DOI CrossRef:10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-5-14
УДК 582.26/27

Природные источники каротиноидов

Шинкарев С.М.
Shinkarev S.M.

Шинкарев С.М., кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом конструирования биопрепаратов

Самуйленко А.Я., академик РАН, доктор ветеринарных наук, заместитель директора

Неминушая Л.А., доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела обеспечения качества лекарственных средств

Скотникова Т.А., доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела обеспечения качества лекарственных средств

Еремец Н.К., кандидат биологических наук, доцент, заведующий отделом обеспечения качества лекарственных средств

Рубцова Г.Н., научный сотрудник отдела конструирования биопрепаратов (ФГБНУ "ВНИТИБП") Минобрнауки, Московская обл., Щелковский р-н, п. Биокомбината, стр. 17.

Ключевые слова: микроводоросли, каротиноиды, астаксантин, биологически активные вещества.

Резюме. Микроводоросли – природный источник многих биологически активных веществ. Они являются непосредственными продуцентами ряда полезных веществ, но и потенциальными платформами для получения генно-инженерных жирных кислот. Одно из приоритетных направлений развития биотехнологии – поиск и изучение новых, нетрадиционных источников биологически активных веществ. На сегодняшний день исследования физиологии, биохимического состава микроводорослей, технологии их воспроизводства и выделения биологически активных веществ, в том числе, антиоксидантов представляет научный и практический интерес.

Каротиноиды – это два вида более чем 700 природных жирорастворимых полиненасыщенных углеводородных соединений терпенового ряда. Вместе с хлорофиллом, обеспечивающим растениям зелёный цвет, они составляют две группы фотосинтетических пигментов и выполняют функции поглощения света с последующим преобразованием солнечной энергии в химическую. Они обеспечивают структуру фотосистемы, занимая в фотосинтетических мембранах строго определённое положение. Каротиноиды поглощают световые волны, в основном, зелёной, синей, фиолетовой, ультрафиолетовой области (длина волн 280 – 550 нм), и не содержат металлов.

К каротиноидам относятся: оранжевый пигмент каротин, красный пигмент ликопин. каротин может существовать в четырёх формах: α -каротин, β -каротин, γ -каротин и δ -каротин, из которых первые три формы представляют собой провитамин А.

Один из сильнейших природных антиоксидантов – астаксантин. Это каротиноид, имеющий по сравнению с бета-каротином два дополнительных атома кислорода на каждом из шестичленных колец. Поскольку астаксантин содер-

жит кислород, он относится к ксантофиллам. Наличие атомов кислорода придаёт астаксантину насыщенный красный цвет. Животные не синтезируют данный пигмент, накапливают его в тканях при поедании различных низших организмов, в частности фитопланктона [1].

Астаксантин выполняет различные функции в организме рыб и ракообразных и влияет на многочисленные жизненно важные процессы в их организме. С его помощью самцы изменяют цвет кожи во время брачного периода для привлечения самок. Во время созревания икры астаксантин переходит из тела самок в икру и положительно влияет на выводимость и качество потомства. Все возрастающая часть лососевых пород рыб, ракообразных производится искусственным разведением и астаксантин является одним из наиболее дорогостоящих компонентов их рациона. Повышенное содержание природного астаксантина в мышцах рыб предохраняет их от окисления. Другая функция астаксантина у рыб – источник витамина А. Астаксантин положительно воздействует на иммунную и эндокринную систему рыб. Применение астаксантина разрешено Минздравом РФ.

Источники каротиноидов. К ним относится известный вид одноклеточных зеленых водорослей-галофилов рода *Dunaliella*. – (дуналиелла солевая, или дуналиелла солоноводная), обитающий преимущественно в соленых морских водах. Вызывает красное "цветение" воды в пересыщенных солью (гипергалинных) водоемах. Высокая концентрация β-каротина позволяет им выживать в таких условиях. *Dunaliella salina* – наиболее перспективный источником каротина для биотехнологической промышленности, так как в определенных условиях способна к гиперсинтезу каротина, содержание которого в ее клетках может достигать 10%.

Самое большое количество Астаксантина (Astaxanthin) в природе содержится в зеленых водорослях *Haematococcus pluvialis*, которые способны накапливать в клетках большое количество красного гематохрома, предшественника астаксантина. Натуральный астаксантин используют в качестве компонента в производстве косметических средств, биологически активных добавок и лекарственных препаратов [2].

Мировое производство биомассы водорослей составляет более 7 тыс. тонн в год. Общий объем глобального рынка микроводорослей – 3062,8 млн \$. Потенциальный рынок России производства астаксантина, самого мощного биоантиоксиданта, составляет ежегодно 20–80 млрд. руб. Мировой рынок астаксантина, который в 2008 г. оценивался в 60 млн \$, в 2015 году составлял уже 200 млн \$, демонстрирует постоянную тенденцию роста. Около 97% астаксантина на рынке является синтетическим продуктом, который изготавливается из нефти химикатов. Стоимость искусственного достигает 2 тысяч долларов, а природный продают на рынке за 7 тысяч долларов килограмм [3].

Для производства чистого натурального экстракта микроводоросль *H. pluvialis* выращивается в искусственных условиях, где полностью исключено загрязнение. В хороших условиях водоросль имеет зеленую окраску и постоянно движется в поисках скоплений питательных веществ.

Когда питательные вещества подходят к концу, клетки начинают переходить в покоящуюся фазу, и производить огромные количества астаксантина для защиты от ультрафиолетового света и окисления. Когда клетки окончательно инцистируются, они могут содержать от 1,5 до 4% (15000–40000 миллионов долей) астаксантина по массе. Инцистированные клетки могут сохраняться в спящем состоянии многие годы до тех пор, пока не возникнут подходящие условия, и клетки не станут вновь подвижными и зелеными.

Пигмент освобождают из толстой клеточной стенки водоросли и перерабатывают. Из 1 кг биомассы производят 40 гр. чистого астаксантина. Спирулину, выращивают в

Natural sources of carotenoids

Shinkarev S.M., Samuylenko A.Ya.,
Neminushchaya L.A., Skotnikova T.A.,
Yeremets N.K., Rubtsova G.N.,

Federal State Budgetary Scientific Institution "All-Russian Scientific Research Technological Institute of Biological Industry" (VNITIBP) Ministry of Education, Schelkovo, e-mail: ook_vnitibp@mail.ru

Key words: microalgae, carotenoids, astaxanthin, biologically active substances.

Abstract. Microalgae are a natural source of many biologically active substances. They are direct producers of a number of useful substances, but also potential platforms for obtaining genetically engineered fatty acids. One of the priority directions of biotechnology development is the search and study of new, non-traditional sources of biologically active substances. To date, the study of physiology, biochemical composition of microalgae, technology of their reproduction and isolation of biologically active substances, including antioxidants is of scientific and practical interest.

открытых прудах или собирают непосредственно из океана.

Продукционные корма для лососевых рыб производятся с добавкой каротиноидов, которые придают мясу товарной рыбы сочный оранжевый цвет. Кормление производителей форели кормами с добавкой каротиноидов существенно повышает качество икры. Каротиноидные пигменты имеют большое значение в физиологии лососевых рыб. Так как рыбы не могут синтезировать каротиноиды, им необходимо получать их с пищей. Физиологический эффект для тканей тела состоит, по-видимому, в том, что каротиноиды действуют как антиоксиданты, астаксантин является провитамином для витамина А. Каротиноиды, содержащиеся в икре, защищают ее от ультрафиолетовой радиации и способствуют в потреблении кислорода. Кормление форели и лосося кормами с добавкой пигментов придает тканям тела рыб красивую ярко-оранжевую окраску, улучшает качество половых продуктов [4].

Литература

1. Микроводоросли – перспективное сырье для косметологии / Е. С. Лобкова, [и др.] Биологический факультет МГУ им. Ломоносова // Презентация. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://docplayer.ru>
2. Чеканов К.А. Функционирование фотосинтетического аппарата микроводоросли *Haematococcus pluvialis* (Chlorophyceae) при переходе в состояние гематоцисты: автореферат дис. ... канд. биологических наук / К.А. Чеканов. – М., 2016. – 22с.
3. Биотех 2030 Биоиндустрия и биоресурсы. Маркетинговые исследования мировой индустрии микроводорослей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://docplayer.ru>
4. Перспектива развития технологии производства микроводорослей / С.М. Шинкарев [и др.] // Вестник технологического университета. – 2017. – т.20. – № 14. – С.146-149.

References

1. Lobkova E. S. Microalgae - promising raw materials for cosmetology/ E. S. Lobkova, A. E. Solovchenko Biological faculty of Moscow state University. Lomonosov/Presentation. [Electronic resource.] Access mode <https://docplayer.ru>
2. Chekanov K. A. Functioning of photosynthetic apparatus of microalgae *Haematococcus pluvialis* (Chlorophyceae) in the transition to the state of hematocysts: autoreferat dis. ...kand. biological Sciences/ K. A. Chekanov. – M., 2016. – 22C.
3. Biotech 2030 Bioindustry and bioresources. Marketing research of the global microalgae industry. [Electronic resource.] – Access mode <https://docplayer.ru>
4. The prospect of development of technologies of production of microalgae/S. M. Shinkarev [et al.] //Bulletin of technological University. – 2017. – vol. 20. – № 14. – P. 146-149

Для цитирования / For citation

Природные источники каротиноидов / С.М. Шинкарев [и др.] // Ветеринария и кормление. – 2019. – №5 – С.36-37
Natural sources of carotenoids / S.M. Shinkarev [et. al.] // Veterinaria i kormlenie. – M., 2019. – № 5 – P.36-37