

conjugated linolenic acid suppresses chemically induced colon carcinogenesis in rats // *Cancer. Sci.* 2004.- V.95.- P.481-486.

41. Arao K., Wang Y.-M., Hirata J., Cha J.-Y., Nagao K., Yanagita T. Dietary effect of pomegranate seed oil rich in 9cis, 11trans, 13cis conjugated linolenic acid on lipid metabolism in obese, hyperlipidemic OLETF Rats // *Lipids Health Disease.*- 2004. – V.3. – P.24.

42. Дейнека, В.И. Инкрементный подход при определении состава триглицеридов / В.И. Дейнека, В.М. Староверов, Г.М. Фофанов, Л.Н. Балятинская // *Хим.-фарм. ж-л.* – 2002. – Т.36. – №7. – С.44-47.

43. Дейнека, В.И. Инкрементный подход в расчете жирнокислотного состава триглицеридов. // *Хранение и переработка сельхозсырья* / В.И. Дейнека, Г.М. Фофанов, В.А. Хлебников, Л.Н. Балятинская. – 2002. – №11. – С.20-23.

44. Дейнека, В.И. Триглицеридный состав масел косточек семи родов семейства розовых / В.И. Дейнека, Н.Г. Габрук, Л.А. Дейнека, Л.А. Манохина // *Химия природн. соединен.* – 2002. – №5. – С.333-335.

45. Дейнека, В.И. Анализ растительных масел методом микроколоночной высокоэффективной жидкостной хроматографии / В.И. Дейнека, Л.А. Дейнека // *Журнал аналит. химии.* – 2004. – Т.59. – №9. – С.1-5.

46. Дейнека, В.И. Изменение триглицеридного состава масел семян *Cucurbitaceae* и *Taraxacum officinalis* по мере созревания / В.И. Дейнека, А.М. Маслов, О.Н. Борзенко, А.А. Сиротин, Л.А. Дейнека // *Химия природных соединений.* – 2003. – №4. – С. 255-256.

47. Дейнека, В.И. Триглицеридный состав масел семян некоторых растений / В.И. Дейнека // *Химия природных соединений.* – 2003. – №6. – С.433-436.

48. Deineka V.I., Deineka L.A. Triglyceride Types of Seed Oils. I. Certain Cultivated Plants of the Solanaceae Family // *Chem. Nat. Comp.* – 2004. – V. 40. – P.184-185.

49. Deineka V.I., Deineka L.A. Type Composition of Triglycerides from Seed Oils. II. Triglycerides from Certain Cultivated Plants of the Rosaceae Family // *Chem. Nat. Comp.*- 2004.- V.40.- P.- 293-294.

50. Deineka V.I., Sirotnin A.A., Ospishcheva N.V. Type Composition of Triglyceride Seed Oils. III. Triglycerides from Certain Plants of the Ranunculaceae Family // *Chem. Nat. Comp.* – 2004. – V. 40. – P. 295-296.

51. Умаров, А.У. Масло косточек *Cerasus vulgaris* и *C. erythracarpa* / А.У. Умаров, М. Мирзабаева // *Химия природн. соединений.* – 1970. – №6. – С.756-757.

52. Chisholm M.J., Hopkins C.Y. Calendic acid in seed oils of genus *Calendula* // *Can. J. Biochem.* – 1967. – V.45. – P.251-254.

УДК 547.979.8: 591.465.13

КАРОТИНОИДЫ ЖЕЛТКА КУРИНЫХ ЯИЦ: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

В.Л. Владимиров¹, А.А. Шапошников², Д.В. Дейнека¹, Е.А. Шенцева²

¹ВНИИЖ, Московская обл., Подольский р-н, пос. Дубровицы

²Белгородский государственный университет

В работе проведен анализ каротиноидного состава желтка яиц, поступающих на рынки Белгородского региона. Для сравнения проведён анализ яиц из других областей. Установлено, что содержание каротиноидов (в пересчете на лютеин) в яйцах промышленного производства ($23,2 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$) существенно ниже, чем в продукции частных хозяйств ($39,5 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$). При этом, содержание каротиноидов в яйцах, отложенных курами с апреля по июнь, соответственно ниже ($8,8$ и $20,3 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$), чем в отобранных в период с июня по август ($44,8$ и $55,8 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$). Установлено, что основные каротиноиды исследованных образцов (лютеин и зеаксантин) в условиях частных хозяйств находятся в соотношении, более близком 4:1, чем в яйцах промышленного производства. Показано, что использование концентратов ксантофиллов в качестве кормовых добавок позволяет существенно увеличить содержание каротиноидов до $85,5 \text{ мкг} \cdot \text{г}^{-1}$, в то время как введение в корм β – каротина не приводит к существенному накоплению его в желтке яиц.

В производстве яиц одной из основных задач является повышение содержания каротиноидов, пигментов отвечающих за цветовой окрас желтка. Двумя наиболее важными каротиноидами желтка яиц являются ксантофиллы лютеин и зеаксантин [1]. Нехватка этих пигментов отвечает за возрастную потерю зрения. Достаточное потребление

ние этих веществ значительно снижает риск возникновения катаракты [2] и возрастного заболевания макулы [3]. Кроме того, установлено, что эти два ксантофилла, равно как и другие природные антиоксиданты, предотвращают развитие некоторых форм рака [4].

Одним из механизмов, которые определяют адаптивную состоятельность организма к действию неблагоприятных факторов, являются кислород-зависимые процессы, которые лежат в основе метаболизма всех клеток. Активные формы кислорода могут образовываться как в реакциях самопроизвольного, так и ферментативного окисления веществ. Примером может служить образование супероксида при автоокислении гемоглобина в метгемоглобин, при переносе электронов в митохондриальной дыхательной цепи в результате утечки электрона с восстановительного убихинона на кислород, при активации цитохром Р450-зависимых оксидоредуктаз эндоплазматического ретикулума, автоокислении самого цитохрома Р450, функционировании различных мембранно-связанных оксидаз. Супероксид также образуется в ходе одноэлектронного окисления молекулярным кислородом восстановленного флавина, например, флавина в составе ксантиндегидрогеназы [5].

Токсичные формы кислорода (супероксид, пероксид водорода, гидроксильный радикал) отличаются высокой химической активностью. Они могут реагировать с различными веществами, чаще всего липидами, инициируя цепную реакцию образования свободнорадикальных групп жирных кислот. Эти процессы изменяют гидрофобность липидов, их конформацию, приводят к образованию ковалентных сшивок между молекулами липидов, тем самым, повреждая структуру и функции мембран клеток.

Одним их важнейших предрасполагающих факторов для активации процесса перекисного окисления липидов (ПОЛ) является стресс, при котором повышается парциальное давление кислорода в крови [6]. Усиленное образование катехоламинов в этих условиях стимулирует образование активных форм кислорода, т.к. они закономерно образуются на определённых этапах биосинтеза катехоламинов. При их окислении, в частности, адреналина в адренохром возникает семихинон адреналина, который может отдавать электрон кислороду и таким образом, генерировать супероксидный радикал, который является одним из главных индукторов ПОЛ [7].

В работе [8] показана окислительная модификация белков крови, образованная под действием активных форм кислорода. Их взаимодействие с белками, приводящее к образованию их окислительной модификации, нарушает их функциональную активность (ферментативная, регуляторная, участие в матричных синтезах, транспорт ионов и липидов), а также придаёт собственным белкам антигенные свойства.

Образующиеся при нормально протекающих метаболических процессах в качестве побочных продуктов активные формы кислорода и радикалы жирных кислот инактивируются многозвеньевой антиоксидантной системой [8, 9]. Она включает в себя антиоксиданты, локализованные как в гидрофобной, так и в гидрофильной внутриклеточной и внеклеточной средах (тиоловые соединения, селеновые производные, система глутатиона), а также главные группы ферментов – антирадикальный фермент супероксиддисмутаза, антиперекисный фермент каталаза и главный сывороточный антиоксидант – фермент церулоплазмин. Высокая активность этих ферментов предотвращает накопление в клетке супероксида и пероксида водорода.

В последнее время появились экспериментальные обоснования «антиоксидантного» эффекта оксида азота [10, 11]. Модуляция генерации NO приводит к снижению интенсивности процессов свободнорадикального окисления липидов, способствуя активации ферментов антиоксидантной защиты (супероксиддисмутаза, глутатионпероксидаза, каталазы, глутатионредуктазы) и снижению интенсивности образования и накопления в организме продуктов ПОЛ, не только при патологических состояниях, но и у здоровых животных. Наряду с «собственной» ферментативной защитой организма от токсичных форм кислорода существуют природные соединения и препараты, обладающие антиоксидантными свойствами. К ним можно отнести витамин Е, растительные ксантофилы, пиг-

менты желтка куриных яиц. Антиоксиданты оказывают непосредственное ингибирующее действие на ПОЛ, восполняют израсходованные эндогенные антиоксиданты в мембранах, непосредственно реагируют с активными формами кислорода.

Целью настоящей работы было исследование состояния проблемы (содержание каротиноидов в желтке куриных яиц) в Белгородском регионе.

Методика

При определении каротиноидов яичный желток отделяли от белка и тщательно гомогенизировали. Навеску взвешивали (0,5 г) на аналитических весах и заливали 20 мл растворителя (ацетона или *n*-бутанола-1). Выдерживали 5–10 мин при интенсивном перемешивании. Полученную смесь фильтровали через бумажный фильтр, покрывающий стеклянный, в мерную колбу ($V = 25$ мл), объем раствора доводили до 25 мл и фотометрировали относительно растворителя в кварцевых кюветах ($l = 1$ см) при $\lambda_{\text{max}} = 440\text{--}445$ нм (спектрофотометр КФК-3-01). Для исследования состава каротиноидов желтка яиц был использован метод высокоэффективной жидкостной хроматографии в двух вариантах: обращённо-фазовом и нормально-фазовом. В работе использовали жидкостной хроматограф Gilson со спектрофотометрическим детектором Holochrome.

Опыты по применению препарата на основе природных ксантофиллов ОРО ГЛО (ORO GLO 20 DRY, Kemin Europa NV, Belgium), а также β -каротина проводили в нескольких частных хозяйствах Белгородской области.

Результаты и обсуждение

Исследование яичного желтка продукции белгородских птицефабрик, фермерских и частных хозяйств в течение весенне-летнего сезона 2004 года показало, что в большей части исследованной продукции птицефабрик, как Белгородской области, так и других регионов Черноземья, содержание каротиноидов в яйцах относительно невелико. В продукции частных хозяйств содержание каротиноидов в целом существенно выше (табл. 1). Основные компоненты каротиноидного комплекса желтка (лютеин, зеаксантин, криптоксантин и β -каротин) доминирующими среди которых являются первые два ксантофилла [12], должны входить в рацион кормления. Причиной большего содержания каротиноидов в яйцах частных хозяйств, по сравнению с фабричными, на наш взгляд является тот факт, что в мелких и приусадебных хозяйствах курам предоставляется возможность свободного выпаса. В этих условиях птицы могут потреблять достаточное количество зелёной травы и злаковых зёрен, а именно они являются главными источниками каротиноидов. В наиболее значительных количествах лютеин и зеаксантин содержатся в люцерне и жёлтой кукурузе, которые в изобилии произрастают в Центрально-Чернозёмном регионе [13,14].

Таблица 1

Содержание каротиноидов в яйцах кур (по Белгородской области)

Производитель	Месяц	Содержание каротиноидов, $\text{мкг} \cdot \text{кг}^{-1}$	Лютеин и зеаксантин, % от каротиноидов	Соотношение лютеин/зеаксантин
Птицефабрики и фермерские хозяйства Белгородской области	IV-VIII	23,2±1,3	87,5	2,36 : 1
Птицефабрики других областей Черноземья	VI	14,9± 2,8	84,3	2,88 : 1
Частные хозяйства				
без введения добавок	IV-VII	39,5±2,3	88,2	3,22 : 1
с добавками β -каротина	VI-VIII	32,2±1,8	86,4	3,17:1
с добавками ОРО ГЛО	VI-VIII	85,5±10,5	84,9	4,40: 1

Использование хроматографических методов при анализе желтка яиц позволило установить, что цвет желтка связан с содержанием лютеина и зеаксантина, при чём их соотношение 4:1 является оптимальным, поскольку оно соответствует относительному содержанию этих ксантофиллов в *macula lutea*. Неоксантин и виолаксантин присутствовали в незначительных количествах, а β -каротин не был обнаружен [15]. Следовательно, в производственных условиях целесообразно так сбалансировать рацион кормления, чтобы основными пигментами желтка были лютеин и зеаксантин в соотношении примерно 4:1. Перспективной в этом плане является добавка ОРО ГЛЮ. Исследования яиц нескольких частных хозяйств, в которых курам добавлялась в корм эта добавка, показало, что содержание каротиноидов в их желтке значительно превысило среднее результаты других частных хозяйств (табл. 1).

Соотношение лютеина и зеаксантина в яйцах птицефабрик как Белгородской области, так и других регионов Черноземья, было значительно хуже, чем в продукции частных хозяйств, при этом, наиболее близким к оптимальному оно было в яйцах хозяйств, использовавших ОРО ГЛЮ в качестве кормовой добавки. Результаты анализов яиц частных хозяйств, в которых использовалась кормовая добавка β -каротина, не показали каких-либо существенных отличий от продукции других частных хозяйств как в содержании каротиноидов, так и в соотношении лютеина и зеаксантина (табл. 1). Содержание самого β -каротина в исследованных образцах при этом не превышало 2,5 % от суммарного количества каротиноидов. По всей видимости, это можно объяснить тем, что большая часть β -каротина в организме птицы задолго до конверсии в яйцо перерабатывается в витамин А и только незначительное количество попадает в желток.

В работе был проведён сезонный анализ отобранных яиц, который показал, что содержание каротиноидов в желтке яиц как производства частных хозяйств (где не использовались кормовые добавки), так и птицефабрик сильно варьировало в зависимости от сезона. Яйца, отложенные с апреля по июнь, содержали значительно меньшее количество каротиноидов, чем собранные с июня по август (табл. 2). Это, по всей видимости, связано с сезонной динамикой обмена веществ у птиц, а также с тем, что в весенний период растения не в достаточной мере содержат каротиноиды. Доля суммы лютеина и зеаксантина по отношению к общему количеству каротиноидов, а также их соотношение в зависимости от сезона существенно не менялись. Но несмотря на это, фактор сезонности в накоплении каротиноидов при разработке рационов для птиц безусловно должен быть учтён.

Таблица 2

Зависимость содержания каротиноидов от времени года (месяца)

Показатель	Яйца птицефабрик и фермерских хозяйств		Яйца частных хозяйств	
	Время года (месяц)			
	Апрель – Июнь (IV – VI)		Июнь – Август (VI – VIII)	
Содержание каротиноидов	8,8 ± 0,3	20,3 ± 0,4	44,8 ± 0,5	55,8 ± 0,7
Сумма содержания лютеина и зеаксантина, %	87,2	88,0	88,3	88,0
Отношение лютеин / зеаксантин	2,29 : 1	2,41 : 1	3,18 : 1	3,23 : 1

Выводы. Таким образом, в работе проведен анализ каротиноидного состава желтка яиц, Белгородского и других регионов. Установлено, что содержание каротиноидов (в пересчете на лютеин) в яйцах промышленного производства заметно ниже, чем в продукции частных хозяйств, при этом в хозяйствах, где использовалась кормовая добавка ОРО ГЛЮ, их содержание оказалось наиболее высоким. Соотношение лютеина и зеаксантина также в продукции частных хозяйств было лучше, чем в яйцах птицефабрик, а

наиболее оптимальным оно было при введении ОРО ГЛЮ, в то время как введение β -каротина не привело к существенному соотношению каротиноидов. При этом, яйца как частных хозяйств, так и птицефабрик, отобранные в весенний период, содержали значительно меньшее количество каротиноидов, чем собранные с июля по август.

Библиографический список

1. Handelman, G.J., Nightingale, Z.D., Lichtenstein, A.H., Schaefer, E.J., Blumberg, J.B. // Am. J.Clin. Nutr. – 1999. – V.70. – P.247.
2. Lyle, B.J., Mares-Perlman J.A, Klein R., et al // Am. J.Clin. Nutr. – 1999. – V.70. – №4. – P.517.
3. Seddon, J.M., Ajani U.A., Sperduto R.D. et al // JAMA. – 1994. – V.272. – №18. – P.1413.
4. Маупе, С.Т. // FASEB J. – 1996. – №10. – P. 690.
5. Марри, Р. Биохимия человека / Р. Марри. – М.: Мир, 1993. – №2. – 380 с.
6. Куликов, В.Ю. Перекисное окисление липидов и холодовой фактор / В.Ю. Куликов, А.В. Семеник, Л.И. Колесникова. – Новосибирск: Наука. – 1988. – 198 с.
7. Меерсон, Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика [Текст] / Ф.З. Меерсон // Вестник АМН СССР. – 1984. – №4. – С.45-51.
8. Величковский, Б.Т. Свободнорадикальное окисление как звено срочной и долговременной адаптации организма к факторам окружающей среды / Б.Т. // Величковский Вестник РАМН, 2001. – № 6. – С. 45-52.
9. Воскресенский, О.Н. Антиоксидантная система, онтогенез и старение (обзор) / О.Н. Воскресенский, И.А. Жутаев, В.Н. Бобырев // Вопросы медицинской химии. – 1982. – №1. – С.14-18.
10. Манухина, Е.Б.. Роль оксида азота в сердечно-сосудистой патологии. Взгляд патофизиолога / Е.Б. Манухина, И.Ю. Малышев // Российский кардиологический журнал. – 2000. – №5.
11. Поскрипко, Ю.А. Коррекция нарушений окислительного метаболизма синтетическими аналогами токоферола / Ю.А. Поскрипко // Фармакологический журнал. – 1998. – №1. – С.104-106.
12. Schaeffer, J.L., Tyczkowski J.K., Parkhurst C.R., Hamilton P.B. // Poultry Sci. – 1988. – V.67. – №4. – P.608.
13. Statham, M. // British Poultry Sci. – 1984. – V.25. – P.153.
14. Burdick, D., Fletcher D.L. // Poultry Sci. – 1984. – V.63. – №10. – P.1946.
15. Bailey, C.A., Chen B.H. // J. Food Sci. 1989. V.54. – №3. – P. 584.
16. Hard, D.J., Scott K.J. Food Chem. – 1995. – V.54. – P.101.

УДК 615.22

ЭНДОТЕЛИОПРОТЕКТИВНОЕ ДЕЙСТВИЕ L-АРГИНИНА ПРИ ФАРМАКОЛОГИЧЕСКОМ СПОСОБЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЕФИЦИТА ОКСИДА АЗОТА

*Т.Г. Покровская, В.И. Кочкаров, Л.М. Даниленко, Г.С. Лазаренко,
Я.И. Залозных, М.В. Покровский, Е.Б. Артюшкова*

Курский государственный медицинский университет, кафедра фармакологии

В настоящее время среди всех контуров регуляции сосудистого тонуса объектом пристального внимания многих исследователей является эндотелий. Регуляция сосудистого тонуса эндотелиоцитами осуществляется посредством образования и освобождения целого ряда веществ, обладающих сосудорасширяющим и сосудосуживающим действием. Главным проявлением вазодилатирующей функции эндотелия является выработка оксида азота (NO). Оксид азота образуется из аминокислоты L-аргинина под действием NO-синтазы (NOS), в физиологии сердечно-сосудистой системы большая роль принадлежит эндотелиальной NOS. Патогенез сердечно-сосудистых заболеваний связан с нарушением дисбаланса эндотелиальных субстанций путем усиления роли одних и ослабления функционирования других. Основное значение в механизме развития эндотелиальной дисфункции имеет окислительный стресс, продукция мощных вазоконстрикторов (эндопероксида, эндотелины, АII), а также цитокинов и фактора некроза опухоли, которые подавляют продукцию азота. Однако тонкие механизмы этих процессов до конца не ясны. Это могут быть повреждения клеточных мембран, нарушение внутриклеточных механизмов регуляции, нейро-эндокринные изменения, дефицит L-аргинина.