تأثیر روشهای حرارتی سنتی و مایکروویو بر روی عضله‌ی راسته گوسفند (Longissimus Dorsi)

محمد سعید یارمند*

۱- استادیار گروه علوم و مهندسی صنایع غذایی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۸۹/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۲۵)

چکیده

میکروسکوپ الکترونی جهت مطالعه ساختمان میکروسکوپی عضله راسته گوسفند مورد استفاده قرار گرفت. در این تحقیق سه تیمار شامل نمونه خام (شاهد)

روش حرارتی سنتی و روش حرارتی مایکروویو بکار رفت. برای حرارت دادن عضله به روش سنتی آون با دمای ۱۶۳ درجه سانتیگراد و به از مایکروویوی

با فرکانس ۲٤٥۰ مگاهرتز و توان ۷۰۰ وات استفاده شد.در کلیه تصاویر میکروسکوپی از عضله پخته شده به روش حرارتی سنتی صدمه ای در سطح ساختمان عضله قیبر های عضلانی مشاهده نگردید. اما در روش حرارتی مایکروویو صدمات ساختمانی بیشتری در فیبرهای عضلانی مشاهده گردید.تولید حرااات در سرتاسر عضله در روش حرارتی مایکروویو سبب ایجاد صدمه درسطح فیبر های عضلانی گشته و حتی بعضی قسمت های فیبر های عضلانی در تصاویر بدست آمده از همدیگر جدا شده اند که نشان دهنده پاره شدن یا گسیختگی پاره ای از قسمت های فیبر های عضلانی می باشد.

کلید واژگان: میکروسکوپ الکترونی، عضله راسته،روش حرارتی سنتی، روش حرارتی مایکروویو

۱- مقدمه

گوشت به عنوان منبع غذایی مهم از رژیم غذایی همواره مطرح است و چون به صورت پخته موارد استفاده قرار می گیرد لذا به دست آوردن روش حرارتی مناسبی که بتوان گوشت را به بهترین نحو پخت و در ضمن ارزش غذایی آنرا حفظ نمود از اهمیت خاصی برخوردار است. بطور کلی گوشت در حین پختن، پروتئین های محلول و بعضی مواد مغذی را به صورت افت ناشی[1] از پخت از دست می دهد که با توجه به نحوه حرارت دادن و احتمالاً مایع کمکی که درحرارت دادن نقش دارد، از قبیل روغن و آب، مواد مغذی از دست رفته می تواند کمتر یا بیشتر باشد. در روشهای جدید حرارتی نظیر مایکروویو با توجه به مکانیسم حرارتی متفاوتی که دارند، انتظار می‌رود که مواد مغذی کمتری از دست بروند و آهن کمتری نیز ضمن پخت از دست برود که در این تحقیق به این مطلب پرداخته می شود.

رد و هاریسون (۱۹۷۱) عضله ناحیه بالای ران[2] گوشت گاو را تا دمای $70\ ^{\circ}C$ حرارت دادند و مشاهده نمودند که قطر فیبر عضلانی کاهش می یابد و با کاربرد روش های متفاوت پخت چه به صورت روش خشک و یا مرطوب از این نظر تفاوتی نشان داده نشد. این دو محقق

*مسئول مکاتبات: myarmand@ut.ac.ir

1. Cook loss
2. Semimembrunosus
3. Longissimus dorsi
4. Transmission Electron Microscopy
5. Scanning Electron Microscopy

همینطور دریافتند که بافت پیوندی به میزان زیادی در عضله راسته[3] وجود دارد. Goertz و همکاران (۱۹۷۳) نتایج مشابهی را در ارتباط با عضله راسته گوشت گاو گزارش نمودند. بخصوص زمانیکه دمای پخت گوشت به ٥٦ الی $62\ ^{o}C$ می رسد آنها شرح دادند که کاهش در میزان نیروی برش عضله مستقیماً به کاهش در قطر فیبر عضلانی بستگی دارد. رد و هاریسون درتحقیقات بعدی خود در سال ۱۹۷٤ دریافتند که بکار بردن روش پخت مایکروویو سبب کاهش صدمات فیزیکی به بافت گوشت می شود که این خصوصاً در بافت پیوندی و میوفیبریل ها مشهود می باشد که این نتایج با مشاهدات چنگ و پاریش در سال ۱۹۷٦ مطابقت دارد.

محققین دیگری مانند شمیت و پاریش (۱۹۷۱) مشاهدات مشابهی را با بکاربردن TEM[4] در خصوص اثر دما بر روی پروتئین های مختلف عضله داشتند.

اندومیزیوم نمونه های گوشت جوشانده شده از هم گسیختگی زیادی با بکار بردن SEM[5] از خود نشان داد. در حالیکه در نونه های گوشت بریان شده بافت پیوندی کواگوله شده و بصورت ساختمان میله ای شکلی به سطح فیبرهای عضلانی متصل باقی میماند (چنگ و پاریش، ۱۹۷٦).

رابرت و لاری (۱۹۷٤) اثر دما را بر روی درصد نسبی پروتئین میوفیبریلی حاصل از عضله راسته گاو مورد مطالعه قرار دادند.

رابرت و لاری در مطالعات ساختمان عضله به این نتیجه رسیدند که هر چه عضله در معرض دمای بیشتر و یا اشعه مایکروویو بیشتری باشند. به عضله لطمه وارد خواهد شد. دوندرا و همکاران (۱۹۸۳) میزان رطوبت را در ماده غذایی با استفاده از آون مایکروویو اندازه گیری نمود و نتایج بدست آمده را با روش حرارتی سنتی مقایسه کرد.

بالدوین و همکاران (۱۹۷٦) گوشت پخته شده گاو و گوسفند را به طریق سنتی و مایکروویومورد مقایسه قرار دادند. استفاده از مایکروویو در دو سطح ٤۹۲ و ۱۰٥٤ وات تحت بررسی قرار گرفت. Moore و همکاران وی دریافتند که ویژگیهای حسی، فیزیکی و شیمیایی بافت عضله بستگی به روشهای متفاوت پخت دارد.

Mccare و Paul (۱۹۷٤) تغییرات هیستولوژیک بیشتری را در بافت پیوندی گوشت گاو گزارش نمود. آنها دریافتند که گوشت گاو پخته شده در مایکروویو متحمل تغییر ساختمانی بیشتر نسبت به گوشت گاو پخته شده در روش سنتی می شود.

جری تینگل (۱۹۹٥) با استفاده از NMR توزیع سلول های چربی را در ساختمان عضله تحت بررسی قرار دارد و بدین ترتیب روشی نوین را بر مطالعات ساختمانی افزود.

عوامل مؤثر بر روی تردی گوشت در حین فرآیند حرارتی توسط یکی از محققین به نام Laakkonen تحت مطالعه قرار گرفت (۱۹۷۳). Christensen و همکاران (۲۰۰۰) تأثیر روش حرارتی بر روی خصوصیات مکانیکی گوشت کامل، فیبرهای عضلانی منفرد و غلاف پیوندی دسته جات فیبرهای عضلانی مورد مطالعه قرار دادند.

خواص کاربردی پروتئین های میوفیبریلی که تحت تأثیر pH، قدرت یونی و روش های حرارتی قرار گرفته بودند. به وسیله محققینی چون Bertram و همکاران (۲۰۰٤) بررسی گردید.

یارمند و همایونی محققینی بودند که اخیراً (۲۰۰۹) راجع به تأثیر روش حرارتی مایکروویو و روش حرارتی سنتی بر روی عضله Seminembranosus گاو و گوسفند تحقیق انجام داده‌اند. روش حرارتی مایکروویو در دو سطح خانگی (۷۰۰ وات) و سطح صنعتی(۱۲۰۰۰ وات) مورد استفاده قرار گرفت و در روش حرارتی سنتی بریان کردن که با آون صورت گرفت دمای $163\ ^{o}C$ بکار گرفته شده ولی در تمام روشهای اعم از مایکروویو و خانگی دمای داخلی نمونه $70\ ^{o}C$ تنظیم گردید.

۲- مواد و روش ها

عضله راسته از لاشه دام کشتار شده در دمای اتاق جدا گردید. تعداد سی نمونه برای هر تیمار مورد استفاده قرار گرفت. آون بکار رفته در این تحقیق مدل تولیدی شرکت SHIMAZ از نوع فن دار بود که جهت انجام روش بریان کردن عضله راسته بکار برده شد. دمای آون روی $163\ ^{o}C$ تنظیم شد و بدین ترتیب دمای داخلی عضله پخته شده به $70\ ^{o}C$ می رسید.روش حرارتی دیگر به کار رفته مایکروویو بود که با فرکانس ۲٤٥۰ مگاهرتز مورد استفاده قرار گرفت. توان مصرفی ۷۰۰ وات بود.این مایکروویو تولیدی شرکت بوتان مدل M 245 بود. در روش حرارتی مایکروویو که عملاً زمان کوتاهتری را نسبت به روش سنتی به خود اختصاص می داد دمای مرکز عضله پخته شده مانند روش قبل تنظیم گردید. بنابراین در هر دو روش حرارتی به کار رفته دمای داخلی عضله حرارت دیده $70\ ^{o}C$ بود. دمای داخلی عضله با مینی ترمومتر مدل Testo اندازه گیری شد. برای مطالعه ساختمان میکروسکوپی نمونه هایی به ابعاد ۳×۳×۲ میلی متر از عضله

راسته برداشته شد و با میکروسکوپ الکترونی نمونه‌های مورد نظر مشاهده گردیدند.میکروسکوپ الکترونی مورد استفاده مدل VEGA II-TESCAN بود.

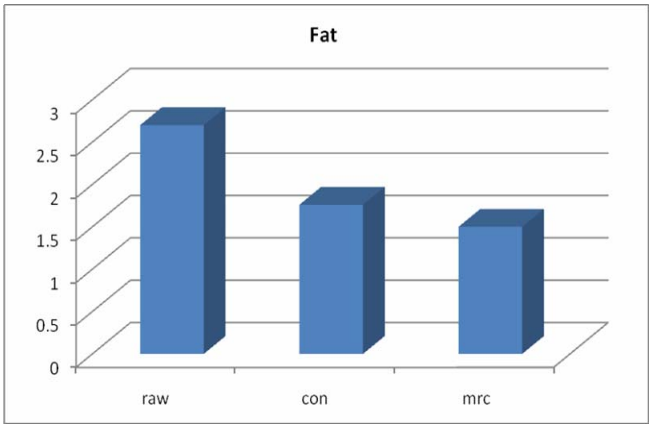
۳- نتایج و بحث

۳-۱- مقایسه روش حرارتی مایکروویو و روش حرارتی سنتی

روش حرارتی سنتی اصولا به زمان طولانی پخت نیاز دارد اما علیرغم آن، افزایش دما نیز بتدریج صورت میگیرد و این امر سبب میشود که میزان از دست رفتن بعضی مواد کاهش میابد. در حالیکه در روش های حرارتی ماکروویو اعم از خانگی و ماکروویو صنعتی زمان پخت کوتاه است. که از نظر صرفه جویی در انرژی مصرفی بکاررفته امتیاز بزرگی محسوب میشود.ولی چون مکانیسم ایجاد حرارت در روش ماکروویو متفاوت با روش حرارتی سنتی است و از طرف دیکر افزایش دما سریع صورت میگیرد این امر سبب میشود که میزان از دست رفتن مواد مغذی در عضله پخته شده بالا میرود. بدیهی است دمای ایجاد شده در ماکروویو از داخل عضله پدید می آید، بدین ترتیب که اشعه ماکروویو به داخل عضله نفوذ کرده و در داخل با مولکول های اب موجود در گوشت که همان رطوبت موجود در عضله باشد، حرارت در داخل عضله تولید میشود. بدیهی است که تولید حرارت در داخل عضله منجر به از هم گسیختگی بیشتر ساختار آن می شود و بخصوص در از بین بردن شبکه بافت پیوندی محصور کننده فیبرهای عضلانی فعالتر عمل میکنندو متعاقب آن دسته جات فیبرهای عضلانی نیزاز ساختار اصلی خود فاصله میگیرند. همین عمل باعث می شود که میزان از دست رفتن مواد بالا میرود.این نتیجه بدست آمده را رابرت ولاری نیز تایید میکنند. در بررسی محققین نیز مشخص شد که پروتئین های سارکوپلاسمیک با بکار بردن روش ماکروویو بیشتر از روش حرارتی سنتی هدر میروند. افزایش میزان افت ناشی از پخت با استفاده از روش حرارتی ماکروویو همین طور افزایش از دست رفتن پروتئین های محلول در عضله نظر محققین چندی مانند مک کروپل (۱۹۷٤)، ریم و همکاران (۱۹۷٤) را تایید میکند.

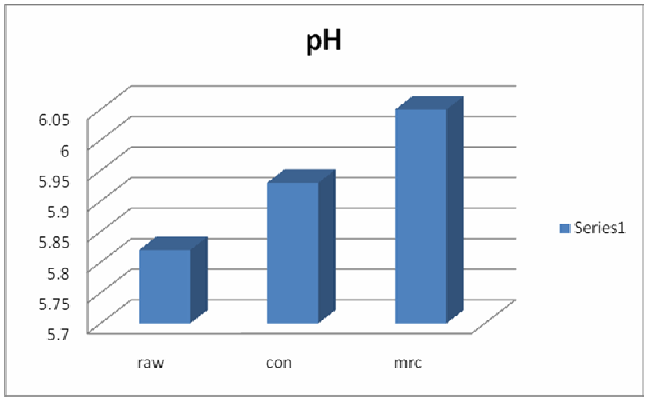
۳-۱- آنالیز تقریبی

میزان چربی در گوشت خام مورد آزمایش ۳ درصد بود که پس از پخت به روش سنتی به ۱/۷ درصد و پس از پخت به روش مایکروویو به ۱/۵ درصد رسیده است(شکل ۱). لذا از نظر حفظ میزان چربی روش حرارتی سنتی به روش حرارتی مایکروویو ارجحیت دارد.



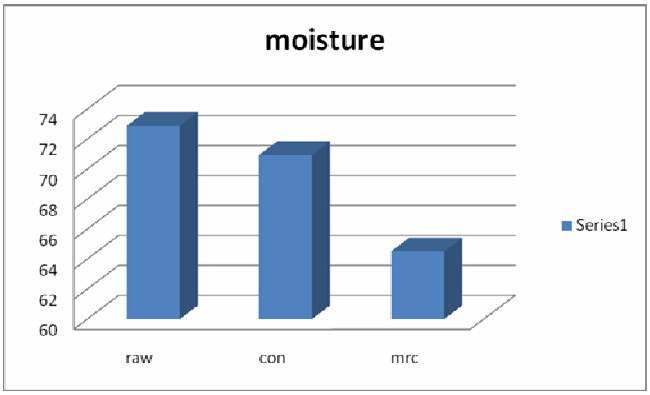
شکل ۱ میزان چربی در عضله راسته خام و حرارت دیده

pH در گوشت عضله خام ۵/۸۲ درصد می باشد در حالیکه در روش های حرارتی افزایش میابد بطوریکه در روش سنتی به حدود ۵/۹ و در روش ماکروروبو به ٦/۵ میرسد (شکل ۲).



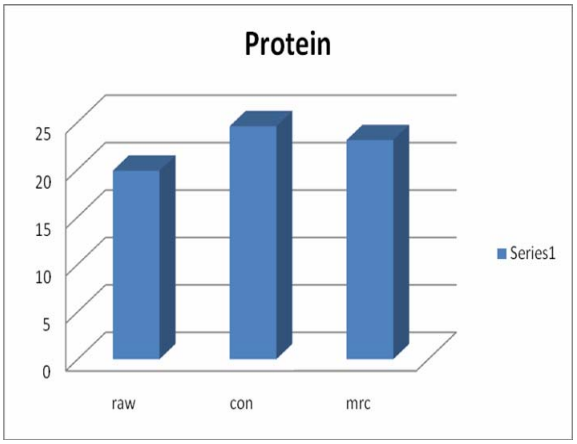
شکل ۲ میزان pH در عضله راسته خام و حرارت دیده

رطوبت در گوشت خام عضله مورد نظر ۷۲ /۹ درصد بدست آمد که پس از پخت عضله کاهش یافت. با بکر بردن روش حرارتی سنتی با اون رطوبت به ۷۰ /۹۲ درصد رسید و حال آنکه با استفاده از روش حرارتی میکروویو رطوبت عضله راسته گوسفند به ٦٤/۵۲ در صد رسید (شکل ۳).



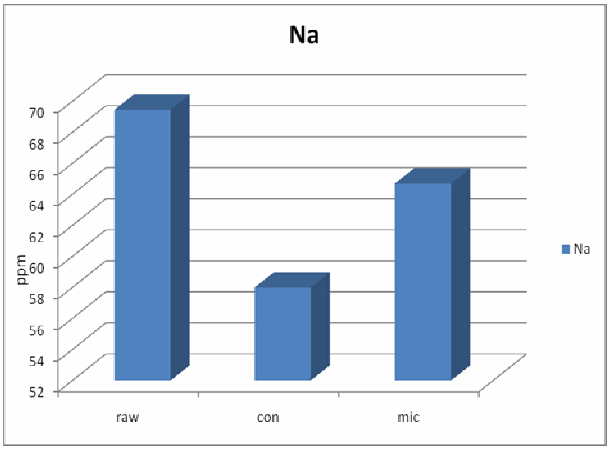
شکل ۳ میزان رطوبت در عضله راسته خام و حرارت دیده

میزان پروتئین در نمونه خام عضله راسته گوسفند ۱۹/۸۶ درصد بدست آمد که پس از بکار گیری روشهای حرارتی درصد پروتئین افزایشی را نشان میدهد که این امر بخاطر آنست که وزن کلی پس از پخت عضله کاهش پیدا کرده است. بنابراین میزان پروتئین با بکار گرفتن روش حرارتی سنتی ۲٤/۵۵ درصد ملاحظه شد و با بکارگیری روش حرارتی مایکروویو تا ۲۳/۰۹ درصد افزایش یافت. این امر بیانگر آنست که وزن اولیه در روش سنتی کاهش بیشتری داشته در حالیکه در روش حرارتی مایکروویو کاهش کمتری انجام پذیرفته است (شکل ٤).



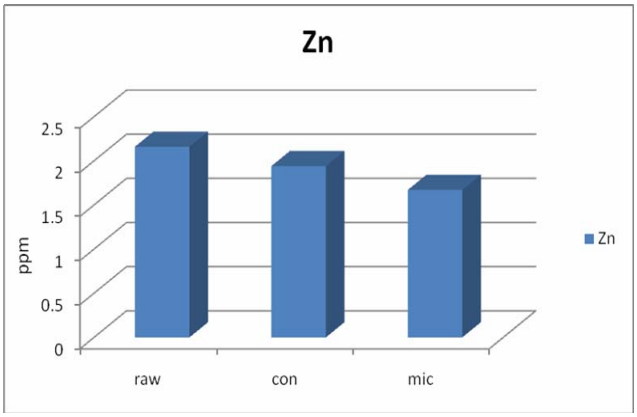
شکل ٤ میزان پروتئین در عضله راسته خام و حرارت دیده

میزان سدیم در نمونه راسته خام ٦۹/٤۵ میلی گرم بدست آمد در حالیکه با کاربرد روشهای حرارتی کاهش یافت و این کاهش در روش حرارتی سنتی با آون بیشتر بود. میزان سدیم در نمونه پخته شده با مایکروویو ٦٤/۷ میلی گرم در لیترو در نمونه پخته شده در آون ۵۸ میلی گرم در لیتر بود (شکل ۵)



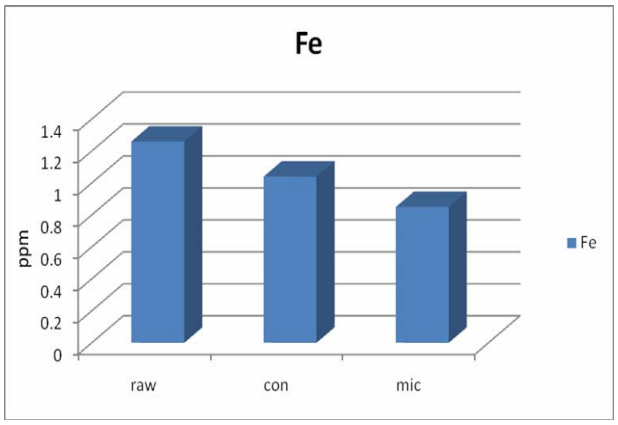
شکل ۵ میزان سدیم در عضله راسته خام و حرارت دیده

میزان روی در نمونه خام عضله ۲/۱٦ میلیگرم در لیتر اندازه گیری گردید. در نونه پخته شده به طریق سنتی با آون ۱/۹٤ میلیگرم در لیتر و در نمونه ما یکروویو شده کاهش بیشتری در میزان روی داشته است.



شکل ٦ میزان روی در عضله راسته خام و حرارت دیده

میزان آهن نمونه خام عضله ۱/۲ میلیگرم در لیتر بدست می آید و حال آنکه در عضله پخته شده به ۰/۹۸ میلیگرم در لیتر رسید. در روش حرارتی مایکروویو به ۰/۹۷ میلیگرم در لیتر رسید. بدیهی است که روش مایکروویو سبب از دست رفتن مقدار بیشتری از آهن در عضله شده است.



شکل ۷ میزان آهن در عضله راسته خام و حرارت دیده

۳-۲- بررسی ساختمان میکروسکوپی

مطالعه ساختمان میکروسکوپی عضله راسته گوسفند به وسیله میکروسکوپ الکترونی تحت بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که فیبرهای عضلانی در عضله خام به صورت موازی یکدیگر قرار گرفته اند (شکل۸و۹).

فیبر های کلاژنی عضله را در بر گرفته اند که در تصاویربه میزان زیادی مشهود نیستند ولی آثاری از آنها در بعضی تصاویر ملا حظه میگردد. در مطالعه میکروسکوپ الکترونی همواره احتمال تجمع الکترونی روی نمونه وجود دارد و این حالت

زمانی به وقوع میپیوندد که سیستم قبل از تصویر بر داری تنظیم نشده باشد. ساییدگی در سطح عضله در روش حرارتی سنتی با آون ملاحظه میشود. امکان دارد که این نوع از هم گسیختگی ها به ترد شدن گوشت کمک نماید.

روش حرارتی سنتی سبب چروکیدگی و از هم گسیختگی فیبرهای عضلانی میشود (شکل۱۰و۱۱). اما با بکارگیری روش حرارتی ماکروویو ساختمان میکروسکوپی زیان و صدمه بیشتری را متحمل شده است.

.روش حرارتی سنتی سبب چروکیدگی و از هم گسیختگی فیبرهای عضلانی میشود (شکل۱۲و۱۳). صدمات در فیبرهای عضلانی به صورت شکستگی در آنها ملاحظه میشود. مطالعه میکروسکوپی ساختمان عضلمه راسته با ماکروویو نشان داد که روش حرارتی ماکروویو در مقایسه با روش سنتی آون آسیب و صدمه بیشتری به بافت عضلانی وارد میسازد (شکل های۱٤و۱۵و۱٦).

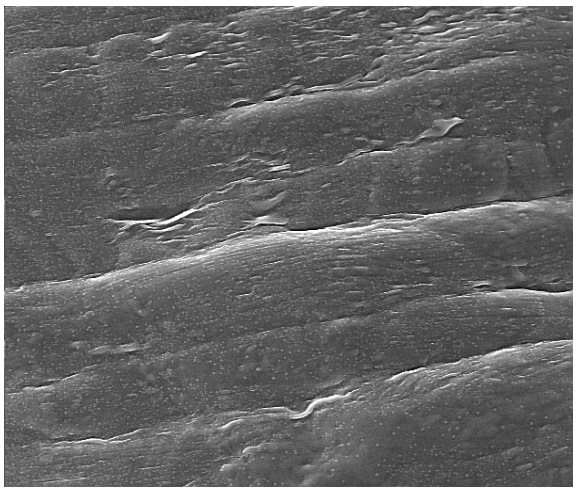
آثاری از صدمه دیدگی در لبه فیبرها مشاهده میشود که محققینی چون دوتی و پیرس (۱۹٦۱) نیز آنرا تایید کردند که با افزایش دما میزان آن بیشتر میشود. بافت پیوندی در تصاویر مایکروویو مشاهده میشود. بافت پیوندی در روش های حرارتی مایکروویو درمقایسه با روش سنتی بنظر می آید که آسیب کمتری دیده باشد. یکی از محققین بنا م هیو در سال ۱۹۹۲ این نتیجه را بدست آورده است. بدیهی است افزایش دما در مایکروویو خیلی سریع صورت میپذیرد، اما آنقدر کافی نیست که بتواند روی بافت پیوندی تاثیری داشته باشد. این محققین حتی تاکید نمودند که بالا رفتن سریع دما باعث قطع رسیدن فیبرهای منفرد می شود.

شکاف های عرضی در میوفیبریل ها مشاهده میشود که محققینی بنام پل (۱۹٦۳) نیز آنرا تایید کرده است ونتایج مشابهی را گزارش

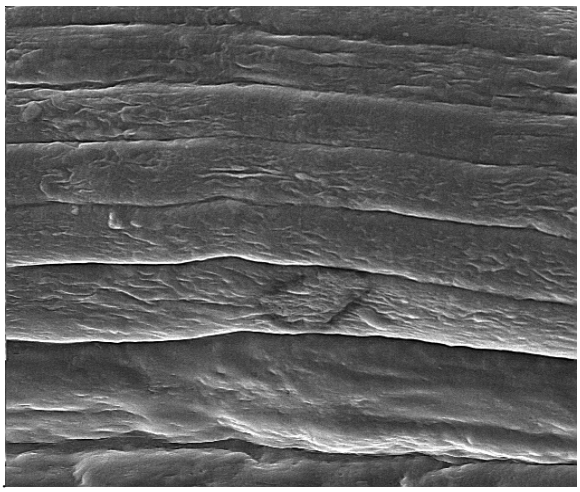
نمود. بطور کلی خیلی دشوار است که گفته شود روش های مایکروویودر عضله راسته روی ساختمان بافت حیوانی بیشتر تاثیر گذاشته اند و ایجاد صدمه بافتی نموده اند یا اینکه روی میوفیبریل های عضلانی این اثرات بیشتر بوده است.

بنابراین چروک شدن و شکسته شدن فیبر ها با کاربرد روش حرارتی ماکروویو در ساختمان عضله بیشتر به وقوع پیوست. از هم گسیختگی فیبرها و شبکه کلاژنی محصور کننده فیبرهای عضلانی نیزبیشتر مشهود است. سطح عضله نیز در معرض آسیب های بافتی قرار میگیرد (شکلهای ۱۷و۱۸و۱۹). گاهی اوقات قسمتهایی از فیبر عضلانی جدا میشود که حاکی از پاره شدن فیبر عضلانی است.

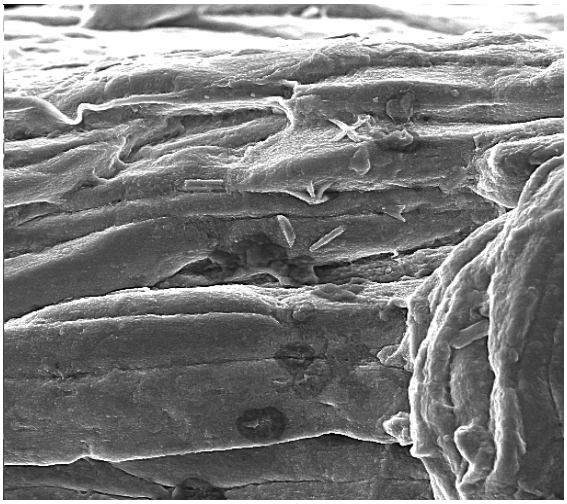
نتیجه کلی که از این تحقیق حاصل میشود این است که امکان شناسایی ساختمان میکروسکوپی عضله راسته و ویژگیهای آن میسر میشود. علاوه بر این مطالعه و مقایسه تاثیر روش های مختلف حرارتی مانند روش سنتی در آون و روشهای مایکروویو در سطح ۷۰۰ وات تحت بررسی قرار گرفت. روش های حرارتی صدمات بافتی زیادتری روی ساختمان عضله راسته میگذارند که این امر در استفاده از روش مایکروویو بیشتر است که سبب زیان دیدن و صدمه بافتی به فیبر های عضله و جداسازی بعضی قسمت های آنها و دناتوراسیون کلاژن میگردد. تحقیقات دیگری برای بررسی بیشتر ساختمان عضله راسته ضروری بنظر میرسد تا روی عضله راسته و همینطور ساختمان عضلات دیگر دام های مختلف گردد.



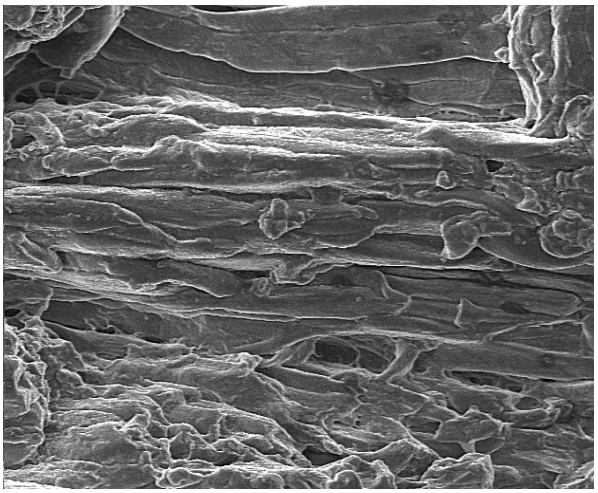
شکل ۸ عضله راسته خام، فیبرهای عضلانی به موازات یکدیگر قرار گرفته اند.



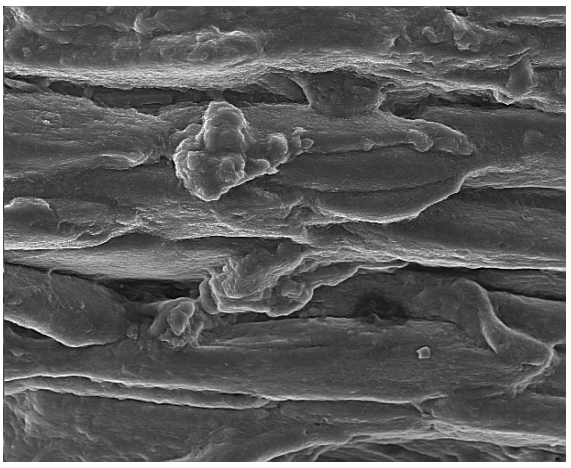
شکل ۹ عضله راسته خام



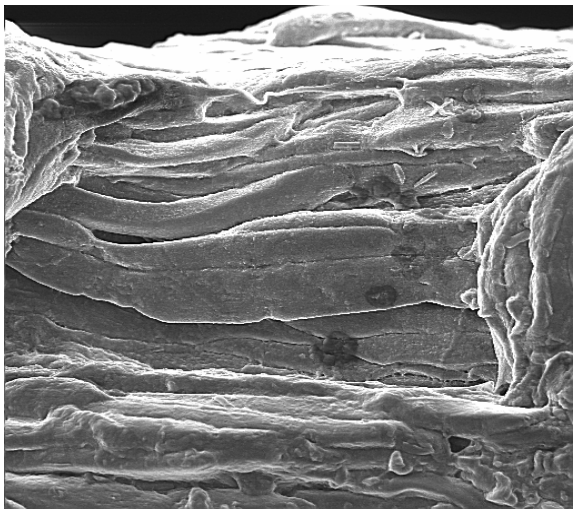
شکل ۱۰ عضله راسته پخته شده با روش سنتی، فیرهای عضلانی حالت چروکیده ای به خود گرفته اند.



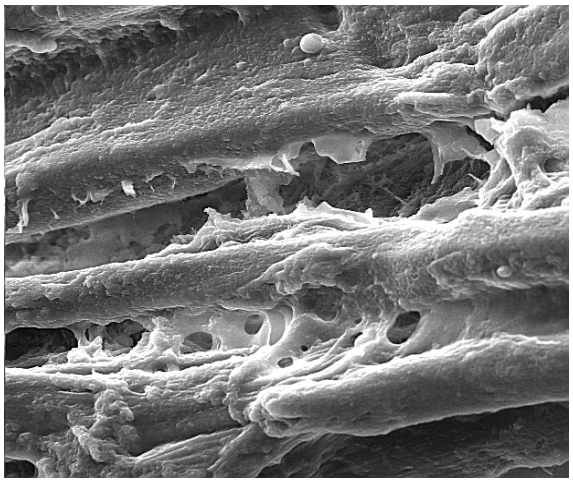
شکل ۱۱ عضله راسته پخته شده با روش سنتی، فیبرهای عضلانی حالت چروکیده ای به خود گرفته اند و در بعضی قسمتها از هم گسیختگی نشان می دهند.



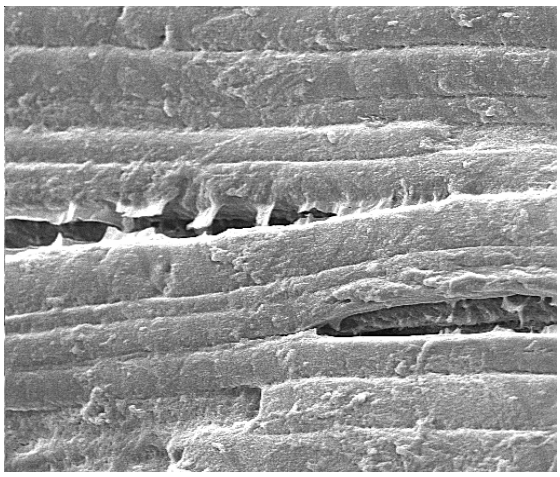
شکل ۱۲ عضله راسته پخته شده با روش سنتی



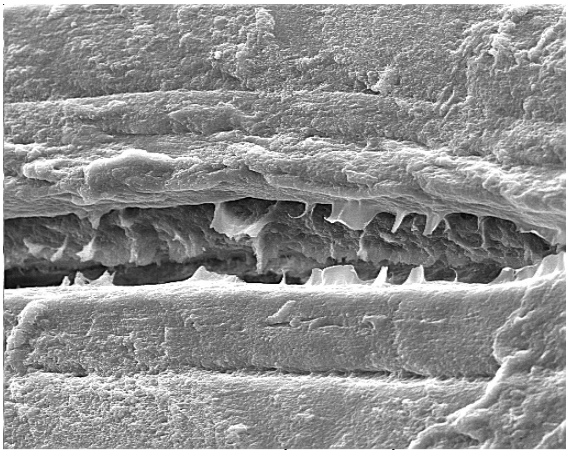
شکل ۱۳ عضله راسته پخته شده با روش سنتی



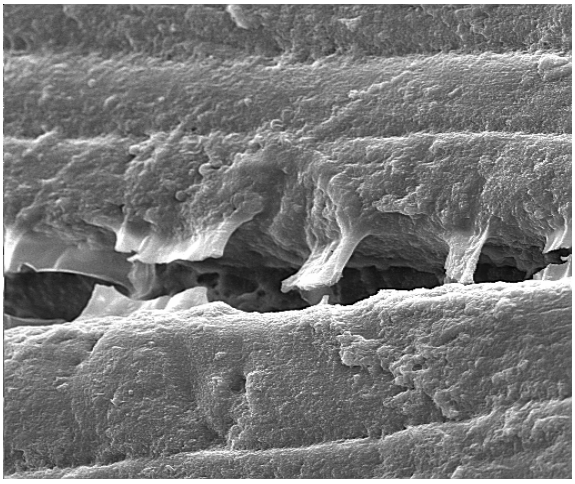
شکل ١٤ عضله راسته پخته شده با به روش مایکروویو، از هم گسیختگی عضله پخته شده با این روش نشان داده شده است.



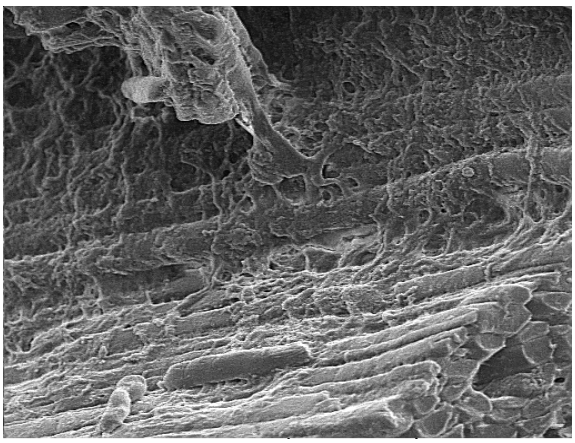
شکل ۱۵ عضله راسته پخته شده با روش مایکروویو، فیبرهای عضلانی مشاهده می شوند و در بعضی قسمتها از هم فاصله گرفته اند که حاکی از متلاشی شدن بافت پیوندی است.



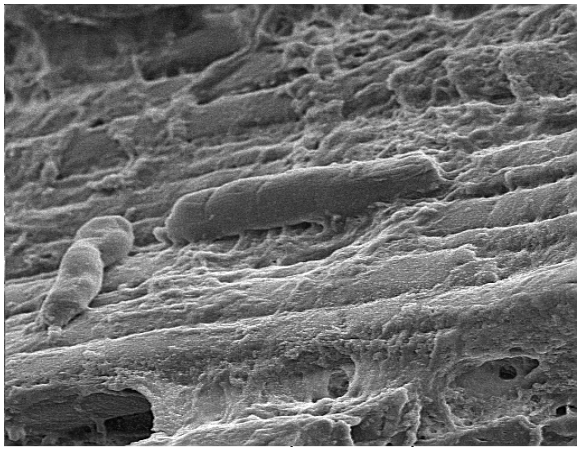
شکل ١٦ عضله راسته پخته شده با روش مایکروویو در اثر از هم گسیختگی فیبرهای عضلانی بعضی قسمتهای عضله از نظر ساختمانی از هم جدا شده اند.



شکل ۱۷ عضله راسته پخته شده به روش مایکروویو در بزرگنمایی بیشتر، جدا شدن فیبرهای عضلانی مشاهده می شود.



شکل ۱۸ عضله راسته پخته شده با مایکروویو، بعضی قسمتهای فیبر عضلانی از ساختار عضله جدا شده اند و بر روی فیبرهای دیگر قرار گرفته اند.



شکل ۱۹ عضله راسته پخته شده با مایکروویو در بزرگنمایی بیشتر

٤- منابع

[1]Roberts, P. C. B and Lawrie, R. A (1974) Effects on bovine longissimus dorsi muscles of conventional and microwave heating.J. Food Technology. Page: 345.

[2]Baldwin, R.E., Korschgen, B.M., Russell, M. S and Mabesa, L. (1976) Proximate analysis, free amino acids, vitamin and minerals content of microwave cooked meat. J. Food Sci., 41:762.

[3] Cheng, C. S and Parrish, F. C (1976) Scanning electron microscopy of bovine muscle: effect of heating on ulyrastructure. J. Food Science., 41: 1449-1454.

[4] Devendra, C and Owen, J. E (1983) Quantitative and qualitative aspects of meat production from goats. World Animal. Review. 47:19-29.

[5] Doty, D. M., and Pierce, J. C (1961) Beef muscle characteristics as related to carcass grade, carcass weight, and degree of aging. U. S. D. A Agr. Marketing Serv. Techn. Bull. No. 1231.

[6]Goertz, G. E., Ross, J. S and Kolasa, K. M (1973) Microwave cookery of beef semitendinosus muscle: tenderness evaluation. Tenn. Farm & Home Sci.Progress rep.no: 86.

[7] Hui. Y. H. (1992) "Encyclopedia of food science and technology" volume 3, A. wiley, Interscience publication, United states, pages 1772-1776.

[8] Laakkone, Eini. (1973) Factors affecting tenderness during heating of meat. Advances in food Research, Volume 20, pages 257-323.

[9] Mc Care, S. E and Paul, P. C (1974) Rate of heating as it affects the solubilizationof beef muscle collagen. J. Food Science. 39:18-21.

[10] Moore, l. J., Dayton, A. D., and Harrison, D. L (1980) differences among top round steakes cooked by dry or moist heat in a conventional or a microwave oven. J. Food Sci, 45: 777.

[11] Paul, P. C (1963) Influence of methods of cooking on meat tenderness. In “Proceedings meat tenderness symposium”. Campell soup company, Camden, New Jersy. Page:225-242.

[12] Ried, H. C., Harrison, D. L (1971) Effects of dry and moist heat on selected histological characteristics of beef semimembranosus muscle. J. Food Science. 36:206-208.

[13] Tingle, J. M., Baumgartner, P. A., Sarafis, V and pope, J. M (1995) Magnetic resonance imaging of fat and muscle distribution in meat, International Journal of Food science and Technology. 30:437-446.

[14] Yarmand, M. S and Homayouni. A (2009) Effect of microwave cooking on the microstructure and quality of meat in goat and lamb. Food chemistry, volume 112, Pages 782-785.

Effect of various heating methods on Longissimus dorsi muscle of ovine

Yarmand. M. S.[*]

Department of Food Science and Technology, Agriculture Faculty, Tehran University
(Received:89/2/16 Accepted: 89/7/25)

Scanning Electron microscopy (SEM) has been used for the study of Longissimus Dorsi muscle of lamb. Three treatments including raw (control), conventional heating and microwave heating were used for the samples with the temperatures of 163 C and domestic microwave was applied with the frequency of 2450 MHz and 700 wattages level. In all images were taken for conventional heating no surface damage was observed. More structural damages were observed in microwave heating at 700 watages levels. Distribution in microwave heating causes surface damage to muscle fibres and separation of some parts of muscle fibres was also clear.

Key words: Scanning Electron Microscopy, Longissimus Dorsi, Ovine, Microwave heating, Conventional heating.

[*]Corresponding Author E_ Mail address: myarmand@ut.ac.ir