

ИССЛЕДОВАНИЕ СОХРАНЯЕМОСТИ БАВ, ИНКАПСУЛИРОВАННЫХ В ЭМУЛЬСИОННЫЕ ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

О.В. Феофилактова

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург, Россия

Аннотация

В статье представлены результаты сравнительного анализа сохраняемости БАВ на примере витаминов В₁ и Е, инкапсулированных в ядро матрицы двойных эмульсионных пищевых систем, в водную фазу прямой и жировую фазу обратной эмульсионных пищевых систем.

По результатам исследований установлена эффективность инкапсулирования витаминов в двойные эмульсионные пищевые системы для повышения их сохраняемости: на момент окончания хранения остаточное содержание витамина В₁ в двойной эмульсионной пищевой системе вода-масло-вода на 34 % превышало его содержание в обратной эмульсионной пищевой системе, а содержание витамина Е в эмульсионной пищевой системе масло-вода-масло на конец периода хранения на 24% было больше, чем в прямой эмульсионной пищевой системе.

Ключевые слова: эмульсионные пищевые системы, эффективность инкапсулирования, витамин В₁, витамин Е, сохраняемость.

В настоящее время поиск способов и средств доставки различных БАВ, таких как ПНЖК, витамины, микроэлементы и др. в организм человека, а также повышения их биодоступности является актуальным вектором научных исследований.

По сравнению с широко известными способами доставки БАВ: липосомирование, формирование мицелл, гидрогелей и других нанодисперсий, которые улучшают диспергируемость в воде, биодоступность и химическую стабильность БАВ, эмульсионные системы имеют ряд преимуществ, особенно при использовании их в пищевой промышленности [1, 2, 3]. БАВ включаются в ядро (соответствующую фазу) матрицы эмульсии, что способствует повышению их стабильности, функциональности и контролируемому высвобождению в организме человека. Формирование межфазного слоя эмульсии, несущей БАВ, обеспечивает их защиту от деградации под воздействием внешней среды. В большей степени данные функции характерны для двойных эмульсий вода-масло-вода и масло-вода-масло.

Целью настоящего исследования являлось изучение динамики сохраняемости БАВ на примере витаминов В₁ и Е, инкапсулированных в эмульсионные пищевые системы, в том числе двойные, в процессе хранения.

Для приготовления эмульсионных систем вода-масло-вода и масло-вода-масло использовали комбинацию масел с оптимальным соотношением ПНЖК, составленную с помощью разработанной программы для ЭВМ [4], дистиллированную воду, эмульгаторы Твин-80 и лецитин. Эмульсионные пищевые системы с улучшенными характеристиками стабильности получали с помощью ультразвукового гомогенизатора Sonics, модель VCX 750 (Sonics & Materials, Inc., USA) мощностью 750 Вт [5]. Контрольные образцы (прямую и обратную эмульсии) получали с помощью погружного блендера. Полученные образцы помещали в стерильные полимерные стаканы и хранили в холодильнике при температуре 0-4°C в течение 30 суток. Содержание витаминов определяли методом ВЭЖХ с помощью хроматографа Agilent 1260 Infinity II согласно ОФС.1.2.3.0017.15.

Для исследования эффективности инкапсулирования гидрофильных веществ в ядро матрицы эмульсионной системы вода-масло-вода вводили витамин В₁. В водную фазу контрольного образца вводили такое же количество витамина В₁. После формирования эмульсионных систем, а также на 5, 15 и 30 сутки их хранения определяли количество витамина В₁. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

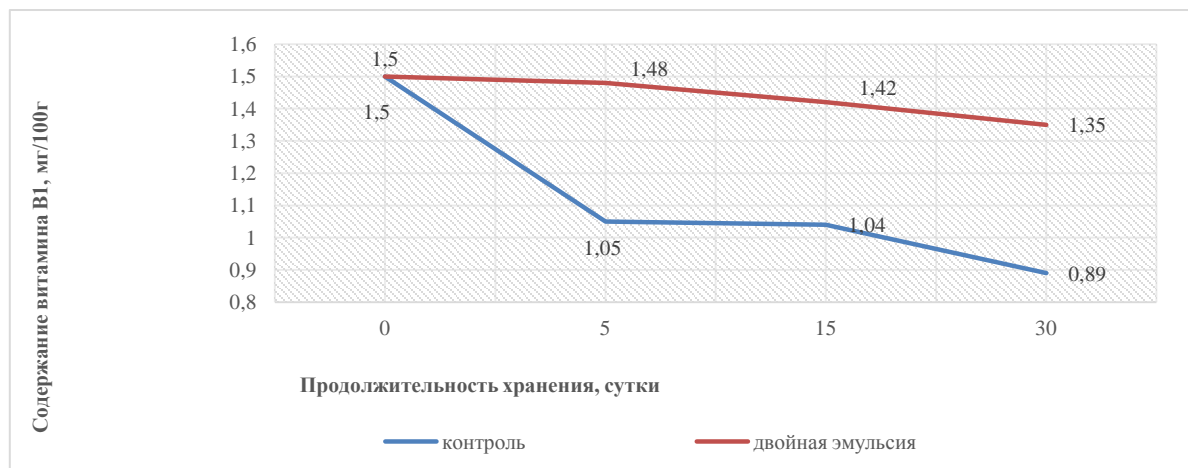


Рис.1. Динамика содержания витамина В₁ в процессе хранения эмульсионных систем

Из рисунка 1 следует, что в процессе хранения наблюдается снижение количества витамина В₁ как в контрольном образце, так и в эмульсионной системе вода-масло-вода. Однако, уменьшение содержания витамина В₁ в двойной эмульсионной системе происходит менее интенсивно. Так на 5 сутки хранения в двойной эмульсии количество витамина В₁ снизилось на 1,3 %, тогда как в контрольном образце его содержание снизилось на 30%. На 15 сутки хранения снижение количества витамина В₁ составило 5,3% для двойной эмульсионной системы и 30,7 % для контрольного образца. На момент окончания хранения содержание витамина В₁ у контрольного образца снизилось на 40,7% и составило 0,89 мг/100 г, тогда как снижение количества данного витамина в двойной эмульсионной системе произошло только на 10%.

Для исследования эффективности инкапсулирования липофильных веществ в ядро матрицы эмульсионной системы масло-вода-масло вводили витамин Е. После формирования эмульсионных систем, а также на 5, 15 и 30 сутки их хранения определяли динамику содержания витамина Е (рис. 2)

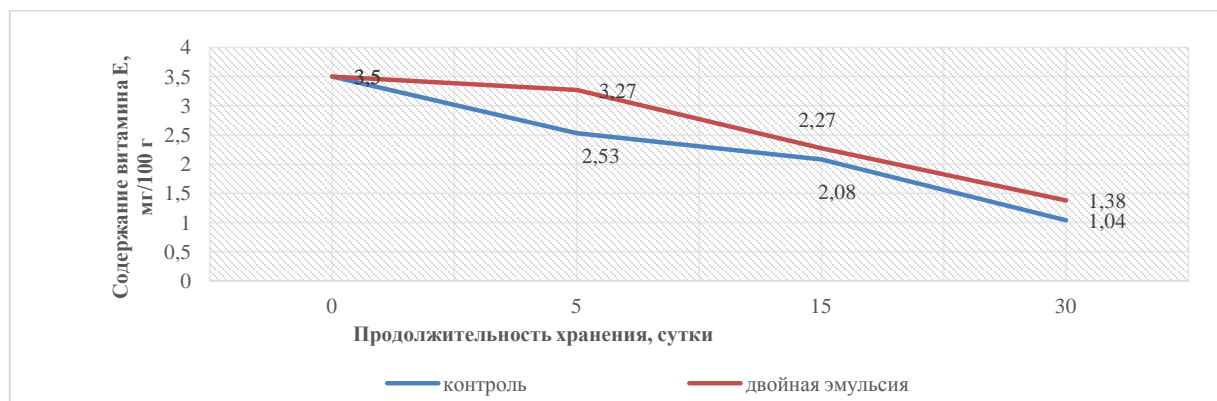


Рис.2. Динамика содержания витамина Е в процессе хранения эмульсионных систем

Результаты исследования показали, что в процессе хранения наблюдается снижение количества витамина Е и в контрольном образце, и в эмульсионной системе масло-вода-масло. На 5 сутки хранения произошло изменение количества витамина Е: в двойной эмульсии его содержание снизилось на 6,6 %, а в контрольном образце на 27,7%. При дальнейшем хранении темп снижения количества витамина замедляется и на 15 сутки по сравнению с начальным значением оно составило 40,6% для двойной эмульсионной системы и 35,1 % для контрольного образца. На момент окончания хранения содержание витамина Е у контрольного образца снизилось на 70,3%, а снижение количества данного витамина в двойной эмульсионной системе произошло на 60,6%.

Таким образом, снижение содержания витамина Е в двойной эмульсионной системе под воздействием внешних факторов происходит менее интенсивно. Сформированные эмульсионные системы имели более высокую способность к сохранению витаминов за счет формирования межфазного слоя эмульсии, содержащей витамины, обеспечивая их защиту от деградации под воздействием внешней среды по сравнению с контрольными образцами. Эмульсионные пищевые системы являются многообещающим способом инкапсулирования БАВ с возможностью контроля технологических параметров и других физических условий. Ожидается, что внедрение данного способа на промышленных предприятиях позволит расширить ассортимент функциональных продуктов питания.

Список литературы

1. Мякинков, А. Г. Липосомы в пищевой промышленности: перспективы использования / А. Г. Мякинков // Пищевая и перерабатывающая промышленность. Реферативный журнал. – 2001. – № 2. – С. 764.
2. Мурашова, Н. М. Мицеллы, микроэмульсии и лиотропные жидкие кристаллы как перспективные функциональные наноматериалы / Н. М. Мурашова, М. Ю. Купцова // Химическая промышленность сегодня. – 2019. – № 6. – С. 64-69.
3. Валуев, И. Л. Полимерные гидрогели для контролируемого выделения инсулина / И. Л. Валуев, Л. В. Ванчугова, Л. И. Валуев // Прикладная биохимия и микробиология. – 2020. – Т. 56. – № 5. – С. 428-435. – DOI 10.31857/S0555109920050153.
4. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2021661916 Российская Федерация. Компьютерная программа проектирования оптимального соотношения полиненасыщенных жирных кислот жирной основы : № 2021660827 : заявл. 08.07.2021 : опубл. 19.07.2021 / О. В. Феофилактова, Д. В. Гращенков ; заявитель ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет».
5. Feofilaktova, O.; Zavorokhina, N.; Karkh, D. Optimization of Technological Parameters for the Stable Base Formation of Emulsion Food Products. AIP Conference Proceedings. 2021. Vol. 2419. Iss. 1. Article Number: 020016. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0069259>.

STUDY OF THE STORAGE OF BAS ENCAPSULATED IN EMULSION FOOD SYSTEMS

O.V. Feofilaktova

Ural State Economic University, Yekaterinburg, Russia

Abstract

The article presents the results of a comparative analysis of the persistence of biologically active substances on the example of vitamins B1 and E, encapsulated in the matrix core of double emulsion food systems, in the aqueous phase of the direct and fatty phase of the reverse emulsion food systems. According to the results of the research, the efficiency of vitamin encapsulation in double emulsion systems was established to increase their shelf life: at the end of storage, the

residual content of vitamin B₁ in the double emulsion system water-oil-water was 34% higher than its content in the inverse emulsion, and the content of vitamin E in the emulsion system oil-water-oil at the end of the storage period was 24% more than in direct emulsion.

Keywords: emulsion food systems, encapsulation efficiency, vitamin B1, vitamin E, shelf life.

References

1. Myakinkov, A. G. Liposomes in the food industry: prospects for use / A. G. Myakinkov // Food and processing industry. Abstract journal. - 2001. - No. 2. - P. 764.
2. Murashova, N. M. Micelles, microemulsions and lyotropic liquid crystals as promising functional nanomaterials / N. M. Murashova, M. Yu. Kuptsova // Chemical industry today. - 2019. - No. 6. - P. 64-69.
3. Valuev, I. L., Vanchugova, L. V., Valuev, L. I. Polymer hydrogels for controlled release of insulin, Applied Biochemistry and Microbiology. - 2020. - T. 56. - No. 5. - S. 428-435. – DOI 10.31857/S0555109920050153.
4. Certificate of state registration of the computer program No. 2021661916 Russian Federation. Computer program for designing the optimal ratio of polyunsaturated fatty acids of the fatty base: No. 2021660827: Appl. 07/08/2021 : publ. 07/19/2021 / O. V. Feofilaktova, D. V. Grashchenkov; applicant Ural State Economic University.
6. Feofilaktova, O.; Zavorokhina, N.; Karkh, D. Optimization of Technological Parameters for the Stable Base Formation of Emulsion Food Products. AIP Conference Proceedings. 2021. Vol. 2419. Iss. 1. Article Number: 020016. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0069259>.