

РОЗДІЛ III. ХІМІЧНІ ТА ХАРЧОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

DOI: 10.25140/2411-5363-2025-1(39)-218-230

УДК 664.34

Тетяна Геннадіївна Філінська¹, Антоніна Олександрівна Філінська²

¹кандидат технічних наук,

доцент кафедри технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції

Український державний університет науки і технологій (Дніпро, Україна)

E-mail: fl11nskaya@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-7921-1989>

²старший викладач кафедри технологій природних і синтетичних полімерів, жирів та харчової продукції

Український державний університет науки і технологій (Дніпро, Україна)

E-mail: antoniyafilin@ukr.net. ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6975-6186>

ЕМУЛЬСІЇ ПІКЕРІНГА. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ В МАЙОНЕЗНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Майонези і майонезні соуси являють собою харчові водно-жирові емульсії прямого типу «олія у воді». Для формування стійкої структури такої емульсійної системи, що складається з двох незмішуваних рідин, використовують емульгатори – поверхнево активні речовини дифільної будови, які формують своєрідний бар'єрний шар між водою і краплями жирової фази, запобігаючи процесу коалесценції та розшиарування. Сучасні підходи до створення якісних, безпечних, фізично і хімічно стійких емульсійних продуктів базуються на рецептурних та процесних інноваціях і можуть бути розширені за рахунок виготовлення майонезних емульсій Пікерінга.

Представлені у статті матеріали мають оглядовий характер. Вони містять аналіз існуючих напрямів виготовлення нових видів майонезних продуктів, інформацію про особливості формування майонезних емульсій Пікерінга з використанням емульгаторів різної природи, властивості і способи модифікації емульгаторів Пікерінга та умови їх використання.

Ключові слова: майонезна продукція; рецептурні компоненти; інновації; емульсії Пікерінга, модифікація, поверхнево активні речовини; функціональні добавки.

Рис.: 2. Бібл.: 42.

Актуальність теми дослідження. Майонезні продукти, які в Україні представлені майонезами і майонезними соусами, являють собою водно-жирові емульсії прямого типу. У них дисперсна фаза (жир) у дрібнокрапельному стані рівномірно розподілена в дисперсному середовищі (вода). Традиційно стабільність емульсійної системи забезпечують емульгатори – сполуки дифільної будови, які формують своєрідний бар'єрний шар між водою і краплями жирової фази, запобігаючи процесу коалесценції. Природним емульгатором слугує яєчний жовток, його високу емульгуючу здатність зумовлює присутність у складі лецитину. Сухе молоко також має функцію емульгатора і структуроутворювача. Здатність білків молока до набухання покращує вологоутримування і забезпечує структурну дію на весь комплекс речовин, що входять до складу майонезу. Найкращі властивості виявляє молоко розпилювального сушіння. Гірчичний порошок, завдяки вмісту в ньому гірчичної алілової олії, є смаковою добавкою і одночасно виконує функції емульгатора та структуроутворювача за рахунок присутності рослинних білків. Найчастіше в сучасному виробництві майонезної продукції використовують синтетичні емульгатори – поверхнево-активні речовини (ПАР). Серед рецептурних компонентів присутні також водо- і жиророзчинні функціональні Е-добавки: підсолонджені, цукрозамінники, ароматизатори, антиоксиданти, консерванти, згущувачі та ін. [1; 2].

Сучасні тенденції до зменшення у складі майонезних продуктів хімічних інгредієнтів, які несуть потенційні ризики для здоров'я споживачів, заміни їх на натуральні аналоги та зростаючий попит на безяєчні майонезні соуси, потребують інтеграції у майонезне виробництво передових технологій. Останні мають сприяти виготовленню якісної і безпечної майонезної продукції, яка була б стійкою до фізичної і хімічної дестабілізації.

Постановка проблеми. Вдосконалення майонезних виробництв великою мірою пов'язані з продуктовими (рецептурними) інноваціями. За такого підходу коригується рецептурний склад, тоді як теоретичні засади процесів створення емульсійних продуктів із використанням ПАР залишаються незмінними. Приділяється увага і питанням вдосконалення технології виготовлення майонезних продуктів (процесні інновації) з використанням спеціальних установок (магнітогідродинамічних пристроїв, реакторів з обертовим диском), виконання гомогенізації під надвисоким тиском [3-5].

Харчові емульсії можуть бути дестабілізовані як з фізичного, так і з хімічного погляду. Фізичній дестабілізації зазвичай запобігає використання звичайних емульгаторів, таких як ПАР та білки. Хімічна дестабілізація, зокрема окислення ліпідів, є серйозною проблемою в майонезних продуктах, особливо коли вони містять у своєму складі корисні поліненасичені жирні кислоти. Така деградація зазвичай пом'якшується використанням синтетичних антиоксидантів, часто у великих кількостях. Тож нагальним залишається пошук і аналіз можливості використання в майонезному виробництві нових підходів до створення якісних, безпечних і стійких емульсійних продуктів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед сучасних тенденцій створення корисної майонезної продукції особливе місце відводиться розробленню рецептур, які не містять яєць і яйцепродуктів. Це майонезні соуси спеціального призначення.

Виробництво яєць створює етичні та екологічні проблеми, особливо з погляду благополуччя тварин, викидів парникових газів та використання води. До того ж яйця є поширеним алергеном, що обмежує доступ до традиційного (яєчного) майонезу людям із дієтичними обмеженнями чи алергією. Тому дедалі більше споживачів у відповідь на ці побоювання віддають перевагу рослинній альтернативі традиційного яєчного майонезу. Веганський майонезний соус розглядається як нешкідливий для навколишнього середовища, який до вподоби і споживачам, що дбають про довкілля.

Популярним заміником яєць слугує аквафаба – в'язка рідина, що утворюється при варінні бобових, наприклад, нуту. Аквафаба містить різні поживні речовини, включаючи білок, полісахариди, мінерали та фітохімічні сполуки (сапоніни та фенольні сполуки), які сприяють її функціональності (піноутворення, емульгування, гелеутворення та загущення). Аквафаба виявляє емульгуючі властивості, аналогічні властивостям яєчного білка, що робить її ідеальною заміною в рецептурах майонезу. Збиваючи аквафабу з олією та оцтом або лимонним соком, виробники створюють заміник яєчного майонезу, який не поступається традиційній версії продукту за смаком та текстурою [6; 7].

Склад аквафаби залежить від природи сировини (складу, сорту та генотипу) і умов екстракції, таких як замочування насіння перед приготуванням, співвідношення насіння та води, температури, рН, часу і тиску під час екстракції. Фізичні властивості аквафаби, включаючи рН, в'язкість, водо- та жиропоглинаючу здатність, визначають її функціональні властивості. Аквафаба з нуту та інших бобових має злегка кислий рівень рН: зі значеннями 6,07 для аквафаби з квасолі та жовтої сої; 6,26 – для аквафаби з нуту; 6,39 – для аквафаби з колотого жовтого горошку; 6,47 – для аквафаби з зеленої сочевиці. При нижчому рН позитивні заряди білка збільшуються, що, впливає на гідрофобність [8-10].

Інший поширений метод заміни яєць – використання білків, отримуваних з рослинних джерел і комах. Ці інгредієнти допомагають стабілізувати емульсію та створювати належну текстуру, дозволяючи майонезу зберігати свою консистенцію без необхідності додавання яєць. На сьогодні виготовлені й досліджені зразки безяєчного майонезу, стабілізовані білками, одержаними з личинок *Tenebrio molitor* [11].

У харчовій промисловості традиційно використовуються емульгатори на основі сої [12]. Соеві боби містять близько 40 % білка і 20 % олії та вважаються доступною сировиною для одержання натуральних ПАР: соєвого білка, соєвого лецитину та соєвих полісахаридів. Слід зазначити, що функціональні властивості емульгаторів на основі сої можуть різнитися. Наприклад, розчинність комерційних емульгаторів залежить від методу екстракції та оброблення, які застосовуються в процесі їх виготовлення [13]. Для часткової заміни яєчного жовтка в рецептурах низькожирних майонезів пропонують використовувати ізолят і концентрат соєвого білка. Останній виявляє дещо нижчу емульгуючу активність у порівнянні з соєвим ізолятом [14]. З метою покращення емульгуючих властивостей ізолятів соєвого білка їх піддають модифікації [15].

Альтернативою соєвому білку може слугувати білок з гороху. Він виявляє аналогічні функціональні властивості, що і соєвий білок, але є менш алергенним. Горох має високу харчову цінність та значний вміст лізину, є джерелом біоактивних пептидів, які можуть забезпечувати антиоксидантну активність [16]. Порівняно з деякими іншими білками бобових, такими як нут і кінські боби, горох має нижчу щільність поверхневого заряду, більш гідрофобну структуру поверхні і відносно погану розчинність, що може обмежувати його застосування для емульгування. Білки гороху також мають складну молекулярну структуру, і їхня глобулярна форма може обмежувати потенціал емульгування через наявність компактної третинної структури, яка обмежує молекулярну гнучкість.

Покращити емульгуючі властивості горохового білка можливо шляхом модифікації, використовуючи комплексоутворення та ферментативний гідроліз. Кислотно-модифікований ізолят горохового білка сумісно з кристалами целюлози окари (соєвої пульпи, одержуваної при виробництві соєвого молока з високим вмістом клітковини та білку) сприяє покращенню фізико-хімічної стабільності майонезу без яєць зі зниженим вмістом жиру [17].

Ізоляти білків бобових мають хорошу здатність до емульгування при рН 3, що робить їх особливо придатними для виробництва майонезних емульсій з низьким рН. Білки з нуту, квасолі кінської і жовтої сочевиці, в дослідженнях щодо їх впливу на текстурні й сенсорні властивості отримуваних зразків майонезу без яєць, підтвердили ефективність їх використання в рецептурах веганських продуктів. Взяті для випробувань зразки ізоляту білка з нуту (вміст білка 70 г/100 г), концентрату білка квасолі кінської (вміст білка 60 г/100 г) та концентрату білка з жовтої сочевиці (вміст білка 55 г/100г) забезпечили утворення стабільних емульсій [18]. Встановлено, що на фізико-функціональні властивості білка квасолі, отриманого ферментативною екстракцією, впливають дози та тривалість дії ферменту, потужність та час оброблення ультразвуком [19]. Досліджено можливість використання білкових гідролізаторів паростків конюшини, а також ізоляти білка зародків пшениці, для повної або часткової заміни яєць під час виробництва майонезу, вивчено їхній вплив на фізико-хімічні та органолептичні властивості продукту [20; 21].

Замінити яєчний жовток у виробництві майонезних соусів здатні сирні порошки. Зразки, виготовлені на основі Камамберу (з додаванням і без додавання емульгуючої солі) та на основі Чеддера, забезпечували належне емульгування жиру, але виявилися менш здатними зв'язувати воду. Майонезний продукт, приготований з використанням сирного порошку Чеддер, показав найбільший ступінь схожості з яєчним майонезом за реологічними властивостями та стабільністю. Однак використання молочних білків у рецептурах безяєчних майонезів може викликати стурбованість, пов'язану з поширенням таких захворювань, як губчастий енцефаліт великої рогатої худоби, та можливою присутністю інших патогенів [22].

Хімічну та мікробіологічну стійкість майонезних продуктів забезпечують антиоксиданти й консерванти. До останніх можна віднести сорбінову (E200) і бензойну (E210) кислоти та їх солі (E201, E202, E211 і E212) [23]. До антиоксидантів, широко використовуваних у майонезному виробництві, відносять: аскорбілпальмітат (E304), бутилгідроксіанізол (E320), бутилгідроксітолуол (E321). У зв'язку з вимогами ринку щодо зменшення використання синтетичних антиоксидантів було вивчено безліч джерел рослинного походження та ідентифіковано численні види рослин з різною антиоксидантною активністю. Антиоксидантні властивості виявляють, наприклад, фенольні сполуки рослинного походження. Сильний фенольний характер притаманний для ефірних олій материнки звичайної (*Origanum vulgare*), чебрецю (*Thymus vulgaris* L.), чебрецю дикого (*Thymus serpyllum* L.), розмарину (*Rosmarinus officinalis*), шавлії (*Salvia officinalis*), кориці (*Cinnamomum verum*), гвоздики (*Syzygium Aromaticum*), запашного перцю (*Pimenta dioica*), імбиру (*Zingiber officinale*), куркумі (*Curcuma longa*) та паприці (*Capsicum annuum*) [24].

Навіть ефірні олії з низькою антиоксидантною дією можуть бути проміжними продуктами при утворенні інших сполук з високою антиоксидантною активністю, наприклад ліналоол. Останній можна використовувати як проміжний продукт у синтезі вітаміну Е, що володіє високою антиоксидантною активністю. Розмаринова, кавова, кумарова кислоти, кверцетин, тимол і карвакрол є відповідальними за антиоксидантну активність різних ефірних олій. Наприклад, дослідники дійшли висновку, що антиокислювальна активність ефірної олії материнки сильно залежить від вмісту в ній карвакролу (монотерпеноїд фенолу) та тимолу (ізомер карвакролу). Як висновок, вказані ефірні олії у складі майонезних продуктів виконують функції не лише смако-ароматичних добавок і носіїв корисних нутрієнтів, а й слугують природними антиоксидантами.

Виділення недосліджених частин загальної проблеми. Проведений аналіз останніх публікацій показав, що питанням створення стійких майонезних продуктів як з фізичного, так і з хімічного погляду, приділяється значна увага. Запропоновано велику кількість замінників яєць і яйцепродуктів у рецептурному складі майонезних соусів, розроблено рецептури з природними антиоксидантами. Однак при цьому виготовлення інноваційних майонезних продуктів базується на традиційних процесах формування стабільних емульсій із використанням ПАР дифільної будови.

Метою статті є дослідження процесів виготовлення майонезних емульсій Пікерінга з використанням емульгаторів різної природи; вивчення властивостей і способів модифікації емульгаторів, а також особливостей їх використання і безпечність застосування в майонезному виробництві.

Виклад основного матеріалу. Емульсії можуть бути утворені і стабілізовані не лише за участі ПАР дифільної будови, але і твердими частинками, утворюючи так звані емульсії Пікерінга. Механізм формування такої емульсії, стабілізованої твердими частинками, полягає в ефективній та незворотній адсорбції диспергованих частинок на межі розділу олія-вода з утворенням механічних бар'єрів навколо крапель емульсії.

При цьому тверді частинки спочатку накопичуються на межі розділу фаз (рис. 1, а), потім формують щільну структуру (рис. 1, б), яка надалі може частково розвпорядковуватися в об'ємні агрегати (рис. 1, в). Електростатичне відштовхування між твердими частинками сильно ускладнює коалесценцію крапель та запобігає розшаруванню емульсії [25].

Такі характеристики твердих частинок (емульгаторів Пікерінга), як їхній розмір, форма, показник змочування, концентрація, взаємодія та їх об'єднання, відіграють важливу роль у властивостях та стабільності отримуваних емульсій. Загальновідомо, що чим менший розмір твердих частинок, тим вище співвідношення сторін і проміжна змочуваність,

тим вище їхні емульгуючі властивості. На сьогодні зусилля науковців та дослідників зосереджені на виробництві різних типів наночастинок та мікрочастинок, від неорганічних до органічних, які не тільки ефективні для стабілізації емульсій Пікерінга, але й прийнятні для використання у харчових продуктах.

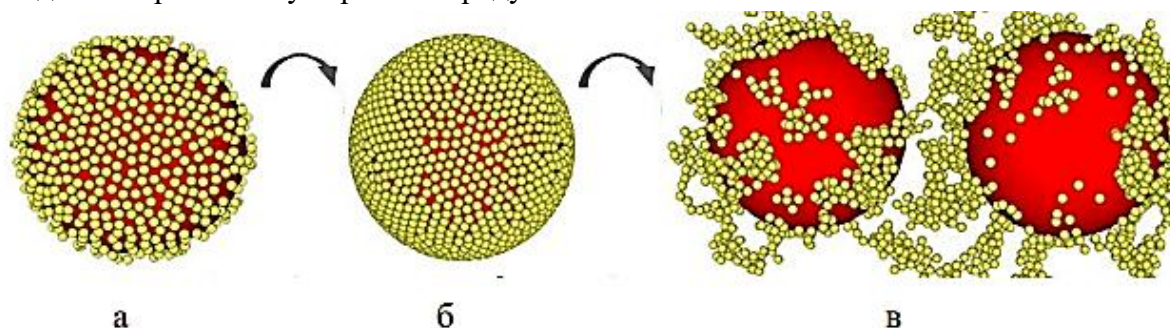


Рис. 1. Формування емульсії Пікерінга

Джерело: [25].

Природні біополімери, такі як полісахариди, наприклад, гідрофобно модифіковані гранули крохмалю, нанокристали хітину, стають перспективним джерелом дисперсного матеріалу для використання в харчових продуктах. Целюлоза, що є найбільш поширеним біополімером на Землі, також відмінний кандидат для міжфазної стабілізації емульсій Пікерінга через її відновлюваність, стійкість, біорозкладність і нетоксичність. Фіточастинки – похідні рослин, такі як білки, полісахариди та воски, дедалі частіше використовуються для стабілізації емульсій Пікерінга в рецептурах нових харчових колоїдних дисперсій [26; 27].

Методи отримання емульсій Пікерінга практично ідентичні тим, що використовуються для класичних емульсій. Механізм протікання процесу подібний виготовленню майонезних емульсій з використанням ПАР (рис. 2) [25].

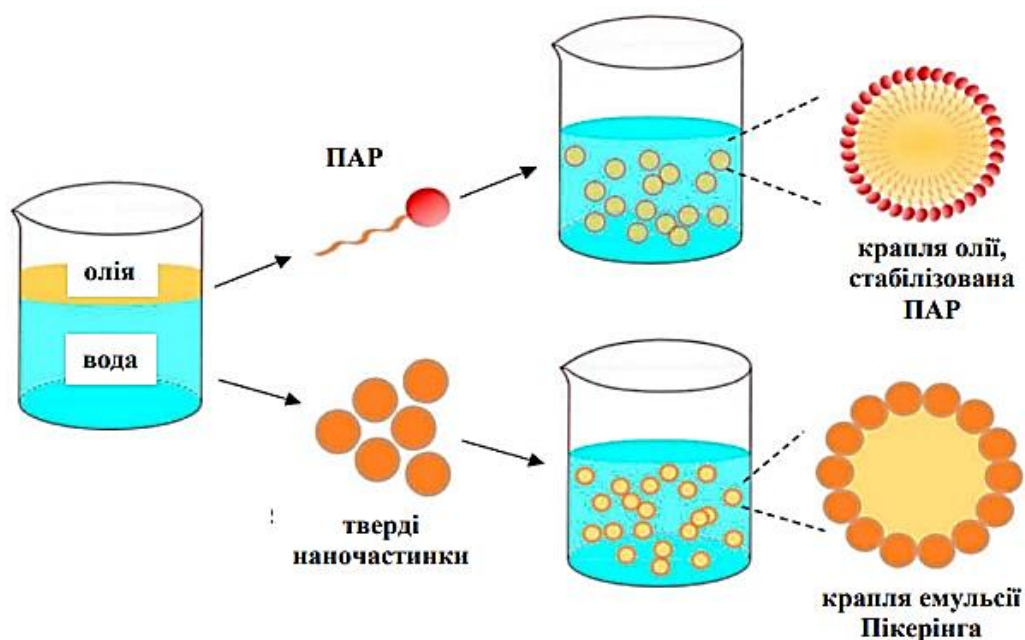


Рис. 2. Схематичне зображення процесу утворення емульсій різних типів
Джерело: [25].

Для виготовлення стійких емульсій Пікерінга широко використовують наночастинки на основі крохмалів, одержаних з різної сировини (картоплі, рису, кукурудзи, кіноа, ама-ранту та ін.). Для покращення емульгуючих властивостей крохмалі піддають модифікації, наприклад, гідрофобізації октенілянтарним ангідридом [28-33].

Перспективними стабілізаторами для емульсій Пікерінга слугують наноцелюлозні матеріали, наприклад, нанокристали целюлози, виготовлені зі стебла спаржі (*Asparagus officinalis* L.). Зразки одержували гідролізом сірчаною кислотою, змінюючи тривалість процесу від 1,5 до 3,5 годин). Розміри нанокристалів варіювалися від 178,2 до 261,8 нм, їхня кристалічність була в межах 72,4...77,2 %. У модельному розчині пальмова олія/вода (об'ємне співвідношення 30:70 відповідно), при додаванні одержаних наноцелюлозних стабілізаторів формувалися стійкі емульсії Пікерінга. Також досліджено властивості та стабільність емульсій прямого типу, стабілізованих мікрофібрильованою целюлозою зі шкірки мангостину [34; 26].

Виготовлена їстівна майонезоподібна емульсія Пікерінга, стабілізована мікрогелями ізолату горохового білка. Досліджено вплив оцтової кислоти (pH), хлориду натрію (NaCl) та сахарози, які зазвичай використовуються у комерційному майонезі. Виготовлені дослідні зразки емульсії Пікерінга, що не містить яєць, показали аналогічні властивості в порівнянні з комерційним майонезом, а ступінь відновлення тиксотропії склала близько 100 % [35]. Ефективними стабілізаторами для емульсій Пікерінга з 50 % об'ємною часткою кукурудзяної олії можуть слугувати модифіковані білки гороху, отримані шляхом термічного оброблення, коригуванням pH до 9 та додаванням аскорбінової кислоти [36].

Слугувати альтернативою майонезоподібному харчовому соусу можуть емульсії Пікерінга, стабілізовані твердими дисперсними частинками на основі куркуміну, з використанням карагінану в якості матричного матеріалу. Виготовлені емульсії були протестовані на предмет кольорних характеристик, pH, окисної стабільності, текстурного та поживного складу і порівняні з двома комерційними майонезами (традиційним та низькожирним продуктом). Загалом отримані емульсії характеризувалися яскраво-жовтим кольором (привабливим для споживачів атрибутом), кислим pH (аналогічно майонезу) і значно поліпшеною окислювальною стабільністю, що передбачає більш тривалий термін зберігання. Вони мали текстуру, аналогічну легкому комерційному майонезу, і можуть розглядатися як багатообіцяюча альтернатива звичайним соусам з низьким вмістом жиру та потенційно додатковими перевагами завдяки особливим властивостям куркуміну [37].

Розроблені водно-жирові емульсії з високим вмістом внутрішньої фази основі цитрусових волокон та кукурудзяних пептидів. Кукурудзяні пептиди, отримувані шляхом ферментативного гідролізу кукурудзяного білка, продемонстрували чудові амфіфільні властивості у водному розчині, які були вивчені для наноносіїв біоактивних компонентів та емульгатора Пікерінга. Багатофункціональні пептиди кукурудзи виявляють низьку алергію і мають великий потенціал для застосування у харчових продуктах. Цитрусові волокна, отримані з м'якоті апельсина, слугують чудовим джерелом харчових волокон завдяки добре збалансованому співвідношенню розчинних і нерозчинних волокон. Волокна цитрусових використовуються в емульгованих харчових системах для покращення текстурних властивостей та стабільності емульсійних систем із низьким вмістом олії завдяки наявності білкових залишків у пектинах (розчинних волокнах). Виготовлені емульсії з високим вмістом (75 мас.%) соняшникової олії, характеризуються високою термостабільністю, хорошим відновленням при заморожуванні-відтаюванні та наднизькими трибологічними властивостями. Частинки кукурудзяних пептидів і розчинне волокно, функціоналізоване пептидами кукурудзи, сприяють створенню структури міжфазної межі, а нерозчинне волокно наповнюється в безперервній фазі, що приводить до стабільних емульсій у кислих умовах (pH 3) [38].

Останнім часом інтенсивний дослідницький інтерес викликають стабілізатори Пікерінга з харчових побічних продуктів та натуральних матеріалів. Наприклад, для стабілізації майонезу без холестерину, виготовленого на основі емульсії Пікерінга, пропонується використовувати яблучні вичавки. Такий стабілізатор не тільки сприяє більш ефективному використанню харчових побічних продуктів, а також приносить користь здоров'ю людини, забезпечуючи високоякісними харчовими волокнами та антиоксидантами (переважно поліфенолами та флавоноїдами) [39; 40]. Одержаний емульсійний продукт задовольняє за реологічними властивостями, демонструє високу стабільність емульсії протягом 210 діб за температури 25 °С, а також створює нові можливості щодо використання побічних продуктів харчової галузі. Майонез без жовтка був отриманий за допомогою емульсій Пікерінга, стабілізованих вільними та інкапсульованими екстрактами оливкових вичавок у насінні руколи (наночастинки камеді насіння) та наночастинках камеді насіння чіа при різних концентраціях. Результати оцінювання фізико-хімічних та реологічних властивостей отриманих зразків майонезу вказують на доцільність використання оливкових вичавок та натуральних камедей рослинного походження для виробництва майонезних продуктів [41].

Як зазначалося вище, не лише фізична стабільність (стійкість емульсії), а й хімічна стійкість (окисна) забезпечують якісні показники майонезної продукції і тривалий термін зберігання.

Під час дослідження потенційної здатності емульсій Пікерінга підвищувати окисну стабільність емульсій прямого типу було виявлено, що збільшення концентрації частинок мікрокристалічної целюлози (МКЦ) і модифікованого крохмалю (МК) з 0,1 до 2,5 % зменшує розмір крапель, підвищує фізичну стабільність емульсій і знижує швидкість окислення ліпідів через утворення більш товстого міжфазного шару навколо крапель олії. Встановлено, що частинки МКЦ здатні знижувати швидкість окислення ліпідів ефективніше, ніж частинки МК. Це пояснюється здатністю вловлювати вільні радикали за рахунок їхнього негативного заряду й утворювати товстіші міжфазні шари навколо крапель олії через відмінності в розмірах частинок. Виконане дослідження демонструє, що маніпулювання мікроструктурою використовуваних емульгаторів, формування товстого їх шару навколо крапель олії є ефективним підходом до уповільнення окислення ліпідів [42]. Підвищити окисну стабільність емульсій Пікерінга можна введенням до складу емульгатора додаткових компонентів з антиоксидантними властивостями (наприклад, куркуміну) [37].

Висновки. На підставі викладеного матеріалу можемо зробити висновок, що сучасні підходи до вдосконалення майонезних виробництв за рахунок створення якісних і безпечних емульсійних продуктів, які базуються на рецептурних та процесних інноваціях, можуть бути розширені за рахунок виготовлення майонезних емульсій Пікерінга. Вони стабілізуються твердими частинками, які адсорбуються на межі розділу олія-вода з утворенням механічних бар'єрів навколо жирових крапель емульсії. Емульгаторами Пікерінга можуть слугувати природні біополімери: модифіковані гранули крохмалю, мікрокристалічна целюлоза та ін.

Екологічність виробництв і впровадження ресурсозберігаючих технологій реалізується при виготовленні майонезних емульсій Пікерінга за рахунок використання відходів і побічних продуктів перероблення рослинної сировини (яблучні, оливкові вичавки та ін.). Останні містять у своєму складі корисні нутрієнти, харчові волокна та антиоксиданти (поліфеноли, флавоноїди), які, безперечно, несуть користь здоров'ю споживачів.

Список використаних джерел

1. ДСТУ 4487:2015 Майонези та майонезні соуси. Загальні технічні умови. (2016). Держспоживстандарт України.
2. Філінська, Т., Філінська А. (2024). Рецептурні інновації як складові трансформації ринку майонезної продукції. *Технічні науки та технології*, 1(35). С. 212-224. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-1\(35\)-212-224](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-1(35)-212-224)
3. Aganovic, K., Bindrich, U., Heinz, V. (2018). Ultra-high pressure homogenisation process for production of reduced fat mayonnaise with similar rheological characteristics as its full fat counterpart. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, 208-214. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.10.013>.
4. Kerkhofs, S., Lipkens, H., Velghe, F., Verlooy, P., Martens, J.A. (2011). Mayonnaise production in batch and continuous process exploiting magnetohydrodynamic force. *Journal of Food Engineering*, 106(1), 35-39. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.04.003>.
5. Akhtar, M., Murray, B. S., Dowu S. (2014). A novel continuous process for making mayonnaise and salad cream using the spinning disc reactor: Effect of heat treatment. *Food Hydrocolloids*, 42(1), 223-228. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.06.007>
6. Ozcan, I., Ozyigit, E., Erkok, S., Tavman, S., Kumcuoglu, S. (2023). Investigating the physical and quality characteristics and rheology of mayonnaise containing aquafaba as an egg substitute. *Journal of Food Engineering*, 344, 111388. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111388>
7. He, Y., Purdy, S. K., Tse, T. J., Tar'an, B., Meda, V., Reaney, M. J. T., Mustafa, R. (2021). Standardization of Aquafaba Production and Application in Vegan Mayonnaise Analogs. *Foods*, 10(9), 1978. <https://doi.org/10.3390/foods10091978>
8. Menezes, R., Carvalho Gomes, Q., Almeida, B., Matos, M., Pinto, L. (2022). Plant-based mayonnaise: Trending ingredients for innovative products. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30, 100599. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100599>
9. He, Y., Meda, V., Reaney, M. J. T., Mustafa, R. (2021). Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 27-42. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.035>
10. Lafarga, T., Villaró, S., Bobo, G., Aguiló-Aguayo, I. (2019). Optimisation of the pH and boiling conditions needed to obtain improved foaming and emulsifying properties of chickpea aquafaba using a response surface methodology. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 18, 100177. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100177>
11. Gkinali, A., Matsakidou, A., Moschakis, T., Paraskevopoulou, A. (2024). Egg-free mayonnaise-type emulsions stabilized with proteins derived from the larvae of *Tenebrio molitor*. *Food Hydrocolloids*, 156, 110249. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110249>
12. Deng, L. (2021). Current Progress in the Utilization of Soy-Based Emulsifiers in Food Applications – A Review. *Foods*, 10(6), 1354. <https://doi.org/10.3390/foods10061354>
13. Tang, C.-H. (2017). Emulsifying properties of soy proteins: A critical review with emphasis on the role of conformational flexibility. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 57, 2636–2679. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1067594>
14. Heikal, Y., Hassan, A., Abou-Arab, A., Abu-Salem, F., Azab, D. (2023). Nano formulated soy proteins as a fat replacer in low fat mayonnaise formula. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 22(7), 469-479. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.04.006>
15. Chen, L., Chen, J., Ren, J., Zhao, M. (2011). Modifications of soy protein isolates using combined extrusion pre-treatment and controlled enzymatic hydrolysis for improved emulsifying properties. *Food Hydrocolloids*, 25(5), 887-897. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.08.013>
16. Burger, T. G., Zhang, Y. (2019). Recent progress in the utilization of pea protein as an emulsifier for food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.007>
17. Prabsangob, N., Udomrati, S. (2024). Acid-modified pea protein isolate and okara cellulose crystal: A co-emulsifier to improve physico-chemical stability of fat-reduced eggless mayonnaise. *Future Foods*, 9, 100298. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100298>

18. Armaforte, E., Hopper, L., Stevenson, G. (2021). 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*, 136(2), 110341. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110341>.
19. Ouraji, M., Alimi, M., Motamedzadegan, A., Shokoohi, S. (2020). Faba bean protein in reduced fat/cholesterol mayonnaise: extraction and physico-chemical modification process. *J Food Sci Technol*, 57(5), 1774-1785. doi: 10.1007/s13197-019-04211-9.
20. Mirsadeghi Darabi, D., Ariaei, P., Safari, R., Ahmadi, M. (2022). Effect of clover sprouts protein hydrolysates as an egg substitute on physicochemical and sensory properties of mayonnaise. *Food Science & Nutrition*, 10(1), 253-263. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2665>.
21. Rahbari, M., Aalami, M., Kashaninejad, M., Maghsoudlou, Y., Aghdaei, S.S. (2015). A mixture design approach to optimizing low cholesterol mayonnaise formulation prepared with wheat germ protein isolate. *J Food Sci Technol*, 52(6), 3383-3393. doi: 10.1007/s13197-014-1389-4.
22. Felix da Silva, D., Bettera, L., Ipsen, R., Hougaard, A. B. (2021). Cheese powders as emulsifier in mayonnaise. *LWT*, 151, 112188. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112188>.
23. Yazdanfar, N., Manafi, L., Ebrahiminejad, B., Mazaheri, Ye., Sadighara, P., Basaran, B., Mo-hamadi, S. (2023). Evaluation of Sodium Benzoate and Potassium Sorbate Preservative Concentrations in Different Sauce Samples in Urmia, Iran. *Journal of Food Protectionm*, 86(8), 100118. <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100118>.
24. Gomes, I. A., dos Santos Gomes, F., Freitas-Silva, O., Passos Lima da Silva, J. (2017). Ingredients of mayonnaise: Future perspectives focusing on essential oils to reduce oxidation and microbial counts. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(3). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/3/art-4>.
25. Філінська, Т. Г., Філінська А. О. (2025). Майонезна продукція. Рецентурні інновації : монографія. Укр. держ. ун-т науки і технологій ННІ УДХТУ.
26. Winuprasith, T., Suphantharika, M. (2015). Properties and stability of oil-in-water emulsions stabilized by microfibrillated cellulose from mangosteen rind. *Food Hydrocolloids*, 43, 690-699. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.07.027>.
27. Jafari, S.M., Doost, A.S., Nasrabadi, M.N., Boostani, S., der Meeren, P.V. (2020). Phytoparticles for the stabilization of Pickering emulsions in the formulation of novel food colloidal dispersions. *Trends in Food Science & Technology*, 98, 117-128. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.008>.
28. Matos, M., Marefati, A., Barrero, P., Rayner, M., Gutiérrez, G. (2021). Resveratrol loaded Pickering emulsions stabilized by OSA modified rice starch granules. *Food Research International*, 139, 109837. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109837>.
29. Ye, F., Miao, M., Jiang, B., Campanella, O.H., Jin, Z., Zhang, T. (2017). Elucidation of stabilizing oil-in-water Pickering emulsion with different modified maize starch-based nanoparticles. *Food Chemistry*, 229, 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.062>.
30. Li, S., Zhang, B., Li, C., Fu, X., Huang, Q. (2020). Pickering emulsion gel stabilized by octenylsuccinate quinoa starch granule as lutein carrier: Role of the gel network. *Food Chemistry*, 305, 125476. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125476>.
31. Marefati, A., Wiege, B., Haase, N.U., Matos, M., Rayner, M. (2017). Pickering emulsifiers based on hydrophobically modified small granular starches – Part I: Manufacturing and physico-chemical characterization. *Carbohydrate Polymers*, 175, 473-483. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.07.044>.
32. Jia, Y., Kong, L., Zhang, B., Fu, X., Huang, Q. (2022). Fabrication and characterization of Pickering high internal phase emulsions stabilized by debranched starch-capric acid complex nanoparticles. *International Journal of Biological Macromolecules*, 207, 791-800. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.03.142>.
33. Leal-Castañeda, E.J., et al. (2018). Pickering emulsions stabilized with native and lauroylated amaranth starch. *Food Hydrocolloids*, 80, 177-185. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.01.043>.

34. Wang, W., Du, G., Li, C., Zhang, H., Long, Y., Ni, Y. (2016). Preparation of cellulose nanocrystals from asparagus (*Asparagus officinalis* L.) and their applications to palm oil/water Pickering emulsion. *Carbohydrate Polymers*, 151, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.05.052>.
35. Li, S., Jiao, B., Meng, S., Fu, W., Faisal, S., Li, X., Liu, H., Wang, Q. (2022). Edible mayonnaise-like Pickering emulsion stabilized by pea protein isolate microgels: Effect of food ingredients in commercial mayonnaise recipe. *Food Chemistry*, 376, 131866. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131866>.
36. Fazelioukoei, T., Tabibiazar, M., Mohammadifar, M., Masoumi, B., Homayouni-rad, A. (2023). Fabrication and characterization of food-grade pea protein-ascorbic acid nanoparticles-stabilized Pickering emulsion. *Journal of Molecular Liquids*, 388, 122829. <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2023.122829>.
37. Ghirro, L.C., et al. (2022). Pickering Emulsions Stabilized with Curcumin-Based Solid Dispersion Particles as Mayonnaise-like Food Sauce Alternatives. *Molecules*, 27(4), 1250. <https://doi.org/10.3390/molecules27041250>.
38. Ruan, Q., Yang, X., Zeng, L., Qi, J. (2019). Physical and tribological properties of high internal phase emulsions based on citrus fibers and corn peptides. *Food Hydrocolloids*, 95, 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.04.014>.
39. Lu, Z., Zhou, S., Ye, F., Zhou, G., Gao, R., Qin, D., Zhao, G. (2021). A novel cholesterol-free mayonnaise made from Pickering emulsion stabilized by apple pomace particles. *Food Chem.*, 353, 129418. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129418>.
40. Lu, Z., Ye, F., Zhou, G., Gao, R., Qin, D., Zhao, G. (2020). Micronized apple pomace as a novel emulsifier for food O/W Pickering emulsion. *Food Chem.*, 330, 127325. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127325>.
41. Akcicek, A., Karasu, S., Bozkurt, F., Kayacan, S. (2022). Egg Yolk-Free Vegan Mayonnaise Preparation from Pickering Emulsion Stabilized by Gum Nanoparticles with or without Loading Olive Pomace Extracts. *ACS Omega*, 7(30), 26316-26327. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02149>.
42. Kargar, M., Fayazmanesh, K., Alavi, M., Spyropoulos, F., Norton, I.T. (2012). Investigation into the potential ability of Pickering emulsions (food-grade particles) to enhance the oxidative stability of oil-in-water emulsions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 366(1), 209-215. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.09.073>.

References

1. Maionezy ta maionezni sousy. Zahalni tekhnichni umovy [Mayonnaise and mayonnaise sauces. General technical conditions]. (2016). *DSTU 4487:2015 from January 1, 2016*. Kyiv: Derzhspozhyvstandart Ukrainy.
2. Filinska, T., & Filinska, A. (2024). Retsepturni innovatsii yak skladovi transformatsii rynku maioneznoi produktsii [Recipe innovations as ingredient transformations of the mayonnaise market]. *Tekhnichni nauky ta tekhnolohii – Technical Sciences and Technology*, 1(35), 212–224. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-1\(35\)-212-224](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-1(35)-212-224)
3. Aganovic, K., Bindrich, U., Heinz, V. (2018). Ultra-high pressure homogenisation process for production of reduced fat mayonnaise with similar rheological characteristics as its full fat counterpart. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 45, 208-214. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.10.013>.
4. Kerkhofs, S., Lipkens, H., Velghe, F., Verlooy, P., Martens, J.A. (2011). Mayonnaise production in batch and continuous process exploiting magnetohydrodynamic force. *Journal of Food Engineering*, 106(1), 35-39. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.04.003>.
5. Akhtar, M., Murray, B. S., Dowu S. (2014). A novel continuous process for making mayonnaise and salad cream using the spinning disc reactor: Effect of heat treatment. *Food Hydrocolloids*, 42(1), 223-228. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.06.007>.
6. Ozcan, I., Ozyigit, E., Erkok, S., Tavman, S., Kumcuoglu, S. (2023). Investigating the physical and quality characteristics and rheology of mayonnaise containing aquafaba as an egg substitute. *Journal of Food Engineering*, 344, 111388. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2022.111388>.
7. He, Y., Purdy, S. K., Tse, T. J., Tar'an, B., Meda, V., Reaney, M. J. T., Mustafa, R. (2021). Standardization of Aquafaba Production and Application in Vegan Mayonnaise Analogs. *Foods*, 10(9), 1978. <https://doi.org/10.3390/foods10091978>.

8. Menezes, R., Carvalho Gomes, Q., Almeida, B., Matos, M., Pinto, L. (2022). Plant-based mayonnaise: Trending ingredients for innovative products. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 30, 100599. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100599>
9. He, Y., Meda, V., Reaney, M. J. T., Mustafa, R. (2021). Aquafaba, a new plant-based rheological additive for food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 111, 27-42. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.035>.
10. Lafarga, T., Villaró, S., Bobo, G., Aguiló-Aguayo, I. (2019). Optimisation of the pH and boiling conditions needed to obtain improved foaming and emulsifying properties of chickpea *aquafaba* using a response surface methodology. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 18, 100177. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2019.100177>.
11. Gkinali, A., Matsakidou, A., Moschakis, T., Paraskevopoulou, A. (2024). Egg-free mayonnaise-type emulsions stabilized with proteins derived from the larvae of *Tenebrio molitor*. *Food Hydrocolloids*, 156, 110249. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110249>.
12. Deng, L. (2021). Current Progress in the Utilization of Soy-Based Emulsifiers in Food Applications – A Review. *Foods*, 10(6), 1354. <https://doi.org/10.3390/foods10061354>
13. Tang, C.-H. (2017). Emulsifying properties of soy proteins: A critical review with emphasis on the role of conformational flexibility. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, 57, 2636–2679. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1067594>
14. Heikal, Y., Hassan, A., Abou-Arab, A., Abu-Salem, F., Azab, D. (2023). Nano formulated soy proteins as a fat replacer in low fat mayonnaise formula. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 22(7), 469-479. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2023.04.006>
15. Chen, L., Chen, J., Ren, J., Zhao, M. (2011). Modifications of soy protein isolates using combined extrusion pre-treatment and controlled enzymatic hydrolysis for improved emulsifying properties. *Food Hydrocolloids*, 25(5), 887-897. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2010.08.013>
16. Burger, T. G., Zhang, Y. (2019). Recent progress in the utilization of pea protein as an emulsifier for food applications. *Trends in Food Science & Technology*, 86, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.02.007>
17. Prabsangob, N., Udomrati, S. (2024). Acid-modified pea protein isolate and okara cellulose crystal: A co-emulsifier to improve physico-chemical stability of fat-reduced eggless mayonnaise. *Future Foods*, 9, 100298. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2024.100298>
18. Armaforte, E., Hopper, L., Stevenson, G. (2021). 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*, 136(2), 110341. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110341>.
19. Ouraji, M., Alimi, M., Motamedzadegan, A., Shokoohi, S. (2020). Faba bean protein in reduced fat/cholesterol mayonnaise: extraction and physico-chemical modification process. *J Food Sci Technol*, 57(5), 1774-1785. doi: 10.1007/s13197-019-04211-9.
20. Mirsadeghi Darabi, D., Ariaei, P., Safari, R., Ahmadi, M. (2022). Effect of clover sprouts protein hydrolysates as an egg substitute on physicochemical and sensory properties of mayonnaise. *Food Science & Nutrition*, 10(1), 253-263. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2665>.
21. Rahbari, M., Aalami, M., Kashaninejad, M., Maghsoudlou, Y., Aghdaei, S.S. (2015). A mixture design approach to optimizing low cholesterol mayonnaise formulation prepared with wheat germ protein isolate. *J Food Sci Technol*, 52(6), 3383-3393. doi: 10.1007/s13197-014-1389-4.
22. Felix da Silva, D., Bettera, L., Ipsen, R., Hougaard, A. B. (2021). Cheese powders as emulsifier in mayonnaise. *LWT*, 151, 112188. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112188>.
23. Yazdanfar, N., Manafi, L., Ebrahiminejad, B., Mazaheri, Ye., Sadighara, P., Basaran, B., Mohamadi, S. (2023). Evaluation of Sodium Benzoate and Potassium Sorbate Preservative Concentrations in Different Sauce Samples in Urmia, Iran. *Journal of Food Protection*, 86(8), 100118. <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100118>.
24. Gomes, I. A., dos Santos Gomes, F., Freitas-Silva, O., Passos Lima da Silva, J. (2017). Ingredients of mayonnaise: Future perspectives focusing on essential oils to reduce oxidation and microbial counts. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 67(3). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/3/art-4/>
25. Filinska, T.H., Filinska, A.O. (2025). *Maionezna produktsiia. Retsepturni innovatsii [Mayonnaise products. Recipe innovations]*. Ukr. derzh. un-t nauky i tekhnolohii NNI UDKhTU.

26. Winuprasith, T., Supphantharika, M. (2015). Properties and stability of oil-in-water emulsions stabilized by microfibrillated cellulose from mangosteen rind. *Food Hydrocolloids*, 43, 690-699. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.07.027>.
27. Jafari, S.M., Doost, A.S., Nasrabadi, M.N., Boostani, S., der Meeren, P.V. (2020). Phytoparticles for the stabilization of Pickering emulsions in the formulation of novel food colloidal dispersions. *Trends in Food Science & Technology*, 98, 117-128. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.008>.
28. Matos, M., Marefati, A., Barrero, P., Rayner, M., Gutiérrez, G. (2021). Resveratrol loaded Pickering emulsions stabilized by OSA modified rice starch granules. *Food Research International*, 139, 109837. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109837>.
29. Ye, F., Miao, M., Jiang, B., Campanella, O.H., Jin, Z., Zhang, T. (2017). Elucidation of stabilizing oil-in-water Pickering emulsion with different modified maize starch-based nanoparticles. *Food Chemistry*, 229, 152-158. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.02.062>.
30. Li, S., Zhang, B., Li, C., Fu, X., Huang, Q. (2020). Pickering emulsion gel stabilized by octenylsuccinate quinoa starch granule as lutein carrier: Role of the gel network. *Food Chemistry*, 305, 125476. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125476>.
31. Marefati, A., Wiege, B., Haase, N.U., Matos, M., Rayner, M. (2017). Pickering emulsifiers based on hydrophobically modified small granular starches – Part I: Manufacturing and physico-chemical characterization. *Carbohydrate Polymers*, 175, 473-483. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.07.044>.
32. Jia, Y., Kong, L., Zhang, B., Fu, X., Huang, Q. (2022). Fabrication and characterization of Pickering high internal phase emulsions stabilized by debranched starch-capric acid complex nanoparticles. *International Journal of Biological Macromolecules*, 207, 791-800. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.03.142>.
33. Leal-Castañeda, E.J., et al. (2018). Pickering emulsions stabilized with native and lauroylated amaranth starch. *Food Hydrocolloids*, 80, 177-185. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.01.043>.
34. Wang, W., Du, G., Li, C., Zhang, H., Long, Y., Ni, Y. (2016). Preparation of cellulose nanocrystals from asparagus (*Asparagus officinalis* L.) and their applications to palm oil/water Pickering emulsion. *Carbohydrate Polymers*, 151, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2016.05.052>.
35. Li, S., Jiao, B., Meng, S., Fu, W., Faisal, S., Li, X., Liu, H., Wang, Q. (2022). Edible mayonnaise-like Pickering emulsion stabilized by pea protein isolate microgels: Effect of food ingredients in commercial mayonnaise recipe. *Food Chemistry*, 376, 131866. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131866>.
36. Fazelioukouei, T., Tabibiazar, M., Mohammadifar, M., Masoumi, B., Homayouni-rad, A. (2023). Fabrication and characterization of food-grade pea protein-ascorbic acid nanoparticles-stabilized Pickering emulsion. *Journal of Molecular Liquids*, 388, 122829. <https://doi.org/10.1016/j.j.mol-liq.2023.122829>.
37. Ghirro, L.C., et al. (2022). Pickering Emulsions Stabilized with Curcumin-Based Solid Dispersion Particles as Mayonnaise-like Food Sauce Alternatives. *Molecules*, 27(4), 1250. <https://doi.org/10.3390/molecules27041250>.
38. Ruan, Q., Yang, X., Zeng, L., Qi, J. (2019). Physical and tribological properties of high internal phase emulsions based on citrus fibers and corn peptides. *Food Hydrocolloids*, 95, 53-61. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.04.014>.
39. Lu, Z., Zhou, S., Ye, F., Zhou, G., Gao, R., Qin, D., Zhao, G. (2021). A novel cholesterol-free mayonnaise made from Pickering emulsion stabilized by apple pomace particles. *Food Chem.*, 353, 129418. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129418>.
40. Lu, Z., Ye, F., Zhou, G., Gao, R., Qin, D., Zhao, G. (2020). Micronized apple pomace as a novel emulsifier for food O/W Pickering emulsion. *Food Chem.*, 330, 127325. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127325>.
41. Akcicek, A., Karasu, S., Bozkurt, F., Kayacan, S. (2022). Egg Yolk-Free Vegan Mayonnaise Preparation from Pickering Emulsion Stabilized by Gum Nanoparticles with or without Loading Olive Pomace Extracts. *ACS Omega*, 7(30), 26316-26327. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c02149>.
42. Kargar, M., Fayazmanesh, K., Alavi, M., Spyropoulos, F., Norton, I.T. (2012). Investigation into the potential ability of Pickering emulsions (food-grade particles) to enhance the oxidative stability of oil-in-water emulsions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 366(1), 209-215. <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2011.09.073>.

Отримано 13.01.2025

Tetiana Filinska¹, Antonina Filinska²¹PhD in Technical Sciences,Associate Professor of the Department of Technologies of Natural and Synthetic Polymers, Fats and Food Products
Ukrainian State University of Science and Technology (Dnipro, Ukraine)**E-mail:** filinskaya@ukr.net. **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0009-7921-1989>²senior lecturer of the Department of Technologies of Natural and Synthetic Polymers, Fats and Food Products

Ukrainian State University of Science and Technology (Dnipro, Ukraine)

E-mail: antoniyafilin@ukr.net. **ORCID:** <https://orcid.org/0009-0001-6975-6186>**PICKERING EMULSIONS. PROSPECTS
OF USE IN MAYONNAISE PRODUCTION**

Mayonnaise and mayonnaise sauces are food water-fat emulsions of the direct "oil-in-water" type. To create a stable structure in such an emulsion system, consisting of two immiscible liquids, emulsifiers are used - surface-active substances with an amphiphilic structure, which form a kind of barrier layer between water and droplets of the fat phase, preventing coalescence and stratification. The trend towards reducing the use of chemical ingredients in mayonnaise products that pose a potential risk to consumer health, replacing them with natural analogues and the growing demand for egg-free mayonnaise sauces require the integration of advanced technologies into mayonnaise production. The latter should contribute to the production of high quality and safe mayonnaise products characterised by physical and chemical stability.

The analysis of recent publications showed that the issue of creating stable mayonnaise products has received considerable attention. A large number of egg substitutes and egg products have been proposed in the formulation of mayonnaise sauces, and recipes with natural antioxidants have been developed. However, the production of innovative mayonnaise products is based on traditional processes to form stable emulsions using surfactants.

The study of the processes of manufacturing Pickering mayonnaise emulsions using solid emulsifiers is relevant; the study of the properties and methods of modifying emulsifiers, as well as the features of their use and safety of application in food production.

The material presented in the article is a review. They provide an analysis of current approaches to the production of new types of mayonnaise products, details on aspects of the formation of Pickering mayonnaise emulsions with emulsifiers of different types, as well as the properties, modification methods and conditions for their use. Pickering emulsifiers can be natural biopolymers: modified starch granules, microcrystalline cellulose, chitin nanocrystals, etc. In the production of Pickering mayonnaise emulsions, environmental friendliness and resource-saving technologies are implemented by using waste and by-products from the production of vegetable raw materials (apple, olive pomace, etc.). The latter contain beneficial nutrients, dietary fibre and antioxidants (polyphenols, flavonoids) which provide clear health benefits to consumers.

Keywords: mayonnaise products; recipe components; innovations; Pickering emulsions; modification; surfactants; functional additives.

Fig.: 2. References: 42.