

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ СОУСІВ ЕМУЛЬСІЙНОГО ТИПУ ДІЄТИЧНИМИ ДОБАВКАМИ

М. І. ПОГОЖИХ, доктор технічних наук, професор;

Т. М. ГОЛОВКО, кандидат технічних наук, доцент;

О. Г. ДЬЯКОВ, кандидат технічних наук, доцент

(Харківський державний університет харчування та торгівлі)

Анотація. Макро- та мікроелементи необхідні людині в будь-якому віці. Недостатнє надходження їх у дитячому та юнацькому віці негативно впливає на фізичний розвиток, захворюваність, успішність, сприяє поступовому розвитку порушень обміну і в кінцевому підсумку перешкоджає формуванню здорового покоління. Тривалий і глибокий дефіцит мікронутрієнтів може стати причиною тяжких захворювань і навіть смерті. **Метою** статті є розробка технології збагачення дієтичними добавками соусів емульсійного типу. **Методика дослідження.** У процесі досліджень застосовано стандартні методи визначення органолептичних, фізико-хімічних показників якості та аналіз методом ядерного магнітного резонансу (ЯМР). **Результати.** У статті представлено результати органолептичних показників якості соусів емульсійного типу. Визначено фізико-хімічні показники розробленої продукції, а саме: стійкість емульсії, кислотність, вміст жиру та сирого протеїну. Методом ЯМР було визначено вплив добавок на властивості води в соусах емульсійного типу. **Висновки.** Одержані характеристики розробленої дієтичної добавки свідчать про доцільність її використання.

Ключові слова: дієтичні добавки, соуси емульсійного типу, органолептичні показники якості, ядерний магнітний резонанс.

Постановка проблеми в загальному вигляді та зв'язок із найважливішими науковими чи практичними завданнями. Мікронутрієнти належать до незамінних речовин їжі. Недостатність мікронутрієнтів особливо небезпечна тим, що тривалий час не виявляється клінічно. Діагностика цих станів, зазвичай, ускладнена у зв'язку з відсутністю патогномонічної клінічної картини полігіповітамінозу й наявністю в пацієнта патології внутрішніх органів, симптоми якої займають провідне місце. Таке ж велике значення для організму людини мають мінеральні речовини. Деякі з них вважаються життєво необхідними – есенціальними [1]. Це, у першу чергу, такі макроелементи (складові більше 0005 % маси тіла), як кальцій, фосфор, калій, хлор, натрій; мікроелементи (менше 0005 % маси тіла) – залізо, мідь, йод, селен, молібден, марганець, бром та ін. Нині встановлено, що клінічно значущими можна вважати 32 елементи [3–4]. За вираженого зниження їх вмісту в організмі розвивається більш-менш характерна клінічна картина.

Особливо ця проблема постала перед населенням багатьох країн світу у зв'язку із забрудненням довкілля промисловими, транспортними викидами, сільськогосподарськими отрутами (пестицидами, нітритами та нітратами, солями важких металів) й радіонуклідами, що розповсюдились у результаті радіаційних аварій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз харчування населення України виявляє значні відхилення від формули раціонального харчування – підвищена енергетична цінність харчового раціону за рахунок тваринних жирів і вуглеводів, дефіцит білків, багатьох вітамінів та мікроелементів, а також харчових волокон. Однією із причин такого дисбалансу є випуск харчовою промисловістю продуктів, які не відповідають рекомендованим нормам раціонального харчування за показниками харчової й біологічної цінності [1].

Збагачення добового раціону продуктами високої біологічної цінності – це визнаний в усьому світі спосіб розв'язання проблеми

раціонального харчування. Сьогодні представники 159 країн світу, а також Україна, прийняли «Всесвітню декларацію і програму дій у галузі харчування», узявши на себе обов'язки усунути хронічну нестачу в раціональному харчуванні основних вітамінів, мікроелементів та інших необхідних сполук. Значна кількість підприємств харчової галузі налагодила виробництво збагачених есенційними мікронутрієнтами харчових продуктів [2]. Серед них: хліб, хлібобулочні, борошняні кондитерські вироби з добавками вітамінів групи В, А, Е, кальцію, заліза, йоду, селену тощо; молоко й молочні продукти з полівітамінними комплексами, молочнокислими й лактобактеріями; низькокалорійні олійно-жирові продукти з функціональними інгредієнтами, безалкогольні напої з екстрактами лікарських рослин тощо.

Формування цілей статті (постановка завдання). Метою статті є розробка технології збагачення соусів емульсійного типу дієтичними добавками, що є носіями біологічно активних форм незамінних мікроелементів.

Для досягнення поставленої мети потрібно розробити технологію збагачення соусів емульсійного типу дієтичними добавками за умови, що дієтична добавка не погіршуватиме споживних властивостей продуктів: зменшувати вміст і засвоюваність інших, які містяться в них, харчових речовин; істотно змінювати смак, аромат, свіжість продуктів, скорочувати термін їх зберігання. Для збагачення необхідно: врахувати можливість хімічної взаємодії збагачуваних добавок між собою та з компонентами збагачуваного продукту; визначити розподіл дієтичної добавки в соусах емульсійного типу й вибрати такі способи та стадії внесення, які забезпечують максимальну ефективність у процесі виробництва та зберігання.

Виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. У якості джерела незамінних нутрієнтів розроблено дієтичну добавку, яка створена на основі хелатного комплексу та є біоорганічно доступною для засвоєння організмом людини.

Об'єктом дослідження обрано соуси емульсійного типу: майонез «Провансаль» та соус білий основний, які виготовлені за традиційною рецептурою [8]. Відмінність

розроблених соусів полягає в тому, що до їх складу входить хелатний комплекс. Так, у майонез «Провансаль» додається порошкоподібна дієтична добавка на основі Mn^{2+} . У соус білий основний – хелат Mn^{2+} у чистому вигляді.

У першому випадку, під час виробництва майонезу, який, в основному, складається з порошкоподібних компонентів, дієтична добавка в порошкоподібному вигляді додавалась до компонента, якого містилась найбільша кількість, а саме до яєчного порошку. В основі виробництва соусу білого основного лежить бульйон, кількість якого у 20 і більше разів перевищує кількість інших компонентів, тому для кращого розподілення харчової дієтичної добавки доцільно додавати її в рідкому стані, а саме в чистому вигляді хелату Mn^{2+} . Кількість добавки розрахована з урахуванням добової потреби людини в елементі Mn^{2+} . Так, на 100 г майонезу було додано 0,65 г порошкоподібної дієтичної добавки, а до соусу основного – 11 г хелату Mn^{2+} , що становить половину добової потреби людини в цьому елементі [1].

У процесі досліджень застосовані стандартні методи визначення органолептичних, фізико-хімічних показників якості та аналіз методом ядерного магнітного резонансу (ЯМР).

Для дослідження впливу добавок на технологічні показники у водному середовищі розроблюваного продукту було проведено вимірювання часу спін-спінової релаксації (T_2) на імпульсному спектрометрі ЯМР. Для дослідження застосовувалася імпульсна послідовність Хана. Відповідно до теорії величина сигналу ЯМР пропорційна кількості резонуючих ядер у зразку [5]. Для води резонуючими ядрами є ядра водню – протони. Дані дослідження проводились методом спінової луни. Методика проведення досліджень полягала в такому: зразок із досліджуваним матеріалом розташовувався в радіочастотній котушці, яка встановлена в постійному магнітному полі. Під час опромінення зразка змінним магнітним полем із частотою 16 мГц у котушці виникає відгук, який обумовлений структурою досліджуваної системи [6].

У методі спінової луни Хана на досліджуваний зразок подається два імпульси з інтервалом τ_i (рис. 1).

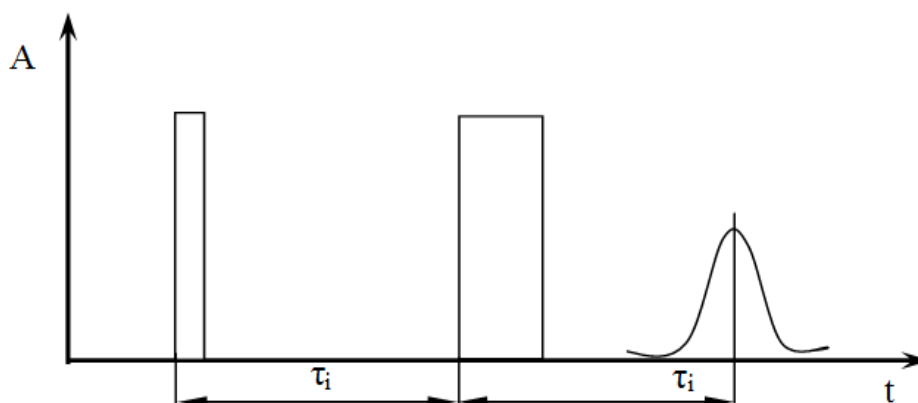


Рис 1. Метод спінової луни Хана

Перший імпульс повертає магнітні моменти на кут 90° , а другий – на кут 180° . Після припинення дії радіочастотного імпульсу через час $2\tau_i$ виникає сигнал луни, обумовлений поверненням магнітних моментів у початковий стан під дією постійного магнітного поля.

Відомо, що амплітуда сигналу на виході спектрометра ЯМР визначається формулою:

$$A(\tau) = A_0 \exp\left(-\frac{2}{T_2} \tau\right), \quad (1)$$

де $A(\tau)$ – сигнал на виході спектрометра за інтервалу між зондувальними імпульсами, рівному τ ;

A_0 – початкова амплітуда сигналу.

Для визначення значення T_2 досліджуваного зразка проводиться ряд експериментів, під час яких фіксується значення амплітуди сигналу луни після впливу двох зондуєчих імпульсів із різними значеннями. Вимірюючи амплітуду сигналу луни за різних значень за формулою (1), можна визначити час спин-спінової релаксації та оцінити рухливість води, що знаходиться у зразку. Приклад осцилограм спектрометра ЯМР, за якими проводиться обчислення значення T_2 , наведено на рис 2. На першій осцилограмі зображений сигнал луни за мінімального значення [5]. На останній осцилограмі зображений сигнал луни за максимального значення τ_i [7].

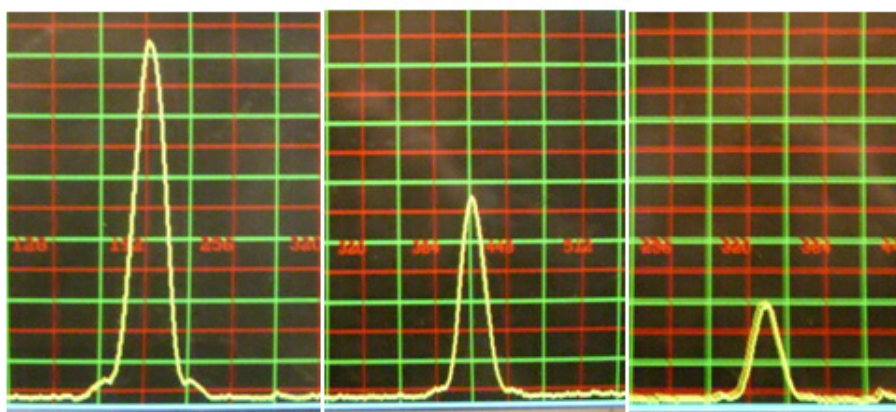
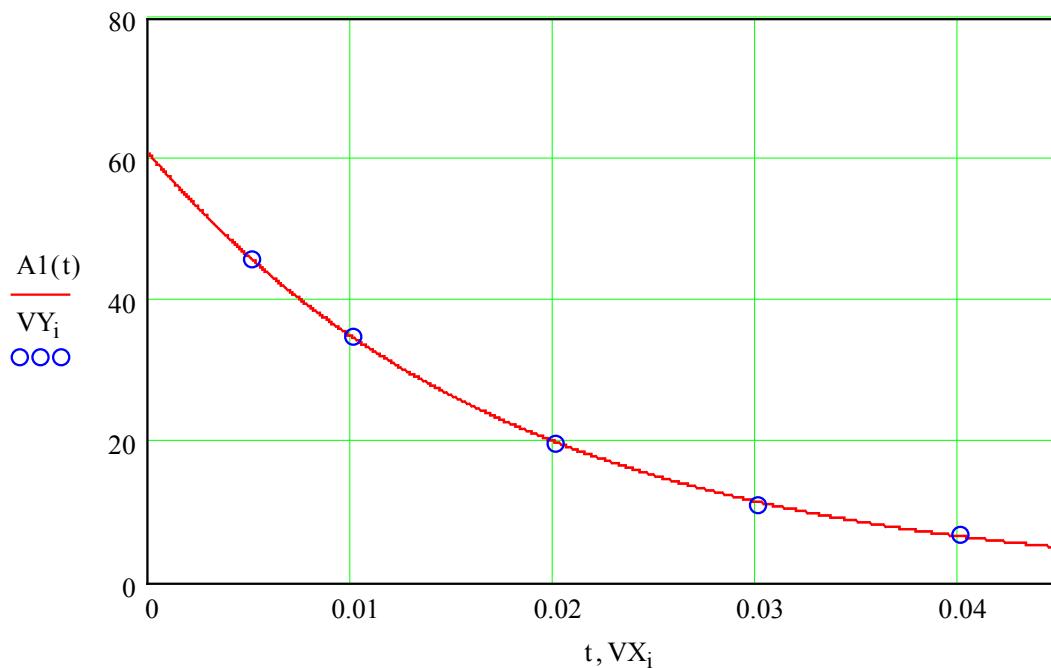


Рис 2. Осцилограми сигналів спектрометра ЯМР

На основі отриманих у результаті вимірювання даних будується крива залежності амплітуди сигналу луни від значення τ_i (інтервал

часу між зондувальними імпульсами).

Приклад залежності амплітуди сигналу луни від τ_i приведено на рис. 3.

Рис. 3. Залежність сигналу луни від значення τ_i

Залежність $A(\tau)$ повинна мати експонентний характер [6]. Для визначення значення T_2 за формулою (1) на основі кривої (див. рис. 3) була використана стандартна функція `genfit` математичного пакета `MATHCAD`.

На першому етапі досліджено органолептичні показники розроблених соусів емульсійного типу в порівнянні з контролем. Результати дослідження наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Органолептичні показники розроблених соусів емульсійного типу в порівнянні з контролем

Показник	Майонез «Провансаль» (контроль)	Майонез «Провансаль Плюс»	Соус білий основний (контроль)	Соус білий основний
Зовнішній вигляд	Однорідний, сметаноподібний продукт із поодинокими бульбашками повітря		Густий, кремоподібний продукт, однорідний за консистенцією	
Смак і запах	Притаманний даному виду майонезу («Провансаль»), має присмний смак гірчиці		Притаманний даному виду соусів	
Колір	Кремувато-жовтий		Світло-кремовий	

Під час проведення досліджень соусів емульсійного типу було перевірено, чи впливає добавка з відповідним мікроелементом на органолептичні показники якості соусів.

Для цього була проведена паралельна оцінка якості соусів із добавкою та контроль. З отриманих результатів зрозуміло, що добавка ніяк не впливає на якість соусів, адже всі орга-

нолептичні показники (зовнішній вигляд, смак і запах, колір) відповідають нормам ДСТУ 4487:2005 «Майонези (Загальні технічні умови)».

На другому етапі було досліджено фізико-хімічні показники розроблених соусів емульсійного типу в порівнянні з контролем. Результати дослідження наведені в табл. 2.

Таблиця 2

**Фізико-хімічні показники розроблених соусів емульсійного типу
в порівнянні з контролем**

Показник	Майонез «Провансаль» (контроль)	Майонез «Провансаль Плюс»	Соус білий основний (контроль)	Соус білий основний
Масова частка жиру, %	45,00	45,00	45,00	45,00
Стійкість емульсії, %	97,00	98,50	Не досліджувалась	
Кислотність, %	0,25	0,270	0,26	0,27
Масова частка білка, %	3,60	4,50	3,60	3,70

Для того щоб перевірити, чи впливає дієтична добавка на фізико-хімічні показники якості соусів емульсійного типу, було проведено ряд досліджень із визначення масової частки жиру, стійкості, кислотності та масової частки білка.

Отримані результати цих експериментів показали, що внесення дієтичних добавок до складу соусів емульсійного типу не шкодить їх якості, а, навпаки, покращує її та збільшує термін зберігання продукту. Так, стійкість емульсії має показник 98, 5 %, що в порівнянні з контролем на

1,5 % більше, масова частка жиру – 50 %, білка – 4,5 %, а кислотність майже не змінилась: контроль – 0,25 %, досліджуваний зразок – 2,7 %. Оскільки соус білий основний після приготування не зберігається – стійкість емульсії в ньому не досліджувалась. Усі досліджувані показники відповідають нормам ДСТУ 4487:2005 «Майонези (Загальні технічні умови)».

На третьому етапі було досліджено дані зразки майонезу та соусу методом ядерного магнітного резонансу. Результати наведені в табл. 3.

Таблиця 3

Результати досліджених зразків майонезу та соусу методом ЯМР

Досліджувані зразки	$T_1 \cdot 10^3, c$	$T_2 \cdot 10^3, c$
Майонез «Провансаль Плюс»		
Контрольний зразок	65 ±2	27 ±3
Зразок із добавкою	58 ±2	23 ±3
Білий соус основний		
Контрольний зразок	220 ±2	51 ±3
Зразок із добавкою	325 ±2	4 ±3

Системи емульсійного типу по-різному реагують на введення дієтичної добавки. Очевидно, це пов'язано зі співвідношенням вода:жир у даній емульсії.

Установлено, що час спін-градкової релаксації T_1 у соусі білому основному в 30-50 разів більше ніж у майонезі, при чому це як для контрольного зразка, так і для зразка з добавкою. Це пояснюється тим, що в майонезі взаємозв'язок молекул води з оточенням багатого сильніший, ніж у соусі.

Показано, що внесення дієтичної добавки призведе до зменшення T_1 у майонезі та збільшення T_1 у соусі. Це, певна річ, обумовлено формою введення добавки, тобто технологією збагачення: у майонезі замінялись сухі інгредієнти, а в соусі – рідкі.

Релаксація магнітних моментів протонів води за рахунок взаємодії між собою мало залежить від уведення дієтичної добавки як у майонез, так і в соус, що обумовлено приблизно однаковою структурою води в системах емульсійного типу.

Висновки із зазначених проблем і перспективи подальших досліджень у поданому напрямі. Під час виробництва соусів емульсійного типу було використано дві технології внесення до них добавки. Так, у майонез, до складу якого в більшій кількості входять порошкоподібні складові, дієтична добавка в порошкоподібному вигляді додавалась до компонента, якого містилась найбільша кількість, а саме до яєчного порошку. В основі виробництва соусу білого основного лежить бульйон, тому для

кращого розподілення харчової дієтичної добавки доцільно додавати її в рідкому стані, а саме в чистому вигляді хелату Mn^{2+} .

Отже, комплекс проведених досліджень свідчить, що використання дієтичної добавки в соусах емульсійного типу дозволяє отримати продукт, збагачений незамінними мікронутрієнтами із традиційними показниками якості. Також це дає змогу корегувати мінерально-дефіцитні стани споживачів шляхом розширення асортименту продукції.

СПИСОК ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Нанотехнології мікронутрієнтів: проблеми, перспективи та шляхи ліквідації дефіциту макро- та мікроелементів / А. М. Сердюк, М. П. Гуліч, В. Г. Каплуненко, М. В. Косінов // Журнал АМН України. – 2010. – Т. 16. – № 1. – С. 107–114.
2. Sokol R. J. **Vitamin E / R. J. Sokol, E. E. Ziegel, L. J. Filer // Present knowledge in nutrition** – 7th ed. – Washington : ILSI Press, 1996. – P. 130–136.
3. Shrimpton D. H. Nutritional implications of micronutrients interactions / D. H. Shrimpton // *Chemist and Druggist*. – 2004. – 15 May. – P. 38–41.
4. Микронутрієнти в питанні здорового и больного человека / В. А. Тутельян, В. Б. Спиричев, Б. П. Суханов, В. А. Кудашева. – Москва : Колос, 2002. – 424 с.
5. Вашман А. А. Ядерная магнитная релаксация и её применение в химической физике / А. А. Вашман, И. С. Пронин. – Москва : Наука, 1979. – 236 с.
6. Maxfield B. **Essential MathCAD for Engineering, Science and Math** / B. Maxfield. – 2th ed. – Cambridge Massachusetts, 2009. – P. 289–293.
7. Farrar T. **Pulse and Fourier transform NMR** / T. Farrar, E. Becker. – Cambridge Massachusetts : Academic Press, 1973. – 118 p.
8. Погожих Н. И. Вода в пищевых продуктах и для пищевых продуктов : монографія / Н. И. Погожих. – Харьков : ХГУПТ, 2013. – С. 89–103.
1. Serdyuk, A. M., Hulich, M. P., Kaplunenko, V. H., Kosinov, M. V. (2010), *Nanotechnologies of micronutrients: problems, perspectives and ways of eliminating the deficit of macro- and microelements [Nanotekhnolohiyi mikronutriyentiv: problemy, perspektyvy ta shlyakhy likvidatsiyi defitsytu makro- ta mikroelementiv]*, Zhurn. AMN Ukrayiny, T. 16, No. 1, pp. 107–114.
2. Sokol, R. (1996), "Vitamin E". Sokol, R. Zihelya, E. E., Filer, L. Ya. *Present knowledge in nutrition [Nayavni znannya v kharchuvanni]*, 7rd ed., ILSI Press, Vashynhton, pp. 130–136.
3. Shrimpton, D. H. (2004), *Nutritional implications of micronutrients interactions [Kharchovi naslidky vzayemodiyi mikroelementiv]*, Khimik i apteka, 15 May, pp. 38–41.
4. Tutel'yan, V. A., Spirichev, V. B., Sukhanov, B. P., Kudasheva, V. A. (2002), *Micronutrients in the diet of a healthy and sick person [Mikronutriyenty v pitanii zdorovogo i bol'nogo cheloveka]*. – Moscow : Kolos, 2002. – 424 p.
5. Vashman, A. A., Pronin, I. S. (1979), *Nuclear magnetic relaxation and its application in chemical physics [Yadernaya magnitnaya relaksatsiya i yeye primeneniye v khimicheskoy fizike]*, Moscow : Nauka – 236 p.
6. Maxfield, B. (2009) *Essential MathCAD for Engineering, Science and Math*, – 2th ed., Cambridge Massachusetts, p. 289–293.
7. Farrar, T., Bekker, E. (1973), *Pulse and Fourier transform NMR*, Academic Press, Cambridge Massachusetts, 118 p.
8. Pogozhikh, N. I. (2013), *Water in food and food: monograph [Voda v pishchevykh produktakh i dlya pishchevykh produktov: monografiya]*. – Kharkiv : KHDUKHT, pp. 89–103.

Н. И. Погожих, доктор технических наук, профессор; **Т. Н. Головко**, кандидат технических наук, доцент; **А. Г. Дьяков**, кандидат технических наук, доцент (Харьковский государственный университет питания и торговли). **Разработка технологии обогащения соусов эмульсионного типа диетическими добавками.**

Аннотация. Макро- и микроэлементы необходимы человеку в любом возрасте. Недостаточное поступление их в детском и юношеском возрасте отрицательно влияет на физическое развитие, заболеваемость, успешность, способствует постепенному развитию нарушений обмена и в конечном итоге препятствует формированию здорового поколения. Долгий и глубокий дефицит микронутриентов может стать причиной тяжелых заболеваний и даже смерти. **Целью** статьи является разработка технологии обогащения диетическими добавками соусов эмульсионного типа. **Методика исследования.** В процессе исследований применены стандартные методы определения органолептических, физико-химических показателей качества и анализ методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР). **Результаты.** В статье представлены результаты органолептических показателей качества соусов эмульсионного типа. Определены физико-химические показатели разработанной продукции, а именно: устойчивость эмульсии, кислотность, содержание жира и сырого протеина. Методом ЯМР было определено влияние добавок на свойства воды добавки в соусах эмульсионного типа. **Выводы.** Полученные характеристики разработанной диетической добавки свидетельствуют о целесообразности ее использования.

Ключевые слова: диетические добавки, соусы эмульсионного типа, органолептические показатели качества, ядерный магнитный резонанс.

N. Pogozhikh, Doctor of Technical Sciences, Professor; **T. Golovko**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; **A. Dyakov**, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor (Kharkiv State University of Food Technology and Trade). **Development of the technology for enriching emulsion type sauces with dietetic additives.**

Summary. Mass-media, designed for a wide range of people, are now full of advertising about the benefits of micronutrients for health - their effects on the skin, sexual function, nervous system and even prophylactic action against serious illnesses, such as oncology. The potential benefit of micronutrients for the brain is not a surprise. It is well known that their deficiency manifests neurologically. Among the population of the developed countries, there are two groups of high-risk micronutrient deficiencies: persons with a professionally determined, stressful way of life, poor nutrition, and the elderly. The number of both categories increases.

Today, the deficit of micronutrients (minerals and vitamins) in the diet of the population is recognized as a world-class problem. This phenomenon is characteristic for all countries - from Africa and Asia to Europe and America. According to the experts of the World Health Organization, the deficiency of micronutrients will be the main crisis in the nutrition of the Earth's population in the twenty-first century.

Lack of micronutrients with normal nutrition develops virtually inevitable. There are several reasons for this. The main thing is that the need in micronutrients is evolutionarily formed in the situation where a person consumes 5 000 kcal per day, and now our energy costs equal 2500 kcal in an average - consuming 2 times less food, we do not extract half of the required number of micronutrients. The situation intensifies bad habits (smokers need additionally 35 mg of vitamin C); imperfection of food technologies (loss of 80-90 % of vitamins of B group on the way from grain to bread); environmental pollution (increased consumption of vitamins-antioxidants); Geochemical features (low iodine content in water).

The **purpose** of this work is to develop the technology of enriching emulsion type sauces with dietary supplements. The object of the study is to select the emulsion type sauces: Provencal mayonnaise and white main sauce, which are made according to the traditional recipe **Methods.** In the process of the research, standard methods for the determination of organoleptic, physico-chemical quality indices and analysis by nuclear magnetic resonance (NMR) method were used. **Results.** The article presents the results of organoleptic quality characteristics of the emulsion type sauces. Physical and chemical parameters of the developed products, namely the emulsion, stability, acidity, the content of fat and crude protein, are determined. Nuclear Magnetic Resonance (NMR) analysis was performed to determine the distribution of the dietary additive in emulsion type sauces. **Conclusions.** The complex of the conducted researches testifies that the use of a dietary additive in emul-

sion type sauces allows to receive the product enriched with irreplaceable micronutrients with quality indices that do not impair quality of the product. It can be assumed that the developed sauces of the emulsion type both provide human body with indispensable micronutrients, and substantially activate the chain of cellular and humoral immunity.

Keywords: *dietary supplements, emulsion type sauces, organoleptic quality indices, nuclear magnetic resonance.*