نشریه علوم دامی
(پژوهش و سازندگی)

شماره ۱۰۶، بهار ۱۳۹٤
ص‌ص: ۱۷۹~۱۹٦

اثر عصاره‌های گیاهی چای سبز، اکیناسه و رزماری بر طول دوره ماندگاری گوشت ران جوجه‌های گوشتی

- **رضا میرشکار** (نویسنده مسئول)

دکتری تغذیه دام- دانشکده علوم دامی- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

- **بهروز دستار**

استاد، دانشکده علوم دامی- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

- **بهاره شعبانپور**

استاد، دانشکده شیلات و محیط زیست- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

تاریخ دریافت : فروردین ۹۱ تاریخ پذیرش : شهریور ۹۲

شماره تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۱۱۷۸۱۹۴۵

Email: reza_mirshekar@yahoo.com

چکیده

اثر چای سبز[1]، اکیناسه پرپورا[1]، رزماری[1] بر کیفیت گوشت و وقوع فساد یا طول دوره ماندگاری گوشت ران جوجه-های گوشتی مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور، ران تازه مرغ در محلول ۰/۱٪ عصاره هیدروالکلی از گیاهان چای سبز، اکیناسه و رزماری به مدت ۱۵ دقیقه قرار گرفت و سپس به مدت ٦ ماه در فریزر (-۲۰°C) نگهداری شد. نمونه گیری پس از ۱، ۳۰، ٦۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ روز نگهداری در فریزر انجام شد. همزمان از اسید آسکوربیک به عنوان تیمار آنتی اکسیدان و آب مقطر به عنوان شاهد استفاده شد. عصاره چای سبز، موثرترین آنتی اکسیدان جهت کاهش میزان TBARS[1] بود و پس از آن، اکیناسه و رزماری در رتبه های بعدی قرار گرفتند (P<۰/۰۵). نمونه‌هایی که تیمارهای چای سبز، رزماری و اکیناسه دریافت کرده بودند، رنگ روشن‌تری در مقایسه با تیمار آسکوربیک اسید و شاهد داشتند (P<۰/۰۵). کاهش معنی‌داری در روشنی گوشت (L*) در روزهای ۳۰ و ۹۰ نگهداری در فریزر مشاهده شد (P<۰/۰۵). ظرفیت نگهداری آب در تیمارهای آزمایشی مختلف، تفاوت معنی داری را نشان نداد. مقادیر pH در تمام تیمارها و زمان‌ها بین ٦/۲۵ و ٦/۳٦ متغیر بود. بیشترین pH در تیمار حاوی عصاره اکیناسه (pH=٦/۳٦) و کمترین pH در تیمار شاهد (pH=٦/۲۸) مشاهده شد (P<۰/۰۵). این یافته‌ها نشان دادند که عصاره‌های گیاهی چای سبز، اکیناسه و رزماری، آنتی اکسیدان‌های بسیار موثری در شرایط غوطه‌ورسازی گوشت ران مرغ هستند.

واژه‌های کلیدی: چای سبز، رزماری، اکیناسه، آنتی‌اکسیدان، فساد، جوجه گوشتی.

Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No 106 pp: 179-196

Effects of Green tea, Echinacea and Rosemary extracts on shelf life of broiler thigh meat

By: Reza Mirshekar*[1], Behrouz Dastar[2], Bahareh Shabanpour[3]

1: Ph.D. student of animal science, Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

2: Faculty member (Associate professor), Faculty of Animal Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

3: Faculty member (Associate professor), Faculty of Fisheries, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources.

*Correspondent of author Tel: +989111781945, Email: reza_mirshekar@yahoo.com

Received: April 2012 **Accepted: September 2013**

The effect of *Green tea*, *Echinacea purpurea*, *Rosemary* extracts on dilation of oxidation and rancidity development in broiler thigh meat was studied. Therefore, fresh thighs were dipped in 0.1% alcoholic aqueous extract during 15 min and kept frozen (-20°C) until 6 months. Sampling was carried out at 1, 30, 60, 90, 120,150 and 180 days of aging at -20°C. A parallel experiment with Ascorbic acid as an antioxidant supplement and distilled water (control) was carried out in the same condition. *Green tea* extract had the most effective antioxidant activity and *Echinacea* and *rosemary* were as second and third antioxidants activity in comparison to ascorbic acid and control respectively (P<0.05). Samples treated with *Green tea*, *Rosemary* and *Echinacea* had higher redness rather than control and samples treated with ascorbic acid (P<0.05). A significant decreased in lightness was observed on 30th and 90th days of aging times (P<0.05). No significant differences were observed between different treatments on leg meat water holding capacity. The mean pH of thigh meat were 6.25 to 6.36 in different treatments and aging times, the highest pH value belonged to *Echinacea* treatment (pH=6.36) and the lowest was observed in control treatment (pH=6.28) (P<0.05). Finally, results showed that *Green tea*, *Echinacea* and *rosemary* are powerful and effective antioxidants when dipping broiler thigh meat in soluble extract of there.

Key words: Green tea, Rosemary, Echinacea, Antioxidant, Shelf life, Broiler.

مقدمه

گوشت مرغ بطور گسترده‌ای در سرتاسر جهان در تغذیه انسان مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای خصوصیات قابل توجهی می‌باشد. میزان چربی پایین است و از طرفی دارای سطوح نسبتاً بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد (Bourre، ۲۰۰۵). مقدار کل اسیدهای چرب غیراشباع دارای بیش از دو باند دوگانه در ران مرغ زیاد است، به طوریکه مقدار کل اسیدهای چرب غیراشباع بافت ران، ۳ برابر بافت سینه است (Jensen، Lauridsen و Bertelsen، ۱۹۹۸). از این رو، حساسیت زیادی در مقابل فرایند اکسیداسیون دارد (Jensen، Guidera، Skovgaard، Staun و Skibsted، ۱۹۹۷). در عین حال سطوح بالای اسیدهای چرب غیراشباع گوشت مرغ، قابلیت تسریع فرایند اکسیداسیون و فساد را دارد که منجر به اثرات زیانباری بر خصوصیات کیفی و تغذیه‌ای گوشت می‌شود (Mielnick، Olsen، Vogt، Adeline و Skrede، ۲۰۰۶). کاربرد آنتی اکسیدانها، یکی از متداول‌ترین روش‌ها برای جلوگیری از فساد گوشت می‌باشد.

آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی از قبیل بوتیل هیدروکسی آنیزول(*BHA*) به دلیل قیمت ارزان و فعالیت قوی آنتی‌اکسیدانی آن‌ها در غلظت‌های پایین، بطور گسترده‌ای برای جلوگیری از تخریب ساختار گوشت گاو (Ahn، Grun و Fernando، ۲۰۰۲) و مرغ (Sun و Ho، ۲۰۰۵) مورد استفاده قرار گرفتند، اما طبق توصیه محققین این ترکیبات سرطان‌زا می‌باشند (Fasseas، Mountzouris، Tarantilis، Polissiou و Zervas، ۲۰۰۷؛ Jayathilakan، Sharma، Radhakrishna و Bawa، ۲۰۰۷؛ Namiki، ۱۹۹۷). لذا استفاده از این ترکیبات بطور پیوسته در حال کاهش است و تحقیقات قابل توجهی پیرامون

امکان استفاده از آنتی اکسیدان‌های طبیعی از قبیل آسکوربیک اسید (Sanchez-Escalante، Djenane، Torrescano، Beltran و Roncales، ۲۰۰۱) و طیف وسیعی از عصاره‌های گیاهی از قبیل چای سبز (Bozkurt، ۲۰۰۶ ؛ Zhong و همکاران، ۲۰۰۹) و رزماری (Doolaege و همکاران، ۲۰۱۲؛ Djenane، Sanchez-Escalante، Beltran و Roncales ، ۲۰۰۳؛ Sanchez-Escalante و همکاران، ۲۰۰۱؛ Sebranek، Sewalt، Robbins و Houser ، ۲۰۰۴) صورت گرفته است.

Sanchez-Escalante و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که عصاره‌های گیاهی، با دادن یک هیدروژن یا الکترون به رادیکال-های آزاد و تبدیل آن‌ها به ترکیبات پایدار، مجموعه واکنش‌های رادیکال‌های آزاد را به پایان می‌رسانند، میزان اکسیژن را در بافت-ها کاهش می‌دهند، فلزات واسطه را شلاته می‌کنند، باعث بازتولید آلفاتوکوفرول داخلی می‌شوند و مانع فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده می‌گردند.

کاتچین‌ها گروهی از پلی‌فنول‌ها هستند که در برگ‌های چای سبز وجود دارند و از ۴ ترکیب اپی‌کاتچین[1]، اپی‌کاتچین گالات[2]، اپی‌گالوکاتچین[3] و اپی‌گالوکاتچین گالات[4] تشکیل شده اند (Zhong و همکاران، ۲۰۰۹). این ترکیبات چای، از طریق جلوگیری از اکسیداسیون باعث افزایش سلامت می‌شوند. گزارش شده است که کاتچین‌های چای، حتی بهتر از آلفا-توکوفرول و بوتیل‌هیدروکسی‌آنیزول، باعث کاهش تشکیل پراکسید در لرد و چربی مرغ می‌شوند (Chen و همکاران، ۱۹۹۸).

رزماری برای مدت‌ها به عنوان یک طعم‌دهنده و گیاه دارویی مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین، صرفنظر از ویژگی‌های آنتی‌اکسیدانی آن، تلاش‌هایی برای بررسی اثرات ضدعفونی-کنندگی و ضدحساسیتی رزماری نیز صورت گرفته است (Provan،Wang و Helliwell، ۲۰۰۴). تعدادی از دی‌ترپن-های فنولیک شامل کارنوزول[5]، کارنوزیک اسید[6]، اپی‌رزمانول[7]، ایزورزمانول[8] و رزماریدیفنول[9] در فعالیت آنتی‌اکسیدانی رزماری نقش دارند (Zhen و Wang، ۲۰۰۱). عصاره رزماری حاوی سطوح بالایی از ترکیبات فنولی است که عامل فعالیت آنتی-اکسیدانی این ترکیب است. ترکیبات فنولی می‌توانند توکوفرول های داخلی را در غشای دولایه فسفولیپیدی بازتولید کنند (Rice-Evans، Miller و Paganga، ۱۹۹۶).

اکیناسه کاربردهای زیادی در طب سنتی دارد. تاکنون تحقیقات زیادی روی اکیناسه صورت گرفته است و فعالیت ایمنی زایی آن به خوبی شناخته شده است (Goel و همکاران، ۲۰۰۵؛ Dalby-Brown، Barsett، Landbo، Meyer و Molgaard، ۲۰۰۵؛ Hu و Kitts، ۲۰۰۰). اکیناسه حاوی ترکیباتی از قبیل روغن‌های ضروری[10]، پلی‌ساکاریدها، اسیدهای آلی، پلی فنول‌ها و بخصوص فلاونوئیدهاست که فعالیت بیولوژیکی زیادی دارند. گیاه و عصاره اکیناسه به دلیل داشتن این ترکیبات فعال دارای خواص ضدباکتریایی، ضدویروسی و ضدعفونی است (Dalby-Brown، Barsett، Landbo، Meyer و Molgaard، ۲۰۰۵). اکیناسه از اکسیداسیون LDL[11] کلسترول نیز جلوگیری می‌کند. ترکیبات فنولی اصلی موجود در اکیناسه، اسید سیکوریک[12] (از مشتقات اسید کافئیک[13]) است که دارای خاصیت آنتی اکسیدانی است (Dalby-Brown و همکاران، ۲۰۰۵).

[1] Epicatechin

[2] Epicatechin gallate

[3] Epigallocatechin

[4] Epigallocatechin gallate

[5] Carnosol

[6] Carnosic acid

[7] Epirosmanol

[8] Isorosmanol

[9] Rosmaridiphenol

[10] Essential oils

[11] Low Density Lipoprotein

[12] Cichoric acid

[13] Caffeic acid

هدف از انجام این تحقیق، بررسی امکان جایگزینی آنتی‌اکسیدان-های گیاهی با آنتی‌اکسیدان‌های مصنوعی و بررسی کارایی این آنتی اکسیدان‌ها در جلوگیری از اکسیداسیون گوشت مرغ از طریق غوطه‌ور کردن گوشت در محلول این عصاره‌ها بود.

مواد و روش‌ها

عصاره‌های گیاهی چای سبز، رزماری و اکیناسه پرپورا توسط شرکت گیاه اسانس[14] اهدا شدند. برای استخراج عصاره‌ها از حلال متانول ۸۰٪ استفاده شد. عصاره‌ها پس از استخراج، در دمای ۴۰°C (تا خروج کامل حلال از عصاره) تغلیظ شده (Baser، ۱۹۹۹) و به عنوان تیمارهای گیاهی در نظر گرفته شدند. به منظور سنجش آنتی‌اکسیدانی این ترکیبات، از اسید آسکوربیک خالص به عنوان تیمار آنتی‌اکسیدان استفاده شد و آب مقطر نیز به عنوان ترکیب فاقد افزودنی و به عنوان تیمار شاهد در نظر گرفته شد. برای تهیه محلول‌های آزمایشی، ۱۰ میلی لیتر از هر یک از عصاره-های چای سبز، اکیناسه، رزماری و ۱۰ گرم اسید آسکوربیک خالص در ۱۰ لیتر آب مقطر دوبار تقطیر حل شدند. بنابراین ۵ تیمار آزمایشی وجود داشت. پس از تهیه محلول حاوی هر یک از عصاره‌های گیاهی و اسید آسکوربیک، ران‌های مرغ به مدت ۱۵ دقیقه در این محلول‌ها قرار گرفتند (Tseng، Xiong و Webster، ۲۰۰۵؛ Naveena، Muthukumar، Sen، Babji و Murthy، ۲۰۰۶). نمونه‌های گوشت ران مرغ پس از غوطه‌وری در محلول و همچنین پس از ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰ و ۱۸۰ روز نگهداری در شرایط انجماد در فریزر، مورد سنجش کیفی قرار گرفتند. میزان اکسیداسیون از طریق تعیین میزان مالون-دی‌آلدئید[15] در گوشت و با استفاده از روش Tarladgis، Watts و Younathan (۱۹۶۰) تعیین شد. به این منظور، ۱۰ گرم از گوشت چرخ شده با ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مدت دو دقیقه مخلوط شده و در یک فلاسک تقطیر، با ۴۷/۵ میلی‌لیتر آب مقطر شستشو گردید. ۲/۵ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک ۴ مولار برای رساندن pH آن به ۱/۵ اضافه گردید و ضدکف و چند عدد سنگ جوش هم اضافه شد. فلاسک تقطیر حرارت داده شد تا در مدت ۱۰ دقیقه، ۵۰ میلی‌لیتر محلول تقطیر به‌دست آمد. ۵ میلی‌لیتر از محلول تقطیر شده و ۵ میلی‌لیتر معرف TBA[16] (اسیداستیک-گلاسیال(۹۰٪) ۰/۲۸۸۳g TBA/۱۰۰ ml) به لوله درب‌دار منتقل گردید و به مدت ۳۵ دقیقه در آب در حال جوش حرارت داده شد. یک شاهد نیز با استفاده از آب مقطر و ۵ میلی‌لیتر معرف تهیه و سپس لوله‌ها در آب به مدت ۱۰ دقیقه سرد گردیدند و جذب (D) در ۵۳۸ nm با استفاده از اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.

TBA = ۷/۸ D (میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدئید در کیلوگرم گوشت)

رنگ گوشت با استفاده از رنگ‌سنج(*Lovibond Tintometer Cam-System 500 (Amesbury, UK)*) و با استفاده از روش CIE (۱۹۷۶) تعیین شد. به این منظور نمونه‌های ران گوشت، پس از خروج از فریزر به مدت ۱ شب در یخچال ۳±۱°C قرار گرفت تا انجمادزدایی صورت گیرد. نمونه‌ها پس از انجماد زدایی از بسته بندی خود خارج گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در معرض هوای آزاد قرار گرفت تا رنگ آن به ثبات برسد. سپس هر نمونه ۳ بار تعیین رنگ شد و میانگین آن ثبت گردید. ظرفیت نگهداری آب گوشت با استفاده از سانتریفیوژ و طبق روش Castellini، Mugnai و Dal Bosco (۲۰۰۲)، محاسبه شد. بدین منظور ۱ گرم نمونه گوشت ران مرغ به مدت ۴ دقیقه در g ۱۵۰۰، سانتریفیوژ شد. آب باقیمانده پس از سانتریفیوژ کردن از طریق خشک کردن نمونه‌ها در ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت یک شب محاسبه گردید.

$$\text{ظرفیت نگهداری آب (درصد)} = \frac{\text{وزن پس از خشک کردن (گرم)} - \text{وزن بعد از سانتریفیوژ (گرم)}}{\text{وزن اولیه (گرم)}} \times ۱۰۰$$

pH نمونه‌ها با استفاده از pH متر دیجیتال و طبق روش Trout و همکاران (۱۹۹۲) اندازه‌گیری شد. به این منظور، ۱۰ گرم از نمونه در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر همزده و یکنواخت گردید، سپس با استفاده از گاز استریل صاف شده و به کمک دستگاه pH متر(M201-Radio Meter Analytical, France)، در دمای اتاق، pH نمونه‌ها اندازه‌گیری گردید.

[14] گرگان- جاده توسکستان

[15] Malondialdehyde

[16] 2-thiobarbituric acid

برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش از روش اندازه‌گیری‌های تکرار شده و رویه *Mixed model*، استفاده شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم افزار *SAS* (۲۰۰۳) و رسم نمودارها توسط نرم افزار *Excel* انجام شد. برای تعیین معنی‌دار بودن یا نبودن اختلاف بین میانگین صفات از آزمون توکی-کرامر استفاده شد و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ تعیین شد.

نتایج و بحث

اثر مکمل‌های آنتی اکسیدانی بر اکسیداسیون چربی

اثر آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی و مدت زمان نگهداری بر میزان مالون‌دی‌آلدئید گوشت ران مرغ در جدول ۱ گزارش شده است. نتایج نشان داد که چای سبز، رزماری و اکیناسه سبب کاهش معنی‌دار میزان جذب مالون‌دی‌آلدئید، که رابطه عکس با میزان اکسید شدن گوشت دارد، در مقایسه با تیمارهای اسید آسکوربیک و شاهد شدند ($P<۰/۰۰۰۱$). با افزایش مدت زمان نگهداری گوشت نیز میزان جذب مالون‌دی‌آلدئید افزایش یافت به گونه‌ای که پس از ۱۲۰ روز نگهداری در فریزر، میزان جذب مالون‌دی‌آلدئید نسبت به روز اول بطور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۰۰۱$). روند تغییرات میزان جذب مالون‌دی‌آلدئید گوشت در طی مدت زمانهای مختلف نگهداری در شکل ۱ نشان داده شده است. در روز اول تفاوت معنی‌داری بین میزان جذب مالون‌دی-آلدئید تیمارهای مختلف آزمایش وجود نداشت. با گذشت زمان، میزان جذب مالون‌دی‌آلدئید گوشت در تیمار شاهد (آب مقطر) افزایش یافت و در تمام روزهای نگهداری نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی بالاتر بود. پس از ۳۰ روز نگهداری نمونه‌ها در فریزر، میزان جذب مالون‌دی‌آلدئید در تیمارهای چای سبز و رزماری کمتر از روز ۱ همان تیمارها بود ($P<۰/۰۵$). میزان جذب مالون-دی‌آلدئید در تیمارهای عصاره‌های گیاهی اکیناسه، چای سبز و رزماری در تمام روزهای نگهداری در فریزر نسبت به تیمار شاهد از نظر آماری کمتر ($P<۰/۰۵$) و روند آن نیز تقریباً ثابت و غیرافزایشی بود. تا ۱۲۰ روزگی، اسید آسکوربیک نیز مشابه با عصاره‌های گیاهی سبب کاهش میزان جذب مالون‌دی‌آلدئید گوشت شد. در تایید خاصیت آنتی اکسیدانی اسید آسکوربیک و عصاره‌های گیاهی مطالعات متعددی انجام شده است (Bozkurt ، ۲۰۰۶؛ Dorman، Peltoketo ، Hiltunen و Tikkanen، ۲۰۰۳؛ Jo، Son، Son و Byun ، ۲۰۰۳؛ Mielnick و همکاران، ۲۰۰۶؛ Kerry، O'Grady،Mitsumoto و Buckley، ۲۰۰۵؛ Nissen، Byrne، Bertelsen و Skibsted، ۲۰۰۴؛ Tang و همکاران، ۲۰۰۶). Bozkurt (۲۰۰۶) گزارش کرد که عصاره چای سبز باعث کاهش تشکیل مالون‌دی‌آلدئید می‌شود. خاصیت آنتی‌اکسیدانی چای سبز به دلیل حضور کاتچین‌های موجود در چای سبز است (Tang، Kerry، Sheehan و Buckley، ۲۰۰۲). مطالعات کلینیکی و آزمایشگاهی نشان داده است عصاره چای سبز، غیرسمی، ارزان، ضدسرطان و دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی است (Yamane و همکاران، ۱۹۹۶). افزودن کاتچین چای با میزان ۳۰۰ قسمت در میلیون بطور معنی‌داری سبب کاهش ایجاد مالون‌دی‌آلدئید در گوشت گاو، اردک، شترمرغ، خوک و مرغ در طی ۱۰ روز نگهداری در یخچال شد و در همین غلظت، کاتچین چای، بسته به نوع حیوان، ۲ تا ۴ برابر بیشتر از آلفا- توکوفرول خواص آنتی اکسیدانی از خود نشان داد (Tang، Sheehan، Buckley، Morrissey و Kerry، ۲۰۰۱). مطالعات تغذیه‌ای نشان داده‌اند، فعالیت آنتی‌اکسیدانی عصاره‌های گیاهی از طریق فعال‌سازی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کبدی ایجاد می‌شود (Alia، Horcajo، Bravo و Goya، ۲۰۰۳). Keokamnerd، Acton، Han و Dawson (۲۰۰۸) سطوح صفر (شاهد) ، ۰/۰۵، ۰/۰۷، ۰/۱۴ و ۰/۲۰ درصد رزماری را به گوشت چرخ شده ران مرغ اضافه کردند و در بسته‌های حاوی ۸۰٪ اکسیژن و ۲۰٪ دی‌اکسیدکربن بسته‌بندی کردند. نتایج این محققین نشان داد که میزان وقوع اکسیداسیون در تمامی تیمارهای حاوی رزماری پس از ۶، ۹ و ۱۲ روز نگهداری در یخچال به طور معنی‌داری کمتر از شاهد بود. Sebranek، Sewalt، Robbins و Houser (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزودن ۲۵۰۰ قسمت در میلیون عصاره رزماری به سوسیس، اثری برابر و یا حتی بیشتر از بوتیل هیدروکسی تولوئن

یا بوتیل هیدروکسی آنیزول در پیشگیری یا تاخیر در وقوع اکسیداسیون در سوسیس‌های نگهداری شده در یخچال (به مدت ۱۴ روز) و فریزر (به مدت ۱۱۲ روز) داشت. بعلاوه، افزودن عصاره رزماری باعث بهبود رنگ و تازگی سوسیس شد.

تاکنون مکانیسم عمل ترکیبات پلی‌فنولی عصاره‌های گیاهی برای فعال‌سازی این آنزیم‌ها به خوبی شناخته نشده است ولی گزارش شده که این ترکیبات پلی‌فنولی قادرند بیان ژن آنزیم‌های آنتی-اکسیدان را افزایش دهند (Puiggross و همکاران، ۲۰۰۵). کاهش میزان مالون‌دی‌آلدئید در برخی روزهای نگهداری ممکن است به دلیل کاهش تولید هیدروپراکسیدها و یا واکنش بین مالون‌دی‌آلدئید با برخی پروتئین‌ها، اسیدهای آمینه و گلیکوژن باشد که باعث کاهش تولید مالون‌دی‌آلدئید می‌شود (Gomes، Silva، Nascimento و Fukuma، ۲۰۰۳).

اسید آسکوربیک می‌تواند Fe^{+3} را احیا کند، با O_2 واکنش دهد و مانع تشکیل رادیکال‌های آزاد شود (Buettner و Jurkiewicz، ۱۹۹۶). گزارش شده که اسید آسکوربیک دارای اثر هم افزایی[17] با توکوفرول‌ها می‌باشد و منجر به بازتولید رادیکال‌های توکوفرول می‌گردد. اسید آسکوربیک، رادیکال‌های پراکسید را خنثی می‌کند و مانع از مسمومیت سیتوپلاسمی می-شود. بعلاوه مانع ایجاد پراکسیداسیون چربی توسط پراکسید هیدروژن و اتصال گروه OH به داکسی گوانوزین می‌گردد (Retsky و Frei، ۱۹۹۵؛ Tsou، Chen، Liu و Yang، ۱۹۹۶). میزان جذب مالون‌دی‌آلدئید گوشت در تیمار اسید آسکوربیک تا روز ۱۲۰ آزمایش، مشابه با عصاره‌های گیاهی کاهش یافت ($P<۰/۰۵$)، ولی پس از ۱۲۰ روزگی یعنی در روزهای ۱۵۰ و ۱۸۰ آزمایش مقدار آن افزایش یافت و تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت (شکل ۱).

به نظر می‌رسد اسید آسکوربیک برای مدت کوتاه‌تری نسبت به عصاره‌های گیاهی توانست خاصیت آنتی اکسیدانی خود را حفظ کند و پس از اینکه اسید آسکوربیک خاصیت آنتی اکسیدانی خود را از دست داد سرعت وقوع اکسیداسیون در نمونه‌هایی که تحت تاثیر اسید آسکوربیک قرار گرفته بودند افزایش معنی‌داری یافت ($P<۰/۰۵$). Buettner و Jurkiewicz (۱۹۹۶) گزارش کردند استفاده از آسکوربیک اسید ممکن است منجر به تولید گونه‌های پرواکسیدان از قبیل Fe^{+2} و Cu^{+} گردد. این ویژگی پرواکسیدانی اسید آسکوربیک توسط Schaefer، Liu، Faustman و Yin (۱۹۹۵) گزارش شد و نشان داده شده است که این ویژگی تحت تاثیر غلظت آسکوربیک اسید و وجود یون-های فلزی قرار می‌گیرد.

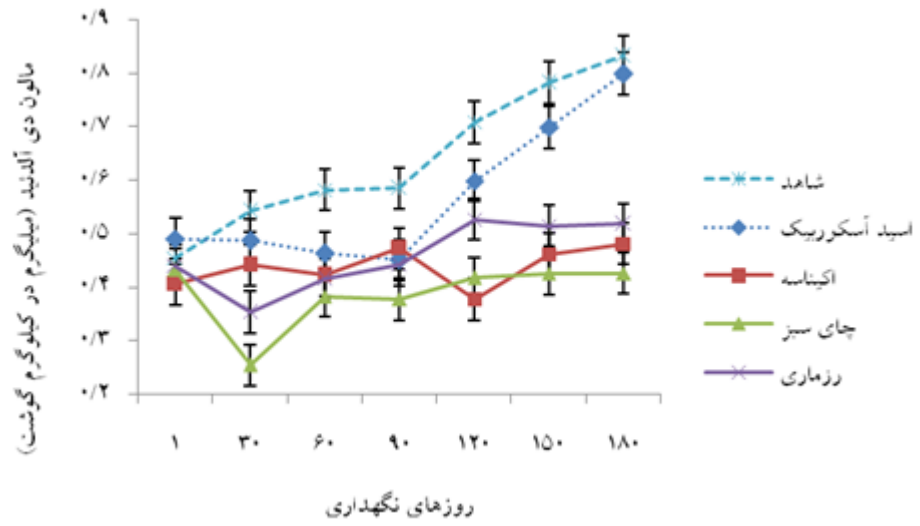
Zhao و Jung (۱۹۹۵) نشان دادند که اسید آسکوربیک ممکن است با یون‌های فلزی واکنش دهد و پراکسید هیدروژن تولید کند که باعث تحریک اکسیداسیون می‌گردد. در توافق با یافته‌های این تحقیق، Sanchez-Escalante و همکاران (۲۰۰۱) نیز از اسید آسکوربیک (۵۰۰ قسمت در میلیون)، تائورین (۵۰ میلی مولار)، کارنوزین (۵۰ میلی مولار)، رزماری (۱۰۰۰ قسمت در میلیون) و ترکیب این تیمارها برای بررسی میزان اکسیداسیون در گوشت گاو طی ۲۰ روز نگهداری در یخچال ۱±۲°C استفاده کردند و گزارش کردند که اسید آسکوربیک در جلوگیری از وقوع اکسیداسیون، تاثیری نداشت.

[17] Synergism

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص‌های کیفیت گوشت ران مرغ آغشته به اسید آسکوربیک و عصاره‌های گیاهی نگهداری شده در فریزر به مدت ۱۸۰ روز[1]

	مالون‌دی‌آلدئید (میلیگرم در کیلوگرم گوشت)	ظرفیت نگهداری آب (٪)	pH	روشنی (L*)	قرمزی (a*)	زردی (b*)
مکمل آنتی اکسیدان:						
شاهد	۰/۶۴^{a}	۶۰/۴۳	۶/۲۸^{d}	۵۵/۵۱^{b}	۱۰/۴۲	۱/۲۴^{a}
آسکوربیک اسید	۰/۵۷^{a}	۶۰/۶۵	۶/۳۲^{bc}	۵۳/۵۰^{b}	۱۰/۴۸	۰/۸۰^{ab}
چای سبز	۰/۳۹^{b}	۶۱/۲۱	۶/۳۰^{cd}	۵۸/۴۸^{a}	۹/۷۲	۰/۷۶^{ab}
رزماری	۰/۴۶^{b}	۶۰/۳۹	۶/۳۰^{cd}	۵۷/۵۵^{a}	۹/۶۲	۰/۶۲^{b}
اکیناسه	۰/۴۴^{b}	۶۱/۱۷	۶/۳۶^{a}	۵۶/۹۷^{a}	۱۰/۳۱	۱/۰۴^{ab}
سطح احتمال	۰/۰۰۰۱	۰/۳۲	۰/۰۹	۰/۰۰۶	۰/۱۳	۰/۰۱
اشتباه معیار	۰/۰۱۶	۰/۵۹۴	۰/۰۱۹	۰/۷۵۰	۰/۲۶۸	۰/۱۷۶
روزهای نگهداری:						
۱	۰/۴۴^{a}	۶۱/۶۶	۶/۲۵^{b}	۶۳/۵۰^{a}	۸/۵۵^{c}	−۰/۰۳^{a}
۳۰	۰/۴۲^{a}	۶۱/۰۱	۶/۳۳^{a}	۵۱/۵۳^{d}	۱۰/۵۵^{ab}	۰/۳۹^{ab}
۶۰	۰/۴۵^{ab}	۶۱/۵۹	۶/۳۳^{a}	۶۰/۳۷^{b}	۹/۷۵^{b}	۱/۶۵^{c}
۹۰	۰/۴۶^{ac}	۶۰/۴۳	۶/۳۳^{a}	۴۸/۴۴^{e}	۱۰/۷۵^{a}	۰/۶۰^{ab}
۱۲۰	۰/۵۳^{bcd}	۶۰/۳۰	۶/۳۳^{a}	۵۹/۳۷^{b}	۱۰/۴۳^{ab}	۱/۴۵^{c}
۱۵۰	۰/۵۸^{de}	۶۱/۰۷	۶/۳۰^{a}	۵۵/۴۵^{c}	۱۰/۳۹^{ab}	۱/۰۷^{bc}
۱۸۰	۰/۶۱^{e}	۶۰/۸۳	۶/۳۱^{a}	۵۶/۱۳^{c}	۱۰/۳۶^{ab}	۱/۱۱^{bc}
سطح احتمال	۰/۰۰۰۱	۰/۸۱	۰/۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
اشتباه معیار	۰/۰۱۷	۰/۵۳۴	۰/۰۲۲	۰/۶۸۳	۰/۲۳۹	۰/۲۰۵

حروف متفاوت در هر ستون برای هر اثر اصلی نوع آنتی اکسیدان و روزهای نگهداری بیانگر تفاوت معنی‌دار است ($P<۰/۰۵$).



شکل ۱- نمودار میزان اکسیداسیون چربی در نمونه‌های ران مرغ

اثر مکمل‌های آنتی اکسیدانی بر رنگ گوشت

تاثیر تیمارهای آزمایشی و مدت زمان نگهداری بر رنگ گوشت در جدول ۱ گزارش شده است. استفاده از عصاره‌های گیاهی سبب افزایش معنی‌دار شاخص روشنی گوشت (L^*) نسبت به تیمارهای اسید آسکوربیک و شاهد شد ($P<۰/۰۵$). تیمارهای آزمایشی تاثیری بر شاخص قرمزی گوشت (a^*) نداشتند.

در بین عصاره‌های گیاهی فقط عصاره رزماری سبب کاهش معنی‌دار شاخص زردی گوشت (b^*) در مقایسه با تیمار شاهد شد ($P<۰/۰۵$) و بین سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. با افزایش مدت زمان نگهداری، مقدار شاخص روشنی (L^*) کاهش ولی مقدار شاخص‌های قرمزی (a^*) و زردی (b^*) افزایش یافت. این روند تغییرات در رنگ گوشت در طی زمان در شکل‌های ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است.

استفاده از تیمارهای چای سبز، رزماری و اکیناسه سبب شد تا رنگ گوشت در مقایسه با تیمارهای اسید آسکوربیک و شاهد بطور معنی‌داری روشن‌تر باشد ($P<۰/۰۵$).

کاهش معنی‌داری در روشنی گوشت (L^*) در روزهای ۳۰ و ۹۰ نگهداری مشاهده شد ($P<۰/۰۵$). روند تغییر روشنی گوشت در تیمارهای حاوی چای سبز و اکیناسه، ثبات بیشتری را نسبت به رزماری و اسید آسکوربیک و شاهد از خود نشان داد. شاخص قرمزی گوشت (a^*) در بین تیمارهای آزمایشی با یکدیگر تفاوت آماری معنی‌داری نداشتند. شاخص قرمزی گوشت (a^*) در تیمارهای حاوی رزماری و چای سبز کمترین تغییر را در طی نگهداری از خود نشان داد درحالیکه در تیمارهای اکیناسه، آسکوربیک اسید و شاهد با افزایش مدت نگهداری، میزان قرمزی گوشت بطور معنی‌داری افزایش یافت ($P<۰/۰۵$).

Maher و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که افزودن کاتچین چای و رزماری به میزان ۱ گرم در هر کیلوگرم گوشت، سبب بهبود رنگ گوشت گاو در مقایسه با شاهد شد. Jo، Son، Son و Byun(۲۰۰۳) گزارش کردند، افزودن پودر عصاره چای سبز به میزان ۱ گرم در هر کیلوگرم گوشت خوک، در شرایط نگهداری در یخچال، سبب افزایش شاخص قرمزی گوشت خوک در مقایسه با شاهد گردید. Resurreccion و Reynolds (۱۹۹۰) گزارش کردند که عصاره رزماری، میزان اکسیداسیون را در گوشت خوک و مرغ کنترل کرد ولی تاثیر مثبتی بر رنگ گوشت نداشت.

Zembayashi، Lunt و Smith (۱۹۹۹) گزارش کردند، افزودن چای سبز به جیره گاو به میزان ۵۰۰ گرم در روز در طی مدت ۱۷۴ روز پیش از کشتار، سبب کاهش میزان محتوای آهن گوشت و در نتیجه کاهش شاخص قرمزی (a^*) گوشت در مقایسه با شاهد شد. آن‌ها پیشنهاد کردند که افزودن چای به جیره

سبب کاهش جذب آهن در گاو می‌شود. در این تحقیق، افزودن چای سبز و رزماری سبب کاهش قرمزی گوشت شد که ممکن است به دلیل اتصال ترکیبات فنولی موجود در چای سبز و رزماری با محتوای آهن میوگلوبین گوشت باشد.

زردی گوشت (b^*) در تیمارهای مختلف با گذشت زمان کمی افزایش یافت ولی در تیمارهای چای سبز و اکیناسه تغییرات کمتری را نشان داد. از اینرو، چای سبز و اکیناسه اثر مشخصی بر ثبات زردی گوشت داشتند.

شاخص زردی (b^*) در تیمار رزماری بیشتر از شاهد بود. افزایش در شاخص زردی (b^*) که در تیمارهای مختلف مشاهده شد می‌تواند مربوط به افزایش در میزان مت‌میوگلوبین باشد (Fernandez-Lopez و همکاران، ۲۰۰۳). در عین حال Lee، Hendricks و Cornforth (۱۹۹۹) گزارش کردند که ترکیبات آنتی‌اکسیدان مانع تشکیل مت‌میوگلوبین می‌شوند و لذا مانع تغییر رنگ در محصولات گوشتی می‌گردند.

رنگ گوشت تنها تحت تاثیر غلظت و وضعیت شیمیایی رنگیزه‌های حاوی هم قرار نمی‌گیرد بلکه ساختار ماهیچه نیز در تعیین رنگ گوشت، نقش دارد. تخریب پروتئین‌ها و تغییر در فضاهای درون ماهیچه‌ای، رنگ گوشت را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Lawrie، ۱۹۹۱).

دما و pH پس از مرگ، تعیین کننده میزان تخریب پروتئین و خصوصیات ظاهری گوشت است و میزان نوری را که از سطوح داخلی و خارجی گوشت منعکس می‌شود تحت تاثیر قرار می‌دهد (Lawrie، ۱۹۹۱).

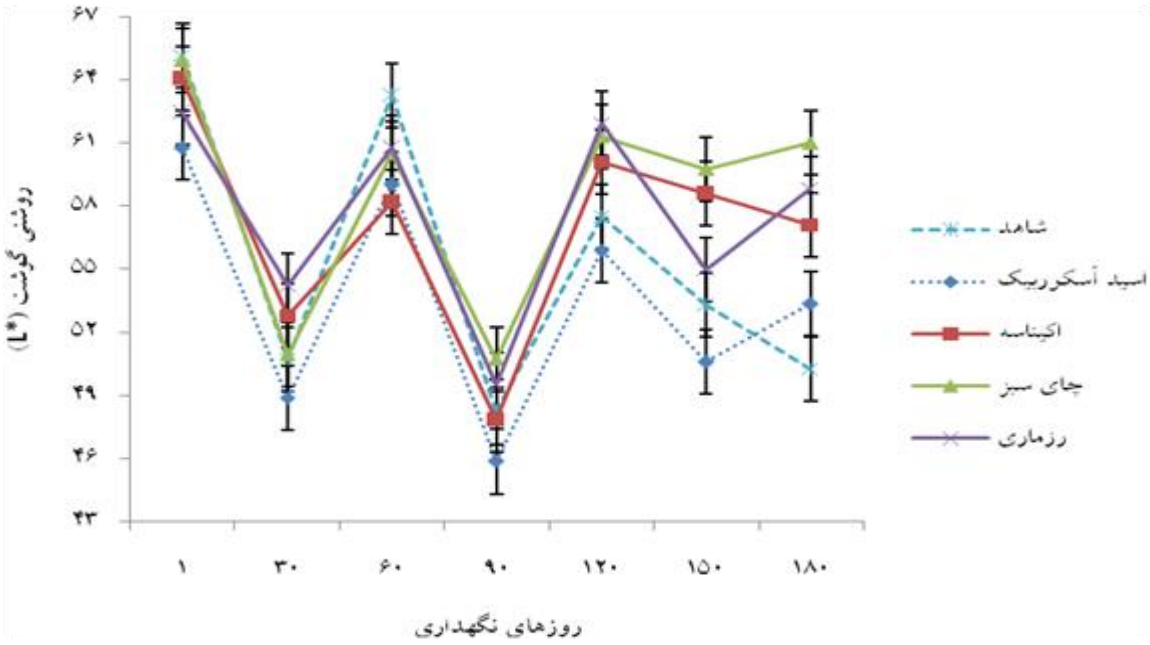
وقتی مقدار pH بیشتر از ۶ باشد، مقدار دگرگونی پروتئین و انکسار نور، کم است و ماهیچه به صورت نیمه شفاف باقی می‌ماند ولی زمانیکه مقدار pH کمتر از ۶ باشد، تخریب پروتئین زیاد است و انکسار نور افزایش می‌یابد و ماهیچه خیلی کدر می‌شود. تغییر در انکسار نور، روشنی گوشت (L^*) را بر خلاف تاثیر غلظت هم، تحت تاثیر قرار می‌دهد و تاثیر کمی نیز بر شاخص‌های قرمزی (a^*) و زردی (b^*) گوشت دارد (Lawrie، ۱۹۹۱).

فعالیت احیایی آسکوربیک اسید از طریق احیای مت‌میوگلوبین منجر به بیشینه شدن ثبات رنگ گوشت می‌شود (Lee، Hendricks و Cornforth، ۱۹۹۹).

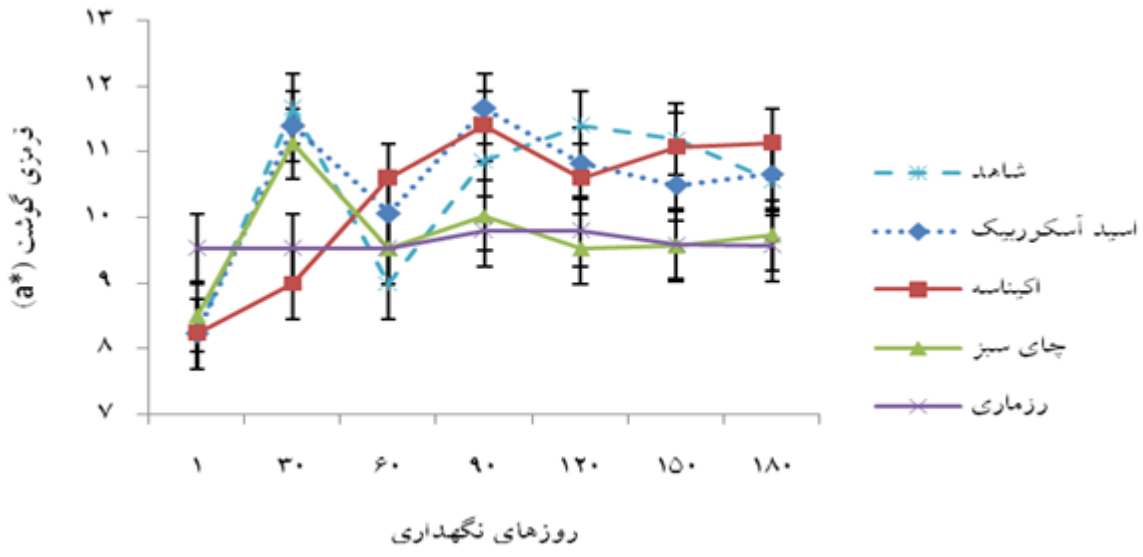
Djenane و همکاران (۲۰۰۳) با آغشته کردن سطحی گوشت گاو با مخلوط اسید آسکوربیک و عصاره چای سبز نشان دادند که رنگ گوشت بطور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) ثابت باقی ماند.

Formanek، Lynch، Galvin، Farkas و Kerry (۲۰۰۳) عصاره محلول در آب رزماری را به گوشت پخته شده اضافه کردند و گزارش کردند، افزودن عصاره محلول در آب رزماری در جلوگیری از اکسیداسیون چربی و حفظ رنگ گوشت موثر بود. زیرا شاخص روشنی گوشت (L^*) کاهش و شاخص قرمزی گوشت (a^*) در حین نگهداری در یخچال، افزایش یافت. عصاره رزماری منجر به بهبود ثبات رنگ می‌شود که علامت آن کاهش غلظت مت‌میوگلوبین و افزایش میزان اکسی میوگلوبین در طی ۸ روز نگهداری گوشت گاو چرخ شده و نگهداری شده در یخچال می‌باشد (Formanek و همکاران، ۲۰۰۳).

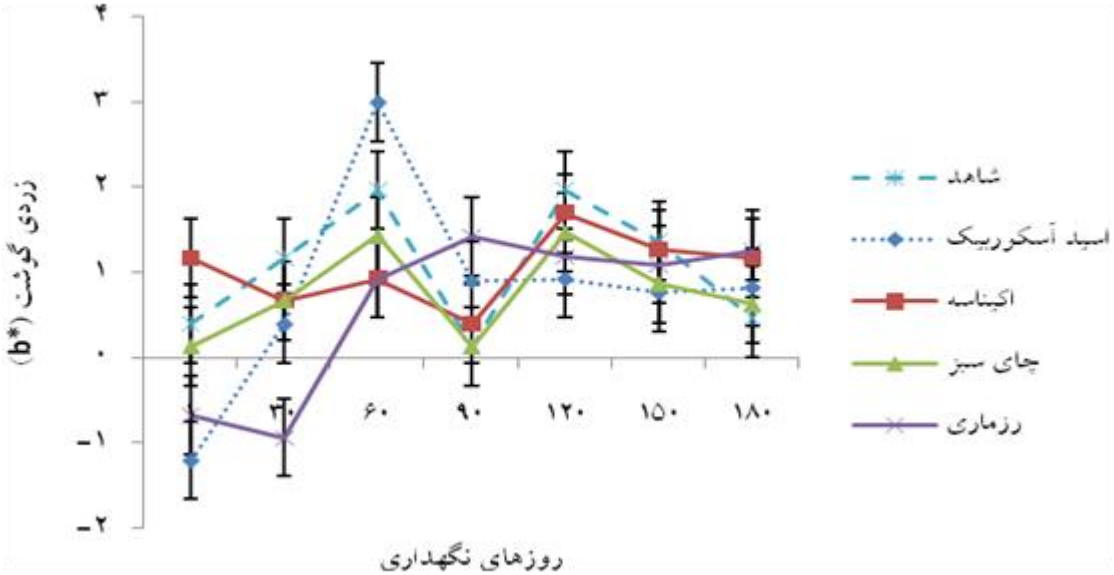
این حقیقت که عصاره‌های رزماری و چای سبز، مانع اکسیداسیون چربی و میوگلوبین شدند ولی اکیناسه تاثیر بیشتری بر اکسیداسیون چربی و تاثیر کمتری بر اکسیداسیون میوگلوبین داشت، می‌تواند بیانگر این باشد که مکانیسم تاثیر این آنتی‌اکسیدان‌ها بر اکسیداسیون چربی و میوگلوبین، متفاوت و مستقل از یکدیگر است (Dalby-Brown، Barsett، Landbo، Meyer و Molgaard، ۲۰۰۵).



شکل۲- نمودار شاخص روشنی گوشت (**L***) در نمونه‌های ران مرغ



شکل ۳- نمودار شاخص قرمزی گوشت (**a***) در نمونه‌های ران



شکل ۴- نمودار شاخص زردی گوشت (**b***) در نمونه‌های ران

ظرفیت نگهداری آب (WHC)

میزان ظرفیت نگهداری آب در تیمارهای آزمایشی مختلف با یکدیگر، تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱). ظرفیت نگهداری آب در روز اول در تیمار شاهد بیشتر از سایر تیمارها بود و به همین ترتیب در کل دوره آزمایش این تفاوت را حفظ نمود. ظرفیت نگهداری آب در تمام تیمارهای آزمایشی در طی ۱۲۰ روز ابتدای نگهداری همراه با تغییراتی بود ولی پس از ۱۲۰ روزگی روند کاهش را نشان داد (شکل ۵). در بین تیمارهای آزمایشی، استفاده از رزماری سبب شد که کمترین میزان تغییر ظرفیت نگهداری آب مشاهده شود ($P>0/05$).

عوامل متعددی بر کاهش ظرفیت نگهداری آب گوشت در طی نگهداری، موثر است. پارگی میوفیبریل‌ها در نتیجه تشکیل کریستال‌های یخ در زمان انجماد گوشت سبب آسیب سلول ماهیچه‌ای و تخریب پروتئین‌ها می‌گردد (Van Laack، ۱۹۹۹). Van Laack (۱۹۹۹) اظهار داشت که پارگی میوفیبریل‌ها در زمان انجماد سبب تشدید کاهش ظرفیت نگهداری آب می‌شود. گزارش شده است که آسیب‌های ساختاری که در گوشت اتفاق می‌افتد به دلیل ایجاد کریستال‌های یخ در گوشت در زمان نگهداری در فریزر است (James، ۲۰۰۲).

بنابراین به نظر می‌رسد پارگی میوفیبریل‌های ماهیچه (Yoon، ۲۰۰۲) و تخریب پروتئین (Van Laack، ۱۹۹۹) در حین انجماد گوشت، دلایل اصلی کاهش ظرفیت نگهداری آب گوشت باشند. pH گوشت از دیگر عوامل موثر بر ظرفیت نگهداری آب گوشت است (Lawrie، ۱۹۹۱).

تولید اسید لاکتیک و درنتیجه کاهش pH گوشت پس از مرگ حیوان منجر به تخریب پروتئین، از بین رفتن محلولیت پروتئین و در مجموع کاهش گروه‌های فعالی می‌شود که برای اتصال مولکول‌های آب به پروتئین‌های ماهیچه ضروری هستند (Wismer-Perdersen، ۱۹۸۶).

کاهش گروه‌های فعال به این دلیل اتفاق می‌افتد که pH ماهیچه به نقطه ایزوالکتریک پروتئین‌های ماهیچه می‌رسد. در این pH، بارهای مثبت و منفی در گروه‌های فعال پروتئین، برابر هستند. این بارها در گروه‌های فعال، یکدیگر را جذب می‌کنند و در نتیجه تعداد گروه‌هایی که می‌توانند با گروه‌های باردار آب واکنش دهند کاهش می‌یابد و منجر به کاهش توانایی پروتئین برای اتصال به آب می‌شود (Wismer-Perdersen، ۱۹۸۶).

استفاده از عصاره‌های گیاهی حاوی ترکیبات پلی‌فنول سبب حفظ و یا در مواردی افزایش ظرفیت نگهداری آب می‌گردد.

میزان ظرفیت نگهداری آب تحت تاثیر پروتئین‌ها و ساختارهایی

است که با مولکول‌های آب اتصال برقرار می‌کنند. به نظر می‌رسد اتصال پروتئین- پلی‌فنول در محصولات غذایی ایجاد می‌شود (Wu، Clifford و Howell، ۲۰۰۷). این اتصالات بطور عمده شامل اتصالات هیدروژنی و واکنش‌های آبدوستی هستند (Labieniec و Gabryelak، ۲۰۰۶).

اتصالات پروتئین- فنول عمدتاً از نوع اتصالات هیدروژنی هستند ولی طول این اتصال تحت تاثیر ساختار اسید فنولیک و پروتئین قرار می‌گیرد. وقتی ترکیب پروتئین- پلی‌فنول ایجاد می‌شود، توزیع بارالکتریکی در پروتئین دچار تغییر می‌شود و در نتیجه ظرفیت نگهداری آب افزایش می‌یابد (Labieniec و Gabryelak، ۲۰۰۶).

اثر مکمل‌های آنتی اکسیدانی بر pH گوشت

پس از ۱ روز نگهداری نمونه‌های ران مرغ در فریزر، پایین‌ترین pH به ترتیب در تیمارهای اسید آسکوربیک، رزماری، چای سبز، شاهد و اکیناسه مشاهده شد ($P<0/05$). با افزایش مدت زمان نگهداری، pH تیمارهای اسید آسکوربیک، چای سبز، رزماری و اکیناسه، افزایش ولی pH شاهد کاهش یافت ($P<0/05$). کمتر بودن pH ، پس از ۱ روز نگهداری نمونه‌های ران مرغ در فریزر در تیمارهای حاوی چای سبز، رزماری و اسید آسکوربیک نسبت به شاهد را می‌توان به خاصیت اسیدی چای سبز، رزماری و اسید آسکوربیک نسبت داد (Naveena و همکاران ، ۲۰۰۶). میانگین pH گوشت تقریباً به میزان ۰/۰۸ واحد در طی ۱۸۰ روز نگهداری در فریزر برای تمامی تیمارها، افزایش یافت. Naveena و همکاران (۲۰۰۶)، علت افزایش اندک pH گوشت را در زمان نگهداری چنین گزارش کردند که باکتری‌ها پس از آنکه گلوکز ذخیره شده در بافت را مصرف کرده و به پایان رساندند، از اسیدهای آمینه حاصل از تجزیه پروتئین‌ها استفاده می‌کنند که در اثر تجزیه اسیدهای آمینه، آمونیاک تولید می‌شود و تجمع این آمونیاک منجر به افزایش اندک pH می‌گردد. O'Grady، Maher، Troy، Moloney و Kerry (۲۰۰۶)، کاتچین چای و عصاره رزماری را به میزان ۱ گرم به ازای هر حیوان در هر روز و به مدت ۱۰۳ روز، در جیره گاوهای گوشتی بکار بردند و گزارش کردند که افزودن این عصاره‌ها تاثیری بر pH گوشت تازه نداشت.

McCarthy، Kerry، Kerry، Lynch و Buckley (۲۰۰۱) به ارزیابی پتانسیل آنتی اکسیدانی عصاره طبیعی گیاهان بر روی گوشت خام و پخته شده پرداختند و گزارش کردند که استفاده از عصاره‌های گیاهی تاثیر معنی‌داری بر pH گوشت ندارد.

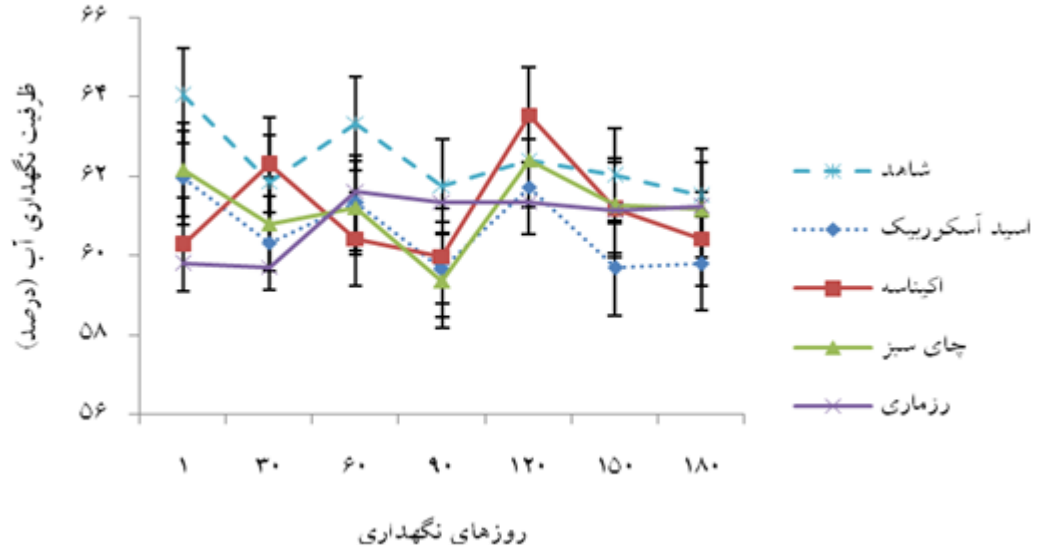
افزایش pH را می‌توان به متابولیت‌های میکروبی نسبت داد (Goddard، Mikel، Conner و Jones، ۱۹۹۶). Gill (۱۹۸۳) اظهار داشت زمانیکه باکتری‌ها نتوانند از گلوکز ذخیره شده استفاده کنند، از آمینواسیدهای آزاد شده در اثر تجزیه پروتئین‌ها استفاده می‌کنند و تجزیه اسیدهای آمینه منجر به تجمع آمونیاک و در نتیجه افزایش pH می‌گردد.

البته Jose،Padmanabha و Prabhakaran (۱۹۸۴) گزارش کردند که pH گوشت در ابتدای نگهداری، ابتدا کاهش می‌یابد و با افزایش مدت نگهداری و بروز فساد مقدار pH نیز افزایش می‌یابد.

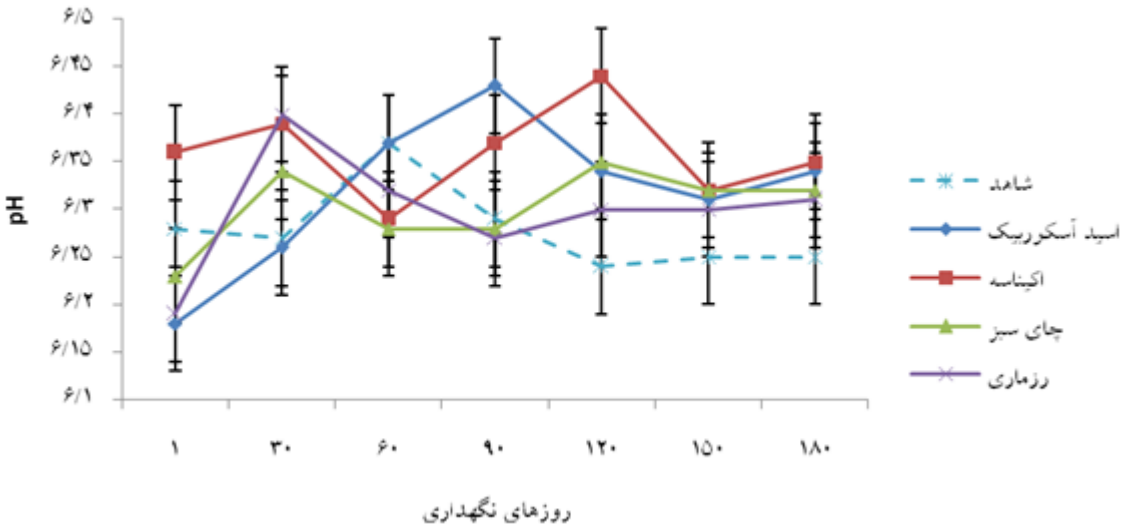
نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که افزودن عصاره‌های چای سبز، رزماری و اکیناسه به گوشت سبب کاهش وقوع اکسیداسیون در گوشت در مقایسه با اسید آسکوربیک می‌شود. از طرف دیگر این عصاره‌ها قادرند رنگ گوشت را تا حد زیادی در طی نگهداری در فریزر حفظ کنند.

لذا استفاده از عصاره‌های چای سبز، رزماری و اکیناسه می‌تواند به عنوان یک راه حل مناسب برای بهبود ماندگاری گوشت باشد.



شکل ۵- نمودار ظرفیت نگهداری آب در نمونه‌های ران مرغ



شکل ۶- نمودار میزان pH در نمونه‌های ران مرغ

منابع

Ahn, J. Grun, I.U. and Fernando, L.N. (2002). Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef. *Journal of Food Science*, 67: 1364–1369.

Alia, M. Horcajo, C. Bravo, L. and Goya, L. (2003). Effect of grape antioxidant dietary fiber on the total antioxidant capacity and the activity of liver antioxidant enzymes in rats. *Nutrition Research*, 23: 1251-1267.

Baser, K.H.C. (1999). Essential oil extraction from natural products – nontraditional methods. ICS-UNIDO training course on Process simulation and essential oil extraction from aromatic plants, 18-22 Oct 1999, Trieste, Italy

Bourre, J.M. (2005). Where to find omega-3-fatty acids and how feeding animals with diet enriched in omega-3-fatty acids to increase nutritional value derived products for human: What is actually useful? *The Journal of Nutrition Health and Aging*, 9: 232–242.

Bozkurt, H. (2006). Utilization of natural antioxidants: green tea extract and Thymbra spicata oil in Turkish dry-fermented sausage. *Meat Science*, 73: 442−450.

Buettner, G.R. and Jurkiewicz, B.A. (1996). Catalytic metals, ascorbate and free radicals: Combination to avoid. *Radiation Research*, 145: 532–541.

Castellini, C. Mugnai, C. and Dal Bosco, A. (2002). Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60: 219-225.

Chen, Z.Y. Wang, L.Y. Chan, P.T. Zhang, Z.S. Chung, H.Y. and Liang, B. (1998). Antioxidative activity of green tea catechin extract compared with that of rosemary extract. *Journal of American Oil Chemists Society*, 75: 1141−1145.

CIE (Commission International de l'Eclairage), 18th Session, London, England, September 1975, CIE Publication 36, 1976.

Dalby-Brown, L. Barsett, H. Landbo, A.K. Meyer, A.S. Molgaard, P. (2005). Synergistic antioxidative effects of alkamides, caffeic acid derivatives and polysaccharide fractions from Echinacea purpurea on in vitro oxidation of human low-density lipoproteins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 9413-9423.

Djenane, D. Sanchez-Escalante, A. Beltran, J.A. and Roncales, P. (2003). Extension of the shelf life of beef steaks packaged in a modified atmosphere by treatment with rosemary and displayed under UV-free lighting. *Meat Science*, 64: 417–426.

Doolaege, E.H.A. Vossen, E. Raes, K. De Meulenaer, B. Verhe, R. Paelinck, H. De Smet, S. (2012). Effect of rosemary extract dose on lipid oxidation, colour stability and antioxidant concentrations, in reduced nitrite liver pates. *Meat Science*, 90: 925-931.

Dorman, H.J.D. Peltoketo, A. Hiltunen, R. and Tikkanen, M.J. (2003). Characterisation of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. *Food Chemistry*, 83: 255–262.

Fasseas, M.K. Mountzouris, K.C. Tarantilis, P.A. Polissiou, M. and Zervas, G. (2007). Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chemistry*, 106: 1188–1194.

Fernandez-Lopez, J. Sevilla, L. Sayas-Barbera, E. Navarro, C. Marin, F. and Perez-Alvarez, J.A. (2003). Evaluation of the Antioxidant Potential of Hyssop (Hyssopus officinalis L.) and Rosemary (Rosmarinus officinalis L.) Extracts in Cooked Pork Meat. *Journal of Food Science*, 68: 660-664.

Formanek, Z. Lynch, A. Galvin, K. Farkas, J. and Kerry, J.P. (2003). Combined effects of irradiation and the use of natural antioxidants on the shelf-life stability of over wrapped minced beef. *Meat Science*, 63: 433−440.

Gill, C.O. (1983). Meat spoilage and evaluation of the potential storage life of fresh meat. *Journal of Food Protection*, 46: 444–452.

Goddard, B.L. Mikel, W.B. Conner, D.E. and Jones, W.R. (1996). Use of organic acids to improve the chemical, physical, and microbial attributes of beef strip loins stored at -1°C for 112 days. *Journal of Food Protection*, 59: 849–853.

Goel, V. Lovlin, R. Chang, C. Slama, J.V. Barton, R. Gahler, R. Bauer, R. Goonewardene, L. Basu. R. (2005). A proprietary extract from the Echinacea plant (Echinacea Purporea) enhances systemic immune response during a common cold. *Phytotherapy Research*, 19: 689-694.

Gomes, H.A. Silva, E.N. Nascimento, M.R.L. Fukuma, H.T. (2003). Evaluation of the 2-thiobarbituric acid method for the measurement of lipid oxidation in mechanically deboned gamma irradiated chicken meat. *Food Chemistry*, 80: 433-437.

Hu, C. Kitts, D.D. (2000). Studies on the antioxidant activity of Echinacea root extract. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 1466-1472.

James, S.J. (2002). New developments in the chilling and freezing of meat. In: Kerry, J. and Ledward, D., editors. *Meat Processing-Improving Quality*. Boca Raton, Fla.: Woodhead Publishing. Pp: 298–312.

Jayathilakan, K. Sharma, G.K. Radhakrishna, K. and Bawa, A.S. (2007). Antioxidant potential of synthetic and natural antioxidants and its effect on warmed-over-flavour in different species of meat. *Food Chemistry*, 105: 908–916.

Jensen, C. Guidera, J. Skovgaard, I.M. Staun, H. and Skibsted, L.H. (1997). Effects of dietary α-tocopheryl acetate supplementation on α-tocopherol deposition in porcine *M. Psoas major* and *M. longissimus dorsi* and on drip loss. Color stability of pork meat. *Meat Science*, 45: 491–500.

Jensen, C. Lauridsen, C. and Bertelsen, G. (1998). Dietary vitamin E: quality and storage stability of pork and poultry. *Trends in Food Science and Technology*, 9: 62–72.

Jo, C. Son, J.H. Son, C.B. and Byun, M.W. (2003). Functional properties of raw and cooked pork patties with added irradiated, freeze-dried green tea leaf extract powder during storage at 4° C. *Meat Science*, 64: 17–33.

Jose, M.T. Padmanabha, I.R. and Prabhakaran, P. (1984). Influence of pH on keeping quality. *Kerala Journal of Veterinary Science*, 15: 135–139.

Keokamnerd, T. Acton, J.C. Han, I.Y. and Dawson, P.L. (2008). Effect of Commercial Rosemary Oleoresin Preparations on Ground Chicken Thigh Meat Quality Packaged in a High-Oxygen Atmosphere. *Poultry Science*, 87:170–179.

Labieniec, M. and Gabryelak, T. (2006). Interactions of tannic acid and its derivatives (ellagic and gallic acid) with calf thymus DNA and bovine serum albumin using spectroscopic method. *Journal Photochemistry and Photobiology, B: Biology*, 82: 72–78.

Lawrie, R.A. (1991). *Meat Science*. 5th ed. Pergamon Press, New York, NY, Pp: 56-206.

Lee, B.J. Hendricks, D.G. and Cornforth, D.P. (1999). A comparison of carnosine and ascorbic acid on colour and lipid stability in a ground beef pattie model system. *Meat Science*, 51: 245–253.

Maher, M. O'Grady, M.N. Buckley, D.J. Troy, D. Moloney, A.P. and Kerry, J.P. (2002). Effect of dietary supplementation and direct addition of tea catechins and rosemary on the oxidative stability of beef. In Proceedings of the 48th international congress of meat science and technology (pp. 500–501), 25–30 August, Rome, Italy.

McCarthy, T.L. Kerry, J. P. Kerry, J.F. Lynch, P.B. and Buckley, D.J. (2001). Evaluation of the antioxidant potential of natural food/plant extracts as compared with synthetic antioxidants and vitamin E in raw and cooked pork patties. *Meat Science*, 57: 45-52.

Mielnick, M.B. Olsen, E. Vogt, G. Adeline, D. and Skrede, G. (2006). Grape seed extract as antioxidant in cooked, cold stored turkey meat. *LWT Food Science and Technology*, 39: 191–198.

Mitsumoto, M. O'Grady, M.N. Kerry, J.P. and Buckley, D.J. (2005). Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation, colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties. *Meat Science*, 69: 773–779.

Namiki, M. (1990). Antioxidants/antimutagens in food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 29: 273-300.

Naveena, B.M. Muthukumar, M. Sen, A.R. Babji, Y. Murthy, T.R.K. (2006). Improvement of shelf-life of buffalo meat using lactic acid, clove oil and vitamin C during retail display. *Meat Science*, 74: 409-415.

Nissen, L.R. Byrne, D.V. Bertelsen, G. and Skibsted, L.H. (2004). The antioxidative activity of plant extracts in cooked pork patties as evaluated by descriptive sensory profiling and chemical analysis. *Meat Science*, 68: 485–495.

O'Grady, M.N. Maher, M. Troy, D.J. Moloney, A.P. and Kerry, J.P. (2006). An assessment of dietary supplementation with tea catechins and rosemary extract on the quality of fresh beef. *Meat Science*, 73: 132-143.

Puiggross, F. Liopiz, N. Ardevol, A. Blade, C. Arola, L. and Salvado, M.J. (2005). Grape seed proanthocyanidins prevent oxidative injury by modulating expression of antioxidant enzyme system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53: 6080–6086.

Resurreccion, A.V. and Reynolds, A.E. (1990). Evaluation of natural antioxidants in frankfurters containing chicken and pork. *Journal of Food Science*, 55: 629–631.

Retsky, K.L. and Frei, B. (1995). Vitamin C prevents metal ion-dependent initiation and propagation of lipid peroxidation in human low-density lipoprotein. *Biochim et Biophys Acta*, 1257: 279–287.

Rice-Evans, C.A. Miller, N.J. and Paganga, G. (1996). Structure–antioxidant activity relationships of avonoids and phenolic acids. *Free Radical Biology and Medicine*, 207: 933-956.

Sanchez-Escalante, A. Djenane, D. Torrescano, G. Beltran, J.A. and Roncales, P. (2001). The effects of ascorbic acid, taurine, carnosine and rosemary powder on color and lipid stability of beef patties packaged in modified atmosphere. *Meat Science*, 58: 421–429.

SAS Institute. SAS/STAT® User's guide, release 9.1 edition. (2003). SAS institute Inc., Cary, NC.

Schaefer, D.M. Liu, Q. Faustman, C. and Yin, M.C. (1995). Supra-nutritional administration of vitamins E and C improves stability on beef. *Journal of Nutrition*, 125: 1792S–1798S.

Sebranek, J.G. Sewalt, V.J.H. Robbins, K.L. and Houser, T.A. (2004). Comparison of a natural rosemary extract and BHA/BHT for relative antioxidant effectiveness in pork sausage. *Meat Science*, 69: 289−296.

Sun, T. and Ho, C.T. (2005). Antioxidant activities of buckwheat extracts. *Food Chemistry*, 90: 743-749.

Tang, S. Sheehan, D. Buckley, D.J. Morrissey, P.A. and Kerry, J.P. (2001). Antioxidant activity of added tea catechins on lipid oxidation of raw minced red meat, poultry and fish muscle. *International Journal of Food Science and Technology*, 36: 685−692.

Tang, S.Z. Kerry, J.P. Sheehan, D. and Buckley, D.J. (2002). Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems. *Food Chemistry*, 76: 45–51.

Tang, S.Z. Ou, S.Y. Huang, X.S. Li, W. Kerry, J.P. and Buckley, D.J. (2006). Effects of added tea catechins on color stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions. *Journal of Food Engineering*, 77: 248–253.

Tarladgis, B.G. Watts, B.M. and Younathan, M.T.A. (1960). A distillation method for the quantitative determination of malondialdehyde in rancid foods. *Journal of American Oil Chemists Society*, 37: 44–48.

Trout, E.S. Hunt, M.C. Johnson, D.E. Clans, J.R. Castmer, C.L. and Kropf, D.H. (1992). Characteristics of low fat ground beef containing texture modifying ingredients. *Journal of Food Science*, 57:19-24.

Tseng, Y.C. Xiong, Y.L. and Webster, C.D. (2005). The Preservation of the quality of the muscle in frozen Australian red claw crayfish (Cherax quadricarinatus) by pre-storage anti-oxidant dipping treatments. *International Journal of Food Science and Technology*, 40: 841-848.

Tsou, T.C. Chen, C.L. Liu, T.Y. and Yang, J.L. (1996). Induction of 8-hydro dehydroxyguanosine in DNA by chromium (III) plus hydrogen peroxide and its prevention by scavengers. *Carcinogenesis*, 17: 103–108.

Van Laack, R.L.J.M. (1999). The role of proteins in water-holding capacity of meat. In: Xiong, Y.L., Ho, C.T., Shahidi, F., editors. *Quality attributes of muscle foods*. New York: Plenum. pp: 309–318.

Wang, H. Provan, G.J. and Helliwell, K. (2004). Determination of rosmarinic acid and caffeic acid in aromatic herbs by HPLC. *Food Chemistry*, 87: 307–311.

Wismer-Perdersen, J. (1986). *Chemistry of animal tissues*: Water. Pages 141-154 in the science of meat and meat products. Price, J. F, and B. S. Schweigert. Food and Nutrition Press, Inc. Westport, CN.

Wu, W. Clifford, M. and Howell, N. (2007). The effect of instant green tea on the foaming properties of egg albumen proteins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87: 1810–1819.

Yamane, T. Nakatani, H. Kikuoka, N. Matsumoto, H. Iwata, Y. Kitao, Y. Oya, K. and Takahashi, T. (1996). Inhibitory effects and toxicity of green tea polyphenols for gastrointestinal carcinogenesis. *Cancer*, 77: 1662–1667.

Yoon, K.S. (2002). Texture and microstructure properties of frozen chicken breasts pretreated with salt and phosphate solutions. *Poultry Science*, 81: 1910–1915.

Zembayashi, M. Lunt, D.K. and Smith, S.B. (1999). Dietary tea reduces the iron content of beef. *Meat Science*, 53: 221–226.

Zhao, M.J. and Jung, L. (1995). Kinetics of the competitive degradation of deoxyribose and other molecules by hydroxyl radicals produced by the Fenton reaction in the presence of ascorbic acid. *Free Radical Research*, 23: 229–243.

Zhen, W. and Wang, S.Y. (2001). Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 165–170.

Zhong, R.Z. Tan, C.Y. Han, X.F. Tang, S.X. Tan, Z.L. and Zeng, B. (2009). Effect of dietary tea catechins supplementation in goats on the quality of meat kept under refrigeration. *Small Ruminant Research*, 87; 122−125.