

## АНОТАЦІЯ

**Гончар В. В. Вплив барвників жовтків на якість і безпечність курячих яєць за різних режимів зберігання.** Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктор філософії за спеціальністю 212 «Ветеринарна гігієна, санітарія і експертиза». Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2023.

Серед факторів, які впливають на якість і безпечність харчових яєць важливу роль відіграють санітарно-гігієнічні умови утримання та годівлі курей-несучок, а також дотримання гігієнічних вимог під час їх виробництва та зберігання. Одним із важливих критеріїв привабливості харчових яєць для споживача є інтенсивність забарвлення жовтків, що досягають шляхом згодовування курям-несучкам різних барвників, зокрема каротиноїдів природного походження, таких як лікопін та астаксантин.

Нині серед джерел лікопіну природного походження все більшого поширення набуває використання його олійного екстракту з продуктів переробки помідорів, а перспективним джерелом астаксантину є олійний екстракт водорості *Haematococcus pluvialis*.

У дисертаційній роботі зроблено санітарно-гігієнічну оцінку курячих харчових яєць, збагачених лікопіном чи астаксантином за різних режимів зберігання за показниками морфологічного та хімічного складу яєць, вмісту каротиноїдів, вітаміну А, жирних кислот та мікробіологічними показниками.

Дослідженнями встановлено, що згодовування курям-несучкам добавок лікопіну в дозах 20; 40 та 60 мг/кг чи астаксантину в дозах 10; 20 та 40 мг/кг комбікорму не впливало на масу яєць, масу білка, масу жовтка та масу шкаралупи як свіжознесених яєць, так і впродовж 30 діб їх зберігання за температури  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  та вологості 80–85 %, порівняно з контрольною групою.

Зберігання курячих яєць за температури  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 %, які отримували добавку лікопіну в дозі 20 мг/кг комбікорму чи астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму, спричинило зниження їх маси на 0,66 %, та 0,92 %, відповідно, порівняно з контролем. Це зниження відбувалося за рахунок зменшення маси білка яєць курей, яким згодовували добавку лікопіну, на 1,01 % та астаксантину – на 1,73 %, порівняно з контролем.

Зберігання яєць впродовж 30 діб за температури  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 %, отриманих від курей, яким згодовували добавку лікопіну у дозі 40 мг/кг комбікорму, знижувало масу яєць на 0,75 % та масу білка – на 1,13 %, але не впливало на масу жовтка та шкаралупи, порівняно з контролем.

Зберігання яєць за температури  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 %, отриманих від курей, яким згодовували добавки лікопіну у дозі 60 мг/кг комбікорму, зменшувало масу яєць на 0,71 % за рахунок зменшення маси білка на 1,19 % і не впливало на масу жовтка та масу шкаралупи порівняно з контролем.

Згодовування добавки астаксантину в дозі 20 мг/кг комбікорму курям-несучкам впливало на морфологічні показники яєць за зберігання їх за температури  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 % шляхом зниження маси яєць на 0,78 % за рахунок зменшення маси білка – на 1,02 %, але не впливало на масу жовтка та шкаралупи яєць порівняно з контролем.

Згодовування курям-несучкам астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму за зберігання протягом 30 діб за температури  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 % сприяло зменшенню маси яєць на 0,67 %, що відбулося за рахунок зниження маси білка на 1,56 %, але не впливало на масу жовтка та шкаралупи порівняно з контролем.

Зберігання яєць курей, що отримували добавки лікопіну в дозі 20 мг/кг комбікорму чи астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму, за температури  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 80–85 %, не впливало на вміст сухої речовини, вологи, сирих протеїну, жиру, золи, а також фосфору і кальцію в яйцях порівняно з контролем.

Зберігання яєць за температури  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 %, отриманих від курей, яким згодовували добавку лікопіну в дозі 20 мг/кг комбікорму чи астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму не впливало на вміст вологи, сухої речовини, сирих протеїну, жиру та фосфору і кальцію, але знижувало вміст сирової золи в яйцях на 0,11 % та 0,10 %, відповідно, порівняно з контролем.

Лікопін у дозі 40 мг/кг комбікорму впродовж 30 діб не впливав на вміст вологи, сухої речовини, сирих протеїну, жиру, золи, кальцію, але підвищував на 0,03 % вміст фосфору в свіжознесених яйцях, а в дозі 20 мг/кг комбікорму впродовж 30 діб – не впливав на хімічний склад яєць порівняно з контролем.

Зберігання курячих яєць впродовж 30 діб за впливу лікопіну у дозі 40 мг/кг комбікорму чи астаксантину в дозі 20 мг/кг комбікорму за температури  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  не впливало на вміст вологи, сухої речовини, сирих жиру, протеїну і золи, а також кальцію і фосфору, а за температури  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  збільшувало вміст сирового протеїну на 0,54 та 0,72 % порівняно з контролем.

За згодовування курям-несучкам лікопіну в дозі 60 мг/кг комбікорму впродовж 30 діб встановлено, що вміст фосфору в свіжознесених яйцях підвищився на 0,03 %, тоді як вміст вологи, сухої речовини, сирих жиру, протеїну і золи, а також кальцію не змінювався. Добавка до основного раціону курей-несучок астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму не впливала на хімічний склад яєць порівняно з контрольною групою.

Зберігання яєць впродовж 30 діб за температури  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 80–85 %, за згодовування курям добавки лікопіну в дозі 60 мг/кг чи астаксантину в дозі 30 мг/кг комбікорму сприяло зниженню вмісту води та підвищенню вмісту сухої речовини на 1,12 % та 0,92 % відповідно, що відбулося за рахунок збільшення рівня сирого протеїну на 0,77 % та 1,0 % відповідно, тоді як решта показників не змінювалися порівняно з контрольною групою. Аналогічні зміни хімічного складу яєць були виявлені і за їх зберігання в умовах  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

Згодовування курям лікопіну в дозі 20 мг/кг комбікорму збільшувало загальний вміст каротиноїдів у жовтках свіжознесених яєць на 20,7 % порівняно з контролем. Астаксантин у дозі 10 мг/кг комбікорму сприяв збільшенню цього значення на 58,7 % порівняно з контролем і на 31,4 % порівняно з дозою лікопіну 20 мг/кг комбікорму. Це, у свою чергу, сприяло збільшенню інтенсивності забарвлення жовтків свіжознесених яєць курей, яким згодовували лікопін в дозі 20 мг/кг комбікорму на 2,4 бали порівняно з контролем. Згодовування курям астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму посилювало інтенсивність забарвлення жовтків свіжознесених курячих яєць на 5,4 бали порівняно з контролем і на 3,2 бали порівняно з добавкою лікопіну в дозі 20 мг/кг комбікорму.

Зберігання яєць, отриманих від курей, які споживали комбікорм з добавкою лікопіну 20 мг/кг за температури  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 80–85 %, забезпечувало вищий загальний вміст каротиноїдів у жовтках на 17,6 % порівняно з контролем. Зберігання яєць за цих же умов, отриманих від курей за згодовування астаксантину в дозі 10 мг/кг комбікорму, збільшувало загальний вміст каротиноїдів в жовтках 33,4 % порівняно з контролем та на 13,5 % порівняно з добавкою лікопіну в дозі 20 мг/кг комбікорму.

Лікопін в дозі 40 мг/кг та астаксантин в дозі 20 мг/кг комбікорму за зберігання яєць за температури  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 % впродовж 30 діб збільшували загальний вміст каротиноїдів у жовтках на 12,5 % та в 1,8 раза відповідно порівняно з контролем. Крім того, добавка астаксантину у вказаній вище дозі забезпечувала вищий в 1,6 раза рівень каротиноїдів у жовтках яєць ніж добавка лікопіну в дозі 40 мг/кг комбікорму під час їх зберігання.

Добавки астаксантину в раціонах курей несучок більш ефективні для збагачення жовтків яєць каротиноїдами та надання їм привабливого забарвлення, ніж добавки лікопіну. Лікопін в дозі 40 мг/кг комбікорму збільшував інтенсивність забарвлення жовтків на 2,8 бала порівняно з контролем, а астаксантин в дозі 20 мг/кг комбікорму – на 6,6 бала порівняно з контролем і на 3,8 бала порівняно з добавкою лікопіну в дозі 40 мг/кг комбікорму за зберігання яєць за температури  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 % впродовж 30 діб.

Згодовування курям-несучкам лікопіну в дозах від 20 до 60 мг/кг комбікорму не впливало на вміст вітаміну А в жовтках як свіжознесених, так і яєць за зберігання в умовах температурних режимів  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 80–85 %, та  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 %. Добавка астаксантину в дозах 20 і 30 мг/кг комбікорму краще стабілізувала вітамін А в жовтках курей під час зберігання, але лише за температури  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 80–85 %.

Лікопін в дозах від 20 до 60 мг/кг комбікорму забезпечував збагачення жовтків курячих яєць каротиноїдами і поліпшення їх забарвлення в межах від 7,6 до 10,0 балів за 15 бальною кольоровою шкалою, яке не залежало від температурного режиму їх зберігання.

Астаксантин в дозах від 10 до 30 мг/кг комбікорму забезпечував збагачення жовтків курячих яєць каротиноїдами значно ефективніше ніж лікопін і створював кольорову шкалу жовтків від 11,0 до 14,2 балів за 15 бальною кольоровою шкалою як свіжознесених яєць, так і за різних режимів їх зберігання.

Режими зберігання харчових яєць за  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 80–85 %, та  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 % однаково впливають на жирнокислотний склад жовтків яєць, отриманих від курей, яким згодовували добавки лікопіну в дозах 20, 40 та 60 мг/кг чи астаксантину в дозах 10, 20 та 30 мг/кг комбікорму впродовж 30 днів порівняно зі свіжознесеними яйцями. Зі збільшенням дози лікопіну від 20 до 60 мг/кг чи астаксантину від 10 до 30 мг/кг в раціоні курей-несучок в жовтках свіжознесених, а також в яйцях за обох температурних режимів їх зберігання знижується частка  $\omega_6$  ПНЖК: цис-8,11,14-ейкозатрієнової та 6,9,12-октадекатрієнової кислот аж до повного їх зникнення.

Добавка астаксантину до раціону курей-несучок характеризувалась значно сильнішим впливом на співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот у жовтках курячих яєць під час їх зберігання, ніж добавка лікопіну. Згодовування астаксантину курям-несучкам більшою мірою знижувало і стабілізувало співвідношення  $\omega_3/\omega_6$  ПНЖК у жовтках за зберігання яєць, ніж добавка лікопіну до раціону курей. Отримані результати досліджень можуть бути основою для вибору режиму зберігання збагачених каротиноїдами харчових курячих яєць з урахуванням корекції жирнокислотного профілю ліпідів жовтків.

Згодовування курям-несучкам добавок лікопіну в дозах 20, 40 та 60 мг/кг комбікорму чи астаксантину в дозах 10, 20 та 30 мг/кг комбікорму впродовж 30 днів поспіль не впливало як на чисельність МАФМ на поверхні шкаралупи свіжознесених яєць, так і в жовтках. Зберігання курячих яєць, збагачених різними дозами лікопіну чи астаксантину в умовах  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 80–85 % та  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 % впродовж 30 днів підвищувало контамінацію поверхні шкаралупи та жовтка яєць МАФМ порівняно зі свіжознесеними яйцями. Зберігання курячих яєць як контрольної групи, так і збагачених різними дозами лікопіну чи астаксантину за температури  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 80–85 % характеризувалося

нижчою чисельністю МАФАМ як поверхні шкаралупи, так і жовтків, порівняно зі зберіганням яєць за температури  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 %.

Виробництво харчових яєць, збагачених лікопіном чи астаксантином, дозволяє не лише отримувати привабливий колір жовтків, але й харчовий продукт із функціональними властивостями, придатний до зберігання за режимів  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 80–85 % та  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  і вологості 70–75 % впродовж 30 діб.

**Ключові слова:** курячі яйця, лікопін, астаксантин, зберігання, якість, безпечність.

#### ANNOTATION

**Honchar V. V. Effect of yolk dyes on quality and safety of chicken eggs in different ways of storage.** Qualification scientific work on manuscript rights.

Dissertation for obtaining the educational and scientific degree of Doctor of Philosophy in specialty 212 «Veterinary hygiene, sanitation and expertise». National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, 2023.

Among the factors that affect the quality and safety of food eggs, sanitary and hygienic conditions of keeping and feeding laying hens, as well as compliance with hygienic requirements during their production and storage, play an important role. One of the important criteria for the attractiveness of edible eggs for the consumer is the intensity of the color of the yolks, which is achieved by feeding laying hens with various dyes, in particular carotenoids of natural origin, such as lycopene and astaxanthin.

Currently, among sources of lycopene of natural origin, the use of its oil extract from tomato processing products is becoming more and more widespread, and a promising source of astaxanthin is the oil extract of the algae *Haematococcus pluvialis*.

In the dissertation, a sanitary-hygienic assessment of edible chicken eggs enriched with lycopene or astaxanthin under different storage regimes was made according to the indicators of the morphological and chemical composition of the eggs, the content of carotenoids, vitamin A, fatty acids and microbiological indicators.

Research has established that feeding laying hens with lycopene supplements in doses of 20; 40 and 60 mg/kg or astaxanthin in doses of 10; 20 and 40 mg/kg of compound feed did not affect egg weight, protein weight, yolk weight and shell weight of both freshly laid eggs and during 30 days of their storage at a temperature of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  compared to the control group.

Storage of chicken eggs at a temperature of  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , which were supplemented with lycopene at a dose of 20 mg/kg of compound feed or astaxanthin at a dose of 10 mg/kg of compound feed, caused a decrease in their weight by 0,66 % and 0.92%, respectively, compared to the control. This decrease was due to a decrease in the egg protein mass of hens fed with lycopene supplement by 1,01 % and astaxanthin by 1.73%, compared to the control.

Storage of eggs for 30 days at a temperature of  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , obtained from hens fed with lycopene supplement at a dose of 40 mg/kg compound feed, reduced egg mass by 0,75 % and protein mass by 1,13 %, but not affected the weight of the yolk and shell, compared to the control.

Feeding the astaxanthin supplement at a dose of 20 mg/kg of compound feed to laying hens affected the morphological indicators of eggs when stored at a temperature of  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  by reducing the weight of eggs by 0,78 % due to a decrease in the weight of protein by 1,02 %, but had no effect on egg yolk and shell weight compared to the control.

Storage of eggs at a temperature of  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , obtained from hens fed with lycopene supplements at a dose of 60 mg/kg compound feed, reduced egg weight by 0,71 % due to a decrease in protein weight by 1,19 % and did not affect yolk weight and shell weight compared to the control.

Feeding laying hens with astaxanthin at a dose of 30 mg/kg of compound feed for 30 days at a temperature of  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  contributed to a decrease in egg mass by 0.67%, which occurred due to a decrease in protein mass by 1,56 %, but not affected the yolk and shell weight compared to the control.

Storage of eggs from chickens supplemented with lycopene at a dose of 20 mg/kg of compound feed or astaxanthin at a dose of 10 mg/kg of compound feed at a temperature of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  did not affect the content of dry matter, moisture, crude protein, fat, ash, as well as phosphorus and calcium in eggs compared to the control.

Storage of eggs at a temperature of  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ , obtained from hens fed with a supplement of lycopene at a dose of 20 mg/kg of compound feed or astaxanthin at a dose of 10 mg/kg of compound feed did not affect the content of moisture, dry matter, crude protein, fat and phosphorus and calcium, but reduced the raw ash content in eggs by 0,11 % and 0,10 %, respectively, compared to the control.

Lycopene at a dose of 40 mg/kg of compound feed for 30 days did not affect the content of moisture, dry matter, crude protein, fat, ash, calcium, but increased the phosphorus content in freshly laid eggs by 0,03 %, and at a dose of 20 mg/kg of compound feed for 30 days - did not affect the chemical composition of eggs compared to the control.

Storage of chicken eggs for 30 days under the influence of lycopene at a dose of 40 mg/kg of compound feed or astaxanthin at a dose of 20 mg/kg of compound feed at a temperature of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  did not affect the content of moisture, dry matter, crude fat, protein and ash, as well as calcium and phosphorus, and at a temperature of  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  increased the content of crude protein by 0,54 and 0,72 % compared to the control.

When laying hens were fed lycopene at a dose of 60 mg/kg of compound feed for 30 days, it was established that the phosphorus content in freshly laid eggs increased by 0,03 %, while the

content of moisture, dry matter, crude fat, protein and ash, as well as calcium did not was changing. Addition of astaxanthin to the basic diet of laying hens at a dose of 30 mg/kg compound feed did not affect the chemical composition of eggs compared to the control group.

Storage of eggs for 30 days at a temperature of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  while feeding chickens with lycopene at a dose of 60 mg/kg or astaxanthin at a dose of 30 mg/kg combined feed contributed to a decrease in moisture content and an increase in dry matter content by 1,12 % and 0,92 %, respectively, which occurred due to an increase in the level of crude protein by 0,77 % and 1,0 %, respectively, while the rest of the indicators did not change compared to the control group. Similar changes in the chemical composition of eggs were also detected during their storage at  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

Feeding chickens with lycopene at a dose of 20 mg/kg of compound feed contributed to an increase in the total content of carotenoids in the yolks of freshly laid eggs by 20,7 % compared to the control. Astaxanthin at a dose of 10 mg/kg of compound feed contributed to an increase in this value by 58,7 % compared to the control and by 31,4 % compared to a dose of lycopene of 20 mg/kg of compound feed. This, in turn, contributed to an increase in the color intensity of the yolks of freshly laid eggs of hens fed lycopene at a dose of 20 mg/kg of compound feed by 2,4 points compared to the control. Feeding chickens with astaxanthin at a dose of 10 mg/kg of compound feed increased the intensity of color of the yolks of freshly laid chicken eggs by 5,4 points compared to the control and by 3,2 points compared to the addition of lycopene at a dose of 20 mg/kg of compound feed.

Storage of eggs obtained from hens that received lycopene supplements at a dose of 20 mg/kg compound feed at a temperature of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  ensured a higher total content of carotenoids in the yolks by 17,6 % compared to the control. Storage of eggs under the same conditions, obtained from hens fed astaxanthin at a dose of 10 mg/kg of compound feed, increased the total content of carotenoids in the yolks by 33,4 % compared to the control and by 13,5 % compared to the addition of lycopene at a dose of 20 mg/kg compound feed.

Storage of eggs obtained from hens with the use of lycopene supplement at a dose of 20 mg/kg of compound feed at a temperature of  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  ensured a higher total content of carotenoids in the yolks by 30,5 % compared to the control. At the same time, the storage of eggs under the same conditions, obtained from hens fed astaxanthin at a dose of 10 mg/kg of compound feed, increased the total content of carotenoids in the yolks by 1,9 times compared to the control and by 1,4 times compared to the addition of lycopene in the dose 20 mg/kg of compound feed.

Lycopene at a dose of 40 mg/kg and astaxanthin at a dose of 20 mg/kg of compound feed for storing eggs at a temperature of  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  for 30 days increased the total content of carotenoids in yolks by 12,5 % and 1,8 times, respectively, compared to the control . In addition, the addition

of astaxanthin at the above dose provided a 1,6 times higher level of carotenoids in egg yolks than the addition of lycopene at a dose of 40 mg/kg of compound feed during their storage.

Astaxanthin supplements in the diets of laying hens are more effective in enriching egg yolks with carotenoids and giving them an attractive color than lycopene supplements. Lycopene at a dose of 40 mg/kg of compound feed increased the intensity of yolk coloring by 2,8 points compared to the control, and astaxanthin at a dose of 20 mg/kg of compound feed by 6,6 points compared to the control and by 3,8 points compared to the addition of lycopene in a dose of 40 mg/kg of compound feed for storing eggs at a temperature of  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  for 30 days.

Feeding laying hens with lycopene in doses from 20 to 60 mg/kg of compound feed did not affect the content of vitamin A in the yolks of both freshly laid and eggs stored at temperatures of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  and  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Addition of astaxanthin in doses of 20 and 30 mg/kg of compound feed better stabilized vitamin A in chicken yolks during storage, but only at a temperature of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

Lycopene in doses from 20 to 60 mg/kg of compound feed provided enrichment of chicken egg yolks with carotenoids and improvement of their color in the range of 7,6 to 10,0 points on a 15-point color scale, which did not depend on the temperature regime of their storage.

Astaxanthin in doses from 10 to 30 mg/kg of compound feed provided the enrichment of chicken egg yolks with carotenoids much more effectively than lycopene and created a color scale of yolks from 11,0 to 14,2 points on a 15-point color scale both for freshly laid eggs and under different regimes of their storage.

Temperature regimes of food egg storage of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  and  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  equally affect the fatty acid composition of egg yolks obtained from hens fed with lycopene supplements in doses of 30, 40 and 60 mg/kg or astaxanthin in doses of 10, 20 and 30 mg/kg of compound feed for 30 days compared to freshly laid eggs. With an increase in the dose of lycopene from 20 to 60 mg/kg or astaxanthin from 10 to 30 mg/kg in the diet of laying hens, the proportion of  $\omega 6$  PUFA decreases: cis-8,11, 14-eicosatrienoic and 6,9,12-okadecatrienoic acids until their complete disappearance.

The addition of astaxanthin to the diet of laying hens was characterized by a significantly stronger effect on the ratio of saturated and unsaturated fatty acids in the yolks of chicken eggs during their storage than the addition of lycopene. Feeding of astaxanthin to laying hens reduced and stabilized the ratio of  $\omega 3/\omega 6$  PUFAs in egg yolks during storage of eggs to a greater extent than did lycopene supplementation to the diet of hens. The obtained research results can be the basis for choosing the storage mode of food chicken eggs enriched with carotenoids, taking into account the correction of the fatty acid profile of the lipids of the yolks.

Feeding laying hens with lycopene supplements in doses of 20, 40 and 60 mg/kg of compound feed or astaxanthin in doses of 10, 20 and 30 mg/kg of compound feed for 30



consecutive days did not affect the number of mesophilicaerobic and facultative-anaerobic microorganisms on the surface shells of freshly laid eggs, as well as yolks. Storage of chicken eggs enriched with different doses of lycopene or astaxanthin in temperature regimes of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  and  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  for 30 days increased the contamination of the surface of the shell and egg yolk of mesophilicaerobic and facultative-anaerobic microorganisms compared to freshly laid eggs. The storage of chicken eggs of both the control group and enriched with different doses of lycopene or astaxanthin at a temperature of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  was characterized by a lower number of mesophilic-aerobic and facultative-anaerobic microorganisms both on the surface of the shell and in the yolks, compared to the storage of eggs at  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ .

The production of edible eggs enriched with lycopene or astaxanthin allows not only to obtain an attractive yolk color, but also a food product with functional properties, suitable for storage at temperatures of  $4\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  and  $12\pm 0,5^{\circ}\text{C}$  for 30 days.

**Key words:** chicken eggs, lycopene, astaxanthin, storage, quality, safety.