

УДК 664.951.7

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ АНТИОКИСЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ГИДРОЛИТИЧЕСКИХ И ОКИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРЕПАРАТАХ ПОЛИНЕНАСЫЩЕННЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Л.С. Байдалинова, С.В. Андропова

ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»,  
236022, Россия, г. Калининград, Советский проспект, 1,  
E-mail: [baydalinova@newmail.ru](mailto:baydalinova@newmail.ru)

Исследовано влияние природных антиокислителей биофлавоноидной природы на процессы гидролиза и окисления фракции ненасыщенных липидов, полученной из отходов от разделки семги.

*сердечно-сосудистые заболевания, полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), окисление липидов, антиокислители, экстракты розмарина, пажитника, имбиря, шалфея, зеленого чая, астаксантин, дигидрокверцетин, ионол*

### ВВЕДЕНИЕ

По данным Всемирной организации здравоохранения, сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) являются самыми распространенными среди общих заболеваний населения Земли и служат основными причинами смерти людей в большинстве стран мира. Лидирующее место среди таких заболеваний занимают ишемическая болезнь сердца и цереброваскулярные болезни. Особенно остро проблема стоит в России, занимающей первое место в мире по показателю смертности от ССЗ – в год от них в нашей стране умирает 1 млн. 300 тыс. человек, что составляет 57 % от общей смертности населения.

Наряду с индивидуальными факторами риска, такими как возраст, наследственность, мужской пол, важной причиной развития ССЗ является неправильный образ жизни – питание с преобладанием животных жиров, курение, избыточное потребление алкоголя, низкая физическая активность. Питание с высоким содержанием насыщенных жиров, низким потреблением фруктов, овощей и морепродуктов в большей степени способствует заболеваемости и смертности от ССЗ, а также ведет к возникновению промежуточных факторов риска – повышенного кровяного давления, повышенного уровня липидов в крови, лишнего веса и ожирения.

Население России в силу социально-экономических, финансовых причин постоянно испытывает острый дефицит в полиненасыщенных жирных кислотах, содержащихся в растительных маслах и морепродуктах. Данные кислоты являются эссенциальными факторами питания, они не синтезируются в организме и должны поступать в него с пищей. Содержание ПНЖК  $\omega$ -3 и  $\omega$ -6 типов должно составлять постоянно от 4 до 6 % энергетической ценности суточного рациона человека. При этом важным является соотношение  $\omega$ -6: $\omega$ -3 как 10:1 для здорового человека и 5:1 в случае наличия патологий. Между тем в питании населения

России это соотношение чаще всего составляет 30:1. Таким образом, очевиден недостаток  $\omega$ -3 жирных кислот, прежде всего эйкозапентаеновой (ЭПК) и докозагексаеновой (ДГК) [1].

Интерес к ПНЖК неуклонно возрастал с 80-х годов двадцатого столетия. Изучение отдельных групп населения, у которых значительную часть рациона составляют морепродукты, богатые ПНЖК  $\omega$ -3 ряда, показало, что они гораздо реже страдают болезнями кровообращения. Регулярное употребление рыбы жирных сортов снижает риск смерти от ишемической болезни сердца на 36% и общую смертность от ССЗ на 17%. Оказывая гипокоагуляционное, антиагрегантное, противовоспалительное и иммуномодулирующее действие, ПНЖК  $\omega$ -3 ряда способствуют профилактике и лечению гипертонии, ишемической болезни сердца, атеросклероза, противостоянию онкологическим, хроническим воспалительным, психическим заболеваниям [2].

Кардиопротекторное и антиатеросклеротическое действие среди  $\omega$ -3 ПНЖК проявляют, прежде всего, ЭПК и ДГК. Для профилактики ССЗ здоровому человеку требуется ежедневно 250 мг этих кислот. При наличии же заболеваний следует увеличить дозу до 1 г в день [2]. Поскольку употребление столь большого количества  $\omega$ -3 жирных кислот в составе пищи является затруднительным, в качестве альтернативного источника с успехом можно применять биологически активные добавки, представляющие собой концентраты с высоким содержанием ЭПК и ДГК.

Во многих странах мира производятся лечебно-профилактические препараты, важнейшим компонентом которых являются  $\omega$ -3 жирные кислоты. К таким препаратам относятся МахЕРА (Франция), New Life-1000 (США), Доппельгерц Кардио Омега (Германия), Витал Плюс (Швейцария), Викинг Омега-3 Форте (Норвегия). В России также разработано несколько технологий получения препаратов ПНЖК из липидов рыб (Полиен, Эйконол, Эйковит, Тюленол, Атлантинол).

Получаемые ПНЖК должны, прежде всего, содержать достаточное количество  $\omega$ -3 жирных кислот, чтобы покрывать суточную потребность человека в ЭПК и ДГК. Также в препаратах должна быть относительно низкая концентрация ПНЖК класса  $\omega$ -6, которые являются естественными биологическими конкурентами  $\omega$ -3 ПНЖК, иначе фармакодинамический эффект будет нивелирован конкурентным действием метаболитов арахидоновой кислоты. Большинство существующих форм содержат около 30 %  $\omega$ -3 жирных кислот, из них 18 % ЭПК и 12 % ДГК [3].

В силу своей высокой ненасыщенности препараты ПНЖК рыб легко подвергаются окислительной порче при хранении. Для обеспечения длительных сроков хранения необходима эффективная защита восприимчивых к окислению ПНЖК.

Для ингибирования перекисного окисления ПНЖК применяются капсулирование в защитные оболочки, такие как желатин, альгинат натрия. Перспективным является также микрокапсулирование с использованием для оболочек микроконтейнеров многослойных синтетических и природных полимеров, хорошо зарекомендовавших себя при защите льняного масла и рыбьего жира [4].

Эффективным является применение для стабилизации жира антиоксидантов – веществ, способных замедлять процесс перекисного окисления за счет восстановления свободных радикалов. На сегодняшний день открыты и успешно применяются такие вещества синтетического и природного происхождения. К природным антиоксидантам, вызывающим особый интерес, относятся флавоноиды (кверцетин, кемпферол, мирицитин), катехины или фенолы (карнозол, розманол, розамирицифенол), фенольные кислоты (карнозиновая, розмариновая), а также токоферолы, аскорбиновая и лимонная кислоты [5]. Сегодня для стабилизации препаратов ПНЖК многие производители активно используют токоферол, выполняющий роль антиокислителя. К примеру, в одной капсуле препаратов Doppelherz Омега-3 (Германия), Янтарная Капля (Россия), Омега-3 Fine (Япония), New Life-1000 (США) содержится от 2 до 16 мг токоферола.

Вещества, оказывающие антиокислительное действие, могут применяться индивидуально или же входить в состав комплексных растительных экстрактов. В качестве источников эффективных ингибиторов окисления перспективно использование растений, содержащих каротиноиды и биофлавоноиды, — черники, тыквы, шиповника, боярышника и др.

Применение растительных экстрактов может не только способствовать стабилизации ПНЖК, но также создавать широкий спектр препаратов, обладающих различными фармакологическими эффектами. Каротиноиды, терпены и терпеноиды, тритерпеновые кислоты, алкалоиды в составе экстрактов различных лекарственных растений способны оказывать влияние на разные стороны метаболизма.

## МЕТОДЫ

Антиокислительное действие веществ исследовалось на жире из отходов от разделки семги. Жир получен вытапливанием, фракция ненасыщенных жирных кислот была отделена вакуумным фильтрованием и центрифугированием при пониженной температуре. Для характеристики жира определялись кислотное число по ГОСТ Р 52110-2003, перекисное число по ГОСТ Р 52110-2003, йодное число по ГОСТ 5475-69, число омыления по ГОСТ 5479-64.

В качестве антиокислителей использовались следующие вещества: экстракты шалфея, имбиря и пажитника фирмы «Kalces» (Великобритания), смесь экстрактов розмарина и зеленого чая фирмы «Kemin» (США), СО<sub>2</sub>-экстракт розмарина фирмы «Караван» (Россия), токоферол фирмы «Zentiva» (Словацкая Республика), астаксантин фирмы «Wellness» (Швеция), а также ионол и дигидрокверцетин.

Указанные компоненты добавлялись в количестве 0,2 % к массе жира. Образцы хранились в емкостях из темного стекла при положительной нерегулируемой температуре. В процессе хранения в образцах определялись кислотные и перекисные числа.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для выделения жира были использованы головы и хребты семги, составляющие 35 % от массы рыбы и характеризующиеся высоким содержанием липидов (до 20 %).

Жир семги имеет ярко-оранжевый цвет и обладает слабым рыбным запахом. Выход жира составил 15 % от массы использованных отходов.

Фракция ненасыщенных жирных кислот из полученного жира составила 87,5 % от его массы. Ненасыщенная фракция липидов семги представлена в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика жира из отходов от разделки семги  
Table 1. The characteristic of the fat received from waste from cutting of a salmon

Показатели	Кислотное число, мг КОН/г	Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	Йодное число, %	Число омыления, мг КОН/г
Значения	0,45	3,6	151,0	192,4

Небольшие значения кислотного (0,45 мг КОН/г) и перекисного (3,6 ммоль активного кислорода/кг) чисел говорят о высоком качестве жира и отсутствии в нем существенных процессов гидролиза и окисления. Данные показатели свидетельствуют о том, что полученные концентраты жирных кислот имеют большой запас от уровня допустимых значений, указанных в СанПиН 2.3.2.1078-01 (кислотное число не более 4 мг КОН/г, перекисное число не более 10 ммоль активного кислорода/кг).

Большое значение йодного числа (151,0 %) показывает высокую степень ненасыщенности липидов семги.

Результаты, иллюстрирующие динамику кислотных и перекисных чисел в образцах жира с внесением различных растительных антиоксидантов в процессе хранения в течение 30 сут, представлены на рис. 1 и 2.

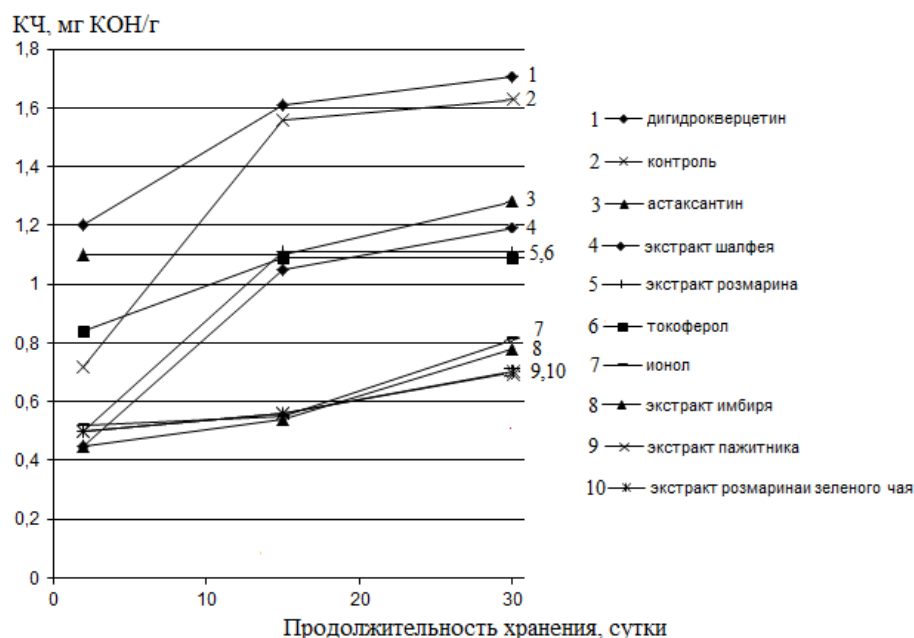


Рис. 1. Изменение кислотных чисел образцов липидов семги с растительными антиоксидантами в процессе хранения

Fig.1. Change of acid numbers of samples of lipids of a salmon with vegetable antioxidants in the course of storage

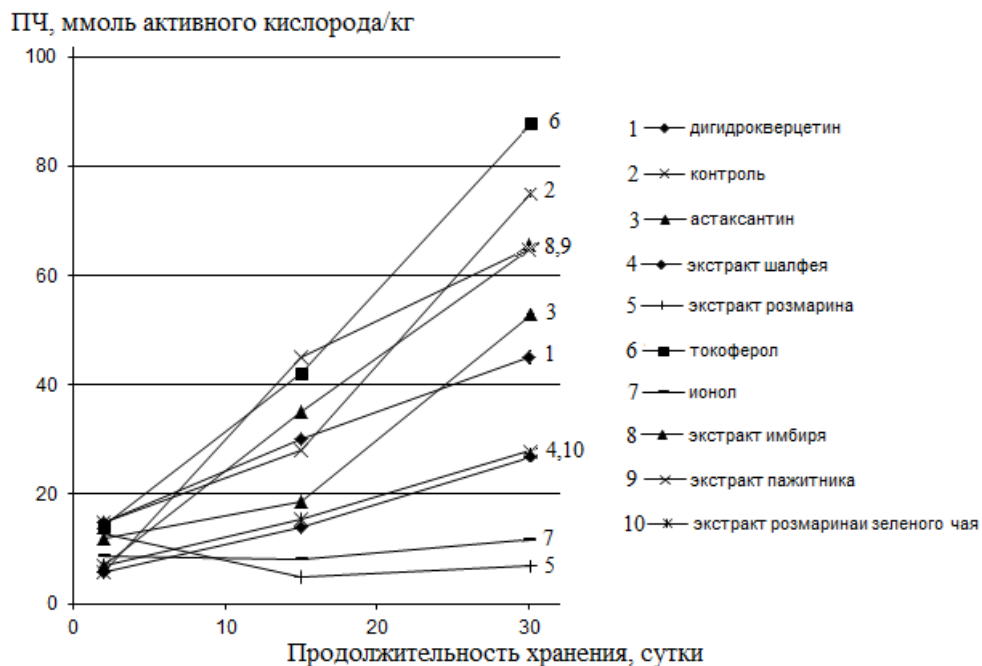


Рис. 2. Изменение перекисных чисел образцов липидов семги с растительными антиоксидантами в процессе хранения

Fig. 2. Change of peroxide numbers of samples of lipids of a salmon with vegetable antioxidants in the course of storage

Как видно (рис. 1 и 2), кривые, соответствующие контрольным образцам, располагаются выше кривых для образцов жира с добавлением антиоксидантов. По истечении 30 сут хранения кислотные числа всех образцов находятся в пределах допустимых значений – меньше 4 мг КОН/г (рис.1). Наибольшую эффективность при стабилизации гидролитических процессов в жире проявляет смесь экстрактов розмарина и зеленого чая.

Представленные данные (рис. 2) показывают, что активно использующийся в препаратах ПНЖК токоферол имеет меньшую эффективность в отношении стабилизации процессов перекисного окисления липидов. Наибольшую же эффективность проявляет экстракт розмарина.

В табл. 2 приведены данные, характеризующие интенсивность протекания гидролитических и окислительных процессов в образцах жира при длительном хранении. Данные таблицы показывают, что длительное хранение жира при положительной температуре способствует накоплению большого количества перекисей. По истечении восьмидесяти суток хранения кислотные числа всех образцов находятся в пределах допустимых значений, в то время как перекисные числа превышают их в десятки раз.

На восьмидесятые сутки хранения для некоторых образцов характерно уменьшение значений кислотных чисел, что свидетельствует об их окислении с образованием перекисей. Небольшими относительно контрольного образца (359,89 ммоль активного кислорода/кг) остаются значения перекисных чисел образцов с экстрактом розмарина (17,28 ммоль активного кислорода/кг) и ионолом (22,64 ммоль активного кислорода/кг).

Таблица 2. Характеристика гидролитических и окислительных процессов, протекающих в образцах жира семги с антиоксидантами при длительном хранении

Table 2. The characteristic of the hydrolytic and oxidizing processes proceeding in samples of fat of a salmon with antioxidants at long storage

Используемый антиокислитель	Показатели			
	Кислотное число, мг КОН/г		Перекисное число, ммоль активного кислорода/кг	
	60 сут	80 сут	60 сут	80 сут
Дигидрокверцетин	1,90	2,15	74,80	110,00
Астаксантин	1,64	1,42	120,00	106,36
Ионол	1,33	1,98	18,9	22,64
Токоферол	1,09	1,21	177,60	327,56
Экстракт розмарина	1,11	1,42	10,90	17,28
Экстракт шалфея	1,47	1,11	52,00	84,50
Экстракт пажитника	0,98	0,81	104,89	132,11
Экстракт имбиря	1,26	0,82	123,90	132,00
Экстракт розмарина и зеленого чая	0,99	1,05	52,90	83,67
Контрольный образец	1,76	2,11	168,00	359,89

Эффективность экстракта розмарина и смеси экстрактов розмарина и зеленого чая в отношении стабилизации гидролитических и окислительных процессов ПНЖК семги объясняется высоким содержанием в них жирорастворимых антиоксидантов. Были проведены исследования по определению суммарного содержания жирорастворимых антиоксидантов в используемых экстрактах, которые показывают, что в СО<sub>2</sub>-экстракте розмарина фирмы «Караван» и смеси экстрактов розмарина и зеленого чая оно составляет 10,10 и 12,00 мг/г соответственно (стандарт – галловая кислота). Эти значения превышают соответствующие показатели для экстрактов шалфея, пажитника и имбиря – 1,4, 1,1 и 0,2 мг/г соответственно [6].

#### ВЫВОДЫ

1. Природные антиокислители проявляют выраженное ингибирующее действие на процессы гидролиза и окисления липидов семги. Лучший эффект достигается при использовании экстракта розмарина и смеси экстрактов розмарина и зеленого чая.

2. Применение растительных экстрактов в препаратах ПНЖК не только позволяет сохранить их качество, но также делает возможным создание композиций, богатых биологически активными веществами, которые можно с успехом использовать в лечебно-профилактическом питании различных групп населения.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Биотехнология гидробионтов / под ред. О.Я. Мезеновой, В.П. Терещенко. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2004. – 461 с.
2. Singer, P. Omega-3-FettsäurenmarinenundpflanzlichenUrsprungs: Versuch einer Bilanz / P. Singer // Ernährungs-Umschau. – 2003. – № 50. – S. 296-306.
3. Гаврисюк, В. К. Применение Омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в медицине / В.К. Гаврисюк // Украинский пульмонологический журнал. – 2001. – № 3. – С. 5-10.
4. Serfert, Y. Auswirkung von Trägermatrix und verfahrenstechnischen Parametern auf Struktur und Stabilität von mikroverkapselten langkettigen mehrfach ungesättigten Fettsäuren / Y. Serfert // Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. – 2009. – 122 S.
5. Stockmann, H. Einsatz von Antioxidantien zur Stabilisierung von Fisch- und Sojaöl / H. Stockmann, A. Holthausen // Lohmann Information. – 2005. – № 4. – S. 1-4.
6. Шарыгина, Я.И. Исследование антиоксидантных свойств фитоэкстрактов / Я.И. Шарыгина, Л.С. Байдалинова // Инновации в науке и образовании – 2011: IX Междунар. науч. конф.: труды. – Калининград (18-20 окт. 2011 г.) – С. 296-298.

## PROSPECTS OF USE OF VEGETABLE ANTIOXIDANTS FOR STABILIZATION OF HYDROLYTIC AND OXIDIZING PROCESSES IN PREPARATIONS OF POLYUNSATURATED FATTY ACIDS

L.S. Baydalinova, S.V. Andronova

Influence of natural antioxidants of the bioflavonoidny nature on processes of hydrolysis and oxidation of fraction of the nonsaturated lipids received from waste from cutting of a salmon is investigated.

*cardiovascular diseases, unsaturated fatty acid, oxidation of lipids, extracts of rosemary, fenugreek, ginger, sage, green tea, astaxanthin, dihydroquercetin, ionol*