УДК 637.4.04/.07-48.52:636.87.7

В.В. ГОНЧАР, *здобувач наукового ступеня доктора філософії,**
О.М. ЯКУБЧАК, *доктор ветеринарних наук, професор,*
Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ
О.П. КУДРЯВЧЕНКО, *кандидат ветеринарних наук,*
Державний науково-контрольний інститут біотехнології і штамів мікроорганізмів, м. Київ
E-mail: vitaliyhonchar@nubip.edu.ua

Вплив астаксантину та лікопіну на хімічний склад курячих харчових яєць за різних режимів зберігання

Анотація. ***Хімічний склад яєць за згодовування курям-несучкам лікопіну в дозі 20 мг/кг та астаксантину – 10 мг/кг комбікорму не змінювався, порівняно з контролем, окрім збільшення вмісту фосфору на 0,06% за впливу лікопіну. Зберігання яєць курей, що отримували добавки лікопіну в дозі 20 мг/кг комбікорму за температури 4±0,5 °С не впливало на хімічний склад, а за добавки астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму – зменшувався вміст сирої золи в яйцях на 0,06%, порівняно з контролем. За зберігання цих же яєць за температури 12±0,5 °С рівень сирої золи знизився на 0,11 та на 0,10% відповідно.***
Згодовування курям-несучкам комбікорму з лікопіном в дозі 40 мг/кг упродовж 30 діб не впливало на хімічний склад яєць, а з добавкою астаксантину в дозі 20 мг/кг комбікорму впродовж 30 діб – підвищує вміст протеїну в яйцях на 0,86%. Зберігання цих яєць за температури 4±0,5 °С не впливало на їх хімічний склад, проте зберігання яєць упродовж 30 діб за температури 12±0,5 °С, отриманих від курей, яким згодовували добавки як лікопіну в дозі 40 мг/кг, так і астаксантину в дозі 20 мг/кг, сприяло підвищенню вмісту в них сирого протеїну на 0,54 та 0,72% відповідно. Згодовування курям-несучкам лікопіну в дозі 60 мг/кг комбікорму впродовж 30 діб призвело до збільшення вмісту фосфору в яйцях на 0,03%, а згодовування астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму не вплинуло на їх хімічний склад. Зберігання яєць впродовж 30 діб за температури 4±0,5 °С за згодовування курям добавки лікопіну в дозі 60 мг/кг комбікорму сприяло зниженню вмісту вологи на 1,12% і підвищенню вмісту сирого протеїну на 0,77%. Згодовування курям-несучкам астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму обумовило зниженням вмісту вологи на 0,92% та підвищенням вмісту протеїну на 1,0%. Зберігання яєць курей, які отримували добавки лікопіну, за температури 12±0,5 °С призвело до зниження вологи на 1,6% та підвищення вмісту сирого протеїну на 0,73%. Зберігання яєць, отриманих від курей, які отримували добавку астаксантину, за цієї температури обумовило зниження вмісту вологи на 1,63% та підвищення вмісту сирого протеїну на 0,88%.

Ключові слова: *хімічний склад, астаксантин, лікопін, зберігання, курячі яйця, кури-несучки, температура*

Яйця є найбільш повноцінним продуктом харчування, який доступним людям, оскільки вони багаті мінералами, вітамінами, жирними кислотами та білками, що містять незамінні амінокислоти, які володіють високою біологічною цінністю.

На якість яєць можуть впливати такі чинники як вік птахів та годівля, крос, а також температура навколишнього середовища та умови їх зберігання. Якість яєць можна оцінити з урахуванням їх фізичних, хімічних, біологічних і функціональних характеристик. Чим нижча температура зберігання, тим довший термін зберігання яєць *(Figueiredo et al., 2011)*.

Актуальним і важливим є питання безпечності та якості курячих яєць. Харчові курячі яйця не тільки мають високу біологічну цінність для споживання людиною, але, крім того, це один із небагатьох харчових продуктів, які можуть зберігатися впродовж декількох тижнів у своєму природному стані без втрати своїх специфічних характеристик. Це робить харчові курячі яйця продуктом, який користується значним попитом у споживачів.

** Науковий керівник – доктор ветеринарних наук, професор О.М. Якубчак*

Сучасне птахівництво

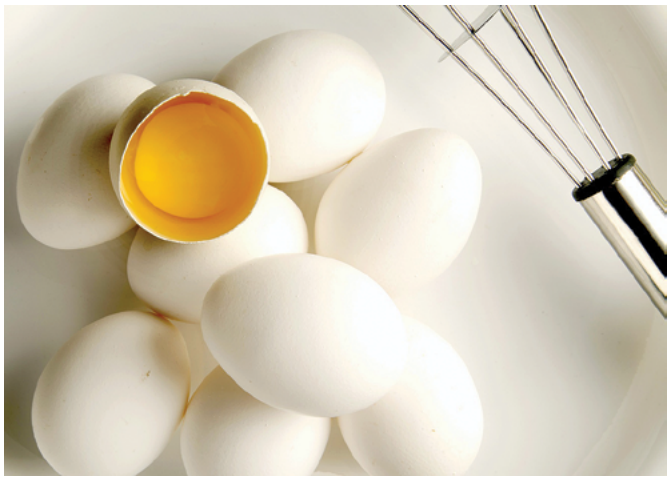
Швидкість змін хімічного складу яєць пов'язана з тривалістю та температурою їх зберігання *(Figueiredo et al., 2011)*. Під час зберігання відбувається поступове випаровування вологи із яйця, що призводить до усушки та проявляється у зменшенні маси, щільності, збільшенні повітряної камери яйця *(Jones et al., 2005)*.

До чинників, що впливають на антиоксидантні властивості та забарвлення жовтків яєць, належать каротиноїди, зокрема, лікопін та астаксантин. Збагачення харчових яєць цими каротиноїдами потребує дослідження впливу на їх якість.

Останнім часом найбільшого поширення у птахівництві для надання забарвлення шкірі птиці та жовткам яєць набули добавки до корму лікопіну та астаксантину. Лікопін – неоксигенізований ациклічний каротиноїд, який представляє червоне забарвлення помідорів та його продуктів, має сильну антиоксидантну дію *(Rissanen et al., 2002)*. Астаксантин – кетокаротиноїд, продукт окиснення β-каротину і є поширеним пігментом водоростей, риб родини лососевих та деяких птахів *(Sila et al., 2015)*. Він має червоно-гарячий колір, який володіє значною комерційною цінністю через свої антиоксидантні та властивості до забарвлення *(Lu et al., 2019)* і, як барвник для морепродуктів, таких як лосось, омари та краби. Він може знешкоджувати вільні радикали з антиоксидантною активністю в 500 разів вищою, ніж у вітаміну Е, коригує роботу імунної системи, знижує інтенсивність процесів старіння та проявляє антиканцерогенну дію *(Sztretye et al., 2019)*.

Метою дослідження було дослідити зміни хімічного складу яєць під час їх зберігання за застосування курям-несучкам добавок лікопіну та астаксантину.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили на базі віварію факультету ветеринарної медицини Національного університету біоресурсів і природокористування України. Дослід складався із трьох періодів і тривав 90 діб. Для досліду використовували яйця, отримані від курей-несучок кросу "Хай-Лайн". Для цього було сформовано 3 групи курей по 15 голів у кожній. Курям контрольної групи згодовували повнораціонний комбікорм, першої дослідної групи – добавку масляного екстракту лікопіну в дозах 20, 40 і 60 мг/кг комбікорму, другої – масляного екстракту астаксантину в дозах 10, 20 і 30 мг/кг комбікорму за схемою, наведеною в *таблиці 1*.



Від кожної групи курей-несучок вранці перед годівлею протягом останніх п'яти діб кожного періоду досліду, а саме: з 25- до 30-ї доби (період I), з 55- до 60-ї доби (період II) та з 85- до 90-ї доби (період III) відбирали всі яйця, зважували, сортували, закладали в картонні прокладки і ділили на дві партії. Першу партію розміщували на зберігання в холодильнику за температури 4±0,5 °С та вологості 80-85%, а другу партію зберігали в яйцескладі за температури 12±0,5 °С і вологості 70–75 %. Обидві партії яєць зберігали впродовж 30 діб.

Для визначення хімічного складу яєць перед закладенням на зберігання і на 30-у добу зберігання відбирали по 5 яєць однакової маси від курей кожної групи, які належали до першої категорії згідно ДСТУ 5028:2008.

Хімічний склад яєць (суха речовина, волога, сирий протеїн, сирий жир, сира зола, фосфор і кальцій) визначали згідно загальноприйнятих методів (ГОСТ 26226-95, ДСТУ ISO 6496:2005, ДСТУ ISO 7169:2010, ДСТУ ISO 6492:2003). Статистичну обробку даних проводили в програмі ANOVA з використанням тесту Тьюкі. Різницю між показниками вважали вірогідною при P≤0,05.

Результати досліджень. За згодовування курям-несучкам комбікорму з вмістом лікопіну 20 мг/кг комбікорму впродовж 30 діб не було встановлено змін щодо вмісту сухої речовини, вологи, сирих протеїну, жиру, золи, а також фосфору та кальцію в яйцях, порівняно з контрольною групою. Додавання астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму для курей-несучок сприяло підвищенню вмісту сирої золи в яйцях на 0,06% порів-

1. Схема досліду

Група	Період досліду		
	I (1–30 доба)	II 31–60 доба)	III (61–90 доба)
Контрольна	ОР[1] + 0,33 г/кг рафінованої соняшникової олії	ОР[2] + 0,66 г/кг рафінованої соняшникової олії	ОР[3] + 1,0 г/кг рафінованої соняшникової олії
Дослідна 1 (лікопінова добавка)	ОР[1] + 20 мг/кг лікопіну	ОР[2] + 40 мг/кг лікопіну	ОР[3] + 60 мг/кг лікопіну
Дослідна 2 (астаксантинова добавка	ОР[1] + 10 мг/кг астаксантину	ОР[2] + 20 мг/кг астаксантину	ОР[3] + 30 мг/кг астаксантину

Примітка: ОР – основний раціон, однакові верхні індекси [1, 2, 3] свідчать про однаковий вміст рафінованої соняшникової олії в раціоні

2. Вплив лікопіну в дозі 20 мг/кг та астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму на хімічний склад курячих яєць у процесі їх зберігання, % (M ± m, n = 5)

Показник, г	Група курей		
	контрольна	дослідні	
		1	2
	Свіжознесені яйця		
Вологa	75,67±0,40	74,70±0,73	75,74±0,39
Суха речовина	24,68±0,40	24,46±0,73	24,69±0,39
Сирий протеїн	13,70±0,41	13,69±0,22	12,93±0,12
Сирий жир	9,61±0,24	10,05±0,79	10,27±0,80
Сира зола	1,04±0,06	1,04±0,13	1,10±0,53*,**
Кальцій	0,06±0,004	0,05±0,002	0,05±0,004
Фосфор	0,13±0,003	0,14±0,01	0,14±0,01
Через 30 діб зберігання за температури 4±0,5 °С та вологості 80-85%			
Вологa	74,79±0,81	73,98±0,36	74,16±0,45
Суха речовина	25,21±0,81	26,02±0,36	25,84±0,45
Сирий протеїн	14,10±0,75	13,79±0,21	13,70±0,12
Сирий жир	9,82±0,03	10,93±0,21	10,96±0,66
Сира зола	1,07±0,09	1,09±0,04	0,99±0,10
Кальцій	0,05±0,00	0,05±0,00	0,05±0,00
Фосфор	0,17±0,01	0,15±0,02	0,14±0,01
Через 30 діб зберігання за температури 12±0,5 °С та вологості 70-75%			
Вологa	74,60±0,23	73,17±0,19	73,73±0,82
Суха речовина	25,40±0,23	26,83±0,19	26,27±0,82
Сирий протеїн	13,81±0,71	13,98±0,36	14,05±0,55
Сирий жир	10,23±0,49	11,04±0,68	10,93±0,35
Сира зола	1,18±0,02	1,07±0,03*	1,08±0,10*
Кальцій	0,05±0,00	0,06±0,01	0,05±0,01
Фосфор	0,13±0,01	0,14±0,00	0,14±0,00

Примітка: – P≤0,05 (різниця вірогідна порівняно з контролем), ** – P≤0,05 (різниця вірогідна порівняно з першою дослідною групою).*

няно з контрольною та з першою дослідною групами *(табл. 2)*.

Зберігання яєць курей, що отримували добавки лікопіну в дозі 20 мг/кг комбікорму чи астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму за температури 4±0,5 °С не впливало на вміст сухої речовини, вологи, сирих протеїну, жиру, золи, а також фосфору та кальцію в яйцях порівняно з контролем.

За зберігання яєць за температури 12±0,5 °С, отриманих від курей, яким згодовували добавку лікопіну в дозі 20 мг/кг комбікорму та астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму не встановлено змін щодо вмісту вологи, сухої речовини, сирих протеїну, жиру та фосфору й кальцію, окрім вмісту сирої золи в яйцях, рівень якої знизився порівняно з контролем на 0,11 та 0,10% відповідно *(табл. 2)*.

Встановлено, що згодовування курям-несучкам комбікорму з вмістом лікопіну 40 мг/кг комбікорму впродовж 30 діб не впливало на вміст вологи, сухої речовини, сирих протеїну, жиру, золи, кальцію, але підвищувало на 0,03% вміст фосфору в яйцях порівняно з контролем. Згодовування астаксантину курям-несучкам в дозі 20 мг/кг комбікорму впродовж 30 діб не впливало на хімічний склад яєць *(табл. 3)*.

Зберігання яєць курей, що отримували добавку лікопіну в дозі 40 мг/кг комбікорму чи астаксантину в дозі 20 мг/кг комбікорму за температури 4±0,5 °С не впливало на їх хімічний склад порівняно з контролем.

За зберігання курячих яєць впродовж 30 діб за температури 12±0,5 °С, що отримували добавку лікопіну у дозі 40 мг/кг комбікорму чи астаксантину в дозі 20 мг/кг комбікорму, вміст вологи, сухої речовини, сирих жиру, і золи, а також кальцію та фосфору в них залишався незмінним, а вміст сирого протеїну збільшувався на 0,54 та 0,72% порівняно з контролем.

За згодовування курям-несучкам добавок лікопіну в дозі 60 мг/кг комбікорму впродовж 30 діб встановлено, що вміст фосфору в яйцях підвищився на 0,03%, тоді як решта показників не змінювалась *(табл. 4)*. Добавка до основного раціону курей-несучок астаксантину в

3. Вплив лікопіну в дозі 40 мг/кг та астаксантину в дозі 20 мг/кг комбікорму на хімічний склад курячих яєць у процесі їх зберігання, % (M ± m, n = 5)

Показник, г	Група курей		
	контрольна	дослідні	
		1	2
	Свіжознесені яйця		
Вологa	75,42±0,45	74,30±0,26	74,71±0,97
Суха речовина	24,58±0,45	25,70±0,26	25,29±0,97
Сирий протеїн	13,13±0,45	13,68±0,46	13,99±0,67
Сирий жир	10,24±0,52	10,66±0,43	10,23±0,52
Сира зола	0,99±0,09	0,96±0,04	1,00±0,03
Кальцій	0,05±0,01	0,05±0,00	0,05±0,00
Фосфор	0,17±0,01	0,20±0,01*	0,17±0,01
Через 30 діб зберігання за температури 4±0,5 °С та вологості 80-85%			
Вологa	74,44±0,27	73,52±0,41	73,97±0,72
Суха речовина	25,56±0,27	26,48±0,41	26,03±0,72
Сирий протеїн	14,01±0,14	13,98±0,54	14,28±0,66
Сирий жир	10,30±0,43	11,24±0,41	10,46±0,25
Сира зола	1,06±0,06	1,06±0,02	1,05±0,01
Кальцій	0,05±0,002	0,05±0,003	0,05±0,001
Фосфор	0,14±0,03	0,16±0,05	0,19±0,01
Через 30 діб зберігання за температури 12±0,5 °С та вологості 70-75%			
Вологa	74,95±0,45	73,81±1,02	73,37±0,84
Суха речовина	25,05±0,45	26,19±1,02	26,63±0,84
Сирий протеїн	13,12±0,56	13,66±0,13*	13,84±0,46*
Сирий жир	10,58±0,14	10,39±1,22	11,35±0,73
Сира зола	1,10±0,10	1,00±0,03	1,20±0,03
Кальцій	0,05±0,001	0,05±0,002	0,05±0,001
Фосфор	0,20±0,008	0,21±0,006	0,19±0,005

Примітка: – P≤0,05 (різниця вірогідна порівняно з контролем).*

дозі 30 мг/кг комбікорму не впливала на хімічний склад яєць порівняно з контрольною групою.

Зберігання яєць впродовж 30 діб за температури 4±0,5 °С за згодовування курям добавки лікопіну в дозі 60 мг/кг комбікорму сприяло зниженню вмісту вологи та підвищенню вмісту сухої речовини на 1,12%, що відбулося за рахунок збільшення рівня сирого протеїну на 0,77%, тоді як решта показників не змінювалися порівняно з контрольною групою.

Вплив згодовування курям-несучкам астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму на зберігання яєць за температури 4±0,5 °С проявлявся зниженням вмісту вологи та підвищенням вмісту сухої речовини на 0,92% за рахунок збільшення вмісту сирого протеїну на 1,0% (порівняно з контрольною групою).

Зміни хімічного складу яєць курей за зберігання при температурі 12±0,5 °С, які отримували добавки лікопіну у дозі 60 мг/кг комбікорму чи астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму, були аналогічними, що й за температури 4±0,5 °С.

На тривалість зберігання харчових яєць впливає значна кількість чинників, у тому числі температурно-вологісний режим та хімічний склад яєць. До біологічно активних сполук, які входять до складу яєць і здатні впливати на тривалість їх зберігання відносяться вітаміни та каротиноїди, особливо барвники жовтків, такі як лікопін та астаксантин.

Хімічний склад – це показник, що визначає якість курячих яєць. З урахуванням втрати вологи під час зберігання яєць за температури 12±0,5 °С та вологості 70–75% відбувається підвищення втрат води через пори шкаралупи *(Zita et al., 2009)* і, у свою чергу, призводить до зменшення маси яйця. Втрати, як видно з таблиць 3 і 4, корелюють із даними проведених досліджень *Feddern et al. (2017),* які підтверджують, що на зберігання яєць впливають температура, швидкість руху і відносна вологість повітря в камері для зберігання.

Результати наших досліджень вказують на взаємозв'язок між змінами хімічного складу та тривалістю зберігання яєць, що узгоджується з результатами,

4. Вплив лікопіну в дозі 60 мг/кг та астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму на хімічний склад курячих яєць у процесі їх зберігання, % (M ± m, n = 5)

Показник, г	Група курей		
	контрольна	дослідні	
		1	2
	Свіжознесені яйця		
Волога	74,04±0,39	74,61±0,34	74,44±0,44
Суха речовина	24,96±0,39	25,39±0,34	25,56±0,44
Сирий протеїн	13,34±0,08	13,32±0,05	13,33±0,63
Сирий жир	10,37±0,30	10,72±0,34	10,88±0,16
Сира зола	1,05±0,04	1,11±0,04	1,12±0,06
Кальцій	0,06±0,00	0,05±0,00	0,06±0,00
Фосфор	0,17±0,01	0,20±0,01*	0,17±0,02
Через 30 діб зберігання за температури 4±0,5 °С та вологості 80-85%			
Волога	75,27±0,24	74,15±0,16*	74,35±0,33*
Суха речовина	24,73±0,24	25,85±0,16*	25,65±0,33*
Сирий протеїн	13,08±0,34	13,85±0,32*	14,08±0,51*
Сирий жир	10,40±0,24	10,41±0,38	10,60±0,55
Сира зола	1,04±0,04	1,00±0,04	1,05±0,05
Кальцій	0,06±0,00	0,05±0,01	0,06±0,01
Фосфор	0,15±0,01	0,19±0,02	0,19±0,04
Через 30 діб зберігання за температури 12±0,5 °С та вологості 70-75%			
Волога	74,91±0,90	73,30±0,20*	73,28±0,20*
Суха речовина	24,95±0,73	26,70±0,20*	26,72±0,20*
Сирий протеїн	12,93±0,53	13,66±0,14	13,81±0,33*
Сирий жир	11,46±0,36	11,68±0,08	11,51±0,16
Сира зола	1,11±0,07	1,16±0,04	1,11±0,13
Кальцій	0,06±0,000	0,05±0,005	0,06±0,003
Іосфор	0,17±0,02	0,19±0,00	0,21±0,02

Примітка: – P≤0,05 (різниця вірогідна порівняно з контролем).*

отриманими *Monira et al. (2003)*. Крім того, останній виявив зв'язок між масою яйця і пігментацією жовтка.

У процесі зберігання всередині яйця відбуваються як фізичні, так і хімічні зміни *(Liu et al., 2017)*. Однак інтенсивність цих змін залежить, в основному, від температури та часу зберігання. Як правило, коли яйця зберігаються впродовж тривалого часу, відбувається витончення білка і підвищення величини pH внаслідок викиду CO_2 через пори шкаралупи *(Alsobayel et al., 2011)*. Крім того, білок містить великий відсоток води (88%) і власне білка, особливо, овомуцину, що надає білку в'язкості, еластичності та консистенції *(Ji et al., 2020)*. Отже, втрата води є наслідком тривалого зберігання та високої температури, що знижує вміст альбуміну й термін зберігання яєць *(Liu et al., 2017)*. Цього не відбувалося в яйцях, що зберігаються за контрольованої низької температури. У цьому сенсі згідно з даними, наведеними в таблиці 4, виявлене поступове зниження показників, пов'язаних зі свіжістю яєць. Ці результати підтверджують, що за контрольованої температури (4±0,5 °С) і 30-добовому зберіганні в яйцях відбуваються помітні зміни, але набагато менші, ніж за температури 12±0,5 °С. Ці яйця не зазнали значних несприятливих змін навіть за зберігання впродовж 30 діб і залишалися свіжими.

Крім результатів, представлених окремими дослідниками *(Alay et al., 2016; Soukoulis et al., 2018)*, які співпадають з отриманими нами даними, необхідно звернути увагу на інші показники яєць, що зберігаються за контрольованих низьких температур, які можуть стати відправною межею для розуміння того, як температура зберігання впливає на пігментацію жовтка. Ці дані можливо використати для прогнозування втрати пігментів і вітаміну А в яйці в процесі зберігання. Однак для перевірки цієї гіпотези потрібні додаткові дослідження.

Дані, наведені в таблицях 3 і 4, свідчать про незначне зниження вмісту вологи в яйцях, оскільки температура – як основний параметр навколишнього середовища – залишається стабільною і не перевищує

4±0,5 °C *(Liu et al., 2017)*. У цих дослідженнях показано, що погіршення якості яєць, що зберігаються за контрольовано низької температури (4±0,5 °C) менш суттєве, порівняно з їх зберіганням за температури 12±0,5 °C.

Отже, встановлено, що умови зберігання впливають на якість яєць. Вплив тривалості і типу зберігання яєць може бути пов'язано із втратою води, білка, маси яйця і, загалом, його свіжості *(Walker et al., 2012)*. Таким чином, кормові добавки можуть бути корисні для покращення якості під час зберігання яєць.

Вміст сухої речовини в білку також використовується в якості індикатора свіжості яєць і пов'язана з розрідженням білка. У цьому дослідженні нами було визначено вплив температури та терміну зберігання на вміст сухої речовини. Вміст сухої речовини в білку збільшується з часом зберігання *(Caner et al., 2015)* внаслідок розрідження білка. Процес розрідження білка може бути посилений взаємодією між лізоцимом і овомуцином *(Caner et al., 2015)*.

ВИСНОВКИ

1. Згодовування курям-несучкам добавок масляного екстракту лікопіну в дозах 20, 40, 60 мг/кг чи масляного екстракту астаксантину в дозах 10, 20, 30 мг/кг комбікорму не впливало на вміст сухої речовини, вологи, сирого протеїну, сирого жиру, сирої золи, фосфору і кальцію у яйцях курячих харчових.
2. Зберігання харчових яєць за згодовування лікопіну в дозі 20 мг/кг та астаксантину в дозі 10 мг/кг за температурних режимів 4±0,5 °C і вологості 80–85% та 12±0,5 °C і вологості 70–75% суттєво не впливає на хімічний склад, що характеризує їх стабільну якість.
3. Згодовування курям-несучкам добавок лікопіну в дозі 40, 60 мг/кг та астаксантину 20, 30 мг/кг сприяє зниженню вмісту вологи та підвищенню вмісту сирого протеїну за зберігання в умовах 4±0,5 °C і вологості 80–85%, так і за температури 12±0,5 °C і вологості 70–75%.

Перспективи подальших досліджень спрямовані на визначення вмісту вітаміну А, загального вмісту каротиноїдів і забарвлення жовтків у процесі зберігання яєць, отриманих від курей, яким згодовували добавки лікопіну та астаксантину. ■

В.В. ГОНЧАР, О.Н. ЯКУБЧАК, О.П. КУДРЯВЧЕНКО

Влияние астаксантина и ликопина на химический состав куриных пищевых яйц при различных режимах хранения

Аннотация. ***Химический состав яиц при скармливании курам-несушкам ликопина в дозе 20 мг/кг и астаксантина – 10 мг/кг корма не изменился, по сравнению с контролем, за исключением увеличения содержания фосфора на 0,06% при воздействии ликопина. Хранение яиц кур, которым скармливали ликопин в дозе 20 мг/кг корма, при температуре 4±0,5 °C не влияло на их химический состав, а с добавлением астаксантина в дозе 10 мг/кг корма – снизилось содержание сырой золы в яйцах на 0,06%, по сравнению с контролем. При хранении тех же яиц при температуре 12±0,5 °C уровень сырой золы снизился на 0,11 и 0,10 % соответственно.***

Скармливание курам-несушкам ликопина в дозе 40 мг/кг в течение 30 дней не влияло на химический состав яиц, а при добавлении астаксантина в дозе 20 мг/кг комбикорма в течение 30 дней – увеличивает содержание протеина в яйцах на 0,86%. Хранение этих яиц при температуре 4±0,5 °C не влияло на их химический состав, но хранение яиц в течение 30 дней при температуре 12±0,5 °C в группе кур, получавших добавки как ликопина в дозе 40 мг/кг, так и астаксантина в дозе 20 мг/кг, способствовало увеличению содержания сырого протеина на 0,54 и 0,72% соответственно.

Скармливание курам-несушкам ликопина в дозе 60 мг/кг корма в течение 30 дней увеличивало содержание фосфора в яйцах на 0,036%, а добавление астаксантина в дозе 30 мг/кг корма не влияло на их химический состав. Хранение яиц в течение 30 дней при температуре 4±0,5 °C, полученных от кур, которым скармливали добавку ликопина в дозе 60 мг/кг корма способствовало снижению в яйцах влажности на 1,12% и увеличению содержания сырого протеина на 0,77%, а скармливание курам-несушкам астаксантина в дозе 30 мг/кг корма проявлялось снижением влажности на 0,92% и повышением содержания протеина на 1,0%. Хранение яиц кур-несушек, которым скармливали добавки ликопина, при температуре 12±0,5 °C привело к снижению влажности яиц на 1,61% и повышению содержания сырого протеина на 0,73%. Хранение яиц кур, которые получали

добавку астаксантина, при температуре 12±0,5 °С привело к снижению влажности на 1,6% и повышению содержания сырого протеина на 0,88%.

Ключевые слова: *химический состав, хранение, яйца куриные, куры-несушки, температура*

V.V. HONCHAR, *candidate of the degree of Doctor of Philosophy,*
O.M. IAKUBCHAK, *Doctor of Veterinary Sciences, Professor,*
National University of Life and Environmental Science Ukraine, Kyiv,
O.P. KUDRYAVCHENKO, *Candidate of Veterinary Sciences*
State scientific control institute of biotechnology and strains of microorganisms, Kyiv
E-mail: vitaliyhonchar@nubip.edu.ua

Effect of astaxanthin and lycopene on the chemical composition of chicken food eggs under different storage regimes

Abstract. ***Chemical composition of eggs when feeding lycopene for laying hens at a dose of 20 mg/kg and astaxanthin – 10 mg/kg mixed feed did not change compared to the control, except for increase in phosphorus by 0.06% due to the effects of lycopene. Storage of hen eggs receiving lycopene supplements at a dose of 20 mg/kg of mixed feed at temperature of 4±0.5 °C did not affect the chemical composition and for astaxanthin supplements at a dose of 10 mg/kg of compound feed, the content of raw sol in eggs decreased by 0, 06% compared with control. For storing the same eggs at temperature of 12±0.5 °C, level of raw sol decreased by 0.11 and 0.10% respectively.***

Література

ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырьё. Методы определения сырой золы. Вид. офіц. Чинне від 1998-01-01. 8 с.

ДСТУ 5028:2008. Яйця курячі харчові технічні умови. Вид. офіц. Чинний від 01.01.2010. 23 с

ДСТУ ISO 6496:2005. Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин (ISO 6496:1999, IDT). Вид. офіц. Чинний від 2006 07. 01. 11 с.

ДСТУ ISO 7169:2010. Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначення вмісту азоту і сирого протеїну. Вид. офіц. На заміну ГОСТ13496.4-93; чинне від 2011-07-01. 21 с.

ДСТУ ISO 6492:2003. Корми для тварин. Визначення вмісту жиру (ISO 6492:1999, IDT). Вид. офіц. Чинний від 2003-11-28. 13 с.

Alsobayel A.A., Albadry M.A. Effect of storage period and strain of layer on internal and external quality characteristics of eggs marketed in Riyadh area. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences. 2011. Vol. 10. P. 41-45. doi: 10.1016/j.jssas.2010.04.001.

Alay T., Karadas F. The effects of carotenoids in quail breeder diets on egg yolk pigmentation and breeder performance. Section A Animal science. *Acta Agriculturæ Scandinavica.* 2016. Vol. 66. P. 206-214. doi: 10.1080/09064702.2017.1330360.

Figueiredo T.C., Cançado S.V., Viegas R.P. Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento (Quality of commercial eggs submitted to different storage conditions). *Journal Zootecnia e Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal.* 2011. Vol. 63. P. 712-720. doi: 10.1590/S0102-09352011000300024.

Feddern V., Pra M.C.D., Mores R., Nicoloso R.D.S., Coldebella A., Abreu P.G.D. Egg quality assessment at different storage conditions, seasons and laying hen strains. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences.* 2017. Vol. 10. P. 41-45. doi: 10.1590/1413-70542017413002317

Jones D. R., Musgrove M. T. Effects of extended storage on egg quality factors. *Poultry Science.* 2005. Vol. 84(11). P. 1774-1777. doi:10.1093/ps/84.11.1774.

JI S., Ahn D.U., Zhao Y., LI K., LI S., Huang X. An easy and rapid separation method for five major proteins from egg white: Successive extraction and MALDI-TOF-MS identification. *Food Chemistry.* 2020. Vol. 315. 126207. doi:10.1016/j.foodchem.2020.126207.

Liu, Y.C., Chen T.H., Wu Y.C., Tan F.J. Determination of the quality of stripe-marked and cracked eggs during storage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 2017. Vol. 30(7). P. 1013-1020. doi: 10.5713/ajas.160440.

Lu Y., Wang X., Feng J., Xie T., Si P., Wang W. Neuroprotective effect of astaxanthin on newborn rats exposed to prenatal maternal seizures. *Brain Research Bulletin.* 2019. Vol. 148. P. 63-69. doi: 10.1016/j.brainresbull.2019.03.009.

Monira K.N., Salahuddin M., Miah G., Effect of breed and holding period on egg quality characteristics of chicken. *International Journal of Poultry Science.* 2003. P.1682 8356. doi: 10.3923/ijps.2003.261.263.

Rissanen T., Voutilainen S., Nyyssönen K., Salonen J.T. Lycopene, Atherosclerosis, and Coronary Heart Disease. *Experimental Biology and Medicine.* 2002. Vol. 227(10). P. 900-907. doi.10.1177/153537020222701010.

Soukoulis C., Bohn T.A., A comprehensive overview on the micro-and nano-technological encapsulation advances for enhancing the chemical stability and bioavailability of carotenoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition.* 2018 Vol. 58(1). P. 1-36. doi:10.1080/10408398.2014.971353.

Sila A., Ghlissi Z., Kamoun Z. Astaxanthin from shrimp by-products ameliorates nephropathy in diabetic rats. *European Journal of Nutrition.* 2015. Vol. 54(2). P. 301–307. doi:10.1007/s00394-014-0711-2.

Sztretye M., Dienes B., Gönczi M., et al.: Astaxanthin: A Potential Mitochondrial-Targeted Antioxidant Treatment in Diseases and with Aging. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity.* 2019. Vol. 11. 3849692. doi:10.1155/2019/3849692.

Walker L.A., Wang T., Xin H., Dolde D. Supplementation of laying-hen feed with palm tocos and algae astaxanthin for egg yolk nutrient enrichment. *Journal of agricultural and food chemistry.* 2012. Vol. 60(8). P. 1989-1999. doi:10.1021/jf204763f.

Yüceer, M., Aday, M. S., Caner, C. Ozone treatment of shell eggs to preserve functional quality and enhance shelf life during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2016 Vol. 96(8). P. 2755-2763. doi: 10.1002/jsfa.7440.

Zita L., Tumova E., Štolc L. Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. *Acta Veterinaria Brno.* 2009. Vol. 78(1). P. 85-91. doi:10.2754/avb200978010085.

Feeding laying hens with lycopene at a dose of 40 mg/kg for 30 days did not affect the chemical composition of eggs, and with the addition of astaxanthin at a dose of 20 mg/kg of mixed feed for 30 days – increases the protein content in eggs by 0.86%. Storage of these eggs at temperature of 4±0.5 °C did not affect their chemical composition, however, egg storage for 30 days at temperature of 12±0,5 °C obtained from chickens fed lycopene supplements at a dose of 40 mg/kg and astaxanthin at a dose of 20 mg/kg, contributed to increase in their raw protein content by 0.54 and 0.72% respectively. Feeding lycopene to laying hens at a dose of 60 mg/kg of mixed feed for 30 days led to increase in phosphorus content in eggs by 0.036% and feeding astaxanthin at a dose of 30 mg/kg of mixed feed did not affect their chemical composition. Egg storage for 30 days at temperature of 4±0.5 °C while feeding lycopene supplementation to chickens at a dose of 60 mg/kg of mixed feed contributed to decrease in moisture content by 1.12% and increase in raw protein content by 0.77% and feeding astaxanthin to laying hens at a dose of 30 mg/kg of mixed feed was demonstrated by decrease in moisture content by 0.92% and increase in protein content by 1.0%. Storage of hen eggs receiving lycopene additives at temperature of 12±0.5 °C led to decrease in moisture by 1.61% and increase in the content of raw protein by 0.73%. Storage of eggs from chickens that received astaxanthin supplementation at temperature of 12±0.5 °C led to decrease in moisture content by 1.63% and increase in raw protein content by 0.88%.

Key words: *chemical composition, astaxanthin, lycopene, storage, chicken eggs, laying hens, temperature*

References

Alsobayel, A.A., & Albadry, M.A. (2011). Effect of storage period and strain of layer on internal and external quality characteristics of eggs marketed in Riyadh area. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10, 41-45. doi: 10.1016/j.jssas.2010.04.001. [in English].

Alay, T., & Karadas, F. (2016). The effects of carotenoids in quail breeder diets on egg yolk pigmentation and breeder performance. Section A Animal science. *Acta agriculturæ Scandinavica*, 66, 206-214. doi: 10.1080/09064702.2017.1330360. [in English].

GOST 26226-95. Korma, kombikorma, kombikormovoye syrye. Metody opredeleniya syroy zoly [Feed, feed compound feed raw materials. Methods for the determination of raw ash]. Vyd. oficz. Chynne vid 1998-01-01. 8. [in Russian].

DSTU 5028: 2008. Yaitsia kuriachi kharchovi tekhnichni umovy. [Chicken eggs food specifications]. Vyd. ofits. Chynnyi vid 01.01.2010. 23 s. [in Ukrainian].

DSTU ISO 6496: 2005. Kormy dlia tvaryn. Vyznachennia vmistu volohy ta inshykh letkykh rechovyn [Animal feed. Determination of the content of moisture and other volatile substances]. (ISO 6496:1999, IDT). Vyd. ofits. Chynnyi vid 2006-07-01. 11. [in Ukrainian].

DSTU ISO 7169: 2010. Kormy, kombikormy, kombikormova syrovyna. Metody vyznachennia vmistu azotu i syroho proteinu [Feed, feed compound feed raw materials. Methods of determining the content of nitrogen and raw protein]. Vyd. ofits. Na zaminu HOST 13496.4-93. Chynne vid 2011-07-01. 21. [in Ukrainian].

DSTU ISO 6492: 2003. Kormy dlia tvaryn. Vyznachennia vmistu zhyru [Animal feed. Determination of fat content]. (ISO 6492:1999, IDT). Vyd. ofits. – Chynne vid 2003-11-28. 13. [in Ukrainian].

Figueiredo, T.C., Cançado, S.V., & Viegas, R.P. (2011). Qualidade de ovos comerciais submetidos a diferentes condições de armazenamento (Quality of commercial eggs submitted to different storage conditions) *Journal Zootecnia e Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal*, 63, 712-720. doi:10.1590/S0102-09352011000300024. [in Portuguese].

Feddern, V., Pra, M.C.D., Mores, R., Nicoloso, R.D.S., Coldebella, A., & Abreu, P.G.D. (2017). Egg quality assessment at different storage conditions, seasons and laying hen strains. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 10, 41-45. doi: 10.1590/1413-70542017413002317. [in English].

Jones, D. R., & Musgrove, M. T. (2005). Effects of extended storage on egg quality factors. *Poultry science*, 84(11), 1774-1777. doi:10.1093/ps/84.11.1774. [in English].

Ji, S., Ahn, D. U., Zhao, Y., Li, K., Li, S., & Huang, X. (2020). An easy and rapid separation method for five major proteins from egg white: Successive extraction and MALDI-TOF-MS identification. *Food Chemistry,* 315, 126207. doi:10.1016/j.foodchem.2020.126207. [in English].

Liu, Y. C., Chen, T. H., Wu, Y. C., & Tan, F. J. (2017). Determination of the quality of stripe-marked and cracked eggs during storage. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences,* 30(7), 1013-1020. doi: 10.5713/ajas.16.0440/. [in English].

Lu, Y., Wang, X., Feng, J., Xie, T., Si, P., & Wang, W. (2019). Neuroprotective effect of astaxanthin on newborn rats exposed to prenatal maternal seizures. *Brain Research Bulletin,* 148, 63-69. doi: 10.1016/j.brainresbull.2019.03.009. [in English].

Monira, K.N., Salahuddin, M., & Miah, G. (2003). Effect of breed and holding period on egg quality characteristics of chicken. *International Journal of Poultry Science* 1682-8356. doi: 10.3923/ijps.2003.261.263. [in English].

Rissanen, T., Voutilainen, S., Nyyssönen, K., & Salonen, J.T. (2002). Lycopene, Atherosclerosis, and Coronary Heart Disease. *Experimental Biology and Medicine*, 227(10), 900-907. doi.10.1177/153537020222701010. [in English].

Soukoulis, C., & Bohn, T. (2018). A comprehensive overview on the micro- and nano-technological encapsulation advances for enhancing the chemical stability and bioavailability of carotenoids. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition,* 58(1), 1–36. doi:10.1080/10408398.2014.971353. [in English].

Sila, A., Ghlissi, Z., Kamoun, Z., Makni, M., Nasri, M., Bougatef, A., & Sahnoun, Z. (2015). Astaxanthin from shrimp by-products ameliorates nephropathy in diabetic rats. *European Journal of Nutrition*, 54(2), 301-307. doi:10.1007/s00394-014-0711-2. [in English].

Sztretye, M., Dienes, B., Gönczi, M., Czirják, T., Csernoch, L., Dux, L., Szentesi, P., & Keller-Pintér, A. (2019). Astaxanthin: A Potential Mitochondrial-Targeted Antioxidant Treatment in Diseases and with Aging. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 3849692. doi:10.1155/2019/3849692 [in English].

Walker, L.A., Wang, T., Xin, H., & Dolde, D. (2012). Supplementation of laying-hen feed with palm tocos and algae astaxanthin for egg yolk nutrient enrichment. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60(8), 1989-1999. doi:10.1021/jf204763f. [in English].

Yüceer, M., Aday, M.S., & Caner, C. (2016). Ozone treatment of shell eggs to preserve functional quality and enhance shelf life during storage. *Journal of the science of food and agriculture*, 96(8), 2755-2763. doi: 10.1002/jsfa.7440. [in English].

Zita, L., Tumova, E., & Štolc, L. (2009). Effects of Genotype, Age and Their Interaction on Egg Quality in Brown-Egg Laying Hens. *Acta Veterinaria Brno*, 78(1), 85-91. doi:10.2754/avb200978010085. [in English].