

# Антирадикальные свойства экстрактов каротиноидов из двустворчатого моллюска Дальневосточного региона *Anadara Broughtonii* и применение в масложировых эмульсионных продуктах<sup>1</sup>

Оксана Табакаева\*, Антон Табакаев, Татьяна Каленик

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

## Информация о статье

Поступила в редакцию:

28.03.2018

Принята

к опубликованию:

10.04.2018

УДК 543.544

JEL L66

## Ключевые слова:

каротиноиды, двустворчатый моллюск *A. broughtonii*, масляный экстракт, антирадикальные свойства, майонез, соус майонезный

## Keywords:

carotenoids, bivalve mollusk *A. broughtonii*, oil extract, antiradical properties, mayonnaise, mayonnaise sauce

## Аннотация

Представлены результаты исследования антирадикальных свойств масляных экстрактов каротиноидов из двустворчатого моллюска *A. broughtonii*. Установлено, что экстракты морских каротиноидов проявляют высокие антирадикальные свойства. Экспериментально доказано, что введение экстракта в состав майонезов и соусов майонезных позволяет замедлить процессы окисления липидов (снижение перекисного числа на 20–43%) и гидролиза триглицеридов (снижение кислотного числа на 10–31%) в сравнении с контролем. Установленный срок годности разработанных масложировых эмульсионных продуктов, обогащенных морскими каротиноидами, составил не менее 90 суток.

## Anti-radical Properties of the Carotenoid Extracts Obtained from the Bivalve Mollusk *Anadara Broughtonii* Found in the Russian Far East and Their Use in Fat-and-Oil Emulsion Products

Oksana Tabakaeva, Anton Tabakaev, Tatiana Kalenik

## Abstract

The article demonstrates the antiradical properties of the carotenoid oil extracts obtained from the bivalve mollusk *A. broughtonii* (found in the Russian Far East). Its soft tissues (motor muscle, mantle, adductor, and internal organs) were used to obtain the extracts. Organic solvents (ethanol, propylene glycol PG, polypropylene glycol PPG, vegetable soybean oil) were used as extractants. The oil extracts were made by the two-stage extraction method. It has been found that the extracts of the marine carotenoids exhibit high antiradical properties. Estimation of the antiradical activity of the carotenoids oil extracts obtained from the soft parts of the mollusk *Anadara broughtonii*, as well

<sup>1</sup> Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект № 14-50-00034).

\* Автор для связи: [tabakaeva.ov@dvfu.ru](mailto:tabakaeva.ov@dvfu.ru)

DOI <http://dx.doi.org/10.24866/2311-2271/2018-4/156-164>

*as the well-known antioxidant ionol, proved to have utterly high ability to bind the DPPH radical in all studied extracts (diphenylpicrylhydrazyl). It has been identified that the introduction of the extract into mayonnaise composition offers possibility to slow down the oxidation of lipids (a decrease in the peroxide number by 20–43%) and the hydrolysis of triglycerides (a decrease in the acid number by 10–31%) in comparison with those of the control. The fixed time of the developed fat-and-oil emulsion products shelf life enriched in marine carotenoids was at least 90 days.*

### **Введение**

Ресурсы Мирового океана издавна используются человечеством в пищевых технологиях и биотехнологиях ввиду высокой пищевой и биологической ценности, уникальности химического состава, присутствия биологически активных веществ различной направленности. Кроме рыбного сырья особый интерес представляют нерыбные объекты водного промысла – моллюски, иглокожие, ракообразные, отличающиеся от многих наземных организмов значительным разнообразием метаболитов, среди которых доминирующая часть представлена функциональными соединениями. К соединениям такого типа относятся каротиноиды, фосфолипиды, сапонины, ПНЖК, которые проявляют антиоксидантную, иммуномодулирующую, радиопротекторную, гиполипидемическую, противоопухолевую активности [1]. Таксономическое многообразие живых организмов водного происхождения определяет существенный интерес к исследованию биологически активных веществ, продуцируемых ими.

Одним из перспективных классов веществ с установленной биологической активностью являются каротиноиды, в том числе и морского генеза [2, 3]. Каротиноиды нейтрализуют перекисные радикалы и препятствуют перекисному окислению липидных компонентов клеточных мембран [4–8]. Морские организмы, в отличие от наземных, содержат каротиноиды с большим разнообразием функциональных групп и типов химических связей, что увеличивает их реакционную способность по отношению к активным формам кислорода и свободным радикалам и обеспечивает выраженные антиоксидантные свойства. Исследования последних лет показали, что астаксантин оказывается антиоксидантом более эффективным по сравнению с такими известными акцепторами и свободных радикалов, как  $\alpha$ -токоферол (витамин Е),  $\beta$ -каротин, ликопин, лютеин и др. [9]. Также для астаксантина, типичного для многих морских животных, показано, что его антиоксидантная активность в десять раз превышает аналогичные свойства  $\beta$ -каротина [10]. Антиоксидантные свойства многих каротиноидов обуславливают их радиопротекторное, антимуtagenное, иммуномодулирующее, антиинфекционное, антиканцерогенное действия [11–17].

Из донных беспозвоночных двустворчатые моллюски относятся к числу наиболее энергично промысляемых видов. Большинство двустворчатых моллюсков преимущественно питается водорослями, изобилующими каротиноидами и пигментами, которые накапливаются в тканях их тела и могут извлекаться различными экстрагентами. Данные экстракты должны характеризоваться определенными антирадикальными свойствами, которые могут найти практическое применение в пищевой и фармацевтической промышленности. Исходя из этого, изучение антирадикальных свойств экстрактов морских каротиноидов из двустворчатых моллюсков является актуальным.

Ранее проведенными исследованиями установлено содержание каротиноидов в мягких частях двустворчатого моллюска *A. broughtonii*, составляющее 3,2–5,7 мг/100г сырого веса и идентифицировано 7 представителей [18].

### Объекты и методы исследований

Для получения экстрактов использовали все целиком мягкие ткани двусторчатого моллюска *A. broughtonii* (двигательный мускул, мантия, аддуктор, внутренности) Дальневосточного региона. В качестве экстрагентов использовали органические растворители (этанол, пропиленгликоль (ПГ), полипропиленгликоль (ППГ), растительное соевое масло). Масляные экстракты получали методом двухступенчатой экстракции. Антирадикальные свойства экстрактов оценивали по способности взаимодействовать со стабильным свободным 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (ДФПГ) радикалом *in vitro*. Определение проводили в реакционной смеси, содержащей 3 мл 0,3 мМ ДФПГ в этаноле, 1 мл 50 мМ трис-НСl-буфера, рН 7,4, и 1 мл экстракта или гидролизата [19]. После 30 мин инкубации при комнатной температуре регистрировали значения оптической плотности при  $\lambda = 517$  нм. Исследования проведены на сканирующем спектрофотометре «UV-1800» («Шимадзу», Япония) в кюветах  $l = 1$  см при  $T = 298$  °К.

Радикалсвязывающие свойства характеризовали следующими показателями:

- радикалсвязывающая активность (РСА) рассчитывали по формуле 1:

$$PCA (\%) = \frac{D_{517I} - D_{517II}}{D_{517I}} * 100, \quad (1)$$

где  $D_{517I}$  – контроль,  $D_{517II}$  – образец;

- эффективная концентрация вещества, при которой восстанавливается 50% свободных радикалов ДФПГ ( $E_{C50}$ );
- время восстановления половины количества радикала ( $T_{EC50}$ ), мин;
- антирадикальная эффективность (АЕ) – характеристика, связывающая время восстановления половины количества радикала ( $T_{EC50}$ ) и необходимую для этого концентрацию субстрата ( $E_{C50}$ ), которую рассчитывали по формуле 2:

$$AE = 1/(E_{C50} * T_{EC50}), \quad (2)$$

Антирадикальные свойства сравнивали с эффектом синтетического антиоксиданта ионола (2,6-дитретбутил-4-метил-фенол), который предварительно очищали перекристаллизацией из этанола, выделенные кристаллы сушили и возгоняли в вакууме.

Определение кислотного числа липидов, выделенных из масложирового эмульсионного продукта, осуществляли нейтрализацией свободных жирных кислот, содержащихся в навеске исследуемого масла, спиртовым раствором гидроксида натрия (ГОСТ Р 52110, 2013). Определение перекисного числа липидов, выделенных из масложирового эмульсионного продукта, осуществляли титриметрическим методом путем количественного определения раствором тиосульфата натрия выделившегося йода при взаимодействии продуктов окисления липидов (перекисей и гидроперекисей) с иодистым калием в растворе уксусной кислоты и хлороформа (ГОСТ Р 51487, 1999).

### Результаты и их обсуждение

На первом этапе работы проведена оценка антирадикальных свойств масляных экстрактов морских каротиноидов из двустворчатого моллюска *A. broughtonii*. Результаты определения антирадикальной активности экстрактов каротиноидов из мягких частей моллюска *A. broughtonii* представлены на рис. 1 и в табл. 1.

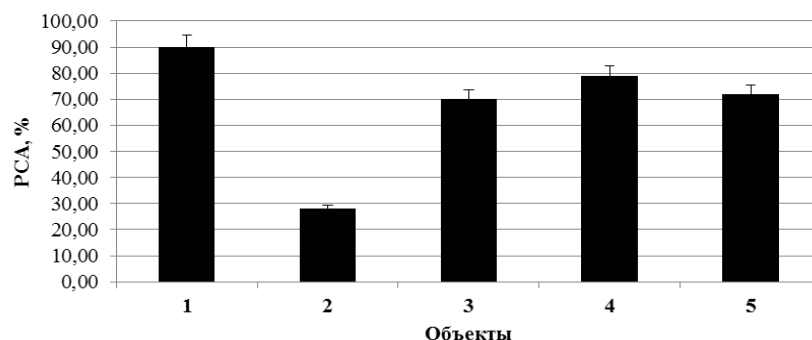


Рис. 1. Радикалсвязывающая активность масляных экстрактов из моллюска *A. broughtonii* и ионола

Примечание: 1 – ионол, 2 – масло, 3 – 96% этанол/масло, 4 – 50% ПГ/масло, 5 – 70% ППГ/масло

Источник: составлено авторами

Таблица 1

#### Антирадикальная активность экстрактов каротиноидов из мягких частей моллюска *A. Broughtonii*

Объект	EC <sub>50</sub> , мкг/мл	TEC <sub>50</sub> , мин	АЕ, мкг/л·с
Масло	20,0±0,85	17,8±0,7	(0,28±0,01)×10 <sup>-2</sup>
96%Этанол/масло	14,5±0,68	11,4±0,5	(0,55±0,02)×10 <sup>-2</sup>
50%ПГ/масло	12,7±0,59	9,9±0,4	(0,70±0,03)×10 <sup>-2</sup>
70%ППГ/масло	15,9±0,73	13,0±0,6	(0,50 ±0,02)×10 <sup>-2</sup>
Ионол	8,75±0,41	8,0±0,4	(1,60±0,07)×10 <sup>-2</sup>

Источник: составлено авторами

Оценка антирадикальной активности масляных экстрактов каротиноидов из мягких частей моллюска *A. broughtonii*, а также известного антиоксиданта ионола, показала, что все изученные экстракты обладают достаточно высокой способностью связывать радикалДФПГ (дифенилпикрилгидразил). Радикалсвязывающая активность экстрактов каротиноидов из *A. broughtonii* изменялась в широких пределах: от 28 до 79%. Максимальный показатель отмечен у экстракта, полученного с использованием системы 50% ПГ/масло, причем его радикалсвязывающая активность на 10–13% выше, чем у экстрактов, полученных с использованием систем 96% этанол/масло и 70% ППГ/масло, и на 14% ниже активности ионола. Комплексная оценка антирадикальной активности показала, что минимальными значениями характеризуется масляный экстракт, полученный одноступенчатой экстракцией. Наиболее выраженные антирадикальные свойства продемонстрировал экстракт, полученный с использованием системы 50% ПГ/масло. В сравнение с другими полученными экстрактами он ха-

рактируется меньшей концентрацией  $E_{C50}$  (разница составляет 14–37%), меньшим значением времени  $T_{E_{C50}}$  (разница 13–44%) и большим значением антирадикальной эффективности (разница 1,27–2,5 раза). Экстракты можно расположить в ряд в порядке возрастания степени антирадикальных свойств: 50% ПП/масло > 95% этанол/масло > 70% ППП/масло > масло.

На основании анализа данных об уровне проявления антирадикальных свойств, для дальнейших исследований использован экстракт с максимальной антирадикальной активностью, полученный с использованием системы 50% ПП/масло. Масляный экстракт введен в рецептуру майонезов и соусов майонезных как компонент жировой фазы с целью защиты ее от окислительной порчи и продления срока хранения. Состав рецептур масложировых эмульсионных продуктов с экстрактом морских каротиноидов представлен в табл. 2.

Таблица 2

**Состав рецептур масложировых эмульсионных продуктов с морскими каротиноидами**

Компонент	Содержание в рецептуре, %						
	майонез			соус майонезный			
	номера рецептур						
	1	2	3	4	5	6	7
Жировая основа, в том числе масляный экстракт каротиноидов	67 27	55 27	50 24	45 24	35 18	25 12	20 12
ОЛМ	–	–	–	4	5	8	10
Яичный порошок	10	10	10	–	–	–	–
Сухое молоко	–	–	–	5	5	5	5
Лимонная кислота	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Горчичный порошок	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
Соль поваренная	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Сахар-песок	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Вода питьевая	19,35	36,35	31,35	42,35	52,35	62,35	67,35
<b>Итого</b>	100	100	100	100	100	100	100

Источник: составлено авторами

Содержание экстракта морских каротиноидов в масложировых эмульсионных продуктах варьировалось в пределах от 12 до 27% в зависимости от содержания жировой фазы в майонезе или соусе майонезном.

Качество жировой фазы майонезов и соусов майонезных и его изменение в процессе хранения оценивали следующими показателями: перекисное и кислотное числа жира, выделенного из масложировых эмульсионных продуктов. Зависимость перекисного числа жира, выделенного из масложирового эмульсионного продукта с морскими каротиноидами, от продолжительности хранения представлена на рис. 2.

Исследование влияния экстрактов морских каротиноидов на перекисное число жира, выделенного из масложировых эмульсионных продуктов, показало, что при введении данных компонентов в состав майонеза и соуса майонезного происходит снижение его значения по сравнению с контролем.

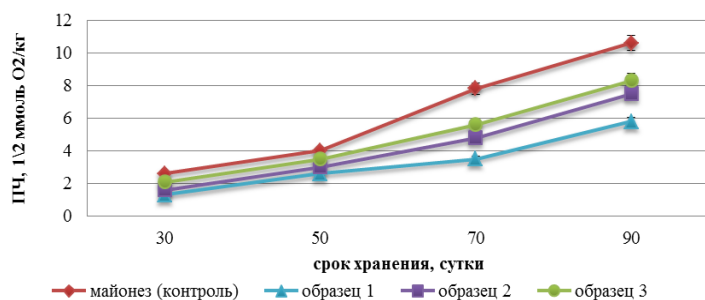


Рис. 2. Зависимость перекисного числа жира от продолжительности хранения

Примечание: образец 1 – соус майонезный с содержанием жира 35%; образец 2 – соус майонезный с содержанием жира 20%; образец 3 – майонез с содержанием жира 55%

Источник: составлено авторами

Как видно из рис. 2, в процессе хранения происходит окисление жировой фазы масложировых эмульсионных продуктов с образованием первичных продуктов окисления – перекисей и гидроперекисей, причем значение перекисного числа находится в прямой зависимости от срока хранения. Введение в состав майонеза и соуса майонезного масляного экстракта морских каротиноидов существенно тормозит процессы окисления липидов, о чем свидетельствует снижение перекисного числа по сравнению с контролем для всех исследованных образцов. Минимальное перекисное число на протяжении всего срока хранения определено для жира, выделенного из соуса майонезного с содержанием жировой фазы 35%, что объясняется наиболее высокой массовой долей экстракта каротиноидов в рецептуре. Введение экстракта морских каротиноидов в масложировую эмульсионный продукт позволяет снизить перекисное число (на 90-е сутки хранения) на 20–43% в сравнении с контролем.

Динамика изменения кислотного числа жира, выделенного из майонеза и соуса майонезного с экстрактом морских каротиноидов, в процессе хранения по сравнению с таковой для контроля представлена на рис. 3.

Полученные экспериментальные данные показывают, что в процессе хранения, кроме окисления жировой фазы майонеза и соуса майонезного, наблюдается гидролиз триглицеридов с образованием свободных жирных кислот: кислотное число липидов, выделенных из продукта, возрастает. Введение в состав масложирового эмульсионного продукта масляного экстракта морских каротиноидов замедляет гидролиз триглицеридов, о чем свидетельствует снижение кислотного числа по сравнению с контролем для всех исследованных образцов. Минимальное кислотное число на протяжении всего срока хранения определено для жира, выделенного из соуса майонезного с содержанием жировой фазы 35%.

Введение в масложировую эмульсионный продукт масляного экстракта морских каротиноидов позволяет снизить кислотное число (на 90-е сутки хранения) на 10–31% в сравнении с контролем.

Установленный срок годности полученных масложировых эмульсионных продуктов, обогащенных морскими каротиноидами составил не менее 90 суток.

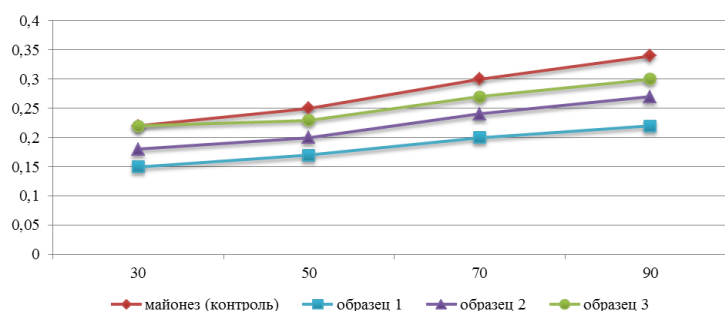


Рис. 3. Зависимость кислотного числа жира от продолжительности хранения

Примечание: образец 1 – соус майонезный с содержанием жира 35%; образец 2 – соус майонезный с содержанием жира 20%; образец 3 – майонез с содержанием жира 55%

Источник: составлено авторами

Введение в масложировой эмульсионный продукт масляного экстракта морских каротиноидов позволяет снизить кислотное число (на 90-е сутки хранения) на 10–31% в сравнении с контролем.

Установленный срок годности полученных масложировых эмульсионных продуктов, обогащенных морскими каротиноидами составил не менее 90 суток.

### Выводы

Окисление липидов в масложировых эмульсионных продуктах – это одна из причин порчи продукта. С целью замедления процессов окисления в составе масложировых эмульсионных продуктов используют антиоксиданты, часто синтетического происхождения, что является нежелательным. Исследования по получению натуральных экстрактов с антирадикальными свойствами и их применение для стабилизации качества липидов масложировых эмульсионных продуктов являются актуальным направлением. На основании этого нами было проведено исследование антирадикальных свойств масляных экстрактов каротиноидов из двустворчатого моллюска Дальневосточного региона *A. broughtonii* и оценка эффективности применения в масложировых эмульсионных продуктах.

Полученными результатами исследования установлено, что масляные экстракты морских каротиноидов из мягких тканей *A. broughtonii* характеризуются высоким уровнем проявления антирадикальных свойств. Введение экстракта морских каротиноидов в состав жировой фазы майонезов и соусов майонезных замедляет процессы окисления и гидролиза липидов, увеличивает срок хранения продукта.

### Список источников / References

1. Досон Р., Эллиот Д., Эллиот У., Джонс К. *Справочник биохимика*. Москва, изд-во Мир, 1991. 543 с. [Doston R., Elliot D., Elliot U., Dzhons K. *Spravochnik biohimika* [Handbook of biochemistry] Moskva, Mir pub., 1991. 543 p.]
2. Печинский С.В. Курегян А.Г. Структура и биологические функции каротиноидов. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2013, № 9, сс. 4-15. [Pechinskiy S.V. Kuregyan A.G. Struktura i biologicheskie funktsii karotinoidov [Structure and biological functions of carotenoids] Voprosyi biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy himii. 2013, no 9, pp. 4-15.]

3. Miki W. Biological functions and activities of animal carotenoids. *Pure and Appl. Chem.* 1991, V. 63, no 1, pp. 141–146.
4. Дейнека В.И., Шапошников А.А., Дейнека Л.А., Гусева Т.С., Вострикова С.М., Шенцева Е.А., Закророва Л.Р. Каротиноиды: строение, биологические функции, перспективы применения. *Научные ведомости БелГУ*, 2008, № 6 (46), сс. 19-25. [Deyneka V.I., Shaposhnikov A.A., Deyneka L.A., Guseva T.S., Vostrikova S.M., Shentseva E.A., Zakrirova L.R. Karotinoidyi: stroenie, biologicheskie funktsii, perspektivy primeneniya [Carotenoids: structure, biological functions and perspectives of use]. *Nauchnyie vedomosti BelGU*, 2008, № 6 (46), pp. 19-25.]
5. Меньшикова Е.Б. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов. *Успехи современной биологии*. 1993, Т. 113, № 4, сс. 442-455. [Menshikova E.B. Antioksidanty i ingibitoryi radikalnyih okislitelnyih protsessov [Antioxidants and inhibitors of radical oxidation processes] *Uspehi sovremennoy biologii*. 1993, V. 113, no 4, pp. 442-455.]
6. Лебедева Т. С., Сытник К. М. *Пигменты растительного мира*. Киев. Изд-во Наукова думка, 1986. 84 с. [Lebedeva T. S., Syitnik K. M. *Pigmenty rastitelnogo mira* [The pigments of the plant world] Kiev. Izd-vo Naukova dumka, 1986. 84 p.]
7. Halliwell B., Aeschbach R., Auroma O.I. The characterization of antioxidants. *Fd. Chem. Toxic.* 1995, V. 33, no 7, pp. 601-617.
8. Halliwell B., Gutteridge T.M.C. Free radicals in biology and medicine. *Oxford Clarendon Press*, 1985, 332 p.
9. Сиренко Л. А., Паршикова Т.В. Каротиноиды гидробионтов. *Экология моря*. 2005, Т. 67, сс. 63-67. [Sirenko L. A., Parshikova T.V. Karotinoidyi gidrobiontov [Carotenoids of aquatic organisms] *Ekologiya morya*. 2005, V. 67, pp. 63-67.]
10. Higuers-Ciapara I., Felix-Valenzuela L., Goycoolea F.M. Astaxanthin: A Review of its Chemistry and Application. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2006, V. 46, pp. 185-196.
11. Газиев А.И. Ликопин-потенциальное средство профилактики рака и сердечно-сосудистых заболеваний. *Вопросы биологической медицинской и фармацевтической химии*, 2001, № 3, сс. 3–11. [Gaziev A. I. Likopin-potentsialnoe sredstvo profilaktiki raka i serdechno-sosudistyih zabolevaniy [Lycopene is a potential means of preventing cancer and cardiovascular diseases] *Questions of biological, medical and pharmaceutical chemistry*, 2001, no. 3, pp. 3-11.]
12. Дюмаев К.М., Воронина Т.А., Смирнов Л.Д. *Антиоксиданты в профилактике и терапии и патологий ЦНС*. Москва. Изд-во Института биомедицинской химии РАНН, 1995. 272 с. [Dyumaev K.M., Voronina T.A., Smirnov L.D. *Antioksidanty v profilaktike i terapii i patologiy TsNS*. [Antioxidants in the prevention and treatment of CNS and pathologies] Moskva. Izd-vo Instituta biomeditsinskoj himii RAMN, 1995. 272 p.]
13. Моторя Е.С., Санина Н.Т, Пивненко А.К., Гажа Л.А., Иванушко В.Н. Исследование иммуномодулирующей и мембранотропной активности каротиноидов из туники асцидии. *Тихоокеанский медицинский журнал*. 2009, № 3, сс. 28–32. [Motorya E.S., Sanina. N.T, Pivnenko A.K., Gazha L.A., Ivanushko V.N., Issledovanie immunomoduliruyushey i membrannotropnoy aktivnosti karotinoidov iz tuniki astsidii [The study of membranotropic and immunomodulatory activity of carotenoids from the tunic of ascidians.] *Tihookeanskiy meditsinskiy zhurnal*. 2009, no 3, pp. 28-32.]
14. Печинский С.В., Курегян А.Г. Влияние каротиноидов на иммунитет. *Химико-фармацевтический журнал*. 2013, Т. 47, № 10, сс. 3–8. [Pechinskiy S.V., Kuregyan A.G. Vliyanie karotinoidov na immunitet [The influence of carotenoids on the immune system] *Himiko-farmatsevticheskiy zhurnal*. 2013, V. 47, no 10, pp. 3–8.]



15. Пивненко Т.Н., Моторя Е.С., Задорожный П.А., Запорожец Т.С. Новые природные каротиноиды из Дальневосточной асцидии в качестве иммуностимуляторов и антиоксидантов. *Аллергология и иммунология*. 2007, Т. 8, № 2, сс. 339–345. [Pivnenko T.N., Motorya E.S., Zadorozhnyiy P.A., Zaporozhets T.S. Novyye prirodnyie karotinoidyi iz Dalnevostochnoy astsidii v kachestve immunostimulyatorov i antioksidantov [New natural carotenoids from the far East ascidians as Immunostimulants and antioxidants] *Allergologiya i immunologiya*. 2007, V. 8, no 2, pp. 339-345.]
16. Шашкина М.Я., П.Н. Шашкин, М.В. Максимова Радиопротекторная активность каротиноидов. *Российский биотерапевтический журнал*. 2004, Т. 3, № 2, сс. 40–41. [Shashkina M.Ya., P.N. Shashkin, M.V. Maksimova Radioprotekornaya aktivnost karotinoidov [Radioprotective activity of carotenoids] *Rossiyskiy bioterapevticheskiy zhurnal*. 2004, V. 3, no 2, pp. 40–41.]
17. Johnson E.J. The role of carotenoids in human health. *Nutr. Clin. Care*. 2002, V. 5, pp. 56-65.
18. Tabakaeva O.V., Tabakaev A.V. Tissue carotenoid composition of the Far-East bivalve mollusk *Anadara broughtonii*. *Chemistry of Natural Compounds*. 2015, V. 51, no. 6, pp.1171-1173.
19. Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakar J. Sci. Technol.*, 2004, 26(2), pp. 211-219.

#### Сведения об авторах / About authors

**Табакаева Оксана Вацлавовна**, доктор технических наук, доцент, профессор Департамента пищевых наук и технологий, Школа биомедицины, Дальневосточный федеральный университет. 690920 Россия, г. Владивосток, о-в Русский, кампус ДВФУ, корпус М.  
*E-mail: tabakaeva.ov@dvfu.ru*

Oksana V. Tabakaeva, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor, the Department of Food Science and Technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University. Building M, FEFU campus, Russky Island, Vladivostok, Russia 690920. *E-mail: tabakaeva.ov@dvfu.ru*

**Табакаев Антон Вадимович**, аспирант Департамента пищевых наук и технологий, Школа биомедицины, Дальневосточный федеральный университет. 690920 Россия, г. Владивосток, о-в Русский, кампус ДВФУ, корпус М. *E-mail: tabakaev.av@dvfu.ru*

Anton V. Tabakaev, Postgraduate Student, the Department of Food Science and Technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University. Building M, FEFU campus, Russky Island, Vladivostok, Russia 690920. *E-mail: tabakaev.av@dvfu.ru*

**Каленик Татьяна Кузьминична**, доктор биологических наук, профессор, профессор Департамента пищевых наук и технологий, Школа биомедицины, Дальневосточный федеральный университет. 690920 Россия, г. Владивосток, о-в Русский, кампус ДВФУ, корпус М.

*E-mail: kalenik.tk@dvfu.ru*

Tatiana K. Kalenik, Doctor of Biological Sciences, Professor, the Department of Food Science and Technology, School of Biomedicine, Far Eastern Federal University. Building M, FEFU campus, Russky Island, Vladivostok, Russia 690920. *E-mail: kalenik.tk@dvfu.ru*