



دانشگاه شیراز

دانشکده کشاورزی

بخش علوم و صنایع غذایی

**بررسی اثر اولتراساند بر ویژگیهای عملکردی پروتئین های
گوشت در سطوح مختلف نمک**

**The study of the effects of ultrasound treatment on
functional properties of meat in different amount of sodium
chloride**

توسط: آرزو سادات میرسیفی نژاد نایینی

اساتید راهنما:

دکتر مهرداد نیاکوثری

دکتر محمد هادی اسکندری

اساتید مشاور:

دکتر حمید رضا قیصری

دکتر عسگر فرحناکی

اسفند ۹۰

به خانواده خوبم که بهترین های زندگی منند.

سپاسگزاری

برخود لازم میدانم تا مراتب تشکر و امتنان خود را نسبت به اساتید گرامی جناب آقای دکتر نیاکوثری به خاطر حمایتها و راهنماییهای بزرگوارانه شان و جناب آقای دکتر اسکندری برای پیگیریها و کمک های بی شائبه شان ابراز نمایم.

از اساتید مشاور ارجمندم جناب آقای دکتر قیصری به خاطر راهنماییها و کمک های بی دریغشان و جناب آقای دکتر فرحناکی برای همکاریهایشان سپاسگزارم.

از همکاریهای کارکنان خوب بخش صنایع غذایی به خصوص مسئولین آزمایشگاهها خانم ها محسنی، شفیعی و کشتکاران و جناب آقای محرری کمال تشکر را دارم.

از مسئولین آزمایشگاههای دامپزشکی خانم ها آغازی و توانا و مسئول آزمایشگاه ویروس شناسی آقای کاظمی ممنونم.

و در پایان از همه دوستانی که به طریقی مرا در انجام این پایان نامه یاری دادند صمیمانه قدر دانی میکنم.

چکیده

بررسی اثر اولتراساند بر ویژگیهای عملکردی پروتئین های گوشت در سطوح مختلف

نمک

توسط: آرزو سادات میرسیفی نژاد نایینی

هدف تمامی صنایع فرآیند کننده مواد غذایی تولید فراورده ای با کیفیت بالا و تا حد امکان حداقل هزینه می باشد. بدین منظور فرآیندهای نوینی مثل اولتراساند امروز جای خاصی در بین صنایع باز کرده است. هدف از این تحقیق مطالعه اثر اولتراساند به عنوان یک بهبود دهنده خواص عملکردی پروتئین ها بر روی ویژگیهای عملکردی پروتئین های گوشت با حضور درصدهای مختلف نمک بود.

نمک یکی از مهمترین افزودنی ها در تولید فراورده های گوشتی است. خاصیت طعم دهندگی نمک یکی از دلایل افزودن آن به گوشت است و هدف اصلی و مهمتر بهبود خصوصیات عملکردی گوشت توسط نمک است که البته این بهبود کیفیت تا میزان مشخصی از نمک بوده و بیشتر از آن تاثیر معکوس خواهد داشت. در این مطالعه سعی شد تا اثر اولتراساند بر گوشت با اثر نمک بر گوشت مقایسه شود.

در این مطالعه از دستگاه حمام آب اولتراساند با توان ۶۴۰-۱۶۰ وات و فرکانس ۳۵ KHZ استفاده شد. گوشت مغز ران گاو به عنوان گوشت قرمز و گوشت ران مرغ به عنوان یک نمونه گوشت سفید در آزمایشات استفاده شد. چهار زمان اولتراساند صفر ۱۰، ۳۰، ۲۰ دقیقه و چهار غلظت نمک صفر ۱، ۱/۵ و ۲ درصد به عنوان تیمار مورد بررسی قرار گرفتند که در نهایت ۱۶ نمونه از هر نوع گوشت آزمایش شد. پس از ۵ روز آزمایشات تکرار شدند تا تاثیر ماندگاری بر گوشت اولتراساند شده هم بررسی گردد. در نهایت اثر نمک و اولتراساند با یکدیگر مقایسه شده و اثر همزمان دو تیمار اندازه گیری شد. سپس اثر اولتراساند بر pH و برخی ویژگیهای عملکردی گوشت مثل ظرفیت نگهداری آب، حلالیت پروتئین ها، ظرفیت تشکیل امولسیون و ظرفیت پایداری امولسیون بررسی شد.

مشاهده شد که در برخی موارد اولتراساند بهتر از نمک خواص عملکردی گوشت را بهبود می بخشد. همچنین اثر همزمان نمک و اولتراساند باعث تشدید اثر شدند و اثری به مراتب بیشتر از هر یک از آنها به تنهایی بر روی گوشت گذاشتند.

فهرست عناوین

عنوان	صفحه
فصل اول: مقدمه.....	۲
۱-۱- پروتئین های گوشت.....	۳
۱-۱-۱- پروتئین های سارکوپلاسمیک.....	۳
۱-۱-۲- پروتئینهای میوفیبریلار.....	۴
۱-۱-۳- پروتئینهای استروما.....	۶
۲-۱- ویژگیهای عملکردی پروتئین های گوشت.....	۷
۱-۲-۱- ظرفیت نگهداری آب.....	۹
۱-۲-۲-۱- عوامل درونی مؤثر بر ظرفیت نگهداری آب گوشت.....	۱۰
۲-۲-۱- ظرفیت امولسیون کنندگی و پایداری امولسیون محصولات امولسیونه گوشتی.....	۱۰
۱-۲-۲-۱- عوامل مؤثر بر ظرفیت امولسیون کنندگی پروتئین های گوشت.....	۱۲
۳-۱- محصولات امولسیونه گوشتی.....	۱۴
۴-۱- نمک.....	۱۵
۵-۱- اولتراساند.....	۱۵
۱-۵-۱- اولتراساند با توان پایین و فرکانس بالا.....	۱۶
۲-۵-۱- اولتراساند با توان بالا و فرکانس پایین.....	۱۶
۶-۱- کاربردهای اولتراساند در صنایع گوشت.....	۱۷
فصل دوم: مروری بر تحقیقات پیشین.....	۲۰
فصل سوم : مواد و روشها.....	۲۵
مواد و روش ها.....	۲۵
۱-۳- روش کار.....	۲۵
۲-۳- مواد شیمیایی مورد نیاز.....	۲۷
۳-۳- دستگاههای مورد نیاز.....	۲۷
۴-۳- آزمایشها.....	۲۸

۲۸	اندازگیری ظرفیت نگهداری آب به روش فیلتر کاغذی.....
۲۹	اندازگیری pH.....
۲۹	اندازگیری حلالیت پروتئین ها.....
۲۹	نحوه تهیه معرف بیورت.....
۳۱	اندازگیری ویژگیهای امولسیون کنندگی.....
۳۲	تجزیه آماری.....
۳۳	فصل چهارم: نتایج و بحث.....
	۱-۴ - بررسی تغییرات pH گوشت در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف
۳۴	نمک گوشت.....
۳۴	۱-۱-۴ - گوشت گاو.....
۳۹	۲-۱-۴ - گوشت مرغ.....
	۲-۴ - بررسی تغییرات ظرفیت نگهداری آب گوشت در زمانهای مختلف اولتراساند و
۴۲	درصدهای مختلف نمک.....
۴۲	۱-۲-۴ - گوشت گاو.....
۴۶	۲-۲-۴ - گوشت مرغ.....
	۳-۴ - بررسی تغییرات حلالیت پروتئین های گوشت در زمانهای مختلف اولتراساند و
۴۹	درصدهای مختلف نمک.....
۴۹	۱-۳-۴ - گوشت گاو.....
۵۲	۲-۳-۴ - گوشت مرغ.....
	۴-۴ - بررسی تغییرات ظرفیت تشکیل امولسیون گوشت گاو در زمانهای مختلف
۵۵	اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....
۵۵	۱-۴-۴ - گوشت گاو.....
۵۹	۲-۴-۴ - گوشت مرغ.....
	۵-۴ - بررسی تغییرات پایداری امولسیون گوشت در زمانهای مختلف اولتراساند و
۶۳	درصدهای مختلف نمک.....
۶۳	۱-۵-۴ - گوشت گاو.....

۶۶	۴-۵-۲-گوشت مرغ
۶۹	فصل پنجم نتیجه گیری کلی
۶۹	پیشنهادها
۷۱	فهرست منابع

فهرست جدول ها

عنوان	صفحه
جدول ۴-۱- pH گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۳۴
جدول ۴-۲- pH گوشت در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک بعد از ۵ روز.....	۳۷
جدول ۴-۳- pH گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۳۹
جدول ۴-۴- pH گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک بعد از ۵ روز.....	۴۱
جدول ۴-۵- ظرفیت نگهداری آب گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۴۲
جدول ۴-۶- ظرفیت نگهداری آب گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک پس از ۵ روز.....	۴۴
جدول ۴-۷- ظرفیت نگهداری آب گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۴۶
جدول ۴-۸- ظرفیت نگهداری آب گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک بعد از ۵ روز.....	۴۸
جدول ۴-۹- حلالیت پروتئین های گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۴۹
جدول ۴-۱۰- حلالیت پروتئین های گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک بعد از ۵ روز.....	۵۱
جدول ۴-۱۱- حلالیت پروتئین های گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۵۳

- جدول ۴-۱۲- حلالیت پروتئین های گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک بعد از ۵ روز..... ۵۵
- جدول ۴-۱۳- ظرفیت تشکیل امولسیون گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک..... ۵۶
- جدول ۴-۱۴- ظرفیت تشکیل امولسیون گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک پس از ۵ روز..... ۵۹
- جدول ۴-۱۵- ظرفیت تشکیل امولسیون گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف..... ۶۰
- جدول ۴-۱۶- ظرفیت تشکیل امولسیون گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف پس از ۵ روز..... ۶۲
- جدول ۴-۱۷- تغییرات پایداری امولسیون گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک..... ۶۳
- جدول ۴-۱۸- تغییرات پایداری امولسیون گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک پس از ۵ روز..... ۶۵
- جدول ۴-۱۹- تغییرات پایداری امولسیون گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک..... ۶۶
- جدول ۴-۲۰- تغییرات پایداری امولسیون گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک پس از ۵ روز..... ۶۷

فهرست شکل ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۴ - pH گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۳۵
شکل ۲-۴ - pH گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک بعد از ۵ روز.....	۳۷
شکل ۳-۴ - pH گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۴۰
شکل ۴-۴ - pH گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک بعد از ۵ روز.....	۴۱
شکل ۴-۵ - ظرفیت نگهداری آب گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۴۳
شکل ۴-۶ - ظرفیت نگهداری آب گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک پس از ۵ روز.....	۴۵
شکل ۴-۷ - ظرفیت نگهداری آب گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۴۷
شکل ۴-۸ - pH گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک بعد از ۵ روز.....	۴۸
شکل ۴-۹ - حلالیت پروتئین های گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۵۰
شکل ۴-۱۰ - حلالیت پروتئین های گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک بعد از ۵ روز.....	۵۲
شکل ۴-۱۱ - حلالیت پروتئین های گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک.....	۵۳
شکل ۴-۱۲ - حلالیت پروتئین های گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک بعد از ۵ روز.....	۵۵

- شکل ۴-۱۳- ظرفیت تشکیل امولسیون گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک..... ۵۷
- شکل ۴-۱۴- ظرفیت تشکیل امولسیون گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک پس از ۵ روز..... ۵۹
- شکل ۴-۱۵- ظرفیت تشکیل امولسیون گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک..... ۶۱
- شکل ۴-۱۶- ظرفیت تشکیل امولسیون گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک پس از ۵ روز..... ۶۲
- شکل ۴-۱۷- تغییرات پایداری امولسیون گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک..... ۶۴
- شکل ۴-۱۸- تغییرات پایداری امولسیون گوشت گاو در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک پس از ۵ روز..... ۶۵
- شکل ۴-۱۹- تغییرات پایداری امولسیون گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک..... ۶۷
- شکل ۴-۲۰- تغییرات پایداری امولسیون گوشت مرغ در زمانهای مختلف اولتراساند و درصدهای مختلف نمک پس از ۵ روز..... ۶۸

فصل اول

مقدمه

مقدمه

استفاده از غذا و مواد مغذی عامل ضروری برای حفظ حیات بشر است. گوشت یکی از منابع اصلی تامین پروتئین انسانهاست و ضرورت دریافت روزانه این غذای مهم بر هیچ کس پوشیده نیست. غنی بودن گوشت از پروتئین های حاوی اسیدهای آمینه ضروری برای بدن و مواد معدنی مانند روی و آهن و انواع ویتامین ها سبب میشود تا در زمره بهترین و کامل ترین مواد غذایی طبقه بندی گردد.

از نظر کلی گوشتها را به دو دسته گوشت قرمز و سفید دسته بندی میکنند. گوشت گاو، گوساله، گوسفند و خوک متداولترین گوشتهای قرمز هستند و گوشت سفید به دو دسته گوشت طیور و آبزیان تقسیم میشود.

محصولات گوشتی یکی از پر مصرفترین فرآورده های غذایی محسوب میشوند. در کشور ما بویژه در بیست سال اخیر صنایع گوشت به طور چشمگیری رشد داشته است. در این میان نحوه پخت و تهیه و در مقیاس صنعتی، نحوه فرآوری و روشهای تولید این غذای مهم که امروزه یک شاخه از علم را به خود اختصاص داده موضوعی قابل تامل است. چراکه نحوه فرآوری گوشت باید به گونه ای باشد که نه تنها مواد غذایی مهم و ضروری گوشت حفظ شوند بلکه طعمی مناسب و مطبوع به غذا بدهد و البته تولید مواد مضر در تهیه محصولات هم به حداقل برسد.

هدف تمامی صنایع فرایند کننده مواد غذایی تولید فرآورده ای با کیفیت بالا و تا حد امکان با حداقل هزینه می باشد که این فرآورده در اثر قرار دادن مواد اولیه در معرض یک سری از فرآیندها مانند حرارت دادن، خنک کردن، فشار و اختلاط و... تولید می شود.

تنوع در مواد خام و شرایط فرآیند سبب بوجود آوردن فرآورده ای با کیفیت غیر قابل پیش بینی می شود. بهمین دلیل بایستی کارخانجات مواد غذایی ویژگی های مواد اولیه را تعیین کرده و در هر مرحله از فرآیند، ماده غذایی و شرایط فرآیند را کنترل نمایند تا ویژگی های فرآورده نهایی تا حد امکان مشابه ویژگی های مطلوب از قبل پیش بینی شده باشد.

بدین منظور روشهای فراوری نوین در تهیه مواد غذایی امروزه جای خاصی در بین صنایع باز کرده و بهبود غذا چه از لحاظ کیفی و چه از لحاظ کمی و تغذیه ای، دلیل استفاده از این تکنولوژیهای جدید در امر تولید غذا میباشد. اولتراساند روشی جدید برای فرایند غذاست و بیشتر از آن برای استخراج مواد از داخل بافتها - گیاهی و حیوانی - استفاده میشود.

در تهیه محصولات گوشتی نکته ای که بسیار مورد توجه است میزان عصاره گیری و حلالیت پروتئین های گوشت است که باعث بهبود کیفیت، بافت، طعم و ظاهر محصول میگردد. پس بدین خاطر اولتراساند را به عنوان فرایندی برای افزایش حلالیت پروتئین ها و افزایش میزان عصاره گیری به کار برده شد. در این فرایند از نیروی مکانیکی اولتراساند در شدتهای بالا برای بهبود کیفیت و خواص عملکردی گوشت استفاده و میزان این تاثیر ارزیابی شد.

از آنجا که گوشت ساختار پیچیده ای از پروتئینها، چربی، آب، مواد معدنی، کربوهیدراتها و... است توجیه رفتار و عملکرد گوشت در برابر فرایندهای مختلف دشوار و پیچیده مینماید برای آشنایی بیشتر و توجیه رفتار گوشت توضیحاتی را ابتدا در مورد ساختار پروتئین های گوشت، سپس خصوصیات عملکردی گوشت، بعد از آن در مورد نمک و فسفات و اثرات آن بر گوشت توضیحاتی ارائه داده و سپس در مورد دستگاه اولتراساند و کاربردهای آن در صنایع غذایی بحث میشود.

۱-۱- پروتئین های گوشت

۱-۱-۱ پروتئینهای سارکوپلاسمیک

پروتئینهای محلول در آب هستند که ۳۵٪ از پروتئین های گوشت را تشکیل میدهند. این پروتئینها در قدرت یونی پایین حل میشوند مثل آنزیمها و میوگلوبین ها. ویسکوزیته بالای سارکوپلاسم ناشی از غلظت بالای پروتئینهای محلول است. این پروتئینها شامل پروتئینهایی از جمله میوزنهای A¹ و B و میوگلوبین است که همگی در سیتوپلاسم سلول عضله یافت می شوند. میوزن به مجموعه ای از پروتئینهای سارکوپلاسمیک حاوی حداقل ۲۰۰-۱۰۰ پروتئین مختلف

¹ - Myogen

اطلاق می‌شود. ترکیب دقیق پروتئین سارکوپلاسمیک به شدت تحت تأثیر شرایط مورد استفاده طی استخراج قرار می‌گیرد و ممکن است بسته به سرعت و میزان هموژنیزاسیون بافت قبل از استخراج، pH در حین استخراج، طبیعت محلول استخراج کننده و نیروی سانتریفیوژ استفاده شده برای جداسازی پروتئین‌های سارکوپلاسمیک محلول از پروتئین‌های غیرمحلول، تغییر کند. در اغلب موارد شرایط به کار گرفته شده جهت استخراج پروتئین‌های سارکوپلاسمیک حاوی همه آنزیم‌های مرتبط با گلیکولیز و اکثر آنزیم‌های مرتبط با سنتز کربوهیدرات و پروتئین می‌باشند (۴۲).

تامسون^۱ و همکاران (۱۹۶۷) دریافتند که برخی آنزیم‌های سیتوپلاسمیک عضله ممکن است به غشاهای سلولی متصل شده و بنابراین در برخی شرایط استخراج محلول نخواهند بود (۷۵). از این رو به هنگام مطالعه پروتئین‌های سارکوپلاسمیک، شرایط استخراج و هموژنیزاسیون باید به دقت مورد توجه قرار گیرد.

پروتئین سارکوپلاسمیک عضله حاوی تعدادی پروتئین منحصر به فرد نیز می‌باشد. بسیاری از این پروتئین‌ها در مقادیر بسیار کم موجود هستند. میوگلوبین که عامل اختلاف رنگ در انواع و قسمت‌های مختلف گوشت می‌باشد، خود یک پروتئین سارکوپلاسمیک است که منحصر به عضله بوده و در مقادیر نسبتاً زیاد در اغلب سلول‌های عضلانی وجود دارد (۴۶).

۱-۱-۲- پروتئین‌های میوفیبریلار

پروتئین‌های میوفیبریلار هستند که حدود ۵۵٪ پروتئین‌های عضله جزء این دسته هستند. پروتئین‌های میوفیبریلی شامل ۱- پروتئین‌های انقباضی: اکتین و میوزین ۲- پروتئین‌های تنظیمی شامل تروپونین و تروپومیوزین و ۳- پروتئین‌های سایتواسکلتال، تیتان و نیولین است. این پروتئین‌ها باید در آب نمک حل شوند تا خواص عملکردی را نشان دهند.

¹ - Tampon

پروتئین‌های میوفیبریلی اثرات زیادی بر روی کیفیت پخت و دیگر خصوصیات تکنولوژیک گوشت دارند. برای مثال، به طور تخمینی ۹۷ درصد ظرفیت نگهداری آب گوشت تنها به خاطر پروتئین‌های میوفیبریلی است. اگرچه تعیین مقدار دقیق پروتئین‌های میوفیبریلی شرکت‌کننده در ظرفیت امولسیون‌کنندگی گوشت مشکل است اما به نظر می‌رسد که این پروتئین‌ها مسئول بیش از ۷۵ درصد توانایی امولسیون‌کنندگی گوشت هستند، و در واقع، ممکن است بیش از ۹۰ درصد ظرفیت امولسیون‌کنندگی کل گوشت را تشکیل دهند. همچنین تعیین میزان دقیق پروتئین‌های میوفیبریلی که عامل بروز تغییرات در تردی گوشت هستند مشکل است اما با میزان بافت پیوندی نمونه نسبت عکس داشته و بسته به میزان بافت پیوندی و حالت عضله مسئول ۵۰ درصد تا حدود ۱۰۰ درصد تغییرات در تردی گوشت بوده و در نهایت، چون پروتئین‌های میوفیبریلی بیش از ۵۰ درصد کل پروتئین عضله را تشکیل می‌دهند و چون حاوی مقادیر نسبتاً بالای اسیدآمینه‌های ضروری هستند، ۷۰ درصد ارزش غذایی گوشت حاصل از این پروتئین‌هاست (۴۶).

بدیهی است که پروتئین‌های میوفیبریلی اثرات مهمی بر کیفیت گوشت و قابلیت استفاده آن دارند به طوری که موجب روش‌های متفاوت فرآیند گوشت میشوند. پروتئین‌های میوفیبریلی متغیرترین نوع پروتئین‌ها نسبت به پروتئین‌های بافت پیوندی بوده و به احتمال زیاد طی نگهداری، تحت تغییرات زیادی قرار می‌گیرند (۴۶).

انواع پروتئین‌های میوفیبریلی عبارتند از:

الف - میوزین: مولکول‌های میوزین، فیلامنت‌های ضخیم را شکل داده و ۶۰-۵۰ درصد پروتئین‌های کل موجود در دستگاه انقباضی هستند. میوزین می‌تواند با استفاده از یک بافر با قدرت یونی بالا از بافت عضلانی جدا شود (۴۲). این مولکول به دلیل نسبت بالای اسیدهای آمینه اسیدی و بازی دارای بار الکتریکی زیادی است و pH ایزوالکتریک آن حدود ۵-۴ می‌باشد (۴۱). وزن مولکولی میوزین تقریباً ۵۰۰ کیلودالتون و شامل دو زنجیره پپتیدی مشخص بسیار طولانی است که یک میله مارپیچی α طولانی دو رشته‌ای با یک بخش پروتئینی کروی دو سر را تشکیل می‌دهند، هر دو سر در یک انتهای مارپیچ متصل می‌شوند. دو سر میوزین فعالیت ATP آزی دارد. و برای واکنش سر با اکتین مورد نیاز می‌باشد (۴۲).

ب- **اکتین**: اکتین ترکیب اصلی فیلامان نازک است که ۱۵-۳۰ درصد کل پروتئین انقباضی را تشکیل می‌دهد. این پروتئین نسبت به میوزین دارای حلالیت کمتری است زیرا که در خط Z به هم متصل شده است (۴۲).

مولکول اکتین سرشار از اسیدآمینو پرولین است. این اسیدآمینو با عامل ایمین خود موجب تاخوردگی بین زنجیره‌های پلی‌پپتیدی شده و شکل کروی این پروتئین را ایجاد می‌کند و به همین دلیل G-اکتین نام‌گذاری شده است. قطر این پروتئین معادل ۵/۵ نانومتر بوده و از ۳۷۵-۳۷۴ اسیدآمینو تشکیل شده است (۴۱). وزن مولکولی تقریباً ۴۶ کیلودالتون دارد و به میوزین متصل می‌شود. در حضور نمک‌ها یا ATP و Mg^{2+} به ATP، ADP هیدرولیز می‌شود که متصل به اکتین می‌ماند، خودبه‌خود پلیمره شده و اکتین رشته‌ای با F-اکتین را می‌سازد. F-اکتین در فیلامان‌ها (۱-۱۰۰۰ نانومتر، قطر به ۸ نانومتر) در شکل مارپیچ دو رشته‌ای است که در آن دانه‌های G-اکتین به وسیله دو فیبریل تروپومیوزین^۱ پایدار شده‌اند (۴۲). در اثر آرایش مارپیچی قطر اکتین به ۸-۶ نانومتر افزایش می‌یابد (۴۱).

ج- **تروپومیوزین**: تروپومیوزین یک مولکول بسیار طویل (۲×۴۵ میکرومتر) با وزن مولکولی حدود ۷۰ کیلودالتون است (۴۲). که حدود ۵ درصد از پروتئین‌های فیبریلار عضله را تشکیل می‌دهد (۴۱).

د- **تروپونین**^۲: تروپونین حدود ۵ درصد از پروتئین‌های فیبریلی را تشکیل می‌دهد و به دلیل داشتن مقادیر نسبتاً بالای پرولین، یک پروتئین کروی است.

۱-۱-۳- پروتئین‌های استروما

که شامل کلاژن، الاستین، رتیکولین است و نه در آب حل میشوند و نه در نمک. پروتئین استروما معمولاً حاوی پروتئین‌هایی از سارکولما، سارکوپلاسمیک رتیکولار و غشاهای میتوکندری هستند به علاوه پروتئین‌هایی که دور سلول عضلانی را می‌پوشانند در این گروه قرار می‌گیرند. اگر استخراج

^۱- Tropomyosin

^۲- Troponin

پروتئین‌های میوفیبریلی به صورت کامل انجام شده و یا در حرارت‌های بالای ۲ درجه سانتی‌گراد که پروتئین‌های میوفیبریلی گرایش به واسرشت شدن دارند انجام شود، پروتئین‌های استروما حاوی مقادیر زیادی پروتئین‌های میوفیبریلی استخراج شده هستند. با توجه به این که عوامل متعددی از جمله مدت زمان انبارداری حتی در حرارت‌های زیر ۲۰- درجه سانتی‌گراد می‌تواند استخراج کامل پروتئین‌های میوفیبریلی را تحت تاثیر قرار دهد، توجه دقیق به ترکیب پروتئین عضله برای اطمینان از این که هیچ گونه پروتئین میوفیبریلی زمان استخراج پروتئین استروما شرکت نمی‌کند ضروری است. گاهی استخراج ۲-۴ ساعته با سود ۰/۱ نرمال در ۲ درجه سانتی‌گراد پروتئین‌های میوفیبریلی استخراج نشده را جدا می‌کند، اگرچه این استخراج ممکن است مقدار کمی از برخی پروتئین‌های غشاء را محلول کند (۴۶).

دو پروتئین بافت پیوندی، کلاژن و الاستین، بخش عمده پروتئین استروما را تشکیل می‌دهند، که نسبت دقیق آن‌ها به شدت و در عضلات مختلف در گونه‌های حیوانی همسان تغییر می‌کند (۱۸).

۲-۱- ویژگی‌های عملکردی پروتئین‌های گوشت

در فراورده‌های گوشتی برای انجام بسیاری عملکردها وجود پروتئین‌ها لازم است و خواص عملکردی پروتئین‌ها تاثیر بسیار زیادی روی ویژگی‌های عملکردی محصولات گوشتی دارد. برای مثال روی عملکرد محصول کیفیت و ویژگی‌های حسی تاثیر گذار است. ویژگی‌های عملکردی ویژگی‌های فیزیکی یا شیمیایی پروتئین‌هاست که بر روی رفتار آنها در ماده غذایی در حین فراوری انبارداری و مصرف تاثیر گذار است.

زمانی که بخواهیم یک محصول جدید تولید کنیم یا فرایندی اضافه یا کم کنیم می‌توانیم به کمک ویژگی‌های عملکردی پروتئین‌ها علت مشکلات را بفهمیم و کیفیت محصول را بسنجیم. ویژگی‌های عملکردی پروتئین‌ها در فراورده‌های گوشتی به سه دسته است:

الف - برهمکنش پروتئین با آب: که بوسیله آزمایشها ویسکوزیته، ظرفیت نگهداری آب، حلالیت و میزان استخراج قابل اندازه‌گیری است.

ب- برهمکنش پروتئین ها و چربیها: که با آزمایشهای تشکیل امولسیون، ظرفیت نگهداری چربی قابل اندازه‌گیری است .

ج- بر همکنش پروتئین با پروتئین: خاصیت تشکیل ژل و تردی ویژگیهای عملکردی که در این تحقیق اندازه‌گیری شد شامل ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت تشکیل امولسیون، پایداری امولسیون و میزان حلالیت پروتئین ها بود که در مقدمه توضیحاتی درباره آنها ارائه میشود.

اکتون و سافل^۱ (۱۹۶۹) گزارش کردند که قابلیت استخراج پروتئین در گوشت قبل از جمود ۴۸ درصد بیشتر از حالت پس از آن می‌باشد (۵).

در محصولات گوشتی خام، ظرفیت نگهداری چربی، حلالیت و ظرفیت نگهداری آب اهمیت دارد و در فراورده های پخته ظرفیت نگهداری آب، ظرفیت نگهداری چربی و خاصیت تشکیل ژل مهم است.

خواص عملکردی پروتئین های گوشت تحت تاثیر دو عامل اصلی است: ترکیبات و شرایط فراوری. - ترکیبات مثل: منبع گوشت، غلظت نمک، نوع نمک، pH گوشت، رطوبت گوشت، چربی گوشت، میزان پروتئین گوشت.

- شرایط فراوری: روش خرد کردن و ریز کردن گوشت، ماساژ دادن^۲ (که با این کار فضای بین گوشت را باز میکند تا آب بیشتری جذب گوشت شود) که مشابه روش استفاده از اولتراساند است.

¹-Acton & Saffel

²-Tumbling

۱-۲-۱ - ظرفیت نگهداری آب

ظرفیت نگهداری آب به توانایی گوشت در حفظ آب طی اعمالی از قبیل برش، حرارت دادن، چرخ کردن یا پرس کردن اطلاق می‌شود. آب در عضله با پیوندهای مختلفی به پروتئین اتصال برقرار می‌کند.

هرچند که مرز مشخص بین انواع آب متصل به عضله وجود ندارد می‌توان سه نوع آب اتصالی^۱، آب بی‌حرکت^۲ و آب آزاد^۳ را در گوشت مورد توجه قرار داد. اگر نیرویی به سیستم گوشتی وارد شود، قسمتی از این آب بصورت آب آزاد رها می‌شود (۴). اندازه‌گیری آب آزاد رها شده تحت کاربرد یک نیروی خارجی به عنوان شاخص خصوصیت اتصال آب پروتئین‌ها و تحت اصطلاح ظرفیت نگهداری آب یا WHC^۴ خوانده می‌شود (۷۷). دو اصطلاح دیگر که در این زمینه بکار می‌رود رطوبت قابل بیان^۵ و عصاره آزاد^۶ می‌باشد. رطوبت قابل بیان به مقدار آب خارج شده از سیستم پروتئینی تحت تأثیر نیروی خارجی و عصاره آزاد به مقدار عصاره خارج شده از سیستم گوشتی بدون کاربرد نیروی خارجی (غیر از جاذبه) اطلاق می‌شود (۴).

ظرفیت نگهداری آب بر تردی (۱)، آبدار بودن (۳ و ۱) و رنگ (۳ و ۱) گوشت اثرگذار است. همبستگی بین تردی و آب آزاد معنی‌دار بوده (۷۲) و گوشت‌های با ظرفیت نگهداری آب زیاد و pH بالا، معمولاً از گوشت‌های با pH حدواسط و pH کم، تردتر هستند (۲۷ و ۴۸). همچنین مشخص شد که افزایش ظرفیت نگهداری آب به دنبال افزایش pH می‌تواند اثر نیروی برشی زیاد را در عضلات کوتاه شده در اثر سرما کاهش دهد (۲۷).

در مورد تأثیر ظرفیت نگهداری آب به رنگ گوشت می‌توان اظهار کرد که ظرفیت نگهداری آب بالا در گوشت از میزان آب متحرک آن کاسته و انعکاس نور کاهش می‌یابد و رنگ گوشت تیره‌تر بنظر خواهد رسید (۱).

¹ - Bound water

² - Immobilized water

³ - Free water

⁴ - Water- holding capacity

⁵ - Expressible moisture

⁶ - Free drip