

ПТИЦЕВЪДСТВО

**ЕФЕКТ ОТ ДОБАВКАТА НА ЛУТЕИН,
СИНТЕТИЧНИ КАРОТЕНОИДИ,
0.1% КАРОФИЛЕН ПРЕМИКС И 0.1% АВИЗАНТ
ВЪРХУ ПРОДУКТИВНОСТТА, МОРФОЛОГИЧНИТЕ
И ИНКУБАЦИОННИТЕ КАЧЕСТВА НА ЯЙЦАТА**

ДИМИТЪР ЧОТИНСКИ, ХРИСТО ПАПАЗОВ*,
ДЕСИСЛАВА АБАДЖИЕВА**, ИВАН ДЕНЕВ***
Институт по животновъдни науки - Костинброд
*Криста ООД - София

**Институт по биология и имунология на размножаването - София

***НАТСТИМ ЕООД - София

Каротеноидите са голяма група мастно-разтворими органични вещества с различни физични и химични свойства. Те осигуряват много видове пигментация благодарение на техните абсорбиращи светлината свойства. Освен това те притежават антиоксидантни и имуномодулаторни функции (**Goodwin**, 1986 ; **Bendich**, 1991 ; **Surai**, 2002).

Каротеноидите играят роля като пигменти при много животински видове. Те осигуряват пигментацията на кожата, яйчния жълтък, перата и други тъкани при безгръбначните животни, влечуги, птици и риби. Пигментите, отговорни за цвета на кожата и яйчния жълтък при птиците, са група съставки, известни като оксикаротеноиди (ксантофили). Само тези оксикаротеноиди, които притежават функционална група, съдържаща кислород като хидроксилна кето или естерна група оцветяват яйчния жълтък (**Marusich and Banernfeind**, 1981).

Характерният златисто жълт цвят на яйчния жълтък се дължи на натрупването на каротеноидни пигменти в него. Резорбцията и отлагането на каротеноиди в жълтъка зависи от поляриността на всеки каротеноид (**Na et al.**, 2004). Обикновено ефикасността на отлагането в жълтъка варира с типа на оксикаротеноидите и намалява със сумата на ксантофилите, включени във фуража (**Karunajewa et al.**, 1984; **Hencken**, 1992).

Птиците не могат да синтезират каротеноиди *de novo* и натрупаните каротеноиди имат дажбен произход. Като естествени източници на пигменти се използват царевица, люцерново брашно, различни треви (**Baiao et al.**, 1999 ; **Galobart et al.**, 2004), моркови и водорасли (**Hasin et al.**, 2006; **Hammershoey et al.**, 2010), дрожди (**Akiba et al.**, 2000), листа от черница (**Lokaewmance et al.**, 2009), чушки и невен (**Nys**, 2000; 2004 ; **Niu et al.**, 2008). Каротеноидите в естествените компоненти не са стабилни и концентрацията им намалява с 50% при съхранение в продължение на една година (**Quackenbush**, 1963).

Царевицата и люцерновото брашно съдържат жълти ксантофили, такива като лутеин и зеаксантин. Червените ксантофили (*capsanthin* и *capsorubin*) са намерени в чушките, но показват пигментираща способност наполовина до 1/3 от тази на *cantaxanthin* (**Hyughebart**, 1993 ; **Grashorn et al.**, 2000).

Като алтернатива на естествените пигменти се използват синтетични пигменти. В някои страни в Европа във фуражната промишленост най-често се добавят синтетичните каротеноиди Carophyll® Yellow (ethyl ester of β -apo-8'-carotenoic acid и Carophyll® Red (*cantaxanthin*).

За разлика от естествените каротеноиди, тези получени по химичен път (синтетични ка-

ротеноиди) се отличават с определена степен на чистота и по-голяма стабилност (Bernhard, 1990). Те също са чувствителни на окислителните процеси.

Кокошките носачки не могат да синтезират пигменти, но могат да транспортират 20-60% от тях в яйчния жълтък от естествените оцветители (Bartov and Bornstein, 1980)

Каротеноидите, отговорни за пигментацията при птиците, хранени с царевично-соева смеска са лутеинът, зеаксантинът и криптоксантинът. Лутеинът осигурява около 70% от цвета на птичите продукти (Marusich and Benernfeind, 1981). Суровите компоненти съдържат главно жълто оцветяващия лутеин. Царевичната допълнително съдържа и оранжево оцветяващия зеаксантин.

Добавката на лутеин влияе благоприятно също така върху здравословното състояние на кокошките носачки чрез увеличаване на ефикасността от ваксинацията им (Bedecards and Leeson, 2006). Каротеноидите, особено лутеинът и зеаксантинът, предотвратяват и някои болести при човека (Johnson, 2002 ; Sparks, 2006). Установено е, че те се акумулират в макулата на ретината при човека (Handelman et al., 1988). Зеаксантинът се концентрира в макулата, докато лутеинът се разпределя в цялата ретина (Handelman et al., 1991). Те предотвратяват катаракта и дегенерацията на макулата чрез филтриране и обезвреждане на сините лъчи (Landrum and Bone, 2001) Moeller et al. (2000) отбелязват, че поемането на ксантофили може да повлияе развитието на катаракта. Като антиоксиданти те предпазват лещата от окислителните процеси (Grando et al., 2003; Krinsky et al., 2003; Beatthy et al., 2004; Burke et al., 2005)

Яйчният жълтък може да се използва като източник на лутеин и зеаксантин в диетата на човека. Установено е, че при консумацията на едно яйце на ден в продължение на 5 седмици от възрастни хора концентрацията на серумния лутеин и зеаксантин значително се увеличава, без да се изменят серумните липиди и липопротеини (Goodrow et al., 2006). В друго изследване, проведено по-рано, се установява,

че при консумацията на 1.3 яйчни жълтъка/ден плазмените нива на лутеина и на зеаксантина се увеличават съответно с 28% и 142 % при възрастни хора (Handelman et al., 1999). Steinberg et al. (2000) отбелязват, че нормално в яйцата се съдържат 0.3-0.5 mg общи ксантофили като половината е лутеин. Повишаването на лутеина в яйцата може да се постигне чрез храненето с фураж, съдържащ лутеин (Leeson and Caston, 2004; Leeson et al., 2007). Авторите отбелязват, че при добавката на лутеин в дажбата на кокошките носачки съдържанието му в яйчния жълтък се увеличава от 0.3 до 1.5- 1.6 mg/60 g/яйце.

Ролята на каротеноидите като антиоксиданти и имуномодулатори е особено важна и за използването на хранителните вещества в дажбите на кокошките носачки и пилетата бройлери за подобряване на продуктивността и качеството на яйцата и месото. Cho et al. (2013) отбелязват, че при включването на 0.021% *cantaxanthin* във фуража яйчната продуктивност и оцветяването на яйчния жълтък се повишават. Авторите не установяват ефект на *canthaxanthin* върху здравината и цвета на черупката на яйцето, дебелината на черупката, височината на жълтъка и ХАФ единиците. Други автори обаче не установяват ефект при включването в дажбите на лутеин (Leeson and Caston, 2004 ; Leeson et al., 2007) и *cantaxanthin* (Garcia et al., 2002 ; Kanda et al., 2011; Rosa et al., 2012) върху яйчната продуктивност. При включването на Carophyll® Red и Carophyll® Yellow 20 и 15 mg/kg съответно, 250 mg/kg лутеин и 12.5 mg/kg Chlorella се увеличава теглото на яйцата, теглото и дебелината на черупката и намалява отношението жълтък/албумин на яйцата (Englmaierova et al., 2013)

Наличната информация в достъпната ни литература е ограничена по отношение на ефекта на синтетичните каротеноиди в пшеничено-соева смеска върху продуктивността, морфологичните и инкубационните качества на яйцата

Целта на настоящото изследване беше да се сравни ефектът на лутеина, комбинация на двата синтетични каротеноида (Carophyll® Yellow и Carophyll® Red), 0.1% карофилен

премикс и 0.1% авизант върху продуктивността, морфологичните и инкубационните качества на яйцата.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

Проведени бяха два опита с кокошки носачки. В първия опит кокошките бяха разделени в пет групи по 98 броя кокошки носачки и 12 броя петли в група. Използвани бяха общо 490 броя кокошки-носачки и 60 броя петли Lohman Brown на 28-седмична възраст. Кокошките носачки в контролната група се хранеха с ниско каротеноидна основна дажба с участието на пшеница като енергетичен източник без добавка, а птиците от опитните групи получаваха дажба с добавка на 10, 20 и 40 mg/kg лутеин съответно в III, IV и V група в продължение на 30 дни. За сравнение в I група част от пшеницата в дажбата беше заменена с царевича без добавка на лутеин и тя служеше като втора контролна група (табл. 1). В нея съдържанието на ксантофили бе по-високо в сравнение с това на групата с пшеница.

Използвана беше опаковка от 5 g активна субстанция лутеин, доведена до 10 g с пълнител. При определяне на дозата беше взето предвид, че лутеинът не е чист, а естерна форма и в 10 g опаковка има 2 g (2000 mg) чист лутеин.

Във втория опит бяха включени 588 броя кокошки носачки и 72 броя петли Lohman Brown, разделени в шест групи, като I и II група (контролни) бяха повторение от първия опит. Кокошките носачки в контролните групи получаваха основни дажби без добавка на каротеноиди. В смеската на кокошките носачки от III група се добавяше 10 mg/kg Carophyll® Yellow и 20 mg/kg Carophyll® Red, на IV група - 20 mg/kg Carophyll® Yellow и 20 mg/kg Caropyll® Red (DSM Nutritional Products, Basel, Switzerland), на V група - 0.1% карофилен премикс и на VI група – 0.1% авизант. Кокошките носачки имаха свободен достъп до храна и вода. Птиците се отглеждаха подово. В помещението се поддържаеше 20-22 °C и светлинната програма се състоеше от 16 h светлина и 8 h часа тъмнина.

По време на опита бяха контролирани:

- продуктивността на кокошките носачки - носливост, интензивност на снасяне и тегло на яйцата;

- морфологичните качества на яйцата - индекс на формата, индекс на белтъка, индекс на жълтъка, тегло и дебелина на черупката, тегло на жълтъка, ХАФ единици и цвят на жълтъка по скалата на РОШ на 32-седмична възраст.

- инкубационните качества на яйцата - при провеждане на възпроизводството бяха отчетени възпроизводителните качества на птиците от двата опита, като бяха отчетени (регистрирани) заредените, неоплодените и оплодените яйца, % на оплодяемост, умрелите при I и II преглед зародиши, броят на излюпените пилета и % люпимост.

Получените резултати бяха обработени вариационностатистически по метода на Стюдънт.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Носливост на кокошките носачки

I опит. Данни за ефекта на лутеина върху носливостта на кокошките носачки са показани в табл. 2. Вижда се, че носливостта на кокошките носачки при добавката на 10 и 20 mg/kg лутеин в комбинирания фураж не се изменя, но при добавката на 40 mg/kg лутеин е по-ниска с 2.81%. Средното тегло на яйцата се повишава незначително при добавката на лутеин в дажбата на кокошките носачки.

II опит. Носливостта на кокошките носачки при добавката на 10 mg/kg Carophyll® Yellow и 20 mg/kg Caropyll® Red (III група), 20 mg/kg Carophyll® Yellow и 20 mg/kg Carophyll® Red (IV група) съответно и 0.1% авизант намалява с 3.07, 3.32 и 4.02% и незначително се покачва при добавката на 0.1% карофилен премикс (табл. 2). Средното тегло на яйцата се повишава незначително при добавката на каротеноидите.

Морфологични качества на яйцата

Ефектът от добавката на различните дози лутеин, карофили, 0.1% авизант и 0.1% карофилен премикс върху морфологичните качества на яйцата е показан в табл. 3 и 5. При добав-

Таблица 1. Състав на комбинираните фуражи*
Table 1. **Ingredients and composition of the basal diets**

Компоненти, % Ingredients, %	Групи Groups	
	I	II
Царевица Corn	28,000	-
Пшеница Wheat	29.200	59.600
Слънчогледов шрот Sunflower meal	13.000	14.000
Соев шрот Soybean meal	13.000	12.000
Трупно брашно Meat meal	3.000	-
Мазнина (олио) Animal (vegetable) fat	2.500	3.000
Премикс 3 К Premix	0.200	0.200
Креда Limestone	9.040	9.250
Дикалциев фосфат Dicalcium phosphate	1.600	1.500
Сол Salt	0.250	0.250
Лизин Lysine	0.080	0.010
Метонин Methionine	0.080	0,050
Ензим Enzyme	0.050	0.050
Общо Total	100	100
Суров протеин, % Crude protein, %	17.75	17.68
ОЕ, kcal / kg ME, kcal / kg	2700	2720
Лизин, % Lyzine	0.82	0,78
Метионин + цистин, % Methionine +Cysteine, %	0.71	0.69
Калции, % Calcium, %	3.88	3.80
Р, усвояем, % Available P, %	0.46	0.46

Таблица 2. Продуктивност на кокошките носачки Lohman Brown
Table 1. Production performance of laying hens Lohman Brown

Групи Groups	Пол Sex	Брой n	Интензивност на снасяне, % Hen egg production, %	Средно тегло тегло на яйцата, g Egg weight, g
I опит/I experiment				
I група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	80.13	56.05
II група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	77.58	55.71
III група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	78.32	57.18
IV група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	77.23	58.59
V група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	74.77	56.59
II опит/II experiment				
I група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	80.13	56.05
II група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	77.58	55.71
III група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	74.51	57.21
IV група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	74.26	57.00
V група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	78.34	57.27
VI група	мъжки, male	12		
	женски, female	98	73.36	59.07

ката на каротеноиди в дажбата на кокошките носачки не настъпват значителни промени в теглото на яйцата, индекса на формата, индекса на жълтъка, теглото и дебелината на черупката на яйцата. В индекса на белтъка настъпва известно намаление, но то е значително при добавката на 40 mg/kg лутеин. Обратно, индексът на белтъка се повишава значително при добавката на 0.1% авизант и 0.1% карофилен премикс. Увеличава се и теглото на жълтъка при добавката на 40 mg/kg лутеин и 0.1% авизант (табл. 3 и 5).

Интензивността на цвета на жълтъка се повишава значително при включването на лутеин в дажбата на кокошките носачки (табл. 3). Във втория опит това увеличение на интензивността на цвета на жълтъка по скалата на РОШ е по-силно при добавката на синтетичните каротеноиди, като най-силно е при добавката на 0.1% авизант (табл. 5).

Инкубационни качества на яйцата

Резултатите от проведеното люпене от двата

Таблица 3. Морфологични качества на яйцата на 32-седмична възраст, I опит
Table 3. Morphological characteristics of eggs on 32 weeks age, I experiment

Показатели Characteristics	Брой numbers	Групи Groups				
		I	II	III	IV	V
Тегло на яйцата, g Egg weight, g	30	56.05	55.70	57.20	58.60	56.60
Индекс на формата Form index	30	79.38	79.71	78.93	78.88	79.30
Индекс на белтъка Albumen index	30	126.89	132.11	127.48	125.51*	128.78
Индекс на жълтъка Yolk index	30	48.03	47.60	47.70	48.67	48.13
Тегло на черупката, g Weight of shell	30	5.81	5.73	5.87	5.88	5.67
Дебелина на черупката, mm Thickness of shell	30	0.403	0.4096	0.4103	0.4123	0.4013
ХАФ единици Haugh unit (HU)	30	94.87	95.46	95.27	94.40	95.03
РОШ La Roche	30	7.97	4.07	5.23 ***	6.07***	6.21***
Тегло на жълтъка, g Yolk weight, g	30	13.02	13.06	13.27	13.17	13.66*

опита са показани в табл. 4 и 6. Люпимостта от оплодените яйца не се изменя при добавката на различни дози лутеин в дажбата на кокошките носачки. Излюпени са с 1.15 и 0.77% повече пилета от заредените яйца съответно при добавката на 10 и 20 mg/kg лутеин (табл. 4).

Във втория опит люпимостта от оплодените яйца се понижава при добавката на синтетичните каротеноиди и 0.1% карофилен премикс, като това намаление е най-малко при добавката на 0.1% авизант (табл. 6).

Установеният от нас ефект върху носливостта на кокошките носачки и качеството на яйцата при включването на лутеин в дажбата е близък до този, който установяват и **Leeson and Caston.** (2004). В проведени по-рано опити те не установяват ефект при добавката на 125, 250, 375, 500, 625, 750 и 1000 ppm лутеин в царевично-соева смеска върху продуктивнос-

тта, поемането на фуража, теглото на яйцата и качеството на яйчната черупка. Авторите отбелязват също така, че няма значително увеличение на лутеина в яйчния жълтък при добавката на повече от 375 ppm лутеин в дажбата. Няма ефект и при добавката на 125 и 250 ppm лутеин при включването на 0 и 10% грах в дажбата на кокошките носачки върху продуктивността, поемането на фуража, теглото на яйцата и деформацията на яйчната черупка (**Leeson et al., 2007**). Добавката на 30 и 120 ppm лутеин в царевично-соева смеска не подобрява и репродуктивността при зрели петли, измерена чрез качеството на спермата, фертилитета и люпимостта (**Pizzei and Bedecarrats, 2007**). Съдържанието на лутеин в яйцето се увеличава от 0.10 mg до 1.60 mg 60 -1 g при добавката на лутеин в дажбата (**Leeson et al., 2007**).

При включването на 6 mg/kg *cantaxanthin* в

Таблица 4. Инкубационни качества на яйцата, I опит
Table 4. Incubation characteristics of eggs, I experiment

Групи	Заредени яйца	Преглед на умрелите зародиши		Неоплодени яйца		Неизлюпени пилета		Нежизнени пилета		Излюпени пилета		% люпимост отоплодените яйца
Groups	Total incubated eggs,	Inspection embryo dead	Infertile	Non hatched chickens		Non viable chicks		Hatched chickens		% hatchability of fertile eggs		
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
I група	260	9	3.46	3	1.15	53	20.38	-	-	195	75.00	75.87
II група	260	10	3.85	7	2.69	42	16.15	4	1.54	201	77.31	79.47
III група	260	10	3.85	4	1.54	42	16.15	2	0.77	204	78.46	79.69
IV група	260	10	3.85	-	-	47	18.08	9	3.46	203	78.0	78.08

дажбата на родители за бройлери се повишава люпимостта, но не се изменят живото тегло, смъртността и носливостта (Rosa et al., 2012). Garcia et al. (2002) при използването на 6 ppm *cantaxanthin* в дажбата не са установили ефект и върху поемането и конверсията на фуража и носливостта. При проследяване на пренасянето на *cantaxanthin* от фуража в жълтъка на яйцето не е наблюдаван също така ефект върху поемането на фуража и носливостта (Grashorn and Steinberg, 2002). Други автори обаче отбелязват, че при добавката на 6 mg/kg *cantaxanthin* в дажбата на родителски форми от бройлерно направление се подобрява люпимостта, намалява броя на неоплодените яйца и ембрионалната смъртност (Souza et al., 2008). Liaurdo et al. (1997) докладват също така за 5.6% увеличение в люпимостта при добавката на 6 mg/kg *cantaxanthin* в дажбата на родители бройлерно направление. В друго изследване е установено, че при включването на синтетични каротеноиди, лутеин и *Chlorella* се увеличава теглото на яйцата, теглото и дебелината на черупката и намалява отношението жълтък/албумин на яйцата (Engelmaierova et al., 2013). Освен това при добавката на лутеин и *Chlorella* се увеличава концентрацията на лутеин от 12.8 до 123.9 и 49.0 mg/kg сухо вещество и

zeaxanthin от 9.2 до 123.9 и 40.1 mg/kg сухо вещество в жълтъка. Ние също така установихме известна тенденция за увеличаване теглото на яйцата, теглото и дебелината на яйчната черупка и теглото на жълтъка при добавката на лутеин в дажбата на кокошките носачки.

При включването на *astaxanthin* (вид червен пигмент) в продължение на 14 дни в смеската също не се изменят значително носливостта, теглото на яйцата, височината на жълтъка и ХАФ единиците (Yang et al., 2006). Saito and Kita (2011) внушават, че намалената люпимост на яйцата, съхранявани при висока температура (21°C) се възстановява при хранене на кокошките носачки с фураж, съдържащ *astaxanthin* и той е ефективен в ранните стадии на ембрионалното развитие.

Цветът на жълтъка пряко отразява концентрацията на пигментите в дажбата на кокошките носачки. Ние установихме, че цветът на яйчния жълтък при храненето на кокошките носачки със смеска, съставена на базата на царевица и пшеница достига 7.97 единици, докато при групата с пшеница е 4.07 единици. Тази разлика в цвета на жълтъка между двете групи се дължи на различното съдържание на оксикаротеноиди в използваните компоненти в смеските на кокошките носачки. Установените

Таблица 5 . Морфологични качества на яйцата, II опит
Table 5. Morphological characteristics of eggs, II experiment

Показатели Characteristics	Брой numbers	Групи Groups					
		I	II	III	IV	V	VI
Тегло на яйцата, g Eggs weight, g	30	56.05	55.71	57.21	57.00	57.27	59.0
Индекс на формата Form index	30	79.38	79.71	80.33	78.63	78.50	78.50
Индекс на белтъка Albumen index	30	126.89	132.11	128.09	132.92	136.94***	135.02**
Индекс на жълтъка Yolk index	30	48.03	47.60	48.57	47.75	49.31	49.49
Тегло на черупката, g Shell weight, g	30	5.81	5.73	5.66	5.59	5.57	5.80
Дебелина на черупката, mm Shell thickness (m)	30	0.4033	0.4096	0.4036	0.4017	0.3927	0.4047
ХАФ единици Haugh units (HU)	30	94.87	95.46	95.64	97.45	98.10	97.27
РОШ La Roche	30	7.97	4.07	12.43***	10.27***	10.03***	15.00***
Тегло на жълтъка, g Yolk weight, g	30	3.02	13.06	13.49	12.76	13.40	13.71*

от нас стойности в цвета на жълтъка по скалата на Рош при използването на пшеница и царевича са близки до тези, установени от **Seemann** (2000). При добавката на лутеин в дажбата значително се повишава интензивността на цвета на жълтъка. Това повишение обаче е по-слабо в сравнение с ефекта на лутеина върху цвета на яйчния жълтък и скоростта на отлагането на пигмента в жълтъка, наблюдавано по-рано от **Leeson and Caston** (2004). Добавката на лутеин в комбинация със и без грах в дажбата повишава интензивността на цвета на жълтъка и съдържанието на лутеин в яйцето и черния дроб (**Leeson et al.**, 2007). Интензивността на цвета на жълтъка по скалата на Рош се увеличава по-силно при добавката на синтетичните каротеноиди, 0.1% карофилен премикс и 0.1% авизант, като при добавката на 0.1% авизант достига максималната стойност по скалата на Рош. Ефектът при добавката на жълт и червен карофил върху цвета на жълтъка е сравним с този при кокошки носачки от хибридна ком-

бинация Хисекс (**Сурджийска**, 1996). Според **Cho et al.** (2013) цветът на жълтъка се повишава линейно при добавката на 0.011% и 0.021% *canthaxanthin* в царевично-пшеничено-соева смеска . При включването на Carophyll Yellow и продукта (ORO™ Glo Layer Dry) оцветяването на жълтъка с аро-ester е по-силно в сравнение с продукта (**Steinberg et al.**, 2000). В друго изследване е сравнен ефектът на лутеина, синтетичните каротеноиди и Chlorella и е установено , че каротеноидите и Chlorella значително увеличават цвета на жълтъка в следния ред : лутеин, синтетични каротеноиди и Chlorella (**Englmaierova et al.**, 2013). **Sidibe** (2001) дава допълнителна информация за отлагането на *canthaxanthin* в яйчния жълтък след включването на 2-6 mg/kg фураж. Интензитетът на цвета на яйчния жълтък достига плато след 10 дни, а нивата на *canthaxanthin* в яйчния жълтък, измерени между 19- и 25-ия ден отразяват стабилна взаимовръзка между *canthaxanthin* във фуража и яйчния жълтък.

Таблица 6. Инкубационни качества на яйцата, II опит
Table 6. Incubation characteristics of eggs, II experiment

Групи	Заредени яйца	Преглед на умрелите зародиши		Неоплодени яйца		Неизлюпени пилета		Нежизнени пилета		Излюпени пилета		% люпимост отоплодените яйца
Groups	Total incubated eggs,	Inspection embryo dead		Infertile		Non hatched chickens		Non viable chicks		Hatched chickens		% hatchability of fertile eggs
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
I група	260	9	3.46	3	1.15	53	20.38	-	-	195	75.00	75.87
II група	260	10	3.85	7	2.69	42	16.15	4	1.54	201	77.31	79.45
III група	260	9	3.46	2	0.77	59	22.69	3	1.15	190	73.08	73.64
IV група	260	11	4.23	3	1.15	67	25.77	4	1.54	179	68.85	69.65
V група	260	18	6.9	6	2.31	58	22.31	-	-	178	68.46	70.08
VI група	260	9	3.6	4	1.54	46	17.69	-	-	201	77.31	78.51

Цветът на жълтъка линейно се увеличава и с увеличаване на *asthaxanthin* в дажбата и значително намалява с увеличаване на времето на съхранение (Yang et al., 2006). Подобен ефект на *asthaxanthin* като естествен пигмент върху цвета на жълтъка при кокошки носачки е бил докладван по-рано (Elwinger et al., 1997; Lee et al., 1999). Zahrojian et al. (2011) заключават, че добавката на 2.5% морски водорасли *Spirulina platensis* в пшеничено-соева смеска е толкова ефективна, колкото синтетичните пигменти Lucantino Yellow и Lucantino Red в дози 30 и 35 mg/kg съответно при получаването на желан цвят на жълтъка. Оптималният цвят на жълтъка (между 11.4 и 11.6 единици) е бил постигнат при добавката на 2.0- 2.5% *Spirulina platensis* в дажбата след 7 дни и цветът на жълтъка остава стабилен, докато се включва добавката (Zahroojian et al., 2013). Akiba et al. (2000) разглеждат червено оцветяващите дрожди *Phoffia rhodozyma*, които съдържат висока концентрация на *asthaxanthin* като възможност за използване като източник на пигменти за яйчния жълтък.

По-рано Hencken (1992) докладва че *can-*

thaxantin се отлага 30 до 45%, *asthaxanthin* - 14% и *zeaxanthin* - 25% при кокошките носачки. Други автори отбелязват по-късно, че *canthaxanthin* се отлага 38% при кокошките носачки (Balnave and Bird, 1996).

Поетите естествени и синтетични каротеноиди с фуража се резорбират в тънкото черво и след това с кръвта се транспортират до черния дроб. Там една част от ксантофилите претърпяват метаболитни промени . За *canthaxanthin* е установено, че се превръща до 4'-hydroxyechineone, isozeaxanthin и 4'-oxoretinol (Tyczkowski and Hamilton, 1986 ; Schiedt, 1998). Непромененият *canthaxanthin* се транспортира чрез липопротеините в кръвта до яйчния жълтък и други органи. Намерено е, че по-малко от 40% от дажбения *canthaxanthin* се отлага в яйчния жълтък и по-малко от 10% - в други органи в тялото (Schiedt, 1987; Hope and Krennrich, 1995). При работа с белязан *canthaxanthin* е установено, че разпределението на общата радиоактивност в различните тъкани и органи е както следва: яйчник - 68-69%, черен дроб - 5.2-6.3%, мускул - 3.2-7.5%, мазнина - 1-1.2% и кожа - 1.1% (Schiedt, 1987). Според

Tyczkowski et al. (1986) черният дроб е мястото за окисление и на лутеина до 3'-oxolutein.

Съдържанието на каротеноидите в майчината дажба оказва влияние върху концентрацията на тези съставки в тъканите на потомството до 28 -дневна възраст (**Koutsos et al.**, 2003). При кокошките носачки мастноразтворимите каротеноиди се пренасят в ембрионалните тъкани чрез жълтъка (**Surai**, 2000). Намерено е, че добавката на каротеноиди в майчината дажба е решаващо за развитието на оксидантната защитна система в ембрионите (**Surai and Sparks**, 2001). Установено е също така, че концентрацията на каротеноидите в яйчния жълтък и ембрионалните тъкани може също да се повиши чрез предоставяне на кокошките носачки с каротеноиди обогатена дажба (**Surai and Sparks**, 2001; **Karadas et al.**, 2006).

Съдържанието на каротеноидите в яйчния жълтък се повлиява от нивото на каротеноидите в дажбата и те се изчерпват от яйчния жълтък при храненето на кокошките носачки с дажба без каротеноиди 30 дни (**Koutsos et al.**, 2003). Лутеинът в дажбата се пренася от кокошките носачки в яйчния жълтък и обогатяването може да се постигне чрез добавка на лутеин в дажбата на кокошките носачки (**Leeson and Caston**, 2004). Наличието на оксидантна система вътре в яйцето е решаващо за предпазване на ембриона срещу пероксидацията на липидите (**Surai and Sparks**, 2001). В предишни проучвания е намерено, че при добавката на антиоксиданти в дажбата на кокошките носачки се подобрява активността на антиоксидантната система на ембрионите и намалява чувствителността на тъканите към пероксидация на липидите (**Surai and Sparks**, 2001). Включването на *canthaxanthin* в дажбата на кокошките носачки намалява чувствителността на тъканите на едnodневните пилета към пероксидацията на липидите (**Surai et al.**, 2003).

ИЗВОДИ

Носливостта на кокошките носачки не се изменя при добавката на 10 и 20 mg/kg лутеин, но се намалява с 2.81% при добавката на

40 mg /kg лутеин. Синтетичните каротеноиди и 0.1% авизант намаляват с 3.07, 3.32 и 4.02% съответно носливостта, но тя се запазва при добавката на 0.1% карофилен премикс.

Включването на лутеин и синтетични каротеноиди предизвиква известни промени в морфологичните качества на яйцата: намалява индексът на белтъка при добавката на 40 mg /kg лутеин, но се повишава при добавката на 0.1% авизант и 0.1% карофилен премикс. Увеличава се и теглото на жълтъка при добавката на 40 mg/kg лутеин и 0.1% авизант. Интензивността на цвета на жълтъка се увеличава значително при включването на лутеин и синтетични каротеноиди в смеските на кокошките носачки.

Люпимостта от оплодените яйца не се изменя при добавката на лутеин, но се понижава от синтетичните каротеноиди

ЛИТЕРАТУРА

1. **Сурджийска, С.**, 1996. Ефект от използването на пигменти върху цвета на жълтъка на яйцата. Животновъдни науки, 4, 29-31.
2. **Akiba, Y., C. Sato, K. Takahashi, Y. Takahashi, A. Furuki, S. Konashi, H. Nishida, H. Tsunekawa, Y. Hayasaka, H. Nagao**, 2000. Pigmentation of egg yolk with Yeast *Phaffia rhodozyma* containing high concentration of Astaxanthin in laying hens fed on a low carotenoid diet, Jpn. Poul. Sci, 34, 77-85.
3. **Baiao, N. C., J. Mendez, J. Mateos, M. Garcia, G. Mateos**, 1999. Pigmenting efficiency of several oxycarotenoids on egg yolk, J. Appl. Poultry Res., 8, 472-479.
4. **Balnave, D. and J. N. Bird**, 1996. Relative efficiencies of yellow carotenoids for egg yolk pigmentation, AJAS, 9, 515-517.
5. **Bartov, I. and S. Bornsteins**, 1980. Studies on egg yolk pigmentation. Effect of ethoxquin on xanthophylls within and among genetic sources, Poultry Science, 59, 1460- 1461.
6. **Beatly, S., J. Nolan, H. Kavanagh, O.O' Dono van**, 2004. Macular pigment optical density and its relationship with serum and dietary levels of lutein and zeaxanthin. Arch. Biochem. Biophys., 430, 70-77.

7. **Bedecarrats G. Y. and S. Leeson**, 2006. Dietary lutein influences immune response in laying hens, *J. Appl. Poul. Research*, 15, 183- 189.
8. **Bendich, A.**, 1991. Beta-carotene and the immune response, *Proc. Nutr. Soc.*, 50, 263-274.
9. **Bernhard, K.**, 1990. Synthetic astaxanthin, the route of a carotenoid from research to commercialization. In: *Carotenoids, Chemistry and Biology*, Ed : Krinsky N.I., M. Mathews-Roth and R.F.Taylor, Plenum Press, New York, pp. 337-363.
10. **Burke, J. D., J. Curran-Celentano , A. J. Wenzel**, 2005. Diet and serum carotenoid concentrations affect macular pigment optical density in adults 45 years and older, *J. Nutrition*, 135, 1208- 1214.
11. **Cho, J. H., Z. Zhang and H. Kim**, 2013. Effects of canthaxanthin on egg production, egg quality, and egg yolk color in laying hens, *J. Agricultural Science*, 5, 269- 274.
12. **Elwinger, K., A.Lignell , M. Wilhelmson**, 1997. Astaxanthin rich algal meal (*Haematococcus pluvialis*) as carotenoid source in feed for laying hens. In *Proceedings of the VII European symposium on the quality of eggs and egg products*, Poznan, Poland, 52-59.
13. **Fredriksson S., K. Elwinger , J. Pickova**, 2006. Fatty acids and carotenoids composition of egg yolks as an effect of microalgae addition to feed formula to laying hens, *Food Chemistry*, 99, 530- 537.
14. **Galobart, J., R. Sala, X. Rincon-Carruyo, E. Manzanilla, B. Vil , J. Gasa**, 2004. Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigments sources, *J. Appl. Poul. Research*, 13, 328- 334.
15. **Garcia, E. A., A. Mendes, C. Pizzolent, H. Gonclaves, R. Oliveira , M. Silva**, 2002. Effect of canthaxanthin levels on performance and egg quality of laying hens, *Braz. J. Poul. Sci.*, 4, 1-4.
16. **Godwin, T. W.**, 1986. Metabolism, nutrition and function of carotenoids, *Ann.Rev. Nutrition*, 6, 273 – 297.
17. **Goodrow, E., T. Wilson, S. Crocker Houde, R. Vishwanathan, P. Scollin, G. Handelman, R. Nicolosi**, 2006. Consumption of one egg per day increases serum lutein and zeaxanthin concentrations in older adults without altering serum lipid and lipoprotein cholesterol concentrations, *J. Nutrition* , 136, 2519- 2524.
18. **Grando F., B. Olmedilla , I. Blanco**, 2004. Nutritional and clinical relevance of lutein in human health , *Br. J. Nutrition*, 90, 487- 504.
19. **Grashorn, M. A., W. Steiberg , A. Blanch**, 2000. Effects of canthaxanthin and saponified capsanthin / capsorubin in layer diets on yolk pigmentation in fresh and boiled eggs, XXI World's Poultry Congress, Montreal , Canada, August, 20-24, 2000.
20. **Hammershoy, M., U. Kidmose , S. Steinfeldt**, 2010. Deposition of carotenoids in egg yolk by short term supplement of coloured carrot (*Daucus carota*) varieties as forage material for egg laying hens, *J. Sci. Food Agriculture*, 90, 1163- 1171.
21. **Handelman, G. J., E. Dratz, C. Reay , J. G. M. Van Kuijk**, 1988. Carotenoids in the human macula and whole retina , *Invest.Ophthalmol.& Visual Science*, 29, 850- 855.
22. **Handelman, G. J., D. Snoddely, N. Krinsky, M. Russett , A. Adler**, 1991. Biological control of primate macular pigment , *Invest. Ophthalmol.& Visual Science*, 32, 257- 267.
23. **Handelman, G. J., Z.Nightingale, A. Lichtenstein , E. Schaefer , J. Blumberg**, 1999. Lutein and zeaxanthin concentrations in plasma after dietary supplementation with egg yolk, *Am. J. Clin. Nutrition*, 70, 247 – 251.
25. **Hasin, B. M., A. Ferdaus, M. Islam, M. Udin , M. S. Islam**, 2006. Marigold and orange skin as egg yolk color promoting agents, *Int. J. Poul. Sci.*, 5, 979- 987.
26. **Hencken ,H.**, 1992. Chemical and physiological behaviour of feed carotenoids and their effect on pigmentation, *Poultry Science*, 71, 711- 717.
27. **Hoppe, P. and G. Krennrich**, 1995. Concentrations and deposition rates of common carotenoids in egg yolk, *Proceedings of the 5th Symposium , Vitamine and Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier* , Jena/Thuringen, September 28-29, pp.56- 61, 1995
28. **Hyughebart, G.**, 1993. The utilization of oxy-carotenoids for egg yolk pigmentation, Thesis of the University of Gent, Belgium.

29. **Johnson, E. J.**, 2002. The role of carotenoids in human health, *Nutr.Clin. Care*, 5, 56- 65.
30. **Karadas, F., P. Surai, E. Gramenidis, E. Sparks, T. Acamovic**, 2006. Supplementation of the maternal diet with tomato powder and marigold extract : effects of the antioxidant system of the developing quail, *Br. Poul. Sci.*, 47, 200 – 208.
31. **Karunajeewa, H., R. Huges, M. Mc Donald , F. Shenstone**, 1984. A review of factors influencing pigmentation of egg yolks, *World's Pou.Sci. J.*, 40, 52- 65.
32. **Koutsos, E., A. Clifford, C. Christopher Calvert, K. Klasing**, 2003. Maternal carotenoid status modifies the incorporation of dietary carotenoids into immune tissues of growing chickens (*Gallus gallus domesticus*), *J. Nutrition*, 133, 1132 – 1138.
33. **Krinsky N. I., J. Landrum , R. Bone**, 2003. Biologic mechanisms of the protective role of lutein and zeaxanthin in the eye, *Ann.Rev. Nutr.*, 23, 171 – 201.
34. **Landrun, J. T. and R. Bone**, 2001. Lutein, zeaxanthin and macular pigment, *Arch. Biochem. Biophys.*, 385, 28 – 40.
35. **Lee, K., S. Mayers , J. Hebert**, 1999. Evaluation of crawfish astaxanthin as a natural red pigment of egg yolk, *SPSS*, 177- 178, (Abstract).
36. **Lee, S., J. Choi , B. Chal**, 2006. Effects of dietary supplementation of astaxanthin on production performance, egg quality in layers and meat quality in finishing pig, *Asian. Aust. J. Anim. Sci.*, 19, 1019- 1025.
37. **Leeson, S. and L. Castone**, 2004. Enrichment of eggs with lutein, *Poultry Science*, 83, 1709 – 1712.
38. **Leeson, S., L. Caston, H. Namkung**, 2007. Effect of dietary lutein and flax on performance, egg composition and liver status of laying hens, *Can. J. Anim. Sci.*, 87, 365 – 372.
39. **Liaurado, L., A. Francesch, J. Hernandez, J. Brufau**, 1997. Effect of canthaxanthin supplementation on the hatchability of eggs of broiler breeder, *Proceeding of the 11th European symposium on poultry nutrition* , pp. 280 – 282, Denmark.
40. **Lokaewmanee, K., S. Mompanuon, P. Khumpeerawat, Koh-en Yamauchi**, 2009. Effects of dietary mulberry leaves (*Morus alba* L.) on egg yolk color, *J. Poul. Sci.*, 46, 112-115.
41. **Marusich, W. and J. Bauernfeind**, 1981. Oxycarotenoids in poultry feeds, In : *Carotenoids as colorants and Vitamin A precursors*, Ed. J. C. Bauernfeind, Academic Press Inc., N Y, pp. 319-462.
42. **Moeller, S. M., P. Jacques , J. Blumberg**, 2000. The potential role of dietary xanthophylls in cataract and agrelated macular degeneration, *J. Am. Coll. Nutr.*, 19, 522S – 527S.
43. **Na, J. C., J. Song , C. Lee, G. An**, 2004. Effect of polarity on absorption and accumulation of carotenoids by laying hens, *Anim. Feed Sci. Technol.*, 117, 305 – 315.
44. **Niu, Z., Jin Fu, Y. Gao, F. Liu**, 2008. Influence of paprika extract supplement on egg quality of laying hens fed wheat –based diet, *Inter. J. Poul. Sci.*, 7, 887 – 889.
45. **Nys, Y.**, 2000. Dietary carotenoids and egg yolk coloration – a review, *Arch. Geflugelk.*, 64, 45 – 54.
46. **Pizzei, H. and Bedecarrats**, 2007. Study of the effect of dietary lutein on reproductive performances in chickens, *J. Poul. Sci.*, 44, 409 – 415.
47. **Quackenbush, F. W.**, 1963. Corn carotenoids: Effects of temperature and moisture on losses during storage, *Cereal Chem.*, 40, 266 – 269.
48. **Riedel, J., E. Swierczewska, M. Stepinska**, 2002. Wplyw preparatow barwnikowych ziolowych isyntetych nych na barwe zoltka i sklad kwasow tluszczowych, *Rocz. NaukZoot.*, T. 29, z.2, pp. 101 – 112.
49. **Rosa, A. P., A. Scher, J. Sorara, L. Boemo, J. Forgiarini, A. Londero**, 2012. Effects of canthaxanthin on the productive and reproductive performance of broiler breeders, *Poultry Science*, 91, 660 – 666.
50. **Saito, F. and K. Kita**, 2011. Maternal intake of astaxanthin improved hatchability of fertilized eggs stored at high temperature , *J. Poul. Sci.*, 48, 33 – 39.
51. **Santos- Bocanegra, E., X. Ospina-Osorio, E. Oviedo- Rondon**, 2004. Evaluation of xanthophylls extracted from *Tegets erectus* (marigold flower) and *Capsicum sp.*(redpepper paprika) as a pigment for egg-yolks compare with synthetic pigments, *Int. J.Poul. Sci.*, 11, 685 – 689.

52. **Schiedt, K.**, 1987. Absorption, retention and metabolic transformations of carotenoids in chickens, salmonids and crustacean. Thesis for Doctor Technicae University of Trondheim, Norway.
53. **Schiedt, K.**, 1998. Absorption and metabolism of carotenoids in birds, fish and crustaceans, In : Carotenoids, Biosynthesis and Metabolism, vol. 3, Ed. G. Britton, S. Liaaen-Jensen, H. Pfander, Birkhauser, Basel, pp. 285 – 358.
54. **Seemann, M.**, 2000. Factor which influence pigmentation, Lohmann information, № 24, 20-26
55. **Souza, R. A., P. A. Souza, R. C. Souza, A. C. Neves**, 2008. Efeito a utilizacao de carophll red nos indices reprodutivos de matrizes de frangos de corte, Braz. J. Poul. Sci., 10, 32
56. **Sparks, N. H.**, 2006. The hen's egg – is its role in human nutrition changing, World's Poul. Sci. J., 62, 308 – 315.
57. **Steinberg, W., M. Grashorn, Anna-Maria Klunter and J. Schierle**, 2000. Comparative pigmentation efficiency of two products containing ether apo-ester or targetes extracts in egg yolks and liquid eggs, Arch. Geflugelk., 64, 180 – 187.
58. **Surai, P. F.**, 2000. Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick, Br. Poul. Sci., 41, 235 – 243.
59. **Surai, P. and N. Sparks**, 2001. Comparative evaluation of the effect of two maternal diets on fatty acids, vitamin E, and carotenoids in the chick embryo, Br. Poul. Sci., 42, 252 – 259.
60. **Surai, P. F.**, 2002. Natural Antioxydants in Avian Nutrition and Reproduction, Nottingham University Press, Nottingham.
61. **Surai, A. P., P. F. Surai, W. Steinberg, W. Wakeman, B. Speake, N. Sparks**, 2003. Effect of canthaxanthin content of the maternal diet on the antioxidant system of the developing chicks, Br. Poul. Sci., 44, 612 – 619.
62. **Tyczkowski, J. and P. Hamilton**, 1986. Absorption, transport and deposition in chicken of lutein diester, a carotenoid extracted from narigold (*Tagetes erecta* petals), Poultry Science, 65, 1526 – 1531.
63. **Tyczkowski, J., J. Schaeffer, C. Parkhurst, P. Hamilton**, 1986. 3'-Oxolutein, a metabolite of lutein in chickens, Poultry Science, 65, 2135 – 2141.
64. **Zahroojian, N., H. Moravej, M. Shivazad**, 2011. Comparison of marine algae (*Spirulina platensis*) and synthetic pigment in enhancing egg yolk colour of laying hens, Br. Poul. Sci., 52, 584 – 588.
65. **Zahroojian, N., H. Moravej, M. Shivazad**, 2013. Effects of dietary marine algae (*Spirulina platensis*) on egg quality and production performance of laying hens, J. Agr. Sci. Tech., 15, 1353 – 1360.
66. **Yang, Y. X., Y. Kim, Z. Jin, J. Lohakare, C. Kim, S. Ohh, J. Choi, B. Chal**, 2006. Effects of dietary supplementation of astaxanthin on production performance, egg quality in layers and meat quality in finishing pigs, Asian-Aust. J. Anim. Sci., 19, 1019- 1025.

EFFECTS OF DIETARY SUPPLEMENTATION
OF LUTEIN SYNTHETIC CAROTENOIDS,
0.1% CAROPHYLL PREMIX AND 0.1% AVIZANT
ON PRODUCTION PERFORMANCE, MORPHOLOGICAL
AND INCUBATION CHARACTERISTICS OF EGGS

D. Chotinsky, Ch Papazov, D. Abadjieva**, I. Denev****

Institute of Animal Science – Kostinbrod

**CHRISTA Ltd- Sofia*

***Institute of Biology and Immunology of Reproduction- Sofia*

****NATSTIM Ltd- Sofia*

SUMMARY

Two experiments were conducted separately to study the effect of lutein at 10, 20 and 40 mg/kg respectively, Carophyll Yellow and Carophyll Red at 10 and 20 mg/kg and at 20 and 20 mg/kg respectively, 0.1% carophyll premix and 0.1% Avizant on production performance, morphological and incubation characteristics of eggs.

In experiment 1, four hundred and ninety Lohman Brown layers and sixty cocks, 28 weeks of age, were randomly divided into five treatments. The dietary treatments were 0, 0, 10, 20 and 40 mg/kg lutein fed for 30 days. The results showed that dietary lutein had no significant effect on layer production performance. There was no significant effect on egg weight, Haugh unit (HU), albumen index, form index, yolk index, weight and thickness of shell and weight of yolks. Yolk color was linearly increased with the increasing dietary lutein level. Albumen index decreased, but weight of yolk increased significantly when added 40 mg/kg lutein.

In experiment 2, five hundred and eighty eight Lohman Brown layers and seventy two cocks, 28 weeks of age were randomly divided into six treatments. The dietary treatments were: 0, 0, 10 and 20 and 20 mg/kg Carophyll Yellow and Carophyll Red respectively, 0.1% Carophyll premix and 0.1% Avizant fed for 30 days. The results showed that dietary synthetic carotenoids and 0.1% Avizant decreased layer production performance by 3.07, 3.32 and 4.02% and increased not significantly by 0.1% Carophyll premix. Yolk color increased significantly by synthetic carotenoids, 0.1% carophyll premix and 0.1% Avizant. Albumen index and weight of yolk also increased significantly by 0.1% Avizant.

Dietary supplementation of 10 and 20 mg/kg lutein and 0.1% Avizant improved, but synthetic carotenoids and 0.1% Carophyll premix decreased hatchability of eggs.