

"مقاله پژوهشی"

اثرات طول مدت، محل و وضعیت نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی در یخچال‌های خانگی بر صفات کیفی، صفات پوسته و شاخص‌های بیوشیمیایی زرده تخم‌مرغ

علی نوبخت

دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، (نویسنده مسول: anobakht20@yahoo.com)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۲/۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۱۷

صفحه: ۲۱ تا ۲۷

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تخم‌مرغ یک ماده غذایی کامل برای تغذیه گروه‌های مختلف سنی است که با دارا بودن طیف گسترده‌ای از مواد مغذی مورد نیاز، حاوی ترکیبات شیمیایی حساس در مقابل عوامل نامساعد محیطی از قبیل حرارت، ماندگاری و شرایط و محل نگهداری می‌باشد. در آزمایش حاضر طول مدت، محل و وضعیت نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی در یخچال‌های خانگی و اثرات آنها بر صفات کیفی، صفات پوسته و شاخص‌های بیوشیمیایی زرده تخم‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها: در این آزمایش تعداد ۲۱۶ عدد تخم‌مرغ سالم تولید یک روز مرغ‌های سویه های لاین W36، با سن ۷۷ هفته‌گی تهیه و به صورت آرایش فاکتوریل ۳×۳×۲ شامل ۳ هفته، ۳ طبقه و دو وضعیت نگهداری تخم‌مرغ (نوک تیز به طرف پایین و یا برعکس) در ۱۸ تیمار، ۷۲ تکرار و ۳ عدد تخم‌مرغ در هر تکرار، در قالب یک طرح کاملاً تصادفی مورد استفاده قرار گرفتند.

یافته‌ها: طول مدت زمان نگهداری، محل و نحوه نگهداری تخم در یخچال اثرات معنی‌داری بر کیفیت داخلی، صفات پوسته و شاخص‌های بیوشیمیایی زرده تخم‌ها داشت ($p < 0/05$). نگهداری تخم‌مرغ‌ها در طبقات بالایی یخچال نسبت به طبقه پایین، شاخص زرده و رنگ زرده را افزایش داد ($p < 0/05$). با افزایش مدت زمان نگهداری تخم‌مرغ‌ها به سه هفته در یخچال، درصد زرده، واحد هاو، ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌ها و نیز غلظت کلسترول زرده کاهش، در حالی که درصد سفیده و رنگ زرده افزایش یافت ($p < 0/05$). وضعیت نگهداری تخم‌مرغ‌ها در یخچال (نوک تیز پایین و یا بالعکس)، اثرات معنی‌داری بر کیفیت داخلی، صفات پوسته و شاخص‌های بیوشیمیایی زرده تخم‌مرغ‌ها نداشت ($p > 0/05$).

نتیجه‌گیری: با توجه به ارزش غذایی، ترکیبات متعدد و نیز ماهیت بعضی از مواد مغذی موجود در تخم‌مرغ و بالخصوص زرده تخم‌ها (نظیر اسیدهای-چرب غیراشباع)، به عنوان یک دغدغه برای متخصصین تغذیه و نیز خانم‌های خانه‌دار، مدت زمان، محل نگهداری و وضعیت نگهداری تخم‌مرغ‌ها در یخچال مطرح است. در آزمایش حاضر مشاهده شد که اولاً طبقه پایین یخچال محل مناسبی برای نگهداری تخم‌مرغ‌ها نیست، ثانیاً با افزایش طول مدت زمان نگهداری تخم‌مرغ‌ها به بیش از دو هفته، کیفیت داخلی، کیفیت پوسته و محتوی زرده تخم‌مرغ‌ها دچار افت و نقصان می‌شوند، لیکن وضعیت نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی در یخچال (نوک تیز تخم مرغ به سمت پایین و یا برعکس)، اثرات معنی‌داری بر صفات فوق‌الذکر نداشت. با توجه به یافته‌های بالا توصیه می‌شود، تخم‌مرغ مورد نیاز خانوارها در مقادیر زیاد خریداری نشوند و به مدت بیش از ۲ هفته و همچنین در طبقات پایین یخچال‌های خانگی نگهداری نشوند.

واژه‌های کلیدی: تخم‌مرغ خوراکی، شاخص‌های بیوشیمیایی، صفات پوسته، کیفیت داخلی، وضعیت نگهداری

مقدمه

از جمله منابع مهم غذایی با منشأ حیوانی جهت تأمین نیازمندی‌های پروتئینی انسان، تخم‌مرغ می‌باشد و در طبقه‌بندی، جزء منابع با ارزش غذایی بالا تلقی می‌شود و بالاترین ارزش بیولوژیکی یعنی (۱۰۰) را در بین منابع غذایی، تخم‌مرغ به خود اختصاص داده است. مواد مغذی موجود در زرده تخم‌مرغ با ارزش‌ترین منابع برای رشد و توسعه اندام‌ها مخصوصاً در سنین پایین و نیز ترمیم و محافظت از سلول‌ها در سنین بالاست (۱۶). فسفولیپیدهای زرده ترکیبات منحصر به فردی در رشد سلول‌های مغز و اعصاب به شمار می‌روند (۷). سفیده تخم‌مرغ کمترین درصد چربی را داشته در حالی که غنی از پروتئین است. پوسته تخم‌مرغ می‌تواند در تأمین نیازمندی‌های کلسمی مفید باشد. تخم‌مرغ جدا از نیازهای پروتئینی فرد، می‌تواند نیازهای دیگر از جمله ویتامین‌ها، مواد معدنی، اسیدهای چرب مفید و تقریباً تا ۳۵ ماده مغذی دیگر را در بهترین و کم‌خطرترین شکل ممکن تأمین نماید (۱۱). کیفیت سفیده با جنس مرغ ارتباط مستقیم دارد، به طوری که با افزایش سن مرغ، از کیفیت زرده به سرعت بعد از گذاشته شدن تخم‌ها کاسته می‌شود (۱۴). زرده تخم‌مرغ دارای محتوی چربی بالا بوده که بخش عمده‌ای از اسیدهای چرب آن از نوع اشباع نشده هستند که در مقابل اکسیداسیون

حساس می‌باشند (۵). با افزایش طول مدت نگهداری تخم‌مرغ، از کیفیت سفیده تخم کاسته می‌شود (۱۵) لذا، مدت، نحوه و شرایط نگهداری تخم‌مرغ‌ها بعد از تولید، می‌تواند کیفیت خارجی، داخلی و محتویات مواد مغذی آنها را تحت تأثیر قرار دهد (۱۷). از طرف دیگر، در صورت افزایش مدت زمان نگهداری تخم‌مرغ در یخچال، می‌توان با ذخیره‌سازی بیشتر آنها مخصوصاً در فصول گرم، از خسارات اقتصادی ناشی از نگهداری تخم‌مرغ‌های تولیدی در انبارها و در شرایط حرارتی نامناسب جلوگیری کرد (۶). گزارش شده است که طول مدت و درجه حرارت ذخیره‌سازی در کیفیت تخم‌مرغ‌ها موثر است (۴). نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی به مدت زمان‌های ۲، ۵ و ۱۰ روز در حرارت یخچال (۵ درجه سانتی‌گراد)، حرارت اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) و حرارت بالا (۲۹ درجه سانتی‌گراد)، باعث شد که با افزایش طول مدت نگهداری و درجه حرارت، وزن تخم‌مرغ‌ها، درصد آلبومین، واحد هاو و رنگ زرده کاهش یافت. به علاوه وزن و درصد پوسته و درصد سفیده با افزایش طول مدت نگهداری کاهش یافتند. در حالی که، وزن و درصد زرده با افزایش درجه حرارت محل نگهداری افزایش یافت (۵). در آزمایش دیگری تخم‌مرغ‌های خوراکی در دو دوره ۲ و ۳۰ روزه در حرارت‌های ۲، ۱۲ و ۲۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند، در پایان

طول مدت نگهداری در محیط یخچال، توزین، بعد از آن هر یک از تخم‌ها به طور انفرادی در یک بشقاب پهن با زمینه سفید از وسط شکسته شده و پوسته‌ها بعد از تخلیه محتویات داخلی، جهت خشک شدن در شانه تخم و در دمای معمولی اتاق به مدت ۷۲ ساعت نگهداری شده و بعداً با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم توزین شده و وزن پوسته‌های خالی یادداشت می‌گردید، در خصوص صفات داخلی تخم‌مرغ‌ها، ابتدا بعد از شکستن تخم‌مرغ‌ها، رنگ زرده توسط نوار ارزیابی رنگ مخصوص موسوم به نوار بادبزی (Color Fan) مورد ارزیابی و تعیین گردید، بعد از آن، ارتفاع سفیده غلیظ، با استفاده از ارتفاع‌سنج مخصوص سه پایه‌دار با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر (در محل چسبیدن سفیده غلیظ به زرده) مشخص گردید تا در مرحله بعد با جاگذاری در فرمول مربوطه در تعیین واحد هاو مورد استفاده قرار گیرد. جهت تعیین شاخص زرده، نیاز به اندازه‌گیری ارتفاع و طول بزرگ زرده بود که این کار نیز توسط کولیس انجام گردید (۸). از تقسیم ارتفاع زرده به طول بزرگ آن، شاخص زرده بدست آمد. بعد از تعیین مختصات طول و ارتفاع، زرده با دقت از سفیده جدا و توزین گردید. بعد از توزین زرده، جهت تعیین محتویات شیمیایی زرده، (کلستروکل و تری‌گلیسرید) نمونه‌ای از آن تهیه و تا زمان انجام آزمایش، در حرارت ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. برای اندازه‌گیری میزان کلستروکل و تری‌گلیسرید زرده تخم‌مرغ، از روش آنزیمی کورتیس و همکاران (۲) استفاده شد.

برای تعیین ضخامت پوسته، بعد از توزین آن، سه نمونه از وسط پوسته انتخاب و توسط ریزسنج با دقت ۰/۰۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری و متوسط سه نمونه به عنوان ضخامت نهایی پوسته در نظر گرفته شد. وزن سفیده با کسر نمودن وزن زرده و پوسته از وزن تخم‌مرغ مشخص گردید. در پایان، با مشخص شدن وزن تمامی اجزای تخم، جهت وارد نمودن آنها در اکسل، درصد اجزای تخم‌مرغ تعیین گردیدند. واحد هاو به عنوان یکی از ملاک‌های ارزیابی کیفیت داخلی تخم‌مرغ‌ها با استفاده از فرمول زیر تعیین گردید (۲):

$$HU=100 \text{ LOG } (H + 7.75 - 1.7W)^{.37}$$

HU: واحد هاو، H: ارتفاع سفیده غلیظ برحسب میلی‌متر، W: وزن تخم‌مرغ برحسب گرم (۱۰).

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS (SAS Institute, 2006) نسخه ۹/۱۲ تجزیه و تحلیل آماری و میانگین‌ها توسط آزمون توکی مقایسه گردیدند (۱۳).

نتایج و بحث

اثرات محل، طول مدت و وضعیت نگهداری و اثرات متقابل آنها در یخچال خانگی بر صفات داخلی و ترکیبات شیمیایی تخم‌مرغ‌های خوراکی مرغ‌ها در جدول شماره ۱ آورده شده است. محل و طول مدت نگهداری، دارای اثرات معنی‌داری بر صفات داخلی و ترکیب شیمیایی تخم‌مرغ‌ها بود ($p < 0.01$). کیفیت زرده تحت تأثیر محل نگهداری تخم‌مرغ‌ها در یخچال قرار گرفت. به طوری که شاخص زرده و رنگ زرده در زمان نگهداری تخم‌مرغ‌ها در طبقه اول (پایین‌ترین طبقه) یخچال کاهش یافت، در حالی که در طبقه ۳ بهبود یافتند. درصد

آزمایش مشاهده شد که وزن تخم‌مرغ، پوسته، ارتفاع سفیده و واحد هاو با افزایش طول مدت زمان نگهداری و حرارت محیط کاهش یافتند، اثرات متقابل حرارت و طول مدت نگهداری بر روی وزن پوسته، استحکام پوسته، وزن تخم، ارتفاع سفیده، واحد هاو و رنگ زرده معنی‌دار بود (۱۰). اتافک هوایی محل تبادل گازها و بخارات بین محیط داخلی تخم‌مرغ با خارج از آن است (۱۴). در صورتی که در چینش تخم‌مرغ‌ها، اتافک هوایی به طرف پایین باشد، امکان محبوس شدن گازها در داخل تخم‌مرغ و کاهش pH آن و در نتیجه اسیدی شدن محیط داخلی تخم‌مرغ‌ها وجود دارد، از طرف دیگر، در شرایط چینش تخم‌مرغ‌ها در وضعیتی که نوک پهن آن در موقعیت پایین است، احتمال دارد با فشار محتویات داخلی تخم، اتافک هوایی پاره و سفیده با زرده مخلوط و با بالا رفتن درصد چربی کل محتویات تخم، ضمن کاهش طول مدت نگهداری، احتمال خراب شدگی تخم‌ها نیز افزایش یابد (۳). هرچند که در یخچال‌های معمولی درجه حرارت در کل محیط یخچال یکسان است، ولی احتمال داده می‌شود، شرایط نگهداری در طبقات مختلف از قبیل نزدیکی یا دوری از قسمت فریزر، متفاوت باشد (۱۲).

با توجه به ارتقاء فرهنگ تغذیه‌ای، افزایش مصرف و خرید تخم‌مرغ توسط خانوارها و لزوم نگهداری تخم‌مرغ‌ها برای مدت زمان نسبتاً طولانی در یخچال‌های خانگی، آزمایش حاضر جهت ارزیابی مدت زمان، محل نگهداری (طبقات یخچال) و وضعیت نگهداری (نوک پهن تخم‌مرغ در موقعیت بالا و یا برعکس) بر صفات پوسته، کیفیت داخلی و ترکیب شیمیایی تخم‌مرغ‌های خوراکی انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش، تعداد ۲۱۶ عدد تخم‌مرغ سالم ۳ ساعت بعد از تولید از یک گله مرغ تخم‌گذار سویه های لاین -W36، مسن با سن ۷۷ هفتگی تهیه و به صورت آرایش فاکتوریل $3 \times 3 \times 2$ شامل ۳ هفته (یک، دو و سه)، ۳ طبقه یخچال (طبقه اول، دوم و سوم) و دو وضعیت نگهداری تخم‌مرغ (نوک باریک در موقعیت پایین و یا برعکس) در ۱۸ تیمار، ۷۲ تکرار و ۳ عدد تخم‌مرغ در هر تکرار، در قالب طرح کاملاً تصادفی مورد استفاده قرار گرفتند. تخم‌مرغ‌ها بعد از حمل به محل آزمایش و اطمینان از سلامتی پوسته و آلوده نبودن آن، بلافاصله به صورت تصادفی به واحدهای آزمایشی که از قبل تعیین شده بودند، با توزین انفرادی و نوشتن مشخصات تیمار، تکرار و نمونه با مداد بر روی تمامی تخم‌مرغ‌ها، و توزین با ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم، و اندازه‌گیری طول و عرض تخم‌مرغ‌ها با کولیس با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر، جهت تعیین شاخص شکل، به تیمارها اختصاص داده شدند. شاخص شکل با تقسیم نمودن عرض تخم‌مرغ‌ها به طول آنها بدست آمد. تخم‌مرغ‌ها در شانه‌های تخم‌مرغ (هر ردیف به عنوان یک تکرار)، در طبقات یخچال خانگی معمولی (با حرارت ۵ درجه سانتی‌گراد)، با قرعه‌کشی قرار داده شدند. بعد از یک هفته، تخم‌مرغ‌هایی که بایستی یک هفته در یخچال نگهداری می‌شدند، از یخچال خارج، قبل از شکستن جهت تعیین صفات داخلی، به منظور ملاحظه مقدار کاهش وزن در

درصد سفیده تخم‌مرغ‌ها مشاهده نشد، لیکن درصد زرده نسبت به هفته دوم کاهش پیدا کرد. وضعیت نگهداری تخم‌مرغ‌ها در یخچال (نوک باریک در موقعیت پایین و یا بر عکس)، اثرات معنی‌داری بر صفات داخلی و ترکیبات شیمیایی زرده تخم‌مرغ‌های خوراکی نداشت ($p > 0.05$). در بررسی اثرات متقابل، تفاوت جهت‌داری در خصوص صفات مورد اندازه‌گیری مشاهده نگردید.

سفیده، درصد زرده، واحد هاو و مقدار کلسترول زرده تحت تأثیر مدت زمان نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی در یخچال قرار گرفت ($p < 0.05$). به طوری که بیشترین درصد سفیده تخم‌مرغ، بالاترین واحد هاو و بیشترین محتوی کلسترول زرده در هفته اول نگهداری تخم‌مرغ‌ها در یخچال مشاهده شد، با افزایش مدت زمان نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی در یخچال به ۳ هفته، واحد هاو و غلظت کلسترول زرده تخم‌مرغ‌ها کاهش یافت، در حالی که تغییر معنی‌داری در

جدول ۱- اثرات محل، مدت زمان و وضعیت نگهداری در یخچال بر صفات داخلی و ترکیبات شیمیایی زرده تخم‌مرغ‌های خوراکی

Table 1. The effects of location, duration and condition of storage in the refrigerator on the internal characteristics and chemical composition of the yolk of edible eggs

تری‌گلیسرید (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Triglyceride	کلسترول (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر) Cholesterol (mg.dl)	شاخص رنگ زرده Yolk color index	واحد هاو Haugh unit	درصد زرده Yolk (%)	شاخص زرده Yolk index	درصد سفیده Albumin (%)	صفات Traits
Floor Storage							
431.45	40.95	4.25 ^b	84.63	30.15	40.35 ^b	60.27	1
445.18	43.84	4.00 ^c	84.57	30.39	43.11 ^a	61.67	2
429.11	42.39	4.78 ^a	86.12	30.00	43.53 ^a	61.21	3
11.64	1.64	0.11	1.09	0.27	0.59	0.25	SEM
0.5734	0.4657	0.0001	0.5230	0.5900	0.0008	0.1128	P value
Storage Length (Week)							
446.23	43.72 ^a	3.89 ^b	86.36 ^a	29.95 ^b	42.87	60.95 ^a	1
445.28	44.72 ^a	4.69 ^a	86./32 ^a	30.76 ^a	42.27	59.76 ^b	2
441.23	38.72 ^b	4.45 ^a	82.64 ^b	29.18 ^b	41.85	60.87 ^a	3
11.65	1.64	0.11	1.09	0.27	0.59	0.33	SEM
0.0988	0.0293	0.0011	0.0035	0.0009	0.4711	0.0433	P value
Storage Condition The Narrow Tip of Eggs (Bottom or Up)							
433.56	42.58	4.30	85.05	30.05	42.08	60.87	Narrow tip bottom (1)
37.00	42.19	4.38	85.17	30.30	42.58	60.19	Narrow tip up (2)
9.51	1.34	0.09	0.89	0.43	0.48	0.27	SEM
0.7991	0.8303	0.5079	0.9224	0.4245	0.4692	0.0885	P value
هفته × طبقه							
444.84	43.84	4.50	86.57	31.09	42.15	60.27	Floor 1 × Week 1
418.34	37.67	4.39	83.61	29.14	39.58	61.67	Floor 1 × Week 2
471.34	45.00	3.39	85.26	30.34	44.42	61.21	Floor 1 × Week 3
445.34	47.00	4.62	87.19	30.42	41.77	59.81	Floor 2 × Week 1
419.17	39.50	4.00	81.28	30.41	43.13	60.26	Floor 2 × Week 2
436.17	44.84	4.45	89.10	29.33	44.85	61.06	Floor 2 × Week 3
446.00	43.34	4.95	85.33	30.79	42.19	59.22	Floor 3 × Week 1
405.17	39.00	4.95	84.04	29.89	42.86	60.69	Floor 3 × Week 2
431.17	41.40	3.84	84.72	30.21	39.32	60.58	Floor 3 × Week 3
20.17	2.83	0.19	1.89	0.46	1.02	0.58	SEM
0.8190	0.9447	0.3558	0.4852	0.1767	0.0762	0.4051	P value
Floor × Condition							
436.56	41.56	4.12	86.62 ^a	30.19	41.05	60.85 ^a	Floor 1 × Narrow Tip Bottom
426.34	40.34	4.38	82.65 ^c	30.10	39.66	60.82 ^a	Floor 1 × Narrow Tip Up
441.78	43.56	4.04	84.93 ^b	30.08	42.65	61.53 ^a	Floor 2 × Narrow Tip Bottom
447.78	44.12	3.97	84.22 ^b	30.70	43.56	59.34 ^c	Floor 2 × Narrow Tip Up
422.34	42.67	4.75	83.59 ^{bc}	29.89	42.55	60.25 ^b	Floor 3 × Narrow Tip Bottom
435.89	42.12	4.82	88.65 ^a	30.12	44.51	60.41 ^b	Floor 3 × Narrow Tip Up
116.47	2.31	0.16	1.55	0.38	0.84	0.47	SEM
0.7578	0.9276	0.5814	0.0191	0.6416	0.1323	0.0284	P value
وضعیت × هفته							
445.78	43.67	3.97	86.98	29.84	43.49	61.73	Week 1 × Narrow Tip Bottom
446.78	43.78	3.82	85.74	30.08	42.24	60.17	Week 1 × Narrow Tip Up
438.45	43.78	4.63	86.36	30.47	41.39	60.02	Week 2 × Narrow Tip Bottom
452.34	45.67	4.75	86.30	31.07	43.15	59.50	Week 2 × Narrow Tip Up
416.45	40.34	4.30	81.80	29.86	41.37	60.85	Week 3 × Narrow Tip Bottom
412.00	37.12	4.60	83.48	29.77	42.35	60.90	Week 3 × Narrow Tip Up
116.47	2.31	0.16	1.55	0.38	0.84	0.47	SEM
0.8493	0.5384	0.3802	0.6404	0.6888	0.1848	0.2399	P value

a تا c: در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند ($p < 0.05$).

a to c: in each column, numbers with different letters have a statistically significant difference ($p < 0.05$).

اثرات محل، طول مدت و وضعیت نگهداری و اثرات متقابل آنها در یخچال خانگی بر صفات ظاهری و کیفیت پوسته تخم‌مرغ‌های خوراکی مرغ‌ها در جدول شماره ۲ آورده شده است. طول مدت نگهداری، دارای اثرات معنی‌داری بر ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌ها بود ($p < 0.01$). نگهداری تخم‌مرغ‌ها به مدت زمان بیش از ۱ هفته، باعث کاهش ضخامت پوسته تخم‌مرغ‌ها شد. بقیه صفات ظاهری و درصد پوسته تخم‌مرغ‌ها تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفتند ($p > 0.05$).

جدول ۲- اثرات محل، مدت زمان و وضعیت نگهداری در یخچال بر صفات ظاهری و کیفیت پوسته تخم‌مرغ‌های خوراکی
Table 2. The effects of location, duration and condition of storage in the refrigerator on the appearance and shell quality of edible eggs

ضخامت پوسته (میلی‌متر) Shell Thickness (mm)	درصد پوسته Shell Percent	شاخص شکل Shape Index	وزن ثانویه تخم مرغ (گرم) Secondary Egg Weight (g)	وزن اولیه تخم مرغ (گرم) Initial Egg Weight (g)	صفات Traits
Floor Storage					
0.329	9.46	78.74	62.35	63.80	1
0.327	9.47	78.80	61.09	62.06	2
0.329	9.57	79.61	61.80	62.78	3
0.004	0.09	0.39	0.57	0.55	SEM
0.9116	0.6590	0.2217	0.3035	0.0935	P value
Storage Length (Week)					
0.334 ^a	9.61	78.58	62.04	62.72	1
0.336 ^b	9.56	79.03	62.01	63.05	2
0.316 ^c	9.33	79.55	61.18	62.86	3
0.004	0.09	0.39	0.58	0.55	SEM
0.0001	0.0805	0.2142	0.4812	0.9149	P value
Storage Condition The Narrow Tip of Eggs (Bottom or Up)					
0.397	9.44	79.33	62.05	63.28	Narrow tip bottom (1)
0.330	9.55	78.76	61.43	62.48	Narrow tip up (2)
0.003	0.07	0.33	0.46	0.45	SEM
0.4991	0.2997	0.2100	0.3529	0.2141	P value
Floor × Week					
0.338	9.69	78.71	63.15	64.71	Floor 1 × Week 1
0.316	9.29	78.45	62.05	64.28	Floor 1 × Week 2
0.348	9.65	78.05	62.10	62.71	Floor 1 × Week 3
0.321	9.43	79.18	60.41	61.34	Floor 2 × Week 1
0.314	9.34	79.17	60.77	62.13	Floor 2 × Week 2
0.350	9.79	78.61	62.54	63.05	Floor 2 × Week 3
0.320	9.56	79.19	62.12	63.11	Floor 3 × Week 1
0.318	9.36	81.02	60.72	62.18	Floor 3 × Week 2
0.326	9.32	78.26	62.11	61.21	Floor 3 × Week 3
0.1188	0.16	0.67	0.98	0.96	SEM
0.7078	0.4885	0.2097	0.3802	0.3393	P value
Floor × Condition					
0.330	9.44	78.57	62.71	64.30	Floor 1 × Narrow Tip Bottom
0.330	9.48	78.90	61.98	63.31	Floor 1 × Narrow Tip Up
0.327	9.37	78.78	62.09	63.15	Floor 2 × Narrow Tip Bottom
0.328	9.58	78.83	60.09	60.97	Floor 2 × Narrow Tip Up
0.325	9.52	80.65	61.35	62.40	Floor 3 × Narrow Tip Bottom
0.335	9.61	78.57	62.24	63.16	Floor 3 × Narrow Tip Up
0.005	0.13	0.55	0.81	0.79	SEM
0.7082	0.8105	0.0670	0.2090	0.1777	P value
Week × Condition					
0.340	9.49	78.79	62.49	63.20	Week 1 × Narrow Tip Bottom
0.348	9.75	78.35	61.67	62.25	Week 1 × Narrow Tip Up
0.326	9.56	73.39	62.52	63.57	Week 2 × Narrow Tip Bottom
0.328	9.56	78.68	61.51	62.54	Week 2 × Narrow Tip Up
0.316	9.30	79.83	61.23	63.08	Week 3 × Narrow Tip Bottom
0.316	9.37	79.28	61.13	62.65	Week 3 × Narrow Tip Up
0.005	0.13	0.55	0.80	0.78	SEM
0.7321	0.5841	0.9117	0.8429	0.9163	P value

a تا c: در هر ستون اعداد دارای حروف متفاوت از لحاظ آماری اختلاف معنی‌دار دارند ($P < 0.05$).
a to c: in each column, numbers with different letters have a statistically significant difference ($P < 0.05$).

و کاهش محتوی چربی زرده که کلاسترول نیز بخشی از زرده را شامل می‌شود. بر اساس گزارش جین و همکاران (۲۰۱۱)، و لی و همکاران (۲۰۱۶) با افزایش طول مدت نگهداری تخم‌مرغ‌ها، ارتفاع سفیده، رنگ زرده و واحد هاو و درصد سفیده کاهش یافت. اختلافات مشاهده شده در آزمایش حاضر با نتایج آزمایش‌های بالا در خصوص درصد سفیده و رنگ زرده می‌تواند ناشی از نوع آزمایش، مدت زمان انجام آن و تفاوت‌های مربوط به خصوصیات تخم‌مرغ‌ها و گله‌ای که تخم‌مرغ‌ها از آنها جمع‌آوری شده‌اند، باشد. در نگهداری تخم‌مرغ‌ها در موقعیتی که نوک تیز به طرف بالا است، انتظار می‌رود که با فشار وارده از طرف محتویات داخلی تخم به محوطه کیسه هوایی و پاره شدن آن، مخلوط شدن سفیده و زرده بیشتر گردد که خوشبختانه در آزمایش حاضر این مشکل مشاهده نگردید و می‌توان اظهار داشت که وضعیت نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی در یخچال (نوک باریک به سمت پایین و یا برعکس)، اثرات معنی‌داری بر کیفیت داخلی تخم‌مرغ‌ها ندارد. اثرات متقابل معنی‌داری در رابطه با محل، زمان و وضعیت نگهداری تخم‌مرغ‌ها در یخچال بر کیفیت داخلی آن‌ها مشاهده نشد. افزایش طول مدت نگهداری تخم‌مرغ‌ها به بیش از یک هفته، ضخامت پوسته را کاهش داد. کاهش در ضخامت پوسته می‌تواند به تجزیه دی‌کلسیم فسفات پوسته در طول مدت نگهداری و آزاد شدن گاز کربنیک ارتباط داشته باشد که گاز کربنیک تولیدی موجب کاهش ضخامت پوسته می‌گردد. کاهش ضخامت پوسته با افزایش میزان تیخیر آب محتویات داخلی تخم‌مرغ‌ها و کاهش درصد زرده، واحد هاو و غلظت کلاسترول زرده ارتباط داشته باشد (۹ و ۱۸).

نتیجه‌گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این آزمایش می‌توان اظهار داشت که اولاً طبقه پایین (طبقه ۱) یخچال‌های خانگی محل مناسبی جهت نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی نیست و طبقه سوم (در یخچال‌های کوچک) و طبقات بالا (در یخچال‌های بزرگ) برای نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی توصیه می‌گردد. در رابطه با مدت زمان نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی در یخچال، نگهداری تخم‌مرغ‌ها به مدت زمان ۲ هفته (۱۴ روز) مناسب است و با افزایش مدت زمان نگهداری تخم‌مرغ‌ها به ۳ هفته، کیفیت داخلی تخم‌مرغ‌ها کاهش می‌یابد. وضعیت نگهداری تخم‌مرغ‌ها در یخچال (نوک باریک پایین و یا برعکس) اثرات معنی‌داری بر کیفیت داخلی، صفات پوسته و ترکیبات بیوشیمیایی زرده تخم‌مرغ‌ها نداشت. با توجه به محدود بودن آزمایش‌های اینجینی، برای اظهار نظر قطعی در خصوص نحوه، مدت زمان و وضعیت نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی در یخچال، توصیه می‌شود آزمایش‌های متعددی با در نظر گرفتن شرایط و وضعیت‌های گوناگون انجام گردند تا با کسب اطلاعات بیشتر، نسبت به اظهار نظرات و پیشنهادات دقیق کاربردی اقدام کرد.

بهبود صفات مربوط به زرده (شاخص زرده و رنگ زرده در طبقه بالای یخچال (طبقه سوم)، نسبت به طبقه پایین (اول)، احتمالاً ناشی از اختلاف دمای طبقات و بروز تبخیر محتویات آبی و تغییر ارتفاع زرده و نیز افزایش نسبت رنگدانه‌ها (شاخص رنگ زرده) در طبقه سوم یخچال نسبت به طبقات دیگر باشد. با ملاحظه وزن تخم‌مرغ‌ها در زمان شروع آزمایش در طبقات مختلف یخچال و مقایسه آن با وزن تخم‌مرغ‌ها در بعد از شروع آزمایش، ملاحظه می‌گردد، هر چند که تفاوت آماری در وزن ثانویه تخم‌مرغ‌های طبقات مختلف وجود ندارد، لیکن تخم‌مرغ‌های طبقات، درصدهای متفاوتی از محتوی رطوبتی خود را از دست داده‌اند. به طوری که این کاهش درصد وزنی تخم‌مرغ‌ها در طبقه اول یخچال حدود ۲/۳۳ درصد، در حالی که در طبقه سوم حدود ۱/۵۶ درصد بوده است. کاهش بیشتر رطوبت در طبقه اول، می‌تواند ارتفاع زرده و رنگ زرده را نیز کاهش دهد. کاهش متفاوت رطوبت در طبقات مختلف یخچال می‌تواند با فاصله طبقه از فریزر یخچال، منبع تولید سرما و وجود مقادیر متفاوت و نیز اقلام غذایی با محتوی آبی مختلف در طبقات، متغیر باشد. آزمایشی که در آن اثرات طبقات مختلف یخچال‌های خانگی را بر صفات کیفی تخم‌مرغ نشان دهد، یافت نشد، لیکن نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی در دماهای مختلف، موجب گردید که با افزایش درجه حرارت، رنگ زرده کاهش یابد که از جمله دلایل کاهش رنگ زرده، تبخیر محتوی آبی زرده بیان شده است (۴ و ۶).

با افزایش طول مدت نگهداری تخم‌مرغ‌های خوراکی در یخچال، درصد زرده، واحد هاو و غلظت کلاسترول زرده تخم‌مرغ‌ها کاهش یافت، در حالی که درصد سفیده و رنگ زرده افزایش یافت. با افزایش طول مدت نگهداری تخم‌مرغ‌ها در یخچال، تبخیر محتویات آبی تخم‌مرغ‌ها ادامه یافته و موجب شده درصد زرده کاهش یابد، کاهش واحد هاو می‌تواند با کاهش درصد زرده و نیز افت ارتفاع سفیده غلیظ ارتباط داشته باشد، که با بروز تبخیر، این پدیده صورت گرفته و کیفیت تخم‌مرغ کاهش یافته است. افزایش درصد سفیده می‌تواند ناشی از کاهش سهم درصد زرده باشد که احتمالاً حاکی از حساسیت بالای زرده در از دست دادن محتویات رطوبتی خود نسبت به سفیده به دلیل غلظت، ماهیت و ترکیبات شیمیایی باشد. افزایش رنگ زرده با بالا رفتن طول مدت نگهداری تخم‌مرغ‌ها در یخچال، احتمالاً با بروز پدیده‌هایی مثل اکسیداسیون در اثر ماندگاری زیاد و در نتیجه تغییر رنگ زرده ارتباط داشته باشد. از آنجایی که محتوی چربی و بالخصوص چربی‌های غیراشباع زرده زیاد است، لذا با گذشت زمان، احتمال بروز اکسیداسیون نیز بیشتر شده و احتمال داده می‌شود این پدیده موجب افزایش رنگ زرده شده است. کاهش محتوی کلاسترولی تخم‌مرغ‌ها در یخچال احتمالاً ناشی از دو علت بوده است، اولی مرتبط با بروز تبخیر و افزایش غلظت مواد خشک زرده و دومی وقوع اکسیداسیون

منابع

1. Beejmohun, V., O. Fliniaux. E. Grand. F. Lamblin, L. Bensaddek, P. Christen and F. Mesnard. 2007. Microwave-assisted extraction of the main phenolic compounds in flaxseed. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 18(4): 275-282.
2. Curtis, P.A., F.A. Gardner and D.B. Mellor. 1986. A comparison of selected quality and compositional characteristics of brown and white shell eggs. III. Composition and nutritional characteristics. *Poultry Science*, 65: 501-507.
3. Ibrahim, A.A., M.Y. Abare, I.B. Salisu and A. Abdulkarim. 2020. Effects of strain and storage period on some quality characteristics of chicken eggs. *Nigerian Journal of Animal Science and Technology*, 3 (2): 52-65.
4. Izat, A.L., F.A. Gardner and D.B. Mellor, 1986. The effects of age of bird and season of the year on egg quality. II. Haugh units and compositional attributes. *Poultry Science*, 65: 726-728.
5. Jin, Y.H., K.T. Lee, W.I. Lee. and Y.K. Han. 2011. Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Australian Journal of Animal Science*, 24: 279-284.
6. Jones, D.R. 2006. Conserving and monitoring shell egg quality. *Proceedings of the 18th Annual Australian Poultry Science Symposium*, pp: 157-165.
7. Jones, D.R. 2007. Egg functionality and quality during long-term storage. *International Journal of Poultry Science*, 6:157-162.
8. Jones, D.R. and M.T. Musgrove. 2005. Effects of extended storage on egg quality factor. *Poultry Science*, 84:1774-1777.
9. Kirunda, D.F.K. and S.R. McKee. 2000. Relating quality characteristics of aged eggs and fresh eggs to vitelline membrane strength as determined by a texture analyzer. *Poultry Science*, 79: 1189-1193.
10. Lee. M.H., E.J. Cho, E.S. Choi and S.H. Sohn. 2016. The effect of storage period and temperature on egg quality in commercial eggs. *Korean Journal of Poultry Science*, 43(1): 31-38.
11. Mine, Y. 2002. Recent advances in egg protein functionality in the food system. *World's Poultry Science Journal*, 58: 31-39
12. Samli, H.E., A. Agha and N. Senkoylu. 2005. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, 14: 548-553.
13. SAS Institute Inc. SAS/Stat User's Guide .2006. Version 9.1. SAS Institute Inc., Cary, NC.
14. Scott, T.A. and F.G. Silversides. 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poultry Science*, 79: 1725-1729.
15. Silversides, F.G. and T.A. Scott. 2001. Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens. *Poultry Science*, 80:1240-1245.
16. Stadelman, W.J. and O.J. Cotterill, Ed. 1995. *Egg Science and Technology*, fourth edition. Haworth Press, Inc., Binghamton, New York.
17. Tona, K., O. Onagbesan, B. De Ketelaere, E. Decuyper and V. Bruggeman. 2004. Effects of age of broiler breeders and egg storage on egg quality, hatchability chick quality, chick weight and chick post hatch growth to 42 days. *Journal of Applied Poultry Research*, 13:10-18.
18. Toussant, M.J. and J.D. Latshaw. 1999. Ovomucin content and composition in chicken eggs with different interior quality. *Science and Food Agriculture*, 79: 1666-1670.



The Effects of Duration, Location and Storage Status of Edible Eggs in Home Refrigerators on Quality Traits, Shell Traits and Biochemical Indicators of Yolk Eggs

Ali Nobakht

Associate Professor Islamic Azad University, Maragheh Branch, (Corresponding author: anobakht20@yahoo.com)

Received: 25 April, 2022 Accepted: 6 February, 2023

Extended Abstract

Introduction and Objective: Egg is a complete food for feeding different age groups, which has a wide range of required nutrients, contains chemical compounds sensitive to adverse environmental factors such as temperature, shelf life and storage conditions. In the present experiment, the duration, location and storage status of edible eggs in home refrigerators and their effects on quality traits, shell traits and biochemical characteristics of egg yolks were evaluated.

Material and Methods: In this experiment, 216 healthy eggs produced one day of hens of W36 line strains, aged 77 weeks, were prepared and in the form of 2 * 3 * 3 factorial arrangement, including 3 weeks, 3 floors and two egg storage conditions (sharp to Bottom or vice versa) in 18 treatments, 72 replications and 3 eggs per replication were used in a completely randomized design.

Results: Duration of storage, location and storage of eggs in the refrigerator had significant effects on internal quality, shell traits and biochemical parameters of egg yolks ($p < 0.05$). Storage of eggs in the upper floors of the refrigerator compared to the lower floor increased the yolk index and yolk color ($p < 0.05$). With increasing the storage time of eggs to three weeks in the refrigerator, the percentage of yolk, units, egg shell thickness and yolk cholesterol concentration decreased, while the percentage of white and yolk color increased ($p < 0.05$). Egg storage conditions in the refrigerator (bottom sharp or vice versa) did not have significant effects on internal quality, shell traits and biochemical characteristics of egg yolks ($p < 0.05$).

Conclusion: Due to the nutritional value of various compounds and the nature of some nutrients in eggs and especially egg yolks (such as unsaturated fatty acids), as a concern for nutritionists and housewives, duration, location and the storage status of the eggs in the refrigerator is important. In the present experiment, it was observed that, firstly, the lower floor of the refrigerator is not a suitable place for storing eggs, and secondly, by increasing the duration of keeping eggs to more than two weeks, the internal quality, the quality of the shell and the yolk content of the eggs will decrease, but the storage condition of edible eggs in the refrigerator (sharp egg point down or vice versa) had no significant effects on the aforementioned traits. According to the above findings, it is recommended, that the eggs needed by households not to be purchased in large quantities and not to be stored for more than 2 weeks, as well as in the lower floors of home refrigerators.

Keywords: Biochemical indicators, Edible egg, Internal quality, Shell traits, Storage status