



DOI: 10.31388/2220-8674-2023-1-22

УДК 664.36

О. В. Дзюндзя, к.т.н.

ORCID: 0000-0002-1996-7065

О. В. Горач, д.т.н.

ORCID: 0000-0002-8737-5002

Н. І. Резвих, к.т.н.

ORCID: 0000-0002-4727-512X

*Херсонський державний аграрно-економічний університет*

e-mail: dzokvaok@gmail.com, тел.: 050-667-38-30

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ МАЙОНЕЗУ

*Анотація.* Майонези – один з найбільш популярних соусів, що виготовляються харчовою промисловістю. Однією з проблем з виробництва даної продукції є шаруватість готового продукту та наявність краплин жиру на поверхні майонезу, що свідчить про несправність гомогенізатора або не правильний його підбір.

Метою даної роботи є дослідження перспективних напрямів гомогенізації емульсій та вивчення технічних характеристик сучасних гомогенізаторів для удосконалення способу отримання майонезних соусів високої якості.

У роботі проведено аналіз основних типів гомогенізаторів, які використовуються для виробництва майонезів. В результаті вивчення технічних характеристик гомогенізаторів різного типу встановлено, що найбільш раціональним є використання ультразвукової обробки для отримання продукції високої якості.

*Ключові слова:* гомогенізатор, емульсія, майонез, технологічний процес, якість, жирність, гомогенізація, емульгування.

*Постановка проблеми.* Майонези – один з найбільш популярних соусів, що виготовляються харчовою промисловістю. Однією з проблем з виробництва даної продукції є шаруватість готового продукту та наявність краплин жиру на поверхні майонезу, що свідчить про несправність гомогенізатора або не правильний його підбір. Процес гомогенізації дозволяє отримати однорідну структуру майонезній емульсії. Це один із найважливіших процесів, що відбувається вкінці технологічного процесу, після якого відбувається фасування готового майонезу. Отже, процес гомогенізації дозволяє отримати майонез високої якості з гарними органолептичними показниками і даний етап є обов'язковим при виробництві соусів різної жирності.



*Аналіз останніх досліджень.* Сьогодні, в епоху індустріалізації і максимального збереження ресурсів, питанням підвищення ефективності виробництва приділяється особлива увага, оскільки вони набувають все більш інформаційного характеру [1, 2]. Виробники харчових продуктів повинні слідкувати за технічним розвитком, новими інформаційними підходами з вирішення виробничих завдань, впроваджувати новітні досягнення на виробництво. Автоматизація виробництва, удосконалене ресурсоощадне обладнання дозволить зменшити витрати на виробництво та збільшити обсяги і якість продукції.

Досліджуючи питання виробництва майонезу виявлено, що більшість наукових досліджень спрямована на виробництво продукції із заданими споживчими властивостями [3-11], однак аналізу устаткування, що застосовується в технологічному процесі майже не приділяється увага.

Вивчаючи вплив ультразвукової обробки встановлено [12], що шляхом регулювання умов ультразвукового емульгування можна регулювати антиоксидантну та антибактеріальну поведінку емульсій «олія у воді» за різних колоїдних умов. Встановлено, що ступінь гомогенізації впливає на окислення ліпідів в емульсії і антибактеріальні властивості та залежить від розміру крапель.

Промисловістю виготовляються майонези різної жирності, однак існують проблеми зі стабільністю емульсій, що пов'язана саме з правильним вибором гомогенізатора та спричиняють необхідність додавання до рецептури додаткових компонентів-структуроутворювачів [13]. Отже, проаналізувавши останні дослідження виявлено необхідність більш детального вивчення процесу гомогенізації та його вплив на якість та безпечність майонезу.

*Формулювання мети статті.* Метою даної роботи є дослідження перспективних напрямів гомогенізації емульсій та вивчення технічних характеристик сучасних гомогенізаторів для удосконалення способу отримання майонезних соусів високої якості.

*Основна частина.* Майонез – це емульсія, комплексним показником якості якої є стійкість. Стійкість характеризується часом, впродовж якого отримана система руйнується і обсягом дисперсної фази, що випала в процесі коалесценції на фоні емульсії. Також, комплексність показника якості емульсії це стійкість, що залежить не тільки від ступеня диспергування фази, вона також визначається складом та структурно- механічними властивостями сорбційного шару на межі розділу фаз, який запобігає подальшій коалесценції фази [5]. Процес гомогенізації дозволяє отримати стійку тонкодисперсну емульсію. При виробництві майонезів важливим є забезпечення не лише показників якості та безпечності, а й застосування принципово

нових ефективних енерго- та ресурсозберігаючих технологій. Для гомогенізації продукції харчовою промисловістю використовують гомогенізатори різних типів: вакуумні, роторні, клапанні, відцентрові, ультразвукові, імпульсні, тощо.

Аналізуючи цехи з виробництва майонезів виявлено, що ними для створення емульсій застосовується обладнання різного типу. Розглянемо найбільш поширені види гомогенізаторів.

*Роторно-статорна гомогенізація.* В основу такого способу покладено принцип розриву потоку суміші, що прокачується через нього (рис.1). Це пристрій в якому у нерухомому статорі з великою швидкістю обертається ротор, при цьому в зазорі між статором і ротором створюється висока турбулентність, яка і сприяє гомогенізації. Такий тип гомогенізаторів здатен створювати стабільні емульсії лише з підвищеним вмістом жиру (понад 50 %). Для виробництва стійких кремopodobних та не осідаючих емульсій дане устаткування не рекомендовано використовувати. Використання роторно-статорних гомогенізаторів дозволяє зменшити витрати на електроенергію та заощадити на виробничій площі, зменшується в тричі порівняно з вимогами до гомогенізаторів високого тиску.



Рисунок 1. Гомогенізатор ротор-статор Herbort (Німеччина)

*Гомогенізація під дією високого тиску.* Такий вид гомогенізації є відносно новою технологією (рис.2, рис.3). Ця технологія може бути придатною для розробки стабільних емульсій зі зниженим вмістом жиру з різноманітними текстурами. Дія високого тиску також дозволяє зменшити вміст стабілізаторів до рецептури, що може знизити витрати на виробництво.



Рисунок 2. Гомогенізатор FBF-037 (Італія)



Рисунок 3. Гомогенізатор ОДМЕЗ (Україна)

За принципом дії це поршневі насоси високого тиску скомбіновані з гомогенізований клапанами, що стискають майонезну масу під впливом високого тиску, яка протікає через клапан із змінним зазором[14]. Від поршневого насоса майонезна маса прибуває в робочу зону клапана. Із робочої поверхні блоку рідина під тиском подається через нагнітаючий канал в гомогенізуючу головку і з великою швидкістю проходить через кільцевий зазор, що утворився між поверхнями гомогенізуючого клапана та його сидінням. Під час проходження крізь зазор швидкість різко підвищується, а при виході із зазору тиск різко знижується. За рахунок утворених турбулентних завихріль і кавітації відбувається розпад глобул і утворюється гомогенна майонезна емульсія.

Недоліком даної технології є значні витрати енергетичних



ресурсів та процес є досить технічно складним.

Однак, новим удосконаленням поколінням даного типу гомогенізаторів є стабілізація емульсій надвисоким тиском (ГНВТ). Головна відмінність порівняно з традиційними гомогенізаторами полягає в новій вузькій конструкції розривного клапана. Зазор клапана ГНВТ значно менший (2–5 мкм) порівняно з зазором клапана традиційного гомогенізатора (10–30 мкм). Це дозволяє досягти більш високого максимального робочого тиску гомогенізації до 400 МПа порівняно з тиском, досягнутим за допомогою традиційних гомогенізаторів, зазвичай до 80–100 МПа.

За цим принципом рідина тече під тиском дуже короткий час (1–10 с) до вузького розривного клапана, а потім розширюється разом із миттєвим падінням тиску на виході з гомогенізаційного клапана, що призводить до утворення дуже маленьких крапель жиру. Раптове скидання тиску призводить до значного підвищення температури, спричиненого зсувом і частковим перетворенням динамічної енергії в тепло в діапазоні 15–20 С/100 МПа (для водних матриць). Таким чином, технологія ГЕВТ виникає як потенційна технологія для виробництва харчових продуктів із зменшеною кількістю емульгаторів і стабілізаторів.

*Ультразвукова гомогенізація.* Основний принцип дії ультразвукових гомогенізаторів направлений на використанні прямої ультразвукової сили для створення високочастотних вібраційних хвиль для руйнування нативних шарів рідини і її змішування (рис.4.). Консистенцію та однорідність емульсії, отриманих будь-яким прямим ультразвуковим гомогенізатором, можна досягти шляхом зміни потужності ультразвуку, частоти та тривалості змішування. Дані пристрої є потужними та надійними змішувачами, які використовуються як в лабораторних дослідженнях так і для промислового виробництва. Ультразвукове емульгування є одним із високоенергетичних методів, що використовується в багатьох процесах та забезпечує створення стабільних емульсій і наноемульсій.

За рахунок використання ультразвукових хвиль у процесі емульгування та гомогенізації відбувається інтенсифікація виробництва майонезу, тому що наведені процеси відбуваються одночасно, а за показником дисперсності отримані гомогенізовані продукти не поступається зразкам, які отримані за традиційними технологіями.

Для виробництва майонезу емульгування та гомогенізацію підготовленої емульсії в полі ультразвукових хвиль рекомендовано здійснювати частотою від 22 до 40 кГц.



Рисунок 4. Ультразвуковий гомогенізатор Hielscher Ultrasonics UIP1000hdT (США)

Порівнюючи існуючі типи гомогенізаторів встановлено (табл.1) як переваги так і недоліки:

Таблиця 1

Порівняльна характеристика гомогенізаторів

Тип гомогенізатора	Переваги	Недоліки
Роторно-статорні	Виробництво якісних майонезів високої жирності	Габаритні, знос деталей. Для виробництва низькокалорійної продукції необхідне додаткове використання емульгаторів
Дія високого тиску (клапанні, плунжерні)	Виробництво якісних майонезів низької жирності	Габаритні, частий знос деталей
Ультразвукові	Універсальність жирності майонезів	Енергетично ефективні, займають мало місця, увесь процес автоматизований (виробництво і контроль параметрів)

Проведені дослідження встановили переваги та недоліки найбільш використовуваних типів гомогенізаторів для виробництва майонезних



соусів.

Таким чином, аналізуючи вище викладене, можна зробити висновок, що на сьогоднішній день існує багато різних виробників технологічного обладнання, які займаються його випуском та удосконаленням. Технологічний процес виготовлення майонезу, як було зазначено вище, залежить від технічних характеристик обладнання, тому впровадження сучасного інноваційного обладнання є важливим завданням сьогодення. Міжнародні стандарти якості, наприклад ДСТУ ISO 9001:2015 «Системи управління якістю» містять вимоги до системи управління якістю, які передбачають постійне вдосконалення виробництва і ці питання є стратегічними та може допомогти поліпшити загальну дієвість та забезпечити міцну основу для ініціатив щодо їх сталого розвитку. Тому питання використання сучасних досягнень науки та техніки для успішного розвитку виробництва є важливим завданням для виробництва. Використовуючи інноваційне обладнання та консультуючись з фахівцями галузі, а також застосовуючи сучасні наукові досягнення все це є запорукою сталого розвитку харчових виробництв, а отже конкурентоспроможності вітчизняної продукції на світовому ринку.

*Висновок.* В результаті вивчення технічних характеристик гомогенізаторів різного типу встановлено, що найбільш раціональним є використання ультразвукової обробки для отримання емульсій типу майонез. Найбільш ефективно процес отримання емульсії відбувається при частоті до 40 кГц, однак рекомендується обирати значення на рівні від 22 кГц до 40 кГц. Використання нового сучасного устаткування такого як ультразвукові гомогенізатори дозволить зменшити витрати енергоресурсів під час виробництва, та заощадити на виробництві за рахунок зниження собівартості виготовлення майонезних соусів. Перевага ультразвукових хвиль під час емульгування полягає в тому, що відбувається процес одночасного порушення цілісності складових жирових кульок, їх руйнування, що спричиняє рівномірний розподіл часточок за всім об'ємом. Використання ультразвукових хвиль дозволяє інтенсифікувати виробництво майонезу, так як наведені процеси відбуваються одночасно, а за показником дисперсності отримані майонези не поступаються зразкам гомогенізованим за традиційними технологіями.

#### Список використаних джерел

1. Bai C., Dallasega P., Orzes G., Sarkis J. Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. *International Journal of Production Economics*, 2020. Vol. 229. 107776. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776>
2. Kazemi Z., Safavi A. A., Pouresmaeli S., Naseri F. A practical



framework for implementing multivariate monitoring techniques into distributed control system. *Control Engineering Practice*, 2019, Vol. 82 p.118-129. <https://doi.org/10.1016/j.conengprac.2018.10.003>

3. Mohammed N. K., Ragavan H., Ahmad N. H., Hussin A. S. M. Egg-free low-fat mayonnaise from virgin coconut oil. *Foods and Raw Materials*. 2022, Vol.10 (1). P. 76–85. <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2022-1-76-85>

4. Miguel G. A., Jacobsen C., Prieto C., Kempen P. J., Lagaron J. M., Chronakis I. S., *et al.* Oxidative stability and physical properties of mayonnaise fortified with zein electrospayed capsules loaded with fish oil. *Journal of Food Engineering*. 2019, Vol.263, P. 348–358. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2019.07.019>

5. Taslikh M., Mollakhalili-Meybodi N., Alizadeh A. M., Mousavi M-M., Nayebzadeh K., Mortazavian A. M. Mayonnaise main ingredients influence on its structure as an emulsion. *Journal of Food Science and Technology*. 2021, Vol. 59(6). P. 2108–2116. <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05133-1>

6. Armaforte E., Hopper L., Stevenson G. Preliminary investigation on the effect of proteins of different leguminous species (*Cicer arietinum*, *Vicia faba* and *Lens culinaris*) on the texture and sensory properties of egg-free mayonnaise. *LWT*. 2021, Vol.136. 110341 <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110341>

7. Sakai S., Ikeda N. A numerical analysis to evaluate the emulsifying activity of pasteurized egg yolk. *Food Hydrocolloids*. 2022, Vol.123. 107087. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107087>

8. Chen J., Cao C., Yuan D., Xia X., Liu Q., Kong B. Impact of different ionic strengths on protein-lipid co-oxidation in whey protein isolate-stabilized oil-in-water emulsions. *Food Chemistry*. 2022, Vol.385. 132700. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.132700>

9. Jalali-Jivan M., Abbasi S. Novel approach for lutein extraction: Food grade microemulsion containing soy lecithin & sunflower oil. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2020, Vol.66. 102505. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102505>

10. Patil U., Benjakul S. Physical and textural properties of mayonnaise prepared using virgin coconut oil/fish oil blend. *Food Biophysics*. 2019, Vol.14(3), P. 260–268. <https://doi.org/10.1007/s11483-019-09579-x>

11. Primacella M., Wang T., Acevedo N. C. Characterization of mayonnaise properties prepared using frozen-thawed egg yolk treated with hydrolyzed egg yolk proteins as anti-gelator. *Food Hydrocolloids*. 2019, Vol. 96, p.529–536. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.06.008>

12. Park J-Y., Choi M-J., Yu H., Choi Y., Park K-M., Chang P-S. Multi-functional behavior of food emulsifier erythorbyl laurate in different colloidal conditions of homogeneous oil-in-water emulsion system. *Colloids*





*and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2022, P. 636.  
<https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2021.128127>

13. 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 homogenization or high pressure homogenization (HPH). *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 2018, Vol.48, P. 195–203.  
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2018.06.014>

14. Паска М. З., Жук О. І. Використання інноваційного обладнання Фрума Корума МаххD, у виробництві майонезу. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*, 2015, Vol.2(10 (74)), P. 58–64.  
<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.41578>

Стаття надійшла до редакції 24.03.2023 р.

**O. Dzyundzya, O. Gorach, N. Rezvykh**  
**Kherson State Agrarian and Economic University**

## **TECHNOLOGICAL PROCESSES AND EQUIPMENT FOR THE HOMOGENIZATION OF MAYONNAISE**

### *Summary*

Mayonnaise is one of the most popular sauces produced by the food industry. One of the problems with the production of this product is the layering of the finished product and the presence of drops of fat on the surface of the mayonnaise, which indicates a malfunction of the homogenizer or its incorrect selection. The technological process of making mayonnaise depends on the technical characteristics of the equipment, so the introduction of modern innovative equipment is an important task today. The question of using modern achievements of science and technology for the successful development of production is an important task for production

The purpose of this work is to research promising directions of homogenization of emulsions and to study the technical characteristics of modern homogenizers to improve the method of obtaining high-quality mayonnaise sauces.

The homogenization process makes it possible to obtain a stable finely dispersed emulsion. In the production of mayonnaise, it is important to ensure not only quality and safety indicators, but also the use of fundamentally new, effective energy- and resource-saving technologies. To homogenize products, the food industry uses homogenizers of various types: vacuum, rotary, valve, centrifugal, ultrasonic, pulse, etc.

Analyzing the shops for the production of mayonnaise, it was found that different types of equipment are used to create emulsions, but the most common are three types of homogenization: rotor-stator, under the action of high pressure, and ultrasonic.

The paper analyzes the main types of homogenizers used for the production of mayonnaise. By comparing the existing types of homogenizers, both the advantages and disadvantages of the most used equipment for the production of mayonnaise sauces were established.

As a result of the study of the technical characteristics of various types of homogenizers, it was established that the most rational is the use of ultrasonic treatment to obtain high-quality products. The use of ultrasonic homogenizers makes it possible to



reduce production costs, and therefore affects the reduction of the production cost of mayonnaise.

**Key words:** homogenizer, emulsion, mayonnaise, technological process, quality, fat content, homogenization, emulsification.