Archive of SID

بررسی اثر نمک(کلرید کلسیم، منیزیوم و پتاسیم)، چربی و صمغ ژلان بر بافت سوسیس

علیرضا رحمن[1*]، سید ابراهیم حسینی[2]، مریم اوتادی[3]

[1] عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس، شهرقدس، ایران
[2] عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
[3] عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۳/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۷/۱۳

چکیده

در این تحقیق اثر کاهش مقدار چربی و نمک به همراه جایگزین نمودن نمک‌های کلرید کلسیم، کلرید منیزیوم، کلرید پتاسیم و صمغ ژلان در فرمولاسیون، بر بافت سوسیس مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که کاهش چربی و نمک به همراه اضافه نمودن صمغ ژلان و نمک‌های دو ظرفیتی باعث بهبود بافت محصول شده و رطوبت و تخلخل محصول را افزایشمی دهد. افزودن کلرید منیزیم باعث بهبود ویژگی‌های بافتی شده در صورتی که افزودن کلرید کلسیم باعث افت کیفیت بافت محصول گردید. مقدار نمک دو ظرفیتی به کار رفته در فرمولاسیون احتمالا ویژگی‌های برگشت پذیر حرارتی صمغ ژلان را تحت تاثیر قرار داده و باعث کاهش قابلیت جذب و نگهداری آب در صمغ ژلان شده است. تفاوت های بافتی و ساختاری ایجاد شده در فرآورده توسط نمک‌های دو ظرفیتی مختلف احتمالا بر اثر تفاوت نقش و اثر آنها بر روی پروتئین‌های میوفیبریلی استخراج شده و قابلیت انحلال آنها و همچنین خواص ایجاد ژل توسط صمغ ژلان بوده است. استفاده از کلرید منیزیم به همراه صمغ ژلان در فرمولاسیون فرآورده های گوشتی کم چرب و کم نمک می تواند اثرات منفی ناشی از کاهش مقدار نمک بر ویژگی های بافتی فرآورده را تا حدودی جبران نماید.

واژه های کلیدی: خصوصیات بافتی، صمغ ژلان، نمک، کاتیون، سوسیس.

*مسوول مکاتبه: alireza_rahman@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱ - مقدمه

وجود چربی در فرمولاسیون فرآورده های گوشتی جهت ایجاد طعم مطلوب، آبدار بودن محصول و بافت مناسب محصول ضروری است، بنابراین کاهش یا حذف مقدار چربی در فرمولاسیون به سادگی امکان پذیر نبوده و نمی‌توان به راحتی با جایگزینی افزودنی های دیگر مشکلات مربوط به حذف یا کاهش مقدار چربی را جبران نمود (۱). یکی از روش های متداول جهت کاهش چربی استفاده از ترکیبات جایگزین چربی است که می توانند خصوصیات و ویژگی های چربی را در فرمولاسیون بوجود آورند. این ترکیبات جایگزین، مقدار کالری موجود در محصول را کاهش داده ولی نمی توانند خواصی مثل طعم و مزه، آبداری، ویسکوزیته و سایر خصوصیات ارگانولپتیکی محصول را تغییر دهند. در حال حاضر استفاده از کربوهیدرات‌هایی مثل نشاسته‌ها و صمغ‌ها در فرمولاسیون فرآورده های گوشتی رایج بوده که می توانند راندمان پخت را بهبود بخشیده، قابلیت حفظ رطوبت را افزایش داده، هزینه‌ی تولید را کاهش داده و باعث بهبود بافت محصول شوند. استفاده از این ترکیبات در فرمولاسیون فرآورده های گوشتی باعث گسترش و توسعه فرآورده های گوشتی کم چرب شده است(۲).

در فرآورده های گوشتی، کاهش و یا حذف چربی و اضافه نمودن ترکیبات جایگزین چربی اثر قابل ملاحظه‌ای بر روی ویژگی های محصول نهایی و نقش و اثر هر یک از افزودنی های موجود در فرمولاسیون داشته، همچنین بر روی مراحل تولید فرآورده مانند پخت و تشکیل امولسیون پایدار نیز موثر است. کاهش مقدار چربی مهم ترین و اصلی‌ترین نقش را بر روی سفتی محصول و خاصیت چسبندگی محصول داشته همچنین بر روی ویژگی های حسی و ترکیب شیمیایی محصول نیز موٌثر است (۳). با این وجود کاهش همزمان چربی و کلرید سدیم در فرآورده های گوشتی یکی از چالش‌های فنی بسیار جدی است. اگر بطور همزمان نمک و مقدار چربی در فرمولاسیون فرآورده های گوشتی کاهش یابد، آب بکار رفته در فرمولاسیون قدرت یونی خود را تا کمتر از ۴/۰ از دست داده، بنابراین خصوصیاتی مثل احساس طعم شوری، مزه، بافت، قدرت جذب و نگهداری آب و همچنین اثر افزودنی‌های موجود در فرمولاسیون را تغییر خواهد داد(۴).

وجود نمک در فرآورش گوشت جهت ایجاد تغییرات ساختاری از طریق تعامل الکترواستاتیک بین پروتئین‌های میوفیبریلی و سدیم و یونهای کلرید ضروری بوده و باعث ایجاد تغییراتی مثل تورم میوفیبریل ها، خارج شدن میوفیلامنت‌ها از فرم پلیمری و در نهایت تجزیه کمپلکس اکتومیوزین می گردد(۵). کاهش میزان نمک باعث کاهش مقدار پروتئین‌های میوفیبریلی استخراج شده از ماهیچه‌ها شده، همچنین بر قابلیت انحلال این پروتئین‌ها اثر داشته بنابراین خواص کاربردی گوشت در ایجاد امولسیون پایدار را نیز تحت تاثیر قرار می دهد. اضافه کردن کلسیم، منیزیم یا نمک‌های کلرید پتاسیم به فرمولاسیون در حضور کلرید سدیم به استخراج پروتئین‌های میوفیبریلی و قابلیت انحلال و پایداری امولسیون تشکیل شده و در نهایت انعقاد پروتئین‌ها کمک می‌کند(۱۰،۹،۸،۷،۶). استفاده از ترکیبات یونی دیگر نیز مفید بوده زیرا اکثر ترکیبات جایگزین چربی بکار رفته در فرآورده های گوشتی، پلی ساکاریدهای آنیونی بوده که اثر آن ها بطور قابل ملاحظه‌ای به نوع یون و غلظت یون برای ایجاد ژل وابسته می باشد.

صمغ ژلان یک هترو پلی ساکارید آنیونی میکروبی خطی است که جهت ایجاد ژل به یک فرآیند حرارتی و همچنین حضور کاتیون‌ها نیاز دارد(۱۲،۱۱).کاتیون‌های دو ظرفیتی در مقایسه با کاتیون‌های یک ظرفیتی اثر قابل ملاحظه تری بر روی خواص رئولوژیکی صمغ ژلان داشته که علت آن تفاوت در مکانیسم تشکیل ژل توسط این کاتیون‌ها در صمغ ژلان می باشد.کاتیون‌های دو ظرفیتی مستقیماً باعث اتصال مارپیچ‌های صمغ ژلان شده و تشکیل ژل می دهد در صورتیکه کاتیون‌های یک ظرفیتی عمل اتصال مارپیچ‌های صمغ ژلان و تشکیل ژل را بصورت غیر مستقیم انجام می دهند(۱۳). صمغ ژلان در صنعت فرآورده های گوشتی به عنوان یک جایگزین چربی بکار رفته و توانایی ایجاد محصولی با بافت ، رنگ و خواص ارگانولپتیکی مشابه نمونه پر چرب را دارد (۱۵،۱۴). در تحقیقات انجام شده اشاره شده است که استفاده از صمغ ژلان در فرمولاسیون فرآورده های گوشتی باعث افزایش راندمان پخت می شود(۱۶). هدف از این تحقیق بررسی اثر نمک‌هایی مثل کلرید منیزیم و کلرید کلسیم به همراه کلرید پتاسیم بر خواص بافتی و ساختار میکروسکوپی فرآورده های گوشتی است که در فرمولاسیون آنها از صمغ ژلان استفاده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

۲ - مواد و روش ها

۲-۱ - فرمولاسیون فرآورده

چهار نمونه با چهار فرمولاسیون مختلف جهت بررسی اثر نمک‌های دو ظرفیتی (۰۱۵/۰ کلرید کلسیم یا منیزیوم) و مقدار چربی ۵ یا ۱۰ درصد مورد برسی قرار گرفت. مقدار نمک کلرید سدیم از ۵/۲ درصد به ۲ درصد کاهش یافته که این مقدار معادل ۲۰ درصد کاهش در نمک کلرید سدیم می باشد. البته مقدار ۵/۰ درصد کلرید پتاسیم و ۵/۰ درصد صمغ ژلان به فرمولاسیون افزوده شد. یک نمونه حاوی نمک کلرید سدیم کامل و چربی کامل به عنوان نمونه‌ی شاهد در نظر گرفته شد. علت استفاده از این نمک‌ها در فرمولاسیون، بررسی اثر حضور پتاسیم و نمک‌های دو ظرفیتی بر خصوصیات ژل و تشکیل ژل توسط صمغ ژلان و همچنین ایجاد قدرت یونی لازم جهت استخراج پروتئین‌های میوفیبریلی و انحلال پذیری این پروتئین‌ها و در نهایت تشکیل امولسیون پایدار در محصول نهایی با توجه به کاهش مقدار نمک کلرید سدیم می باشد. در فرمولاسیون از گوشت گاو به همراه نمک‌های کلرید سدیم، کلرید منیزیوم یا کلسیم به همراه ۰۱۵/۰ درصد نیترات و ۴/۰ درصد فسفات استفاده شد.کدگذاری نمونه‌ها به شرح ذیل می‌باشد.

نمونه شاهد = ۱۵ درصد چربی

نمونه ۱ = ۱۰ درصد چربی، ۵/۰ درصد صمغ ژلان، ۵/۰ درصد کلرید پتاسیم، ۱۱/۰ درصد کلرید کلسیم

نمونه ۲ = ۱۰ درصد چربی، ۵/۰ درصد صمغ ژلان، ۵/۰ درصد کلرید پتاسیم، ۱۲/۰ درصد کلرید منیزیوم

نمونه ۳ = ۵ درصد چربی، ۵/۰ درصد صمغ ژلان، ۵/۰ درصد کلرید پتاسیم، ۱۱/۰ درصد کلرید کلسیم

نمونه ۴ = ۵ درصد چربی، ۵/۰ درصد صمغ ژلان، ۵/۰ درصد کلرید پتاسیم، ۱۲/۰ درصد کلرید کلسیم

۲-۲ -بررسی بافت محصول

بافت نمونه‌های مورد نظر توسط دستگاه تحلیل گر نمایه بافت[1] مجهز به لود سل ۲۵ کیلوگرمی مورد بررسی قرار گرفتند. جهت بررسی بافت، نمونه‌های سوسیس به شکل استوانه‌هایی به ارتفاع ۲۰ میلی متر بریده شده و به صورت محوری تا نصف ارتفاع اولیه با سرعت ۱ میلی متر بر ثانیه در دو مرحله متوالی فشرده شدند. فاصله‌ی بین دو مرحله‌ی فشرده سازی ۵ ثانیه بود. پارامترهای مشخصات بافت نمونه‌ها از منحنی های نیرو- تغییر شکل قابل استخراج می باشند که این پارامترها عبارتند از:

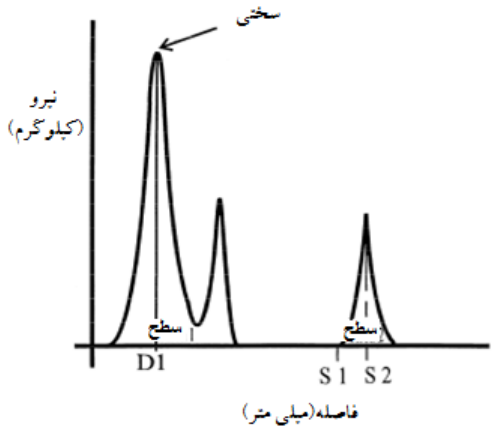
سختی: حد اکثر نیروی لازم جهت رسیدن به تغییر شکل مورد نظر.

چسبندگی: عبارت است از قدرت و توانایی اتصالات و پیوندهای داخل بافت جهت حفظ و تثبیت بافت محصول.

خاصیت ارتجاعی: قابلیت نمونه جهت بازگشت به شکل اولیه پس از فشرده سازی نمونه.

خاصیت جهندگی: قابلیت بدست آوردن شکل اولیه پس از فشرده سازی نمونه.

کار انجام شده در حین فشرده سازی : سطح زیر نمودار فشردن (نیرو- تغییر شکل) نمایانگر مقدار کل کار لازم جهت فشردن نمونه می‌باشد (۱۹،۱۸،۱۷) .



شکل ۱- تغییرات نیرو بر حسب جابجایی در آزمون تحلیل بافت

۲-۳ -آزمایش برش وارنر برتزلر [2]

نمونه‌ها توسط تیغه‌های دستگاه وارنر برتزلر تحت آزمون برش مطابق با همان شرایط آزمون تحلیل بافت با سرعت ثابت ۱ میلی متر بر ثانیه مورد بررسی قرار گرفتند. پارامترهای برشی بر اساس روش ارائه شده توسط (Veland & Torrissen) (۲) از نمودارهای نیرو - تغییر شکل قابل استخراج می باشند که این پارامترها عبارتند از :

سطح نمودار[3]: به عنوان نیروی مورد نیاز قبل از شکستن و برش نمونه می‌باشد.

[1] Texture Analyser

[2] Warner Bratzler Shear test

[3] Fitting area

www.SID.ir

Archive of SID

مقاومت شکست[1]: به عنوان اولین پیک نیرو در زمان شروع برش می باشد.

سطح تنش[2] : سطح زیر نمودار در هنگام برش یا به عبارت دیگر کار انجام شده در اثر تغییر شکل غیر قابل برگشت می‌باشد.

حداکثر نیروی تنش[3]: بالاترین و بزرگترین پیک در در طول زمان انجام آزمایش.

سطح کل زیر نمودار: شامل سطح تنش وسطح نمودار به عنوان مقدار کل کار لازم جهت برش نمونه می‌باشد. نتایج بدست آمده میانگین حداقل پنج تکرار برای هر نمونه می‌باشد.

٤-۲ -آزمایش فشرده سازی برشی کرامر سل [4]

نمونه‌ها به ارتفاع ۸ سانتی متر بریده شده، سپس وزن شده و در دستگاه ۱۰ تیغه‌ای کرامر بصورت محوری با سرعت ثابت ۱۰ میلی متر بر ثانیه مطابق با همان شرایط آزمایش تحلیل کننده‌ی بافت، فشرده گردیدند. پارامترهای برش- فشردن از نمودارهای تغییر شکل - فشرده سازی، مطابق روش ارائه شده توسط Gill, Keith & Smith Lall بدست آمدند (۲۱). بر این اساس چهار بخش مجزا در این نمودارها قابل مشاهده است که عبارتند از:

شیب اولیه : اولین بخش نمودار که تیغه‌ها شروع به فشردن نمونه می کنند.

شیب فشردگی : بخشی از نمودار که فشردگی بدون برش در حال انجام است.

شیب تغییر: بخشی از نمودار که فشردگی و برش بطور همزمان درحال انجام است.

حداکثر نیرو: بخشی از نمودار است که شکستن و برش نمونه صورت می‌گیرد و باعث خروج نمونه از سلول می شود که در حقیقت نقطه‌ای است‌که بطور همزمان عمل فشردگی، برش و خروج نمونه از سلول صورت می‌پذیرد.

نتیجه بدست آماده میانگین حداقل ۵ تکرار بر روی هر نمونه می‌باشد.

۵-۲- راندمان پخت، رطوبت در دسترس و پایداری پخت

راندمان پخت بر اساس روش ارائه شده توسط Shand بررسی شد(۲۲). مطابق این روش نمونه‌های خام وزن شده، سپس پخته شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگه داری شدند که باعث خروج رطوبت شده و نمونه‌ها مجددا وزن شدند و درصد راندمان پخت بر اساس وزن نمونه‌ی خام محاسبه گردید. رطوبت در دسترس بر اساس روش Jauregui تعیین شد(۲۳). مطابق این روش سه قطعه کاغذ صافی وزن شده و به شکل یک قیف در آمدند سپس مقدار ۲ گرم از نمونه‌ی خام را وارد آن کرده و به مدت ۲۰ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی گراد و با سرعت ۳۰۰۰ دور بر دقیقه در دستگاه سانتریفوژ قرار گرفتند. رطوبت در دسترس بر اساس درصد کاهش وزن نمونه پس از سانتریفوژ کردن نمونه گردید.

پایداری پخت بر اساس روش ارائه شده توسط Haq بدست آمد(۲۴). مطابق این روش مقدار ۳۰ گرم نمونه در یک حمام آب گرم در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد به مدت ۳۰ دقیقه گرم شده، سپس مجددا وزن گردیدند. نسبت وزن نمونه قبل و بعد از گرم کردن، به عنوان درصد پایداری پخت تعیین گردید.

٦-۲ - بررسی ساختار میکروسکپی

ساختار میکرسکوپی نمونه‌ها توسط روش اسکن میکروسکوپ الکترونی بر اساس روش Julavittayanukul مورد بررسی قرار گرفتند (۲۵). بر اساس این روش نمونه‌ها از قسمت های درونی سوسیس‌های پخته شده با ضخامت ۲ تا ۳ میلی متر برش خورده و به مدت ۴۸ ساعت درمحلول ۵ گرم بر میلی لیتر گلوتارآلدئید و بافر فسفات ۱/۰ با (pH= ۷) جهت تثبیت نگهداری شدند. پس از آن نمونه‌های تثبیت شده سه مرتبه در همان محلول بافر فسفات با غلظت ۱/۰ مول بر لیتر و (pH= ۷) شسته شده و مجددا در همان محلول بافر فسفات حاوی ۱ درصد تتروکسید اسمیوم (OsO_4)، برای مدت ۲ ساعت تثبیت گردیدند. نمونه‌های تثبیت شده توسط غلظت‌های متفاوت اتانول (۹۰، ۸۰، ۷۰، ۶۰، ۵۰، ۴۰، ۳۰) گرم بر ۱۰۰ میلی لیتر؛ به مدت ۳۰ دقیقه آبگیری شده، سپس نمونه‌های خشک شده بر روی نگهدارنده های آلومینیومی قرار گرفته و توسط لایه‌ای از طلا پوشانده شدند و در نهایت توسط

[1] Breaking strength
[2] Shear area
[3] Maximum shear peak force
[4] Kramer cell

www.SID.ir

Archive of SID

میکروسکوپ (JEOL Ltd., Tokyo. Japan) با ولتاژ شتاب دهنده‌ی ۲۰ کیلو ولت مورد بررسی قرار گرفتند.

۳ -نتایج و بحث

۳-۱ - بررسی بافت محصول

بافت نمونه‌های شاهد سخت تر بوده و با کاهش چربی و افزودن صمغ ژلان بافت محصول نرم تر گردید. اضافه کردن کلرید منیزیم یا کلسیم هیچ تأثیری بر روی سفتی محصول نداشت. چسبندگی و خاصیت ارتجاعی نمونه‌های شاهد کمتر بودند در حالی که در نمونه‌های حاوی منیزیم چسبندگی و خاصیت ارتجاعی کاهش یافته بود. خاصیت جهندگی در نمونه‌های حاوی چربی کمتر افزایش یافت و مقدار این خاصیت در نمونه‌های حاوی کلرید کلسیم بیشتر از نمونه‌های حاوی یه کلرید منیزیوم بود. خاصیت چسبندگی در نمونه‌های شاهد کمتر بود. با در نظر گرفتن مجموع هر دو مرحله‌ی فشردگی، نمونه‌های شاهد بیشترین نیرو را جهت فشردگی نیاز داشتند در حالی که نمونه‌های کم چرب حاوی کلرید منیزیوم به کمترین نیرو جهت فشردگی نیاز داشتند که علت آن مربوط به بافت نرم تر اما چسبنده تر و با خاصیت ارتجاعی بالاتر محصول می باشد(جدول ۱) .

در نمونه‌های کم چرب حاوی صمغ ژلان و کلرید منیزیوم بافت محصول بهبود یافت در حالی که استفاده از کلرید کلسیم اثر منفی بر پارامترهای بافت محصول داشته است. اضافه نمودن کلرید سدیم به مقدار ۲ درصد همراه با کلرید منیزیوم و کلرید کلسیم باعث بهبود عملکرد پروتئین‌ها شده و قابلیت انحلال میوزین‌ها و سختی ژل را افزایش می دهد (۹) در مقابل در برخی تحقیقات گزارش شده است که نمک‌های کلرید دو ظرفیتی مانند کلرید کلسیم یا منیزیوم سفتی و چسبندگی فرآورده‌ی گوشتی کم چرب را تغییر نداده ولی در فرآورده های پر چرب باعث کاهش سفتی محصول در مقایسه با نمونه‌های شاهد شده است (۸). در مطالعات انجام شده بر روی اثر صمغ ژلان در فرآورده‌های گوشتی، گزارش شده است که یون کلسیم توانایی ایجاد ژلی قوی تر و سخت تر در مقایسه با یون منیزیوم داشته است که احتمالا به دلیل بزرگتر بودن شعاع یونی کلسیم از منیزیوم است که بر این مبنی، توانایی آن در ایجاد و تشکیل ژل بیشتر بوده و ژلی قوی تر و سخت تر ایجاد می کند (۲۷) .

طبق نتایج حاصل اضافه نمودن صمغ ژلان به همراه کلرید منیزیوم یا کلسیم باعث بوجود آمدن ژلی با سختی کمتر ولی چسبندگی بیشتر در مقایسه با نمونه‌های شاهد شده است در حالی که سایر پارامترهای بافت محصول در مقایسه با نمونه‌های شاهد افزایش یافته است.

۳-۲ -آزمون برش وارنر برتزلر[1]

در این آزمون نمونه شماره۲ بالاترین مقادیر برای تمام پارامترهای ارزیابی شده در این آزمایش را دارا می‌باشد. نمونه‌های حاوی کلرید منیزیوم و صمغ ژلان یک ساختار جامد قوی و محکم را در نمونه‌های کم چربی ایجاد کرده که باعث افزایش در منطقه‌ی Fitting area می شود. اضافه نمودن کلرید کلسیم اثر منفی بر روی بافت محصول داشته است. قدرت شکستن محصول، نیروی برش در منطقه تغییر شکل غیر قابل برگشت و مقادیر حداکثر نیرو در نمونه‌های شاهد و نمونه‌های حاوی کلرید منیزیوم مشابه و یکسان بودند درحالی که در نمونه‌های کلرید کلسیم، پارامترهای بدست آمده مقادیر کمتری را نشان می دهند. بنابراین می‌توان نتیجه گیری نمود که نمونه‌های حاوی کلرید کلسیم دارای ساختار و بافت ضعیف تری بوده‌اند. قابلیت شکل پذیری و انعطاف پذیری در نمونه‌های حاوی کلسیم شامل نمونه‌های کم چرب و پر چرب پایین تر بوده که بیان گر این است که این نمونه‌ها راحت تر می شکنند بنابراین بافت این محصولات ترد تر بوده و قابلیت انعطاف پذیری پایین تری دارند (جدول ۲).

اثر اضافه نمودن نمک‌های دو ظرفیتی بر روی قابلیت انحلال پروتئین‌های میوفیبریلی موجود در گوشت و همچنین اثر این نمک‌ها بر ایجاد ژل در صمغ ژلان در نتایج حاصل از آزمون برش وارنر برتزلر بسیار مشهود تر و روشن تر از نتایج حاصل از آزمون تحلیل بافت می‌باشد، مثلا بر اساس نتایج بدست آمده از آزمون برش وارنر برتزلر، نیروی برش لازم در نمونه‌های حاوی کلرید کلسیم بالاتر است.

[1] Warner - Bratzler shear test

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱ - نتایج بدست آمده از آزمون بررسی بافت بر روی نمونه‌های سوسیس با فرمولاسیون مختلف

	نمونه شاهد	نمونه یک	نمونه دو	نمونه سه	نمونه چهار
سختی(N)	۴۰/۲۹	۳۷/۱۹	۳۶/۵۳	۳۳/۵۷	۳۱/۷۹
چسبندگی	۰/۲۴۲۲	۰/۳۰۸۵	۰/۳۴۰۴	۰/۳۶۳۶	۰/۳۸۱۱
خاصیت کشداری	۰/۴۳۹۳	۰/۴۹۰۱	۰/۵۳۲۴	۰/۴۸۰۶	۰/۵۵۸۴
خاصیت ارتجاعی	۰/۹۹۶۰	۰/۹۹۸۰	۱/۰	۱/۰۰۰۷	۰/۹۹۹۰
خاصیت صمغی(N)	۹/۹۸۲	۱۱/۶۵۰	۱۲/۶۲۴	۱۲/۱۲۰	۱۲/۲۴۸
سطح کل زیرمنحنی (N.Sec)	۲۴۹/۷۱	۲۴۸/۲۷	۲۵۱/۷۹	۲۲۶/۷۶	۲۱۳/۱۳

جدول ۲ - نتایج بدست آمده از آزمون برش وارنر برتزلر بر روی نمونه‌های سوسیس با فرمولاسیون مختلف

	نمونه شاهد	نمونه یک	نمونه دو	نمونه سه	نمونه چهار
سطح نمودار(N.Sec)	۳۹/۱۸	۲۷/۳۷	۴۵/۱۲	۲۷/۲۳	۳۸/۹۱
مقاومت شکست(N)	۹/۶۳	۶/۶۹	۱۰/۶۸	۶/۱۹	۹/۵۱
حداکثر نیروی تنش(N)	۹/۲۰	۶/۴۵	۹/۴۷	۶/۷۵	۷/۴۴
تنش (N.Sec)	۱۰۱/۱۸	۹۲/۶۱	۱۲۰/۶۲	۱۱۳/۹۷	۱۰۳/۴۳
سطح کل زیر منحنی(N.Sec)	۱۴۰/۳۵	۱۲۰/۳۳	۱۶۵/۷۴	۱۲۱/۲۰	۱۴۳/۲۵

بر این اساس می‌توان نتیجه گیری نمود که اضافه نمودن کلرید کلسیم اثر منفی بر روی بافت فرآورده‌های گوشتی دارد که علت آن را می‌توان به تعامل بین نمک‌های دو ظرفیتی و پروتئین‌های میوفیبریلی مرتبط دانست که باعث افزایش قابلیت انحلال پروتئین‌های میوفیبریلی شده است (۹،۸،۷). اگر چه سایر محققین گزارش نموده اند که یون کلسیم اثر قوی تری در مقایسه با یون منیزیوم بر روی رفتار ویسکوالاستیک صمغ ژلان داشته است (۲۸) طبق نتایج بدست آمده در این تحقیق یون کلسیم آثاری منفی بر روی بافت فرآورده‌های گوشتی از خود نشان داده است.

۳-۳ -آزمون برش کرامر سل [1]

در این آزمون نمونه شاهد و نمونه شماره ۲ بالاترین مقادیر شیب اولیه را نشان دادند که بر اساس آن می‌توان نتیجه گرفت که بکار بردن همزمان صمغ ژلان و کلرید منیزیوم در فرمولاسیون باعث ایجاد ساختاری قوی تر و محکم تر در مقایسه با نمونه حاوی کلرید کلسیم شده است. مقدار شیب فشردگی در نمونه‌های حاوی کلرید کلسیم از سایر نمونه‌ها کم تر بوده ضمن این که با کاهش مقدار چربی، شیب نیرو نیز کاهش یافته است. نمونه‌های حاوی کلرید منیزیوم دارای شیب فشردگی مشابه نمونه‌های شاهد بودند. نمونه‌های حاوی کلرید منیزیوم در هر دو مورد نمونه‌های کم چرب و پر چرب دارای شیب تغییر بالاتری از نمونه‌های شاهد بودند که نشان دهنده‌ی این است که با وجود تغییر مقدار چربی، این نمونه‌ها دارای بافتی سخت تر می باشند. در انتهای فرایند فشرده سازی دو مرحله‌ای، نمونه شاهد مقادیر حد اکثر نیروی بالاتری در مقایسه با نمونه‌های کم چرب و کم نمک داشت با این حال هنگامی که مقادیر حداکثر نیرو در واحد وزن نمونه‌ها محاسبه گردید نمونه‌های حاوی کلرید منیزیوم بالاترین مقادیر را نشان دادند (جدول ۳).

تفاوت‌های عمده بین نتایج نمونه‌ها در آزمون برش کرامر سل را می‌توان به تفاوت در تراکم و ساختار بافت نمونه‌های فرآورده‌های گوشتی مرتبط دانست. مثلا اضافه نمودن کلرید منیزیوم در غلظت‌های بالا (بیش از ۴/۰ مول بر لیتر) باعث ایجاد خلل و فرج بیشتری در بافت نمونه‌ها می شود در حالی که اضافه نمودن کلرید کلسیم باعث ایجاد خلل و فرج کمتری در بافت

[1] Kramer cell shear test

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌ها گردید (۳۰،۲۹). در مقابل در غلظت‌های پایین (۵ تا ۹ میلی مول بر لیتر) اضافه نمودن کلرید منیزیوم باعث تشکیل یک شبکه پروتئینی رشته‌ای پراکنده همراه با تجمعات کروی کوچک شده است درحالی که اضافه نمودن کلرید کلسیم در فرمولاسیون باعث تشکیل تجمعات پروتئینی کروی شکل بزرگ تر، فشرده تر و متراکم تر شده است(۸).

با در نظرگرفتن موارد فوق می‌توان نتیجه‌گیری نمود که کلرید منیزیوم در غلظت‌های پایین، توانایی تشکیل یک شبکه پروتئینی متراکم تر با خصوصیات ساختاری و بافتی مطلوب تر در مقایسه با نمونه‌های حاوی کلرید کلسیم در غلظت‌های پایین را دارد. کلیه نمونه‌های پرچرب در مقایسه با نمونه‌های کم چرب مشابه، دارای تراکم بیشتری بودند که علت آن را می‌توان وجود مقادیر بیشتر آب در نمونه‌های کم چرب دانست .

٤-۳- راندمان پخت، رطوبت در دسترس و پایداری پخت

راندمان پخت در نمونه‌های کم چرب بیشتر بود همچنین افزایش راندمان پخت در نمونه‌های حاوی کلرید کلسیم مشاهده گردید. اگرچه نمونه‌های کم چرب در مقایسه با نمونه‌های پر چرب مقدار آب بیشتری را آزاد می کنند. کلیه نمونه‌های کم چرب در طول فرایند حرارتی آب را در ساختار خود حفظ کرده و وزن آنها افزایش یافت ولی استفاده از نیروی گریز از مرکز (سانتریفوژ) و یا حرارت دهی مجدد، باعث خروج این آب از ساختار نمونه‌ها می شود. نمونه‌های کم چرب و نمونه‌های حاوی نمک‌های دو ظرفیتی در هنگام پخت مجدد، افت وزن بیشتری را از خود نشان دادند (جدول ۴).

جدول ۳ - نتایج بدست آمده از آزمون کرامر سل بر روی نمونه‌های سوسیس با فرمولاسیون مختلف

	نمونه شاهد	نمونه یک	نمونه دو	نمونه سه	نمونه چهار
شیب اولیه(N/Sec)	۵/۸۱	۴/۴۱	۵/۲۶	۴/۰۷	۳/۹۸
شیب فشردگی(N/Sec)	۱۴/۴۳	۱۱/۴۴	۱۳/۶۳	۱۰/۰۴	۱۳/۱۵
تغییر شیب(N/Sec)	۱۰/۰۵	۸/۱۱	۱۰/۰۳	۸/۴۵	۱۰/۵۳
حداکثر نیرو(N)	۱۵۷/۳۶	۱۴۲/۰۱	۱۴۴/۴۳	۱۳۷/۱۵	۱۴۶/۱۸
سطح کل زیرمنحنی (N.Sec)	۲۰۰۱/۵۸	۱۹۲۴/۸۳	۱۹۹۹/۷۸	۱۹۰۵/۷۵	۱۹۱۳/۱۲

جدول ٤- نتایج بدست آمده از آزمون قابلیت جذب و نگهداری آب بر روی نمونه‌های سوسیس با فرمولاسیون مختلف

	نمونه شاهد	نمونه یک	نمونه دو	نمونه سه	نمونه چهار
بازده پخت	۹۷/۴۶	۹۹/۰۸	۹۹/۸۵	۱۰۲/۶۸	۱۰۱/۱۰
رطوبت در دسترس	۲۰/۴۹	۲۰/۴۰	۲۰/۷۳	۲۷/۵۳	۲۸/۵۳
استحکام پخت	۹/۰۱	۵/۷۵	۴/۸۴	۷/۹۸	۹/۴۷

www.SID.ir

Archive of SID

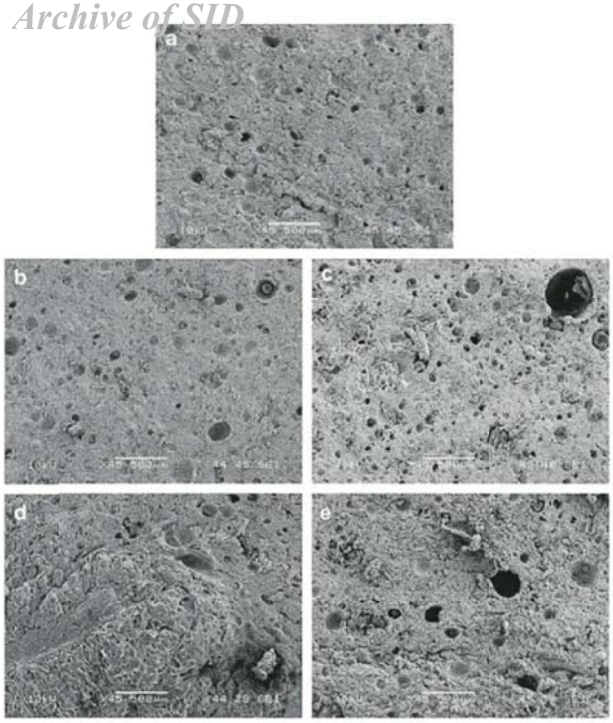
احتمالا صمغ ژلان و پروتئین‌های موجود در گوشت توانایی حفظ و نگهداری آب جایگزین شده به جای چربی را در فرمولاسیون نداشته اند که علت آن را می‌توان به وجود نمک‌های دو ظرفیتی مرتبط دانست . اثر جایگزینی نمک کلرید سدیم با نمک‌های دو ظرفیتی بر روی ویژگی‌ها و خصوصیات فرآورده های گوشتی بطور کامل مشخص و واضح نیست ولی بر اساس برخی تحقیقات انجام شده استفاده از نمک‌های دو ظرفیتی بخصوص کلرید منیزیوم اثری بر روی راندمان پخت ندارد (۳۲،۳۱،۹). بعنوان مثال بر اساس تحقیق انجام شده توسط Seman مخلوط ۵۰:۵۰کلرید سدیم و کلرید منیزیوم از نظر راندمان پخت مشابه نمونه بدون کلرید منیزیوم است(۱۰).

همچنین بر اساس مطالعات انجام شده، اضافه نمودن نمک‌های دو ظرفیتی به مقدار ۵/۰ درصد در محصولات پر چرب باعث افزایش راندمان پخت شده ولی در نمونه‌های کم چرب هیچ گونه اثری بر راندمان پخت نداشته است. تشکیل ژل در صمغ ژلان به دو عامل غلظت صمغ ژلان و غلظت نمک بستگی داشته و همچنین خواص رئولوژیکی محلول صمغ ژلان نیز کاملا تحت تاثیر یون‌های موجود در محلول بوده بطوری که یون‌های دو ظرفیتی اثر قوی تری نسبت به یون‌های یک ظرفیتی دارند (۸).

صمغ ژلان در حضور مقدار کافی و مناسب از نمک‌های دو ظرفیتی توانایی تشکیل ژل‌هایی سخت تر و با دوام تر همچنین با مقاومت بیشتر در برابر حرارت در مقایسه با نمک‌های یک ظرفیتی دارد. نتایج حاصل از آزمایشات انجام شده در این تحقیق اثر نمک‌های دو ظرفیتی بر راندمان پخت، رطوبت در دسترس و پایداری پخت را نشان می دهد.

۵-۳ -بررسی ساختار میکروسکوپی

تصویر برداری به روش اسکن میکروسکوپ الکترونی روشی است جهت بررسی سطوح، یا وضوح بالا که به کمک آن می‌توان ساختار سه بعدی ترکیبات مختلف از جمله فرآورده های گوشتی را بطور کیفی مورد بررسی قرار داد. بر اساس نتایج حاصل از این آزمایش، نمونه‌های شاهد ساختاری یکنواخت داشته که ذرات چربی کروی شکل بصورت یکنواخت در بستر شبکه‌ی پروتیینی پخش شده اند (شکل ۱).



شکل ۱- تصاویر بدست آمده از بافت نمونه‌های مختلف سوسیس توسط روش اسکن میکروسکوپ الکترونی

a: نمونه شاهد , b: نمونه یک , c: نمونه دو , d: نمونه سه , e: نمونه چهار

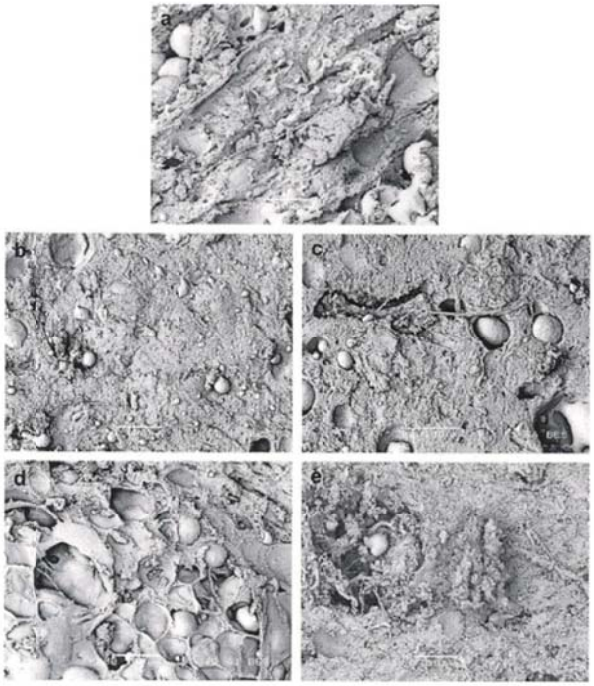
نمونه‌های حاوی کلرید منیزیوم دارای تعداد بیشتری از منافذ کوچک تر بوده درحالی که در نمونه‌های حاوی کلرید کلسیم تعداد بیشتری از منافذ با سایز بزرگ تر مشاهده می شود. در نمونه‌های کم چرب تعداد زیادی از منافذ و خلل و فرج قابل مشاهده بوده که علت آن را می‌توان افزایش مقدار رطوبت در بافت نمونه‌ها دانست. همچنین تصاویر بدست آمده از بررسی بافت، نتایج آزمایش کرامر را تائید می‌نمایند. به عنوان مثال نمونه‌های حاوی کلرید منیزیوم ساختار و بافتی با تراکم کم تر ولی قوی تر و محکم تر را بوجود می‌آورند که علت آن را می‌توان به میزان استخراج و قابلیت انحلال پروتئین‌های میوفیبریلی مربوط دانست. همچنین بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گیری نمود که اثر متقابل و برهم کنش نمک‌های دو ظرفیتی همراه با صمغ ژلان باعث ایجاد توده‌های کروی کوچک در نمونه‌های حاوی کلرید منیزیوم شده ولی در نمونه‌های حاوی کلرید کلسیم باعث ایجاد توده‌های کروی پروتئینی بزرگ تر می شود (۳۳) .

از تصویر حاصل می‌توان تفاوت ایجاد شده بر روی سطح نمونه‌ها بر اثر تغییرات ایجاد شده در فرمولاسیون را مشاهده نمود.

www.SID.ir

Archive of SID

بعنوان مثال برخی از ساختارهای میله‌ای بصورت دست نخورده و سالم در نمونه‌ها دیده می شوند که احتمالا این ساختار مربوط به رشته‌های عضلانی بوده و بقیه ساختارهای رشته‌ای باریک مربوط به صمغ ژلان هستند که این ساختار در نمونه‌های شاهد مشاهده نمی‌شود (شکل ۲).



شکل ۲ - تصاویر بدست آمده از بافت نمونه‌های مختلف سوسیس توسط روش اسکن میکروسکوپ الکترونی

از نتایج بدست آمده می‌توان اثر نمک‌های دو ظرفیتی را بر استخراج پروتئین‌های میوفیبریلی ، قابلیت انحلال این پروتئین‌ها و همچنین فرایند تشکیل ژل در صمغ ژلان را مشاهده نمود. یکی از پارامترهای اصلی درفرایند تولید فرآورده‌های گوشتی قابلیت و توانایی جذب و نگهداری آب در طول فرایند حرارتی توسط امولسیون تشکیل شده می‌باشد که این قابلیت به قدرت یونی نمک بکار رفته در فرمولاسیون بستگی دارد (۳۴). مثلا با کاهش مقدار کلرید کلسیم، مقدار پروتئین‌های میوفیبریلی استخراج شده از گوشت کاهش یافته بنابراین قابلیت جذب و نگهداری آب در محصول و همچنین قدرت و توانایی تشکیل ژل در صمغ ژلان نیز کاهش می‌یابد (۳۵). استفاده از نمک‌های دو ظرفیتی در غلظت بالا، باعث استخراج مقدار کمتری از پروتئین‌های میوفیبریلی شده بنابراین استحکام و پایداری امولسیون را کاهش می دهد (۲۹). با این وجود جایگزین نمودن مقدار جزیی از کلرید سدیم با نمک‌های دو ظرفیتی در فرمولاسیون فرآورده‌های گوشتی باعث تغییر در مقدار و نوع پروتئین‌های میوفیبریلی استخراج شده می شود. به عنوان مثال، میوزین اصلی‌ترین پروتئین میوفیبریلی بوده که می تواند بوسیله‌ی کلرید منیزیوم استخراج شده و قابلیت انحلال مطلوبی در برابر این نمک دارد درحالی که همین پروتئین بوسیله‌ی کلرید کلسیم قابل استخراج نبوده همچنین قابلیت انحلال نیز ندارد (۳۶) که علت آن را می‌توان به قدرت الکترونگاتیویته بالاتر منیزیوم در مقایسه با کلسیم مربوط دانست که باعث اتصال قوی تری بین منیزیوم- پروتئین شده است(۳۰).

اثر غلظت نمک‌های کلرید سدیم، کلرید پتاسیم، کلرید منیزیوم و کلرید کلسیم بر تشکیل ژل توسط صمغ ژلان بطور بسیار وسیعی توسط محققین مورد بررسی قرار گرفته است (۱۱،۱۲،۲۷،۲۸، ۳۷،۳۸،۳۹). بر اساس این تحقیقات نمک های مختلف برای تشکیل ژل دارای یک غلظت بحرانی هستند که این غلظت می تواند بر روی تشکیل ژل توسط صمغ ژلان موٌثر باشد. مثلا در غلظت‌های کم تر از غلظت بحرانی، کلرید کلسیم توانایی ایجاد و تشکیل ژلی محکم تر و قوی تر از کلرید منیزیوم دارد در حالی که در غلظت‌های بالاتر از غلظت بحرانی، یون‌های کلسیم که دارای شعاع بزرگتری می باشند باعث ایجاد نیروی دافعه قوی تری شده بنابراین در مقایسه با منیزیوم ژلی ضعیف تر تشکیل می دهند (۳۸). در غلظت های برابر (کمتر از ۳۰ میلی مول بر لیتر) کاتیون‌های دو ظرفیتی کلسیم و منیزیم در مقایسه با کاتیون‌های یک ظرفیتی اثرات بیشتری بر خواص و نحوه تشکیل ژل در صمغ ژلان داشته که علت آن تفاوت مکانیسم تشکیل ژل توسط این کاتیون‌ها می‌باشد. این کاتیون‌ها هیچ اثری بر دمای تشکیل ژل در صمغ ژلان نداشته‌اند و علت تفاوت بین قدرت و استحکام ژل ایجاد شده توسط کلسیم و منیزیم در صمغ ژلان را می‌توان به تفاوت اندازه‌ی این کاتیون‌ها مربوط دانست(۱۳).

٤- نتیجه گیری

کاهش چربی و مقدار نمک در فرمولاسیون فرآورده‌های گوشتی به علت کاهش قدرت یونی موجود در محیط باعث تغییرات کارکرد و ویژگی‌های خمیر محصول می شود. در غلظت‌های مورد بررسی در این تحقیق مشاهده شد که کلرید منیزیم قدرت، توانایی و تمایل بیشتری در استخراج پروتئین‌های میوفیبریلی و درنتیجه تشکیل امولسیون پایدار داشته در حالی که کلرید کلسیم

www.SID.ir

Archive of SID

باعث ایجاد تغییرات نامطلوب در بافت فرآورده شده است. حضور صمغ ژلان نتوانست قدرت جذب آب را در فرآورده‌های گوشتی کم چرب جبران نموده و بهبود بخشد که احتمالا علت آن این است که نمک‌های دو ظرفیتی، در غلظت‌های بکار رفته، ویژگی‌های برگشت پذیر حرارتی در صمغ ژلان را محدود و ناکارآمد نموده اند. کاتیون‌ها، پایداری و قوام فرآورده گوشتی را بهبود بخشیده و بطور همزمان مانع خواص برگشت پذیر حرارتی صمغ ژلان گردیدند و در نتیجه باعث بهبود بافت و قابلیت نگهداری آب در فرمولاسیون های کم چرب و کم نمک گردید.

۵- منابع

1– Jimene´z-Colmenero, F. 2000. Relevant factors in strategies for fat reduction in meat products. *Trends in Food Science and Technology*, 11, 56–66.

2- Keeton, J. T. 1994. Low fat meat products – technological problems with processing. *Meat Science*, 36, 261–276.

3- Rogers, R. W. 2001. Manufacturing of reduced-fat, low-fat, and fat-free emulsions sausages. In Y. H. Hui, W.-K. Nip, R. W. Rodgers, & O. A. Young (Eds.), Meatscience and applications. New York: Marcel Dekker.

4- Ruussunen, M., & Poulanne, E. 2005. Reducing sodium intake from meat products. *Meat Science*, 70, 531–541.

5- Xiong, Y. L. 1997. Structure/function relationship of muscle proteins. In S. Damodaran, & A. Paraf (Eds.), Food proteins and their applications. New York: Marcel Dekkker.

6- Barbut, S., & Findlay, C. J. 1991. Influence of sodium, potassium and magnesium chloride on thermal properties of beef muscle. *Journal of Food Science*, 56,180–182.

7- Nayak, R., Kenner, P. B., & Slider, S. 1996. Protein extractability of turkey breast and thigh with varying sodium chloride as affected by low levels of calcium,magnesium and zinc chloride. *Journal of Food Science*, 61, 1149–1154.

8- Nayak, R., Kenney, P. B., Slider, S., Head, M. K., & Killefer, J. 1998a. Cook yield, texture and gel ultra structure of model beef batters as affected by low levels of calcium, magnesium and zinc chloride. *Journal of Food Science*, 63, 945–950.

9- Piggot, R. S., Kenney, P. B., Slider, S., & Head, M. K. 2000. Formulation protocol and dicationic salts affect protein functionality on model systems beef batters. *Journal of Food Science*, 65, 1151–1154.

10- Semar, D. L., Olson, D. G., & Mandigo, R. W. 1980. Effect of reduction and partial replacement of sodium on bologna characteristics and acceptability. *Journal of Food Science*, 45, 1116–1121.

11- Kang, K. S., & Pettitt, D. J. 1993. Xanthan, gellan and rhamsan. In R. L. Whistler, & J. N. Bemiller (Eds.), Industrial gums: Polysaccharides and their derivates (3rd ed.).San Diego: Academic Press.

12- Morris, V. J. 1990. Science, structure and applications of microbial polysaccharides.In G. O. Phillips, P. A. Williams, & D. J.Wedlock (Eds.), Gums and stabilisers for the food industry – 5. Oxford: IRL Press.

13- Huang, Y., Singh, P. P., Tang, J., & Swanson, B. G. 2004. Gelling temperatures of high acyl gellan as affected by monovalent and divalent cations with rheological analysis. Carbohydrate Polymers, 56, 27–33.

14- Hsu, S. Y., & Chung, H.-Y. 1999. Comparison of 13 edible gum-hydrate fat substitutes for low fat Kung-wan (an emulsified meatball). *Journal of Food Engineering*,40, 279–285.

15- Duda, Z., Pietrasik, Z., Cie_slik, D., & Tubaj, M. 1995. Gellan gum and carrageenan used as recipe component of comminuted scalded sausages. In41st International congress on meat science and technology proceedings, Vol II (pp. 431–432), San Antonio, TX, USA.

16- Lin, K.-W., & Huang, H.-Y. 2003. Konjac/gellan gum mixed gels improve the quality of reduced-fat frankfurters. *Meat Science*, 65, 749–755.

17- Bourne, M. C. 1995. Texture profile analysis – methodology interpretation clarified. *Journal of Food Science*, 60, vii.

18- Bourne, M. C. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology*, 32(7), 62–66, 72.

19- Szczceniak, A. S. 1963. Classification of textural characteristics. *Journal of Food Science*, 28, 385–389.

20-Veland, J., & Torrissen, O. J. 1999. The texture of Atlantic salmon (Salmo salar) muscle as measured instrumentally using TPA and Warner–Bratzler shear test. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 79, 1737–1746.

21- Gill, T. A., Keith, R. A., & Smith Lall, B. 1979. Textural deterioration of red hake and haddock muscle in frozen storage as related to chemical parameters and changes in the myofibrillar proteins. *Journal of Food Science*, 44, 661–667.

22- Shand, P. J. 2000. Textural, water holding, and sensory properties of low-fat pork bologna with

Archive of SID

www.SID.ir

Archive of SID

35- Jones, K. W. 1984. Protein lipids interactions in processed meats. *Reciprocal Meat Conference Proceeding*, 37, 52–57.
36- Whiting, R. C. 1984. Stability and gel strength of frankfurter batters made with reduced NaCl. *Journal of Food Science*, 49, 1350–1354, 1362.
37- Izumi, Y., Saito, S., & Soma, K. 1999. Differential scanning calorimetry and structural studies of the sol–gel transitions of gellan gum in water. *Progress in Colloids and Polymer Science*, 114, 48–55.
38- Tang, J., Tung, M. A., & Zeng, Y. 1995. Mechanical properties of gellan gels in relation to divalent cations. *Journal of Food Science*, 60, 748–752.
39- Tang, J., Tung, M. A., & Zeng, Y. 1996.Compression strength and deformation of gellan gels formed with mono- and divalent cations. *Carbohydrate Polymers*, 29, 11–16.

normal or waxy starch hull-less barley. *Journal of Food Science*, 65,
101–107.
23- Jauregui, C. A., Regenstein, J. M., & Baker, R. C. 1981. A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water binding property of muscle foods.*Journal of Food Science*, 46, 1271–1273.
24- Haq, A.,Webb, N. B., Whitfield, J. K., & Morrison, G. S. 1972. Development of a prototype sausage emulsion preparation system. *Journal of Food Science*, 37, 480–484.
25- Julavittayanukul, O., Benjakul, S., & Visessanguan, W. 2006. Effect of phosphate Compounds on gel-formation ability of surimi from bigeye snapper (Priacanthus tayenus*). Food Hydrocolloids*, 20, 1153–1163.
26- Miyoshi, E., & Nishinari, K. 1999. Rheological and thermal properties near the sol–gel transition of gellan gum aqueous solutions. *Progress in Colloids and Polymer Science*, 114, 68–82.
27- Tang, J., Tung, M.A.,&Zeng, Y. 1997. Gelling properties of gellan solutions containing monovalent and divalent cations. *Journal of Food Science*, 62, 688–692, 712.
28- Miyoshi, E., Takaya, T.,&Nishinari, K. 1996.Rheological and thermal studies of sol–gel transitions in gellan gum aqueous solutions. *Carbohydrate Polymers*, 30, 109–119.
29- Gordon, A., & Barbut, S. 1992. Effect of chloride salts on the protein extraction and interfacial protein film formation in meat batters. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 58, 227–238.
30- Barbut, S. 1995. Importance of fat emulsification and protein matrix characteristics in meat batter stability. *Journal of Muscle Foods*, 6, 161–177.
31- Hand, L. W., Terrel, R. N., & Smith, G. C. 1982. Effects of chloride salts on physical,chemical and sensory properties of frankfurters. *Journal of Food Science*, 47,1800–1802, 1817.
32- Whiting, R. C. 1987. Influence of various salts and water soluble compounds on the water and fat exudation and gel strength of meat batters*. Journal of Food Science*, 52, 1130–1132, 1158.
33- Carballo, J., Ferna´ ndez, P., Barreto, G., Solas, M. T., & Jime´nez-Colmenero, F. 1996. Morphology and texture of bologna sausage as related to content of fat, starch and egg white. *Journal of Food Science*, 61, 652–655.
34- Gunning, A. P., Kirby, A. R., Ridout, M. J., Brownsey, G. J., & Morris, V. J. 1996. Investigation of gellan networks and gels by atomic force microscopy*. Macromolecules*, 29, 6791–6796.

www.SID.ir