

УДК 614.9:66.094.3.097.8:637.4'652

В. В. ГОНЧАР, здобувач наукового ступеня доктора філософії*,
О. М. ЯКУБЧАК, доктор ветеринарних наук, професор,
Національний університет біоресурсів і природокористування
України, м. Київ
E-mail: vitaliyhonchar@nubip.edu.ua

ВПЛИВ КОРМОВИХ ДОБАВОК ЛІКОПІНУ ТА АСТАКСАНТИНУ НА МІКРОБНЕ ОБСІМЕНІННЯ ХАРЧОВИХ КУРЯЧИХ ЯЄЦЬ ЗА ЗБЕРІГАННЯ

Анотація. Свіжість харчових курячих яєць є найважливішою їх характеристикою, пов'язаною як із якістю, так і безпечністю. Якість яєць визначається, зокрема, і привабливим зовнішнім виглядом жовтків та вмістом у них біологічно активних речовин. До таких сполук відносять каротиноїди – лікопін та астаксантин, які здатні відкладатися у жовтках і забезпечувати їх пігментацію. У процесі зберігання харчових яєць відбуваються різноманітні складні фізичні, хімічні та фізіологічні зміни у продукті та обсіменіння й розмноження мікроорганізмів, що впливає як на безпечність, так і якість, а також призводить до псування. Метою даного дослідження було визначити вплив добавок олійних екстрактів лікопіну (20, 40 та 60 мг/кг корму) та астаксантину (10, 20 та 30 мг/кг корму) до раціону курей-несучок на обсіменіння мезофільними аеробними та факультативно анаеробними мікроорганізмами шкаралупи і жовтків яєць за зберігання в умовах $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 80-85% та $12\pm 0,5$ °C і відносній вологості 70-75% упродовж 30 діб. У досліді використано 45 курей кросу "Хай-Лайн W-36" у віці 24 тижні. Встановлено, що температурні режими зберігання ($4\pm 0,5$ °C та $12\pm 0,5$ °C) по-різному впливають на кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів харчових яєць, отриманих від курей, яким згодовували добавки лікопіну та астаксантину в різних дозах. Так, добавки лікопіну від 20 до 60 мг/кг чи астаксантину від 10 до 30 мг/кг корму в раціоні курей-несучок не впливали на кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів на шкаралупі і жовтках свіжознесених яєць. Проте яйця, які зберігалися за температури $12\pm 0,5$ °C і відносній вологості 70-75% упродовж 30 діб мали вище мікробне обсіменіння як шкаралупи, так і жовтка, ніж яйця, які зберігалися за $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 70-75%.

Ключові слова: мікробіологічні показники, астаксантин, лікопін, зберігання, курячі яйця, температура, вологість

Яйця є природним джерелом повноцінних білків, жирів, а також мінералів, вітамінів та інших необхідних інгредієнтів для людини (Eke et al., 2013). Під час зберігання яєць птиці в них відбуваються різноманітні складні фізичні, хімічні та фізіологічні зміни, вони обсіменяються мікроорганізмами, що впливає на їх безпечність, якість і призводить до псування. Необ-

хідно зазначити, що свіжість є найважливішою характеристикою, пов'язаною з якістю та безпечністю яєць. Ключовими чинниками, що впливають на свіжість яєць є температура та термін зберігання (Jones et al., 2018). Мікробіологічні показники широко використовуються як комплексний індикатор для визначення безпечності та якості яєць (Silversides et al., 2001).

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



Отже, умови зберігання (термін і температура зберігання, відносна вологість) впливають на безпечність і якість яєць (Corry et al., 2001). Нині важливим є прогнозування моделювання як інструменту для застосування наукових методів з метою опису хімічних, фізичних і мікробіологічних змін, що відбуваються у харчових продуктах за різних умов навколишнього середовища. Під час зберігання яєць відбувається кілька хімічних і фізичних змін, таких як підвищення величини рН білка, розрідження білка, випаровування води через шкаралупу, збільшення повітряної камери, що, в основному, залежить від температури й терміну зберігання. Найпоширенішими показниками, які використовують для оцінки свіжості яєць, є висота повітряної камери, щільність білка, одиниці Хау, на що мають значний вплив умови зберігання (особливо температура). Проте ці ж чинники також впливають на мікробне обмінення та утворення грибкових екзопродуктів на поверхні шкаралупи яєць. Відомо, що температура нижче 4 °С уповільнює зміни в яйцях але, у першу чергу, зменшує розвиток мікроорганізмів. Якщо температура в холодильнику знизиться нижче -2 °С, то вмістиме яєць почне замерзати. Відповідно до європейського законодавства (Commission Regulation (EC) No 589/2008), яйця не можна охолоджувати до температури нижче 5 °С. Іншим важливим параметром зберігання яєць є відносна вологість повітря, яка регулюється так, щоб максимально зменшити втрати, викликані випаровуванням води. Це призводить до зниження маси та зміни окремих показників якості яєць. Загалом, чим нижча температура зберігання, тим вища відносна вологість (Singh et al., 2009), яка сприяє розвитку мікрофлори, зокрема, потенційно патогенної та токсигенної.

Для прогнозування змін мікробіологічних показників яєць за температур зберігання 4±0,5 °С і відносної вологості 80-85% та 12±0,5 °С і вологості 70-75% було використано модель, яка стала критерієм для зберігання харчових яєць під час їх реалізації.

Метою нашої роботи було дослідити зміни мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів шкаралупи і жовтків яєць під час їх зберігання за додавання курям-несучкам до корму добавок лікопіну та астаксантину.

Матеріали і методи досліджень. Дослідження проводили на базі віварію факультету ветеринарної медицини НУБІП України. Дослід складався із трьох періодів і тривав 90 діб. Для досліду використовували яйця, отримані від курей-несучок кросу "Хай-Лайн W-36". 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.

Від кожної групи курей-несучок вранці перед годівлею впродовж 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 у холодильнику за температури 4±0,5 °С та вологості 80-85%, а другу партію зберігали у яйцескладі за температури 12±0,5 °С і вологості 70-75%. Обидві партії яєць зберігали впродовж 30 діб.

Для визначення кількості мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів (МАФАНМ) робили змиви із поверхні шкаралупи яєць, а жовтки курячих яєць досліджували в асептичних умовах згідно ДСТУ 8104:2015.

Статистичну обробку даних проводили у програмі ANOVA з використанням тесту Тьюкі. Різницю між показниками вважали вірогідною за $P \leq 0,05$.

Результати досліджень. За зберігання яєць курей контрольної групи впродовж 30 діб було встановлено, що за температури 4±0,5 °С і відносної вологості 80-85% кількість МАФАНМ на поверхні шкаралупи збільшилася на 7,3%, а за температури 12±0,5 °С та вологості 70-75% – на 12,9%, порівняно із свіжознесеними яйцями. Також відзначається підвищення чисельності мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів на поверхні курячих яєць за 12±0,5 °С і вологості 70-75% на 6%, порівняно зі зберіганням за 4±0,5 °С і відносній вологості 80-85% (табл. 1).

Додавання добавок лікопіну в дозі 20 мг/кг не впливало на чисельність МАФАНМ шкаралупи свіжознесених курячих яєць, порівняно з контролем. Зберігання яєць курей, що отримували добавки лікопіну в дозі 20 мг/кг комбікорму, за температури $4\pm 0,5$ °C сприяло підвищенню кількості МАФАНМ на 3,80%, а $12\pm 0,5$ °C – на 8,8%, порівняно зі свіжознесеними яйцями. Крім того, різниця чисельності МАФАНМ на шкаралупі яєць за температури зберігання $4\pm 0,5$ °C і $12\pm 0,5$ °C становить 5,7%.

Також виявлено зростання кількості МАФАНМ у жовтках курячих яєць контрольної групи, які зберігалися впродовж 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C та відносній вологості 80-85%, порівняно із свіжознесеними яйцями, на 4,47%, а за температури $12\pm 0,5$ °C і вологості 70-75% – на 24,1%. Підвищується кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів у жовтках курячих яєць у разі їх зберігання за $12\pm 0,5$ °C і вологості 70-75% на 20,6%, порівняно зі зберіганням за умов $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 80-85% та (табл. 1).

Згодовування астаксантину в дозі 10 мг/кг корму не впливало на обсіменіння мезофільними аеробними і факультативно анаеробними мікроорганізмами свіжознесених курячих яєць, порівняно з контролем. Зберігання яєць курей, які отримували добавки астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму, за температури $4\pm 0,5$ °C сприяло підвищенню кількості МАФАНМ на поверхні шкаралупи на 5,21%, а за зберігання в умовах $12\pm 0,5$ °C – на 10,41%, порівняно зі свіжознесеними яйцями. За зберігання яєць в умовах $12\pm 0,5$ °C кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів на шкаралупі яєць на 5,47% вище, порівняно зі зберіганням в умовах $4\pm 0,5$ °C.

У разі згодовування комбікорму з додаванням добавки лікопіну в дозі 20 мг/кг виявлено підвищення кількості МАФАНМ у жовтках курячих яєць, які зберігалися протягом 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C та відносній вологості 80-85% на 4,81%, порівняно із свіжознесеними яйцями, а за температури $12\pm 0,5$ °C та вологості 70-75% кількість МАФАНМ збільшилась на 23,5%. Відбувається зменшення чисельності мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів у жовтках курячих яєць за зберігання в умовах $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 80-85% на 19,6%, порівняно зі зберіганням яєць за $12\pm 0,5$ °C і вологості 70-75%.

Після згодовування астаксантину в дозі 10 мг/кг відбулося зростання чисельності МАФАНМ у жовтках курячих яєць, які зберігалися протягом 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 80-85% на 4,8%, порівняно з контролем, а за температури $12\pm 0,5$ °C і вологості 70-75% – на 23,4%. Чисельність мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів у жовтках курячих яєць за їх зберігання в умовах $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 80-85% на 19,6% менша, порівняно зі зберіганням яєць за $12\pm 0,5$ °C і вологості 70-75% (табл. 1).

Встановлено, що згодовування курям-несучкам комбікорму з вмістом лікопіну 40 мг/кг корму впродовж 30 діб не впливало на кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів, порівняно з контрольною групою. За зберігання яєць від цих курей протягом 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 80-85% на поверхні шкаралупи кількість МАФАНМ збільшувалася на 1,23%, а у разі зберігання за температури $12\pm 0,5$ °C і вологості 70-75% – на 9,0%, порівняно зі свіжознесеними. Виявлено підвищення чисельності мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів на поверхні курячих яєць за $12\pm 0,5$ °C та вологості 70-75% на 7,9%, порівняно зі зберіганням за $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 80-85% та (табл. 2).

Крім того, відзначено зростання МАФАНМ у жовтках курячих яєць контрольної групи, які зберігалися протягом 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C та відносній вологості 80-85% на 8,3%, а за температури $12\pm 0,5$ °C та вологості 70-75% – на 21,4%, порівняно з контролем. Чисельність мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів у жовтках курячих яєць, які зберігалися впродовж 30 діб за температури $12\pm 0,5$ °C та вологості 70-75% була на 14,3% вищою, порівняно із зберіганням цих же яєць за $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 80-85% (табл. 2).

Додавання добавок лікопіну в дозі 40 мг/кг не впливало на МАФАНМ шкаралупи яєць курей за температури $4\pm 0,5$ °C, а за $12\pm 0,5$ °C збільшилось на 8,8% порівняно із свіжознесеними яйцями, а також ми виявили різницю за МАФАНМ при температурі 4 і 12 °C, яка становила 6%.

1. Вплив лікопіну в дозі 20 мг/кг та астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму на МАФАНМ курячих яєць ($M\pm m$, $n=5$)

Група	Свіжознесені яйця	Умови зберігання	
		$4\pm 0,5$ °C	$12\pm 0,5$ °C
Поверхня шкаралупи, МАФАНМ, lg КУО/см ²			
Контрольна	3,17±0,034	3,42±0,010*	3,64±0,009*
Дослідна 1 (лікопін)	3,31±0,030	3,44±0,015*	3,63±0,012*
Дослідна 2 (астаксантин)	3,27±0,013	3,45±0,013*	3,65±0,009*
Жовток, МАФАНМ, lg КУО/г			
Контрольна	2,35±0,013	2,46±0,010*	3,10±0,005*
Дослідна 1 (лікопін)	2,37±0,008	2,49±0,030*	3,10±0,003*
Дослідна 2 (астаксантин)	2,38±0,019	2,50±0,024*	3,11±0,004*

Примітка: * – $P\leq 0,05$, порівняно зі свіжознесеними яйцями, • – $P\leq 0,05$, порівняно зі зберіганням яєць за $4\pm 0,5$ °C.

Відмічено зростання МАФАНМ у жовтках курячих яєць які отримували добавки лікопіну в дозі 40 мг/кг і зберігалися протягом 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C та відносній вологості 80-85% порівняно із контрольною групою кількість МАФАНМ у жовтках курячих яєць підвищився на 8,7%, а при температурі $12\pm 0,5$ °C та вологості 70-75% кількість МАФАНМ підвищився на 14,8% порівняно з контрольною групою. Зміни чисельності мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів в жовтках курячих яєць за $12\pm 0,5$ °C та вологості 70-75% на 22,3%, порівняно з зберіганням $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 80-85%.

Додавання курям-несучкам комбікорму з вмістом астаксантину в дозі 20 мг/кг не впливало на МАФАНМ свіжознесених курячих яєць. Зберігання цих яєць як за температури $4\pm 0,5$ °C, так і $12\pm 0,5$ °C не впливало на мікробне обсіменіння їх шкаралупи.

Проте після згодовування астаксантину курям-несучкам у дозі 20 мг/кг відбувалось зростання чисельності МАФАНМ у жовтках курячих яєць, які зберігалися впродовж 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C та відносній вологості 80-85%, на 8,4%, а у разі зберігання за температури $12\pm 0,5$ °C і відносній вологості 70-75% – на 23,4%, порівняно з контролем. Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів у жовтках курячих яєць у разі їх зберігання за $4\pm 0,5$ °C на 16,3% нижча, порівняно із зберіганням в умовах $12\pm 0,5$ °C.

За зберігання яєць курей контрольної групи протягом 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C і вологості 80-85% кількість МАФАНМ на поверхні шкаралупи збільшилась на 2,16%, а за температури $12\pm 0,5$ °C та вологості 70-75% – на 11,7%, порівняно зі свіжознесеними яйцями. Також відзначаємо підвищення чисельності мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів на поверхні курячих яєць за їх зберігання в умовах $12\pm 0,5$ °C на 9,77%, порівняно зі зберіганням за $4\pm 0,5$ °C.

У разі додавання до комбікорму курям-несучкам добавки лікопіну в дозі 60 мг/кг кількість МАФАНМ на поверхні шкаралупи свіжознесених яєць не відрізнялася від контролю. За зберігання яєць курей, що отримували добавки лікопіну в дозі 60 мг/кг комбікорму за тем-



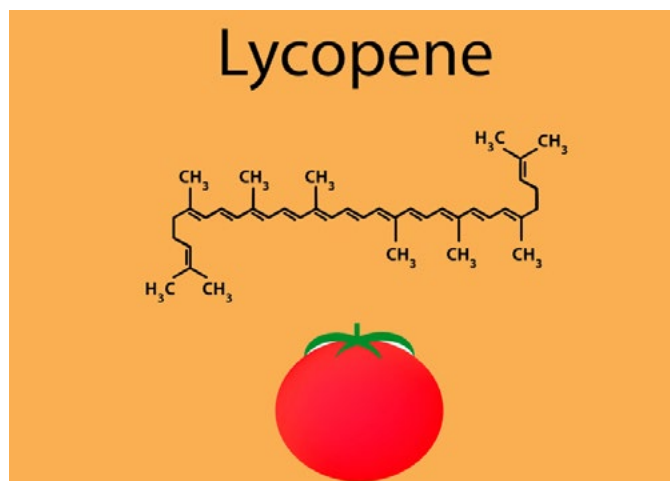
ператури $4\pm 0,5$ °C і вологості 80-85% кількість МАФАНМ на поверхні шкаралупи яєць підвищилась на 1,23%, а зберігання яєць за температури $12\pm 0,5$ °C і вологості 70-75% призвело до підвищення МАФАНМ на поверхні шкаралупи на 10%, порівняно з контрольною групою. Крім того, за зберігання яєць, отриманих від курей-несучок, яким згодовували комбікорм з добавкою лікопіну в дозі 60 мг/кг, за температури $12\pm 0,5$ °C і вологості 70-75% кількість МАФАНМ на поверхні шкаралупи яєць на 8,9% вища, ніж за температури зберігання $4\pm 0,5$ °C і вологості 80-85%.

Згодовування астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму не впливало на чисельність МАФАНМ на поверхні шкаралупи свіжознесених курячих яєць (порівняно з контролем). Зберігання яєць курей, що отримували добавку астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму, за температури $4\pm 0,5$ °C призвело до підвищення кількості МАФАНМ на поверхні шкаралупи на 2,14%, а у разі зберігання яєць за температури $12\pm 0,5$ °C – на 10,6%, порівняно з контрольною групою. Встановлено, що чисельність МАФАНМ на поверхні шкаралупи яєць, отриманих від курей-несучок, які споживали з комбікормом добавку астаксантину в дозі 30 мг/кг і зберігалися за температури $4\pm 0,5$ °C та вологості 80-85% на 8,6% нижча, ніж за зберігання цих же яєць за температури $12\pm 0,5$ °C і відносній вологості 70-75%.

2. Вплив лікопіну в дозі 40 мг/кг та астаксантину в дозі 20 мг/кг комбікорму на МАФАНМ курячих яєць ($M\pm m$, $n=5$)

Група	Свіжознесені яйця	Умови зберігання	
		$4\pm 0,5$ °C	$12\pm 0,5$ °C
Поверхня шкаралупи, МАФАНМ, lg КУО/см ²			
Контрольна	3,21±0,013	3,25±0,015*	3,53±0,018*•
Дослідна 1 (лікопін)	3,23±0,012	3,29±0,041	3,50±0,02*•
Дослідна 2 (астаксантин)	3,40±0,155	3,31±0,028	3,53±0,009
Жовток, МАФАНМ, lg КУО/г			
Контрольна	2,41±0,023	2,63±0,033*	3,07±0,026*•
Дослідна 1 (лікопін)	2,40±0,018	2,63±0,021*	3,09±0,034*•
Дослідна 2 (астаксантин)	2,38±0,015	2,60±0,015*	3,11±0,054*•

Примітка: * – $P\leq 0,05$, порівняно зі свіжознесеними яйцями, • – $P\leq 0,05$, порівняно зі зберіганням яєць за $4\pm 0,5$ °C.



Також відзначено зростання МАФАНМ у жовтках курячих яєць, отриманих від курей-несучок, які споживали повнораціонний комбікорм (контроль) і зберігалися протягом 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C і відносній вологості 80-85% на 12%, а у разі зберігання за температурі $12\pm 0,5$ °C і вологості 70-75% – на 21,2%, порівняно з контролем. Чисельність мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів у жовтках курячих яєць у разі зберігання за $4\pm 0,5$ °C на 10,4% нижче, ніж за зберігання в умовах $12\pm 0,5$ °C (табл. 3).

Виявлено зростання МАФАНМ у жовтках курячих яєць, отриманих від курей-несучок, яким у комбікорм додавали добавку лікопіну в дозі 60 мг/кг і зберігали протягом 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C і вологості 80-85% на 9,6%, а за температури $12\pm 0,5$ °C – на 20,4%, порівняно з контролем. Кількість мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів у жовтках курячих яєць, отриманих від курей-несучок, яким у комбікорм додавали добавку лікопіну в дозі 60 мг/кг і зберігали впродовж 30 діб за $4\pm 0,5$ °C на 12,0% нижча, порівняно із зберіганням яєць за $12\pm 0,5$ °C.

Після згодовування курям-несучкам астаксантину в дозі 30 мг/кг корму відбулось зростання МАФАНМ у жовтках курячих яєць, які зберігались протягом 30 діб за температури $4\pm 0,5$ °C та вологості 80-85% на 11,7%, порівняно з контролем, а у разі зберігання яєць за тем-

ператури $12\pm 0,5$ °C та вологості 70-75% – на 22,5%. Чисельність мезофільних аеробних і факультативно анаеробних мікроорганізмів у жовтках курячих яєць, отриманих від курей-несучок, яким у комбікорм додавали добавку астаксантину в дозі 30 мг/кг корму за зберігання в умовах $4\pm 0,5$ °C на 12,2% нижча, порівняно зі зберіганням яєць за $12\pm 0,5$ °C.

Таким чином, якість столових яєць оцінюють за різними детермінантами. Свіжознесені яйця, як правило, мають найвищу якість, яка знижується під час їх зберігання. Швидкість змін залежить від умов зберігання, зокрема: тривалості, температури й відносної вологості. Зберігання яєць у холодильнику має найбільший вплив на збереження показників якості (Jones et al., 2018). З іншого боку, дослідження свідчать, що оптимальною температурою зберігання яєць є 4 °C. Розміщення яєць на полицях у магазинах за кімнатної температури після холодильного зберігання може призвести до конденсації води на шкаралупі і, таким чином, створити сприятливі умови для розвитку мікроорганізмів. Тому, якщо можливо, яйця слід зберігати та транспортувати за постійної температури і їх не слід охолоджувати перед реалізацією кінцевим споживачам (Commission Regulation (EC) No 589/2008). Зміни ознак, що характеризують якість харчових яєць під час їх зберігання, полягають у збільшенні об'єму повітряної камери, розрідженні щільного білка та ослабленні жовткової мембрани, що оточує жовток (Eke et al., 2013) Необхідно зазначити, що жовток поглинає воду з білка і, таким чином, збільшує свій об'єм та одночасно послаблює жовткову оболонку. Крім того, під час зберігання яйця втрачають воду й вуглекислий газ. Динаміка цього процесу визначається температурою та відносною вологістю повітря. Обмін вуглекислого газу та водяної пари через яєчну шкаралупу підвищує величину рН білка та жовтка, зменшує вміст води в білку та масу цілого яйця (Al-Hajo et al., 2012).

Важливу роль під час зберігання яєць відіграють мікроорганізми, наявність яких погіршує не тільки якість, але й безпечність білка та жовтка (Eke et al., 2013; Singh et al., 2009). Здебільшого їх можна виявити на немитій поверхні яєчної шкаралупи і їх кількість залежить від

3. Вплив лікопіну в дозі 60 мг/кг та астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму на МАФАНМ курячих яєць ($M\pm m$, $n=5$)

Група	Свіжознесені яйця	Умови зберігання	
		$4\pm 0,5$ °C	$12\pm 0,5$ °C
Поверхня шкаралупи, МАФАНМ, lg КУО/см ²			
Контрольна	3,16±0,006	3,23±0,002*	3,58±0,015*,**
Дослідна 1 (лікопін)	3,21±0,010	3,25±0,018*	3,57±0,015*,**
Дослідна 2 (астаксантин)	3,19±0,026	3,26±0,025*	3,57±0,018*,**
Жовток, МАФАНМ, lg КУО/г			
Контрольна	2,41±0,016	2,74±0,025*	3,06±0,019*•
Дослідна 1 (лікопін)	2,45±0,018	2,71±0,071*	3,08±0,015*•
Дослідна 2 (астаксантин)	2,41±0,037	2,73±0,016*	3,11±0,016*•

Примітка: * – $P\leq 0,05$, порівняно зі свіжознесеними яйцями, • – $P\leq 0,05$, порівняно зі зберіганням яєць за $4\pm 0,5$ °C.

гігієни місця відкладання яєць (De Reu et al., 2006; Corry, 2007; Gantois et al., 2009). Крім того, під час зберігання та транспортування яйця можуть бути додатково забруднені. При цьому зовнішні шари яєць, такі як муцинова оболонка, шкаралупа та підшкаралупні оболонки, становлять механічний бар'єр, що запобігає мікробному обміненню вмістимого. Оскільки під час зберігання захисні механізми яєць слабшають, тому бактерії та гриби можуть проникати через шкаралупу й підшкаралупні оболонки (Tomczyk et al., 2018). На поверхні яєчної шкаралупи можна виявити бактерії родів *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus* і *Escherichia* (Gondek et al., 2013). Вони є основними причинами харчових отруєнь (Ogori and Ogori, 2014). Мікрофлора яйця також містить такі роди бактерій як *Pseudomonas*, *Proteus*, *Alcaligenes*, *Serratia*, *Acinetobacter*, *Moraxella* та *Citrobacter spp.*, що спричиняє гниття, невластиві зміни кольору білка та жовтка та гнильний запах (Corry, 2007).

Необхідно зазначити, що за нашими дослідженнями згодовування курям-несучкам комбікорму з вмістом лікопіну та астаксантину у різних дозах практично не впливало на мікробне обмінення як шкаралупи, так і жовтків свіжознесених яєць у процесі їх зберігання впродовж 30 діб. Результати досліджень мікробіологічних показників яєць під час їх зберігання впродовж 30 діб свідчить про те, що яйця, які зберігалися за температури $12 \pm 0,5$ °C, мали вище мікробне обмінення як шкаралупи, так і жовтка, ніж яйця, які зберігалися за температури $4 \pm 0,5$ °C (температура охолодження).

Це пов'язано з тим, що муцинова оболонка на поверхні шкаралупи яєць, що зберігаються за температури $12 \pm 0,5$ °C, так як і температури навколишнього середовища, швидше висихає і починає скорочуватися, що призводить до збільшення кількості пор шкаралупи, полегшує проникнення мікроорганізмів всередину і вихід із шкаралупи. Як відзначає Collins et al. / (1989), вища популяція плісняви на яйцях, що зберігаються за температури навколишнього середовища, може бути пов'язана з надмірною відносною вологістю довкілля.

ВИСНОВКИ

1. Згодовування курям-несучкам комбікорму з вмістом лікопіну та астаксантину у різних дозах практично не впливає на мікробне обмінення як шкаралупи, так і жовтків свіжознесених і яєць, які зберігалися впродовж 30 діб.
2. Температура та відносна вологість зберігання харчових яєць чинить суттєвий вплив на їх мікробне обмінення. Яйця, які зберігалися за температури $12 \pm 0,5$ °C і відносній вологості 70-75% мали вище мікробне обмінення як шкаралупи, так і жовтка, ніж яйця, які зберігалися за температури $4 \pm 0,5$ °C (температура охолодження) і відносній вологості 80-85%.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні міцності шкаралупи яєць курей у процесі зберігання яєць, отриманих від курей, яким згодовували добавки лікопіну та астаксантину. ■

V. HONCHAR, candidate of the degree Doctor of Philosophy,
O. IAKUBCHAK, Doctor of Veterinary Sciences, Professor
 National University of Life and Environmental Science Ukraine, Kyiv
 E-mail: vitaliyhonchar@nubip.edu.ua

The influence of feed additives of lycopene and astaxanthin on the microbial intelligence of edible chicken eggs during storage

Abstract. The freshness of edible chicken eggs is their most important characteristic related to both quality and safety. The quality of eggs is determined, in particular, by the attractive appearance of the yolks and their content of biologically active substances. Such compounds include carotenoids - lycopene and astaxanthin, which can be deposited in yolks and provide their pigmentation. In the process of storage of edible eggs, various complex physical, chemical and physiological changes occur in the product and insemination and reproduction of microorganisms, which affects both safety and quality, and also leads to spoilage of edible eggs. The aim of this study was

to determine the effect of the addition of oil extracts of lycopene (20, 40 and 60 mg/kg of feed) and astaxanthin (10, 20 and 30 mg/kg of feed) to the diet of laying hens on insemination by mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms of the shell and yolk eggs for storage in conditions of 4 ± 0.5 °C and relative humidity of 80-85% and 12 ± 0.5 °C and relative humidity of 70-75% for 30 days 45 "High-Line W-36" crossbred chickens at the age of 24 weeks were used in the experiment. It was established that storage temperature regimes (4 ± 0.5 °C and 12 ± 0.5 °C) have different effects on the number of mesophilic aerobic and facultatively anaerobic microorganisms in edible eggs obtained from hens fed with lycopene and astaxanthin supplements in different doses. Thus, the addition of lycopene from 20 to 60 mg/kg or astaxanthin from 10 to 30 mg/kg of feed in the diet of laying hens did not affect the number of mesophilic aerobic and facultatively anaerobic microorganisms on the shells and yolks of freshly laid eggs. However, eggs stored at a temperature of 12 ± 0.5 °C and a relative humidity of 70-75% for 30 days had higher microbial inoculation of both the shell and the yolk than eggs stored at a temperature of 4 ± 0.5 °C and a relative humidity of 70-75%.

Key words: astaxanthin, lycopene, storage, microbiological indicators, temperature, humidity, chicken eggs

Література

- ДСТУ 8104:2015** Яйця харчові, продукти яєчні. Методи визначення мікробіологічних показників. Чинний від 22 червня 2015 р. № 61 з 2017-01-01.
- Al-Hajo N. N., Zangana B. S., Al-Janabi L. A., Al-Khalani F. M. H.** Effect of coating materials (gelatin) and storage time on internal quality of chicken and quail eggs under refrigerated storage. *Egyptian Poultry Science Journal*. 2012. Vol. 32, №1. P. 107-115.
- Campo J. L., Garcia Gil, M., Munoz I., Alonso M.** Effects of breed, hen age, and egg storage on the indirect prediction of the albumen quality. *Archiv für Geflügelkunde*. 2000. Vol. 64, № 3. P. 109-114.
- Corry J. E. L.** Microbiological Analysis of Eggs and Egg Products. *Microbiological analysis of red meat, poultry and eggs*. 2007. P. 183-201.
- Commission Regulation (EC) No 589/2008. (2008). Laying down detailed rules for implementing 2008 Council Regulation (EC) No 1234/2007 as regards marketing standards for eggs.
- Desjardins A. E.** Fusarium Mycotoxins: *Chemistry, Genetics and Biology*. St Paul, USA, 2006. P. 260.
- Desjardins A. E., Proctor R. H.** Molecular biology of Fusarium mycotoxins. *International journal of food microbiology*. 2007. Vol. 119, № 1-2. P. 47-50. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.024
- Eke M. O., Olaitan N. I., Ochefu J. H.** Effect of storage conditions on the quality attributes of shell (table) eggs. *Nigerian Food Journal*. 2013. Vol. 31, №2. P. 18-24.
- Gantois I., Ducatelle R., Pasmans F., Haesebrouck F., Gast R., Humphrey T. J., Van Immerseel F.** Mechanisms of egg contamination by Salmonella Enteritidis. *FEMS microbiology reviews*. 2009. Vol. 33, № 4. P. 718-738.
- Gondek M., Szkucik K., Bełkot Z.** Presence of pathogenic microorganisms on the surface of eggs from different hen-housing systems. 2013. *Medycyna Weterynaryjna*. Vol. 69, № 6. P. 374-377.
- Halaj M., Halaj P., Golian J., Valášek F., Moravčík F., Melen, M.** The influence of storage time and temperature on weight loss in eggs and yolk pigmentation. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*. 2000. Vol. 3, № 2. P. 52-54. [in English].
- Jones D. R., Ward G. E., Regmi P., Karcher D. M.** Impact of egg handling and conditions during extended storage on egg quality. *Poultry science*. 2018. Vol. 97, № 2. P. 716-723. doi:10.3382/ps/pex351.
- Ogori A. F., Ogori J. J.** Review on mechanism of food poisoning by microorganisms. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*. 2014. Vol. 1, № 5. P. 19-32.
- Rohweder D., Valenta H., Sondermann S., Schollenberger M., Drochner W., Pahlow G., Döll S., Dänicke S.** Effect of different storage conditions on the mycotoxin contamination of Fusarium culmorum-infected and non-infected wheat straw. *Mycotoxin research*. 2011. Vol. 27. № 2. P. 145-153. doi:10.1007/s12550-011-0087-6
- Silversides F. G., Scott A. T.** Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*. 2001. Vol. 80, № 8. P. 1240-1245.
- Singh R., Cheng K. M., Silversides F. G.** Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry science*. 2009. Vol. 88, № 2. P. 256-264.
- Tomczyk Ł., Stępień Ł., Urbaniak M., Szablewski T., Cegielska-Radziejewska R., Stuper-Szablewska K.** Characterisation of the Mycobiota on the Shell Surface of Table Eggs Acquired from Different Egg-Laying Hen Breeding Systems. *Toxins*. 2018. Vol. 10, № 7. P. 293 (10 p.). doi:10.3390/toxins10070293

References

- Al-Hajo, N. N., Zangana, B. S., Al-Janabi, L. A., & Al-Khalani, F. M. H.** (2012). Effect of coating materials (gelatin) and storage time on internal quality of chicken and quail eggs under refrigerated storage. *Egyptian Poultry Science Journal*, 32(1), 107-115. [in English].
- Campo, J. L., Garcia Gil, M., Munoz, I., & Alonso, M.** (2000). Effects of breed, hen age, and egg storage on the indirect prediction of the albumen quality. *Archiv für Geflügelkunde*, 64(3), 109-114. [in English].
- Corry, J. E. L.** (2007). Microbiological Analysis of Eggs and Egg Products. *Microbiological analysis of red meat, poultry and eggs*, 183-201. [in English].
- Commission Regulation (EC) No 589/2008.** (2008). Commission Regulation (EC) No 589/2008 of 23 June 2008 laying down detailed rules for implementing Council Regulation (EC) No 1234/2007 as regards marketing standards for eggs. [in English].
- Desjardins, A. E.** (2006). Fusarium Mycotoxins: Chemistry, Genetics and Biology. St Paul, USA, 260. [in English].
- Desjardins, A. E., & Proctor, R. H.** (2007). Molecular biology of Fusarium mycotoxins. *International journal of food microbiology*. 119(1-2), 47-50. doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.024. [in English].
- DSTU 8104:2015.** (2015). Yaitsia kharchovi, produkty yaiechni. Metody vyznachennia mikrobiolohichnykh pokaznykiv. [Edible eggs, egg products. Methods of determining microbiological indicators]. Chynnyi vid 22 chervnia 2015 [Effective from June 22, 2015], No 61 z 01-01-2017. [in Ukrainian].
- Eke, M. O., Olaitan, N. I., & Ochefu, J. H.** (2013). Effect of storage conditions on the quality attributes of shell (table) eggs. *Nigerian Food Journal*, 31(2), 18-24. [in English].
- Gantois, I., Ducatelle, R., Pasmans, F., Haesebrouck, F., Gast, R., Humphrey, T. J., & Van Immerseel, F.** (2009). Mechanisms of egg contamination by Salmonella Enteritidis. *FEMS microbiology reviews*, 33(4), 718-738. [in English].
- Gondek, M., Szkucik, K., & Bełkot, Z.** (2013). Presence of pathogenic microorganisms on the surface of eggs from different hen-housing systems. *Medycyna Weterynaryjna*, 69(6), 374-377. [in English].
- Halaj, M., Halaj, P., Golian, J., Valášek, F., Moravčík, F., & Melen, M.** (2000). The influence of storage time and temperature on weight loss in eggs and yolk pigmentation. *Acta Fytotechnica et Zootechnica*, 3(2), 52-54. [in English].
- Jones, D. R., Ward, G. E., Regmi, P., & Karcher, D. M.** (2018). Impact of egg handling and conditions during extended storage on egg quality. *Poultry science*, 97(2), 716-723. doi:10.3382/ps/pex351. [in English].
- Ogori, A. F., & Ogori, J. J.** (2014). Review on mechanism of food poisoning by microorganisms. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 1(5), 19-32. [in English].
- Rohweder, D., Valenta, H., Sondermann, S., Schollenberger, M., Drochner, W., Pahlow, G., Döll, S., & Dänicke, S.** (2011). Effect of different storage conditions on the mycotoxin contamination of Fusarium culmorum-infected and non-infected wheat straw. *Mycotoxin research*, 27(2), 145-153. doi:10.1007/s12550-011-0087-6 [in English].
- Silversides, F. G., & Scott, A. T.** (2001). Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*, 80(8), 1240-1245. [in English].
- Singh, R., Cheng, K. M., & Silversides, F. G.** (2009). Production performance and egg quality of four strains of laying hens kept in conventional cages and floor pens. *Poultry science*, 88(2), 256-264.
- Tomczyk, Ł., Stępień, Ł., Urbaniak, M., Szablewski, T., Cegielska-Radziejewska, R., & Stuper-Szablewska, K.** (2018). Characterisation of the Mycobiota on the Shell Surface of Table Eggs Acquired from Different Egg-Laying Hen Breeding Systems. *Toxins*, 10(7), 293. doi:10.3390/toxins10070293.