تأثیر تیمار فراصوت بر ویژگی‌های فیزیکی و بافتی گوشت گاو در طی نگهداری در دمای یخچال و پس از رفع انجماد

عبدالرحمن حمزه[۱]، فریبا زینالی[*۲]، هادی الماسی[۳]

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۲- دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه
۳- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه

(تاریخ دریافت: ۹٦/۱۰/۰۹ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰٤/۲۱)

چکیده

هدف از این مطالعه، بررسی اثر تیمار اولتراسوند بر خواص فیزیکوشیمیایی و بافتی گوشت گاو بود. تیمار اولتراسوند در دو فرکانس ٦۰ و ٤۰ کیلوهرتز به مدت‌های ۱۵ و۳۰ دقیقه بر روی گوشت تازه اعمال شد. سپس قطعات گوشت به مدت ۸ روز در دمای یخچال (٤ درجه سانتی گراد) نگهداری شده و خواص شیمیایی و فیزیکی آن‌ها در بازه‌های زمانی ۱، ٤ و ۸ روزه مورد ارزیابی قرار گرفت. تیمار اولتراسوند باعث کاهش pH و ظرفیت نگهداری آب شد. با انجام تیمار فراصوت، افت پخت افزایش یافت و افت حاصل از رفع انجماد کاهش یافت و نمونه تیمار شده با فرکانس ٤۰ کیلوهرتز و مدت زمان ۳۰ دقیقه بیشترین میزان تغییرات در این پارامترها را نشان داد. تیمار فراصوت تأثیر معنی داری بر روی ظرفیت نگهداری آب در گوشت نداشت ($p > ۰/۰۵$). تأثیر تیمار اولتراسوند بر روی سفتی گوشت، بسته به پارامترهای فرکانس، زمان تیمار و مدت نگهداری متفاوت بود. گوشت تیمار شده با فرکانس ٤۰ کیلوهرتز به مدت ۱۵ دقیقه، در روز چهارم کمترین سفتی بافت را نشان داد. تصاویر میکروسکوپی نوری تهیه‌شده از نمونه‌ها حاکی از تغییر در ساختار میوفیبریل‌ها و افزایش فضای بین الیاف عضلانی بود و با کاهش فرکانس و افزایش زمان تیمار، تغییر در ساختار میوفیبریل‌ها بیشتر شد. با بررسی کلی تمام پارامترها مشخص شد که استفاده از فرکانس ٤۰ کیلوهرتز به مدت ۳۰ دقیقه بهترین تأثیر را بر روی خصوصیات کیفی گوشت داشته و می‌تواند بعنوان یک تیمار موثر پس از ذبح دام مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژگان: گوشت گاو، تیمار اولتراسوند، سفتی بافت، خواص فیزیکوشیمیایی

[*] مسئول مکاتبات: f.zeynali@urmia.ac.ir

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

۱- مقدمه

گوشت یکی از مهمترین منابع پروتئینی به شمار می آید. غنی بودن گوشت از پروتئین های ارزشمند حاوی اسیدهای آمینه ضروری برای بدن، مواد معدنی مانند آهن و روی، انواع ویتامین ها و نیز انرژی کافی سبب می شود تا آن را در زمره بهترین و کاملترین مواد غذایی طبقه بندی نمایند.

در بین همه‌ی ویژگی‌های کیفی و خوراکی گوشت، بافت و تردی، بیشترین اهمیت را از نظر مصرف کنندگان دارد. عوامل تعیین کننده سفتی شامل نوع عضله به عنوان مثال سمی‌ممبرانوس جزء عضلات زبر و سمی‌تندینوسوس جزء عضلات نرم است [۱]. گونه و نژاد، جنسیت، اندازه جثه و میزان بافت پیوندی نیز از جمله عوامل تأثیرگذار است [۲]. علاوه بر این، مشکلاتی مانند سفتی حاصل از جمود نعشی[1]، گوشت PSE[2] و DFD[3]، کوتاه شدگی عضله در اثر سرما[4]، Rigor Shortening و جمود نعشی به هنگام رفع اجماد صنعت گوشت را درگیر خود کرده است (۳). یکی دیگر از مشکلات صنعت گوشت، مسائل بوجود آمده در اثر انجماد است. انجماد باعث تعدادی پدیده مشخص فیزیکی و بیولوژیکی می شود که بعد از رفع انجماد قابل مشاهده اند، شامل خروج خونابه، تغییر انسجام و مهمتر از همه کاهش کیفیت حسی [٤]. بنابراین اعمال تغییراتی برای کاهش آسیب ها و افزایش خواص مطلوب الزامی است. مطالعات مختلفی جهت افزایش تردی بافت گوشت و همچنین حفظ کیفیت آن پس از رفع انجماد انجام گرفته است.

یکی از روش های نسبتاً جدید برای فرآوری مواد غذایی استفاده از تیمار فراصوت با قدرت بالا است. التراسوند شکلی از انرژی تولید شده توسط امواج صوتی با فرکانس بالا (بالای۲۰ kHz) است. التراسوند دارای امواج با فرکانس بالا در محدوده مگاهرتز است که برای ارزیابی و تشخیص استفاده می شود و نیز امواج با فرکانس پایین در محدوده کیلوهرتز که از آن به عنوان اولتراسوند قدرتی نامبرده می شود [۷-۵]. عملکرد التراسوند قدرتی عموماً وابسته به ارتعاشاتش است که تولید کاویتاسیون در مایعات و بافت‌های بیولوژیک می‌کند. کاویتاسیون شامل شکل گیری، رشد ومتلاشی شدن مداوم میکروحباب ها در یک محیط آبی است و تحت تأثیر تنش وارد شده در اثر این پدیده، تغییرات بیولوژیکی مختلفی در مواد رخ می‌دهد [۸ و۹].

التراسوند اولین بار در سال ۱۹۵۰ به عنوان یک ابزار غیر مخرب برای ارزیابی کیفیت لاشه در صنعت گوشت استفاده شد. استفاده ازالتراسوند قدرتی در صنعت گوشت می تواند خواص فیزیکی، بیوشیمیایی و میکروبی گوشت را تغییر دهد. به عنوان مثال روی تردی گوشت تاثیر داشته، رنگ گوشت و ثبات رنگی آن را بهبود داده و همچنین می‌تواند باعث اختلال فیزیکی (شکستگی) در بافت گوشت شود. بطوری که ازهم گسستن و حلالیت پروتئین های میوفیبریلاری را بهبود داده و باعث متلاشی شدن بافت پیوندی می‌شود. اولتراسوند همچنین با تاثیر روی ظرفیت نگهداری آب و بافت و خواص عملکردی گوشت می‌تواند خروج خونابه و افت پخت را کاهش دهد. تیمار فراصوت بعنوان فرآیندی ارزان و کم هزینه، گزینه‌ای مناسب جهت استفاده در صنایع گوشت می‌باشد و [۸و۱۲-۱۰]. مطالعات معدودی در مورد اثر تیمار اولتراسوند بر روی ویژگی‌های کیفی گوشت‌های مختلف وجود دارد که اکثر آنها مربوط به تأثیر روی تردی گوشت است و سایر خصوصیات کیفی گوشت بررسی نشده است. به‌عنوان مثال Lyng و همکاران (۱۱) و Chang و همکاران [۱۲] با استفاده از حمام اولتراسوند با فرکانس پایین (۳٤ و ٤۲ KHz) و شدت بالا (۲۹ و ٤۰ وات بر سانتی متر مربع) هیچ بهبودی در سفتی گوشت مشاهده نکردند در صورتی که Smith و همکاران [۱۳] با استفاده از حمام اولتراسوند (۲۵/۹ KHz) متوجه کاهش قابل‌توجهی در سفتی بافت گوشت شدند. همچنین Dolatowski و همکاران [٤] با فرکانس ۲۵ KHz و شدت ۲وات بر سانتی متر مربع تغییرات قابل‌توجهی در میزان تردی فقط برای گوشت پخته‌شده در ۵۰°C مشاهده کردند اما در ۷۰°C بهبودی در تردی بافت مشاهده نشد. با وجود این تناقضات، Stadnik و همکاران [۱٤] ریز ساختار گوشت تیمار شده با اولتراسوند را بررسی کرده و مشاهده کردند که بسیاری از صفحه‌های Z و میوفیبریل‌ها و سارکومرها در نمونه اولتراسوند شده متلاشی‌شده‌اند. بنابراین آنها اثر اولتراسوند در افزایش تردی گوشت را تائید نمودند.

در این تحقیق، تأثیر تیمار اولتراسوند بر روی خواص فیزیکی و بافتی گوشت قرمز مورد بررسی قرار گرفته است تا با تکیه

1. Rigor mortis
2. Pale.Soft.Exudativ
3. Dark.Firm. Dry
4. cold shortening

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

بر نتایج آن بتوان اولتراسوند را به عنوان یک روش نوین در فرآوری محصولات گوشتی بیشتر مورد توجه قرار داد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- آماده سازی و تیمار نمونه های گوشت

گوشت ران گاو تازه از کشتارگاه صنعتی شهر ارومیه خریداری و به آزمایشگاه تکنولوژی گروه صنایع غذایی منتقل شد. پس از جداسازی قسمت‌های زائد و چربی قابل رویت گوشت به قطعات cm ۵-۳ در cm ۳-۲ خرد شد.

تیمار اولتراسوند توسط یک پردازنده اولتراسوند از نوع حمام با ابعاد تانک داخلی (۲٤۰×۱۵۰×۳۰۰ میلیمتری) و فرکانس‌های KHz ٦۰ و ٤۰ و توان ٪۷۰ در دمای $25^{\circ}C$ به مدت زمان های ۱۵ و ۳۰ دقیقه انجام گرفت. بدین‌صورت که تکه‌های گوشت در کف بشرهای ۱ لیتری به‌صورت یک‌لایه چیده شده و بشر داخل حمام قرار گرفته و تحت تیمار فراصوت قرار گرفت. از نمونه های گوشت بدون تیمار فراصوت به‌عنوان نمونه‌های شاهد استفاده شد. سپس هر تیمار به ٤ گروه ۷۰-۵۰ گرمی تقسیم‌شده و بعد از توزین در کیسه پلاستیک‌های زی پک برای جلوگیری از اعمال فشار وزن بسته‌ها بر روی‌هم در ظروف یک‌بارمصرف ۱۰ در ۲۰ بسته‌بندی شده. و تا زمان آنالیز در یخچال (دمای $4^{\circ}c$) نگهداری شدند. در طول نگهداری، در دوره‌های ۱، ٤ و ۸ روز آزموون‌های مختلف بر روی نمونه‌های گوشت انجام شد.

۲-۲- اندازه‌گیری pH

مقدار ۲۰ گرم گوشت با استفاده از خردکن کاملاً خرد و یکدست شد سپس با ۸۰ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و خوب هموژن شد. سپس pH گوشت توسط pH متر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد [۱۵].

۲-۳ - تعیین ظرفیت نگهداری آب (WHC)

از روش Kocher و Foegeding [۱٦] با کمی تغییرات برای تعیین ظرفیت نگهداری آب استفاده شد. گوشت گاو توسط خردکن به‌صورت خمیر درآمده سپس ۲ گرم از نمونه درون کاغذ صافی واتمن شماره ۱ گذاشته شده و کاغذ صافی به همراه نمونه درون دستگاه سانتریفیوژ با دور ٦۰۰۰ و به مدت ۵ دقیقه قرار داده شد. نمونه سانتریفیوژ شده توزین و در آون ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت خشک‌شده و مجدداً وزن شد. با استفاده از رابطه زیر میزان ظرفیت نگهداری آب محاسبه گردید.

۱۰۰× وزن نمونه قبل از سانتریفیوژ/(وزن نمونه بعد از آون گذاری – وزن نمونه بعد از سانتریفیوژ) = WHC

۲-٤- افت پخت

جهت انجام این آزمایش هر نمونه گوشت پس از توزین دقیق در کیسه‌ی پلاستیکی زی پک بسته‌بندی شد و در بن ماری ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۵ دقیقه قرار داده شد. سپس تا رسیدن به دمای محیط خنک شده و ترشحات آن خارج شد. در نهایت با دستمال حوله‌ای کاغذی خشک، توزین شد میزان افت حاصل از پخت برحسب درصد طبق فرمول زیر محاسبه گردید [۱۷].

۱۰۰× (وزن نمونه پخته/(وزن نمونه پخته – وزن نمونه خام)) = افت پخت

۲-۵-تعیین میزان خروج خونابه در هنگام رفع انجماد

نمونه‌ها بعد از تیمار اولتراسوند به‌صورت دقیق توزین شده و در زی پک و ظروف یک‌بارمصرف پلاستیکی بسته‌بندی شدند. سپس به یخچال منتقل و تا ٤ درجه سانتی‌گراد سرد شدند پس از گذشتن ۸ ساعت به فریزر منتقل شده و در ۱۸- درجه سانتی‌گراد منجمد شده و به مدت ۱۲ روز در همان حالت نگهداری شدند. سپس از فریزر خارج و در دمای محیط تا آب شدن کامل یخ‌های آن رفع انجماد شدند. ترشحات خارج‌شده از گوشت جدا شد. نمونه‌ها با دستمال حوله‌ای کاغذی در حد ممکن خشک شدند و بعد از وزن کردن نمونه‌ها میزان خروج خونابه به‌صورت زیر محاسبه شد [٤].

۱۰۰ × وزن نمونه قبل از انجماد/(وزن نمونه بعد از رفع انجماد – وزن نمونه قبل از انجماد) = درصد خروج خونابه

۲-٦- آنالیز بافت

آزمون نفوذ با دستگاه آنالیز بافت (texture Analyer, TA.XT Plus, StableMicro Systems, uk) انجام گردید. آزمون نفوذ با استفاده از یک پروب استوانه‌ای با قطر ۵ میلی‌متر و در جهت موازی با تارهای عضلانی انجام گرفت. سرعت حرکت پروب بر روی ۲ میلی‌متر بر ثانیه و تغییر شکل ایجادشده بر روی ۵۰٪ تنظیم شد. نمودارهای نیرو-زمان از

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

طریق نرم‌افزار سیستم رسم گردیدند. بدین ترتیب پارامترهای سفتی (به‌عنوان حداکثر نیروی لازم برای نفوذ پروب به بافت گوشت) محاسبه شد.

۲-۷- تصویر برداری از بافت با میکروسکوپ نوری

برای مشاهده و مطالعه بافت گوشت توسط میکروسکوپ، ضخامت نمونه بافتی باید به‌اندازه‌ای باشد که نور عبور کرده از کندانسور میکروسکوپ بتواند از آن عبور کرده و به عدسی شیئی برسد. بنابراین نمونه‌ها به ضخامت ۵ تا ۱۰ میکرون برش داده شدند. پس از آماده سازی بافت، رنگ آمیزی با هماتوکسیلین _ ائوزین انجام شده و با بزرگ نمایی ۱۰۰ تصویر برداری توسط میکروسکوپ نوری انجام شد.

۲-۸- تجزیه و تحلیل آماری

همهٔ آزمون‌ها در سه تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی به منظور تعیین تأثیر تیمار فراصوت و زمان نگهداری بر خصوصیات گوشت انجام شدند. از نرم افزار آماری SPSS 21 و آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ (p<۰/۰۵) برای تأیید وجود اختلاف بین میانگین‌ها استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱-اثر تیمار اولتراسوند بر pH

نتایج حاصل از اندازه‌گیری pH گوشت در جدول ۱ آورده شده است. در روز اول (بلا فاصله بعد از اعمال تیمار اولتراسوند) با افزایش فرکانس و زمان مورد استفاده برای تیمار، pH افزایش یافت و نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ٦٠ به مدت ۳۰ دقیقه بیشترین pH و نمونه شاهد پایین‌ترین pH را دارا بود. این افزایش pH می تواند به علت آسیب به ساختار سلولی وآزاد شدن یون‌ها به داخل سیتوزول و یا به علت تغییر ساختار پروتئینی که موجب تغییر در برخی ازگروه‌های یونی می‌شود باشد [۱۸]. همچنین با گذشتن زمان بیشتری از نگهداری نمونه‌ها در دمای یخچال مشاهده شد که pH در نمونه های تیمار شده، با شدت بیشتری کاهش یافته است.این کاهش سریع pH نشان دهنده افزایش سرعت گلیکولیز در اثر تیمار اولتراسوند است [۳].

Table 1 Effect of ultrasound treatment on the pH of beef during storage in refrigerator

Sample	Storage time (day)		
	1	4	8
Control	6.30±0.22 ^{aB}	6.17±0.10 ^{abA}	6.01±0.14 ^{cA}
60kHz-15min	6.60±0.03 ^{bcB}	6.34±0.30 ^{cB}	5.80±0.07 ^{bA}
60kHz-30min	6.71±0.07 ^{cC}	6.29±0.16 ^{bcB}	5.69±0.58 ^{abA}
40kHz-15min	6.46±0.01 ^{abB}	6.28±0.06 ^{bcB}	5.78±0.06 ^{bA}
40kHz-30min	6.57±0.02 ^{bcC}	6.35±0.11 ^{bcB}	5.58±0.38 ^{aA}

Means with different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) within a column.
Means with different uppercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) within a raw.

۳-۲- اثر تیمار اولتراسوند بر ظرفیت نگهداری آب (WHC)

نتایج حاصل ازتعیین ظرفیت نگهداری آب در جدول ۲ آورده شده است. بین شاهد و نمونه‌های تیمار شده با اولتراسوند از نظر ظرفیت نگهداری آب، تفاوت آماری معنی داری مشاهده شد. نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ٤٠ به مدت ۳۰ دقیقه بیشترین ظرفیت نگهداری آب را دارا بود. نتایج مطالعات Li و همکاران [۱۹] بر روی ژل گوشت سینه مرغ تیمار شده با اولتراسوند با فرکانس KHz ٤٠ در مدت های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ٤٠ دقیقه نشان داد که تیمار انجام شده در مدت ۲۰ دقیقه بیشترین ظرفیت نگهداری آب را داشته است. پس باید در استفاده از اولتراسوند با زمان‌های بالا محتاط بود. در تحقیق حاضر بجز نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ٤٠ در مدت ۱۵ دقیقه، با افزایش زمان نگهداری کاهش معنی داری در میزان نگهداری آب نمونه‌های تیمار شده ملاحظه گردید. این موضوع را اینگونه می‌توان توضیح داد که احتمالاً اولتراسوند بر ساختار پروتئین‌های میوفیبریلی تأثیر گذاشته است. دلیل دیگر برای این تغییر را می‌توان کاهش سریع pH دانست.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

Table 2 Effect of ultrasound treatment on the water holding capacity (%) of beef during storage in refrigerator

Sample	Storage time (day)		
	1	4	8
Control	50.90±0.55 aA	50.60±0.62 aA	50.10±4.42 aA
60kHz-15min	59.70±0.40 abB	55.46±2.74 aAB	48.51±2.37 aA
60kHz-30min	59.70±0.85 abB	54.43±1.00 aAB	49.60±1.76 aA
40kHz-15min	54.86±2.60 abA	51.96±3.36 aA	50.16±2.47 aA
40kHz-30min	61.76±4.41 bB	54.36±0.66 aA	53.93±1.87 aA

Means with different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) within a column.
Means with different uppercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) within a raw.

۳-۳- اثر تیمار اولتراسوند بر روی افت پخت

نتایج حاصل از تعیین افت پخت نمونه های گوشتی در طول مدت نگهداری در یخچال در جدول ۳ آمده است. تیمار اولتراسوند بلافاصله بعد از اعمال تیمار باعث افزایش افت پخت شده، به نحوی که نمونه شاهد کمترین میزان افت پخت و نمونه تیمار شده با فرکانس ٦۰ KHz به مدت ۱۵ دقیقه بیشترین افت را دارا بود، بقیه نمونه ها تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. با افزایش مدت نگهداری در نمونه شاهد، افت پخت افزایش یافت ولی در تیمار ها ابتدا کاهش وسپس افزایش مشاهده می شود، این روند کاهش وسپس افزایش در نمونه تیمار شده با فرکانس ٦۰ KHz به مدت ۱۵ دقیقه شدیدتر است به نحوی که در روز ٤ این نمونه دارای پایین ترین افت پخت در بین تمامی نمونه ها است. علت این افزایش افت توسط تیمار اولتراسوند را می‌توان این گونه بیان کرد که تیمار اولتراسوند به علت تاثیر روی پروتئین‌های میوفیبریلی در مرحله نخست پخت را تسهیل نموده و لذا میزان مایعات خروجی از گوشت را افزایش داده است [۳]. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج حاصل از مطالعات صورت گرفته توسط Li و همکاران [۱۹] بر روی بهبود خواص ژل گوشت با استفاده از تیمار اولتراسوند (٤۰ KHz) مطابقت دارد. آن‌ها گزارش کردند که با افزایش مدت تیمار افت پخت افزایش می یابد.

Table 3 Effect of ultrasound treatment on the cooking loss (%) of beef during storage in refrigerator

Sample	Storage time (day)		
	1	4	8
Control	37.47±2.43 aA	38.97±0.19 bA	46.22±0.23 aB
60kHz-15min	46.42±1.39 cB	35.13±0.41 aA	43.72±3.71 aB
60kHz-30min	43.54±1.41 bA	40.01±0.39 bA	44.40±2.92 aA
40kHz-15min	41.25±0.69 bAB	40.14±0.96 bA	44.76±3.53 aB
40kHz-30min	44.33±0.31 bB	39.43±0.52 bA	45.53±1.77 aB

Means with different lowercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) within a column.
Means with different uppercase letters indicate significant differences ($p < 0.05$) within a raw.

۳-٤ – اثر تیمار اولتراسوند روی افت ناشی از انجماد زدایی

پس از رفع انجماد ار نمونه های منجمد در دمای اتاق، افت حاصله اندازهگیری سد که نتایج آن در شکل ۱ قابل مشاهده است. تیمار اولتراسوند در نمونه های تیمار شده به غیر از نمونه تیمار شده با فرکانس ٤۰ KHz به مدت ۱۵ دقیقه با عث کاهش افت به صورتی معنی‌دار شد. احتمالا نمونه تیمار شده با فرکانس ٤۰ KHz به مدت ۱۵ دقیقه انرژی کافی برای ایجاد تغییرات ساختاری و پروتئین‌ها به خصوص پروتئین‌های میوفیبریلی را دریافت نکرده بود. نمونه تیمار شده با فرکانس ٤۰ KHz به مدت ۳۰ دقیقه کمترین افت را دارا بود که به علت ظرفیت نگهداری آب بالای آن می باشد. علت را می‌توان اینگونه توضیح داد که تیمار اولتراسوند باعث تغییرات بافتی

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

بخصوص تغییرات بافتی ناشی از تغییر در مولکول‌های پروتئین، شده و ظرفیت نگهداری آب را تغییر داده است.

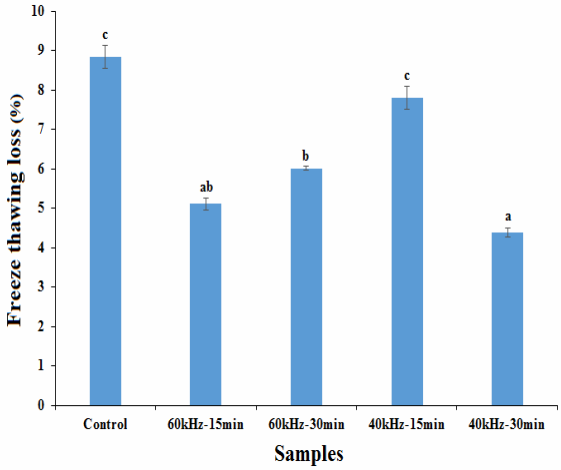

Fig 1 The weight loss of beef samples treated with ultrasound treatment after freeze thawing. Different letters show significant differences between samples (p<0.05).

۳-۵- اثر تیمار اولتراسوند بر روی ویژگی‌های بافتی گوشت گاو طی آزمون نفوذ

تأثیر تیمار اولتراسوند بر روی بافت گوشت گاو و از طریق تعیین نیروی لازم جهت نفوذ به گوشت بر کیلوگرم در روزهای مختلف از زمان نگهداری گوشت در دمای یخچال در شکل ۲ نمایش داده‌شده است. در روز اول بین نمونه‌های تیمار شده با فرکانس‌های KHz ۴۰ و ۶۰ به مدت ۱۵ دقیقه و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ولی نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ۴۰ به مدت ۳۰ دقیقه باعث افزایش و نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ۶۰ به مدت ۳۰ دقیقه باعث کاهش حداکثر نیروی لازم برای نفوذ به گوشت شد. در روز چهارم همه‌ی نمونه‌های تیمار شده به‌جز نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ۶۰ به مدت ۳۰ دقیقه نسبت به شاهد در همان روز کاهش در میزان حداکثر نیرو را نشان دادند که این کاهش در نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ۶۰ به مدت ۳۰ دقیقه ملموس‌تر است. در روز هشتم شاهد کم‌ترین و نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ۴۰ به مدت ۳۰ دقیقه بیشترین سفتی را

دارا هستند. در حالت کلی تیمار اولتراسوند بسته به پارامترهایی مانند فرکانس و مدت‌زمان اعمال تیمار و نیز مدت‌زمان نگه‌داری دارای اثرات متفاوتی بر روی بافت گوشت می‌باشد، اما به نظر می‌رسد اعمال فرکانس بالا در پایان دوره نگهداری و فرکانسکمتر در اواسط دوره، بر ترد شدن گوشت اثر قابل توجهی داشته است.

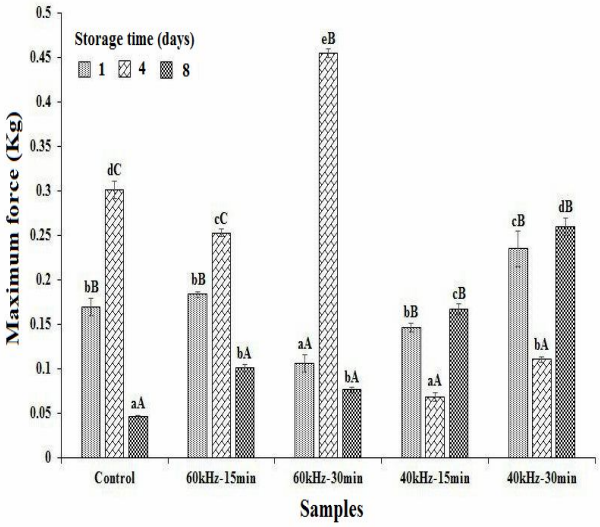

Fig 2 Effect of ultrasound treatment on the textural stiffness of beef samples. Different lowercase letters show significantly different ($p < 0.05$) between all samples and different uppercase letters show significantly different ($p < 0.05$) between times for each sample.

۳-۶- آزمون میکروسکوپی بافت

تصاویر میکروسکوپ نوری (بزرگ‌نمایی ۱۰۰) نمونه‌های گوشت گاو تیمار شده با اولتراسوند و نمونه شاهد در شکل ۳ نمایش داده‌شده است. تمامی فیبرهای ماهیچه‌ای نمونه شاهد ساختار سازمان‌یافته‌ای دارند و به‌دقت با یکدیگر متصل شده‌اند. درحالی‌که در بخش‌های عرضی ماهیچه‌های تیمار شده با اولتراسوند، شکاف بین الیاف دیده می‌شود. در تصاویر فروپاشی ساختار میوفیبریل‌ها و افزایش فضای بین الیاف تا حدی قابل‌مشاهده می‌باشد. این مطالعه نشان داد که در اثر تیمار با اولتراسوند الیاف عضلانی تغییر کرده و غشای سلولی تا حدودی تخریب شد. مشاهده ریزساختار نمونه‌های تیمار شده نیز مؤید نتایج به‌دست‌آمده در بخش خصوصیات بافتی است.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

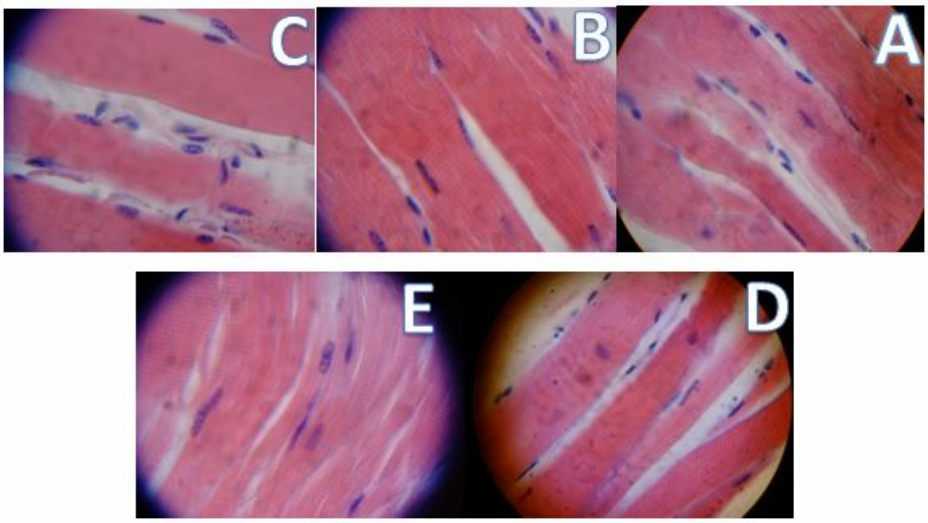

Fig 3 Microscopic images of beef sample; A:control, B: treated with 40 KHz for 15 min, C: treated with 40 KHz for 30 min, D: treated with 60 KHz for 15 min, E: treated with 60 KHz for 30 min

٤- نتیجه‌گیری

تیمار اولتراسوند با فرکانس‌های (KHz ٤٠ و ٦٠) به مدت‌های ۱۵و ۳۰ دقیقه برای هر فرکانس بر روی گوشت گاو اعمال شد. در بررسی خصوصیات گوشت گاو با اعمال تیمار اولتراسوند و افزایش فرکانس و زمان pH افزایش‌یافته و در طول زمان نگهداری سرعت کاهش pH در نمونه‌های تیمار شده بیشتر بود. میزان WHC توسط تیمار اولتراسوند افزایش یافت، به طوری که در نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ٤٠ به مدت ۳۰ دقیقه بیشترین میزان را داشت. افت پخت بلافاصله بعد از تیمار اولتراسوند افزایش‌یافته و در طول نگهداری یک‌روند ابتدا کاهش و سپس افزایشی را نشان داد که این روند در شاهد افزایشی بود. افت ناشی از رفع انجماد با اعمال تیمار اولتراسوند کاهش‌یافته و نمونه تیمار شده با فرکانس KHz ٤٠ به مدت ۳۰ دقیقه کمترین افت را دارا بود. با ارزیابی ویژگی بافتی مشاهده شد که اعمال تیمار اولتراسوند ذر فرکانس‌ها و زمان‌های متفاوت و همچنین در طول مدت نگهداری می‌تواند اثرات متفاوتی بر سفتی داشته باشد..تصاویر میکروسکوپی تهیه‌شده از نمونه‌ها نشان‌دهنده تغییر در ساختار میوفیبریل‌ها و افزایش فضای بین الیاف بود. به‌طورکلی با در نظر گرفتن تمامی نتایج به‌دست‌آمده، استفاده از تیمار اولتراسوند بافرکانس KHz ٤٠ به مدت ۳۰ دقیقه سبب تأثیرات قابل‌توجه و متفاوتی بر خواص فیزیکوشیمایی گوشت شد.

۵- منابع

[1] Lawrie R. A. Ledward D.A. High-frequency ultrasound on ageing rate, ultrastructure and some physico-chemical properties of beef. *Meat Science*, 2006; (51): 35–42.

[2] Soltanizadeh N. Comparison of physicochemical and electrophoretic properties of beef. 1386; Ms.C thesis report, *Isfahan Industrial University*, Isfahan, Iran [In Farsi].

[3] Soltanizadeh S. Kadivar, M. Chemistry and technology of meat and meat products. 1390; *Isfahan Industrial University publishing*, Isfahan [In Farsi].

[4] Dolatowski Z., Stasiak D.M., Latoch, A. Effect of ultrasound processing of meat before freezing on its texture after thawing. *Electronic Journal of Polish Agricultural University*, 2000; 3(2): 122-129.

[5] Awad T.S., Moharram H.A., Shaltout O.E., Asker D., Youssef M.M. Applications of ultrasound in analysis, processing and quality control of food: a review. *Food Research International*, 2012; 48 :410–427.

[6] Arroyo C., Cebrian G., Pagan R., Condon S. Inactivation of Coronobacter sakazakii by ultrasonic waves under pressure in buffer and foods. *International Journal of Food Microbiology*, 2011; 144: 446–454.

[7] Mason T.J. Power ultrasound in food processing-The way forward. In: Povey M.J.W. and Mason T.J. (Eds.), Ultrasound in

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

[14] Stadnik J., Dolatowski Z., Baranowska H.M. Effect of ultrasound treatment on water holding properties and microstructure of beef (*m. semimembranosus*) during ageing. *Food Science and Technology*, 2008; 41: 2151-2158.

[15] AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Horwitz, W. 17rd. Assiciation of Official Analytical Chemists, Incorporated. Washington, D.C. I, II.

[16] Kocher P.N., Foegeding E.A. Micro centrifuge-based method for measuring water-holding of protein gels. *Journal of Food Science*, 1993; 58(5): 1040–1046.

[17] Roeber D.L., Canell R.C., Belik K.E., Tatun J.D., Smith G.C. Effects of unique application of electrical stimulation on tenderness, color, and quality attributes of the beef *Longissimus* muscle. *Journal of Animal Science*, 2000; 7: 1504 –1509.

[18]Got F., Culioli J., Berge P., Vignon X., Astruc T., Quideau J.M., Lethiecq M. Effects of high intensity ultrasound treatment on pork structure. *Meat Science*, 1999; 45: 345-352.

[19] Li K., Kang Z. Zou Y. Xu X. Effect of ultrasound treatment on functional properties of reduced salt chicken breast meat batter. *Journal of Food Science and Technology*, 2015; 52: 2622-2633.

Food Processing, 1998; Blackie Academic and Professional, London, 105-126.

[8] Jayasooriya S.D., Bhandari B.R., Torley P., D'Arcy B.R. Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: a review. *International Journal of Food Properties*, 2004; 7(2): 301–319.

[9] Leong T., Ashokkumar M., Kentish S. The fundamental of power ultrasound-A review. *Acoustics Australia*, 2011; 2(39): 54-63.

[10] Pathak V., Singh V.P., Sanjav Y. Ultrasound as a modern tool for carcass evaluation and meat processing; a review. *International Journal of Meat Science*, 2011; 1(2): 83-92.

[11] Lyng J.G., Allen P., Mckenna B.M. The influence of high intensity ultrasound baths on aspects of beef tenderness. *Journal of Muscle Foods*, 1997; 8: 237-249.

[12] Chang H.J., Xu X.L., Zhou G.H., Li C.B., Huang M. Effects of characteristics changes of collagen on meat physicochemical properties of beef semitendinosus muscle during ultrasonic processing. *Food and Bioprocess Technology*, 2012; 5: 285–297.

[13] Smith N., Cannon J., Novakofski J., Mckeith F., O'Brien W. Tenderization of Semitendinosus muscle using high intensity ultrasound. In: Proceedings of the IEEE ultrasonics symposium, 1991; Orlando, FL, USA, pp. 1371–1374

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]

Effect of ultrasound treatment on physical and textural properties of refrigerated and freeze thawed beef

Hamzeh, A.[1], Zeynali, F.[2*], Almasi, H.[3]

1. M.Sc. graduate of Department of Food Science, College of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
2. Associate Professor of Department of Food Science, College of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
3. Assistant Professor of Department of Food Science, College of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

(Received: 2017/12/30 Accepted:2018/07/12)

The aim of this research was to investigate the effect of ultrasound (US) treatment on physicochemical and textural characteristics of beef. US treatment was applied at two frequencies of 60 and 40 KHz for two times of 15 and 30 minutes. After that the meat pieces were held for 8 days at refrigerator temperature and their physical and chemical properties were evaluated during 1, 4 and 8 time intervals. US treatment caused to decrease pH and water holding capacity. Cooking loss was increased and storage loss (at 4 °C) and freeze thawing loss were decreased after US treatment and the sample treated by 40 KHz for 30 min exhibited the highest change in this parameters. The US treatment had no significant effect on water holding capacity of beef ($p>0.05$). The effect of US treatment on hardness of meat was dependent on applied frequency, time of treatment and storage time. The sample treated at 40 KHz for 15 min at day of 4 had the lowest hardness. Microscopy images indicated that the structure of myofibrils is changed and the space between muscle fibers increased after US treatment and by decreasing of frequency and increasing of US time, the change of myofibrils was increased. By considering all parameters, using of 40 KHz for 30 min had the best effect on quality attributes of beef and thus it is able to be used as an effective treatment after slaughter.

Keywords: Beef, Ultrasound treatment, Textural hardness, physicochemical properties.

* Corresponding Author Email Address: f.zeynali@urmia.ac.ir *

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-06]