



ارزیابی اثر ماریناد اسید استیک و کلرید سدیم بر برخی ویژگی‌های کیفی گوشت شتر یک کوهانه ایرانی

مهسان ایرجی‌فر^۱، محمد جواد وریدی*^۲، مهدی وریدی^۲ و یونس زاهدی^۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۰/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۶/۲۸

^۱ دانشجوی دکتری، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۲ دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

^۳ استادیار، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی

* مسئول مکاتبه: Email: mjvaridi@um.ac.ir

چکیده

در این پژوهش اثر ماریناد اسید استیک (در چهار غلظت صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) و کلرید سدیم (۲درصد) بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی و کیفی عضله دوسر ران (*Biceps femoris*) شتر یک کوهانه ایرانی طی زمان‌های غوطه‌وری ۰، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بررسی گردید. pH، جذب ماریناد و رطوبت، شاخص‌های رنگی، ظرفیت نگهداری آب، گونه‌های شیمیایی مختلف میوگلوبین، شاخص اسید تیوباربتوریک مورد آزمون قرار گرفت. غلظت و زمان نگهداری در اسید استیک بر جذب ماریناد، رطوبت، ظرفیت نگهداری آب، افت پخت، درصد میوگلوبین، درجه روشنایی (L^*) و قرمزی نمونه‌ها (a^*) اثر معنی‌دار داشت. اثر غلظت ماریناد اسیدی بر شاخص تیوباربتوریک اسید بی‌معنی ولی اثر زمان غوطه‌وری در اسید بر این شاخص معنی‌دار بود. از طرف دیگر اثر مدت زمان غوطه‌وری در اسید بر درجه زردی (b^*) بی‌معنی ولی اثر غلظت اسید معنی‌دار بود. به طور کلی pH با ظرفیت نگهداری آب، میزان میوگلوبین و درجه قرمزی رابطه مستقیم اما با افت پخت، شاخص تیوباربتوریک اسید و میزان مت‌میوگلوبین رابطه عکس نشان داد. نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که ترکیب ماریناد اسید استیک و کلرید سدیم می‌تواند به عنوان یک روش مؤثر بر ویژگی‌های کیفی عضله دوسر ران شتر به کار رود.

واژگان کلیدی: اسید استیک، شتر، عضله دوسر ران، ماریناد

مقدمه

طبیعت به صورت آزاد و به دور از محیط‌های پرورش صنعتی رشد می‌کند. به همین علت می‌توان آن را یک فراورده ارگانیک به حساب آورد. بعلاوه گوشت شتر در مقایسه با گوشت گاو به دلیل داشتن چربی و کلسترول کمتر و اسیدهای چرب چند غیر اشباعی بیشتر از نظر تغذیه‌ای حائز اهمیت است (زاهدی و همکاران، ۱۳۹۲). با افزایش تقاضا برای مصرف گوشت شتر، توجه به کیفیت و ترکیبات

امروزه شتر یک دام درجه چندم محسوب نمی‌شود و به علت نقش آن در تولید مواد بیولوژیک و دارویی و به ویژه به دلیل تغییرات آب و هوایی در جهان، دامی است که به آینده تعلق دارد (برنارد و همکاران، ۲۰۱۲). ویژگی متمایزکننده گوشت شتر در مقایسه با دیگر گوشت‌ها، فقدان مواد هورمونی و آنتی‌بیوتیک در آن است، زیرا این حیوان در

مواد و روش‌ها

تعداد ۶ نفر شتر با سن تقریبی ۷-۶ سال انتخاب و با روش متداول در کشتارگاه صنعتی مشهد کشتارشد و پس از ۲۴ ساعت نگهداری در شرایط سرد، عضله دوسرران^۱ جدا و جهت انجام آزمایشات به آزمایشگاه منتقل گردید.

کلیه مواد شیمیایی مورد استفاده در این پژوهش از درجه آزمایشگاهی برخوردار بودند و از شرکت‌های مرک (آلمان) و سیگما (آمریکا) تهیه شدند.

آماده‌سازی نمونه

نمونه‌های تهیه شده در شرایط سرد سریعاً به آزمایشگاه گوشت دانشگاه فردوسی مشهد منتقل و لایه‌های مشهود چربی آن تا حد امکان حذف گردید. در این مرحله گوشت به قطعاتی با ابعاد ۲×۲×۵ سانتی‌متر تقسیم شد. وزن تمامی نمونه‌ها یادداشت گردید. وزن نمونه‌ها قبل از ماریناد کردن در دامنه ۱۶۰-۱۴۰ گرم قرار داشت و میانگین وزن $0.4 \pm$ گرم بود. نمونه‌ها پس از توزین در محلول‌های ماریناد شامل اسیداستیک با غلظت‌های صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد به همراه کلرید سدیم ۲ درصد غوطه‌ور گردید. نمونه شاهد نیز در غلظت صفر اسید و نمک در نظر گرفته شد. به منظور افزایش بازدهی و یکنواختی توزیع محلول‌های اسیدی در قسمت‌های سطحی و عمقی گوشت، نمونه‌ها در داخل محلول‌های اسیدی طی زمان‌های صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت در دمای ۴ °C نگهداری گردیدند (نسبت محلول ماریناد به گوشت ۴ به ۱ در نظر گرفته شد، به طوری که نمونه‌ها کاملاً در محلول‌های ماریناد غوطه‌ور شده بودند). بعد از گذشت زمان‌های مربوطه، نمونه‌های گوشت از داخل محلول‌ها خارج شده و پس از حذف محلول اضافی روی آن‌ها، مجدداً توزین شدند. در نهایت آزمایش‌های ذیل روی نمونه‌های گوشت انجام گرفت.

ترکیب شیمیایی (رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر)

برای اندازه‌گیری ترکیبات شیمیایی گوشت شتر (رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر) از استاندارد AOAC (۲۰۰۲) استفاده گردید.

درصد جذب محلول

تمامی قطعات گوشت در ابتدای فرایند غوطه‌وری توزین شدند. سپس وزن نمونه‌ها بعد از غوطه‌وری در محلول‌های

شیمیایی آن اهمیت بیشتری پیدا کرده است. تردی یکی از مهمترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت خوراکی و بازاریابی گوشت می‌باشد (گالت و همکاران، ۱۹۸۵، یوسوپ و همکاران، ۲۰۱۰). مقدار کلسیم گوشت شتر بیشتر از گوشت گاو بوده و سفت بودن گوشت شتر تا حدودی مربوط به این عامل است (کادیم و همکاران، ۲۰۰۸). در گذشته، از غوطه‌وری برش‌های گوشت در ماریناد اسیدی جهت بهبود تردی استفاده می‌گردید (گالت، ۱۹۸۵). ماریناد اسیدی شامل غوطه‌وری گوشت در محلول اسیدی و نفوذ آن از طریق انتشار طی زمان است. علاوه بر این، استفاده از اسیدهای آلی در گوشت سبب افزایش حلالیت کلاژن، کاهش نیروی برشی، کاهش pH و بهبود رنگ می‌شود (ساویر و همکاران، ۲۰۰۸).

کلینهم و همکاران (۲۰۱۱) اثر تیمار اسید سیتریک ۰/۰۵ مولار، آب‌لیمو ۱۵ درصد، آب پورکوپین ۱۵ درصد را بر تردی و خصوصیات حسی گوشت گاو مورد بررسی قرار دادند. کی و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر اسید سیتریک و سدیم کربنات یا سدیم پلی فسفات را بر تردی، ریزساختار و پایداری اکسیداتیو گوشت گاو مطالعه نمودند. اکتاس و همکاران (۲۰۰۳) تأثیر اسید سیتریک، اسید لاکتیک در غلظت‌های ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد بر تردی، افت پخت، مقدار آب متصل در گوشت گاو گزارش کردند. دسموند و تروی (۲۰۰۱) تأثیر اسید لاکتیک و اسید سیتریک را بر قطعاتی از گوشت گاو که به دلیل بیشتر بودن بافت همبند ارزش اقتصادی پایین بررسی کردند. یوسوپ و همکاران (۲۰۱۰) تأثیر زمان غوطه‌وری و pH کم را بر عملکرد محلول مورد استفاده و تعدادی از ویژگی‌های دستگامی و حسی گوشت مرغ پخته و غوطه‌ور شده در محلول دارای فرمولاسیون سبک چینی بررسی کردند.

با توجه به اینکه اسید استیک در صنایع غذایی یک افزودنی مجاز محسوب شده و اثر سوئی بر مصرف‌کننده ندارد (هینکل، ۲۰۱۰) و از طرفی تاکنون مطالعه‌ای در مورد اثر همزمان اسید استیک و کلرید سدیم بر گوشت شتر انجام نشده است، لذا این مطالعه با هدف بررسی اثر این دو ترکیب بر برخی ویژگی‌های کیفی گوشت شتر انجام گرفت.

¹Biceps femoris

دقیقه در مرکز صفحه و در محل نمونه گذاشته شد. بعد از گذشت ۵ دقیقه، وزنه برداشته شد و نمونه گوشت از کاغذ صافی به‌طور کامل جدا گردید و کاغذ صافی خونابه‌ای توزین گردید. درصد رطوبت خارج‌شده که رابطه معکوس با WHC دارد، از رابطه (۲) محاسبه شد که در آن W_s وزن گوشت چرخ شده، W_1 وزن اولیه کاغذ صافی و W_2 وزن کاغذ صافی بعد از جدا کردن گوشت از آن است.

$$\text{رابطه (۲)} \quad \text{درصد رطوبت خروجی} = \frac{W_2 - W_1}{W_s} \times 100$$

افت پخت

برای تعیین درصد افت پخت طبق روش هانیکل (۱۹۹۸)، ۵۰ گرم نمونه گوشت با ضخامت حدود ۱/۵ سانتی‌متر از هر یک از نمونه‌ها جدا شده و داخل کیسه پلاستیکی پلی‌اتیلنی قرار گرفت. سپس کیسه پلاستیکی حاوی گوشت داخل بن ماری با دمای 80°C به مدت یک ساعت قرار داده شد. پس از طی زمان تعیین شده، کیسه پلاستیکی حاوی نمونه در آب سرد قرار گرفت و سپس گوشت از داخل کیسه بیرون آورده شد و سطح آن توسط دستمال حوله‌ای خشک و توزین و در نهایت، مقدار افت پخت از رابطه (۳) تعیین شد که در آن W_1 وزن اولیه گوشت و W_2 وزن گوشت بعد از پخت است.

$$\text{رابطه (۳)} \quad \text{درصد افت پخت} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

میوگلوبین (اکسی، دئوکسی و مت)

میوگلوبین و حالت‌های مختلف آن بر اساس روش‌های کریزیویکی (۱۹۸۲) و تانگ و همکاران (۲۰۰۴) اندازه‌گیری شد. ۵ گرم نمونه گوشت چرخ شده با ۵۰ میلی‌لیتر (۱۰ برابر حجمی - وزنی) بافر فسفات سدیم (۴۰ mM، pH ۶/۸) توسط هموژنایزر (مدل T25 Digital Homogenizer، شرکت IKA، آلمان) مخلوط شد و به مدت ۱ ساعت در حمام آب و یخ قرار گرفت. مخلوط به مدت ۴۵ ثانیه در دور ۶۰۰۰g سانتریفیوژ (Eppendorf، آلمان) گردید. پس از عبور دادن محلول از کاغذ صافی شماره ۲۸۹ (Sartorius، آلمان)، جذب محلول زیر صافی در طول موج‌های ۵۰۳، ۵۲۵، ۵۵۷ و ۵۸۲ نانومتر با اسپکتروفوتومتر (Double Beam Spectrophotometer، مدل UV/VIS 2601، شرکت Beijing Rayleigh Analytical Instrument، چین)

ماریناد صفر، ۱/۵ و ۱۰/۵ درصد و نگهداری به مدت صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت نیز ثبت گردید. سپس درصد جذب محلول توسط نمونه‌ها با استفاده از رابطه (۱) محاسبه گردید که در آن W_1 وزن نمونه قبل از غوطه‌وری و نگهداری در محلول ماریناد (بر حسب گرم) و W_2 وزن نمونه بعد از غوطه‌وری و نگهداری در محلول ماریناد (بر حسب گرم) است (سبزی و همکاران، ۱۳۹۴):

$$\text{رابطه (۱)} \quad \text{درصد جذب محلول} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100$$

pH

pH نمونه‌ها توسط pH متر پروبی (شرکت Testo، مدل ۲۳۰، آلمان) در ساعت‌های صفر، ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت بعد از غوطه‌وری و نگهداری در غلظت‌های مختلف محلول‌های ماریناد اندازه‌گیری شد. پروب دستگاه برای اندازه‌گیری pH در عمق ۱/۵ سانتی‌متری نمونه‌ها قرار گرفت (حیدری و همکاران، ۱۳۹۲).

رنگ

رنگ گوشت (پارامترهای L^* ، a^* ، b^*) توسط دستگاه رنگ‌سنج مینولتا (مدل CR-410، شرکت Konica Minolta، ژاپن) برای تمامی تیمارهای گوشت تعیین شد. قبل از اندازه‌گیری، نمونه‌ها به مدت یک ساعت در مجاورت هوا و در دمای آزمایشگاه قرار داده شدند تا شکوفا شدن رنگ انجام گیرد. شاخص L^* شدت روشنایی و مقدار آن از صفر تا ۱۰۰ متغیر است. شاخص‌های a^* و b^* به ترتیب شدت قرمزی و زردی را نشان می‌دهند و مقدار آن‌ها در دامنه ۱۲۰- تا ۱۲۰+ قرار دارد. لازم به ذکر است که کالیبراسیون اولیه دستگاه از طریق کاشی استاندارد سفید صورت گرفت و به منظور ثبت داده‌ها، ۳ بار رنگ‌سنجی از نقاط مختلف نمونه‌ها و به صورت تصادفی انجام شد (ورگرا و همکاران، ۱۹۹۹).

رطوبت خروجی

رطوبت خروجی توسط روش پوجا و نینیوارا (۱۹۵۷) (که اصلاح شده گرا و هام (۱۹۵۳) است) اندازه‌گیری شد. برای این منظور، مقدار ۰/۳ گرم از گوشت چرخ شده روی کاغذ صافی واتمن شماره یک قرار داده و توزین شد. سپس کاغذ صافی روی صفحه پلاستیکی منتقل شد و صفحه‌ای دیگر روی نمونه گوشت قرار گرفت. وزنه دو کیلوگرمی به مدت ۵

پژوهش درصد محلول‌های ماریناد (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) و مدت زمان غوطه‌وری در محلول‌های ماریناد (صفر، ۲۴، ۴۸، ۷۲ ساعت) بود. آنالیز واریانس یک طرفه با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۹، ۲۰۱۰)، صورت گرفت و مقایسه میانگین اثرهای اصلی به وسیله آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P < 0.05$) انجام شد.

نتایج و بحث

میانگین مقادیر رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر در عضله دو سر ران شترهای مورد بررسی به ترتیب برابر $۱۰/۵ \pm ۰/۰۷$ ، $۲/۲۸ \pm ۰/۹۸$ ، $۲۰/۱ \pm ۸۷/۴۳$ ، $۷۵/۱ \pm ۶۷/۴۸$ درصد حاصل گردید. نتایج به دست آمده از میانگین مقدار رطوبت، چربی و پروتئین گوشت در دامنه مقادیر گزارش شده در مطالعات مختلف (رطوبت: ۷۷-۷۰ درصد، چربی: ۱۰/۵-۰/۵ درصد، خاکستر ۱/۵-۱/۱ درصد و پروتئین: ۲۲-۲۰ درصد) قرار داشت (زاهدی و همکاران، ۱۳۹۲؛ کدیم و همکاران، ۲۰۰۸).

جذب ماریناد

در نتیجه قرار دادن گوشت در محلول اسید استیک، ماریناد جذب و منجر به افزایش وزن می‌گردد. بر اساس نتایج آنالیز واریانس (شکل ۱)، درصد جذب نمونه‌های ماریناد شده در مقایسه با نمونه‌ی موجود در غلظت صفر به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.05$). این پدیده می‌تواند به دلیل کاهش pH به زیر نقطه ایزوالکتریک پروتئین باشد که سبب تغییر در ظرفیت نگهداری آب، تورم در پروتئین‌های میوفیبریلی و بافت پیوندی می‌گردد (هام، ۱۹۶۰؛ رائو و گالت ۱۹۸۹). بر خلاف نمونه شاهد (غلظت صفر) مقدار جذب ماریناد در غلظت‌های مختلف محلول اسید استیک اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌طور مشابهی کیم و همکاران (۲۰۱۳) بیان کردند جذب ماریناد و افت پخت عضله‌ی دو سر ران گوشت گاو تحت اثر غلظت سس سویا قرار نگرفت. گذشت زمان اثر معنی‌داری بر جذب ماریناد داشت و باعث افزایش وزن در مقایسه با زمان صفر گردید ($P < 0.05$). در بیان علت این افزایش می‌توان گفت با گذشت زمان، کاهش بیشتر pH سبب انبساط ماتریکس پروتئینی و نفوذ محلول اسیدی می‌شود. در حقیقت این پدیده با پروتونه کردن گروه‌های کربوکسیل دارای بار منفی ($-\text{COO}^-$) پروتئین‌ها و شکستن

قرائت شد. میزان انواع میوگلوبین از روابط (۴-۷) محاسبه گردید (کرزیویکی، ۱۹۸۲).

$$\text{رابطه (۴)} \quad (\text{mM}) = [A_{525} / 7.6 \text{ mM}^{-1} \text{cm}^{-1} \times 1 \text{cm}]$$

در این رابطه $7/6 \text{ mM}^{-1} \text{cm}^{-1}$ ضریب خاموشی^۱ و ۱cm عرض سل (طول عبور نور) می‌باشد (بون، ۱۹۴۹).

شکل‌های دیگر میوگلوبین از روابط تانگ و همکاران (۲۰۰۴) که اصلاح شده رابطه کرزیویکی (۱۹۸۲) است، محاسبه شد.

$$\text{رابطه (۵)} \quad \text{DOM} = 0.543R_1 + 1.594R_2 + 0.552R_3 - 1.329$$

$$\text{رابطه (۶)} \quad \text{OM} = 0.772R_1 - 1.432R_2 - 1.659R_3 + 2.599$$

$$\text{رابطه (۷)} \quad \text{MetM} = 0.159R_1 - 0.085R_2 + 1.262R_3 - 0.520$$

در این روابط، $R_2 = A_{557} / A_{525}$ ، $R_1 = A_{582} / A_{525}$ و $R_3 = A_{503} / A_{525}$ می‌باشد.

شاخص اسید تیوباربتوریک

بررسی اکسیداسیون چربی از طریق اندازه‌گیری ترکیبات واکنش‌پذیر با تیوباربتوریک اسید (TBARS) به روش لوند (۲۰۰۷b) با اندکی تغییر انجام شد. ۵ گرم نمونه گوشت چرخ شده با ۱۵ میلی‌لیتر محلول [TCA، ۷/۵ درصد؛ BHA^۱، ۰/۱ درصد و EDTA، ۰/۱ درصد] توسط هموژنایزر (مدل T25 Digital Homogenizer، شرکت IKA، آلمان) با دور ۱۳۶۰۰ در دقیقه به مدت ۴۵ ثانیه هموژن گردید. سپس نمونه از کاغذ صافی وات من شماره یک عبور داده شد. ۵ میلی‌لیتر از نمونه صاف‌شده به همراه ۵ میلی‌لیتر معرف TBA^۱ ۰/۰۲۰ مولار به لوله آزمایش دربار منتقل گردید. نمونه‌ها به همراه شاهد به مدت ۴۰ دقیقه در حمام آب 100°C گرمخانه‌گذاری شد و سپس بلافاصله سرد و در پایان جذب نمونه در طول موج ۵۳۲ نانومتر قرائت گردید. نتایج به صورت میلی‌گرم مالون‌دی‌آلدهید بر کیلوگرم گوشت بیان گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

پژوهش در قالب طرح کاملاً تصادفی با آرایش فاکتوریل و با سه تکرار انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی در این

¹Extinction factor

¹Deoxy myoglobin

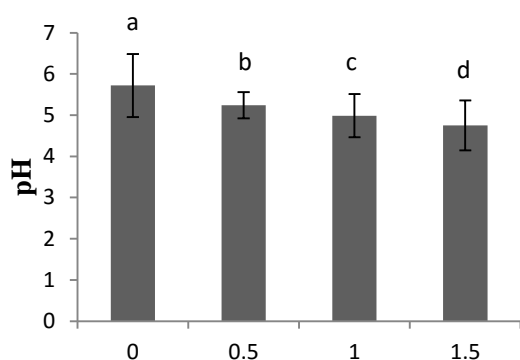
²Oxy myoglobin

³Met myoglobin

بوتیل هیدروکسی آنیزول

اسید ۲- تیوباربتوریک

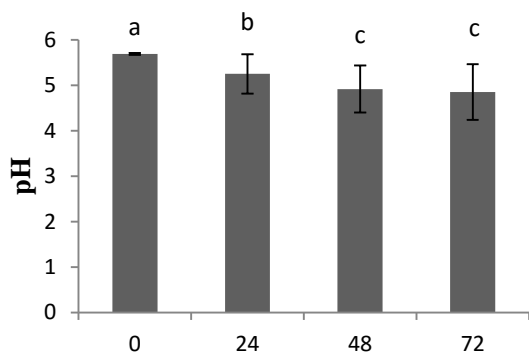
یکی از معیارهای بسیار حائز اهمیت در نتیجه غوطه‌ور شدن گوشت در اسیدهای با درجه خوراکی تغییرات pH می‌باشد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که با افزایش غلظت اسید استیک و نفوذ محلول اسیدی به داخل بافت گوشت میزان pH نمونه‌ها به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($P < 0.05$). مشابه این پژوهش، کیم و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی اثر سس سویا برترد کردن عضله دوسر ران گاو به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت مقدار pH نمونه‌ها به‌طور معنی‌دار کاهش یافت.



غلظت محلول اسید استیک (%)

شکل ۳- میانگین pH عضله دو سر ران شتر ماریناد شده با غلظت‌های مختلف اسید استیک

نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

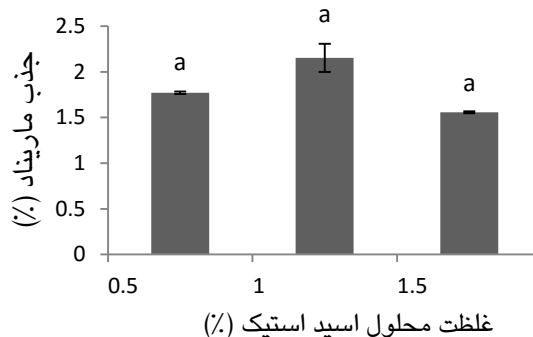


زمان نگهداری در اسید استیک (ساعت)

شکل ۴- میانگین pH عضله دو سر ران شتر ماریناد شده طی زمان نگهداری در اسید استیک

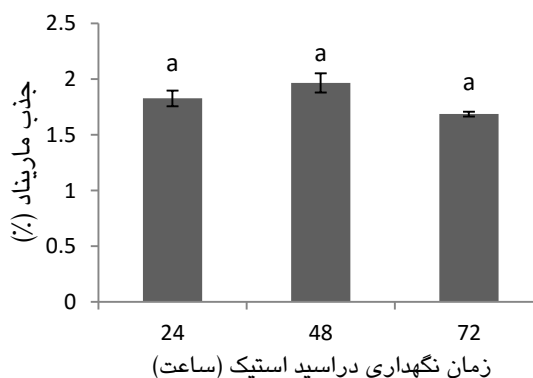
نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

بعضی از پیوندهای الکترواستاتیکی با گروه‌های NH_3 در زنجیره جانبی پروتئین‌ها انجام می‌گردد. به این ترتیب افزایش بار خالص منجر به دافعه بین گروه‌های پروتئینی با بار مشابه و در نهایت ایجاد فضا برای آب افزوده شده می‌شود (هام، ۱۹۷۵، گالت، ۱۹۹۱). البته به نظر می‌رسد برای افزایش انبساط و گسترش فضا نیاز به زمان بیشتری است تا اسید و پروتون‌ها به مرکز گوشت نفوذ کنند (نایت و پیرسون ۱۹۸۸)، بنابراین بین نمونه‌های تیمار شده اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت (شکل ۲).



شکل ۱- میانگین درصد جذب ماریناد عضله دو سر ران شتر ماریناد شده با غلظت‌های مختلف اسید استیک

نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

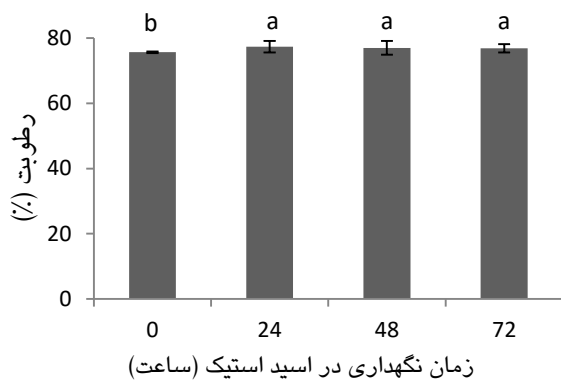


زمان نگهداری در اسید استیک (ساعت)

شکل ۲- میانگین درصد جذب ماریناد عضله دو سر ران شتر ماریناد شده طی زمان نگهداری در اسید استیک

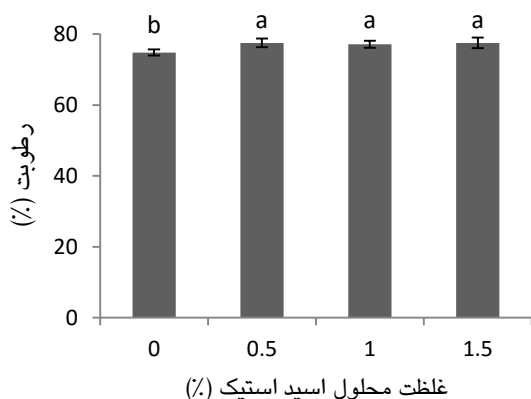
نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

(شکل ۶). با افزایش مدت زمان نگهداری از صفر به ۷۲ ساعت به دلیل جذب ماریناد و کاهش pH، رطوبت افزایش یافت. هرچند اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه‌های تیمار شده با اسید در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ مشاهده نگردید. در گزارشی دیگر بیان شد که اتواکسیداسیون میوگلوبین، علت تشکیل مت میوگلوبین و پراکسید هیدروژن می‌باشد که می‌توانند با همدیگر واکنش داده و سبب تشکیل مولکول‌های فعال $\text{MMb-H}_2\text{O}_2$ گردند که نقش پراکسیدانی در اکسیداسیون لیپیدها را دارد (آکامیتاه و همکاران، ۱۹۹۰). بنابراین احتمال می‌رود با کاهش pH و پیشرفت اکسیداسیون رنگدانه، تشکیل این مولکول‌ها و پراکسید هیدروژن سبب افزایش رطوبت طی زمان در مقایسه با نمونه در غلظت صفر باشد.



شکل ۵- میانگین رطوبت عضله دو سر ران شتر ماریناد شده طی زمان نگهداری در اسیداستیک

نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).



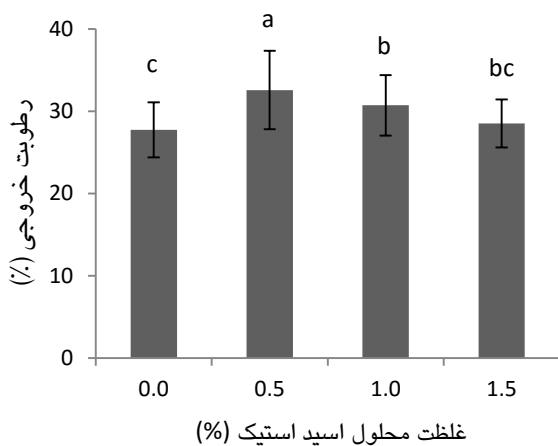
شکل ۶- میانگین رطوبت عضله دو سر ران شتر ماریناد شده در غلظت‌های مختلف اسید استیک

نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

همچنین، سردار اوغلو و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند با افزایش غلظت اسید سیتریک از ۰/۰۵ به ۰/۲ مولار، pH گوشت بوقلمون کاهش یافت. همچنین زمان نگهداری در محلول ماریناد مطابق شکل ۳ تأثیر معنی‌داری بر میزان pH گذاشت و با افزایش مدت نگهداری در محلول میزان pH نمونه‌ها کاهش یافت ($P < 0.05$). دلیل این امر، نفوذ محلول اسیدی به داخل نمونه‌های گوشت طی زمان نگهداری بود که سبب کاهش pH نمونه‌ها گردید. سبزی و همکاران نیز (۱۳۹۴) گزارش کردند که میزان pH نمونه‌های گوشت گاو ماریناد شده با آبغوره با افزایش زمان نگهداری در ماریناد، کاهش یافت.

رطوبت

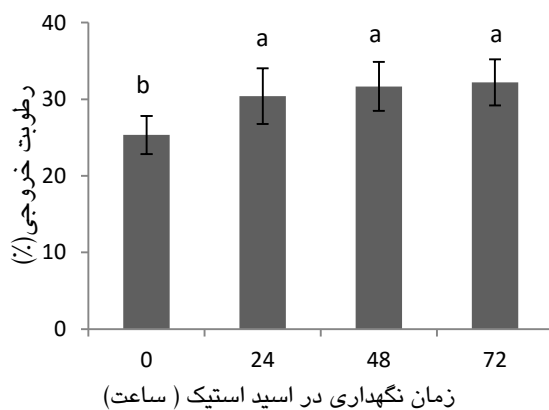
رطوبت گوشت به دلیل تأثیر روی ماندگاری، قابلیت فرآوری و ویژگی‌های حسی گوشت حائز اهمیت است (کدیم و همکاران، ۲۰۰۹). بر اساس نتایج آنالیز واریانس (شکل ۵)، میزان رطوبت به صورت معنی‌دار تأثیر غلظت ماریناد قرار گرفت ($P < 0.05$). در آزمون جذب ماریناد نتایج حاصل از اثر غلظت اسید استیک نشان داد که اختلاف آماری معنی‌داری بین نمونه‌های تیمار شده وجود نداشت درحالی‌که مقایسه با نمونه شاهد مؤید اختلاف آماری معنی‌داری بود به طوری‌که رطوبتشان بیشتر از نمونه در غلظت صفر بود. از آنجا که با افزایش غلظت محلول اسید استیک pH کاهش می‌یابد، بنابراین انبساط ماتریکس پروتئینی می‌تواند یکی از دلایل افزایش رطوبت باشد. افزایش رطوبت در نتیجه ماریناد کردن در مطالعات سایر محققان نیز به چشم می‌خورد بطوری‌که کلینهم و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که گوشت گاو ماریناد شده با محلول حاوی ۰/۰۵ مولار اسید سیتریک، ۱۵ درصد آب‌لیمو و ۱۵ درصد آب پورکوپین دارای رطوبت بیشتر و pH کمتر نسبت به نمونه شاهد بودند. ساویر و همکاران (۲۰۰۹) نیز بیان کردند با افزایش غلظت اسید لاکتیک از ۰/۲۵ به ۱ درصد، میزان رطوبت نمونه‌های گوشت قرمز افزایش یافت. همچنین مقدار رطوبت نمونه شاهد نزدیک به رطوبت گوشت قرمز و تازه (۷۵٪) تعیین شد. رطوبت نمونه‌های تیمار شده با اسید استیک در غلظت‌های ۰/۰۵، ۱/۵ و ۱ درصد با یکدیگر اختلاف آماری معنی‌داری نداشتند. در پژوهش حاضر میزان رطوبت به صورت معنی‌دار ($P < 0.05$) تحت تأثیر زمان قرار گرفت



شکل ۷- میانگین رطوبت خروجی عضله دو سر ران شتر

ماریناد شده در غلظت‌های مختلف اسید استیک

نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).



شکل ۸- میانگین رطوبت خروجی عضله دو سر ران شتر

ماریناد شده طی زمان نگهداری در اسید استیک

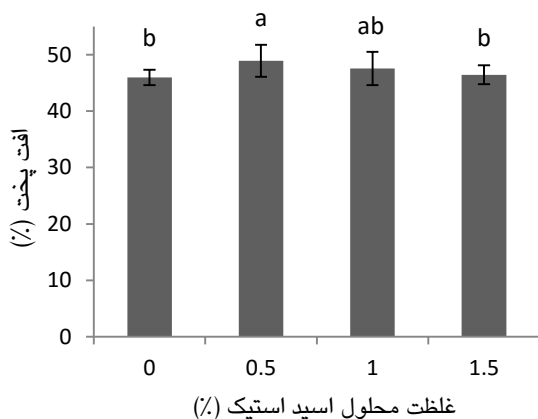
نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

مطابق نتایج آنالیز واریانس (شکل ۸)، مدت زمان نگهداری در محلول اسید استیک اثر معنی‌داری بر رطوبت خروجی نمونه‌های گوشت ایجاد کرد ($P < 0.05$). با افزایش زمان نگهداری در محلول اسید استیک از زمان صفر به ۲۴ ساعت رطوبت خروجی به طور معنی‌دار افزایش یافت، اما پس از آن با افزایش مدت زمان نگهداری تا ۷۲ ساعت اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. دلیل افزایش رطوبت خروجی و کاهش WHC، باگذشت زمان از صفر به ۲۴ ساعت را

رطوبت خروجی

ظرفیت نگهداری آب (WHC) به‌عنوان یک ویژگی کیفی مهم انعکاسی از توانایی عضلات برای به دام انداختن و نگه داشتن آب درون ساختارهای خود می‌باشد (بوکر، ۲۰۱۰) که با رطوبت خروجی رابطه معکوس دارد. رطوبت خروجی توانایی گوشت برای حفظ آب موجود بین فیلامنت‌های ضخیم و نازک را طی اعمال فشار خارجی منعکس می‌کند (افر و نایت، ۱۹۸۸). تغییرات WHC شاخص خوبی از تغییرات به وجود آمده در بار الکتریکی و ساختار عضله است. پروتئین‌های میوفیبریلی عامل اصلی جذب آب در عضلات هستند (سلطانی‌زاده و کدیور، ۱۳۹۰). مطابق نتایج آنالیز واریانس (شکل ۷)، غلظت اسید استیک اثر معنی‌داری بر رطوبت خروجی نمونه‌های گوشت ایجاد کرد ($P < 0.05$) به طوری که با افزایش غلظت از ۰/۵ به ۱/۵ درصد، به علت کاهش pH و دور شدن از نقطه ایزوالکتریک پروتئین‌های اصلی عضله، WHC زیاد و رطوبت خروجی کاهش یافت (گالت و همکاران، ۱۹۸۵). نمونه شاهد (غلظت صفر) دارای pH بالاتر از نقطه ایزوالکتریک بود و در نتیجه رطوبت خروجی آن کمتر از سایر نمونه‌ها گزارش گردید. افزایش رطوبت خروجی نمونه‌ها نسبت به نمونه شاهد به این دلیل است که افزودن همزمان نمک و اسید به گوشت سبب افزایش مقدار آنیون‌های آزاد در محلول اطراف گوشت می‌شود. این افزایش منجر به کاهش اختلاف غلظت آنیون‌ها بین نمونه گوشت و محلول اطراف و در نتیجه کاهش فشار اسمزی درون ساختمان گوشت می‌شود. با کمتر شدن فشار اسمزی، آب به سمت بیرون گوشت جریان پیدا کرده و سبب کاهش تورم گوشت و افزایش رطوبت خروجی می‌گردد. مدینسکی و همکاران (۲۰۰۰) نیز بیان کردند که استفاده از اسید لاکتیک و نمک به طور همزمان سبب کاهش ظرفیت نگهداری آب و افزایش افت خونابه در گوشت خوک و گاو گردید که با نتایج پژوهش حاضر مینی بر بالا بودن میزان نگهداری آب در نمونه شاهد نسبت به سایر نمونه‌ها مطابقت داشت. افزایش WHC نمونه‌های گوشت تیمار شده با افزایش غلظت اسید از ۰/۵ به ۱/۵ درصد می‌تواند به دلیل افزایش کلی گروه‌های واکنش‌پذیر پروتئین برای نگهداری آب بیان شود (فارست و همکاران، ۱۹۷۵).

نتایج ذکر شده برای افت پخت با داده‌های حاصل از آزمون‌های pH و WHC مطابقت داشت؛ زیرا نمونه‌های تیمار شده با غلظت‌های ۰/۵، ۱، ۱/۵ درصد اسید استیک دارای افت پخت بیشتر، WHC و pH کمتر در مقایسه با نمونه شاهد بودند. کاهش نتایج حاصل از آنالیز واریانس (شکل ۱۰) افت پخت نشان داد گذشت زمان تأثیر معنی‌داری بر افت پخت ایجاد کرد ($P < 0/05$). با افزایش زمان نگهداری افت پخت افزایش یافت، به طوری که نمونه زمان ۷۲ ساعت دارای افت پخت بیشتر در مقایسه با زمان صفر بود. اما بین نمونه‌های تیمار شده ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. از طرفی نتایج حاصل از تغییرات افت پخت در طول زمان با نتایج WHC مطابقت داشت به این ترتیب که نمونه تیمار شده طی ۷۲ ساعت به‌طور معنی‌دار دارای WHC کمتری در مقایسه با نمونه شاهد بود. همچنین با توجه به نتایج، رطوبت نمونه‌ها با افزایش زمان از ۲۴ به ۷۲ ساعت کاهش و افت پخت افزایش یافت.



شکل ۹- میانگین افت پخت عضله دو سر ران شتر ماریناد شده در غلظت‌های مختلف اسید استیک

نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0/05$).

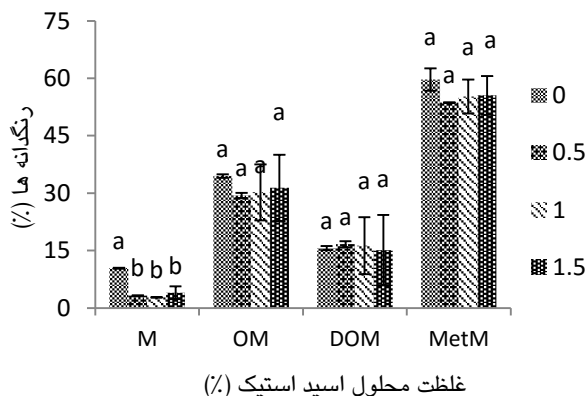
می‌توان به نزدیک شدن به pH ایزوالکتریک پروتئین‌های گوشت نسبت داد، زیرا pH نمونه‌های تیمار شده با این اسید در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ کمتر و WHC پایین‌تری نسبت به نمونه شاهد داشتند. همچنین با توجه به فرار گرفتن pH نمونه‌های تیمار شده در دامنه ۴/۸-۵/۲ بیشترین رسوب پروتئین‌های سارکوپلاسمیک روی پروتئین‌های میوفیبریلی اتفاق می‌افتد، لذا WHC را نیز مانند سایر پارامترهای کیفی گوشت کاهش می‌دهد (دوین و همکاران، ۲۰۱۴). یکی دیگر از دلایل کاهش WHC در زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ ساعت نسبت به زمان صفر را می‌توان به افزایش آب آزاد در pH اسیدی نمونه‌های تیمار شده نسبت داد (کانن و همکاران، ۱۹۹۳؛ گالت، ۱۹۸۵؛ ۱۹۹۲).

افت پخت

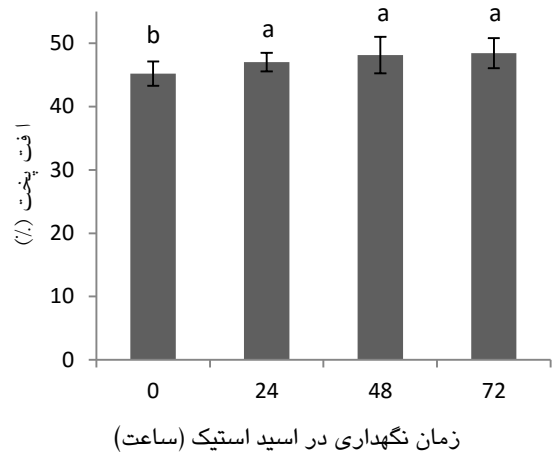
افت پخت ترکیبی از مواد جامد محلول و مایعی است که به هنگام پختن از گوشت خارج می‌شود و بخش عمده آن را آب تشکیل می‌دهد (هیمن و همکاران، ۱۹۹۰). افت پخت به ظرفیت نگهداری آب، مقدار بافت پیوندی، pH، دمای مرکز گوشت و شیوه پخت بستگی دارد (آسلینگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ کرت، ۲۰۱۳). یکی از دلایل افت پخت، وجود گرادیان رطوبت و نیروی محرکه ناشی از آن است؛ اما دلیل مهم‌تر تغییر شکل و ساختار پروتئین‌های عضله طی پختن می‌باشد (کرت، ۲۰۱۳). در اغلب موارد بین افت پخت و ظرفیت نگهداری آب همبستگی منفی وجود دارد. با افزایش دمای مرکز گوشت مقدار آب کاهش و نسبت چربی و پروتئین افزایش می‌یابد که بیانگر این است که بخش عمده افت پخت را آب تشکیل می‌دهد (آسلینگ و همکاران، ۲۰۰۳).

نتایج آنالیز واریانس (شکل ۹) نشان داد که غلظت اسید استیک تأثیر معنی‌داری بر افت پخت ایجاد کرد ($P < 0/05$). به این ترتیب که با افزایش غلظت اسید از ۰ تا ۰/۵ درصد افت پخت عضله افزایش و از ۰/۵ تا ۱/۵ درصد افت پخت یافت. کیم و همکاران نیز در سال ۲۰۱۳ گزارش کردند که با افزایش غلظت سس سویا از ۰ تا ۵۰ درصد، افت پخت عضله دو سر ران گاو افزایش و از ۵۰ تا ۱۰۰ درصد افت پخت کاهش یافت. ساویر و همکاران (۲۰۰۸) به‌طور مشابه گزارش کردند که با افزایش غلظت اسید لاکتیک از ۰/۵ به ۲ درصد در حضور نمک و بدون حضور نمک افت پخت به ترتیب از ۶۷/۵ به ۶۶/۷ درصد و از ۷۰/۷ به ۶۴/۲ درصد کاهش یافت.

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که اثر غلظت اسید استیک بر میزان مت میوگلوبین از نظر آماری بدون معنی بود، اما تأثیر زمان نگهداری در ماریناد معنی‌دار ارزیابی گردید ($P < 0.05$). با افزایش مدت زمان نگهداری در محلول اسید و کاهش pH میزان این پارامتر افزایش یافت به صورتی که پس از ۷۲ ساعت نگهداری در ماریناد میزان این پارامتر به طرز معنی‌داری بالاتر از سایر زمان‌ها بود. همچنین در نمونه‌های تیمار شده به‌طور میانگین بیشترین فرم شیمیایی میوگلوبین مربوط به مت میوگلوبین بود؛ زیرا محیط اسیدی ماریناد سبب دناتوراسیون میوگلوبین و تشکیل بیشتر مت میوگلوبین می‌شود. مشابه این نتیجه، در تحقیقات انجام شده روی گوشت شتر مرغ نیز به اثبات رسید و بیشترین فرم شیمیایی مربوط به مت میوگلوبین ارزیابی گردید که علت آن را می‌توان به کاهش سریع pH پس از کشتار عضله در زمانی که هنوز دمای لاشه بالا بود، نسبت داد (سورلند، ۲۰۰۹؛ بقایی و همکاران، ۱۳۹۲).



شکل ۱۱- میانگین تغییرات اکسیداسیون رنگدانه عضله دو سران شتر ماریناد شده در غلظت‌های مختلف اسید استیک حروف M, OM, DOM, MetM به ترتیب نمایانگر میوگلوبین، اکسی میوگلوبین، داکسی میوگلوبین و مت میوگلوبین می‌باشد. نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).



شکل ۱۰- میانگین افت پخت عضله دو سران شتر

ماریناد شده طی زمان نگهداری در اسید استیک

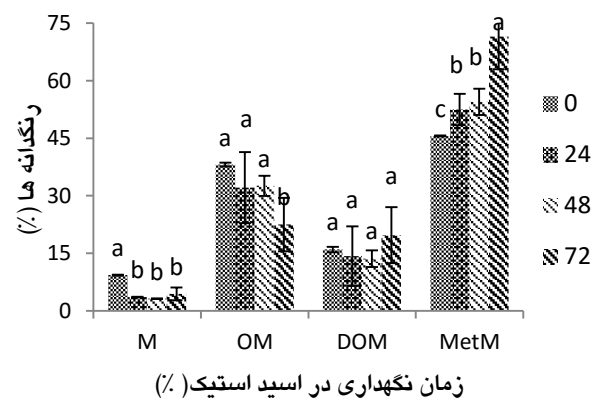
نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

اکسیداسیون رنگدانه

رنگ گوشت یکی از مهمترین معیارهای انتخاب گوشت توسط مصرف‌کننده است. رنگ گوشت ناشی از غلظت رنگدانه میوگلوبین و هموگلوبین، حالت شیمیایی این رنگدانه‌ها و ویژگی‌های پخش نور گوشت است (بروور، ۲۰۰۴). همچنین، عواملی مانند pH نهایی، نوع فیبر عضله، ساختار و حالت فیزیکی پروتئین‌های عضله و نسبت چربی بین عضلانی بر رنگ گوشت تأثیرگذار هستند (کادیم و همکاران، ۲۰۰۹). نتایج حاصل از اثر غلظت اسید استیک و زمان نگهداری در اسید بر رنگدانه‌های گوشت در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است. گزارش آنالیز واریانس نشان داد که غلظت اسید استیک و زمان نگهداری در محلول اسید بر رنگدانه میوگلوبین تأثیر معنی‌داری دارد ($P < 0.05$). با بررسی اثر غلظت اسید بر میزان میوگلوبین نشان داده شد که نمونه‌های در غلظت صفر (بدون اسید) و یا زمان صفر در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده در غلظت‌ها و زمان‌های دیگر به‌طور معنی‌داری دارای میوگلوبین بیشتر بودند. این پدیده را می‌توان ناشی از بالا بودن pH دانست، زیرا در گوشت‌های دارای pH بالا غلظت میوگلوبین زیاد می‌باشد (حیدری و همکاران، ۱۳۹۲؛ کریزویسکی، ۱۹۷۸). با کاهش pH در نمونه‌های ماریناد شده و همچنین در طول زمان غلظت میوگلوبین نمونه‌ها نیز کاهش یافت.

اتفاق می‌افتد. لذا شدت روشنایی گوشت کاهش می‌یابد (آفر، ۱۹۹۱؛ ساتلند، ۲۰۰۴). همچنین در محیط‌های اسیدی میزان نفوذ نور کمتر و شدت انعکاس نور بیشتر است (بوتا و همکاران، ۲۰۰۷). غلظت ماریناد حاوی اسید استیک به‌طور معنی‌داری بر پارامترهای رنگ L^* و a^* و مؤثر بود ($P < 0.05$)، به‌طوری‌که نمونه‌های تیمار شده دارای L^* بالاتر و a^* کمتری نسبت به تیمار شاهد بودند، اما در ارتباط با پارامتر b^* روند منظمی مشاهده نگردید (شکل ۱۳). زیرا میوگلوبین در نتیجه تیمار اسیدی تبدیل به مت میوگلوبین می‌گردد که دارای شدت قرمزی کمتری است (لاری، ۱۹۷۹). علاوه بر این pH پایین نمونه‌های تیمار شده در غلظت‌های مختلف اسید باعث دناتوراسیون پروتئین‌های سارکوپلاسمی و میوفیبریلی می‌شود و در اثر دناتوراسیون آن‌ها، ظرفیت نگهداری و پیوند آب عضله تغییر می‌کند. در نهایت مقدار آب پراکنده شده در بین فیبرهای عضلانی بر روی توانایی انعکاس نور گوشت تأثیر می‌گذارد (آرگانوسا و ماریوت، ۱۹۸۹). مطابق نتایج آنالیز رنگ نیز، میزان a^* نمونه‌ها در غلظت صفر و یا زمان صفر بیشتر از نمونه‌های تیمار شده در غلظت‌های مختلف اسید و زمان‌های دیگر بود. در واقع همزمان با تشکیل مت میوگلوبین، مقدار میوگلوبین در همه نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه شاهد کاهش می‌یابد و تغییر رنگ تدریجی سطح گوشت از قرمز به قهوه‌ای (کاهش a^*) ایجاد می‌شود (مانسینی و هانت، ۲۰۰۵؛ بریثین و همکاران، ۲۰۰۹). البته شاید علت دیگر، تشکیل دو رنگدانه هموکروم و همی‌کروم بر اثر حرارت یا عوامل دناتوره‌کننده در گوشت باشد که به ترتیب دارای رنگ‌های قرمز تیره و قهوه‌ای هستند و در هر دوی آن‌ها پروتئین گلوبین دناتوره شده است. بنابراین، این احتمال وجود دارد که به دلیل pH پایین محلول اسیدی و اثر دناتوره‌کنندگی آن‌ها، این رنگدانه‌ها نیز در گوشت ایجاد شده باشد (سبزی و همکاران، ۱۳۹۴).

نتایج آنالیز واریانس داده‌ها حاکی از تأثیر معنی‌دار زمان نگهداری در محلول اسید استیک بر L^* و a^* بود ($P < 0.05$)، درحالی‌که بر b^* اثر معنی‌دار نداشت. به‌طوری‌که نمونه‌های تیمار شده در زمان‌های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت دارای L^* بیشتر و a^* کمتری نسبت به نمونه شاهد بودند (شکل ۱۴). نتایج مربوط به میزان میوگلوبین نمونه‌ها را می‌توان با توجه به



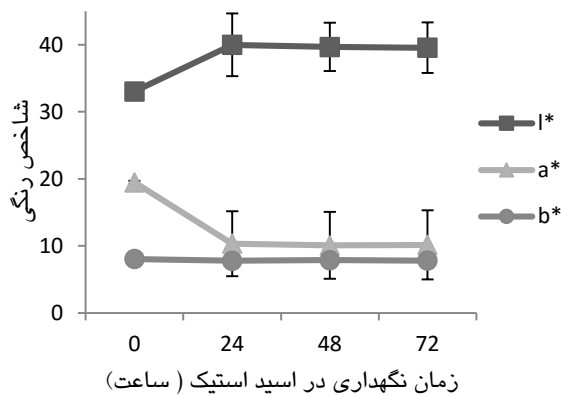
شکل ۱۲- میانگین تغییرات اکسیداسیون رنگدانه عضله دو سر ران شتر دو سر ران شتر ماریناد شده طی زمان نگهداری در اسید استیک

حروف M, OM, DOM, MetM به ترتیب نمایانگر میوگلوبین، اکسی میوگلوبین، داکسی میوگلوبین و مت میوگلوبین می‌باشد. نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

اثر غلظت محلول اسیدی بر اکسی و دئوکسی میوگلوبین بی‌معنی ارزیابی گردید. همچنین مدت زمان نگهداری نیز بر دئوکسی بی‌معنی اما بر اکسی میوگلوبین معنی‌دار بود. به طوری که میزان اکسی میوگلوبین نمونه تیمار شده در زمان ۷۲ ساعت در مقایسه با نمونه شاهد کاهش معنی‌دار و میزان دئوکسی میوگلوبین همین نمونه در مقایسه با نمونه شاهد افزایش یافت، هر چند این افزایش معنی‌دار نبود.

رنگ

مصرف‌کنندگان از رنگ برای ارزیابی تازگی و کیفیت گوشت استفاده می‌کنند. پارامترهای شدت روشنایی (L^* /میزان روشنایی) و شدت قرمزی (a^*) دستگامی مستقیماً با رنگ گوشت در ارتباط است و می‌توان از آن‌ها برای ارزیابی رنگ گوشت استفاده نمود. ولی شدت زردی (b^*) مستقیماً با رنگ گوشت مرتبط نبوده و ارزیابی آن توسط پانلیست‌ها نیز دشوار است (مانسینی و هانت، ۲۰۰۵). به هر حال تغییر رنگ یکی از مشکلات عمده در ارتباط با استفاده از اسیدهای آلی در گوشت می‌باشد که در سطوح بالاتر مصرف اسید اهمیت بیشتری پیدا کرده و بر پایداری رنگ گوشت اثر دارد (ناونا و همکاران، ۲۰۰۶). ثابت شده است هرچه pH نهایی در گوشت بالاتر باشد، به دلیل بالاتر بودن حجم میوفیبریل‌ها و میوگلوبین، جذب یا نفوذ نور بیشتر و پراکنش نور کمتر



شکل ۱۳- شاخص‌های رنگی L^* a^* b^* عضله دو سر ران

شتر ماریناد شده طی زمان نگهداری در اسیداستیک

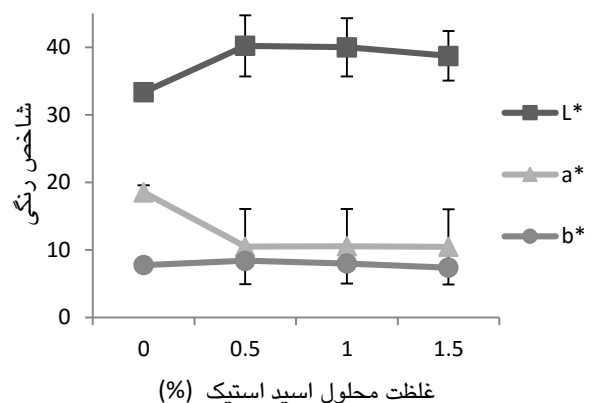
نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

اندیس تیوباربیتوریک اسید

معمولاً اندازه‌گیری تغییرات ثانویه اکسیداسیون در مواد غذایی مناسب‌تر می‌باشد؛ زیرا هیدروپراکسیدها فرار، بی‌رنگ و بدون طعم هستند، درحالی‌که محصولات ثانویه مثل کتون‌ها، آلدهیدها، هیدروکربن‌ها و الکل‌ها اغلب پایدار و دارای بو می‌باشند. رایج‌ترین اندازه‌گیری به‌وسیله واکنش ۲- تیوباربیتوریک اسید با آلدهیدها است. محصولات نهایی تجزیه هیدروپراکسیدها، محصولات ثانویه مانند هگزانال، پنتانال، مالون دی آلدهید هستند. کمپلکس مالون دی آلدهید- تیوباربیتوریک اسید به عنوان یک محصول رنگی می‌تواند به صورت فتومتری در ۵۲۲ نانومتر سنجیده شود. یکی از محدودیت‌های آزمون TBARS میزان واکنش‌هایی است که به‌وسیله تغییر در pH، درجه حرارت و غلظت TBA تغییر می‌کند. در pH پایین‌تر، درجه حرارت بالاتر و یا غلظت بالاتر TBA، میزان واکنش افزایش می‌یابد (کرت، ۲۰۱۳).

نتایج به دست آمده از آزمون رنگ آن‌ها مبنی بر بالاتر بودن درجه قرمزی گوشت و میزان این فاکتور رنگی در نمونه‌های غلظت صفر و یا زمان صفر نسبت به سایر نمونه‌های تیمار شده در اسید استیک توجیه کرد. به این ترتیب تجمع میوگلوبین با درجه قرمزی گوشت ارتباط مستقیم دارد. حیدری و همکاران (۱۳۹۲) نیز بیان کردند که نتایج مربوط به میزان میوگلوبین گوشت‌ها را می‌توان با توجه به نتایج به دست آمده از آنالیز رنگ نمونه‌های گوشت مبنی بر بالاتر بودن درجه قرمزی گوشت شترمرغ و پایین‌تر بودن این فاکتور رنگی برای گوشت شتر توجیه کرد.

آرگانوسا و ماریوت (۱۹۸۹) نیز بیان کردند که استفاده از اسیدهای استیک و سیتریک برای ترد کردن گوشت گاو سبب شد مقادیر پارامترهای L^* و a^* نمونه‌های تیمار شده نسبت به نمونه شاهد به ترتیب افزایش و کاهش یابد، درحالی‌که اختلاف آماری معنی‌داری در مورد b^* مشاهده نشد. افزایش L^* و کاهش a^* در نمونه‌های گوشت گاو تیمار شده با اسید لاکتیک ۰/۱ مولار بعد از یک ساعت و همچنین کاهش قرمزی در نمونه‌های تیمار شده با اسید استیک در غلظت ۰/۰۵ مولار در بیشتر از ۸ ساعت توسط هینکل (۲۰۱۰) گزارش گردید. ناونا و همکاران (۲۰۰۶) افزایش L^* و b^* نمونه‌های تیمار شده گوشت بوفالو در مقایسه با نمونه‌های شاهد طی مدت زمان نگهداری را نشان دادند، درحالی‌که میزان a^* در نمونه شاهد تا روز سوم بیشتر و سپس در مقایسه با نمونه‌های تیمار شده کاهش یافت.

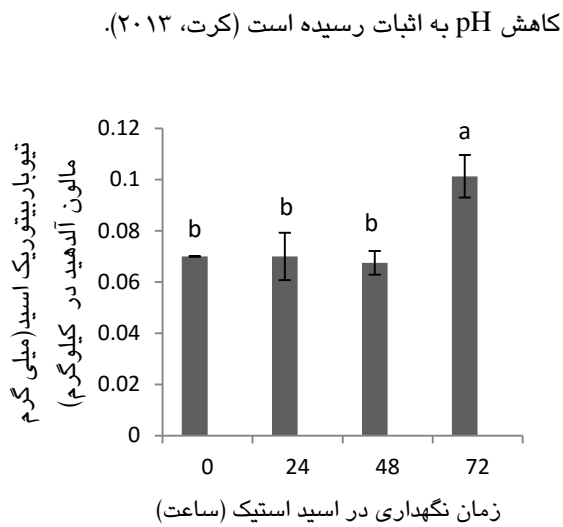


شکل ۱۳- شاخص‌های رنگی L^* a^* b^* عضله دو سر ران

شتر ماریناد شده در غلظت‌های مختلف اسید استیک

نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

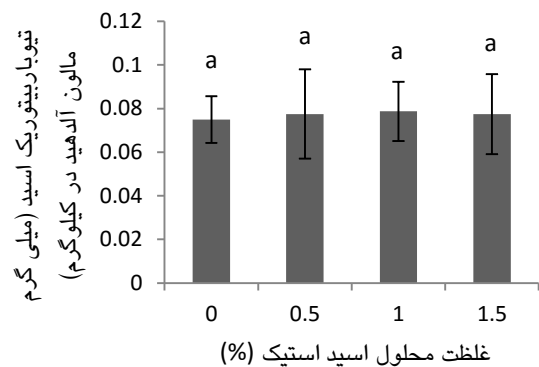
¹ malondialdehyde



شکل ۱۶- تغییرات اسید تیوباربیتوریک عضله دو سر ران شتر ماریناد شده طی زمان نگهداری در اسید استیک
نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که ترکیب اسید استیک و کلرید سدیم می‌تواند به‌عنوان یک ماریناد مؤثر برای بهبود برخی ویژگی‌های کیفی عضله دوسر ران شتر به کار رود. قرار دادن گوشت در ماریناد اسید استیک سبب جذب ماریناد، افزایش رطوبت، افت پخت، و روشنایی نسبت به نمونه شاهد گردید، از طرفی دیگر کاهش میزان pH، WHC، درجه قرمزی و در نتیجه کاهش میزان میوگلوبین، افزایش مت میوگلوبین و تیوباربیتوریک اسید مشاهده شد.



شکل ۱۵- تغییرات اسید تیوباربیتوریک عضله دو سر ران شتر ماریناد شده در غلظت‌های مختلف اسید استیک
نتایج با حروف غیر مشابه نشان‌دهنده اختلاف آماری معنی‌دار هستند ($P < 0.05$).

نتایج آنالیز واریانس (شکل ۱۵) نشان داد که غلظت اسید استیک بر اندیس تیوباربیتوریک اثر معنی‌داری نداشت ($P < 0.05$) درحالی‌که اثر زمان نگهداری در اسید استیک (شکل ۱۶) دارای اثر معنی‌دار بود ($P < 0.05$). به‌طوری‌که نمونه تیمار شده بعد از ۷۲ ساعت نگهداری در اسید بیشترین میزان TBARS را به خود اختصاص داد. این افزایش می‌تواند به دلیل کاهش pH باشد، زیرا در pH پائین اکسیژن (متصل شده به آهن هم) به شکل‌های رادیکال سوپراکسید و هیدروپراکسید آزاد شده و در واکنش‌های اکسیداسیون چربی و پروتئین شرکت می‌کند (شارده و همکاران، ۲۰۱۵). همچنین افزایش در حلالیت آهن به همراه کاهش pH نیز می‌تواند سرعت اکسیداسیون را افزایش بدهد. در سایر سیستم‌های غذایی همچون امولسیون‌های روغن در آب، توانایی آهن در افزایش سرعت اکسیداسیون چربی‌ها با

منابع مورد استفاده

- بقایی ه، ۱۳۹۲. تعیین ترکیبات شیمیایی و بررسی اثر جنس و شرایط کشتار بر ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و حسی گوشت شترمرغ طی دوره ترد شدن. رساله دوره دکتری، دانشگاه فردوسی مشهد.
- حیدری ف، وریدی م ج، وریدی م، ۱۳۹۰. اثر درجه چرخ کردن بر ویژگی‌های رنگی گوشت گاو، شتر و شترمرغ
- زاهدی ی، وریدی م ج، وریدی م، ۱۳۹۲. مقایسه ویژگی‌های فیزیکی‌شیمیایی و کیفی عضله‌های طویل سینه‌ای (Longissimus thoracis) و دو سر ران (Biceps femoris) شتر یک کوهانه ایرانی. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی، ۳ (۱): ۷۹ تا ۹۶.

سبزی ف، ۱۳۹۴. تأثیر آبغوره بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی و بافتی عضله دوسرران (*Biceps femoris*) گاو، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد.

سلطانی زاده، ن و کدیور م، ۱۳۹۰. شیمی و فناوری گوشت و فرآورده‌های گوشتی، انتشارات مرکز نشر دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان.

Aaslyng M D, Bejerholm C, Ertbjerg, P, Bertram H C & Andersen H J, 2003. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. *Food quality and preference* 14(4), 277-288.

Akamittath J G, Brekke C J & Schanus E G, 1990. Lipid oxidation and color stability in restructured meat systems during frozen storage. *Journal of Food Science* 55(6), 1513-1517.

Aktaş N, Aksu M I & Kaya M, 2003. The effect of organic acid marination on tenderness, cooking loss and bound water content of beef. *Journal of Muscle Foods* 14(3), 181-194.

AOAC, 2002. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists. Gaithersburg, Maryland, USA

Arganosa GC and Marriott NG, 1989. Organic acids as tenderizers of collagen in restructured beef. *Journal of Food Science* 54(5), 1173-1176.

Berriain MJ, Goñi MV, Indurain G, Sarriés MV and Insausti K, 2009. Predicting Longissimusdorsi myoglobin oxidation in aged beef based on early post-mortem colour measurements on the carcass as a colour stability index. *Meat science*, 81(3) pp.439-445.

Bernard F, Chaibou M & Vias G, 2012. Integrated impact of climate change and socioeconomic development on the evolution of camel farming systems. *British Journal of Environment and Climate Change* 2(3), 227.

Botha SSC, Hoffman LC and Britz TJ, 2007. Physical meat quality characteristics of hot-deboned ostrich (*Struthio camelus* var. domesticus) *Muscularis gastrocnemius*, pars interna during post-mortem aging. *Meat science* 75(4), pp.709-718.

Bowker BC, Liu MN, Eastridge JS, Callahan JA, Paroczay EW and Solomon MB, 2010. Effect of postmortem aging and hydrodynamic pressure processing on pork loin quality. *Journal of Muscle Foods* 21: 379-398.

Brewer S, 2004. Irradiation effects on meat color—a review. *Meat Science*, 68(1), 1-17.

Cannon J E, McKeith F K Martin S E, Novakofski J & Carr T R, 1993. Acceptability and Shelf-life of Marinated Fresh and Precooked Pork. *Journal of food science* 58(6), 1249-1253.

Desmond E M & Troy D J, 2001. Effect of lactic and citric acid on low-value beef used for emulsion-type meat products. *LWT-Food Science and Technology*, 34(6), 374-379.

Devine C, Dikeman M, 2014. *Encyclopedia of meat sciences*. Elsevier.

Forrest J C, Aberle E D, Hedrick H B, Judge M D, Merkel R A, 1975. *Principles of meat science*. WH Freeman and Co.

Gault N F S, 1985. The relationship between water-holding capacity and cooked meat tenderness in some beef muscles as influenced by acidic conditions below the ultimate pH. *Meat Science* 15(1), 15-30.

Gault N F S, 1991. Marinated Meat. In R. Lawrie (Ed.), *Developments in meat science*, 5: 191-246. London and New York: Elsevier Applied Science.

Hamm R, Deatherage F E, 1960. Changes in hydration, solubility and charges of muscle proteins during heating of meat. *Journal of Food Science* 25(5), 587-610.

Hamm R, 1975. Water-holding capacity of meat. In: *Meat* (D. J. A., Cole, & R. A., Lawrie, eds). Butterworth Publishers, London 321-337.

Heymann H, Hedrick H B, Karrasch M A, Eggeman M K and Ellersieck M R, 1990. Sensory and chemical characteristics of fresh pork roasts cooked to different endpoint temperatures. *Journal of Food Science* 55(3), 613-617.

Hinkle JB, 2010. Acid marination for tenderness enhancement of beef bottom round. *Theses and Dissertations in Animal Science* p.12.

- Honikel K O, 1998. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat science* 49(4), 447-457.
- Kadim I T, Al-Hosni Y, Mahgoub O, Al-Marzooqi, W, Khalaf S K, Al-Maqbaly R S, Al-Amri I S, 2009. Effect of low voltage electrical stimulation on biochemical and quality characteristics of Longissimus thoracis muscle from one-humped Camel (*Camelus dromedaries*). *Meat science* 82(1), 77-85.
- Kerth CR, 2013. *The science of meat quality*. Ames, IA: Wiley-Blackwell.
- Kim H W, Choi Y S, Choi J H, Kim H Y, Lee M A, Hwang K E, Kim C J, 2013. Tenderization effect of soy sauce on beef M. biceps femoris. *Food Chemistry* 139(1), 597-603.
- Klinhom P, Klinhom J, Senapa J, Methawiwat, S, 2011. Influence of citric acid, lemon and porcupine fruit juice on the tenderness and sensory properties of bovine meat. In *Proceedings of the 49th Kasetsart University Annual Conference, Kasetsart University, Thailand, 1-4 February, 2011. Volume 4. Subject: Agricultural Extension and Home Economics. (pp. 1-10). Kasetsart University.*
- Knight P, Parsons N, 1988. Action of NaCl and polyphosphates in meat processing: Responses of myofibrils to concentrated salt solutions. *Meat Science* 24(4), 275-300.
- Krzywicki K, 1979. Assessment of relative content of myoglobin, oxymyoglobin and metmyoglobin at the surface of beef. *Meat Science* 3(1), 1-10.
- Krzywicki K, 1982. The determination of haem pigments in meat. *Meat Science*, 7(1), 29-36.
- Lawrie R A, 1979. *Meat Science*. Third edition. Pergamon Press, Oxford.
- Lund M N, Hviid M S, Skibsted L H, 2007. The combined effect of antioxidants and modified atmosphere packaging on protein and lipid oxidation in beef patties during chill storage. *Meat Science* 76(2), 226-233.
- Mancini R A, Hunt, M, 2005. Current research in meat color. *Meat science* 71(1), 100-121.
- Medyński A, Pospiech E, Kniat R, 2000. Effect of various concentrations of lactic acid and sodium chloride on selected physico-chemical meat traits. *Meat science* 55(3), 285-290.
- 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(2), 409-415.
- Offer G, 1991. Modelling of the formation of pale, soft and exudative meat: Effects of chilling regime and rate and extent of glycolysis. *Meat Science* 30(2), 157-184.
- Offer G, Knight P, 1988. Structural basis of water-holding in meat. 2. Drip losses. *Developments in Meat Science*.
- Burke R M, Monahan F J, 2003. The tenderisation of shin beef using a citrus juice marinade. *Meat Science* 63(2), 161-168.
- Rao M. V, Gault N. F. S, Kennedy, S, 1989. Variations in water-holding capacity due to changes in the fibre diameter, sarcomere length and connective tissue morphology of some beef muscles under acidic conditions below the ultimate pH. *Meat Science* 26(1), 19-37.
- Sauerland M, 2008. Effect of pH and temperature on myoglobin in fresh meat.
- Sawyer J T, Apple J K, Johnson Z B, 2008. The impact of lactic acid concentration and sodium chloride on pH, water-holding capacity, and cooked color of injection-enhanced dark-cutting beef. *Meat Science* 79(2), 317-325.
- Sawyer J T, Apple J K, Johnson Z B, 2008. The impact of lactic acid concentration and sodium chloride on pH, water-holding capacity, and cooked color of injection-enhanced dark-cutting beef. *Meat Science* 79(2), 317-325.
- Sawyer J T, Apple J K, Johnson Z B, Baublits, R T & Yancey J W S, 2009. Fresh and cooked color of dark-cutting beef can be altered by post-rigor enhancement with lactic acid. *Meat science* 83(2), 263-270.
- Serdaroğlu M, Abdramov K, Oenenc, A, 2007. The effects of marinating with citric acid solutions and grapefruit juice on cooking and eating quality of turkey breast. *Journal of Muscle Foods* 18(2), 162-172.
- Sharedeh D, Gatellier P, Astruc T and Daudin JD, 2015. Effects of pH and NaCl levels in a beef marinade on physicochemical states of lipids and proteins and on tissue microstructure. *Meat science* 110, 24-31.

- Smaoui S, Hlima H B, Ghorbel R, 2012. The effect of sodium lactate and lactic acid combinations on the microbial, sensory, and chemical attributes of marinated chicken thigh. *Poultry science* 91(6), 1473-1481.
- Swatland HJ, 1993. Explaining the P in PSE. *Meat Focus International* (United Kingdom).
- Tang J, Faustman C, & Hoagland T A, 2004. Krzywicki revisited Equations for spectrophotometric determination of myoglobin redox forms in aqueous meat extracts. *Journal of Food Science* 69(9), C717-C720.
- Vergara H, Molina A & Gallego L, 1999. Influence of sex and slaughter weight on carcass and meat quality in light and medium weight lambs produced in intensive systems. *Meat science* 52(2), 221-226.
- Yusop S M, O'Sullivan M G, Kerry J F, & Kerry J P, 2010. Effect of marinating time and low pH on marinade performance and sensory acceptability of poultry meat. *Meat science* 85(4), 657-663.

Effects of sodium chloride / acetic acid marinade on some quality properties of Iranian one-humped camel meat

M Irajifar¹, MJ Varidi^{2*}, M Varidi^{2*} and Y Zahedi³

Received: January 16, 2017 Accepted: September 19, 2017

¹PhD Student, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

²Associate Professor, Department of Food Science and Technology, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

³Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili, Ardabil, Iran

*Corresponding author: Email: mjvaridi@um.ac.ir

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of marinade solution with different acetic acid concentration (0.5, 1 and 1.5% w/w)-sodium chloride (2%) and immersion time (24, 48 and 72h) on physicochemical and quality characteristics of biceps femoris (*BF*) muscle of Iranian camel. For this purpose, pH, moisture content, marinade uptake, color properties, water-holding capacity, pigment oxidation indicators and thiobarbituric acid were examined. Results showed that the acetic acid concentration and immersion time of the samples had significant effect on the marinade uptake, moisture content, water holding capacity (WHC), cooking loss, myoglobin, brightness (L^*) and redness (a^*) properties. The immersion time significantly affected thiobarbituric acid of the samples, whereas marinade concentration had not significant impact on it. The pH of marinated meat exhibited a direct relationship with WHC, myoglobin and a^* , but a reverse relationship with cooking loss, thiobarbituric acid and Met-myoglobin properties. Overall, the results indicated that the combination of acetic acid and sodium chloride marinade could be a useful method for improvement the quality of camel BF muscle.

Keywords: Acetic acid, Biceps femoris, Camel, Marinade