

# Окислительная стабильность функционального эмульгированного продукта для питания людей с ХОБЛ

к.т.н. Асланова М.А., к.т.н. Деревицкая О.К., к.т.н. Боро А.Л., Солдатова Н.Е.

## Актуальность

Оптимизация рациона питания больных с хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) подразумевает увеличение энергетической ценности с повышенным содержанием полноценных белков, жиров и витаминов, в частности D, C, E, а также ряда минеральных веществ - магния, цинка, меди и др. Состав эмульгированных консервов для людей с ХОБЛ предусматривает использование комбинации различных жиров, которые обеспечивают 45% от общей энергии. Однако повышенное содержание жиров с разным жирнокислотным составом обуславливает не только высокую пищевую ценность (калорийность) консервов, но и приводит к химической нестабильности [1, 2]. По этой причине необходимо оценивать основные факторы окисления липидов и подбирать соответствующие способы их ингибирования для каждой конкретной пищевой системы. Ключевой способ увеличения устойчивости продуктов с высоким содержанием жира к окислению – введение антиоксидантов, которые способствуют инактивации активных форм кислорода и удалению свободных радикалов из организма [3].

## Цель работы

Разработка антиоксидантного комплекса и изучение его влияния на окислительную стабильность и антиоксидантную активность эмульгированных консервов для людей с ХОБЛ.

## Методология работы

Объектами исследований на различных этапах работы являлись:

- антиоксидантный комплекс;
- консервная масса эмульгированная небогатая (контроль),
- консервная масса эмульгированная обогащенная (опыт);
- консервы эмульгированные небогатые (контроль);
- консервы эмульгированные обогащенные (опыт).

Изучение показателей качества, окислительной стабильности и антиоксидантной активности консервной массы, консервов после производства и в процессе хранения проводили в ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова с применением следующих методов исследований:

- массовая доля витамина D3 - по ГОСТ 32307;
- массовая доля витамина С - по ГОСТ Р 55482;
- содержание цинка по ГОСТ 26934;
- тиобарбитуровое число (ТБЧ) по ГОСТ Р 55480-2013;
- перекисное число по ГОСТ 34118-2017.

Для оценки антиоксидантного потенциала исследуемых образцов определяли общую антиоксидантную емкость (ОАЕ) методом FRAP в фосфатных экстрактах, и антирадикальную активность (АРА) методом DPPH в этанольных экстрактах.

Определение активности супероксиддисмутазы (SOD), каталазы (CAT) и содержание активных продуктов, реагирующих с 2-тиобарбитуровой кислотой в фосфатных экстрактах образцов определяли на спектрофотометре СФ-2000 (Исследования выполнены м.н.с. Купаевой Н.В.).

## Результаты

Разработан антиоксидантный комплекс, состоящий из витаминов: E, C, D3, а также Zn и кверцетина. Внесение в состав продукта комплекса позволит обогатить его дефицитными для данной категории людей витаминами, снизить окислительный стресс в организме и будет способствовать предотвращению окислительных процессов в консервах в процессе хранения.

Анализ антиоксидантной активности (эффективности) полученного комплекса проводили на основании сравнения его численных значений показателей общей антиоксидантной емкости (ОАЕ<sub>FRAP</sub>) и антирадикальной активности (АРА<sub>DPPH</sub>) с соответствующими значениями кверцетина – компонента, зарекомендовавшего себя в качестве эффективного антиоксиданта (АО) в различных модельных системах.

Результаты исследований, представленные в таблице 1, показали, что антиоксидантная активность комплекса ОАЕ<sub>FRAP</sub> в 2,86 раз выше антиоксидантной активности кверцетина, что свидетельствует о том, что компоненты смеси проявляют синергический эффект антиокислительного действия. Значимого снижения массовой доли витаминов и цинка после стерилизации консервов не наблюдалось (рис.1).

Для подтверждения эффективности выбранного антиоксидантного комплекса в части ингибирования систем свободнорадикального окисления консервов в процессе хранения изучали кислотное число жира и ТБЧ (рис. 2).

После стерилизации наблюдалось увеличение в 2 раза ТБЧ в контрольном образце в сравнении с опытным, а на конец срока хранения ТБЧ в контрольном образце снизилось до первоначального значения, в опытном образце присутствие вторичных продуктов окисления не было выявлено. Что касается кислотного числа, отражающего накопление низкомолекулярных жирных кислот, то до стерилизации в опытном образце значение было выше контрольного в 1,1 раз, после стерилизации и в процессе хранения в контрольном образце наблюдалось увеличение показателя, в опытном образце КЧ не менялось.

Результаты исследований антиоксидантной активности опытных и контрольных образцов консервов, представленные на рис.3, свидетельствуют об увеличении антиоксидантной емкости (ОАЕ) и антирадикальной активности (АРА) в образцах консервов сразу после стерилизации в 3,4 и в 11,6 раза соответственно, а в конце процесса хранения в 4 раза и 10 раз соответственно.

Результаты изучения образцов консервов на активность ферментов также свидетельствуют об увеличении активности супероксиддисмутазы (SOD) на 16,24%, активности каталазы (CAT) на 11,67% при одновременном снижении продуктов свободнорадикального и перекисного окисления эндогенных соединений (ТБК-АП) на 28,2% в опытных образцах консервов в сравнении с контролем. В конце срока хранения вторичных продуктов окисления жира в опытном образце консервов не выявлен, а содержание низкомолекулярных жирных кислот ниже, чем в контрольном образце.

## Список использованных источников

1. Асланова М.А., Деревицкая О.К., Дыдыкин А.С., Боро А.Л., Солдатова Н.Е. Научно-обоснованные требования к мясному продукту для диетотерапии при болезнях органов дыхания // Мясная индустрия. – 2022. – № 4. – С. 36-38. – <https://doi.org/10.37861/2618-8252-2022-04-36-38>.
2. Aslanova M.A., Derevitskaya O.K., Bero A.L., Soldatova N.E. Antioxidant activity of functional ready-to-eat products for cancer patients // Book of abstracts Congress on food quality and safety, health and nutrition - NUTRICON 2022, 8-10 June 2022, Ohrid, Macedonia, P. 286-287. ISBN 978-608-4565-16-1.
3. Aurelia Magdalena Pisosch, Aneta Pop, Florin Iordache, Loredana Stanca, Ovidiu Ionut Geicu, Liviu Bilteanu, Andreea IrenSerban. Antioxidant, anti-inflammatory and immunomodulatory roles of vitamins in COVID-19 therapy. European Journal of Medicinal Chemistry.- V. 232, 2022, 11475. <https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2022.11475>

Таблица 1. Общая антиоксидантная емкость и антирадикальная активность антиоксидантного комплекса.

| Наименование показателя | Антиоксидантная емкость, мкмоль-экв. кверцетина / г образца |                 |
|-------------------------|---|-----------------|
|                         | комплекса   | кверцетина      |
| OAE <sub>FRAP</sub>     | 351,957 ± 28,677  | 122,420 ± 2,294 |
| ARA <sub>DPPH</sub>     | 165,196 ± 2,109   | -               |

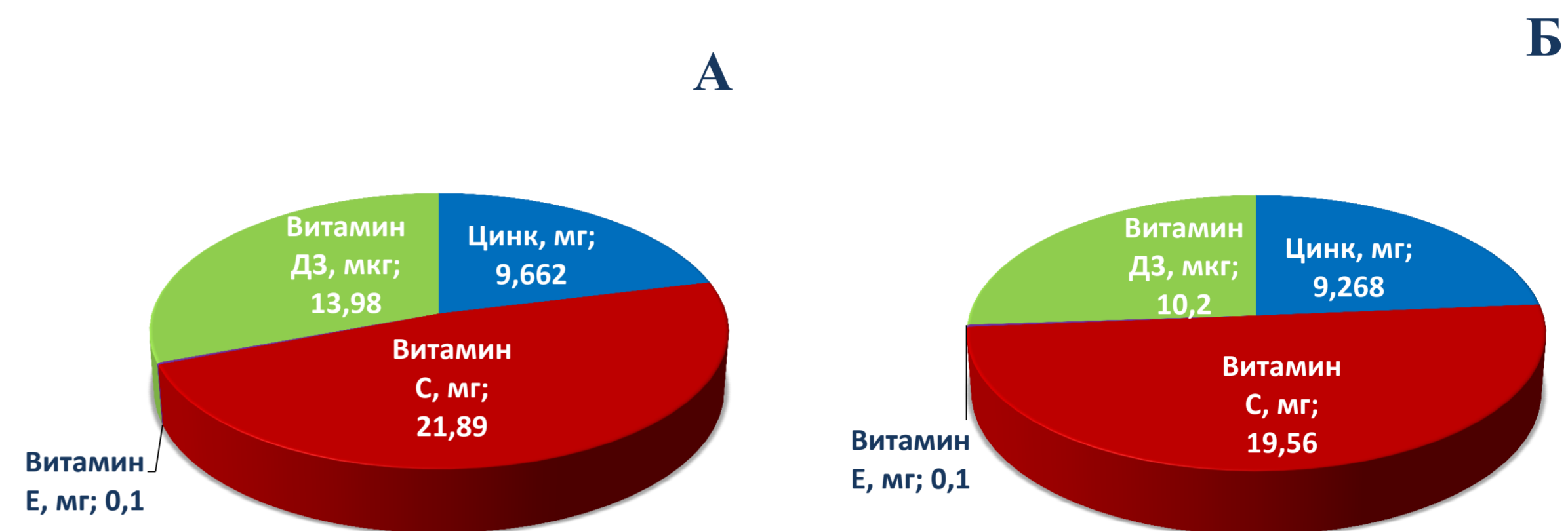


Рисунок 1. Количественный состав антиоксидантного комплекса в консервах до (А) и после (Б) стерилизации

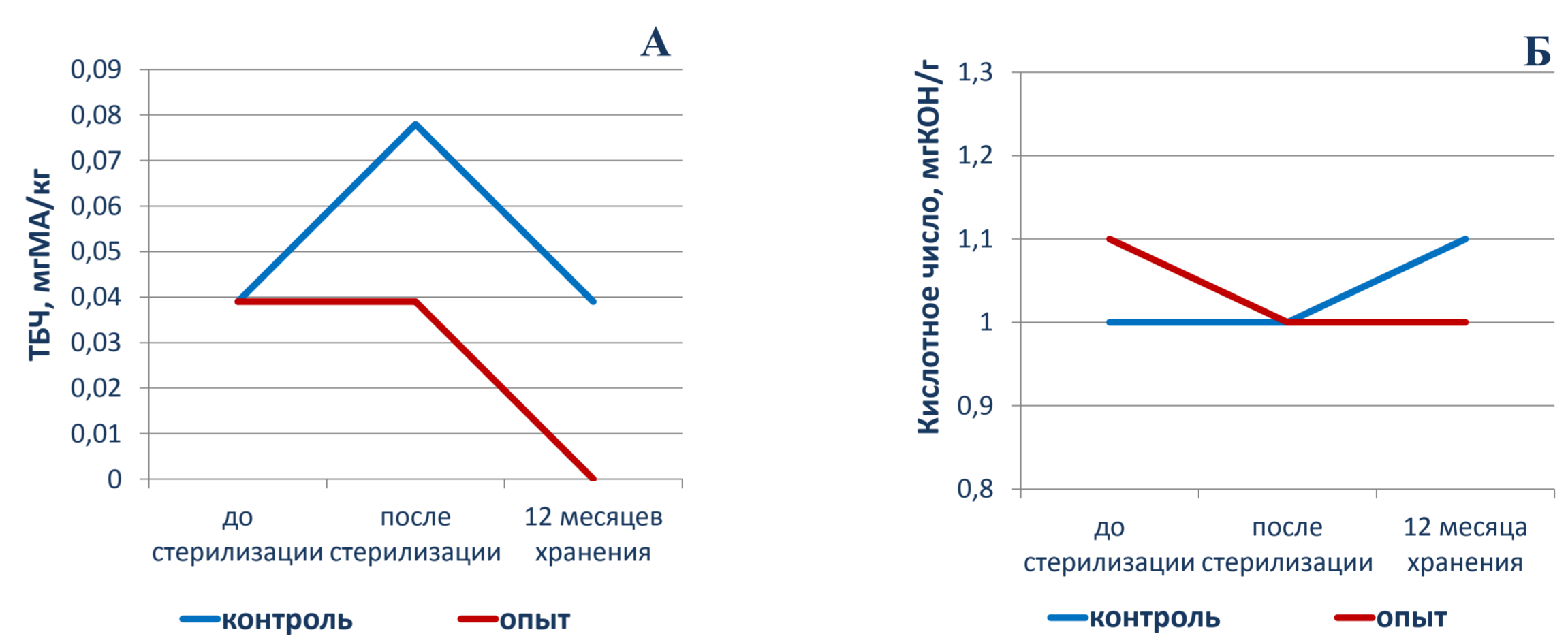


Рисунок 2. Динамика изменения ТБЧ (А), КЧ (Б) в консервах в процессе хранения



Рисунок 3. Общая антиоксидантная емкость (ОАЕ<sub>FRAP</sub>) и антирадикальная активность (АРА<sub>DPPH</sub>) эмульгированных консервов: А – после стерилизации; Б – через 12 месяцев хранения

Таблица 2. Активности ферментов и ТБК-АП

| Показатели                | После стерилизации |                | 12 месяцев хранения |                |
|---------------------------|--------------------|----------------|---------------------|----------------|
|                           | контроль           | опыт           | контроль            | опыт           |
| ТБК-АП, нмоль / г образца | 17,609 ± 1,311     | 12,642 ± 0,998 | 13,338 ± 0,70       | 11,564 ± 0,635 |
| CAT, U/г белка            | 3,477 ± 0,312      | 3,071 ± 0,747  | 1,587 ± 0,386       | 2,550 ± 0,399  |
| SOD, U/мг белка           | 59,277 ± 2,194     | 68,90 ± 2,712  | 36,307 ± 0,269      | 45,312 ± 0,962 |

## Выводы

Введение антиоксидантного комплекса способствует повышению антиоксидантной активности опытного образца консервов, выражающейся в увеличении антиоксидантной емкости (ОАЕ) в 4 раза и антирадикальной активности (АРА) в 10 раз относительно контрольного образца на конец срока годности. Результаты изучения образцов консервов на активность ферментов также свидетельствуют об увеличении активности супероксиддисмутазы (SOD) на 16,24%, активности каталазы (CAT) на 11,67% при одновременном снижении продуктов свободнорадикального и перекисного окисления эндогенных соединений (ТБК-АП) на 28,2% в опытных образцах консервов в сравнении с контролем. В конце срока хранения вторичных продуктов окисления жира в опытном образце консервов не выявлен, а содержание низкомолекулярных жирных кислот ниже, чем в контрольном образце.