

## مقایسه اثرات سدیم تری پلی فسفات، سدیم هگزا متا فسفات و تترا سدیم پیروفسفات بر روی برخی ویژگی های فیزیکی شیمیایی ران عمل آمده گاو

الهام زمانی<sup>۱</sup>، محمدرضا خانی<sup>۲\*</sup>، شادی مهدیخانی<sup>۲</sup>

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

۲- استادیار گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرقدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۵/۰۳/۲۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۸/۲۲)

### چکیده

در این تحقیق بررسی مقایسه ای اثر سدیم تری پلی فسفات، سدیم هگزا متا فسفات و تترا سدیم پیرو فسفات بر روی برخی ویژگی های فیزیکی شیمیایی ران عمل آمده گاو قبل و بعد از مرحله پخت صورت گرفت. به این منظور ران گاو پس از آماده سازی و تزریق محلول عمل آورنده حاوی ۰/۵ درصد از انواع فسفات مورد بررسی (شامل سدیم تری پلی فسفات، سدیم هگزا متا فسفات و تترا سدیم پیروفسفات) هر یک به تنهایی و همچنین ترکیبی از دو نوع از این فسفاتها به نسبت مساوی (۰/۲۵+/۰/۲۵) در قالب شش تیمار تهیه و با طی مراحل رساندن، فرم دهی و پخت تولید شدند و ران عمل آوری شده بدون فسفات نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سپس تمامی نمونه ها به مدت ۳۰ روز در دمای ۴ درجه سانتیگراد جهت انجام آزمون های فیزیکی شیمیایی (شامل: pH، ظرفیت نگهداری آب<sup>۱</sup> یا WHC، بافت و افت پخت) در روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰ نگهداری شدند. نتایج نشان داد تیمارهای ران عمل آوری شده حاوی سدیم تری پلی فسفات و همچنین تترا سدیم پیرو فسفات هر یک به تنهایی در هر دو حالت قبل و بعد از پخت به طور معناداری سبب افزایش pH و WHC شدند. علاوه این دو تیمار کمترین میزان افت پخت را نشان داده و ویژگی های بافتی بهتری را نیز به خود اختصاص دادند. اما نمونه کنترل و پس از آن تیمار حاوی سدیم هگزا متا فسفات در این ویژگیها از نتایج مطلوبی برخوردار نبودند.

**کلید واژگان:** سدیم تری پلی فسفات، سدیم هگزا متا فسفات، تترا سدیم پیرو فسفات، ران گاو، عمل آوری

\* مسئول مکاتبات: khandvm@gmail.com

## ۱- مقدمه

در سال های اخیر استفاده از افزودنی های غذایی، با توجه به افزایش تولید غذاهای فرآوری شده آماده مصرف گسترش یافته است. گوشت را می توان با استفاده از مواد شیمیایی از قبیل نمک، نیتريت، نیترات، فسفات و شکر به فرآورده گوشتی عمل آمده تبدیل نمود. انواع فسفات ها به طور گسترده ای در صنایع گوشت و فرآورده های گوشتی و با دلایل گوناگون مورد استفاده واقع می شوند که از آن جمله می توان به تغییر و افزایش ظرفیت نگهداری و جذب آب، بهبود pH یا ثبات امولسیون و جلوگیری از کاهش وزن در حین پخت اشاره نمود [۱،۲،۳].

یکی از مهمترین عملکردهای فسفات ها، افزایش ظرفیت پروتئین های گوشت جهت جذب و نگهداری آب است. نتیجه اصلی بهبود ظرفیت نگهداری آب، نه تنها بهبود بازده پخت است، بلکه همچنین سبب بهبود بافت، تردی و آبداری محصول می شود. اثر فسفات ها روی پروتئین های گوشت به دو صورت است. در وهله اول استفاده از فسفات های قلیایی به طور قابل توجهی سبب افزایش pH و قدرت یونی در ترکیب گوشت شده و در نتیجه با افزایش دافعه بارهای پروتئینی<sup>۱</sup> باعث بهبود ظرفیت نگهداری آب می گردد. علاوه بر این با انجام تحقیقات دیگر مشخص شده است که فسفات ها همچنین باعث تسهیل جدا شدن پروتئین های میوفیبریلی مقاطع<sup>۲</sup> از یکدیگر می شوند، در صورتیکه در حضور نمک به تنهایی، منجر به محدود شدن تورم میوفیبریل ها و استخراج میوزین می گردد. این عملکرد فسفات ها به عنوان اثری خاص بر روی پروتئین عضلانی شناخته شده زیرا عمدتاً در قابلیت انحلال پروتئینی گوشت نقش دارد [۴،۵،۶].

در پژوهش شولتز و همکاران (۱۹۷۲)، اثر پیرو فسفات ها بر pH ظرفیت نگهداری آب گوشت گاو مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که آنها در بالا بردن pH و در نتیجه دور شدن از pH ایزوالکتریک بسیار موثرند [۷]. پلان و همکاران (۲۰۰۱)، اثرات توام کلرید سدیم و pH گوشت خام را بر ظرفیت نگهداری آب در سوسیس پخته شده با و بدون افزودن فسفات بررسی کردند که نتایج نشان داد مقدار pH بالا و نمک اضافه شده، میزان ظرفیت نگهداری آب را در فرآورده

افزایش می دهد [۸]. اردوقدو و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی اثر شرایط فرآوری (زمان پخت، غلظت سدیم تری پلی فسفات و زمان غوطه وری) بر افت پخت و خصوصیات بافتی گوشت قرمز دریافتند که افزایش غلظت سدیم تری پلی فسفات سبب افزایش انسجام و افزایش زمان پخت سبب افزایش افت پخت خواهد شد. در حالیکه افزایش زمان غوطه وری سبب کاهش افت پخت شد [۹].

وانگ و همکاران (۲۰۰۹)، اثر نوع گوشت و میزان فسفات را بر ظرفیت نگهداری آب و بافت سوسیس های نوع امولسیون در طول نگهداری بررسی کردند و مشخص گردید که افزایش سطح فسفات در هنگامیکه از گوشت قبل از جمود نعشی استفاده شود، باعث افزایش در سفتی سوسیس می گردد. همچنین استفاده از گوشت قبل از جمود نعشی، ظرفیت نگهداری آب و بافت سوسیس را بهبود داد [۱۰]. مدلل و همکاران (۲۰۱۴) در مقایسه بین ویژگی های کیفی فیله مرغ پخته شده در شرایط مختلف دمایی و عمل آوری شده با فسفات و بی کربنات نشان دادند که نمونه های حاوی بی کربنات در مقایسه با فسفات دارای افت پخت بالاتری است اما اثر دمای پخت بر خصوصیات بافتی نمونه های ماریناد شده با فسفات ملموس تر بود [۱۱].

هرچند فسفات ها دارای ویژگیهای متعدد، اثرات مطلوب و کاربرد های گوناگون در صنایع گوشت هستند اما با توجه به انواع فسفات ها و پلی فسفات های موجود و معرفی شده در سطح بین المللی و ویژگیهای متفاوت ساختاری می توانند دارای اثرات گوناگون و متنوعی روی فرآورده های گوشتی مختلف و ویژگیهای تکنولوژیک آنها (در انواع، مقادیر و ترکیبهای متفاوت) باشند. لذا با توجه به نیاز کارخانجات فرآورده های گوشتی نسبت به انتخاب نوع مناسب فسفات یا پلی فسفات جهت بهبود ویژگیهای محصولات تولیدی از یک طرف و اطلاعات کم موجود پیرامون اثرات انواع فسفات ها در فرآورده های عمل آوری شده از گوشت گاو از طرف دیگر، سبب گردید تا در این تحقیق برای اولین بار اثرات سه نوع فسفات انتخابی (شامل سدیم تری پلی فسفات، سدیم هگزا متافسفات و تتراسدیم پیرو فسفات) - که در سایر فرآورده های گوشتی دارای ویژگیهای عملکردی بهتری بودند - به شکل مجزا و هم ترکیبی روی برخی از مهمترین ویژگیهای فیزیوشیمیایی (pH، ظرفیت نگهداری آب، بافت و افت پخت) ران عمل

1. Protein charge repulsion  
2. Transverse myofibrillar proteins

(SHMP % ۰/۲۵ + STPP % ۰/۲۵) T4، (% ۰/۵ TSPP)  
 T5 (% ۰/۲۵ + STPP % ۰/۲۵) TSPP، (% ۰/۲۵) T6  
 SHMP + (% ۰/۲۵ TSPP) نامگذاری شدند.

برای آماده سازی محلول عمل آوری، مواد فوق به ترتیب خاصی به آب اضافه و حل گردید. بدین صورت که در ابتدا فسفات افزوده شده و با همزدن مداوم حل شد. سپس ایزوله سویا افزوده شد و پس از حل شدن آن، نمک و نیتريت را اضافه نموده و سپس شکر و کاراگینان و پس از حل شدن کامل این مواد، در نهایت نشاسته، کازئین و اسید آسکوربیک افزوده شد. سایر افزودنی ها شامل ادویه، دود مایع و سیر مستقیماً به گوشت اضافه شد [۱۲].

به منظور عمل آوری، قطعات گوشتی که از قبل به صورت مکعبی در ابعاد ۳ سانتی متری خرد شده بودند به مقدار ۵ کیلوگرم (به ازای هر نمونه) داخل مخزن استیل حاوی محلول عمل آورنده آماده سازی شده (مطابق با حجم و ترکیب فوق الذکر) غوطه ور شدند و ماساژ دستی آنها در این حالت به مدت یک ساعت انجام گرفت. در ادامه نمونه ها به مدت ۲۴ ساعت در سردخانه نگهداری شدند تا مرحله رسیدن طی شود. سپس مرحله فرم دهی نمونه ها با قرار دادن آنها در داخل قالبهای مکعب مستطیل شکل با ابعاد حدود ۱۰×۱۰×۲۵ سانتیمتر انجام گرفته و نسبت به حرارت دهی و پخت محصول با دمای عمقی ۷۵ درجه سانتیگراد به مدت ۴/۵ ساعت اقدام شد. پس از دود دهی گرم در نهایت نمونه های ران عمل آمده سرد شده و هر نمونه ۵ کیلوگرمی به بسته های ۴۰۰ گرمی تقسیم و بسته بندی شد و به مدت ۳۰ روز در دمای ۴ درجه سانتیگراد جهت انجام آزمون های فیزیکی شیمیایی مورد نظر در روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰ نگهداری شدند. لازم به ذکر است که جهت بررسی دقیقتر عملکرد فسفات ها، نسبت به اندازه گیری pH و ظرفیت نگهداری آب قبل از پخت نیز اقدام شد.

## ۲-۳- آزمون های فیزیکی شیمیایی

### ۲-۳-۱- اندازه گیری pH

ارزیابی تغییرات مقدار pH در تیمارها، با استفاده از دستگاه pH متر Metrohm ساخت سوئیس، قبل از پخت و بعد از پخت در روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰ اندازه گیری و با یکدیگر

آمده گاو قبل و بعد از مرحله پخت مورد ارزیابی و مقایسه قرار گیرد.

## ۲- مواد و روش ها

### ۲-۱- مواد

انواع فسفاتهای مورد استفاده در این پژوهش شامل تترا سدیم پیرو فسفات (TSPP<sup>۱</sup>)، سدیم تری پلی فسفات (STPP<sup>۲</sup>) و سدیم هگزا متافسفات (SHMP<sup>۳</sup>) می باشند که همگی از شرکت Aditya Birla کشور تایلند تهیه شدند.

### ۲-۲- روش تهیه و تولید نمونه های ران عمل

#### آمده گاو

برای تهیه نمونه ها از گوشت عضلات چهار سر<sup>۴</sup> جلوی ران گاو ماده ۴ ساله که از قبل به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری و سپس استخوانگیری شده بود استفاده گردید. pH گوشت ۵/۸ و ترکیبات شیمیایی آن شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر به ترتیب ۶۸/۵، ۲۱، ۸/۵ و ۲ درصد اندازه گیری شدند. سپس گوشت ران جداسازی شده به قطعات کوچک در ابعاد ۳×۳ سانتیمتر خرد گردید. به منظور عمل آوری قطعات گوشتی تهیه شده به ازای هر ۵ کیلوگرم گوشت برای هر نمونه، محلول عمل آورنده متشکل از آب (۲۲۰۰ گرم)، نمک (۱۱۰ گرم)، نیتريت سدیم (۳۳ گرم)، ایزوله سویا (۱۲۵ گرم)، کازئین (۵۰ گرم)، اسید آسکوربیک (۴۰ گرم)، شکر (۷۵ گرم)، سیر (۵۰ گرم)، کاراگینان (۴۰ گرم)، دود مایع (۵ گرم)، نشاسته (۲۵۰ گرم) و ادویه (۱۵ گرم) آماده گردید. نمونه شاهد (C) بدون فسفات و سایر تیمارها حاوی ۰/۵ درصد فسفات با مقدار ۲۵ گرم از فسفاتهای مورد مطالعه شامل سدیم تری پلی فسفات (STPP)، سدیم هگزا متا فسفات (SHMP) و تترا سدیم پیرو فسفات (TSPP) هر یک به صورت مجزا و هم ترکیبی از دو نوع از این فسفاتها (با نسبت برابر ۵۰٪ : ۵۰٪) بودند و با نمادهای T1 (STPP ۰/۵٪)، T2 (SHMP ۰/۵٪)، T3

1. Tetrasodium pyrophosphate
2. Sodium tripolyphosphate
3. Sodium hexametaphosphate
4. Quadriceps

منحنی نیرو- زمان توسط دستگاه رسم گردید. این ویژگی ها به صورت زیر تعریف می شوند [۱۴].

سفتی: عبارت است از نیروی بیشینه طی اولین چرخه فشردن انسجام: نسبت مساحت سطح ۲ به سطح ۱ در نمودار به عبارت دیگر قابلیت افزایش طول و پهن شدگی نمونه قبل از شکستن بافت

صمغی بودن: حاصلضرب سختی و میزان انسجام نمونه

## ۲-۴- روش تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی نتایج حاصل از این پژوهش از آنالیز واریانس یک طرفه توسط نرم افزار IBM SPSS V20 استفاده گردید. این تحقیق در مجموع ۷ تیمار داشته و آزمونهای مورد نظر برای هر تیمار در ۳ تکرار در نظر گرفته شد که جهت مقایسه میانگین های معنی دار از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۰/۰۵ استفاده شد.

## ۳- نتایج و بحث

### ۳-۱- اثر فسفات ها بر pH

نتایج میزان pH و مقایسه میانگین های بدست آمده نمونه ها قبل از پخت و در طی نگهداری در جدول ۱، نشان داده شده است که نشان دهنده معنا دار بودن اثر زمان های مختلف اندازه گیری (قبل از پخت و روزهای ۱، ۱۵ و ۳۰) بر نمونه ها و همچنین اثر معنادار نمونه های مختلف بر میزان pH می باشد ( $P < 0/05$ ). همانطور که مشاهده می شود بیشترین میزان pH، در زمان قبل از پخت و در روزهای ۱ و ۳۰ مربوط به T3 و در روز ۱۵ مربوط به T5 می باشد و با گذشت زمان، میزان pH در کلیه نمونه ها کاهش یافته است که علت عمده آن هیدرولیز فسفات ها در اثر گذشت زمان است که سبب شده فعالیت فسفات ها بسته به ساختار آنها کاهش یابد [۱۴]. همچنان که تصور می شد در تمامی بازه های زمانی مورد مطالعه، گروه کنترل نیز کمترین میزان pH را داشته است.

مقایسه گردید. قبل از اندازه گیری pH نمونه، دستگاه را با بافر ۴ و ۷ کالیبر نموده، سپس نمونه های همگن شده با مخلوط کن را در بشر ریخته، الکتروود را مستقیماً داخل نمونه همگن شده قرار داده و pH قرائت شد.

### ۲-۳-۲- اندازه گیری ظرفیت نگهداری آب (WHC)

ابتدا ۱۰ گرم از هر نمونه (از بسته ۴۰۰ گرمی) جدا نموده و به دو قسمت ۵ گرمی تقسیم شدند. ۵ گرم اول را مورد آزمون رطوبت قرار داده و ۵ گرم دوم را خرد نموده و درون یک توری نایلونی در ابعاد ۱۵×۱۵ پهن شد. توری حاوی گوشت را جمع کرده و وزن اولیه را ثبت نموده سپس توری را درون ۳ لایه کاغذ صافی پیچیده و داخل سانتریفیوژ Hettich ساخت آلمان با دور ۴۱۰۰RPM به مدت ۲۰ دقیقه قرار داده شد. سپس توری را از کاغذها جدا و مجدداً توزین و با بدست آوردن میزان آب آزاد و درصد رطوبت و با استفاده از رابطه زیر میزان WHC گزارش شد [۱۳].

درصد آب آزاد =  $100 \times \text{وزن اولیه} / \text{وزن نهایی} - \text{وزن اولیه}$

درصد آب آزاد- درصد رطوبت = WHC

### ۲-۳-۳- تعیین درصد افت پخت

میزان افت پخت نمونه ها با استفاده از رابطه زیر، بر اساس اختلاف میان وزن نمونه ها، قبل و بعد از پخت بر حسب درصد محاسبه و گزارش گردید [۹].

درصد افت پخت =  $100 \times \text{وزن نمونه قبل از پخت} / \text{وزن نمونه بعد از پخت} - \text{وزن نمونه قبل از پخت}$

### ۲-۳-۴- آزمون بافت سنجی

به این منظور از هر یک از نمونه ها، ۹ تکه در ابعاد (۳/۵×۳×۱/۵) سانتی متر (برای سنجش سه ویژگی بافتی در سه تکرار)، بریده شده و تحت آزمون فشاری<sup>۱</sup> توسط دستگاه آنالیز بافت (TPA)<sup>۲</sup> بروکفیلد<sup>۳</sup> آمریکا با مشخصات پروب مسطح (۵۰×۵۰mm)، سلول بارگذاری<sup>۴</sup> ۲۵ کیلوگرمی و سرعت ۰/۵ میلی متر بر ثانیه، قرار گرفتند. ویژگی های بافتی شامل: سفتی<sup>۵</sup>، صمغی بودن<sup>۶</sup> و پیوستگی یا انسجام<sup>۷</sup>، در قالب

1. Compress
2. Texture profile analysis
3. Brookfield
4. Load cell
5. Hardness
6. Gumminess
7. Cohesiveness

**Table 1** The changes of pH values in cured beef round samples containing different phosphates before and after cooking in 30 days of storage in 4 °C

Sample	Before cooking	Time		
		After cooking		
		1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day
C	5.77 ± 0.00 <sup>Db</sup>	6.00 ± 0.01 <sup>Da</sup>	5.02 ± 0.02 <sup>Dc</sup>	5.00 ± 0.01 <sup>Bc</sup>
T1	6.14 ± 0.00 <sup>Bb</sup>	6.19 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	6.13 ± 0.01 <sup>Ab</sup>	5.59 ± 0.02 <sup>Ac</sup>
T2	5.82 ± 0.04 <sup>Db</sup>	6.00 ± 0.01 <sup>Da</sup>	5.69 ± 0.07 <sup>Cc</sup>	5.17 ± 0.01 <sup>Bd</sup>
T3	6.36 ± 0.06 <sup>Aa</sup>	6.43 ± 0.02 <sup>Aa</sup>	6.00 ± 0.01 <sup>Bb</sup>	5.66 ± 0.03 <sup>Ac</sup>
T4	6.04 ± 0.05 <sup>Cb</sup>	6.14 ± 0.00 <sup>Ca</sup>	5.99 ± 0.01 <sup>Bb</sup>	5.20 ± 0.03 <sup>Bc</sup>
T5	6.20 ± 0.20 <sup>Ba</sup>	6.33 ± 0.21 <sup>Ba</sup>	6.20 ± 0.20 <sup>Aa</sup>	5.20 ± 0.26 <sup>Ba</sup>
T6	6.00 ± 0.02 <sup>Ca</sup>	6.08 ± 0.00 <sup>Da</sup>	5.95 ± 0.08 <sup>Ca</sup>	5.06 ± 0.11 <sup>Bb</sup>

Results are reported as means ± standard deviation; different large letters in each column and different small letters in each row indicate significant difference at  $p < 0.05$ . (C: control, T1: 0.5%STPP, T2: 0.5%SHMP, T3: 0.5%TSPP, T4: 0.25%STPP + 0.25%SHMP, T5: 0.25%STPP + 0.25%TSPP, T6: 0.25%SHMP + 0.25%TSPP)

(۱۹۸۸) نیز در پژوهش خود بیان داشتند سدیم تری پلی فسفات و تترا سدیم پیرو فسفات در هر دو حالت قبل و بعد از پخت سبب افزایش pH شدند [۱۷]. کمترین میزان pH در روز اول مربوط به گروه کنترل و سپس T2 (SHMP) بوده است. این یافته ها همسو با نتایج پژوهشی است که نشان داد سدیم هگزا متا فسفات اثر بسیار کمی در رابطه با افزایش pH داشت و اثر سدیم تری پلی فسفات بسیار کمتر از تترا سدیم پیرو فسفات بود [۷]. همچنین لانگ (۲۰۱۲) نیز اعلام داشت نقش فسفات های متفاوت بر افزایش pH به ترتیب شامل TSPP، PSTP و SHMP بوده است [۱۴].

با توجه به اینکه pH قابل قبول گوشت های عمل آمده بین ۶/۲ - ۵/۶، در نظر گرفته شده [۵] و با مشاهده محدوده تغییرات pH نمونه های مورد بررسی در طول زمان نگهداری (به ویژه حفاصل روزهای ۱۵ و ۳۰ نگهداری)، به ترتیب دو تیمار T3 (TSPP) و T1 (STPP) به عنوان بهترین تیمارها تلقی شده و تغییرات pH آنها در حد قابل قبول بوده است و کنترل از این لحاظ ضعیف ترین نمونه بوده و همراه با سایر تیمارها (T2, T4, T5, T6) از میزان pH قابل قبولی برخوردار نبوده اند.

### ۳-۲- اثر فسفات ها بر ظرفیت نگهداری آب

نتایج میزان WHC و مقایسه میانگین های بدست آمده نمونه ها قبل از پخت و در طی زمان نگهداری در جدول ۲، نشان داده شده و همانطور که مشاهده می شود در تمامی روزهای

فسفات های قلبیایی سبب افزایش pH می شوند که مهم ترین تغییرات حاصله در اثر افزایش pH در گوشت شامل افزایش حجم فیبرهای عضلانی و بافت پیوندی و تضعیف ساختار پروتئینی، افزایش حلالیت کلاژن در حین پخت و افزایش میزان تجزیه پروتئولیتیک در گوشت توسط آنزیم (به دلیل نزدیک شدن pH محیط به محدوده pH فعالیت این آنزیم ها) می باشد [۱۵]. اگرچه pH اپتیمم برای فعالیت کالپائین نزدیک خنثی است، اما کاتپسین ها، بویژه کاتپسین B و L دارای pH اپتیمم در محدوده ۵/۵ تا ۶/۵ هستند [۱۶].

همانطور که انتظار می رفت با توجه به عملکرد فسفات ها در افزایش pH کمترین مقادیر pH در مرحله قبل از پخت، مربوط به نمونه کنترل با مقدار ۵/۷ بوده و بالاترین مقدار مربوط به T3 (تترا سدیم پیرو فسفات) با مقدار ۶/۳ بوده که اثر آن در مقایسه با سایر تیمارها معنی دار می باشد ( $P < 0.05$ ). اما T2 (سدیم هگزا متا فسفات) علیرغم سایر تیمارها تاثیر چندانی در تغییر pH نداشت. علت اصلی تفاوت معنی دار pH در بین تیمارها در مرحله قبل از پخت، به pH ذاتی و اولیه متفاوت هر یک از فسفات ها مربوط می باشد که در بین فسفات های مورد استفاده pH اولیه سدیم هگزا متا فسفات از بقیه کمتر و تتراسدیم پیروفسفات بیشتر است. در مرحله بعد از پخت pH کلیه تیمارها اندکی افزایش داشت. بیشترین میزان pH در روزهای اول و ۳۰ مربوط به T3 (TSPP) و در روز ۱۵ مربوط به T5 (STPP + TSPP) بود. نایب و همکاران

مورد آزمایش، بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب به ترتیب مربوط به نمونه T3 بوده و کمترین میزان WHC به نمونه کنترل و T2 اختصاص یافته است. اگرچه گذشت زمان سبب کاهش WHC در کلیه نمونه ها گردیده است اما افت میزان ظرفیت نگهداری آب در نمونه کنترل بسیار بیشتر بوده و اختلاف آماری معنی داری با سایر تیمارها دارد ( $P < 0.05$ ).

**Table 2.** The changes of WHC in cured beef round samples containing different phosphates before and after cooking in 30 days of storage in 4 °C

Sample	Before cooking	Time		
		After cooking		
		1 <sup>st</sup> day	15 <sup>th</sup> day	30 <sup>th</sup> day
C	54.44 ± 0.73 <sup>Ca</sup>	52.24 ± 0.68 <sup>Cb</sup>	50.42 ± 0.73 <sup>Cc</sup>	44.50 ± 0.32 <sup>Cd</sup>
T1	59.42 ± 0.21 <sup>Aa</sup>	57.88 ± 0.54 <sup>Aa</sup>	55.97 ± 3.55 <sup>Aa</sup>	55.02 ± 1.39 <sup>Aa</sup>
T2	55.13 ± 0.98 <sup>Ca</sup>	52.53 ± 1.06 <sup>Ca</sup>	51.05 ± 0.85 <sup>Cb</sup>	51.01 ± 0.56 <sup>Bb</sup>
T3	60.56 ± 0.99 <sup>Aa</sup>	58.86 ± 0.85 <sup>Aa</sup>	56.46 ± 0.61 <sup>Ab</sup>	55.71 ± 0.71 <sup>Ab</sup>
T4	58.45 ± 1.27 <sup>Ba</sup>	55.77 ± 0.85 <sup>Ba</sup>	51.92 ± 0.99 <sup>Bb</sup>	51.05 ± 1.55 <sup>Bb</sup>
T5	58.86 ± 1.13 <sup>Ba</sup>	55.97 ± 0.42 <sup>Bb</sup>	54.99 ± 0.92 <sup>Bb</sup>	54.32 ± 0.99 <sup>Ab</sup>
T6	56.39 ± 0.55 <sup>Ba</sup>	54.57 ± 0.45 <sup>Ba</sup>	51.78 ± 0.85 <sup>Bb</sup>	51.38 ± 0.92 <sup>Bb</sup>

Results are reported as means ± standard deviation; different large letters in each column and different small letters in each row indicate significant difference at  $p < 0.05$ . (C: control, T1: 0.5%STPP, T2: 0.5%SHMP, T3: 0.5%TSPP, T4: 0.25%STPP + 0.25%SHMP, T5: 0.25%STPP + 0.25%TSPP, T6: 0.25%SHMP + 0.25%TSPP)

بالاتر بودن ظرفیت نگهداری آب در دو تیمار T3 (TSPP) و T1 (STPP) را به بالاتر بودن میزان pH آنها نسبت داد. همچنین کاهش ظرفیت نگهداری آب در نمونه کنترل، در طول مدت زمان نگهداری بیشتر از نمونه های تیمار شده بود که این نقش فسفات ها را در دفع نیروهای الکترواستاتیک قوی و افزایش فضای بین اکتین و میوزین و بهبود حفظ آب نشان می دهد.

نتایج پژوهش حاضر با نتایج تحقیقات وایربیکی و همکاران (۱۹۷۶)، که گزارش کردند مخلوط های متفاوتی از سدیم تری پلی فسفات و تتراسدیم پیروفسفات اثرات مثبتی بر ظرفیت نگهداری آب گوشت داشتند مطابقت دارد [۱۸]. ولمار و ملتون (۱۹۸۱) نیز اعلام داشتند که نمونه های حاوی تتراسدیم پیرو فسفات و بعد از آن نمونه حاوی ۱۰۰٪ سدیم تری پلی فسفات، در افزایش ظرفیت نگهداری آب ژامبون عمل آوری شده موثرترین بودند [۱۹]. نتایج این پژوهش همسو با نتایج تحقیق فرناندز لویز و همکاران (۲۰۰۴) در مورد اثر کلرید سدیم و سدیم تری پلی فسفات و pH بر گوشت است که بیان داشتند افزودن کلرید سدیم و سدیم تری پلی فسفات ظرفیت نگهداری آب را بهبود می بخشد [۲۰].

ظرفیت نگهداری آب یکی از مهمترین پارامترهای کیفی است که مستقیماً در ظاهر فرآورده، بازده، کیفیت و خصوصیات ارگانولپتیکی آن اثرگذار است. با توجه به جدول ۲ با افزودن انواع فسفات، میزان ظرفیت نگهداری آب کلیه تیمارها در مقایسه با نمونه شاهد افزایش داشت و در تمامی روزهای مورد آزمایش، بیشترین میزان ظرفیت نگهداری آب به ترتیب مربوط به نمونه های T3 (TSPP) و T1 (STPP) بوده و کمترین میزان ظرفیت نگهداری آب به نمونه کنترل و T2 (SHMP) اختصاص یافته است. ترکیب دوتایی فسفات ها میانگین ظرفیت نگهداری آب بالاتری نسبت به سدیم هگزا متا فسفات نشان دادند، که می توان آن را به pH بالاتر آنها مرتبط دانست. حداقل میزان ظرفیت نگهداری آب در نقطه ایزوالکتریک پروتئین های گوشت است. زیرا تعداد یون های باردار به حداقل رسیده و بیشترین پیوند بین مولکول های پروتئینی شکل می گیرد و در نتیجه فضای کمی برای پیوند با آب باقی می ماند [۶]. لذا با توجه به اینکه یکی از مهمترین اثرات انواع فسفات بر گوشت بالا بردن pH و دور ساختن آن از نقطه ایزوالکتریک (حدود ۵/۵) به سمت محدوده قلیایی و در نتیجه افزایش ظرفیت نگهداری آب می باشد، می توان

## ۳-۳- اثر فسفات ها بر میزان افت پخت

نتایج تاثیر انواع فسفات ها و ترکیب آن ها بر میزان افت پخت در جدول ۳ آمده است. میانگین درصد افت پخت، در گروه های مختلف تیمار T1 تا T6 و گروه کنترل با یکدیگر تفاوت آماری معناداری دارند ( $P < 0.05$ ). بیشترین درصد افت پخت مربوط به نمونه کنترل بوده و کمترین میزان افت پخت به نمونه های T1 (STPP) و T3 (TSPP) و سپس T6 (TSPP + SHMP) اختصاص یافته است که اختلاف آماری بین این سه تیمار معنی دار نمی باشد ( $p > 0.05$ ).

**Table 3** The results of cooking loss of cured beef round samples containing different phosphates

Sample	1 <sup>st</sup> day
C	13.95 ± 0.18 <sup>A</sup>
T1	1.16 ± 0.11 <sup>E</sup>
T2	8.88 ± 0.03 <sup>C</sup>
T3	1.16 ± 0.17 <sup>E</sup>
T4	9.30 ± 0.51 <sup>B</sup>
T5	4.87 ± 0.00 <sup>D</sup>
T6	1.36 ± 0.25 <sup>E</sup>

Results are reported as means ± standard deviation; different large letters in each column indicate significant difference at  $p < 0.05$ . (C: control, T1: 0.5%STPP, T2: 0.5%SHMP, T3: 0.5%TSPP, T4: 0.25%STPP + 0.25%SHMP, T5: 0.25%STPP + 0.25%TSPP, T6: 0.25%SHMP + 0.25%TSPP)

علت اصلی افت پخت از بین رفتن مواد موجود در گوشت به دلیل چروک شدن عضله و دناتور شدن پروتئین ها و کاهش ظرفیت نگهداری آب می باشد [۲۱]. به طور کلی تیمارهای حاوی فسفات افت پخت کمتری را نسبت به نمونه کنترل نشان دادند. علت این کاهش افت پخت را می توان ناشی از افزایش حلالیت میوزین توسط فسفات ها دانست که متعاقب آن سبب افزایش حفظ و نگهداری آب شد. جالب توجه است که درصد افت پخت تیمار ترکیبی T5 (STPP + TSPP)، در مقایسه با تیمار هر یک از این فسفات ها به تنهایی (T1 و T3)، بیشتر بوده است که دلالت بر تضعیف نمودن اثر ترکیب این فسفات ها بر درصد افت پخت می باشد. یافته های

این تحقیق با نتایج پژوهش هایی در این زمینه که اعلام داشتند کمترین افت پخت در گوشت گاو مربوط به نمونه های تیمار شده با فسفات به خصوص سدیم تری پلی فسفات و تتراسدیم پیرو فسفات بوده [۲۱، ۲۲] و یافته های مدلل (۲۰۱۴) که نشان داد نمونه های تیمار شده با فسفات افت پخت کمتری را نسبت به نمونه های حاوی بی کربنات نشان دادند مطابقت دارد [۱۱].

## ۳-۴- اثر فسفات ها بر بافت

نتایج حاصل از بافت سنجی نمونه ها و بررسی سه فاکتور سفتی، انسجام و صمغی بودن به ترتیب در جداول ۴، ۵ و ۶ نشان داده شده است. ویژگی های بافتی محصولات گوشتی به عوامل متعددی از جمله دمای پخت، میزان آب افزوده شده، کیفیت گوشت خام، pH و میزان افزودنی هایی مانند فسفات ها بستگی دارد [۱۴]. صنایع گوشت از فسفات ها جهت بهبود خصوصیات بافتی بهره می برند. مکانیسم عمل فسفات ها بر اساس یونیزاسیون مولکول های پروتئین و افزایش برهم کنش بین پروتئین و مولکول های آب به دلیل افزایش pH و قدرت یونی است. تغییر خصوصیات بافتی گوشت بستگی به تغییرات پروتئین های میوفیبریلی، ساختار عضله، بافت همبند عضلانی، آب درون سلولی و برهم کنش میان این فاکتورها دارد [۹].

## ۳-۴-۱- سفتی

نتایج میزان سفتی در جدول ۴ نشان داده شده است که گویای معنی دار بودن اثر نمونه های مختلف و زمان نگهداری می باشد ( $P < 0.05$ ). همانطور که مشاهده می شود، در روزهای ۱ و ۱۵، کمترین میزان سفتی مربوط به نمونه کنترل بوده و در روز ۳۰ کمترین میزان سفتی مربوط به نمونه T1 (STPP) می باشد. بیشترین میزان سفتی در روز اول مربوط به نمونه T5 (STPP + TSPP)، در روز ۱۵ نمونه T6 (SHMP) + (TSPP) و در روز ۳۰ نمونه T2 (SHMP)، بیشترین میزان سفتی را داشته اند. سفتی عبارت است از نیروی بیشینه طی اولین چرخه فشردن و همانطور که مشاهده می شود افزایش حلالیت پروتئین و در نتیجه افزایش ظرفیت نگهداری آب سبب کاهش سختی می شود [۱۴].

**Table 4** Texture analysis of hardness of cured beef round samples containing different phosphates during 30 days of storage in 4 °C

Sample	Time (day)		
	1 <sup>st</sup>	15 <sup>th</sup>	30 <sup>th</sup>
C	30.05 ± 0.06 <sup>Gb</sup>	32.58 ± 0.06 <sup>Ga</sup>	26.69 ± 0.00 <sup>Ec</sup>
T1	57.84 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	36.01 ± 0.01 <sup>Eb</sup>	23.91 ± 0.01 <sup>Gc</sup>
T2	44.78 ± 0.08 <sup>Fb</sup>	44.16 ± 0.00 <sup>Cc</sup>	45.89 ± 0.03 <sup>Aa</sup>
T3	56.60 ± 0.00 <sup>Ca</sup>	38.51 ± 0.01 <sup>Db</sup>	26.01 ± 0.00 <sup>Fc</sup>
T4	50.05 ± 0.01 <sup>Ea</sup>	45.64 ± 0.00 <sup>Ba</sup>	40.01 ± 0.00 <sup>Ba</sup>
T5	58.61 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	33.97 ± 0.03 <sup>Fb</sup>	32.83 ± 0.00 <sup>Dc</sup>
T6	55.53 ± 0.00 <sup>Da</sup>	49.39 ± 0.00 <sup>Ab</sup>	34.74 ± 0.00 <sup>Cc</sup>

Results are reported as means ± standard deviation; different large letters in each column and different small letters in each row indicate significant difference at  $p < 0.05$ . (C: control, T1: 0.5%STPP, T2: 0.5%SHMP, T3: 0.5%TSPP, T4: 0.25%STPP + 0.25%SHMP, T5: 0.25%STPP + 0.25%TSPP, T6: 0.25%SHMP + 0.25%TSPP)

### ۳-۴-۲- انسجام

کمترین میزان انسجام را به خود اختصاص داده است. میانگین انسجام تیمارها در مورد نمونه های T2، T3، T4 و کنترل با گذشت زمان افزایش و در مورد نمونه های T1، T5 و T6 کاهش یافته است. انسجام به صورت نسبت مساحت سطح ۲ به سطح ۱ در نمودار به عبارت دیگر قابلیت افزایش طول و پهن شدگی نمونه قبل از شکستن بافت تعریف می شود فسفات ها به طور کلی سبب افزایش انسجام می شوند [۱۴]، همانطور که ملاحظه می گردد هیدرولیز فسفات ها در اثر گذشت زمان سبب می شود فعالیت فسفات ها کاهش یابد که میزان این هیدرولیز به ساختار فسفات ها برمی گردد.

نتایج میزان انسجام در جدول ۵ نشان داده شده است که گویای معنی دار بودن اثر نمونه های مختلف (به غیر از نمونه های کنترل و T2) و زمان نگهداری می باشد ( $P < 0.05$ ). با توجه به جدول ۵، بیشترین میزان انسجام در تمامی روزهای آزمایش مربوط به نمونه T1 (STPP) بوده است و کمترین میزان انسجام در روز اول مربوط به گروه کنترل و نمونه های T2 (SHMP)، T3 (TSPP) و T4 (STPP + SHMP) می باشد. در روز ۱۵ کمترین میزان انسجام مربوط به نمونه T2 (SHMP) و در روز ۳۰ نمونه T4 (STPP + SHMP)

**Table 5** Texture analysis of cohesiveness of cured beef round samples containing different phosphates during 30 days of storage in 4 °C

Sample	Time (day)		
	1 <sup>st</sup>	15 <sup>th</sup>	30 <sup>th</sup>
C	0.69 ± 0.06 <sup>Ca</sup>	0.72 ± 0.06 <sup>Ba</sup>	0.72 ± 0.00 <sup>Ba</sup>
T1	0.97 ± 0.01 <sup>Aa</sup>	0.92 ± 0.01 <sup>Ab</sup>	0.81 ± 0.01 <sup>Ac</sup>
T2	0.60 ± 0.08 <sup>Ca</sup>	0.64 ± 0.00 <sup>Da</sup>	0.73 ± 0.03 <sup>Ba</sup>
T3	0.61 ± 0.00 <sup>Cc</sup>	0.65 ± 0.01 <sup>Cb</sup>	0.75 ± 0.00 <sup>Bc</sup>
T4	0.64 ± 0.01 <sup>Cc</sup>	0.66 ± 0.00 <sup>Ca</sup>	0.68 ± 0.00 <sup>Ca</sup>
T5	0.81 ± 0.01 <sup>Ba</sup>	0.75 ± 0.03 <sup>Bb</sup>	0.73 ± 0.00 <sup>Bb</sup>
T6	0.89 ± 0.00 <sup>Ba</sup>	0.71 ± 0.00 <sup>Bb</sup>	0.71 ± 0.01 <sup>Bb</sup>

Results are reported as means ± standard deviation; different large letters in each column and different small letters in each row indicate significant difference at  $p < 0.05$ . (C: control, T1: 0.5%STPP, T2: 0.5%SHMP, T3: 0.5%TSPP, T4: 0.25%STPP + 0.25%SHMP, T5: 0.25%STPP + 0.25%TSPP, T6: 0.25%SHMP + 0.25%TSPP)

### ۳-۴-۳- صمغی بودن

آزمایش مربوط به نمونه کنترل و در روز ۳۰ مربوط به گروه کنترل و نمونه های T1 (STPP) و T3 (TSPP) می باشد. در روز اول بیشترین میزان صمغی بودن مربوط به نمونه T1 (STPP) اما در روز ۱۵ نمونه های T1 (STPP) و T6 (SHMP + TSPP) و در روز ۳۰ نمونه T2 (SHMP)

نتایج میزان صمغی بودن در جدول ۶ نشان داده شده است که گویای معنی دار بودن اثر نمونه های مختلف (بجز نمونه های کنترل و T2) و زمان نگهداری می باشد ( $P < 0.05$ ). با توجه به جدول ۶، کمترین میزان صمغی بودن در روزهای ۰ و ۱۵



دنا توره شدن، کواگوله شدن (انعقاد)، انقباض و برهم کنش بین پروتئین ها سبب افزایش سختی و صمغی بودن می شود [۹].

بیشترین میزان صمغی بودن را نشان دادند. صمغی بودن به صورت حاصلضرب سختی و میزان انسجام نمونه تعریف می گردد، و همانطور که مشاهده می گردد، تغییر در پروتئین (

**Table 6** Texture analysis of gumminess of cured beef round samples containing different phosphates during 30 days of storage in 4 °C

Sample	Time (day)		
	1 <sup>st</sup>	15 <sup>th</sup>	30 <sup>th</sup>
C	20.73 ± 1.74 <sup>Ea</sup>	23.61 ± 2.11 <sup>Ca</sup>	19.15 ± 0.08 <sup>Da</sup>
T1	56.10 ± 0.81 <sup>Aa</sup>	33.12 ± 0.53 <sup>Ab</sup>	19.36 ± 0.35 <sup>Dc</sup>
T2	26.86 ± 3.85 <sup>Da</sup>	28.26 ± 0.19 <sup>Ba</sup>	33.49 ± 1.32 <sup>Aa</sup>
T3	34.52 ± 0.24 <sup>Ca</sup>	25.03 ± 0.55 <sup>Cb</sup>	19.50 ± 0.08 <sup>Dc</sup>
T4	32.02 ± 0.50 <sup>Ca</sup>	30.11 ± 0.64 <sup>Ba</sup>	27.20 ± 0.11 <sup>Ba</sup>
T5	47.47 ± 0.51 <sup>Ba</sup>	25.47 ± 0.98 <sup>Cb</sup>	23.96 ± 0.10 <sup>Cb</sup>
T6	49.41 ± 0.08 <sup>Ba</sup>	35.31 ± 0.21 <sup>Ab</sup>	25.46 ± 1.13 <sup>Cc</sup>

Results are reported as means ± standard deviation; different large letters in each column and different small letters in each row indicate significant difference at p<0.05. (C: control, T1: 0.5%STPP, T2: 0.5%SHMP, T3: 0.5%TSPP, T4: 0.25%STPP + 0.25%SHMP, T5: 0.25%STPP + 0.25%TSPP, T6: 0.25%SHMP + 0.25%TSPP)

فیزیکی شیمیایی مورد بررسی از خود نشان دادند. همچنین نتایج حاکی از آن بود که نمونه کنترل (بدون فسفات) و پس از آن سدیم هگزا متا فسفات اثرات چندانی مطلوبی را به همراه نداشتند که می تواند به علت pH پایین تر آنها در مقایسه با سایر تیمارها باشد. کاهش میزان pH و نزدیک شدن آن به نقطه ایزوالکتریک پروتئین های گوشت منجر به کاهش ظرفیت نگهداری آب و بازدهی پخت می شود و همچنین تغییرات این شاخص می تواند به شدت ویژگیهای بافتی محصول گوشتی را تحت تاثیر قرار دهد.

با توجه به نتایج نشان داده شده در جداول ۴ تا ۶، میانگین سختی و صمغی بودن جز در مورد سدیم هگزا متا فسفات با گذشت زمان کاهش یافته است که علت آن می تواند تغییر pH و اثرات ناشی از آن در طی مدت نگهداری باشد. نتایج پژوهش حاضر با یافته های لانگ (۲۰۱۲)، که اثر انواع فسفات را بر وی ویژگی های بافتی (شامل سختی، انسجام، صمغی بودن و چسبندگی) گوشت بررسی کرد [۱۴] و نیز یافته های اردوقدو و همکاران (۲۰۰۷) که نشان دادند افزایش غلظت سدیم تری پلی فسفات سبب افزایش انسجام و افزایش زمان پخت سبب افزایش سختی، صمغی بودن و افت پخت خواهد شد مطابقت دارد [۹].

## ۵- منابع

- [1] Long, N.H.B.S., Gal, R., Bunka, F. 2011. Use of phosphates in meat products. *African Journal of Biotechnology*, 10(86): 19874-19882.
- [2] Toldra, F. 2010. Handbook of Meat Processing, USA: Blackwell Publishing, 548 p.
- [3] Hourant, P. 2004. General properties of the alkaline phosphates. *Major Food and Technical Applications*, 15: 85-94.
- [4] Molins, R.A., Kraft, A.A., Walker, H.W., Olson, D.G. 1985. Effect of poly- and pyrophosphates on the natural bacterial flora and inoculated *Clostridium sporogenes* PA 3679 in cooked vacuum packaged bratwurst. *Journal of Food Science*, 50: 876-880.

## ۴- نتیجه گیری

به طور کلی داده های حاصل از این پژوهش دلالت بر اثرات مطلوب انواع فسفاتهای مورد مطالعه بر ویژگی های فیزیکی شیمیایی (شامل pH، WHC، بافت و افت پخت) ران عمل آوری شده گاو داشتند. اما تغییرپذیری و اختلاف فسفاتها در نتایج کسب شده، از تفاوت در ویژگیهای عملکردی آنها ناشی می شود. با نگاهی همه جانبه به نتایج بدست آمده می توان نتیجه گیری نمود که تیمارهای حاوی سدیم تری پلی فسفات (T1) و تترا سدیم پیرو فسفات (T3) هر یک به تنهایی در مقایسه با سایر تیمارها، بهترین نتایج را در ویژگی های مختلف

- [15] Eilert, S.G. 1994. Phosphate improvement of stromal and myofibrillar protein functionality in processed meats. Ph.D thesis, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska.
- [16] Jiang, S.T. 1998. Contribution of muscle proteinases to meat tenderization. Proceedings of the National Science Council, Part B, Life sciences, 22(3): 97-107.
- [17] Knipe, C.L., Olson, D.G., Rust, R.E. 1988. Effects of inorganic phosphates and sodium hydroxide on the cooked cured color, pH and emulsion stability of and conventional Meat Emulsions. *Journal of Food Science*, 53(5): 53-56.
- [18] Wierbicki, E., Howker, G., Shults, G. 1976. Effect of salt, phosphates and other curing ingredients on shrinkage of lean pork meat and the quality of smoked processed ham. *Journal of Food Science*, 41: 1116-1121.
- [19] Vollmar, E.K., Melton, C.C. 1981. Selected quality factors and sensory attributes of cured ham as influenced by different phosphate blends. *Journal of Food Science*, 46: 317-327
- [20] Fernandez-Lopez, J., Sayas-Barbera, E., Perez-Alvarez, J.A., Aranda-Catala, V. 2004. Effect of sodium chloride, sodium tripolyphosphate and pH on color properties of pork meat. *Color Research and Application*, 29(1): 67-74.
- [21] Marcos, B., Kerry, J.P. and Mullen, A.M. 2010. High pressure induced changes on sarcoplasmic protein fraction and quality indicators. *Meat Science*, 85: 115-120.
- [22] Baublits, R.T., Pohlman, F.W., Brown, A.H., Johnson, Z.B. 2006. Enhancement with varying phosphate types, concentrations, and pump rates, without sodium chloride on beef biceps femoris quality and sensory characteristics. *Meat Science*, 72(3): 404-414.
- [23] Baublits, R.T., Pohlman, F.W., Brown, A.H., Johnson, Z.B. 2005. Effects of sodium chloride, phosphate type and concentration, and pump rate on beef biceps femoris quality and sensory characteristics. *Meat Science*, 70(2): 205-214.
- [5] Feiner, G. 2006. Meat products handbook - Practical Science and Technology. 1<sup>st</sup> ed., Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited, pp:72-88.
- [6] Tarte, R. 2009. Ingredients in Meat Products, USA. Springer Science, 421 p.
- [7] Shults, G.W., Russell, D.R., Wierbicki, E. 1972. Effect of condensed phosphate on pH, swelling and water- holding capacity of beef. *Journal of Food Science*, 37: 860-864.
- [8] Puolanne, E.J., Ruusunen, M.H., Vainionpää, J.I. 2001. Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate. *Meat Science*, 58(1): 1-7.
- [9] Erdogdu, S.B., Erdogdu, F., Ekiz, H.I. 2007. Influence of sodium tripolyphosphate (stp) treatment and cooking time on cook losses and textural properties of red meats. *Journal of Food Process Engineering*, 30(6): 685-700.
- [10] Wang, P., Xu, X.L., Zhou, G.H. 2009. Effects of meat and phosphate level on water-holding capacity and texture of emulsion-type sausage during storage. *Agricultural Sciences in China*, 8(12): 1475-1481.
- [11] Mudalal, S., Petracchi, M., Tappi, S., Rocculi, P., Cavani, C. 2014. Comparison between the quality traits of phosphate and bicarbonate-marinated chicken breast fillets cooked under different heat treatments, *Food and Nutrition Sciences*, 5: 35-44.
- [12] Heinze, G.P., Hautzinge. 2007. Meat processing technology for small- to medium-scale producers. Bangkok, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 530p.
- [13] Komoltri, P., Pakdeechanuan, P. 2012. Effects of marinating ingredients on physicochemical, microstructural and sensory properties of golek chicken, *International Food Research Journal*, 19(4): 1449-1455.
- [14] Long, N.H.B.S. 2012. The effects of selected phosphate salts and hydrocolloids on the textural properties of meat products. Ph.D thesis, Tomas Bata University, Zlin, Czech Republic.

## Comparison of the Effects of Sodium Tri Poly Phosphate, Sodium Hexa Meta Phosphate, and Tetra Sodium Pyrophosphate on Some Physicochemical Characteristics of Cured Beef Round

**Zamani, E. <sup>1</sup>, Khani, M. R. <sup>2\*</sup>, Shadi Mahdikhani <sup>2</sup>**

1. MSc, Department of Food Science & Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

2. Assistant Professor, Department of Food Science and Technology, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**(Received: 2016/06/16 Accepted: 2016/12/12)**

This study conducted to compare the effects of sodium tripolyphosphate, sodium hexametaphosphate and tetrasodium pyrophosphate on some physico-chemical characteristics of cured beef round, before and after cooking. For this purpose, after preparation of round cuts of beef and injection of curing solution containing 0.5% of the studied phosphate (including sodium tripolyphosphate, tetrasodium pyrophosphate and sodium hexametaphosphate) each one alone or in combination with two types of these phosphates in equal proportions (0.25% + 0.25%) were produced in the form of six treatments which followed by ripening, forming and cooking processes and also cured phosphate-free thighs were considered as control. Then, all specimens were stored for 30 days at 4 °C and physicochemical tests (including pH, WHC, texture and cooking loss) conducted before and after cooking in 1, 15 and 30 days of storage time. The results showed that treatments of cured round beef containing sodium tripolyphosphate and tetrasodium pyrophosphate each one alone increased the pH and WHC significantly, both before and after cooking. Moreover, these two samples showed the lowest cooking loss and featured a better texture. But control sample and treatment with sodium hexametaphosphate did not show the desired results in these studied properties, respectively.

**Key words:** Sodium tripolyphosphate, Sodium hexametaphosphate, Tetrasodium pyrophosphate, Beef round, Curing

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: [khanidvm@gmail.com](mailto:khanidvm@gmail.com)