

УДК 637.146

DOI <https://doi.org/10.37734/2518-7171-2023-1-3>

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ХАРЧОВИХ ІНГРЕДІЄНТІВ ДЛЯ ОДЕРЖАННЯ ТЕРМОСТАБІЛЬНИХ ЕМУЛЬСІЙНИХ СИСТЕМ ЯК ОСНОВИ СОУСІВ ГАРЯЧИХ

О. І. ЯНУШКЕВИЧ, здобувач ступеню доктор філософії;

Н. Г. ГРИНЧЕНКО, доктор технічних наук, доцент
(Державний біотехнологічний університет)

Анотація. Ринок соусів в Україні є досить динамічним, йому притаманний високий рівень конкуренції, що вимагає від операторів ринку постійного оновлення асортименту і упровадження інновацій. Тож під час конструювання нової продукції важливим етапом є обґрунтований вибір харчових інгредієнтів, реалізація функціонально-технологічних властивостей яких дозволить сформувати задану структуру продукту (емульсійну) та забезпечити її стабільність в технологічному потоці.

Метою досліджень є обґрунтування вибору харчових інгредієнтів для одержання термостабільних емульсійних систем як основи соусів гарячих. Досліджено емульгуючу ємність та стабільність емульсійних систем на основі концентрату молочних білків, концентрату сироваткових білків, жовтка яєчного термостабільного та крохмалю емульгуючого в інтервалі концентрації 0,5...5,0%. Для одержання термостабільних емульсійних систем як основи соусів гарячих рекомендовано використовувати концентрат сироваткових білків за концентрації 3,0...5,0% (як емульгатор) та крохмаль модифікований восковою кукурудзи за концентрації до 5,0% (як стабілізатор).

Ключові слова: емульсія, термостабільність, соуси гарячі, емульсійна ємність, стійкість емульсії.

Постановка проблеми в загальному вигляді.

Ринок соусів в Україні є досить динамічним, йому притаманний високий рівень конкуренції, що вимагає від операторів ринку постійного розширення та/ чи оновлення асортименту і упровадження інновацій. Найчастіше соуси використовують як приправу до основної страви чи гарніру, так як вони суттєво впливають на органолептичні показники готової продукції, її поживну цінність, є інструментом формування асортименту. За даними [1] найпопулярнішими соусами індустріального виробництва є майонези, кетчупи, гірчиці, а також соуси на майонезній та томатній основах. Щодо закладів ресторанної індустрії, то поряд з класичними (а в деяких випадках вже непопулярними – соуси червоний та його похідні, білий та його похідні, яєчні, молочні та інші) соусами широкого розповсюдження набувають такі, як бешамель, карбонаро, альфредо, болоньезе, портобелло та інші [2].

Незважаючи на широкий асортимент соусів та його оновлення, більшість соусів є багатофазними дисперсними системами суспензійного чи емульсійного типу. Тож під час конструювання нової продукції важливим етапом є обґрунтований вибір харчових інгредієнтів, реалізація функціонально-технологічних властивостей яких дозволить сформувати задану структуру продукту (в нашому випадку емульсійну) та забезпечити її стабільність в технологічному потоці виробництва, зберігання та споживання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Наукові та практичні аспекти одержання харчової

продукції з емульсійною структурою пов'язано зі створенням високодисперсних, стійких у часі систем. Незважаючи на великий обсяг досліджень за даним напрямом, теорія та практика забезпечення стабільності харчових емульсій постійно доповнюється. Так, в роботі [3] досліджено молочні білки (ізоляти сироваткового білка та казінатів натрію) як природні емульгатори в висококонцентрованих харчових емульсіях. Визначено, що стабільну емульсію можна одержати за вмісту жирової фази від 68% до 73% олії без додавання додаткових емульгаторів та стабілізаторів.

Науковцями [4] узагальнено результати досліджень зі створення та використання емульсійних гелів на основі білків, полісахаридів та змішаних емульсійних гелів. Регульовані морфологія та мікроструктура, широкий спектр фізико-хімічних, механічних та функціональних властивостей, висока стабільність, контрольоване вивільнення інкапсульованих сполук визначають перспективність їх використання для сенсорного сприйняття їжі.

Авторами [5] розглянуто доцільність використання фосфоліпідів яєчних продуктів як альтернативи синтетичним емульгаторам у технології продуктів молокозмісних сирних кисломолочних функціонального призначення. В основу розробки покладено удосконалення традиційної технології шляхом 50 % заміни молочного жиру на купаж рослинних олій. Встановлено, що стійкість прямих емульсій «олія/вода» становить 100 % у разі використання жовткового порошку або емульгатора «Проттект 01» у кількості 3 %; яєчного

порошку або альбуміну – 4 %. Встановлена залежність між вмістом лецитину та показниками жирутримуючої здатності доводить доцільність вибору саме жовткового порошку як емульгатора для виробництва нової продукції.

В роботі [6] обговорюються шляхи модифікації властивостей природнього крохмалю шляхом гідрофобної модифікації або зменшення розміру частинок щодо надання йому емульгуючих властивостей. Виявлено, що емульгуючі властивості рисового, маніокового та картопляного крохмалів після модифікації октенілбурштиновим ангідридом покращено завдяки підвищенню гідрофобізації поверхні гранул крохмалю. Емульсійні системи, стабілізовані комплексом наноліпосома-картопляний крохмаль (NLPS), оцінювали за поверхневим натягом, міжфазним натягом, індексом емульгування, розміром краплі та іншими показниками. Одержані результати визначають перспективність застосування емульгуючих крохмалів в різних галузях, в тому числі харчової промисловості.

Проте за розуміння можливих шляхів створення стабільних харчових емульсійних систем є необхідність обґрунтованого вибору харчових інгредієнтів з урахуванням особливостей рецептурного складу та технологічного процесу виробництва продукції.

Формування цілей статті. Метою досліджень, які наведено в даній статті, є обґрунтування вибору харчових інгредієнтів для одержання термостабільних емульсійних систем як основи соусів гарячих.

Предмети і методи дослідження. Предметами експериментальних досліджень є емульсійні системи на основі харчових інгредієнтів, яким притаманні поверхнево-активні властивості, – концентрат молочних білків, концентрат сироваткових білків, жовток яєчний термостабільний та крохмаль модифікований емульгуючий (таблиця 1).

Під час експериментальних досліджень визначали емульгуючу ємність систем та стабільність утворених емульсій. Емульгування здійснювали на лабораторному емульсаторі зі швидкістю обертів валу 50 с⁻¹. Для цього у хімічну склянку

місткістю 100 см³ уміщували зразок, що досліджується, об'ємом 10 см³, а потім, за допомогою лійки для розподілу додавали олію зі швидкістю 78...80 крапель/х60 с до настання інверсії фаз. Тип емульсії виявляли методом розбавлення. Об'єм олії (см³), що вилився з лійки, відповідав значенню точки інверсії фаз.

Стійкість емульсій визначали, фіксуючи об'єми фаз, які відділилися після центрифугування зі швидкістю обертання ротора 25 с⁻¹ протягом 5х60 с. Після зразок поміщали на водяну баню за температури 80...85 °С, витримували 3х60 с та знову центрифугували протягом 5х60 с. Величину кінетичної стійкості емульсії визначали як співвідношення об'єму води, що відділилася після центрифугування, до загального об'єму емульсії. Агрегативну стійкість емульсії визначали як відношення об'єму олії, що відділилася після центрифугування, до загального об'єму емульсії. Загальну стійкість емульсій визначали як відношення незруйнованої емульсії, яка зберігалася після центрифугування, до загального її об'єму за формулою:

$$C_{заг.} = \frac{V_{н.ем.}}{V_{ем.}} \cdot 100, \quad (1)$$

де $C_{заг.}$ – загальна стійкість емульсії, %;
 $V_{н.ем.}$ – об'єм незруйнованої емульсії після центрифугування, см³;
 $V_{ем.}$ – об'єм незруйнованої емульсії до центрифугування, см³.

Експериментальні дослідження виконано у науково-дослідній лабораторії Food Research and Development Lab Державного біотехнологічного університету.

Виклад основного матеріалу дослідження. На етапі аналітичного обґрунтування визначено доцільність використання як емульгаторів харчових інгредієнтів, яким притаманні поверхнево-активні властивості. Критеріями вибору стали: високий вміст поверхнево-активних речовин (ПАР), за реалізації властивостей яких може бути утворена емульсійна система; товарна форма, яка забезпечить стабільність властивостей; сировинна достатність та доступність на продовольчому ринку України.

Таблиця 1

Основні характеристики харчових інгредієнтів

Найменування харчових інгредієнтів	Масова частка сухих речовин, %	pH водних дисперсій	Масова частка білка (на суху масу), % *
Концентрат молочних білків	96,1±0,1	6,8±0,1	85,3±0,3
Концентрат сироваткових білків	95,4±0,1	5,9±0,1	91,5±0,5
Жовток яєчний пастеризований термостабільний сухий	97,5±0,1	6,9±0,1	38,8±0,5
Крохмаль модифікований емульгуючий	89,6±0,1	6,8±0,1	–

*Примітка: масову частку білка наведено за даними виробника

Вищезначеним вимогам відповідають концентрати молочних та сироваткових білків (характеризуються високим вмістом білків, які є ПАР, термостабільністю, нейтральними органолептичними властивостями), жовток яєчний термостабільний (містить білкові речовини та фосфоліпіди, є термостабільним до впливу високих температур, органічно доповнює смакові властивості соусів) та крохмаль модифікований емульгуючий

з ліпофільним замісником (є ПАР, стабільний до впливу технологічних чинників, має нейтральні органолептичні показники). Досліджено емульгуючу ємність (рис. 1) харчових інгредієнтів та стійкість емульсій на їх основі (рис. 2) в інтервалі концентрацій 0,5...5,0%.

Установлено, що характер змін емульгуючої ємності систем різниться між собою. Так, для емульсій на основі концентрату молочних та

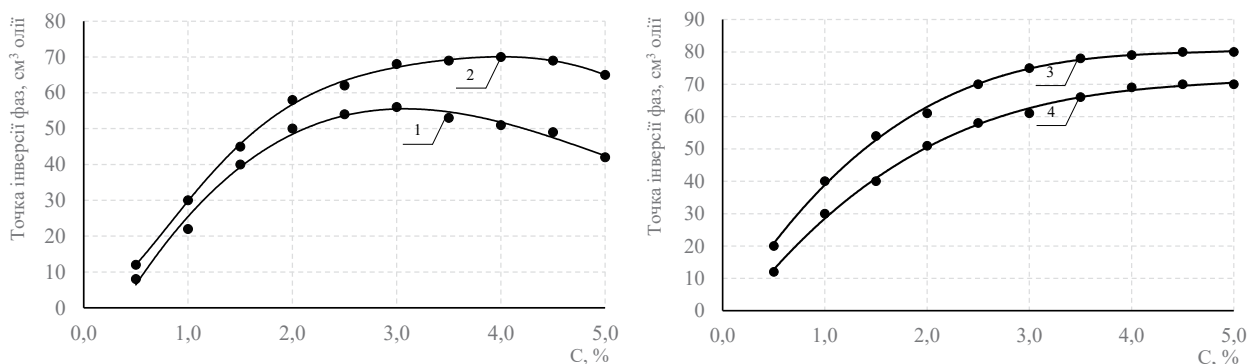


Рис. 1. Точка інверсії фаз емульсійних систем залежно від концентрації інгредієнтів, %: 1 – концентрат молочних білків, 2 – концентрат сироваткових білків; 3 – жовток яєчний термостабільний, 4 – крохмаль модифікований емульгуючий

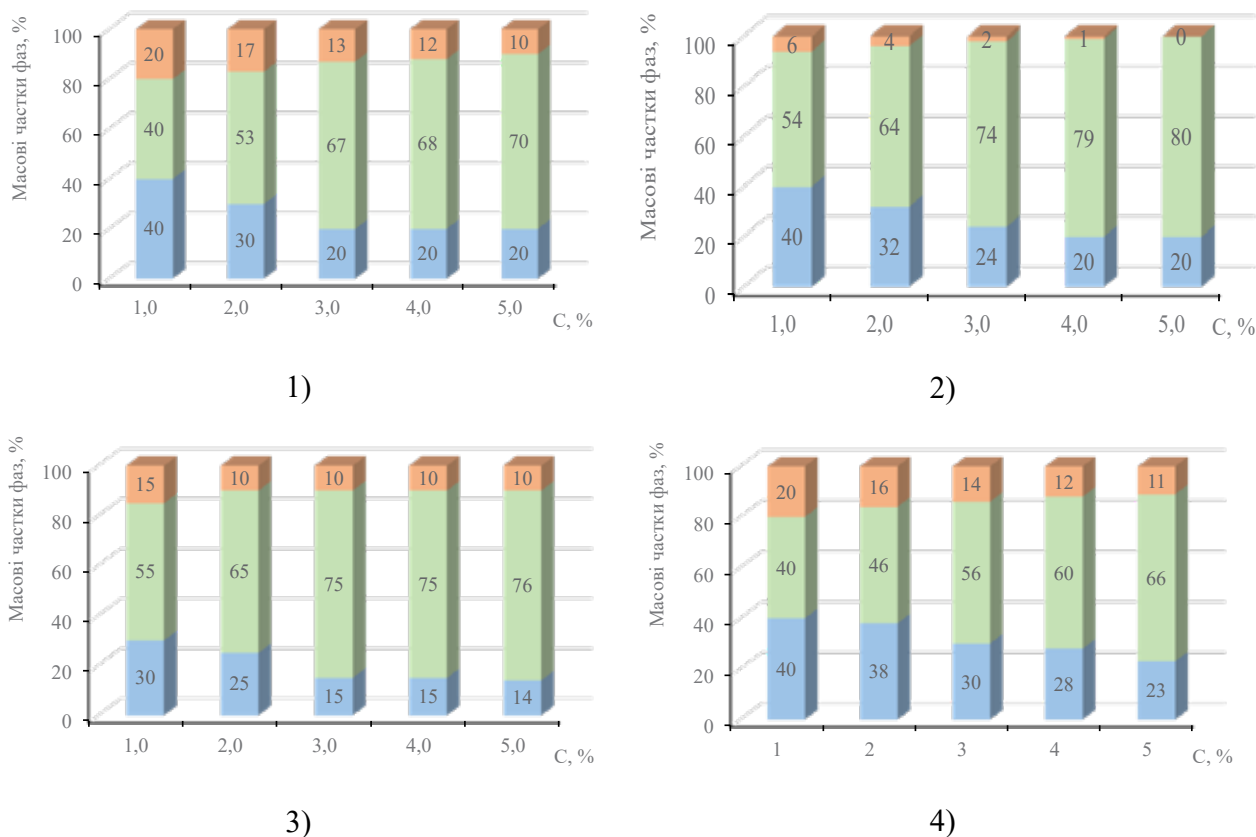


Рис. 2. Діаграма стабільності емульсійних систем залежно від вмісту інгредієнтів, %: 1 – концентрат молочних білків, 2 – концентрат сироваткових білків; 3 – жовток яєчний термостабільний, 4 – крохмаль модифікований емульгуючий

сироваткових білків (рис. 1, криві 1, 2) спостерігається досягнення максимального значення точки інверсії фаз за концентрації 3,0% (56 ± 2 см³ та 68 ± 2 см³ олії відповідно). Подальше підвищення вмісту концентратів білків призводить до поступового зниження показника, значення якого за концентрації 5,0% становить 41 ± 1 см³ і 65 ± 2 см³ відповідно. Слід зазначити за емульгуюча ємність систем на основі концентрату сироваткових білків для всіх еквіконцентрованих систем є вищою порівняно з концентратом молочних білків.

Декілька інші закономірності спостерігаються за використання жовтка яєчного термостабільного та крохмалю емульгуючого (рис. 1, криві 3, 4). Загальною тенденцією є підвищення значення показника точки інверсії фаз з підвищенням концентрації інгредієнтів, досягнення максимальних значень точки інверсії фаз спостерігається за концентрації останніх 4,0...5,0% і становить 69 ± 1 см³ і 80 ± 2 см³ олії відповідно. Слід зазначити, що незважаючи на різний характер зміни емульгуючої ємності систем, їх використання дозволяє одержувати емульсії зі вмістом жирової фази 20...80%.

Дослідження стійкості одержаних емульсійних систем (рис. 2) показало, що системи є нестійкими й розшаровуються на три фази – жирову (верхній шар), незруйновану емульсію (середній шар) та водну фази (нижній шар). Для всіх систем, що досліджувались, характерним є більш виражена кінетична стійкість порівняно з агрегативною. За показником загальної стійкості інгредієнти можна розташувати наступним чином: концентрат сироваткових білків > жовток яєчний термостабільний > концентрат молочних білків > крохмаль модифікований емульгуючий.

Масова частка незруйнованої емульсії для систем з вмістом інгредієнтів 3,0% становить $74 \pm 2\%$, $75 \pm 2\%$, $67 \pm 1\%$ і $56 \pm 1\%$ відповідно, 5,0% – $80 \pm 2\%$, $76 \pm 2\%$, $70 \pm 1\%$, $66 \pm 1\%$ відповідно. За загальною тенденції збільшення стійкості емульсійних систем з підвищенням концентрації інгредієнтів системи термодинамічно й кінетично нестійкі і потребують стабілізації.

Для одержання стійких емульсій емульгатори повинні мати одночасно поверхневу активність і здатність утворювати структуровані колоїдно-адсорбційні шари. ПАР тільки знижують

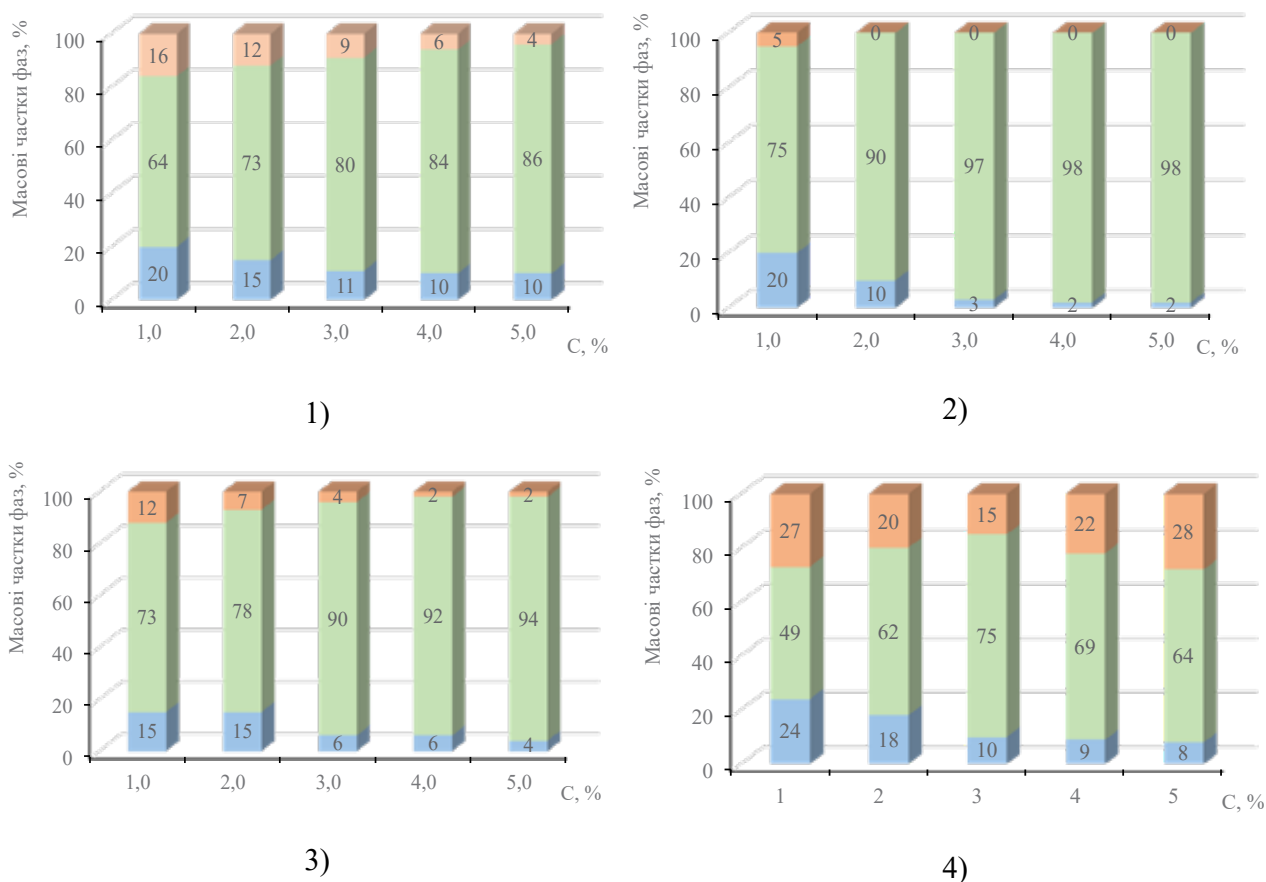


Рис. 3. Діаграма стабільності емульсійних систем залежно від вмісту інгредієнтів, %: 1 – концентрат молочних білків, 2 – концентрат сироваткових білків; 3 – жовток яєчний термостабільний, 4 – крохмаль модифікований емульгуючий

поверхневий натяг на межі розділу фаз, але не створюють колоїдно-адсорбційних шарів драг-леподібної структури. За багатовекторності вирішення даного завдання, стабілізація може бути досягнута шляхом введення гідроколоїдів, здатних підвищувати в'язкість МАШ. Проведеними раніше дослідженнями доведено доцільність використання у складі соусів гарячих крохмалю кукурудзяного модифікованого, який характеризується термо- та кислотостійкістю, формує вершкову кремову текстуру продукту. Стійкість емульсійних систем з використанням як стабілізатора крохмалю модифікованого наведено на рис. 3.

З даних, наведених на рис. 3, видно, що підвищення в'язкості систем за рахунок введення крохмалю призводить до зростання агрегативної, кінетичної і загальної кількості емульсій. Так, загальна стійкість емульсій на основі білків сироватки (рис. 3, діаграма 2) за концентрації останньої 3,0...5,0% становить 97...98%, жовтка

яєчного термостабільного (рис. 3, діаграма 3) – 90...94%. Емульсійні системи на основі концентрату молочних білків та крохмалю емульгуючого мають суттєво нижчі показники загальної стійкості (рис. 3, діаграми 1, 4) – 80...86% і 64...75% відповідно, що використання їх в технології соусів гарячих робить недоцільним.

Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі. Для одержання термостабільних емульсійних систем як основи соусів гарячих рекомендовано використовувати концентрат сироваткових білків за концентрації 3,0...5,0% (як емульгатор) та крохмаль модифікований воскової кукурудзи за концентрації до 5,0% (як стабілізатор). За визначених концентрацій харчових інгредієнтів загальна стійкість емульсійних систем складає 97...98%, що є необхідною умовою забезпечення стабільності соусів гарячих під час їх виробництва і споживання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Паспорт ринку соусної групи і плодово-овочевої консервації в Україні. 2020 р. <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/pasport-rynka-sousnoj-gruppy-i-plodovoovoshnoj-konservacii-v-ukraine-2020-god>
2. Андреева С. С., Колеснікова М. Б., Гринченко О. О., Пивоваров П. П. Технології соусів солодких із використанням крохмалів фізичної модифікації : монографія. Харків : ХДУХТ, 2017. 131с.
3. Katja Braun, Andreas Hanewald, Thomas A. Vilgis Milk Emulsions: Structure and Stability. *Foods*. 2019. Vol. 8(10). P. 483–502.
4. Abdullah, Lang Liu, Hafiz Umer Javed, Jie Xiao Engineering Emulsion Gels as Functional Colloids Emphasizing. *Food Applications: A Review. Front Nutr.* 2022. V. 9. P. 1-16.
5. Belemets Tatiana, Radzievskaya Irina, Yushchenko Nataliia, Bandura Uliana Determining the efficiency of using egg products for the stabilization of emulsion when making milk-containing curds-based products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 4(11 (106)). P. 14–23.
6. Tao Xu, Minhsiung Pan, Yishiou Chiou, Zhenshun Li, Shudong Wei, Xiaoli Yin, Baomiao Ding. Improvement of emulsifying properties of potato starch via complexation with nanoliposomes for stabilizing Pickering emulsion. *Food Hydrocolloids*. 2023, Vol. 136. Part A. Article 108259.

REFERENCES

1. Passport rinku sousnoї grupy i plodovo-ovochevoї konservacii v Ukraїni. 2020 r. [Market passport of the sauce group and fruit and vegetable preservation in Ukraine. 2020] <https://pro-consulting.ua/ua/issledovanie-rynka/pasport-rynka-sousnoj-gruppy-i-plodovoovoshnoj-konservacii-v-ukraine-2020-god> [in Ukrainian].
2. Andreeva S. S., Kolesnikova M. B., Grinchenko O. O., Pivovarov P. P. (2017) Tekhnologii sousiv solodkih iz vikoristannyam krohmaliiv fizichnoi modifikacii [Technologies of sweet sauces using physically modified starches] : monografiya. *Harkiv : HDUHT* [in Ukrainian].
3. Katja Braun, Andreas Hanewald, Thomas A. Vilgis (2019). Milk Emulsions: Structure and Stability. *Foods*. Vol. 8(10). P. 483–502.
4. Abdullah, Lang Liu, Hafiz Umer Javed, Jie Xiao (2022). Engineering Emulsion Gels as Functional Colloids Emphasizing. *Food Applications: A Review. Front Nutr.* V. 9. P. 1-16.
5. Belemets Tatiana, Radzievskaya Irina, Yushchenko Nataliia, Bandura Uliana (2020). Determining the efficiency of using egg products for the stabilization of emulsion when making milk-containing curds-based products. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4(11 (106)). P. 14–23.
6. Tao Xu, Minhsiung Pan, Yishiou Chiou, Zhenshun Li, Shudong Wei, Xiaoli Yin, Baomiao Ding (2023). Improvement of emulsifying properties of potato starch via complexation with nanoliposomes for stabilizing Pickering emulsion. *Food Hydrocolloids*. Vol. 136. Part A.

O. Ianushkevich, Candidate for the PhD; **N. Grynchenko**, Doctor of Technical sciences, Associate Professor (State Biotechnology University). **Justification of the choice of food ingredients for obtaining thermostable emulsion systems as the basis of hot sauces**

Abstract. The market of sauces in Ukraine is quite dynamic, it is characterized by a high level of competition, which requires market operators to constantly update the assortment and introduce innovations. Therefore, during the construction of new products, an important stage is the justified choice of food ingredients, the implementation of functional and technological properties of which will allow the formation of a given structure of the product (emulsion) and ensure its stability in the technological flow.

The purpose of the research is to substantiate the choice of food ingredients for obtaining thermostable emulsion systems as the basis of hot sauces. The emulsifying capacity and stability of emulsion systems based on milk protein concentrate, whey protein concentrate, heat-stable egg yolk and emulsifying starch in the concentration range of 0.5–5.0 % were studied.

According to the indicator of the general stability of emulsions, the ingredients can be arranged as follows: whey protein concentrate > heat-stable egg yolk > milk protein concentrate > modified emulsifying starch. According to the general trend of increasing stability of emulsion systems with increasing concentration of ingredients, the systems are thermodynamically and kinetically unstable and require stabilization.

The stability of emulsion systems is ensured by increasing the viscosity of the dispersion medium due to the introduction of starch. This leads to an increase in the aggregative, kinetic and total number of emulsions.

To obtain thermostable emulsion systems as the basis of hot sauces, it is recommended to use whey protein concentrate at a concentration of 3.0...5.0 % (as an emulsifier) and modified waxy corn starch at a concentration of up to 5.0 % (as a stabilizer).

Key words: emulsion, thermal stability, hot sauces, emulsifying capacity, emulsion stability.