اثرات انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد بر خصوصیات کمی و کیفی همبرگر منجمد ایرانی

سجاد قادری[۱*]، یحیی مقصودلو[۲]، سپهدار حق دوست[۳] و وحید قنبری[۴]

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۰/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۱/۵/۱۶

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۲] دانشیار گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[۳] کارشناس ارشد شیمی، اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی یاسوج
[٤] دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و صنایع غذایی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
[*] مسئول مکاتبه: E-mail: sajadghaderi1985@yahoo.com

چکیده

انجماد از بهترین روش‌های نگهداری محصولاتی مانند همبرگر می‌باشد. بهبود شرایط انجماد همبرگر، علاوه بر حفظ کمی و کیفی مواد تغذیه‌ای آن، به سلامت و اقتصاد جامعه نیز کمک می‌کند. بررسی اثرات انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد بر کیفیت و کمیت فاکتورهای تغذیه‌ای و دلایل ایجاد این تغییرات در طول نگهداری همبرگر در سردخانه، از اهداف اصلی این پژوهش می‌باشد. در این پژوهش برای ارزیابی اثرات انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد بر همبرگر ایرانی فاکتورهای شیمیایی درصد چربی، عدد تیوباربیتوریک، ظرفیت نگهداری آب، درصد پروتئین، درصد نشاسته و میزان pH در طول ۲٦ هفته نگهداری اندازه گیری شد. همه آزمایشات هر دو هفته یکبار و در سه تکرار برای هر فاکتور در دو شرایط نگهداری انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد انجام گرفت. انجماد به همراه رفع انجماد نسبت به انجماد مطلق تأثیر معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) روی کلیه فاکتورهای تحت آزمایش داشت و باعث کاهش درصد چربی، pH، ظرفیت نگهداری آب و تیوباربیوتیک اسید و افزایش درصد پروتئین و نشاسته گردید. طبق نتایج بدست آمده رفع انجماد روی فاکتور ظرفیت نگهداری با حداکثر ضریب همبستگی (۰/۹۹٤) بیشترین تأثیر و روی پروتئین با حداقل ضریب همبستگی (۰/۸۷۲) کمترین تأثیر را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: همبرگر، انجماد، رفع انجماد، ظرفیت نگهداری آب، تیوباربیوتیک اسید

The quantitative and qualitative effects of absolute freezing and defrosting following freezing on Iranian frozen hamburger

S Ghaderi[1]*, Y Maghsoudlou[2], S Haghdoost[3] and V Ghanbari[4]

Received: January 07, 2012 Accepted: August 06, 2012
[1] MSc Student, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[2] Associate Professor, Faculty of Food Science and Technology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
[3] MSc Graduate, Chemistry Institute of Standards and Industrial Research of Yasuj, Yasuj, Iran
[4] MSc Student, Department of Food Science and Technology, Gorgan University of Agriculturl Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran
* Corresponding author: E-mail: sajadghaderi1985@yhoo.com

Abstract
Freezing is one of the best storage methods of products such as hamburger. Improvement of the conditions of hamburger freezing, contribute to the society heath and economics as well as on the quantitative and qualitative properties of its nutrients. Investigating the effect of absolute freezing and defrosting following freezing on the quality and quantity of the nutrients and the reasons of these variations during hamburger storage are the main objectives of this research. For measurement of the effects of absolute freezing and defrosting following freezing on Iranian hamburger, chemical factors such as lipid content, thiobarbituric acid value, water holding capacity, protein content, starch content and pH were measured during 26 weeks. All the experiments were conducted every two weeks in triplicate for every factor in two storage conditions of absolute freezing and defrosting following freezing. Defrosting following freezing had significant effect (P<0.05) on all of the factors under experiment and caused the lipid content, pH, water decrease and the protein and starch content to increase. According to the obtained results, defrosting had the most effect on the water holding capacity with the correlation coefficient of 0.994 and the least effect on protein content with the correlative coefficient of 0.872.

Keywords: Hamburger, Freezing, Defrosting, Water holding capacity, Thiobarbituric acid

مقدمه

گوشت و فراورده‌های گوشتی، منابع مهمی برای تأمین پروتئین، چربی، اسیدهای آمینه ضروری، مواد معدنی و ویتامین‌ها و دیگر مواد مغذی انسان می‌باشند (بیسا-لسکی ۲۰۰۵). در سال‌های اخیر مشتریان گوشت و فراورده‌های گوشتی سالمی که سطح چربی و کلسترول را کاهش دهند و محتوای نیتریت و ترکیب اسیدهای چرب ضروری را بهبود بخشند، بسیار افزایش یافته است (آریهانا ۲۰۰٤). از جمله این محصولات مهم همبرگر می‌باشد که عبارتست از مخلوطی از گوشت حیواناتی مانند گاو و گوساله است که می‌تواند حاوی مقادیری از پروتئین‌های گیاهی، سیب زمینی، تخم مرغ و انواع ادویه‌جات و سبزیجات باشد (مقصودی ۱۳۸۵). در سال‌های اخیر بیشترین توجه به فراورده‌های گوشتی، به پیشرفت‌های فیزیولوژیکی معطوف شده است تا شرایط سلامتی افراد جامعه فراهم شده و بیماری‌ها در جامعه کاهش یابند. بهبود پیشرفت‌های فیزیولوژیکی می‌تواند با افزودن ترکیبات کاربردی یا حفظ ترکیبات مغذی موجود در محصول در حین

نگهداری، مانند اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب ضروری، پپتیدها، ویتامین‌ها و مواد معدنی حاصل شود (بیسالسکی ۲۰۰۵). باید مد نظر داشت که بیشتر کشورهای پیشرفته به دلیل قدرت خرید بالا، جمعیتشان را برای خریدن گوشت محدود نمی‌کنند. اغلب مشتری‌ها حاضرند پول بیشتری برای خرید محصولات گوشتی با کیفیت عالی پرداخت نمایند (بولمن و همکاران ۱۹۹۷؛ هاموند ۱۹۹۷؛ پریتو و همکاران ۲۰۰۸). مصرف‌کنندگان برای رسیدن به چنین محصولات با کیفیتی، به دنبال تهیه محصولات تضمین شده ای هستند. بنابراین همه موارد بالا ما را به سمتی سوق می‌دهد تا از روش‌های جدیدی استفاده کنیم که کنترل ما را روی حفظ کیفیت فراورده‌های گوشتی را افزایش دهد. از عمده‌ترین و اساسی‌ترین کارها برای نیل به این هدف بهبود شرایط انجماد فراورده‌هایی مانند همبرگر و حفظ یکنواختی و شرایط پایای سردخانه‌ها می‌باشد (لیو و همکاران ۲۰۰٤؛ لوند ۲۰۰۰). یک اصل اساسی در طراحی سیستم‌های نگهداری و پخش مواد غذایی منجمد، دانش در مورد تغییراتی است که در دمای انجماد رخ می‌دهد. پارامترها و داده‌های کمی که سرعت فعالیت‌های فیزیکی و شیمیایی را بیان می‌کنند بسیار حائز اهمیت هستند. از جمله مهمترین این پارامترها می‌توان زمان و دما را نام برد. با اطلاع داشتن از وضعیت پارامترهای دما و زمان، می‌توان با استفاده از تغییر ترکیبات مغذی در طی گذر زمان در محصول در دمای ثابت، به شرایطی مناسب برای حفظ ترکیبات مغذی پی برد. این اطلاعات می‌تواند در پیشگویی ماندگاری تولیدات غذایی موثر باشد (چن و همکاران ۲۰۰۱). چن و همکاران به این نتیجه رسیدند که چنانچه در طی نگهداری مواد غذایی در سردخانه چنانچه دما از محدوده طبیعی خود (۱۸- درجه سانتی-گراد) بیشتر شود، میزان ترکیبات مغذی مواد غذایی دستخوش تغییرات قرار میگیرند (چن و هکاران ۲۰۰۱). چنانچه در طی نگهداری مواد غذایی در سردخانه‌ها قطع و وصل جریان برق اتفاق افتاده باشد یا درب سردخانه‌ها زیاد باز و بسته باشد یا مواد غذایی به نحوی مطلوب در آن چیده نشده باشند که سرما نتواند به تمام قسمت‌ها بطور یکنواختی برسد، به تدریج تغییرات نامطلوبی مانند تغییرات رنگ، طعم، بو، مزه، از دست رفتن تردی و ظرفیت نگهداری آب، کاهش ارزش غذایی و همچنین کاهش مقدار بعضی از مواد محلول در آب نظیر ویتامین‌ها، مواد معدنی و اسیدهای آمینه اتفاق می‌افتد (دوگلاس و آرچر ۲۰۰۳). هر چه زمان نگهداری مواد غذایی در حالت انجماد بیشتر گردد احتمال کاهش ارزش غذایی محصول بیشتر است و طبعاً ارزش ظاهری، طعم و رنگ و بطور کلی از خصوصیات کیفی محصولات کاسته می‌گردد. رفع انجمادهای مکرر نه تنها ظرفیت نگهداری آب را در فراورده‌های گوشتی کاهش می‌دهند، بلکه به همراه آن مقدار زیادی از ویتامین‌ها و مواد مغذی نیز خارج شده و از کیفیت ماده غذایی می‌کاهد (برنت و همکاران ۲۰۰٤).

با این وجود هنوز شکاف زیادی در دانش ما پیرامون سرعت تخریب و پارامترهای سنتیکی سیستم های غذایی وجود دارد. کیفیت تخریب ترکیبات مغذی تا حدود زیادی به کنترل ناصحیح دما بر می-گردد. در ایران کیفیت پایین سردخانه‌ها، بالا رفتن هزینه انرژی سبب شده تا تولید کنندگان از دماهای بالاتری برای حفظ محصولات خود استفاده کنند. از طرف دیگر کمبود سیستم‌های مدرن کنترل برق در کشور منجر به قطع برق در زمان‌های متعددی در طی سال می‌گردد. در نتیجه محصولات در طی نگهداری به صورت متعدد در معرض انجماد و رفع انجماد قرار می‌گیرند. این امر به نوبه خود از کیفیت و کمیت مواد مغذی محصول به شدت می‌کاهد و از طرف دیگر ضررهای کمی جبران ناپذیری به صنعت و اقصاد کشور تحمیل می‌کند. از اینرو در این پژوهش تأثیر انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد بر روی مهمترین فاکتورهای تغذیه‌ای

همبرگر منجمد ایرانی در طی ۲۶ هفته نگهداری در دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

آماده سازی نمونه‌ها

در این پژوهش نمونه همبرگر از یکی از کارخانه-های شهر یاسوج با تاریخ تولید و مواد اولیه مشخص و یکسان تهیه گردید و بلافاصله در فلاسک یخ قرار گرفته و به سرعت به آزمایشگاه منتقل گردید. رطوبت اولیه آن طبق روش استاندارد (استاندارد شماره ۷٤٥ ایران) برابر ٥٤/۲ درصد بر حسب وزن مرطوب تعیین گردید.

نگهداری نمونه‌ها

سپس نمونه‌ها به دو دسته تقسیم گردیدند، که هر دو دسته همبرگر، برای مدت زمان ۲٦ هفته در دمای ۱۵- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. دسته اول تنها در حالت انجماد نگهداری می‌گردید و هر دو هفته یک بار پس از نمونه برداری سریعاً در فریزر نگهداری می‌شد. اما دسته دوم را همزمان با دسته اول از فریزر خارج و پس از ۲ ساعت در دمای ٥ درجه سانتی‌گراد رفع انجماد کرده و پس از برداشتن نمونه مجدداً در فریزر ۱۵- درجه نگهداری می‌گردید. پس از نمونه برداری از هر دو دسته آزمایشات مربوطه در سه تکرار انجام گرفت. آزمایشات هر ۲ هفته یک بار و به مدت ۲٦ هفته انجام گرفت.

آزمون‌ها

از آنجایی که در مطالعات قبلی اثبات شده بود که پیشرفت‌های اکسیداسیون لیپیدی در گوشت‌های منجمد به علت ذخیره ترکیبات کربونیلی در طول اتواکسیداسیون لیپیدها می‌باشد، در نتیجه در این پژوهش میزان اتواکسیداسیون لیپیدها بوسیله تعیین عدد تیوباربیتوریک اسید (استاندارد شماره ۱۰٤۹٤ ایران) اندازه‌گیری شده و مورد ارزیابی قرار گرفت. در این آزمایشات میزان پروتئین به روش کلدال (استاندارد شماره ۹۲٤ ایران) ، میزان چربی نیز به شیوه سوکسله (استاندارد شماره ۷٤۲ ایران) و ظرفیت نگهداری آب که از خصوصیات برجسته در فراورده‌های گوشتی می باشد به شیوه اصلاحی Eid's method و به کمک سانتریفوژ انجام گرفت (اید و همکاران ۱۹۸۲). همچنین میزان pH نیز در تمام مراحل آزمایش به صورت دقیق اندازه‌گیری گردید. درصد نشاسته (استاندارد شماره ۲۳۰۳ ایران) نیز به طریقه احیای محلول فهلینگ محاسبه شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. همه فاکتورهای اندازه گیری شده بر حسب وزن مرطوب گزارش شدند.

آنالیز آماری

از روش تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه (ANOVA) برای آنالیز داده‌ها، از آزمون چند دامنه‌ای دانکن برای مقایسه میانگین داده‌های قبل از انجماد و انجماد همراه رفع انجماد به طور جداگانه و از آزمون t جفت شده برای مقایسه میانگین داده‌ها به طور همزمان در شرایط نگهداری ذکر شده استفاده گردید. همه آزمون‌های فوق توسط نرم افزار SPSS 17 انجام گرفتند. در ضمن همه نمودارها توسط نرم افزار Excell رسم شدند.

نتایج و بحث

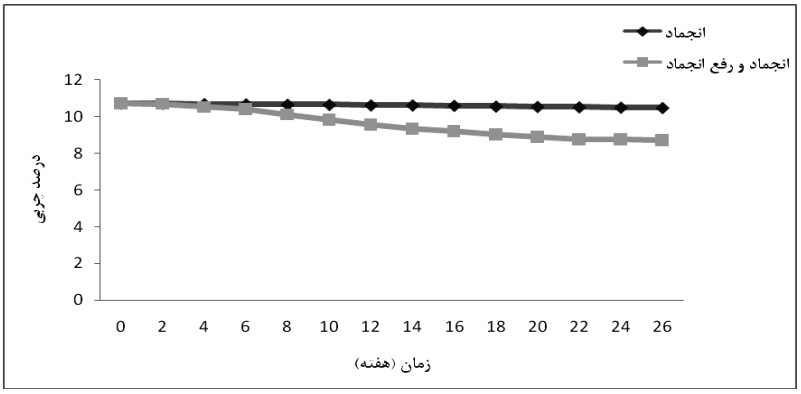
چربی

با توجه به آزمون t جفت شده، بین تغییرات چربی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد همبستگی ۰/۹٥۷ مشاهده گردید، که نشان می‌دهد این دو حالت تأثیر زیادی روی یکدیگر داشته و رفع انجماد به طور معنی‌داری ($P<۰/۰٥$) روی درصد چربی موثر بوده و آن را در طی ۲٦ هفته نگهداری به طور چشمگیری کاهش می‌دهد (جدول ۱).

جدول۱- مقایسه میانگین درصد چربی همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته

	فواصل زمانی اندازه گیری (هفته)													
	۰	۲	٤	٦	۸	۱۰	۱۲	۱٤	۱٦	۱۸	۲۰	۲۲	۲٤	۲٦
انجماد	۱۰/۷۳ a ± ۰/۰۲	۱۰/۷۲ a ± ۰/۰۱	۱۰/۷۰ b ± ۰/۰۱	۱۰/٦۹ b ± ۰/۰۱	۱۰/٦۷ c ± ۰/۰۱	۱۰/٦٦ c ± ۰/۰۲	۱۰/٦۳ d ± ۰/۰۲	۱۰/٦۳ d ± ۰/۰۱	۱۰/٦۱ d ± ۰/۰۱	۱۰/۵۷ e ± ۰/۰۱	۱۰/۵۵ f ± ۰/۰٤	۱۰/۵۳ g ± ۰/۰۲	۱۰/۵۱ h ± ۰/۰۱	۱۰/٤۹ h ± ۰/۰۱
انجماد و رفع انجماد	/۷۳ a ۱۰ ± ۰/۰۲	/۷۰ a ۱۰ ± ۰/۰۱	/۵۲ b ۱۰ ± ۰/۰۳	۱۰/٤۲ c ± ۰/۰۳	۱۰/۱۲ d ± ۰/۰٤	۹/۸٤ e ± ۰/۰۷	۹/۵۷ f ± ۰/۰٤	۹/۳۵ g ± ۰/۰۲	۹/۲۱ h ± ۰/۰٤	۹/۰۳ i ± ۰/۰٤	۸/۹۱ j ± ۰/۰۳	۸/۷۸ k ± ۰/۰۵	۸/۷٦ k ± ۰/۰۳	۸/۷۲ k ± ۰/۰۳

* میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف کوچک نشان داده شده‌اند، بر اساس آزمون دانکن در سطح $P<۰/۰۵$ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل۱- روند تغییرات درصد چربی همبرگر ایرانی درشرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته نگهداری

از طرف دیگر از مقایسه میانگین درصد چربی در شرایط انجماد مطلق و انجماد همراه رفع انجماد مطابق جدول۱ مشاهده می‌شود در حالت انجماد مطلق، روند تغییرات درصد چربی تقریباً ناچیز است (در حد ۰/۲ درصد در طول ۲٦ هفته)، در صورتی که در حالت انجماد به همراه رفع انجماد تغییرات بیشتری در درصد چربی دیده می‌شود (در حد ۲ درصد در طول ۲٦ هفته) و اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بین میانگین درصد چربی هفته‌های متوالی در طول ۲٦ هفته مشاهده می گردد (شکل۱). در واقع رفع انجمادهای مکرر و همچنین افزایش دما در طی رفع انجماد میزان فعالیت آنزیم‌های اکسیدکننده چربی‌ها و میکروارگانیسم ها را افزایش داده و هر دو این موارد شرایط را برای اکسید شدن چربی‌ها و تبدیل آنها به ترکیبات آلدهیدی و کتونی فراهم می‌کنند. میکروارگانیسم‌ها با آنزیم‌هایی که تولید می‌کنند شرایط را برای اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها مهیا می‌سازند. شرایط فوق موجب هیدرولیز چربی‌ها و کاهش اندازه ذرات چربی شده و در نتیجه میزان پروتئین بیشتری برای پایداری امولسیون و چسبیدن گوشت و چربی در خمیر همبرگر نیاز می باشد. از طرفی عدم تناسب مناسب بین مقدار چربی با پروتئین، از استحکام خمیر همبرگر می‌کاهد و امکان

متلاشی شدن بافت همبرگر را در طی سرخ کردن، افزایش می‌دهد (مقصودی ۱۳۸۵).

pH

از مقایسه تغییرات pH در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد طبق آزمون t جفت شده، ضریب همبستگی ۰/۹۷۲ بین این دو حالت مشاهده شد که نشان دهنده تأثیر زیاد این دو حالت روی همدیگر است. همچنین رفع انجماد به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) روی pH موثر بوده و آن را کاهش می‌دهد. از مقایسه میانگین pH در طی ۲۶ هفته طبق جدول۲ مشاهده می‌شود اثر انجماد به همراه رفع انجماد نسبت به انجماد مطلق روی تغییر pH بیشتر است (۰/۹ در مقابل ۰/۱) و اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) بین میانگین pH همه هفته‌ها دیده می‌شود (شکل ۲). دلیل این امر این است که در اثر انجماد و رفع انجمادهای مکرر، فعالیت میکروارگانیسم‌ها افزایش یافته و با تولید اسیدهای آلی تا حدودی pH را کاهش می‌دهند. از طرف دیگر افزایش فعالیت آنزیم‌ها موجب تجزیه ترکیبات طبیعی و همچنین پروتئین‌ها و تبدیل آنها به اسیدهای آمینه و اسیدهای آلی و درنتیجه کاهش pH می‌گردد (رانتسیو و همکاران ۲۰۰۸). کاهش pH می‌تواند اثرات زیانباری در ساختار همبرگر ایجاد کند به طوری که قابلیت انحلال و استخراج پروتئین‌های گوشت را در همبرگر کمتر کرده و در نتیجه جذب آب خمیر گوشتی پایین آمده و ذرات چربی کاملاً با پروتئین پوشش داده نمی‌شود. این عوامل موجب می‌شود از استحکام خمیر همبرگر کاسته شود (مقصودی ۱۳۸۵).

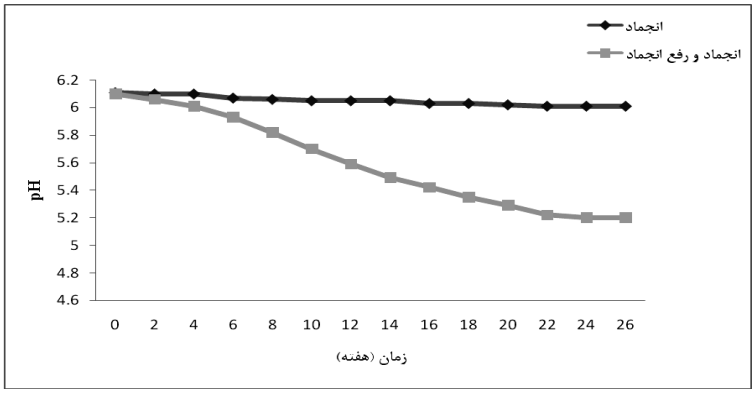
اتواکسیداسیون چربی‌ها

از مقایسه تغییرات عدد تیوباربیتوریک اسید در شرایط انجماد مطلق و انجماد همراه رفع انجماد طبق آزمون t جفت شده ضریب همبستگی ۰/۹۳٦، تأثیر این دو حالت روی همدیگر را نشان می‌دهد. از طرف دیگر رفع انجماد به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) روی عدد تیوباربیتوریک اسید موثر بوده و آن را در طی ۲٦ هفته افزایش می‌دهد. از مقایسه میانگین عدد تیوباربیتوریک اسید در طی ۲٦ هفته مطابق جدول۳ نتیجه می‌شود انجماد به همراه رفع انجماد، عدد تیوباربیتوریک اسید را نسبت به انجماد مطلق به میزان بیشتری افزایش داده است (۲/٤ در مقابل ۰/۲) و اختلاف معنی‌داری در همه هفته‌ها مشاهده می‌شود. در شکل ۳ اتواکسیداسیون لیپیدها به معنی ارزش عددی تیوباربیتوریک اسید برای هر دسته در مقابل زمان (هفته) نشان داده شده است. موارد ذکر شده در بالا گویای پایداری عدد تیوباربیتوریک اسید در حالت انجماد نسبت به حالت انجماد به همراه رفع انجماد می‌باشد.

جدول۲- مقایسه میانگین pH همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته

	فواصل زمانی نگهداری (هفته)													
	۰	۲	٤	٦	۸	۱۰	۱۲	۱٤	۱٦	۱۸	۲۰	۲۲	۲٤	۲٦
انجماد	٦/۱۱ a ± ۰/۰۰	٦/۱۰ a ± ۰/۰۱	٦/۱۰ a ± ۰/۰۱	٦/۰۷ b ± ۰/۰۰	٦/۰٦ b ± ۰/۰۱	٦/۰٥ c ± ۰/۰۰	٦/۰٥^{c} ± ۰/۰۱	٦/۰٥۰ c ± ۰/۰۰	٦/۰۳ d ± ۰/۰۱	٦/۰۳ d ± ۰/۰۰	٦/۰۲ e ± ۰/۰۰	٦/۰۱ e ± ۰/۰۱	٦/۰۱^{e} ± ۰/۰۰	٦/۰۱^{e} ± ۰/۰۰
انجماد و رفع انجماد	/۱۰^{a} ٦ ± ۰/۰۰	/۰٦^{b} ٦ ± ۰/۰۱	/۰۱^{c} ٦ ± ۰/۰۰	۵/۹۳ d ± ۰/۰۱	/۸۲^{e} ٥ ± ۰/۰۳	/۷۰^{f} ٥ ± ۰/۰۱	۵/۵۹ g ± ۰/۰۰	۵/٤۹ h ± ۰/۰۱	۵/٤۲ i ± ۰/۰۱	۵/۳٥ j ± ۰/۰۱	۵/۲۹ k ± ۰/۰۰	۵/۲۲ l ± ۰/۰۱	۵/۲۰ m ± ۰/۰۰	۵/۲۰ m ± ۰/۰۰

* میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف کوچک نشان داده شده‌اند، بر اساس آزمون دانکن در سطح $P<۰/۰۵$ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.



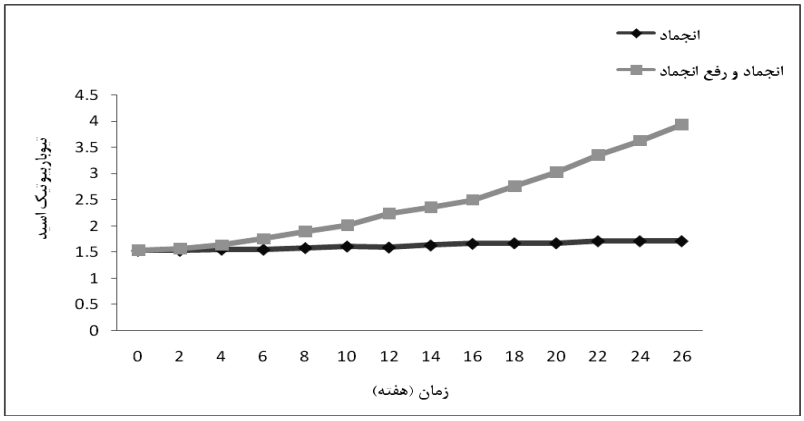
شکل۲- روند تغییرات pH همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته

این اختلاف نشانگر تأثیر گویای شرایط رفع انجمادهای مکرر در افزایش اتواکسیداسیون چربی‌ها می‌باشد به صورتی که رفع انجماد موجب افزایش اتواکسیداسیون در طول زمان و افزایش ایجاد مالون آلدهید در دسترس می‌گردد و در نتیجه عدد تیوباربیتوریک افزایش می‌یابد که با نتایج چن و همکاران در بررسی تأثیر انجماد روی اتواکسیداسیون چربی فراورده‌های گوشتی مطابقت دارد (چن و همکاران ۱۹۸۸). افزایش فعالیت میکروارگانیسم‌ها نیز به این روند کمک مضاعفی می‌کند. همچنین افزایش اتواکسیداسیون به کاهش pH نیز کمک شایانی می‌کند.

جدول۳- میانگین تیوباربیتوریک اسید همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در ۲۶ هفته

	فواصل زمانی اندازه‌گیری (هفته)													
	۰	۲	٤	٦	۸	۱۰	۱۲	۱٤	۱٦	۱۸	۲۰	۲۲	۲٤	۲٦
انجماد	۱/۵۳^{a} ± ۰/۰۲	۱/۵۳^{a} ± ۰/۰۳	۱/۵۵^{ab} ± ۰/۰۳	۱/۵۵^{ab} ± ۰/۰۲	۱/۵۸^{bc} ± ۰/۰٤	۱/٦۱^{cd} ± ۰/۰۲	۱/۵۹^{cd} ± ۰/۰۱	۱/٦۳^{de} ± ۰/۰۱	۱/٦٦^{ef} ± ۰/۰۳	۱/٦۷^{f} ± ۰/۰۰	۱/٦۷^{f} ± ۰/۰۱	۱/۷۱^{g} ± ۰/۰۳	۱/۷۱^{g} ± ۰/۰۲	۱/۷۲^{g} ± ۰/۰۱
انجماد و رفع انجماد	۱/۵۳^{a} ± ۰/۰۲	۱/۵٦^{a} ± ۰/۰۳	۱/٦۳^{b} ± ۰/۰۲	۱/۷۵^{c} ± ۰/۰۳	۱/۸۹^{d} ± ۰/۰۳	۲/۰۱^{e} ± ۰/۰۲	۲/۲۳^{f} ± ۰/۰٤	۲/۳۵^{g} ± ۰/۰۳	۲/٤۹^{h} ± ۰/۰۳	۲/۷۵^{i} ± ۰/۰۲	۳/۰۲^{j} ± ۰/۰۱	۳/۳۵^{k} ± ۰/۰۵	۳/٦۲^{l} ± ۰/۰۳	۳/۹۳^{m} ± ۰/۰۲

* میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف کوچک نشان داده شده‌اند، بر اساس آزمون دانکن در سطح $P<۰/۰۵$ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل۳- تغییرات تیوباربیتوریک اسید همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته

ظرفیت نگهداری آب

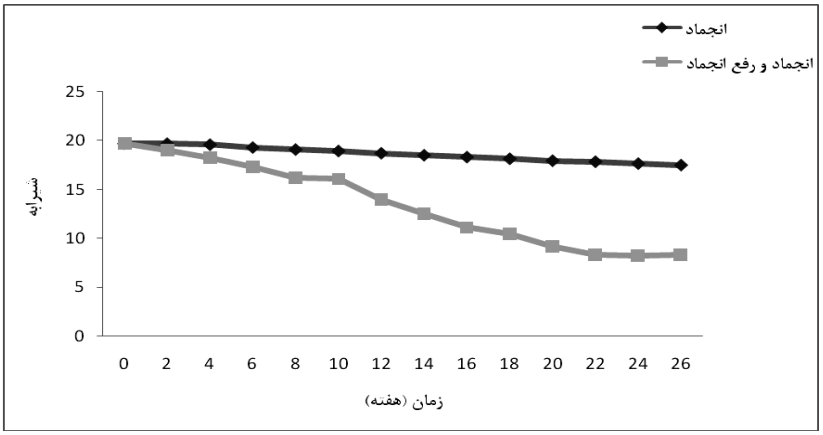
مقایسه تغییرات درصد شیرابه در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد طبق تست t جفت شده ضریب همبستگی بسیار بالای ۰/۹۹٤ حاکی از تأثیر شدید این دو شرایط و هماهنگ بودن تغییرات آنها نسبت به یکدیگر می‌باشد، و رفع انجماد ظرفیت نگهداری آب را در طول ۲٦ هفته به طور معنی‌داری ($P<$۰/۰۵) کاهش می‌دهد. مطابق جدول٤ که مقایسه میانگین درصد شیرابه را نشان می‌دهد، درصد شیرابه در طی انجماد به همراه رفع انجماد نسبت به انجماد مطلق دچار دگرگونی شدیدتری با اختلاف معنی‌دار ($P<$۰/۰۵) در همه هفته-های نگهداری شده است (۱۱/۷ در برابر ۲/۲). شکل٤ روند این تغییرات رو به صورت واضح نشان می‌دهد. یکی از دلایل عمده‌ای که موجب افزایش خروج شیرابه در دسته دوم می‌گردد، افزایش اندازه کریستال‌های یخ در اثر دیفراست‌های مکرر می‌باشد. افزایش اندازه کریستال-ها موجب تخریب و دناتوره شدن ترکیبات موثر بافت همبرگر و تسهیل خروج شیرابه و در نتیجه کاهش ظرفیت نگهداری آب در همبرگر می‌گردد (CFIA ۲۰۰۱). از دیگر علل کاهش ظرفیت نگهداری آب همبرگر می‌توان به تغییر شکل‌های دستگاهی اشاره کرد که محصول را به صورت مسطح و گرد در می‌آورند که به خروج شیرابه در طی زمان و کاهش ظرفیت نگهداری آب کمک میکند (رانتسیو و همکاران ۲۰۰۸).

جدول۴- مقایسه میانگین ظرفیت نگهداری آب همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته

فواصل زمانی اندازه‌گیری (هفته)

	۰	۲	٤	٦	۸	۱۰	۱۲	۱٤	۱٦	۱۸	۲۰	۲۲	۲٤	۲٦
انجماد	۱۹/۷۰^{a} ± ۰/۰۳	۱۹/۷۰^{a} ± ۰/۰۱	۱۹/٦۰^{b} ± ۰/۰۲	۱۹/۳۱^{c} ± ۰/۰۳	۱۹/۱۰^{d} ± ۰/۰۰	۱۸/۹٥^{e} ± ۰/۰٤	۱۸/۷۲^{f} ± ۰/۰۳	۱۸/٥۱^{g} ± ۰/۰٤	۱۸/۳۲^{h} ± ۰/۰۱	۱۸/۱٥^{i} ± ۰/۰۲	۱۷/۹٥^{j} ± ۰/۱	۱۷/۸٥^{k} ± ۰/۰۲	۱۷/٦٥^{l} ± ۰/۰۳	۱۷/٥۰^{m} ± ۰/۰۳
انجماد و رفع انجماد	۱۹/۷۰^{a} ± ۰/۰۳	۱۹/۰۰^{b} ± ۰/۰۳	۱۸/۲۱^{c} ± ۰/۰٤	۱۷/۳۲^{d} ± ۰/۰۱	۱٦/۲۱^{e} ± ۰/۰۳	۱٦/۰۷^{f} ± ۰/۰۳	۱۳/۹٤^{g} ± ۰/۰۳	۱۲/٥۱^{h} ± ۰/۰۳	۱۱/۱۱^{i} ± ۰/۰۳	۱۰/٤۷^{j} ± ۰/۰۲	۹/۲۱^{k} ± ۰/۰۷	۸/۳۲^{l} ± ۰/۰٥	۸/۲۳^{m} ± ۰/۰۱	۸/۰۳^{n} ± ۰/۰۲

* میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف کوچک نشان داده شده‌اند، بر اساس آزمون دانکن در سطح $P<$۰/۰۵ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل۴- تغییرات ظرفیت نگهداری آب همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته

از عوامل بسیار مهم در افزایش ظرفیت نگهداری آب pH می‌باشد. با بررسی نمودار تغییرات pH مشاهده می‌شود که بین این دو فاکتور ارتباط خاصی وجود دارد. به طوری که با کاهش pH، ظرفیت نگهداری آب در محصول کمتر می‌گردد. زیرا بیشتر حجم آب به صورت آزاد و به طریق الکتروستاتیک به ساختمان مولکولی پروتئین‌ها اتصال دارد. با ایجاد تغییر در pH و ساختمان پروتئین‌ها، اتصال کاهش یافته و در نتیجه موجب کاهش ظرفیت نگهداری آب می‌گردد (ناصری ۱۳۸۵).

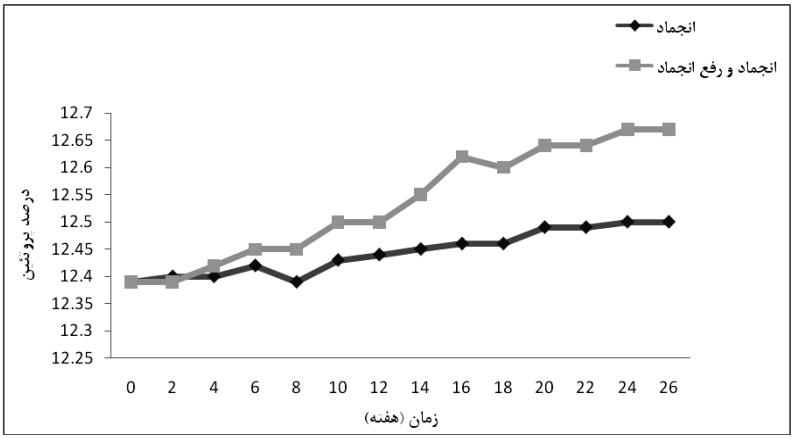
پروتئین

طبق نتایج بدست آمده از آزمون t جفت شده، تغییرات پروتئین در شرایط انجماد مطلق و انجماد همراه رفع انجماد ضریب همبستگی خوبی نشان نداد (۰/۸۷۲)، که گویای تأثیر اندک این دو شرایط و عدم هماهنگی تغییرات آنها با یکدیگر است ولی با وجود این، رفع انجماد به طور معنی‌داری ($P<۰/۰۵$) ولی نامنظم روی درصد پروتئین بوده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد پروتئین همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته

	فواصل زمانی اندازه گیری (هفته)													
	۰	۲	٤	٦	۸	۱۰	۱۲	۱٤	۱٦	۱۸	۲۰	۲۲	۲٤	۲٦
انجماد	۱۲/۳۹^{a} ± ۰/۰۱	۱۲/٤۰^{a} ± ۰/۰۱	۱۲/٤۰^{a} ± ۰/۰۲	۱۲/٤۲^{ab} ± ۰/۰٤	۱۲/۳۹^{a} ± ۰/۰۱	۱۲/٤۳^{ab} ± ۰/۰۱	۱۲/٤٤^{b} ± ۰/۰۲	۱۲/٤٥^{bc} ± ۰/۰۲	۱۲/٤٦^{b} ± ۰/۰۱	۱۲/٤٦^{bc} ± ۰/۰۲	۱۲/٤۹^{c} ± ۰/۰۳	۱۲/٤۹^{c} ± ۰/۰۱	۱۲/۵۰^{c} ± ۰/۰٤	۱۲/۵۰^{c} ± ۰/۰۲
انجماد و رفع انجماد	۱۲/۳۹^{a} ± ۰/۰۱	۱۲/۳۹^{a} ± ۰/۰۱	۱۲/٤۲^{ab} ± ۰/۰۲	۱۲/٤٥^{b} ± ۰/۰۳	۱۲/٤٥^{b} ± ۰/۰۲	۱۲/۵۰^{c} ± ۰/۰٤	۱۲/۵۰^{c} ± ۰/۰۳	۱۲/۵٥^{d} ± ۰/۰۱	۱۲/٦۲^{e} ± ۰/۰۵	۱۲/٦۰^{e} ± ۰/۰۲	۱۲/٦٤^{ef} ± ۰/۰۳	۱۲/٦٤^{ef} ± ۰/۰٤	۱۲/٦۷^{f} ± ۰/۰۲	۱۲/٦۷^{f} ± ۰/۰۳

* میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف کوچک نشان داده شده‌اند، بر اساس آزمون دانکن در سطح $P<۰/۰۵$ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل ۵- تغییرات درصد پروتئین همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته

نتایج بدست آمده از مقایسه میانگین درصد پروتئین طبق جدول ٥ نشان می‌دهد در حالت انجماد مطلق یک روند نسبتاً ثابت و یکنواختی مشاهده می‌شود (۰/۱ در طول ٢٦ هفته)، اگرچه در حالت انجماد به همراه رفع انجماد درصد پروتئین در طی ٢٦ هفته افزایش بیشتری نشان داده است (۰/۲۸ در طول ٢٦ هفته)، ولی دارای نوسانات زیادی بوده است و در تعداد زمان‌های کمتری در طول ٢٦ هفته بین میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰٥$) مشاهده گردید (شکل ٥).

شاید دلیل این امر این است که با رفع انجمادهای پی در پی اتصالات قوی پروتئین با آب و پروتئین با چربی ضعیف‌تر شده و همچنین کاهش pH تا نزدیک نقطه ایزوالکتریک پروتئین شرایط را برای دناتوراسیون و آزادشدن بیشتر آمینواسیدها تسهیل می‌کند. در نتیجه درصد پروتئین بیشتر نشان داده می‌شود. ولی از طرف دیگر چون این تغییرات کاملاً برگشت پذیر نیست، اتصالات غیر قابل پیش‌بینی در پیوند پروتئین‌ها تشکیل می‌گردد، روند تغییرات پروتئین در شرایط انجماد به همراه رفع انجماد به طور نامنظم مشاهده می‌گردد. چن و همکاران (۱۹۸۸) نیز مطابق نتایج بدست آمده، دلیل اصلی تغییر اندک پروتئین را دناتوراسیون در طی انجماد و دسترسی بیشتر اسیدهای آمینه بیان کردند.

نشاسته

بررسی تغییرات درصد نشاسته در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد مطابق با آزمون t جفت شده ضریب همبستگی بسیار بالای ۰/۹۸۱ را نشان داد که گویای تأثیر بسیار زیاد این دو شرایط و وابستگی تقریبی تغییرات آنها نسبت به یکدیگر می‌باشد، و رفع انجماد میزان نشاسته را در طول ٢٦ هفته به طور معنی‌داری ($P<۰/۰٥$) افزایش می‌دهد.

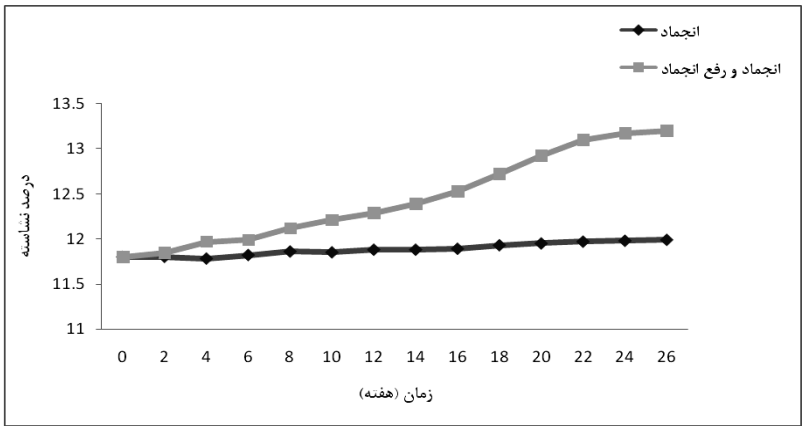
مطابق جدول ٦ از مقایسه میانگین درصد نشاسته در طی ٢٦ هفته می‌توان نتیجه گرفت که انجماد به همراه رفع انجماد درصد نشاسته همبرگر را نسبت به انجماد مطلق به میزان بیشتری افزایش داده است (۱/٤ در مقابل ۰/۲) و اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰٥$) در همه هفته‌ها مشاهده می‌شود (شکل ٦). به نظر می‌رسد عوامل زیادی شامل انجماد و رفع انجمادهای مکرر، تشکیل و بزرگتر شدن کریستال‌های یخی، افزایش فعالیت آنزیم‌ها و میکروارگانیسم‌ها به ایجاد تغییرات فوق کمک می‌کند. این عوامل با تخریب و دناتوراسیون ترکیبات مختلف، زمینه را برای آزادسازی ترکیبات کربوهیدراتی از سایر ترکیبات مهیا می‌سازد. با توجه به آزادسازی چنین ترکیباتی میزان درصد نشاسته در حالت رفع انجماد افزایش قابل توجهی پیدا می‌کند. نشاسته سهم مهمی در تغذیه انسان دارد و در محیط مرطوب جذب آب می‌کند و موجب بهبود بافت همبرگر می‌گردد. باید توجه داشت که زیاد بودن نشاسته در فرمول همبرگر موجب می‌گردد

که هنگام پخت واکنش قهوه‌ای شدن غیر آنزیمی پدید آید و به همین علت رنگ همبرگر سرخ متمایل به قهوه‌ای تیره می‌شود. از طرف دیگر مقادیر کم مواد نشاسته‌ای، زمان لازم حرارت‌دهی برای رسیدن به رنگ مطلوب سرخ شده در همبرگر را کمتر کرده و رنگ حاصله نیز به قرمز متمایل‌تر خواهد بود. از طرف دیگر میزان نشاسته در حفظ بافت همبرگر در هنگام سرخ کردن بسیار مهم می‌باشد. از این رو بررسی تغییرات نشاسته در بافت همبرگر امری کاملاً ضروری می‌باشد (مقصودی ۸۵).

جدول۶- مقایسه میانگین درصد نشاسته همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته

	فواصل زمانی اندازه‌گیری (هفته)													
	۰	۲	٤	٦	۸	۱۰	۱۲	۱٤	۱٦	۱۸	۲۰	۲۲	۲٤	۲٦
انجماد	۱۱/۸۰^{ab} ± ۰/۰۰	۱۱/۸۰^{b} ± ۰/۰۱	۱۱/۷۸^{a} ± ۰/۰۱	۱۱/۸۲^{c} ± ۰/۰۱	۱۱/۸٦^{d} ± ۰/۰۱	۱۱/۸۵^{d} ± ۰/۰۰	۱۱/۸۸^{e} ± ۰/۰۱	۱۱/۸۸^{e} ± ۰/۰۱	۱۱/۸۹^{e} ± ۰/۰۱	۱۱/۹۳^{f} ± ۰/۰۱	۱۱/۹۵^{g} ± ۰/۰۰	۱۱/۹۷^{h} ± ۰/۰۱	۱۱/۹۸^{hi} ± ۰/۰۱	۱۱/۹۹^{j} ± ۰/۰۱
انجماد و رفع انجماد	۱۱/۸۰^{a} ± ۰/۰۰	۱۱/۸۵^{a} ± ۰/۰۱	۱۱/۹۷^{b} ± ۰/۰۳	۱۱/۹۹^{b} ± ۰/۰۱	۱۲/۱۲^{c} ± ۰/۰٤	۱۲/۲۱^{d} ± ۰/۰۱	۱۱/۲۹^{e} ± ۰/۰۱	۱۲/۳۹^{f} ± ۰/۰۳	۱۲/۵۳^{g} ± ۰/۰۱	۱۲/۷۲^{h} ± ۰/۰۸	۱۲/۹۲^{i} ± ۰/۰۳	۱۳/۱۰^{j} ± ۰/۰۰	۱۳/۱۷^{l} ± ۰/۰۳	۱۳/۲۰^{l} ± ۰/۰۱

* میانگین‌هایی که در هر ردیف با حروف کوچک نشان داده شده‌اند، بر اساس آزمون دانکن در سطح $P<۰/۰۵$ با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.



شکل۶- تغییرات درصد نشاسته همبرگر ایرانی در شرایط انجماد مطلق و انجماد به همراه رفع انجماد در طی ۲۶ هفته

نتیجه‌گیری

با توجه به ضرایب همبستگی بدست آمده از آزمون t جفت شده برای هر ٦ فاکتور فوق می‌توان نتیجه گرفت که رفع انجماد روی فاکتور ظرفیت نگهداری با حداکثر ضریب همبستگی (۰/۹۹٤) بیشترین تأثیر و روی پروتئین با حداقل ضریب همبستگی (۰/۸۷۲) کمترین تأثیر را گذاشته است. سایر فاکتورها به ترتیب نشاسته، pH، چربی و تیوباربیتوریک اسید بین این دو قرار می گیرند. تأثیر بیش از حد رفع انجماد روی فاکتور ظرفیت نگهداری آب را می‌توان به وابستگی زیاد این

فاکتور با سایر فاکتورهای فوق دانست به طوری که تغییرات ایجاد شده روی pH، نشاسته، چربی و تیوباربیوتیک اسید روی ظرفیت نگهداری موثر بوده و در مجموع این فاکتور بیشتر از سایر موارد دیگر تحت تأثیر رفع انجماد قرار می‌گیرد. ضریب همبستگی بالای دو فاکتور ظرفیت نگهداری و pH نشان دهنده ارتباط تغییرات این دو فاکتور با یکدیگر است. همچنین می‌توان تأثیر کم رفع انجماد روی فاکتور پروتئین را به ساختار پایدار پروتئین و تأثیر پذیری کمتر آن از سایر فاکتورها نسبت داد به طوری که تغییرات ایجاد شده در سایر فاکتورها کمترین اثر را روی پروتئین می‌گذارند. در ضمن با توجه به نزدیک بودن ضرایب همبستگی ظرفیت نگهداری با pH و همچنین تیوباربیتوریک اسید با چربی می‌توان به ارتباط نزدیک و هماهنگ بودن تغییرات این فاکتورها با یکدیگر پی برد. پس در کل می‌توان گفت انجماد خود به تنهایی با دمای مناسب می‌تواند تا حدود زیادی از تغییرات کیفی جلوگیری کند، اما متأسفانه به علت شرایط نامناسب سردخانه‌ها، پرهزینه بودن انرژی و عدم وجود تکنولوژی‌های پیشرفته در ثبات اتصال برق در کشور، شاهد رفع انجمادهای مکرر و در نتیجه افت کیفی شدیدی در محصول خواهیم بود. چنین مواردی علاوه بر ضررهای اقتصادی، سلامتی جامعه را نیز تا حدود زیادی به خطر می‌اندازد. در صورتی که می‌توان با ایجاد این ثبات شرایط، مدرن کردن سردخانه-ها، کسب تکنولوژی و دانش انجماد و رفع انجماد، بهینه-سازی شرایط انجماد و ایجاد محصولات طبیعی مقاوم به شرایط انجماد تا حدود زیادی کیفیت محصولات را افزایش داد و مانع ضررهای اقتصادی جبران ناپذیر شد.

منابع مورد استفاده

سایت اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، جستجوی استانداردهای ملی ایران. ww.isiri.org

مقصودی ش، ۱۳۸۵. تولید همبرگر، انتشارات علوم کشاورزی تهران، صفحات ۸۱-۲۷.

ناصری ع، ناصری آ، ۱۳۸۵. تکونولوژی فرآورده‌های گوشتی، مطالعات کتاب تهران، صفحه‌های ۹۲-۹۱.

Arihara K, 2004. Functional foods. Editors. Encyclopedia of meat sciences. Oxford: Elsevier 492−499.

Berent A, Andereson, Pring S, Ferruh E and Paul S, 2004. Thawing and freezing of selected meat productsin household refrigerators. International Journal of Refrigeration 27: 63-72.

Biesalski HK, 2005. Meat as a component of a healthy diet Are there any risks or benefits if meat is avoided in the diet. International Journal of Meat Science 70: 509−524.

Boleman SJ, Boleman SL, Miller RK, Taylor JF, Cross HR and Wheeler TL, 1997. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. Journal of Animal Science 75: 1521–1524.

Canadian Food Inspection Agency, 2001. Food Safety Fact Sheet, P0031E-01.

Chan KF, Tran HL, Kanenaka RY and Kathariou S, 2001. Survival of clinical and poultry-derived strains of Campylobacter jejuni at a low temperature (4^{o}C). Journal of Applied and Environmental Microbiology 67: 4186–4191.

Chen H, Singh P and Reid S, 1988. Quality changes in hamburger meat during frozen storage. Department of Food Science of California, USA; CA 95616.

Douglas L and Archer, 2003. Freezing: an underutilized food safety technology? A review. International Journal of Food Microbiology 90: 127-138.

Eide O, Borrensen T and Strom T, 1982. Minced fish production from capelin (Malloyus villous). A new method for gutting, skinning and removal of fat from small fatty fish species. Journal of Food Science 47: 347-349.

Hammond J, 1955. Quality meat production. Journal of Yorkshire Agriculture Society 1: 19–32.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 1971. Meat and meat product-determination of moisture content. ISIRI no 745. 3rd revision, Karaj ISIRI.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Animal and vegetable fats and oils determination of 2-thiobarbituric acid value direct-method, 2008. ISIRI no 10494. 1rd revision, Karaj ISIRI.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 1973. Meat and meat product-determination of total protein content-test method. ISIRI no 924. 1rd revision, Karaj ISIRI.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2003. Meat and meat product-determination of total fat content-test method. ISIRI no 742. 2rd revision, Karaj ISIRI.

Institute of Standards and Industrial Research of Iran, 2009. Sausages-specification and test methods. ISIRI no 2303. 3rd revision, Karaj ISIRI.

Liu Y, Lyon BG, Windham WR, Lyon CE and Savage EM, 2004. Prediction of physical, color, and sensory characteristics of broiler breasts by visible/near infrared reflectance spectroscopy. Journal of Poultry Science 83: 1467–1474.

Lund BM, 2000. The Microbiological Safety and Quality of Food Freezing. Aspen Publishers, Gaithersburg, Pp: 122–145.

Prieto N, Andres S, Giraldez FJ, Mantecon AR and Lavin P, 2008. Ability of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) to estimate physical parameters of adult steers (oxen) and young cattle meat samples. Journal of Meat Science 79: 692–699.

Rantsiou K and Luca C, 2008. Fermented meat products food. Editors. Microbiology and food safety Molecular techniques in the microbial ecology of fermented foods. New York: Springer, Pp. 422-275.