

20. Zucconi E. Mesenchymal Stem Cells Derived From Canine Umbilical Cord Vein—A Novel Source for Cell Therapy Studies / Zucconi E, Vieira N. M., Daniela Bueno F. et al. // Stem Cells and Development. 2010 – V. 19. – N 3, P. 395–402.

Стаття надійшла до редакції 30.03.2015

<sup>1</sup> УДК 636.52/58:577.161.115

**Мароунек М.<sup>1</sup>**, професор, Ph.D., Dr. Sc., marounek.milan@vuzv.cz  
**Шкрживан М.<sup>1</sup>**, професор, Ph.D., Dr.Sc., **Енглмаєрова М.<sup>1</sup>**, Ph.D.,  
**Калачнюк М. С.<sup>2</sup>**, студент магістратури,

**Калачнюк Л. Г.<sup>2</sup>**, д.б.н., професор, lilkalachnyuk@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут тваринництва, 104 00 Прага, Чеська Республіка

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природокористування України,  
вул. Героїв Оборони, 15; Київ, 03041, Україна

### **ВПЛИВ ПРИРОДНИХ І СИНТЕТИЧНИХ КАРОТИНОЇДІВ НА ДЕЯКІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖОВТКА: КОЛІР І ОКИСНУ СТАБІЛЬНІСТЬ ЛІПІДІВ**

*Каротиноїди – це синтезовані рослинами і мікроорганізмами жовті, оранжеві і червоні пігменти, які є попередниками вітаміну А та можуть виконувати імунomodуючі функції. Зазвичай у птахівництві каротиноїди вносять у раціон курей-несучок для отримання оптимальної пігментації яєчного жовтка і збільшення окисної стабільності його ліпідів. З метою оцінки ефекту синтетичних і натуральних каротиноїдів на денну продукцію яєць і деяких інших параметрів їх якості були проведені два досліді. Курей утримували на раціонах, а саме: контрольному і дослідних з добавками синтетичних каротиноїдів - червоного і жовтого Carroghyl®, лютеїну, водоростей хлорели і гірчичної муки. Каротиноїди не мали ніякого впливу на денну продукцію яєць курки. Достовірно посилювали інтенсивність кольору жовтка як і синтетичні, так і природні каротиноїди. Carroghylls, лютеїн і Chlorella достовірно збільшили окисну стабільність ліпідів жовтка. Звідси можна зробити висновки, що, по-перше, лютеїн і Chlorella – це альтернатива синтетичним каротиноїдам, а, по-друге, використання хлорели є більш вигідним з економічної точки зору, ніж лютеїну.*

**Ключові слова:** каротиноїди, колір жовтка, стійкість до окиснення, хлорела.

УДК 636.52/58:577.161.115

**Мароунек М.<sup>1</sup>**, професор, Ph.D., Dr.Sc., marounek.milan@vuzv.cz  
**Шкрживан М.**, професор, Ph.D., Dr.Sc., **Енглмаєрова М.**, Ph.D.,  
**Калачнюк М. С.<sup>2</sup>**, студент магістратури,

**Калачнюк Л. Г.<sup>2</sup>**, д.б.н., професор, lilkalachnyuk@gmail.com

<sup>1</sup>Інститут животноводства, 104 00 Прага, Чеська Республіка

<sup>2</sup>Національний університет біоресурсів і природопользования Украины,  
ул. Героев Оборони, 15; Киев, 03041, Украина

### **ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНЫХ И СИНТЕТИЧЕСКИХ КАРОТИНОИДОВ НА НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛТКА: ЦВЕТ И ОКИСЛИТЕЛЬНУЮ СТАБИЛЬНОСТЬ ЛИПИДОВ**

*Каротиноиды – это синтезированные растениями и микроорганизмами желтые, оранжевые и красные пигменты, которые являются предшественниками витамина А и могут выполнять иммуномодулирующие функции. Обычно в птицеводстве каротиноиды вносят в рацион кур-несушек для получения оптимальной пигментации яичного желтка и увеличение окислительной*

© Мароунек М., Шкрживан М., Енглмаєрова М., Калачнюк М. С., Калачнюк Л. Г., 2015

стабільності його ліпидів. С целью оценки эффекта синтетических и натуральных каротиноидов на дневную продукцию яиц и некоторых других параметров их качества были проведены два опыта. Кур содержали на рационах, а именно: контрольном и опытных с добавками синтетических каротиноидов - красного и желтого Carrophyll®, лютеина, водорослей хлореллы и горчичной муки. Каротиноиды не имели никакого влияния на дневную продукцию яиц курицы. Интенсивность цвета желтка достоверно усиливали, как и синтетические, так и природные каротиноиды. Carophylls, лютеин и Chlorella достоверно увеличили окислительную стабильность липидов желтка. Отсюда можно сделать выводы, что, во-первых, лютеин и Chlorella – это альтернатива синтетическим каротиноидам, а, во-вторых, использование хлореллы является более выгодным с экономической точки зрения, чем лютеина.

**Ключевые слова:** каротиноиды, цвет желтка, устойчивость к окислению, хлорелла.

UDC 636.52/.58:577.161.115

**M. Marounek**<sup>1</sup>, Professor, Ph.D., Dr. Sc., marounek.milan@vuzv.cz

**M. Skřivan**<sup>1</sup>, Professor, Ph.D., Dr. Sc., **M. Englmaierová**<sup>1</sup>, Ph.D.,

**M.S. Kalachniuk**<sup>2</sup>, Student of Magistracy,

**L.G. Kalachnyuk**<sup>2</sup>, D.Biol.Sci, Professor, lilkalachnyuk@gmail.com

<sup>1</sup>Institute of Animal Science, Přátelství 815, 104 00 Prague 22, Czech Republic

<sup>2</sup>National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,  
Heroiv Oborony str.,15; Kyiv, 03041, Ukraine

#### **INFLUENCE OF NATURAL AND SYNTHETIC CAROTENOIDS ON SOME CHARACTERISTICS OF YOLK: COLOUR AND OXIDATIVE STABILITY OF LIPIDS**

Carotenoids are yellow, orange and red pigments, synthesized by plants and microorganisms. They are precursors of vitamin A and can perform immunomodulatory functions. Usually, in poultry, carotenoids are included in the diet of laying hens to obtain the optimal pigmentation of egg yolk and increase oxidative stability of yolk lipids. In order to evaluate the effect of synthetic and natural carotenoids on daily production of eggs and other quality parameters, two experiments were performed. Chickens were on control diet and experimental one supplemented synthetic carotenoids – red and yellow Carrophyll®, lutein, algae Chlorella and mustard meal. Carotenoids have had no impact on daily production of chicken eggs. Yolk colour intensity significantly strengthened under influence synthetic and natural carotenoids. Carophylls, lutein and Chlorella significantly increased oxidative stability of yolk lipids. It can be concluded that, firstly, lutein and Chlorella are an alternative to synthetic carotenoids, and, secondly, the use of chlorella is more advantageous from an economic point of view than lutein.

**Key words:** carotenoids, yolk color, resistance to oxidation, chlorella.

**Вступ.** Каротиноїди є жовтими, оранжевими і червоними пігментами, синтезованими рослинами і мікроорганізмами. У птахівництві додають каротиноїди зазвичай у раціон курей-несучок для отримання оптимальної пігментації яєчного жовтка і збільшенню окисної стабільності його ліпідів. Каротиноїди є попередниками вітаміну А, а також вони мають імуномодулюючі функції [1]. З метою подолання нестачі природних каротиноїдів продукуються синтетичні каротиноїди. Кантаксантин є прийнятним синтетичним червоним ксантофілом, доступним у птахівництві як червоний Carophyll® (DSM Nutritional Products, Швейцарія) або червоний Lucantin® (BASF, Німеччина). Переважно

доступний жовтий ксантофіл, який є естером  $\beta$ -апо-8-каротенової кислоти етанолу в жовтому Carophyll® і жовтому Lucantin®. Каротени і  $\beta$ -криптоксантин – провітаміни А. В організмі вони можуть бути перетворені в ретинол. Також лікопін – яскраво-червоний каротиноїд помідорів, був протестований в кількох дослідженнях із впливу його добавок на ліпідний профіль і якість м'яса курчат-бройлерів [2], на якість і стійкість до окиснення курячого м'яса [3], а також лікопін-вмісних побічних продуктів томатів на колір жовтка і вміст лікопину яєць [4]. Лютеїн – помаранчевий ксантофіл, який в рослинах зазвичай утворюється з каротинів. Було показано, що комерційний лютеїн і лютеїн-вмісний екстракт шпинату значно збільшували його вміст у яєчному жовтку та інтенсивність кольору жовтка [5].

Дана стаття підсумовує результати двох дослідів, метою яких було підвищення окислативної стабільності та інтенсивності забарвлення жовтків за використання природних і синтетичних каротиноїдів.

**Матеріали і методи.** У першому досліді порівнювали лютеїни висушеної хлорели і синтетичних каротиноїдів. 240 ISA коричневих курей віком 25–39 тижнів перебували в клітках, по 10 курей на клітку, та були розділені на 4 групи, птахи кожної з яких утримувалися на окремих раціонах. Перший з них – контрольний раціон, до складу якого як основні інгредієнти входили кукурудза, пшениця та соєве борошно. Кури другої групи отримували комбінацію червоного і жовтого Carophyll® по 20 і 15 мг/кг, відповідно. Кури 3-ї групи утримувалися на раціоні з додаванням порошку лютеїнового екстракту (Alchimica, Прага, Чеська Республіка) по 250 мг/кг. Раціон курей 4-ї групи був доповнений 12,5 г/кг висушеною розпиленням хлорелою, культивованою автотрофно в Інституті мікробіології (Тршебонь, Чеська Республіка).

Щодня відбирали яйця, в яких аналізували колір жовтка за використання відповідного віяла для визначення кольору (DSM Харчові продукти). Перекисне окиснення ліпідів у жовтку було визначено в яйцях свіжих і тих, що зберігалися при 18° С впродовж 4 тижнів, за допомогою тіобарбітуратного методу Piette і Raymond [6]. Ативні речовини біобарбітуратної кислоти (ТБК-продукти) виражали в мг малондальдегіду на кг.

Експериментальні дані обробляли за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA (SAS, версія 9.2).

У другому досліді порівнювали синтетичні каротиноїди, лютеїн і гірчицю, насіння якої є потенційним джерелом каротиноїдів. Сто шістьдесят ISA коричневих курей віком 20-34 тижнів були розміщені у відповідних до Директиви ЄС 1999/74 / ЄС клітках. Чотири групи курей утримували на відповідних 4 раціонах: 1) контрольної групи - без добавок каротиноїдів, 2) з добавками комбінації червоного і жовтого Carophyll®, як описано раніше, 3) з додаванням лютеїну (100 мг/кг) і 4) з добавкою 10 г/кг борошна з *Brassica juncea* (L.). Мука з гірчиці була придбана від Oseva Pro, Ltd. (Опава, Чехія). Гірчична мука містила лютеїн і зеаксантин відповідно у кількостях 11,9 і 5,2 мг/кг. Відбір проб і визначення кольору жовтків проводили як в досліді 1. Вміст  $\beta$ -каротину жовтків визначали відповідно до стандарту EN 12823-2 [7] з використанням вискоєфективної рідинної хроматографії з діод-матричним детектором (VP series; Shimadzu, Кіото, Японія). Дані були проаналізовані статистично з використанням однофакторного дисперсійного аналізу ANOVA.

**Результати досліджень.** У табл. 1 представлені результати першого досліді. Синтетичні і природні каротиноїди не мали значного впливу добову несучість

курей. Синтетичні каротиноїди Carophyll<sup>®</sup>, лютеїн і хлорела значно посилювали інтенсивність кольору жовтка. Найбільший ефект у цьому мав лютеїн. Ефект синтетичних каротиноїдів Carophyll<sup>®</sup> був кращим за такий барвників висушеної хлорели. Всі добавки значно збільшили окисну стабільність ліпідів жовтка, яка виражалась у рівні малонового діальдегіду.

Результати другого дослідю наведені в табл. 2. Джерело синтетичних та природних каротиноїдів не впливає на добову несучість курей. Колір жовтків у курей, яких утримували на раціоні з добавкою гірчичної муки був інтенсивнішим за такі ж від курей, яким давали добавку лютеїну (100 мг/кг), і значно інтенсивнішою за контроль. Добавки синтетичних каротиноїдів Carophyll<sup>®</sup> та лютеїну значно підвищували концентрації β-каротину, лютеїну і зеаксантину в яєчних жовтках. Вміст каротиноїдів у жовтку курей, яким згодовували гірчичну муку суттєво не відрізнявся від контролю.

Всі каротиноїди є ефективними антиоксидантами, які знижують окиснювальний стрес. Яйця – джерело каротиноїдів у харчовому ланцюгу людини [8]. Лютеїн і його ізомер зеаксантин накопичуються в макулярній області сітківки та захищають очі від розвитку катаракти і макулярної дегенерації [9]. Лютеїн-збагачені яйця мають більшу біодоступність для людини за комерційні добавки [10].

Колір яєчного жовтку є однією з основних характеристик якості яєць. Для задоволення споживчого попиту використовуються синтетичні каротиноїди як фарбувальні речовини. До складу таких карбонільних похідних, як кантаксантин і атаксантин, входить етиловий ефір β-апо-8-каротенової кислоти. Деякі шкідливі побічні ефекти застосування кантаксантину були описані в окремих роботах [11, 12], таким чином, максимальна його кількість має бути 8 мг/кг корму. Лютеїн і висушена розпиленням водоростей хлорела є відповідною альтернативою синтетичним каротиноїдам. З економічної точки зору, використання хлорели є більш вигідним, ніж лютеїну, вартість якого є досить дорогою.

Таблиця 1

**Денна продукція яєць, колір жовтка і окисна стабільність свіжих яєць і яєць, що зберігались впродовж 28 днів**

	Контроль	Карофіли	Лютеїн	Хлорела
Денна продукція яєць (%)	92,8	93,4	93,9	93,8
Колір жовтка (DSM-показники віяла)	6,4 <sup>d</sup>	10,7 <sup>b</sup>	13,1 <sup>a</sup>	8,9 <sup>c</sup>
ТБК продукти(мг МДА/кг)				
0 днів	1,17 <sup>a</sup>	1,00 <sup>b</sup>	0,87 <sup>c</sup>	0,90 <sup>c</sup>
28 днів	1,28 <sup>a</sup>	1,16 <sup>b</sup>	1,04 <sup>c</sup>	1,07 <sup>c</sup>

<sup>a-d</sup>  $P < 0,05$ ; МДА – малоновый діальдегід

Таблиця 2

**Денна продукція ояєць, колір жовтка і вміст каротиноїдів у жовтках**

	Контроль	карофіли	лютеїн	гірчиця
Денна продукція яєць (%)	89,0	90,0	85,5	91,8
Колір жовтка (DSM-показники віяла)	7,7 <sup>c</sup>	11,8 <sup>a</sup>	8,4 <sup>b</sup>	8,3 <sup>b</sup>
Каротиноїди (мг/г сухої речовини)				
β-каротен	0,053 <sup>c</sup>	0,078 <sup>b</sup>	0,088 <sup>a</sup>	0,055 <sup>c</sup>
Лютеїн	16,1 <sup>c</sup>	18,7 <sup>b</sup>	31,7 <sup>a</sup>	15,6 <sup>c</sup>
Зеаксантин	10,5 <sup>c</sup>	14,8 <sup>b</sup>	20,3 <sup>a</sup>	10,9 <sup>c</sup>

<sup>a-c</sup>  $P < 0,05$

Наші результати узгоджуються з даними досліджень, в яких до раціону курей-несучок використовували добавку 1 або 2% висушеної хлорели [13]. Ячний жовток містив від загального обсягу каротиноїдів вірогідно ( $P < 0,01$ ) більше на 46 і 119% та інтенсивність кольору жовтка була збільшена. Використовували в кормових пластивках інше природне джерело каротиноїдів – екстракт квіток календули (чорнобривців прямостоячих *Tagetes erecta*), комерційно доступного як Avizant® Жовтий 20 HS (Lohmann Animal Health, Куксхафен, Німеччина)

**Висновок і перспективи подальших досліджень.** Отже, лютеїн і *Chlorella* можуть слугувати альтернативою синтетичним каротиноїдам, а з економічної точки зору більш вигідним є використання хлорели порівняно з лютеїном. Перспективою подальших досліджень є вивчення впливу синтетичних і природних каротиноїдів на організм курей, продукцію яєць і їх характеристику для впровадження у виробництво.

### Література

1. Goodwin T. W. Metabolism, nutrition, and function of carotenoids // Annual Review of Nutrition. – 1986. – Vol. 6. – P. 273–297.
2. The effect of lycopene supplementation on lipid profile and meat quality of broiler chickens / S. Ševčíková, M. Skřivan, G. Dlouhá // Czech Journal of Animal Science. 2008. – Vol. 53. – P. 431–440.
3. The effect of lycopene and vitamin E on growth performance, quality and oxidative stability of chicken leg meat / M. Englmaierová, I. Bubancová, T. Vít, M. Skřivan // Czech Journal of Animal Science. – 2011. – Vol. 56. – P. 536–543.
4. In vivo antioxidant activity of carotenoid powder from tomato byproduct and its use as a source of carotenoids for egg-laying hens / F. Xue, C. Li, S. Y. Pan // Food & Function. – 2013. – Vol. 4. – P. 610–617.
5. Effect of dietary lutein sources on lutein-enriched egg production and hepatic antioxidant system in laying hens / I. Jang, Y. Ko, S. Kang et al. // Journal of Poultry Science. – 2014. – Vol. 51. – P. 58–65.
6. Comparative evaluation of methods to determine rancidity in processed meat (in German) / G. Piette, Y. Raymond // Fleischwirtschaft. – 1999. – Vol. 7. – P. 69–73.
7. EN 12823-2. Foodstuffs - Determination of vitamin A by high performance liquid chromatography-Part 2: Measurement of  $\beta$ -carotene. 2000, European Committee for Standardization, Brussels.
8. Effect of synthetic carotenoids, lutein, and mustard on the performance and egg quality / M. Englmaierová, M. Skřivan // Scientia Agriculturae Bohemica. – 2013. – Vol. 44. – P. 138–143.
9. Nutritional and clinical relevance of lutein in human health / F. Granado, B. Olmedilla, I. Blanco // British Journal of Nutrition. – 2003. – Vol. 90. – P. 487–504.
10. Lutein bioavailability is higher from lutein-enriched eggs than from supplements and spinach in men / H. Y. Chung, H. M. Rasmussen, E. J. Johnson // Journal of Nutrition. – 2004. – Vol. 134. – P. 1887–1893.
11. Canthaxanthin and the eye – a critical ocular toxicologic assessment / G. B. Arden, F.M. Barker // Journal of Toxicology-Cutaneous and Ocular Toxicology. – 1999. – Vol. 10. – P. 115–155.
12. Baker R. T. M. Canthaxanthin in aquafeed applications: Is there any risk? // Trends in Food Science and Technology. – 2001. – Vol. 18. – P. 240–243.
13. Retention of carotenoids in egg yolks of laying hens supplemented with heterotrophic *Chlorella* / V. Kotrbáček, M. Skřivan, J. Kopecký J. et al. // Czech Journal of Animal Science. – 2013. – Vol. 58. – P. 193–200.

Стаття надійшла до редакції 23.06.2015