

Природные антиоксиданты пищевых яиц

*О.Ю. Ширяева, к.б.н., И.В. Карнаухова, к.б.н.,
ФГБОУ ВО Оренбургский ГПУ*

Природные антиоксиданты защищают биологические структуры от свободнорадикального окисления. Они в нормальных физиологических концентрациях поддерживают на постоянном низком уровне свободнорадикальные аутоокислительные процессы. Именно поэтому в клетках и тканях живых организмов их расходование и пополнение сбалансированы. Механизм действия биологических антиоксидантов сводится к смещению конкурентного отношения свободнорадикального и ферментативного окисления в пользу ферментативного, тем самым они регулируют степень подавляющего влияния свободнорадикального окисления на большинство метаболических процессов. Таким образом, действие антиоксидантов выражается в создании оптимальных условий для обмена веществ и обеспечения нормального роста клеток и тканей. Биооксиданты способны реагировать с активными формами кислорода, пероксидными радикалами липидов, инактивировать их и в результате обрывать цепи свободнорадикального окисления [1–3].

Антиоксиданты классифицируют по разным признакам. Ряд авторов выделяют высокомолекулярные (ферментативные – СОД, каталаза, глутатионзависимые ферменты) и низкомолекулярные (неферментативные – витамины А, Е, С, каротиноиды, флавоноиды) антиоксиданты. Природные антиокислители по растворимости делят на две группы: водорастворимые (серосодержащие соединения, витамины С, В₆, РР, биогенные амины) и жирорастворимые (витамины А, К, Е, липиды). В основном антиоксиданты природного происхождения являются фенольными соединениями и находят применение в профилактических целях.

Витамин А и его предшественники – каротиноиды являются важнейшими компонентами антиоксидантной защиты живого организма. В молекуле ретинола присутствуют сопряжённые двойные связи, что способствует взаимодействию его с различными свободными радикалами, в том числе и со свободными радикалами кислорода. Витамин А способствует снижению активности НАДФ*Н и аскорбатзависимого перекисного окисления в микросомах печени. В исследованиях В.И. Калмыковой и соавторов обнаружено, что ретинол тормозит микросомальное окисление липидов и препятствует накоплению перекисных продуктов окисления и реакции ретинола с олеиновой кислотой. Антиоксидантная активность витамина А наиболее отчётливо была констатирована в опытах на А-гиповитаминозных крысах, у которых сниженная резистентность эритроцитов к гемолизу восстанавливалась после введения ретинола. Действие витамина А как антиоксиданта авторы связывают с нормализацией структурно-функциональных свойств мембран и его участием в обмене тиоловых соединений [4–6].

Предшественниками витамина А являются каротиноиды. Каротиноидные пигменты в биологических системах участвуют в окислительно-восстановительных реакциях, на что указывает широкое распространение в растениях кислородных производных каротиноидов – эпоксидов. Каротиноиды при фотосенсибилизированном окислении в биологических системах инактивируют возникающий синглетный кислород и другие активные радикалы, появляющиеся в результате развития перекисного окисления.

С практической точки зрения несомненный интерес представляют данные о лечении β-каротином протопорфирий – заболеваний, которые связаны с нарушением обмена порфирина в эритроцитах и фотосенсибилизацией кожи к видимому свету. Тера-

печетический эффект обусловлен тем, что β -каротин тормозит фотохимические свободнорадикальные реакции. Данное заключение вытекает также из того, что в опытах *in vitro* облучение видимым светом в присутствии кислорода приводит к гемолизу эритроцитов больных с протопорфирией. В то же время в атмосфере азота и при добавлении β -каротина к облучаемому объекту гемолиза не происходит.

Витамин А препятствует канцерогенному действию бензпирена и других веществ. Такой эффект объясняют способностью ретинола тормозить микросомальное окисление этих соединений в активные канцерогены. Следует отметить, что витамин А может влиять на передачу наследственной информации хромосомным аппаратом клеток. Ретинол подавляет мутации, вызванные окисленными продуктами некоторых токсичных веществ, например 2-флуоренамином. Если окислительной активации для проявления действия мутагенного агента не требуется, то витамин А не оказывает защитного эффекта. Следовательно, противомутагенные свойства витамина А связаны с антиоксидантным торможением превращения ксенобиотиков [3, 4].

Каротиноиды и витамин А весьма чувствительны к окислению, они легко разрушаются в тканях организма и в продуктах питания, особенно при недостатке антиоксидантов. Высокая способность к аутоокислению данных полиненасыщенных соединений предопределяет пути их превращения в организме животных и в растениях, а также нестойкость в продуктах питания и кормах при хранении. Следовательно, становятся понятными взаимоотношения каротиноидов с витаминами Е и С, серосодержащими аминокислотами, селеном и другими биологическими антиоксидантами.

Антиоксидантное действие ретинола проявляется также в том, что он значительно усиливает антиоксидантное действие витамина Е. Биологическая активность токоферолов в значительной степени зависит от его гидрофобной боковой цепи. Изменение ряда свойств токоферолов связывается с варьированием числа изопреновых группировок их молекул. Сопоставление длины боковой цепи α -токоферола с размерами жирнокислотных частей фосфолипидов даёт основание рассматривать их как структурно соответствующие звенья в процессе специфического включения (встраивания) этой части молекулы токоферола в структуры мембраны, точнее, в её липидный двойной слой. Токоферолы участвуют в процессе разрушения свободных радикалов в клетках и регулируют интенсивность процессов перекисного окисления липидов на различных уровнях организации живых систем. Накопление перекисей в биологических системах приводит к снижению уровня токоферола вплоть до его полного исчезновения. Антиокислительная роль токоферола прослеживается на всех уровнях

биологической организации – от субклеточных частиц и мембранных образований до организма в целом. Молекулы этого витамина локализованы в основном во внутренних мембранах митохондрий. Учёными было показано корригирующее действие токоферола на нарушенные вследствие липопероксидации окислительно-восстановительные процессы в клетках. Если в митохондриях искусственно повысить содержание гидроперекисей линолевой кислоты, то наблюдается разобщение процессов дыхания и фосфорилирования, а это означает, что резко тормозится выработка энергии в клетке. Но если одновременно с перекисями ввести животным α -токоферол, то это приводит к восстановлению окислительного фосфорилирования. Кроме того, известно, что процессы перекисного окисления протекают в лизосомах в несколько раз медленнее, чем в других клеточных органеллах. В то же время мембрана лизосом очень легко повреждается под действием различных перекисных соединений. Поступление лизосомальных ферментов за пределы лизосом может приводить к протеканию большого количества биохимических реакций. Выяснено, что если животных содержать на диете, бедной витамином Е, то у них происходит выраженная активация лизосомальных ферментов. Установлено, что витамин Е участвует в защите лизосомы от разрушающего действия веществ, способных образовывать перекиси, и нормализует биохимические сдвиги при Е-витаминной недостаточности [4, 5].

Особо ценное свойство токоферола – способность поддерживать функциональную устойчивость внешней плазматической мембраны клетки. Особенно оно важно для эритроцитов, в наружной мембране которых токоферол присутствует как необходимая составная часть. В крови происходит постоянный обмен между мембранным токоферолом и токоферолом, растворённым в плазме. Следовательно, токоферол является необходимым фактором резистентности эритроцитов по отношению к гемолитическим агентам. Многие вещества, вызывающие гемолиз, при своём окислении в организме становятся источником свободных радикалов, которые инициируют перекисное окисление полиненасыщенных жирных кислот и тем самым способствуют разрыхлению эритроцитарных мембран и деградации их фосфолипидов. В конечном счёте всё это приводит к выходу гемоглобина из эритроцитов в плазму крови. Гемолитический эффект усиливается веществами, ускоряющими перекисное окисление липидов, и при введении в кровь самих липидных перекисей [2].

Ценным продуктом питания, содержащим жирорастворимые антиоксиданты, является желток яиц. В связи с этим целью исследования являлось сравнение обеспеченности жирорастворимыми антиоксидантами пищевых яиц.

Материал и методы исследования. Экспериментальная часть работы проводилась на базе

межкафедральной комплексной аналитической лаборатории ФГБОУ ВО «Оренбургский ГАУ». В качестве объекта исследования выбрано пищевое яйцо: куриное яйцо яичного кросса Хайсекс браун (ЗАО «Птицефабрика «Оренбургская»), яичного кросса Хайсекс коричневый (ОАО «Спутник») и домашнее куриное яйцо породы кур Московская чёрная, а также перепелиное яйцо («Андреевское подворье», Саракташский и Сакмарский районы).

Предметом исследования явилось количественное определение в желтке витамина А, каротиноидов и витамина Е.

Содержание витаминов А и Е определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе «Орлант». Для этого предварительно проводили омыление проб щелочью, экстракцию и отделение неомыляемой части липидов. Каротиноиды анализировали спектрофотометрическим методом [7].

Результаты исследования. В норме содержание витамина А в пищевом яйце составляет 6–12,5 мкг/г, каротиноидов – до 30 мкг/г, витамина Е – 15,4–40 мкг/г [8]. Ранее проведённые исследования показали, что содержание жирорастворимых биологически активных веществ в желтке куриных яиц, реализуемых в торговых точках города Оренбурга, находится в пределах нормы [9].

Сравнительный анализ полученных позже данных показал, что наибольшее содержание витамина А характерно для перепелиных яиц и в среднем на 40% выше, чем в курином яйце. Максимальное количество витамина А обнаружено в перепелином яйце Сакмарского района и составляет 13,40 мкг/г (рис. 1).

В курином яйце, производимом на птицефабриках Оренбургской области, количество данного витамина имеет значение ниже в среднем на 20%, чем домашнее яйцо. Содержание витамина в перепелином яйце незначительно превышает норму,

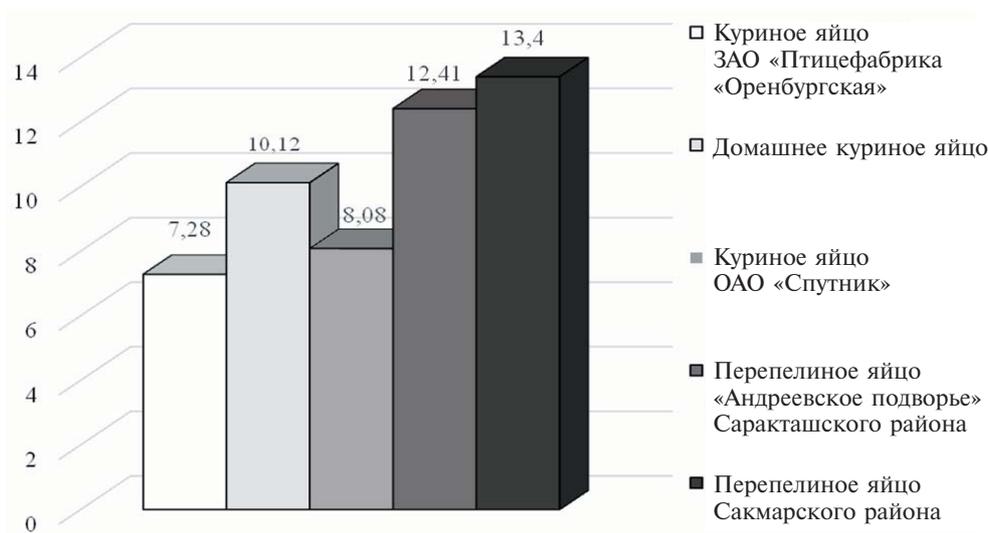


Рис. 1 – Содержание витамина А (ретинола) в пищевых яйцах, мкг/г

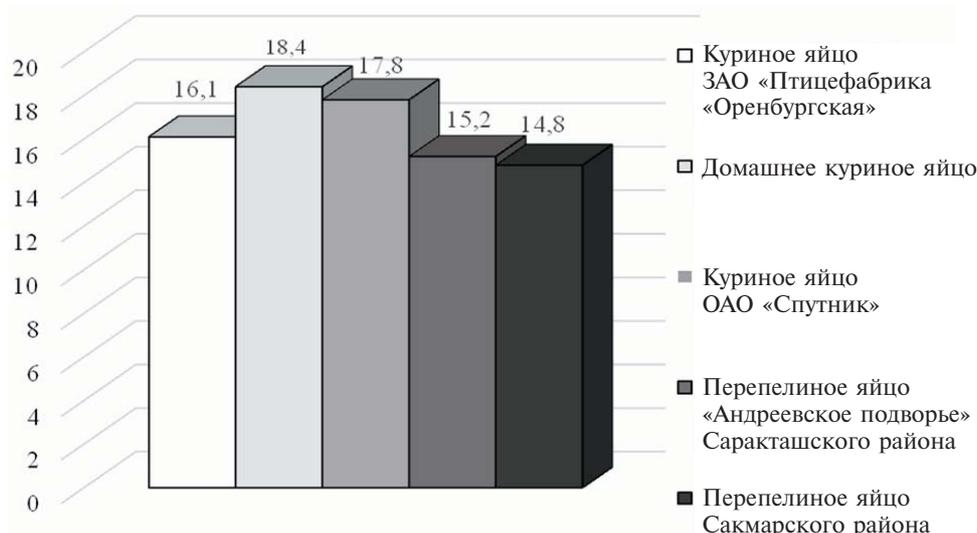


Рис. 2 – Содержание каротиноидов в пищевых яйцах, мкг/г

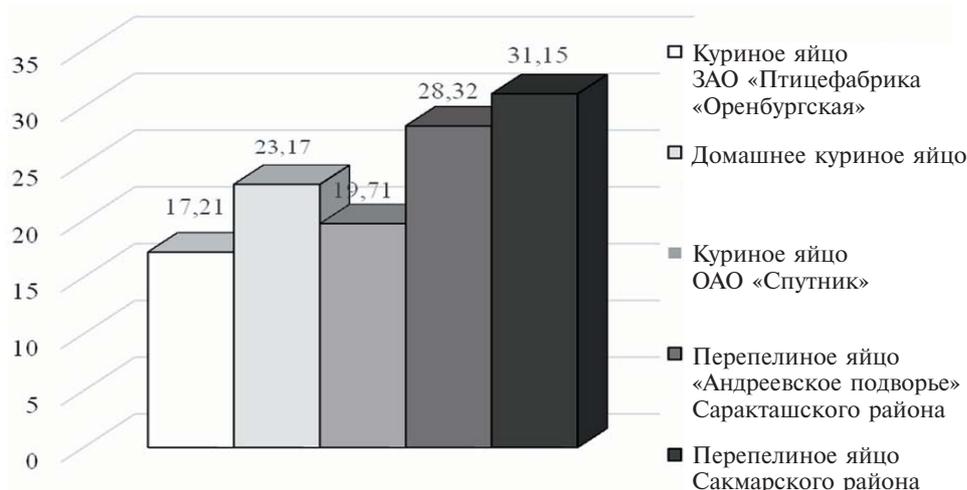


Рис. 3 – Содержание витамина Е (токоферола) в пищевых яйцах, мкг/г

что, вероятно, связано с введением в рацион птицы добавок [10].

Предшественником витамина А являются каротиноиды. Их делят на две группы структурно близких веществ: каротины (α -, β - и γ -каротины) и ксантофиллы (β -криптоксантин). Они нетоксичны в высоких дозах, но не могут полностью заменить ретинол, так как лишь ограниченное количество способно превратиться в витамин А. В основном каротиноиды сосредоточены в желтке яйца. Количественный анализ каротиноидов спектрофотометрическим методом в пищевом яйце показал, что наибольшее их содержание характерно для куриных яиц. Причём максимальное количество каротиноидов обнаружено в деревенском яйце и составило 18,4 мкг/г. В перепелином яйце данный показатель ниже значения в деревенском яйце в среднем на 18,5% (рис. 2).

Согласно проведённым исследованиям, содержание витамина Е в куриных яйцах находится в пределах 17,21–23,17 мкг/г, в перепелиных яйцах – 28,32–31,15 мкг/г. В перепелиных яйцах Сакмарского района содержится наибольшее количество витамина Е, наименьшее количество обнаружено в куриных яйцах ЗАО «Птицефабрика «Оренбургская». Следовательно, содержание данного витамина в перепелином яйце выше в среднем на 37% (рис. 3).

Таким образом, максимальное количество витаминов А и Е обнаружено в перепелиных яйцах Сакмарского района, а минимальное количество этих витаминов содержится в куриных яйцах яичного кросса Хайсекс браун (ЗАО «Птицефабрика «Оренбургская»).

При этом в желтке одного куриного яйца содержится в среднем 147,18 мкг витамина А и 345,10 мкг витамина Е, что составляет 18,4 и 28,8%

от суточной потребности для взрослого человека. В перепелином яйце содержится в среднем 64,5 мкг витамина А и 148,8 мкг витамина Е, что составляет 5,4 и 12,4% от суточной потребности для взрослого человека. Каротиноидов в курином яйце в среднем содержится 287,3 мкг, что составляет 5,7% от суточной потребности. В перепелином яйце каротиноидов в среднем содержится 75 мкг, что составляет 1,5% от суточной потребности.

Вывод. Разное содержание жирорастворимых антиоксидантов в пищевом яйце связано с неодинаковым рационом питания птицы, использованием различных добавок, а также непосредственно с физиологическими процессами в организме птицы – всасыванием каротиноидов в пищеварительном тракте из комбикорма, усвоением и конверсией их в яйцо.

Литература

1. Абрамова Ж.И., Оксенгендлер Г.И. Человек и противокислительные вещества. Л.: Наука, 1985. 230 с.
2. Журавлев А.И. Антиокислители. БМЭ. 3-е изд. М., 1975. Т. 2. С. 33–35.
3. Журавлев А.И. Биоантиокислители в животном организме // Биоантиокислители. М.: Наука, 1975. С. 19–30.
4. Иваненко Е.Ф. Биохимия витаминов. Киев: «Вища школа», 1970. 212 с.
5. Калмыкова В.И., Дмитровский А.А., Газдаров А.К. Новые методы и направления исследований витаминов-антиоксидантов // Биофизические и физико-химические исследования в витаминологии. М.: Наука, 1981. С. 43–45.
6. Николаев А.Я. Биологическая химия. М.: Высшая школа, 1989. 494 с.
7. Скурихин В.Н., Шабаев С.В. Методы анализа витаминов А, Е, D и каротина в кормах, биологических объектах и продуктах животноводства: науч. изд. М.: Химия, 1996. 87 с.
8. Штеле А.Л. Куриное яйцо: вчера, сегодня, завтра. М.: Агробизнесцентр, 2004. 196 с.
9. Ширяева О.Ю., Карнаухова И.В. Жирорастворимые биологически активные вещества желтка // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2016. № 5 (61). С. 162–163.
10. Ширяева О.Ю., Никулин В.Н. Пищевые качества яиц при введении в рацион препаратов йода и лактоамиловорина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2007. № 15. С. 161–163.