نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۸، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۱، ص. ۲۴۴-۲۳۵

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 8, No. 2, Summer 2012, p. 235-244

کاربرد پوشش‌های فعال خوراکی بر پایه کربوکسی‌متیل‌سلولز حاوی اسید اولئیک و ترکیبات ضد میکروبی برای بهبود کیفیت و افزایش ماندگاری تخم‌مرغ

شهرام محمدی[۱]- بابک قنبرزاده[۲*]- محمود صوتی[۳]- شیوا قیاسی فر[۴]- سید حسین جلالی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۱۹
تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۴

چکیده

در طی دوره نگهداری تخم‌مرغ، به‌دلیل خروج دی اکسیدکربن و بخار آب از طریق منافذ موجود در پوسته، تغییرات نامطلوبی در آن ایجاد می‌گردد. یکی از روش‌های عملی برای کاهش و جلوگیری از این تغییرات، پوشش‌دهی تخم‌مرغ با استفاده از پوشش‌های پلیمری می‌باشد. در این مطالعه، محلول‌های پوشش‌دهنده بر پایه کربوکسی متیل سلولز (CMC) و گلیسرول، به‌صورت ساده و یا حاوی اسید اولئیک (۱ و ۲ درصد حجمی-حجمی) و مواد ضد میکروبی (شامل ناتامایسین، بوتیل هیدروکسی آنیزول و سوربات پتاسیم)، تهیه گردید و تاثیر آن‌ها بر ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی تخم‌مرغ تازه (شامل درصد کاهش وزن، تغییراتpH ، اندیس ها و اندیس زرده) در طول ۵ هفته نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که پوشش‌دهی با بیوپلیمر CMC، تاثیر شایانی بر حفظ کیفیت تخم‌مرغ داشته و ماندگاری را حدود یک تا سه هفته، بسته به نوع پوشش، افزایش می دهد. همچنین بررسی نتایج نشان داد که افزودن اسید اولئیک به محلول پوشش‌دهنده بر پایه CMC، تاثیر معنی‌دار مثبتی ($P<0/05$) بر کلیهٔ ویژگی‌های تخم‌مرغ‌های مورد مطالعه در طول پنج هفته نگهداری داشت. اضافه کردن ترکیبات ضدمیکروبی نیز به پوشش CMC، موجب تفاوت معنی‌دار ($P < 0/05$) در تمامی پارامترها به جز اندیس زرده نسبت به پوشش‌های CMC تنها (بدون اسید اولئیک و مواد ضد میکروبی) گردید.

واژه های کلیدی: پوشش‌دهی، کربوکسی متیل سلولز، تخم‌مرغ

مقدمه

تخم‌مرغ به‌دلیل دارا بودن میزان متناسبی از پروتئین‌های با اسیدهای آمینه ضروری و ویتامین‌های محلول در چربی، از کیفیت تغذیه‌ای بالایی برخوردار است، به‌طوری‌که پروتئین سفیده به منزله یک پروتئین کامل در نظر گرفته می شود، و ارزش زیستی پروتئین‌های دیگر نسبت به آن سنجیده می‌شود (Cook a *et al*., 1986؛ Watkins *et al*., 1995؛ فاطمی، ۱۳۸۸). تخم‌مرغ یکی از کامل‌ترین و ارزان‌ترین منابع‌غذایی پروتئینی تا به امروز بوده است، بنابراین کنترل کیفی و حفظ تازگی این ماده مغذی، بسیار حائز اهمیت است. طی دوره نگهداری، تغییرات مختلفی از جمله تبخیر آب، آبکی شدن آلبومین، کاهش وزن، افزایش pH آلبومین و آلودگی میکروبی در تخم‌مرغ رخ می‌دهد که موجب اُفت خواص فیزیکی، حسی و ایمنی آن می‌گردد (توکلی، ۲۰۰۸). علت عمده این تغییرات، افزایش تبادل گازها (عمدتاً دی اُکسیدکربن) و رطوبت از طریق منافذ پوسته است(Caner *et al*., 2008 ؛ Kim, *et al*.,2009؛ Ryu *et al*., 2009؛ Xie *et al*., 2002).

همچنین فساد از راه پوسته تخم‌مرغ زمانی پیشرفت می‌کند که پوسته دارای ترک خوردگی بوده، یا آن را با یک وسیله زبر مالش دهند و یا اینکه شستشو و روش نگهداری آن نامناسب باشد (مرتضوی، ۱۳۸۲). یکی از راهکارهای عملی موجود برای ممانعت از بروز این تغییرات، ممانعت از خروج رطوبت و گازها به‌وسیله بستن نسبی سوراخ‌های پوسته با استفاده از مواد پوشش‌دهنده از جنس بیوپلیمرهایی همچون کیتوزان[5] (تاجیک و همکاران ۱۳۸۹؛ *et al*., Lee et al., 1996؛ Kim *et al*., 2006؛ Janes 2002 No *et al*. 2005)، پروتئین سویا(Cho *et al*. 2002؛ Rhim *et al*.,

۱، ۲، ۳، ۴- به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشیار، استادیار و مربی گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email :Ghanbarzadeh@tabrizu.ac.ir)

5- Chitosan

Archive of SID
www.SID.ir

2004)، پروتئین آب پنیر[1]، شلاک[2] (نوعی رزین با قابلیت پوشش‌دهی)، گلوتن گندم و CMC[3] (Janes *et al.*, 2002؛ Xie *et al.* 2002؛ No *et al.*, 2007؛ Meyer *et al.*, 1973)

و همچنین بسته‌بندی با اتمسفر اصلاح شده[4] (Rucolli *et al.*, 2009) و نمک سودکردن (Kaewmanee *et al.*, 2009) است. پوشش‌دهی[5] مواد غذایی با استفاده از پوشش دهنده‌های مختلف خوراکی می‌تواند موجب ایجاد لایه مقاومی گردد که همچون سدی در برابر تبادل گازها، رطوبت و میکروارگانیسم‌ها عمل نموده و ماندگاری ماده‌غذایی را در فاصله تولید تا رسیدن به دست مصرف‌کننده حفظ نماید (Joerger, *et al.*, 2007). کربوکسی متیل سلولز(CMC) که از طریق واکنش سلولز با هیدروکسید سدیم و اسید کلرو استیک تولید می‌شود، از جمله پلی ساکاریدهای ارزان قیمت و با قابلیت تولید پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی باکیفیت فیزیکی بالا می‌باشد (قنبرزاده و همکاران ۱۳۸۸) و با توجه به شکل و ماهیت فیزیکی تخم‌مرغ، پوشش‌دهی آن توسط روش غوطه‌وری یا اسپری کردن محلول CMC راحت‌تر و کاراتر از تولید فیلم و سپس استفاده از آن برای بسته بندی است(No et al., 2007). افزودن مواد فعال مانند مواد ضد میکروبی و آنتی اکسیدان‌ها به پوشش‌ها، می‌تواند به‌طور بالقوه قابلیت آن‌ها را در افزایش ماندگاری مواد غذایی بهبود بخشند.

هدف از این تحقیق، بررسی اثرات پوشش‌های بر پایه کربوکسی متیل سلولز به تنهایی (بدون ماده فعال) و پوشش های فعال حاوی اسید اولئیک و ترکیبات ضد میکروبی ناتامایسین، بوتیل هیدروکسی آنیزول (BHA) و سوربات پتاسیم بر ویژگی‌های کیفی و ماندگاری تخم‌مرغ می‌باشد. BHA نیز از آنتی اُکسیدان‌های فنولی می‌باشد که از طریق واکنش با غشای فسفولیپیدی میکروارگانیسم و اختلال در ساختار مولکولی غشاء آن می‌تواند بر طیف وسیعی از باکتری‌ها، کپک و مخمرها موثر می‌باشد که به منظور افزایش تاثیر ضدمیکروبی سوربات پتاسیم و ناتامایسین و نیز چگونگی تاثیر متقابل این ترکیبات بر یکدیگر مورد استفاده قرار گرفت. همچنان‌که Poerschke و Counningham در سال۱۹۸۴، تاثیر مثبت ضدمیکروبی BHA را بر روی *سالمونلا سفتنبرگ* تایید نمودند. لازم به ذکر است که قبل از انجام تحقیق حاضر، تاثیر پوشش‌های CMC فعال حاوی ترکیبات ضدمیکروبی فوق در کاهش بار میکروبی سطحی تخم‌مرغ مورد بررسی قرار گرفت و سپس در مرحله دوم تاثیر این ترکیبات روی ویژگی‌های فیزیکو شیمیایی تخم‌مرغ مورد مطالعه قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد

کربوکسی‌متیل سلولز با وزن مولکولی متوسط ۴۱۰۰۰ (گرم بر مول) از شرکت کاراگام پارسیان، گلیسرول و سوربات پتاسیم از شرکت مرک آلمان و بوتیل‌هیدروکسی آنیزول از شرکت سیگمای آمریکا خریداری گردیدند. همچنین ناتامایسین از شرکت DSM تهیه شد.

تهیه محلول‌های پوشش ساز بر پایهٔ کربوکسی متیل سلولز

برای تولید محلول پوششیCMC، ابتدا ۱/۵ گرم CMC به ۹۸/۵ میلی‌لیتر آب اضافه گردید، سپس به مخلوط حاصل،

۱ میلی‌لیتر گلیسرول به عنوان پلاستی سایزر افزوده شد و حرارت‌دهی در ۷۵°C به مدت ۱۰ دقیقه تا انحلال کامل CMC انجام شد. بعد از این مرحله بوتیل هیدروکسی آنیزول، ناتامایسین و سوربات پتاسیم به‌ترتیب در غلظت‌های ۰/۱۰۴ (٪ وزنی–حجمی)، ۲۶۰ (میلی‌گرم بر لیتر) و ۱/۵۳ (٪ وزنی–حجمی) به محلول افزوده شدند (لازم به ذکر است که غلظت‌های بهینه براساس اثر ضد میکروبی آن‌ها روی فلور میکروبی سطحی پوسته تخم‌مرغ، قبلاً در تحقیقی مشابه، توسط روش آماری سطح پاسخ[6] به‌دست آمد). اسید اولئیک نیز در مورد پوشش کربوکسی متیل سلولز حاوی اسید اولئیک در دو غلظت ۱ و ۲ درصد (حجمی–حجمی) به محلول اضافه شد.

آماده سازی و پوشش‌دهی تخم‌مرغ‌ها

نمونه‌های تازه و سالم تخم‌مرغ در محدوده وزنی ۷۰ – ۶۰ گرم و با مدت زمان نگهداری یکسان از یک واحد مرغ تخم‌گذار واقع در اطراف شهر تبریز خریداری و به آزمایشگاه‌های گروه صنایع غذایی دانشگاه تبریز منتقل گردید. شستشوی نمونه‌ها با آب ولرم انجام گردید و بعد از خشک‌شدن آن‌ها در دمای محیط، پوشش‌دهی تخم‌مرغ‌ها به روش غوطه‌وری انجام گردید (Caner *et al.*,2007). در این مطالعه، در مجموع چهار نوع محلول پوشش دهنده ذیل و محلول کنترل (آب خالص) برای پوشش‌دهی مورد استفاده قرار گرفت:

محلول کنترل که در این مورد تنها عمل شستشوی ابتدائی

1- Whey protein
2- Shellac
3- Carboxy methyl Cellulose
4- Modified atmosphere packaging
5- Coating
6- Response surface methodology

Archive of SID

www.SID.ir

تخم‌مرغ با آب صورت گرفت؛

- محلول CMC بدون ترکیبات فعال؛
- محلول CMC حاوی بوتیل هیدروکسی آنیزول[1]، ناتامایسین[2] و سوربات پتاسیم؛
- محلول CMC حاوی اسید اولئیک[3] با غلظت ۱ درصد؛
- محلول CMC حاوی اسید اولئیک با غلظت ۲ درصد؛

لازم به ذکر است که دلیل استفاده هم‌زمان از هر سه ترکیب ضدمیکروبی در تیمار سوم این بود که ابتدا در آزمایشی مشابه غلظت‌های مختلف از ترکیبات ضدمیکروبی مورد استفاده قرار گرفتند و سپس سطوح غلظت بهینه برای هر کدام از ترکیبات فعال مورد استفاده با بهره‌گیری از روش بهینه‌سازی سطح پاسخ تعیین گردید. پوشش‌دهی تخم‌مرغ‌ها بدین صورت انجام گرفت که ابتدا تخم مرغ‌ها را به مدت یک دقیقه در یکی از پنج محلول پوشش‌دهی غوطه‌ور نموده و سپس آن‌ها را در دمای محیط خشک نموده و مجدداً عمل غوطه‌ورسازی به مدت یک دقیقه در محلول‌های مورد نظر انجام شد. سپس در دمای اتاق کاملاً خشک شدند و در جعبه‌های پوشیده شده با فویل آلومینیوم، در دمای ۲۵°C به مدت پنج هفته نگهداری شدند. استفاده از دمای ۲۵° C به‌دلیل تشدید و افزایش سرعت تغییرات کیفی تخم‌مرغ در طی دوره نگهداری می‌باشد. سپس بررسی‌های کیفی ذیل در طی هفته‌های اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم نگهداری انجام گرفت.

آزمایشات کیفی

تعیین" واحد یا اندیس هاو" (HU)[4]

برای اندازه‌گیری اندیس‌ها و ارتفاع ضخیم‌ترین بخش آلبومین به‌وسیله کولیس تعیین شد و عدد به‌دست آمده جهت تعیین اندیس‌ها در رابطه زیر قرار داده شد (Caner, 2005a):

$$\text{اندیس هاو} = 100 \log (H - 1.7\, W^{0.37} + 7.6)$$

که در این معادله W، معرف وزن هر تخم‌مرغ بر حسب گرم و H نیز نشان‌دهنده ارتفاع آلبومین بر حسب میلی‌متر می‌باشد (شکل ۱). بعد از محاسبه این اندیس، تخم‌مرغ‌ها به صورت زیر درجه‌بندی[5] شدند :

درجه AA = HU بیشتر از ۷۲; درجه A = HU بین ۷۱ تا ۶۰ ;درجه B = HU بین ۵۹ تا ۳۱ و درجه C= HU کمتر از ۳۰

تعیین درصد کاهش وزن

همه نمونه‌های پوشش داده شده در هر پنج گروه، بعد از خشک شدن پوشش سطح آن‌ها، بلافاصله توزین شدند. سپس در هفته‌های متوالی نیز (به‌مدت ۵ هفته) توزین تخم‌مرغ‌های مورد آزمایش انجام شد و براساس رابطه زیر، میزان کاهش وزن نمونه‌ها بر حسب درصد، تعیین گردید(Caner, 2005a):

$$\text{درصد کاهش وزن} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times ۱۰۰$$

W_1: وزن اولیه تخم‌مرغ بلافاصله بعد از پوشش‌دهی، W_2: وزن تخم‌مرغ در هفته مورد نظر

تعیین" اندیس زرده "

به منظور محاسبه اندیس زرده، از یک کولیس دیجیتالی برای اندازه‌گیری ارتفاع و عرض زرده، استفاده گردید و اعداد حاصل برای ارتفاع و عرض زرده، در معادله ذیل قرار داده شد (Stadelman, 1995):

$$\text{اندیس زرده} = \frac{H}{W} \times ۱۰۰$$

H: ارتفاع زرده، W: عرض زرده

ارزیابی pH

به‌منظور اندزه‌گیری pH تخم‌مرغ، تنها از سفیده آن استفاده گردید. بدین صورت که، پس از جداسازی کامل زرده از سفیده تخم‌مرغ، pH سفیده جدا شده توسط pH متر دیجیتالی محاسبه گردید.

تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش، توسط نرم‌افزار آماری SPSS (version 16.0 for Windows, SPSS Inc) در سطح احتمال ۵ درصد ($P < ۰/۰۵$) در قالب طرح کاملاً تصادفی صورت گرفت. آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای تایید وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

تاثیر پوشش‌دهی بر اندیس ها و درجه کیفیت تخم مرغ

اندیس هاو (HU) پارامتری است که معرف رابطه بین وزن تخم‌مرغ و ارتفاع آلبومین می باشد و معیاری جهت سنجش کیفیت آلبومین تخم‌مرغ است به گونه‌ای که هر چه HU بیشتر باشد، معرف کیفیت بهتر آلبومین است (Caner, 2005a). خروج گاز دی اکسیدکربن طی نگهداری تخم‌مرغ موجب افزایش pH آلبومین و در نتیجه شکسته شدن پیوندهای کمپلکس لیزوزیم- اوموسین می‌گردد که در نهایت به آبکی‌شدن، کاهش ویسکوزیته و کاهش اندیس ها می‌انجامد.

1- Butilated Hydroxyl Anizole
2- Natamycin
3- Oleic acid
4- Haugh unit
5- Egg grading

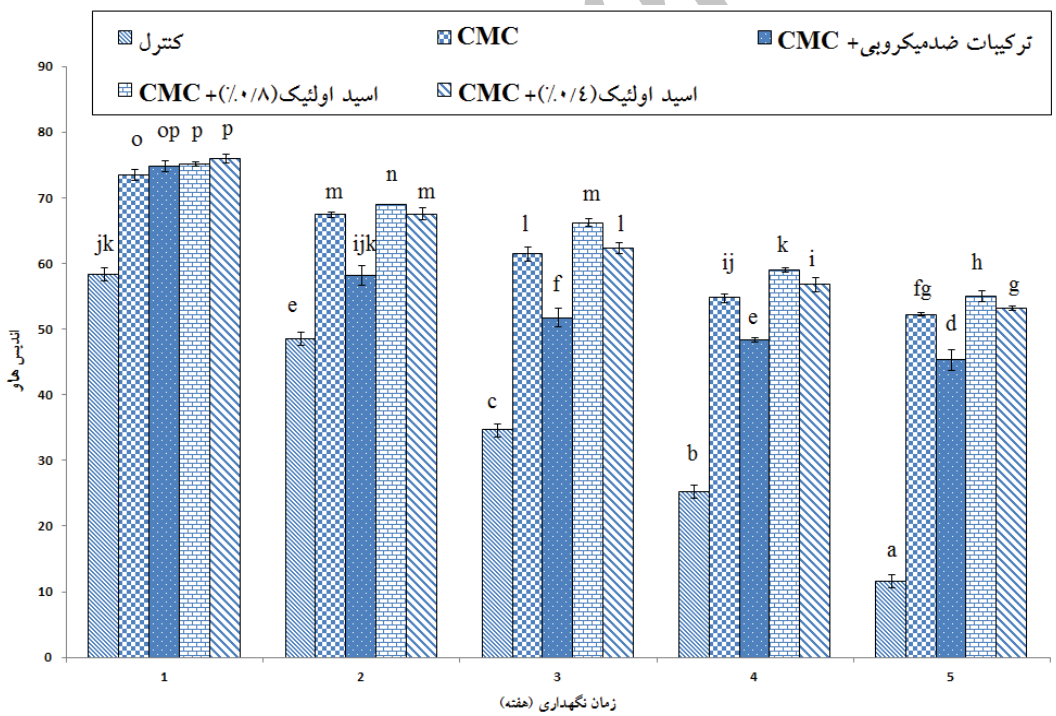
Archive of SID

www.SID.ir

شکل ۱ – نحوه اندازه‌گیری اندیس هاو

محدوده اندیس هاو، بین ۲۰ برای آلبومین یا سفیده با کیفیت نامناسب و ۱۰۰ برای سفیده با کیفیت عالی متغیر است (No et al., 2007).

شکل ۱ نتایج بررسی‌های انجام شده در مورد تغییرات HU را نشان می‌دهد. همچنین کل داده‌های مربوط به هفته های مختلف، از نظر معنی‌دار بودن اختلاف آن‌ها با یکدیگر مورد بررسی قرار گرفتند. به‌طورکلی در طی دوره نگهداری پنج هفته‌ای، روند نزولی اندیس HU در مورد همه تیمارهای پنج گانه، کاملاً مشهود می‌باشد، ولی سیر نزولی در هر تیمار، متفاوت از سایر گروه‌ها می‌باشد و اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های پوشش‌دار و بدون پوشش (کنترل) مشاهده می‌شود ($P < 0.05$).



شکل ۲ – میزان اندیس هاو تیمارهای پنج‌گانه طی ۵ هفته نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (حروف غیر مشابه در یک ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین همه داده‌ها با یکدیگر ($P < ۰/۰۵$) در آزمون دانکن است)

www.SID.ir

کمترین اندیس هاو در گروه‌های پوشش‌دار در پایان هفته پنجم (۱/۵۸ ± ۴۵/۲۷)، تقریباً مشابه این اندیس در هفته دوم گروه کنترل (فاقد پوشش) (۱/۱۴ ± ۴۸/۵۲) بود، که این نشان‌دهنده تاثیر مثبت پوشش‌دهی روی کیفیت اولیه آلبومین تخم‌مرغ و به تاخیر اُفتادن حداقل ۳ هفته‌ای تنزل کیفیت آلبومین، به‌واسطه پوشش‌های پلیمری بر پایه CMC در مقایسه با گروه کنترل است.

همان‌گونه که در شکل ۲ نیز مشاهده می‌شود، بعد از گذشت ۵ هفته، نتایج نشان داد که تاثیر پوشش‌های CMC – اسید اولئیک بهتر از سایر گروه‌ها بود و پوشش حاوی غلظت ۲ درصد اسید اولئیک تاثیر بهتری از غلظت ۱ درصد آن روی حفظ کیفیت آلبومین نشان داد. بنابراین افزودن اسید اولئیک تاثیر معنی‌داری بر کارکرد CMC در بهبود HU و حفظ کیفیت آلبومین نشان می‌دهد ($P < 0.05$). همچنین، نتایج نشان‌دهندهٔ پایین‌تر بودن HU در پوشش‌های حاوی ترکیبات ضدمیکروبی، نسبت به سایر گروه‌های پوشش‌دار بود. در مجموع مطالعه حاضر، نتایج تحقیقات کیم و همکاران (۲۰۰۹) مبنی براینکه پوشش‌دهی تخم‌مرغ با کیتوزان، موجب افزایش ماندگاری ۳ تا ۴ هفته‌ای تخم‌مرغ می‌گردد، را تایید می‌کند. همچنین تاجیک و همکاران (۱۳۸۹) در مطالعه ای دریافتند که عمر مفید تخم‌مرغ‌های پوشش‌داده شده با کیتوزان (۲ درصد) محلول در اسید استیک۱ درصد حداقل ۴ هفته طولانی‌تر از انواع پوشش داده نشده در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد است. این اثرات حفاظتی بستگی به عوامل مختلفی همچون کیفیت اولیه تخم مرغ، زمان و دمای نگهداری و نوع پوشش نیز دارد. در مطالعه ای نشان داده شد که کیتوزان با وزن مولکولی پائین در مقایسه با وزن مولکولی بالا اثرات حفاظتی بهتری روی کیفیت آلبومین و نهایتاً HU دارد (Bhale et al., 2003). در تحقیقی، تاثیر غلظت‌های ۶، ۱۲ و ۱۸ درصد پوشش خوراکی تهیه شده از ایزوله پروتئین‌های سرمی شیر بر افزایش ماندگاری و کیفیت تخم‌مرغ (کاهش وزن، pH، اندیس هاو، اندیس زرده و رنگ) مورد بررسی قرار گرفت(Caner, 2005a) و نتایج نشان داد که نمونه‌های تخم‌مرغ پوشش داده شده کاهش وزن کمتری (۲/۴۶ درصد برای غلظت ۱۲ درصد پروتئین‌های سرمی و ۲/۳۸ درصد برای غلظت ۱۸ درصد پروتئین سرمی) را نشان دادند همچنین آن‌ها مشاهده کردند که HU برای غلظت‌های ۱۸ و ۱۲ درصد بالاتر از غلظت ۶ درصد و نمونه‌های شاهد بود.

جدول ۱ نشان‌دهنده رتبه‌بندی تخم‌مرغ‌های گروه‌های مورد مطالعه است. در این جدول، همه نمونه‌های پوشش‌دار نسبت به گروه کنترل، درجه‌بندی بالاتری را نشان می‌دهند و در این بین، دو گروه برخوردار از پوشش حاوی اسید اولئیک (۱ و ۲ درصد) و پوشش CMC بدون ترکیبات فعال، بعد از حدود چهار هفته در درجه A باقی ماندند (جدول۱)، در حالی که گروه کنترل در همان هفته اول به درجه B تنزل پیدا کرد.

کمترین درجه‌بندی مربوط به گروه کنترل با درجه C در هفته‌های چهارم و پنجم بود. نکته جالب توجه در این بررسی، پایین بودن درجه تخم‌مرغ‌های گروه CMC – ترکیبات ضد میکروبی نسبت به سایر گروه‌های پوشش‌دار بود.

نتایج حاصل از مطالعه حاضر با نتایج بررسی Suppakul و همکاران (۲۰۱۰) کاملاً مطابقت داشت. آن‌ها تاثیر پوشش‌دهی با متیل‌سلولز (۲ درصد) و هیدروکسی پروپیل متیل‌سلولز (۱ درصد) را جهت مطالعه تاثیر پلی‌اتیلن گلیکول۴۰۰ و مخلوط اسید استئاریک و پالمیتیک ۴ درصد روی استحکام و نفوذ پذیری بخار آب در تخم‌مرغ، بررسی کردند. نتایج نشان داد که بعد از ۷ روز، HU در تخم‌مرغ‌های پوشش‌داده شده از درجه AA به درجه A کاهش یافت و در طی دوره نگهداری در همان درجه A باقی ماند، ولی در نمونه‌های فاقد پوشش طی نگهداری بعد از ۵ روز از درجه AA به درجه A و سپس بعد از مدتی به درجه B هم رسید.

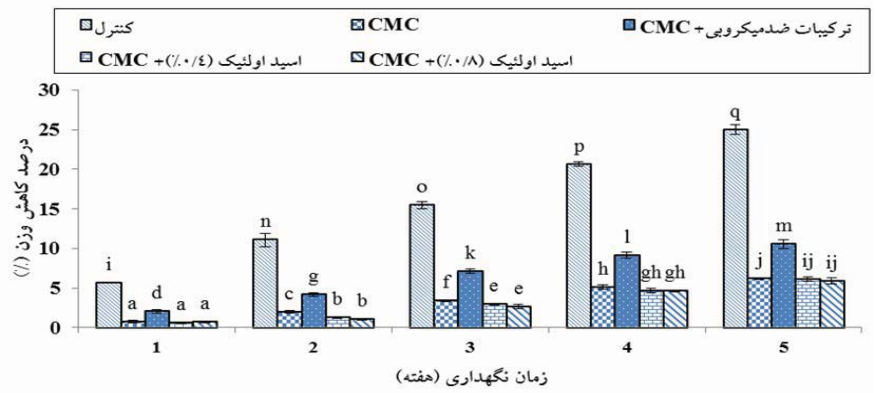
جدول ۱ - درجه‌بندی تخم مرغ‌ها براساس اندیس هاو طی ۵ هفته نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد*

گروه	هفته صفر**	هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم
کنترل	AA (۷۸/۲۳ ± ۰/۰۰)	B (۵۸/۳۶ ± ۱/۲)	B (۴۸/۵۲ ±۱/۱)	B (۳۴/۶۱±۰/۵۷)	C (۲۵/۲۷±۱/۶۸)	C (۱۱/۵۴±۱/۱۹)
CMC	AA (۷۸/۲۳ ± ۰/۰۰)	AA (۷۳/۴۹ ±۰/۸۷)	A (۶۷/۴±۰/۴۲)	A (۶۱/۹۶±۱/۱۲)	B (۵۴/۷۴±۰/۶۶)	B (۵۲/۲۳±۰/۲۱)
ترکیبات ضدمیکروبیCMC+	AA (۷۸/۲۳ ± ۰/۰۰)	AA (۷۴/۷۸ ± ۰/۸)	B (۵۸/۱۵±۱/۵)	B (۵۱/۹۶±۱/۴۴)	B (۴۸/۳۶±۰/۳۶)	B (۴۵/۲۷±۱/۵۸)
CMC + اسیداولئیک(۲٪)	AA (۷۸/۲۳ ± ۰/۰۰)	AA (۷۵/۱۲±۰/۳۲)	A (۶۸/۹۶±۰/۳۶)	A (۶۶/۱۶±۰/۵۹)	B (۵۸/۹۸±۰/۳۸)	B (۵۴/۹۷±۰/۷۹)
CMC + اسیداولئیک (۱٪)	AA (۷۸/۲۳ ± ۰/۰۰)	AA (۷۵/۹۸±۰/۶۷)	A (۶۷/۵۱±۰/۹۲)	A (۶۲/۳۷±۰/۸۴)	B (۵۶/۸±۱/۰۵)	B (۵۳/۲۱±۰/۳۷)

**بلافاصله بعد از پوشش‌دهی * اعداد داخل پرانتز معرف اندیس HU می‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۳- درصد کاهش وزن تیمارهای پنجگانه طی ۵ هفته نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد(حروف غیر مشابه در یک ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین همه داده ها با یکدیگر (P < ۰/۰۵) در آزمون دانکن است)

تاثیر پوشش‌دهی بر درصد اُفت وزن

درصد کاهش وزن، یکی از ساده‌ترین روش‌های ارزیابی ماندگاری تخم‌مرغ است و با افزایش طول دوره نگهداری تخم مرغ، افت وزنی افزایش می‌یابد. در طی دوره نگهداری، کاهش وزن به علت تبخیر آب و نیز از دست دادن دی اُکسید کربن آلبومین از طریق ۱۷۰۰۰ - ۷۰۰۰ منفذ موجود در پوسته، که اکثراً در سر پهن تخم قرار دارند، اتفاق می‌اُفتد (Bahle *et al*., 2003; Wong *et al*. 1996). با در نظر گرفتن این نکته که کاهش وزن و تبخیر آب، فرآیندی کاملاً وابسته به شرایط محیط نگهداری همچون دما، رطوبت و میزان تهویه محل نگهداری تخم‌مرغ است، نگهداری تخم‌مرغ در دماهای پایین و شرایط یخچال، منجر به کاهش تبخیر آب و نهایتاً کاهش کمتر وزن خواهد شد (Karoui *et al*., 2008; Rhim *et al*. 2004).

در شکل ۳ درصد کاهش وزن در گروه‌های پنجگانه پوشش‌دار و کنترل، یک روند افزایشی را نشان می‌دهد. بدین معنی که با گذشت زمان در تمامی تیمارها، درصد کاهش وزن افزایش می‌یابد. همچنین درصد کاهش وزن برای گروه‌های پوشش‌دار به صورت معنی‌داری کمتر از گروه کنترل بود (P <۰/۰۵) و محدوده کاهش وزن بعد از ۵ هفته، از ۵/۸۹ درصد برای گروه دارای پوشش CMC – اسیداولئیک (۲ درصد) تا ۲۴/۹۹ برای گروه کنترل متغیر بود. در بین گروه‌های پوشش‌دار، بیشترین درصد کاهش وزن، مربوط به گروه CMC – ترکیبات ضد میکروبی (۱۰/۵۷ درصد) بود که اختلاف معنی‌داری (P <۰/۰۵) را نیز با سایر گروه‌های پوشش‌دار نشان داد. اگرچه از لحاظ آماری تفاوت معنی‌داری بین سایر گروه‌های پوشش‌دار مشاهده نشد.

اگرچه کمترین میزان کاهش وزن بعد از ۵ هفته در دمای ۲۵°C، مربوط به تیمارهای CMC – اسید اولئیک ۱ و ۲ درصد به ترتیب با ۰/۲۴ ± ۶/۱۴ و ۰/۴ ± ۵/۸۹ درصد بود،که ناشی از حضور اسید اولئیک در ترکیب پوشش CMC باشد که با توجه به ماهیت آبگریز اسید اولئیک و ممانعت‌کنندگی از عبور رطوبت، می‌توان این امر را توجیه نمود (Zivanovic et al., 2005). ولی از این نظر تفاوت معنی‌داری بین گروه‌های CMC – اسید اولئیک ۱ و ۲ درصد با گروه CMC مشاهده نشد. همچنین Wong و همکاران (1996)گزارش کردند که میزان درصد کاهش وزن بعد از ۲۸ روز در دمای اتاق در گروه کنترل و گروه‌های پوشیده شده با روغن‌های معدنی (با ویسکوزیته مختلف) به‌ترتیب ۱۱/۰ و ۹/۲ بود. تفاوت در نتایج حاصل از این بررسی با مطالعه حاضر می‌تواند ناشی از تفاوت در نوع ماده پوشش دهنده، ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی، کیفیت داخلی، اندازه و شرایط محیط نگهداری تخم‌مرغ باشد (Muller و همکاران ۱۹۵۸).

تاثیر پوشش‌دهی بر اندیس زرده

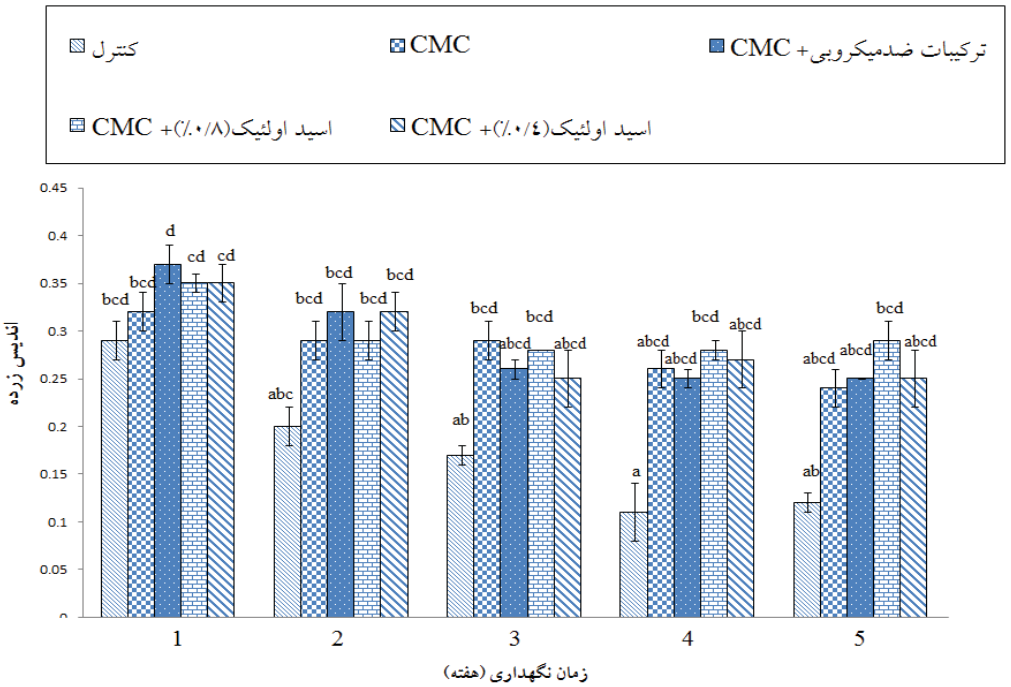
اندیس زرده همچون HU، از شاخص‌های تعیین کیفیت و تازگی زرده می‌باشد و اندیس زرده ۰/۴۵ معرف کیفیت مناسب تخم‌مرغ است (Senkoylu,2001). کاهش این اندیس نشان از تضعیف غشای ویتلینی[1] زرده و آبکی شدن آن، ناشی از انتشار آب از آلبومین می‌باشد (Obanu *et al*. 1984; No *et al*., 2007).

شکل ۴، تغییرات اندیس زرده در گروه‌های پوشش‌دار و کنترل را به‌مدت ۵ هفته در دمای ۲۵ °C نشان می‌دهد. نتایج حاصل مبین این مطلب است؛ که با افزایش دوره نگهداری، میزان این اندیس از یک الگوی کاهشی پیروی می‌کند. بیشترین کاهش در اندیس زرده به گروه کنترل مربوط بود، که از ۰/۰۳ ± ۰/۳۹ در هفته صفر به ۰/۰۱ ±۰/۱۲ در پایان هفته پنجم کاهش یافت. به‌طورکلی، کاهش در میزان اندیس زرده در گروه کنترل سریعتر از گروه‌های پوشش‌دار بود.

1- Vitelline membranes

Archive of SID

www.SID.ir



شکل٤ – میزان اندیس زرده تیمارهای پنجگانه طی۵ هفته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد(حروف غیر مشابه در یک ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین همه داده‌ها با یکدیگر (P < ۰/۰۵) در آزمون دانکن است).

همچنان‌که در شکل ۴ نیز کاملاً مشهود می‌باشد، بعد از گذشت ۵ هفته میزان این اندیس برای گروه‌های پوشش‌دار، بیشتر از گروه کنترل بود و برای گروه CMC – اسید اولئیک (۲٪) بالاترین میزان را نشان داد یعنی ۰/۰۲ ± ۰/۲۹ که اختلاف معنی داری نیز با گروه کنترل نشان داد (P <۰/۰۵) و با اندیس زرده هفته اول گروه کنترل، برابر بود (۰/۲۹)، که این نشان می‌دهد پوشش CMC – اسید اولئیک (۲ درصد) می‌تواند باعث تاخیر در کاهش اندیس زرده و کاهش کیفیت تخم‌مرغ به میزان ۴ هفته گردد.

همچنین با وجود اندیس زرده پائین در گروه کنترل در مقایسه با سایر تیمارهای پوشش‌دار، میزان اختلاف با گروه های – CMCترکیبات ضدمیکروبی، CMC – اسید اولئیک (۱ درصد) و CMC – بدون ماده فعال، معنی‌دار نبود و همچنین در مجموع بین چهار گروه پوشش‌دار نیز، اختلاف معنی‌داری گزارش نگردید. نتایج این مطالعه با نتایج کارهای سایر محققانی که استفاده از پوشش‌دهی در تخم‌مرغ را باعث حفظ کیفیت زرده در شرایط نگهداری در ۲۵°C نشان دادند، مطابقت دارد(Herald,1995; Kim, 2006). تاجیک و همکاران (۱۳۸۹) گزارش دادند که اندیس زرده تخم‌مرغ‌های پوشش داده شده با زئین و کیتوزان حاوی اسانس پونه کوهی، در مدت ۳۵ روز نگهداری در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، به طور قابل ملاحظه‌ای بالاتر از انواع بدون پوشش‌بود و تنها ۰/۰۴ تا ۰/۰۵ واحد کاهش نشان داد. اختلاف در میزان کاهش اندیس زرده بین این تحقیق و تحقیق حاضر ممکن است به دلیل تفاوت در نوع پوشش‌های مورد استفاده، کیفیت اولیه تخم‌مرغ (درجه و اندیس هاو)، اندازه تخم‌مرغ، دما، زمان و سایر شرایط نگهداری باشد.

تاثیر پوشش‌دهی بر pH آلبومین

علاوه بر درصد کاهش وزن، اندیس HU و اندیس زرده، pH آلبومین نیز می‌تواند به‌عنوان شاخصی دیگر برای کیفیت تخم‌مرغ مورد بررسی قرار گیرد (Scott *et al.*, 2000). آلبومین تخم‌مرغ تازه حاوی ۰/۵ درصد دی اُکسید کربن می‌باشد که در طی دوره نگهداری کاهش پیدا می‌کند. خروج CO_2 از تخم‌مرغ منجر به افزایش pH و آبکی‌شدن آلبومین به حدود ۹/۶– ۹/۵ می‌گردد (Scott *et al.*, 2001; Caner *et al.*, 2005 b). بر اساس نتایج آنالیز آماری، بین تیمارهای پوشش‌دار و کنترل، بعد از ۵ هفته، اختلاف معنی‌داری در میزان pH مشاهده گردید (P < 0.05). شکل ۵ تغییرات pH را در طی ۵ هفته نگهداری در ۲۵ °C نشان می‌دهد. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در گروه کنترل، در طی هفته اول، pH از ۸/۴۹ به ۹/۳۷ افزایش یافت و سپس به آرامی تا pH ۹/۸۵

Archive of SID

www.SID.ir

نیز بالا رفت. از سوی دیگر در گروه‌های پوشش‌دار، pH از ۸/۴۹ به حدود ۹/۳۵ – ۸/۸۸ افزایش یافت و در نمونه‌های پوشش‌دار در مقایسه با گروه کنترل به‌صورت معنی‌داری کمتر بود. بنابراین پوشش‌های پلیمری بر پایه CMC همچون سدی مانع خروج CO_2 و روند افزایش pH در آلبومین می‌گردد. لازم به ذکر است که در بین گروه‌های پوشش‌دار، کمترین و بیشترین میزان pH به‌ترتیب مربوط به تیمار CMC – ترکیبات ضد میکروبی و CMC – اسید اولئیک (۲ درصد) بود (شکل ۵).

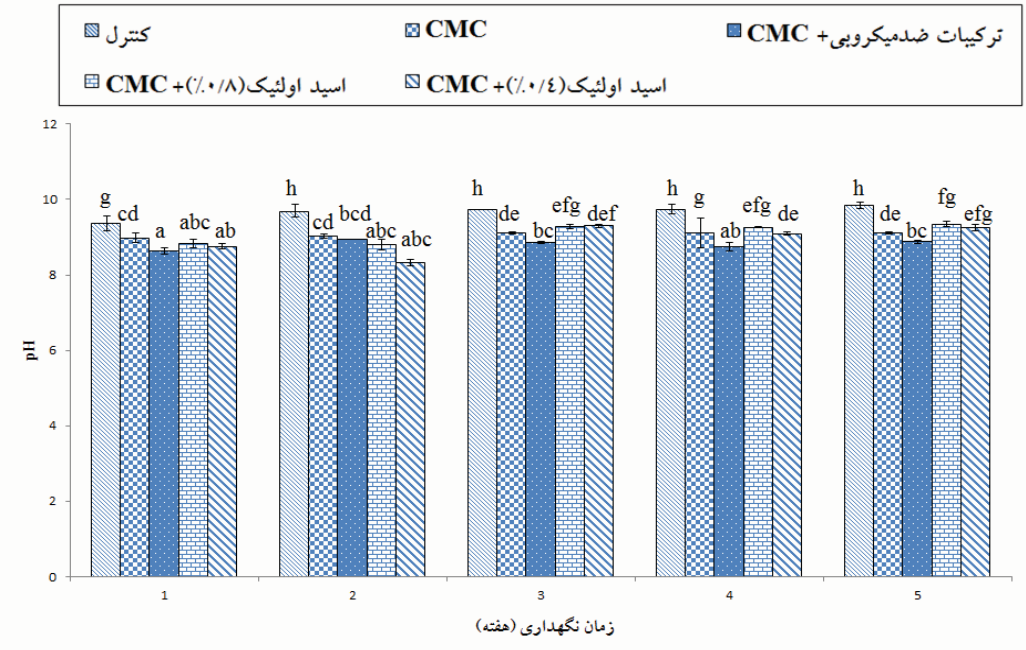
در تحقیقات مختلف انجام شده، میزان تغییرات pH آلبومین طی دوره نگهداری، متفاوت بوده است. به‌عنوان مثال pH آلبومین تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش بعد از ۲۱ روز نگهداری در دمای ۱۰°C از ۷/۶۲ به ۹/۰۷ (Knight *et al.*, 1972) یا از ۸/۳۹ به ۹/۴۸ بعد از ۸ روز در دمای ۲۵ °C (Kim, 1997) و یا از ۷/۳۴ به ۹/۳۷ بعد از ۱۰ روز در دمای ۲۵ °C (Scott *et al.*, 2000) افزایش یافت.

تفاوت pH آلبومین در این تحقیقات و مطالعه حاضر می‌تواند ناشی از تفاوت در کیفیت اولیه، اندازه، دما و سایر شرایط نگهداری تخم‌مرغ باشد.

در بررسی‌های دیگری نیز نشان داده شد که pH آلبومین تخم‌مرغ‌های فاقد پوشش در طول دوره نگهداری در دمای اتاق، به‌دلیل خروج CO_2 از تخم‌مرغ و قلیایی‌شدن بیشتر آلبومین، از ۷/۶ تا ۹/۴ افزایش یافته و منجر به یکسری تغییرات نامطلوب می‌گردد(Scott, 2001; kim *et al.*,2006).

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده در این تحقیق مبین این مطلب بود که استفاده از پوشش‌های بر پایه CMC منجر به بهبود پارامترهای کیفی تخم‌مرغ و کنترل خروج رطوبت و CO_2 و در پی آن کنترل کاهش وزن، می‌گردد و ماندگاری نمونه‌های پوشش‌داده شده را در دمای ۲۵ °C، حدود ۳ تا ۴ هفته افزایش می‌دهد. لازم به ذکر است که استفاده از اسید اولئیک در ترکیب با CMC منجر به بهبود پارامترهای کیفی تخم‌مرغ در اغلب موارد گردید. اگرچه تاثیر منفی حضور ترکیبات ضدمیکروبی همراه با CMC، در بیشتر موارد کاملاً مشهود بود. در هر حال حصول شرایط بهینه، به‌منظور افزایش ماندگاری این ماده‌غذایی ارزشمند مستلزم بررسی و تحقیقات بیشتری می‌باشد.



شکل۵ – میزان pH تیمارهای پنجگانه طی۵ هفته در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد(حروف غیر مشابه در یک ستون نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین همه داده‌ها با یکدیگر (P < ۰/۰۵) در آزمون دانکن است).

منابع

توکلی، ح.، ۱۳۸۷، میکروبیولوژی مواد غذایی . انتشارات دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله، ۱۳۴–۱۲۸.

www.SID.ir

تاجیک، ح.، یوسفی، ف.، مرادی، م.، ۱۳۸۹. اثرات پوشش‌های خوراکی زئین و کیتوزان حاوی اسانس پونه کوهی بر روی ویژگی‌های کیفی تخم‌مرغ. مجله پژوهش‌های صنایع غذایی،۱،۹۰-۷۴.

فاطمی، ح.، ۱۳۸۳، شیمی مواد غذایی. انتشارات شرکت سهامی انتشار۱۰۱-۹۴.

قنبرزاده، ب.، ۱۳۸۸، بیوپلیمرهای زیست تخریب‌پذیر و خوراکی در بسته‌بندی مواد غذایی و دارویی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر،۵۰۳-۴۹۰.

مرتضوی، ع.، ۱۳۸۲، میکروبیولوژی غذایی مدرن. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،۲۶-۲۴.

Bhale, S., No, H. K., Prinywiwatkul, W. and Farr, A. J., 2003, Chitosan coating improves shelf life of eggs. Journal of Food Science, 68, 2378-2383.

Cho, J.M., Park, S.K., Lee, Y.S. and Rhee, CO., 2002. Effects of soy protein isolate coating on egg breakage and quality of eggs during storage. Food Science and Biotechnology, 11, 392-396.

Caner, C., 2005a. Whey protein isolates coating and concentration effects on egg shelf life. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85, 2143–2148.

Caner C., 2005b. The effect of edible eggshell coatings on egg quality and consumer perception. Journal of the Science of Food Agriculture 85:1897–1902.

Caner, C., Cansiz, O¨and Zge., 2007. Effectiveness of chitosan-based coating in improving shelf-life of eggs. Journal of the Science of Food and Agriculture, 87, 227–232.

Caner, C. and Cansiz O., 2008. Chitosan coating minimizes eggshell breakage and improves egg quality. Journal of the Science of Food Agriculture 88: 56-61.

Cook, F. and Briggs, G., 1986. The nutritive value of eggs. In: Stadelman WJ, Cotterill OJ, editors. Egg science and technology. Westport, Conn.: AVI Publishing. p 141–63.

Herald, T., Gnanasambandam, R., McGuire, BH and Hachmeister K.A., 1995, Degradable wheat gluten films: preparation, properties and applications. Journal of Food Science 60: 1147– 1156.

Iverson, F., 1999, In vivo studies on butylated hydroxianisole. Food Chemical Toxicology. 37: 993-999.

Janes, M., Kooshesh, S. and Johnson M.G., 2002, Control of Listeria monocytogenes on the surface of refrigerated, ready-to-eat chicken coated with edible zein film coatings containing nisin and/or calcium propionate. Journal of Food Science. 67: 2754-2757

Joerger, R.D., 2007, Antimicrobial films for food application: A quantitative analysis of their effectiveness. Packaging Technology and Science 20, 231-273.

Kaewmanee, T., Benjakul S. and Visessanguan W., 2009, Changes in chemical composition, physical properties and microstructure of duck egg as influenced by salting. Food Chemistry 112, 560–569.

Kim, S.H., N.O., H., Kim S.D. and Prinyawiwatkul, W., 2006, Effect of plasticizer concentration and solvent types on shelf-life of eggs coated with chitosan. Journal of Food Science 71: S349–353.

Kim, S.H., N.O., H.K. and Prinyawiwatkul,W., 2008, Plasticizer types and coating methods affect quality and shelf life of eggs coated with chitosan. Journal of Food Science, 73,111–117.

Kim, S. H., Youn, D. K., and Choi, S. W., 2009, Effects of chitosan coating and storage position on quality and shelf life of eggs. International Journal of Food Science and Technology, 44, 1351–1359.

Karoui, R., Nicola, B. and Baerdemaeker, J. D., 2008, Monitoring the egg freshness during storage under modified atmosphere by fluorescence spectroscopy. Food Bioprocess Technologies, 1, 346–356.

Lee, SH., No HK and Jeong, YH., 1996, Effect of chitosan coating on quality of egg during storage. Journal of Korean Society of Food Nutrition, 25: 288–293.

Meyer, R. and Spencer J.V., 1973, The effect of various coating on shell strength and egg quality. Poultry Science. 52: 703-711.

NO, H.K., Meyers, S.P., Prinyawiwatkul, W. and Xu, Z., 2007, Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A review. Journal of Food Science. 72, 87-100.

Archive of SID

www.SID.ir

No, H.K., Prinyawiwatkul, W. and Meyers, S.P., 2005, Comparison of shelf life of eggs coated with chitosans prepared under various deproteinization and demineralization times. Journal of Food Science 70, 377–382.

Obanu, Z.A. and Mpieri, A.A., 1984, Efficiency of dietary vegetable oils in preserving the quality of shell eggs under ambient tropical conditions. Journal of the Science of Food Agriculture 35, 1311–1317.

Poerschke, R. E. and Cunningham, F., 1984, Influence of potassium sorbate and selected antioxidants on growth of *Salmonella senftenberg*. Journal of Food Quality, 8, 113-129.

Post, L.S., Davidson, M., 1986, Lethal effect of butylated hydroxyanisole as related to bacterial fatty acid composition. Applied Environmental Microbiology, 52, 214-220.

Rhim, J.W., Weller, C.L. and Gennadios, A., 2004, Effects of soy protein on shell strength and quality of shell eggs. Food Science and Biotechnology, 13, 455-459.

Ryu, K.N., Kim, S.H., NO, H.K. and Prinyawiwatkul W., 2009, Effects of storage temperature on quality of eggs coated with chitosan. Journal of Chitin and Chitosan, 14, 143-148.

Scott, T.A. and Silversides, F.G., 2000, The effect of storage and strain of hen on egg quality. Poultry Science, 79: 1725–1729.

Senkoylu, N., 2001, Yumurta Teknolojisi in Modern Tavuk Uretimi. Trakya ¨Univ Zirrat Fak¨ ultesi. 3. Baskı, Tekirday, Turkey, 276–290.

Stadelman, W.J. 1995, The preservation of quality in shell eggs.In: Stadelman WJ, CotTerill OJ,editors. Egg Science and Technology.4th ed. Westport, Conn: AVI Publishing, 67–79.

Suppakul, P., Jutakorn, K. and Bangchokedee,Y., 2010, Efficacy of cellulose-based coating on enhancing the shelf life of fresh eggs. Journal of Food Engineering, 98, 207–213.

Tajik, H., Moradi, M., Razavi Rohani, S.M., Erfani, A.M. and Sabet Jalali, F.S., 2008, Preparation of chitosan from brine shrimp (Artemia urmiana) cyst shells and effects of different chemical processing sequences on the physicochemical and functional properties of the product. Molecules, 13, 1263-1274.

Watkins, B.A., 1995, The nutritive value of the egg. In: Egg Science and Technology, 4th edn (edited by W.J. Stadelman and O.J. Cotterill). Pp. 177–194. New York: Food Products Press.

Wong, Y.C., Herald, T.J. and Hachmeister, K.A., 1996, Evaluation of mechanical and barrier properties of protein coatings on shell eggs. Poultry Science, 75, 417-422.

Xie, N.S., Hettiarachy, Z.Y. JU., Meullnt, H. and Wang, M.F., 2002, Edible Film Coating to Minimize Eggshell Breakage and Reduce Post-Wash Bacterial Contamination Measured by Dye Penetration in Eggs. Food Chemistry and Toxicology. 67(1), 280-284.

Zivanovic, S., Chi, S. and Draughon, A.F., 2005, Antimicrobial activity of chitosan films enriched with essential oils. Journal of Food Science, 70, 45–51.

Archive of SID

www.SID.ir