

## CHANGES IN EGG QUALITY DURING STORAGE

**Daniela Belichovska**

Institute of Animal Science, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje,  
R.N. Macedonia, daniela.belichovska@gmail.com

**Katerina Belichovska**

Faculty of Agricultural Sciences and Food, Ss. Cyril and Methodius University in Skopje,  
R.N. Macedonia, kbelicovska@yahoo.com

**Abstract:** During cooling and storage, internal and external, i.e. physical, biochemical and microbiological changes occur in eggs that lead to a decrease in their quality, and in case of improper storage to spoilage. The intensity of the changes depends on the cooling and storage regime of eggs. If the eggs are kept at higher temperatures and lower relative humidity, those changes take place quickly. The basic physical function is drying of the egg content, i.e. weight loss of the eggs. The height of the egg white, Haugh units, pH of the egg white and yolk, specific gravity and air bubble size are the most important parameters and they are greatly influenced by the storage time and temperature. This study offers a brief overview of the egg changes over several weeks of storage, as well as the storage of cooled eggs over several months.

**Keywords:** eggs, storage, quality changes

## ПРОМЕНИ НА КВАЛИТЕТОТ НА ЈАЈЦАТА ВО ТЕКОТ НА ЧУВАЊЕТО

**Даниела Беличовска**

Институт за сточарство, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје,  
Р.С. Македонија

**Катерина Беличовска**

Факултет за земјоделски науки и храна, Универзитет „Св. Кирил и Методиј“ – Скопје,  
Р.С. Македонија

**Апстракт:** Во текот на ладењето и складирањето, во јајцата настануваат внатрешни и надворешни, односно физички, биохемиски и микробиолошки промени кои доведуваат до намалување на нивниот квалитет, а при неправилно чување и до расипување. Интензитетот на промените зависи од режимот на ладење и складирање на јајцата. Ако јајцата се држат при повисоки температури и пониска релативна влажност на воздухот, тие промени се одвиваат брзо. Основна физичка функција е сушењето на јајцената содржина, односно калирањето на јајцата. Висината на белката, Haugh-овите единици, pH на белката и жолчката, специфичната тежина и големината на воздушниот меур се најважните параметри и се под големо влијание на времето и температурата на складирање. Оваа студија нуди краток преглед на промените на јајцата во текот на чувањето од неколку недели, како и складирањето на оладените јајца во текот на неколку месеци.

**Клучни зборови:** јајца, складирање, промени на квалитетот

### 1. ВОВЕД

Квалитетот е дефиниран од Крамер како својства на која било храна што има влијание врз прифаќањето или отфрлањето на оваа храна од страна на потрошувачот. Квалитетот на јајцата е општ термин кој се однесува на неколку стандарди кои го дефинираат внатрешниот и надворешниот квалитет. Надворешниот квалитет е фокусиран на чистотата, текстурата и обликот на школката, додека внатрешниот квалитет се однесува на чистотата и вискозитетот на белката, големината на воздушниот меур, формата и јачината на жолчката. Свежо јајце со чиста, мазна, кафеава или бела лушпа, чиста, темно жолта жолчка и прозирна, цврста белка – ова е идеалот на производителот на јајца и на потрошувачот. Штом јајцето е снесено, неговиот внатрешен квалитет почнува да се намалува: колку е подолго времето на складирање, толку повеќе внатрешниот квалитет се влошува. Сепак, хемискиот состав на јајцето (жолчка и белка) не се менува многу. Намалувањето на внатрешниот квалитет на јајцето по снесувањето се должи на загубата на вода и CO<sub>2</sub>. Како последица на тоа, pH вредноста на јајцето се менува, што резултира со разводнување на белката поради губењето на густата протеинска структура на белковините. Кога јајцата стареат, губењето на CO<sub>2</sub> предизвикува белковината да стане транспарентна, во споредба со свежи јајца [1].

Целите јајца се неверојатно хранливи, со многу големо количество хранливи материи во споредба со енергетската вредност. Хранливите материи се наоѓаат во жолчката, додека во белката се главно протеини. Јајцата се одличен извор на протеини, со сите есенцијални аминокиселини во вистинските соодноси. Јајцата ги содржат антиоксидансите лутеин и зеаксантин, кои драстично го намалуваат ризикот од макуларна дегенерација и катаракта. Истражувањата покажуваат дека јајцата всушност го подобруваат профилот на холестеролот. Тие го подигаат HDL холестеролот и ја зголемуваат големината на LDL честичките, што треба да го намали ризикот од срцеви заболувања [2]. Меѓутоа, жолчката од јајцето содржи и доста холестерол. Според резултатите од студиите за епидемиологија, високото ниво на холестерол во плазмата, особено високото ниво на липопротеини со ниска густина (LDL), е директно поврзано со кардиоваскуларните болести (КВБ), додека нивото на липопротеините со висока густина (HDL) е негативно поврзано со ризикот од тие болести [3]. И други испитувања го поврзуваат холестеролот со ризикот од срцевите заболувања, така што во 1968 година, Американската асоцијација за срце (АНА) препорачуваше дека потрошувачката на холестерол во исхраната треба да биде не повеќе од 300 mg/ден и истакнуваше дека не треба да се конзумираат повеќе од 3 жолчки од јајце во неделата [4]. Голем број на намирници со ниско ниво на холестерол или без холестерол се рекламираат на медиумите. Постојано се објавуваше во јавноста дека холестеролот и јајцата се непожелни, што и денес постои [5]. Од друга страна, подоцнежните епидемиолошки студии и систематски прегледи објавија маргинална корелација меѓу холестеролот и/или внесот на јајца и инциденцата на кардиоваскуларни заболувања кај општата популација. Со зголемување на докази за слаба корелација, АНА го елиминираше ограничувањето на потрошувачката на јајца во 2002 година и ограничувањето на холестеролот за здравата популација во 2013 година [6]. Понатаму, Советодавниот комитет за насоки за исхрана на САД (DGAC), исто така, го елиминираше ова ограничување од најновата верзија на упатството за исхрана во 2015 година [7].

По дебатата околу половина век, диеталниот холестерол и јадењето на јајца конечно се ослободија од негативната репутација. Освен тоа, неодамнешните студии објавија дека повеќе биоактивни компоненти во јајцата имаат потенцијални придобивки за целокупното здравје во текот на животниот век, како што се снабдување со микронутриенти, антиоксиданти, антимикробни средства и намалување на ризикот од рак и хипертензија [8]. Иако препораката за ограничување на потрошувачката на холестерол и јајца во АНА и DGAC е елиминирана, сепак треба да се внимава со нив врз основа на физиолошкиот статус на луѓето. Од друга страна, студиите за компонентите на јајцата кои влијаат врз ризикот од кардиоваскуларни заболувања (КВБ) покажаа дека некои компоненти од јајцето имаат потенцијални заштитни ефекти врз КВБ, додека други може да имаат негативни ефекти [5]. Некои истражувачи препорачуваат дека храната која е богата со холестерол, како што се јајцата, треба да биде ограничена во обид да се намали нивото на холестерол во плазмата [9]. Целта овој труд е да се изнесат промените на јајцата во текот на чувањето од неколку недели, како и складирањето на оладените јајца во текот на неколку месеци.

## 2. ПРОМЕНИ НА КВАЛИТЕТОТ НА ЈАЈЦАТА

Јајцата се расипливи и мора да се чуваат во соодветни услови. Многу фактори можат да влијаат на рокот на траење на јајцата. Кога правилно се ракува и складира, јајцата ретко се расипуваат. Меѓутоа, ако се чуваат премногу долго, веројатно ќе се исушат. Најдобро е да се искористат до рокот означен на пакувањето. Квалитетот на јајцата е најдобар кога тие се сосема свежи. Во текот на ладењето и складирањето, во јајцата настануваат физички, биохемиски и микробиолошки промени кои доведуваат до намалување на нивниот квалитет, а при неправилно чување и до расипување. Интензитетот на промените зависи од режимот на ладење и складирање на јајцата. Ако јајцата се држат при повисоки температури и пониска релативна влажност на воздухот, тие промени се одвиваат брзо.

Основна физичка функција е сушењето на јајцената содржина, односно калирањето на јајцата. Висината на калото е во директна зависност од должината на складирањето, колебањето на температурата и релативната влажност, циркулацијата на воздухот, квалитетот на лушпата и др. Установено е дека со зголемување на возраста на несилките пропустливоста на лушпата на јајцата се намалува [10]. Постојат повеќе податоци за висината на калото на јајцата, во зависност од условите и должината на складирањето. Според Milanović и сор. [11] јајцата, складирали во услови на домаќинствата, при температура  $4\pm 1^\circ\text{C}$  и релативна влажност на воздухот околу 50%, во првите 10 дена калирале 1,1%, а по 30 дена 4,6%. На  $15\pm 1^\circ\text{C}$  и релативна влажност од 45% калото на првите 10 дена изнесува 3,7%, а по 30 дена 9,9%. На  $25\pm 1^\circ\text{C}$  и релативна влажност од 32% на првите 10 дена калото изнесувало 6%, а по 30 дена 21%. Ndoja и сор. [12] кај јајцата чувани 21 ден на температура од  $30^\circ\text{C}$  утврдиле загуба во маса од 15,47%, при  $17\text{--}21^\circ\text{C}$  калото изнесувало 4,61% и при  $4^\circ\text{C}$  1,14%. Фиќин [13] наведува дека исушувањето на јајцата е доста интензивно и фирата изнесува околу 0,5%

месечно. Кај јајцата складирани 8 месеци на температура од 1°C калото се менувало според следниов образец:

|                                |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Должина на складирање (месеци) | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| Кало на чување (%)             | 0,6 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 4,0 |

Со намалување на температурата на складирање на -1 до -2,5°C, калото се намалува за 25-30% [10]. Ако јајцата се чуваат 8 месеци при температура од 1 до -2°C и релативна влажност на воздухот од 80-85%, калото изнесува 4,7-5,4% [14]. Како резултат на испарувањето на водата и ослободувањето на гасови од јајцето се зголемува воздушниот меур. Промената на воздушниот меур, според Ndoja [12], е прикажана во Табелата 1.

**Табела 1. Влијанието на температурата и времето на чување на јајцата врз висината на воздушниот меур (mm)**

| Старост на јајцата (денови) | Температура (°C) |       |      |         |
|-----------------------------|------------------|-------|------|---------|
|                             | 30               | 17-21 | 4    |         |
| 0                           | 2,45             | 2,45  | 2,45 | (1,57)* |
| 3                           | 4,05             | 3,28  | 2,70 | -       |
| 7                           | 4,75             | 3,70  | 3,00 | (2,00)  |
| 14                          | 8,00             | 4,60  | 4,10 | (3,03)  |
| 21                          | 11,90            | 7,40  | 4,90 | (3,65)  |
| 28                          | -                | -     | -    | (4,16)  |
| 35                          | -                | -     | -    | (4,86)  |

\*Податоците во заградите се според Kralik и сор. [15]

Кај јајцата складирани на 25±1°C во период од 10-12 дена висината на воздушната комора изнесува 5-8 mm, а по 20 дена 8-9,1 mm, а при температура 4±1°C по 30 дена висината била 2-4,5 mm [11]. При складирање на јајцата на температура од 1 до -2°C и релативна влажност 80-85% висината на комората изнесувала: во почетокот 2,4-4,6 mm, по 36 дена 3,1-5,2 mm, по 91 ден 4,5-6,1 mm, по 125 дена 5,2-7,8 mm и по 204 дена 6,1-9,0 mm [14]. За 6 месеци складирање во комора со температура 1°C и влажност на воздухот 82-87% висината на воздушната комора достигнала 4,6 mm, а при температура од -2 до -2,5°C и влажност 81-86% 3,4 mm. Во двата случаи почетната висина на воздушната комора на јајцата изнесувала 2 mm [10]. Според Законот [21], јајцата кои се ставаат во промет од класата А треба да имаат фиксиран и неподвижен воздушен меур со висина која не надминува 6 mm и вредност на Naugh-единици над 55.

Важен показател за квалитетот (свежината) на јајцата е и вредноста на Naugh-овите единици (HU). Непосредно по снесувањето јајцата имаат средно 83-86 HU. Со стареењето на јајцата, односно во текот на складирањето овој показател се намалува во зависност од условите на држење на јајцата. Промената на HU на јајцата складирани на собна температура (18±2°C) и релативна влажност на воздухот 70-75% и во ладилник (4±1°C) и влажност 60-65% е прикажана во Табела 2.

**Табела 2. Движење на HU на јајцата во зависност од условите на складирање [16]**

| Старост на јајцата (денови) | Ладилник (4±1°C, рел. влажност 70-75%) |      |       | Соба (18±1°C, рел. влажност 60-65%) |       |       |
|-----------------------------|----------------------------------------|------|-------|-------------------------------------|-------|-------|
|                             | $\bar{x}$                              | S    | S%    | $\bar{x}$                           | S     | S%    |
| 1                           | 84,70                                  | 9,04 | 10,67 | 83,61                               | 6,37  | 7,62  |
| 7                           | 82,87                                  | 6,90 | 8,32  | 67,02                               | 8,16  | 12,75 |
| 14                          | 80,01                                  | 6,50 | 8,11  | 52,80                               | 13,14 | 24,89 |
| 21                          | 79,28                                  | 5,40 | 6,99  | 40,21                               | 13,39 | 33,30 |
| 28                          | 77,74                                  | 5,45 | 7,01  | 34,35                               | 13,44 | 39,13 |
| 35                          | 74,45                                  | 5,14 | 6,90  | 18,25                               | 13,20 | 72,33 |

Продолжувањето на времето за складирање до 10 дена и температурата до 29°C резултираше со значително влошување на квалитетот на јајцата. Висината на белката, HU, pH на белката и жолчката, специфичната тежина и големината на воздушниот меур се најважните параметри и се под големо влијание на времето и

температура на складирање. Во 10-дневен период на складирање, HU биле 76,3; 53,7 и 40,6 кога се чуваат на 5, 21 или 29°C, соодветно. Големината на воздушниот меур е над 4 mm кога јајцата биле складирани 2 дена на повеќе од 21°C. Било забележано брзо зголемување на pH на белката по 2 дена складирање, без оглед на температурата. Исто така, pH продолжила да расте и по 5 дена складирање, од 7,47 до 9,2 на 29°C [17]. Јајцата треба да се чуваат во фрижидер (4°C) до 28 дена и на собна температура (28-31°C) до 14 дена [18]. Во Табелата 3 се дадени одредени показатели за свежи јајца и јајца чувани 28 дена на 4°C.

**Табела 3 . Надворешни и внатрешни показатели за квалитетот на јајцата [19]**

| Показател                            | Свежи јајца | Јајца држени 28 дена на +4°C |
|--------------------------------------|-------------|------------------------------|
| Јачина на школка, kg/cm <sup>2</sup> | 3.100±0.11  | 3.160±0.10                   |
| Дебелина на школка, mm               | 0.409±0.007 | 0.406±0.005                  |
| Висина на белка, mm                  | 6.94±0.17   | 6.16±0.23                    |
| Haugh единици                        | 80.80±1.16  | 75.06±1.89                   |
| Боја на жолчка                       | 8.70±0.08   | 7.86±0.10                    |
| pH на белка                          | 8.66±0.02   | 9.01±0.01                    |
| pH на жолчка                         | 5.99±0.01   | 6.06±0.01                    |
| AR                                   | 0.933±0.2   | 1.90±0.27                    |
| VN                                   | 63.26±0.29  | 60.5±0.85                    |

При складирањето јајцата стареат и со текот на времето постепено ја губат својата вредност како прехранбен производ, иако уште релативно долго време можат да бидат употребливи за човечка исхрана. Во текот на стареењето настануваат и биохемиски промени во јајцето, кои се тесно поврзани со загубите на вода, при што се врши прераспределба на водата меѓу жолчката и белката и доаѓа до разводнување на густата белка. Притоа ослабуваат шалазите, жолчката испливува на површината и се лепи за подлушпената мембрана. Промените во квалитетот на јајцата се изразуваат и со опаѓање на хидрациската способност на белката, поради тоа што доаѓа до смалување на способноста за создавање и стабилност на пената, како и намалување на емулгативната способност на жолчката [20].

Во текот на складирањето во јајцата настануваат и микробиолошки промени кои можат да предизвикуваат нивно расипување. За време на формирањето на јајцата, содржината и лушпата по правило се стерилни или содржат многу мал број микроорганизми. Контаминација на лушпата настанува по снесувањето, во контактот со околината [11]. При ладењето, поради намалување на обемот на јајцената содржина, навлегува воздух во јајцата, а заедно со него и бактерии, кои најпрвин се развиваат во воздушната комора околу пукнатините на лушпата и околу прилепената кон лушпата жолчка. Во одделни јајца најмногу се развиваат психрофилни бактерии.

### 3. ЗАКЛУЧОК

Јајцата се расипливи и мора да се чуваат во соодветни услови. Многу фактори можат да влијаат на рокот на траење на јајцата. Кога правилно се ракува и складира, јајцата ретко се расипуваат. Меѓутоа, ако се чуват премногу долго, веројатно ќе се исушат. Најдобро е да се искористат до рокот означен на пакувањето. Квалитетот на јајцата е најдобар кога тие се сосема свежи. Во текот на ладењето и складирањето, во јајцата настануваат физички, биохемиски и микробиолошки промени кои доведуваат до намалување на нивниот квалитет, а при неправилно чување и до расипување. Интензитетот на промените зависи од режимот на ладење и складирање на јајцата. Ако јајцата се држат при повисоки температури и пониска релативна влажност на воздухот, тие промени се одвиваат брзо.

### ЛИТЕРАТУРА

- Гуслияников, В.В., & Подлагаев, М.А. (1979). Технология мяса птицы и яйцепродуктов. Москва, 197–199.
- Фикин А. (1973). Хладилни технологични процеси и съоръжения. Издателство „Христо Данов“, Пловдив, 242-245.
- Закон за квалитетот на земјоделските производи. Службен весник на РМ бр. 55/2012.
- Лалов М. (1978). Хладилна технология на животинските продукти. Издателство „Христо Данов“, Пловдив, 241-245.
- Akter, Y., Kasim, A., Omar, H., Sazili, Q.A. (2014) Effect of storage time and temperature on the quality characteristics of chicken eggs. Journal of Food, Agriculture & Environment, 12 (3&4), 87-92.
- American Heart Association. (1968). The National Diet-Heart Study, American Heart Association, New York.

- Blesso, C.N., Andersen, C.J., Barona, J., Volek, J.S., & Fernandez, M.L. (2013). Whole egg consumption improves lipoprotein profiles and insulin sensitivity to a greater extent than yolk-free egg substitute in individuals with metabolic syndrome. *Metabolism: Clinical and Experimental*, 62(3):400-410.
- Coutts, A.J., & Wilson, C.G. (2007). *Optimum Egg Quality: A Practical Approach*. Publisher: 5M Publishing.
- Dakić, M., Perić, M., & Mesarić M. (1976). Uloga i značaj proteina jaja u ishrani stanovništva. *Hrana i ishrana*, 11-12, 573.
- Dawber, T. R., Moore, F. E., & Mann G. V. (2015). II. Coronary heart disease in the Framingham study. *International Journal of Epidemiology*, 44(6), 1767–1780.
- Eckel, R.H., Jakicic, J.M., Ard, J.D., Jesus, J.M., Miller, N.H., Hubbard, V.S., Lee, I.M., Lichtenstein, A.H., Loria, K.M., Millen, B.E., Nonas, C.A., Sacks, F.M., Smith Jr, S.C., Svetkey, L.P., Wadden, T.A. & Yanovski S.Z. (2014). AHA/ACC guideline on lifestyle management to reduce cardiovascular risk: a report of the American college of cardiology/American heart association task force on practice guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*, 63(25), part B, 2960–2984.
- Kralik, Z., Kralik, G., Grčević, M., & Galović, D. (2014). Effect of storage period on the quality of table eggs. *Acta Agraria Kaposváriensis*, 18(1), 200-206.
- Kralik G., Petričević A., Kon V., Senčić Đ. (1983). Korelativni odnosi nekih kvalitativnih parametara konzumnih jaja. *Tehnologija mesa*, 24 (12), 361-363.
- Kralik G. (1978). Utjecaj uvjeta uskladištenja na fizikalne osobine konzumnih jaja. *Zb. Rad. Poljoprivrednog fakulteta*, 4, 121-127, Osijek.
- Kuang, H., Yang, F., Zhang, Y., Wang, T., & Chen, G. (2018). The impact of egg nutrient composition and its consumption on cholesterol homeostasis. *Cholesterol*, 2018, 6303810.
- Milanović, A., Beganović, A., Čaklović, F., & Ivetić, V. (1980). Mikrobiološka i fizikalno-kemijska svojstva jaja držanih do mjesec dana u uslovima domaćinstva. *Veterinarias*, 1-2, 54.
- Miranda, J. M., Anton, X., Redondo-Valbuena, C., Roca-Saavedra, P., Rodriguez, J.A., Lamas, A., Franco, C.M., Cepeda, A. (2015). Egg and egg-derived foods: effects on human health and use as functional foods. *Nutrients*, 7(1), 706–729.
- Ndoja Z., Bakalli R., Milenković M., Mestani N. (1988). Uticaj uslova čuvanja na promene kvaliteta jaja za konzum. *Živinarski dani, Priština*, 619.
- Ostör, E., Jánosi, A., Adám, Z., Bárczy, G., Borbás, S., Dávid, B., Gallai, I., Podmaniczky, M., & Ruzsányi T. (2003). Secondary prevention of coronary disease the turn of the millennium in light of the Hungarian data of the EUROASPIRE I-II. *Studies. Orvosi Hetilap*, 144(49):2399-404.
- Samli H.E., Agma A., Senkoğlu N. (2005). Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 14, 548-553.
- USDA. (2015). National Nutrient Database for Standard Reference, US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory, Beltsville, MD, USA.