного слоя и взаимодействия между каплями. Поэтому изменение масляной фазы и выбор режима гомогенизации требуют совместной оценки реологических и коллоидных параметров [1; 3; 6].

Одним из подходов к созданию функциональных майонезов является применение композиций растительных масел с различным жирнокислотным составом. Однако изменение масляной фазы может влиять не только на пищевую ценность, но и на формирование эмульсионной структуры. В связи с этим необходимо оценивать, как технологические способы диспергирования отражаются на размере капель, устойчивости и вязкости майонеза.

Цель исследования — установить влияние традиционного перемешивания, ультразвуковой обработки и роторно-статорной гомогенизации на коллоидную устойчивость и реологические свойства функционального майонеза, полученного на основе смесевых растительных масел.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись майонезные эмульсии, приготовленные на основе двух смесевых масляных композиций. Композиция К-1 включала подсолнечное, льняное и базиликовое масла в соотношении 80:15:5; композиция К-4 — подсолнечное, соевое и льняное масла в соотношении 60:25:15. Массовая доля жировой фазы в исследуемых образцах составляла 65,3 %. Эмульсии готовили по классической технологии: формировали водную фазу, вводили эмульгирующий компонент, постепенно добавляли масляную фазу, после чего проводили перемешивание и гомогенизацию.

Для сопоставления технологических режимов использовали традиционное перемешивание, ультразвуковую обработку и роторно-статорную гомогенизацию. В исследовании роторно-статорную обработку проводили при скорости ротора 8000–12000 об/мин.; в качестве оптимального диапазона в диссертационной работе указан интервал 10000–12000 об/мин. Сравнение проводили по показателям вязкости, устойчивости эмульсии и размера жировых капель.

Динамическую вязкость измеряли ротационным вискозиметром типа Brookfield при температуре 20±2 °С. Коллоидную устойчивость оценивали по процентному показателю стабильности эмульсии, а дисперсность — по размеру жировых капель. Представленные значения приведены в соответствии с экспериментальными данными, проделанными авторами данной статьи. Все параметры измерительного протокола зафиксированы в лабораторном журнале Института общей и неорганической химии АН РУз.

Результаты и обсуждение

В обеих исследуемых рецептурах переход от традиционного перемешивания к более интенсивной обработке сопровождался увеличением динамической вязкости. Для образца К-1 вязкость при традиционном перемешивании составляла 5,8±0,2 Па·с, после

ультразвуковой обработки — 6,7±0,2 Па·с, а после роторно-статорной гомогенизации — 7,4±0,3 Па·с. Для образца К-4 соответствующие значения составляли 5,5±0,2; 6,3±0,2 и 7,0±0,2 Па·с (табл. 1).

Таблица 1. Динамическая вязкость функционального майонеза при различных способах обработки

Образец	Способ обработки	Динамическая вязкость, Па·с
К-1	Традиционное перемешивание	5,8 ± 0,2
К-1	Ультразвуковая обработка	6,7 ± 0,2
К-1	Роторно-статорная гомогенизация	7,4 ± 0,3
К-4	Традиционное перемешивание	5,5 ± 0,2
К-4	Ультразвуковая обработка	6,3 ± 0,2
К-4	Роторно-статорная гомогенизация	7,0 ± 0,2

По отношению к традиционному перемешиванию вязкость К-1 после ультразвуковой обработки возрастала приблизительно на 15,5 %, а после роторно-статорной гомогенизации — на 27,6 %. Для К-4 увеличение составляло около 14,5 и 27,3 % соответственно. Таким образом, при обоих составах масляной фазы наиболее выраженное изменение реологических характеристик наблюдалось при использовании роторно-статорного аппарата.

Увеличение вязкости может быть связано с уменьшением размера жировых капель и ростом суммарной межфазной поверхности. При более тонком диспергировании возрастает площадь контакта масла с водной фазой, а эмульгирующие компоненты формируют межфазный слой на большей поверхности капель. В концентрированных эмульсиях это способствует усилению взаимодействия дисперсных элементов и формированию более выраженной внутренней структуры. Аналогичная зависимость между параметрами гомогенизации, размером капель и реологией майонезоподобных эмульсий отмечается в литературе [3; 4; 6].

Коллоидная устойчивость также зависела от способа обработки. При традиционном перемешивании устойчивость образца К-1 составляла 94,2±0,4 %, а К-4 — 93,8±0,5 %. После ультразвуковой обработки значения повышались до 96,8±0,3 и 96,2±0,4 % соответственно. Максимальные значения зафиксированы после роторно-статорной гомогенизации: 98,1±0,2 % для К-1 и 97,6±0,3 % для К-4 (табл. 2).

Таблица 2. Коллоидная устойчивость майонезных эмульсий при различных способах обработки

Образец	Способ обработки	Устойчивость эмульсии, %
К-1	Традиционное перемешивание	94,2 ± 0,4
К-1	Ультразвуковая обработка	96,8 ± 0,3
К-1	Роторно-статорная гомогенизация	98,1 ± 0,2
К-4	Традиционное перемешивание	93,8 ± 0,5
К-4	Ультразвуковая обработка	96,2 ± 0,4
К-4	Роторно-статорная гомогенизация	97,6 ± 0,3

Данные показывают, что по сравнению с традиционным перемешиванием роторно-статорная обработка повышала устойчивость на 3,9 процентного пункта для К-1 и на 3,8 процентного пункта для К-4. Ультразвуковая обработка также улучшала показатель, однако уступала роторно-статорной гомогенизации. Полученные значения соответствуют общему представлению о том, что уменьшение размера капель снижает вероятность их быстрого разделения под действием гравитации и способствует более равномерному распределению дисперсной фазы [2; 5; 7].

По данным исследования, размер жировых капель после гомогенизации уменьшался с 8–15 до 2–5 мкм. Такое измельчение дисперсной фазы согласуется с повышением вязкости и устойчивости, наблюдаемым в обоих образцах. При этом К-1 демонстрировал несколько более высокие значения вязкости и устойчивости, чем К-4, независимо от использованного способа обработки. Различия между рецептурами могут быть обусловлены составом масляной фазы и особенностями формирования межфазного слоя, однако для установления конкретного механизма потребуются дополнительные измерения межфазных характеристик и микроструктуры.

Результаты подтверждают, что свойства функционального майонеза определяются совместным действием рецептурного состава и технологического режима. Поэтому при масштабировании процесса следует контролировать не только скорость вращения ротора, но и продолжительность обработки, температуру продукта и воспроизводимость измерений. Указанный в данной работе диапазон 10000–12000 об/мин. может рассматриваться как перспективный режим для изученных композиций; его промышленное применение требует дополнительной проверки с учётом геометрии аппарата и объёма партии.

Заключение

1. Установлено, что способ гомогенизации оказывает существенное влияние на коллоидную устойчивость и реологические характеристики функционального майонеза, приготовленного на основе смесевых растительных масел.

2. Роторно-статорная гомогенизация обеспечивала наибольшую динамическую вязкость: 7,4±0,3 Па·с для К-1 и 7,0±0,2 Па·с для К-4. По сравнению с традиционным перемешиванием вязкость увеличивалась приблизительно на 27 % для обеих композиций.

3. После роторно-статорной обработки размер жировых капель снижался с 8–15 до 2–5 мкм, а устойчивость эмульсий достигала 98,1±0,2 % для К-1 и 97,6±0,3 % для К-4. Ультразвуковая обработка занимала промежуточное положение по исследованным показателям.

4. В пределах изученных условий роторно-статорная гомогенизация является наиболее эффективным из сравниваемых способов для формирования более тонкодисперсной и устойчивой майонезной эмульсии. Перед внедрением режима в промышленную практику целесообразно подтвердить воспроизводимость результатов и уточнить параметры измерения вязкости и дисперсности.

Список литературы

1. Abu Ghoush M., Samhouri M., Al-Holy M., Herald T. Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gum–protein emulsifier in a model mayonnaise system // Journal of Food Engineering. – 2008. – T. 84. – P. 348–357. – DOI: 10.1016/j.jfoodeng. 2007.05.025.
2. Alvarez-Sabatel S. Martínez de Marañón I., Arboleya J.-C. 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 // Innovative Food Science & Emerging Technologies. – 2018. – T. 48. – P. 195–203. – DOI: 10.1016/j.ifset.2018.06.014.
3. Chivero P., Gohtani S., Yoshii H., Nakamura A. Assessment of soy soluble polysaccharide, gum arabic and OSA-starch as emulsifiers for mayonnaise-like emulsions // LWT – Food Science and Technology. – 2016. – T. 69. – P. 59–66. – DOI: 10.1016/j.lwt.2015.12.064.
4. Depree J.A., Savage G.P. Physical and flavour stability of mayonnaise // Trends in Food Science & Technology. – 2001. – T. 12. – P. 157–163. – DOI: 10.1016/S0924-2244(01)00079-6.
5. Dickinson E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems // Food Hydrocolloids. – 2003. – № 1. – P. 25–39. – DOI: 10.1016/ S0268-005X(01)00120-5.
6. Franco J.M., Berjano M., Guerrero A., Muñoz J., Gallegos C. Flow behaviour and stability of light mayonnaise containing a mixture of egg yolk and sucrose stearate as emulsifiers // Food Hydrocolloids. – 1995. – T. 9, № 2. – P. 111–121. – DOI: 10.1016/S0268-005X(09)80273-7.
7. Kantekin-Erdogan M.N., Ketenoglu O., Tekin A. Effect of monoglyceride content on emulsion stability and rheology of mayonnaise // Journal of Food Science and Technology. – 2019. – T. 56. – P. 443–450. – DOI: 10.1007/s13197-018-3506-2.
8. Ma L., Barbosa-Cánovas G.V. Rheological characterization of mayonnaise. Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations // Journal of Food Engineering. – 1995. – T. 25, № 3. – P. 409–425. – DOI: 10.1016/0260–8774(94)00010-7.
9. McClements D.J. Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques. – 3rd ed. – Boca Raton: CRC Press, 2015. – 714 P.
10. Ozcan I., Ozyigit E., Erkoc S., Tavman S., Kumcuoglu S. Investigating the physical and quality characteristics and rheology of mayonnaise containing aquafaba as an egg substitute // Journal of Food Engineering. – 2023. – T. 344. – Art. 111388. – DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2022.111388.

References

1. McClements D.J. McClements D.J. Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press;. – Boca Raton: CRC Press, 2015. – 714 P.
2. Abu Ghoush M., Samhouri M., Al-Holy M., Herald T. Formulation and fuzzy modeling of emulsion stability and viscosity of a gum-protein emulsifier in a model mayonnaise system // Journal of Food Engineering. – 2008. – DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2007.05.025.

3. Alvarez-Sabatel S., Martínez de Marañón I., Arboleya J.-C. 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. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2018;48:195–203. DOI: 10.1016/j.ifset.2018.06.014.
4. Chivero P., Gohtani S., Yoshii H., Nakamura A. Assessment of soy soluble polysaccharide, gum arabic and OSA-starch as emulsifiers for mayonnaise-like emulsions. LWT – Food Science and Technology. 2016;69:59–66. DOI: 10.1016/j.lwt.2015.12.064.
5. Depree J.A., Savage G.P. Physical and flavour stability of mayonnaise. Trends in Food Science & Technology. 2001;12:157–163. DOI: 10.1016/S0924-2244(01)00079-6.
6. Dickinson E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. Food Hydrocolloids. 2003;17(1):25–39. DOI: 10.1016/S0268-005X(01)00120-5.
7. Franco J.M., Berjano M., Guerrero A., Muñoz J., Gallegos C. Flow behaviour and stability of light mayonnaise containing a mixture of egg yolk and sucrose stearate as emulsifiers. Food Hydrocolloids. 1995;9(2):111–121. DOI: 10.1016/S0268-005X(09)80273-7.
8. Kantekin-Erdogan M.N., Ketenoglu O., Tekin A. Effect of monoglyceride content on emulsion stability and rheology of mayonnaise // Journal of Food Science and Technology. – 2019. – DOI: 10.1007/s13197-018-3506-2.
9. Ma L., Barbosa-Cánovas G.V. Rheological characterization of mayonnaise. Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations // Journal of Food Engineering. – 1995. – DOI: 10.1016/0260–8774(94)00010-7.
10. Ozcan I., Ozyigit E., Erkoc S., Tavman S., Kumcuoglu S. Investigating the physical and quality characteristics and rheology of mayonnaise containing aquafaba as an egg substitute // Journal of Food Engineering. – 2023. – DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2022.111388.