Archive of SID

تاثیر میزان اسیدیته، چربی و ماده خشک بدون چربی شیر بر مقاومت لیستریا مونوسیتوژنز 4b در برابر امواج مایکروویو

دکتر رویا فیروزی[1]* دکتر سید شهرام شکرفروش[2] دکتر بهار نیری[3]

دریافت مقاله: ۱۲ اسفندماه ۱۳۸۲
پذیرش نهایی: ۴ آذرماه ۱۳۸۳

هدف: تاکنون نقش میزان ترکیبات اصلی شیر بر مقاومت لیستریا مونوسیتوژنز در برابر امواج مایکروویو مشخص نشده است. با توجه به استفاده روزافزون از اجاقهای میکروویو خانگی برای سالم‌سازی شیر، در تحقیق حاضر اثر مقادیر مختلف اسیدیته، چربی و ماده خشک بدون چربی شیر بر بقای بیوتیپ 4b این باکتری در برابر امواج مایکروویو بررسی شده است.

طرح: مطالعه تجربی.

روش: در این تحقیق حدود $1/5\times10^{7}$ واحد تشکیل دهنده کلنی در میلی لیتر باکتری به نمونه‌های شیر حاوی مقادیر مختلف ماده خشک بدون چربی (۷/۵ و ۸/۵ درصد)، چربی (۲/۵، ۳/۰ و ۳/۵ درصد) و اسیدیته (۱/۶، ۱/۷ و ۱/۸ گرم در لیتر) اضافه شده و نمونه‌ها در حجم‌های ۵۰ میلی لیتری در زمانهای صفر، ۱۰، ۲۰، ۲۳، ۲۶، ۲۹، ۳۲، ۳۵ و ۴۰ ثانیه در معرض امواج مایکروویو قرار گرفتند. بلافاصله پس از پرتودهی، از نمونه‌ها رقت‌های متوالی تهیه و تعداد باکتری‌های زنده با روش شمارش صفحه‌ای استاندارد در محیط آگار اختصاصی لیستریا شمارش گردید.

تجزیه و تحلیل آماری: تاثیر مقادیر مختلف ماده خشک بدون چربی، چربی و اسیدیته شیر بر بقای باکتری در برابر امواج مایکروویو بوسیله آزمون آماری **ANOVA Repeated Measures** و آزمون تعقیبی **Duncan** مقایسه شد.

نتایج: تعداد باکتری در مدت ۳۵ ثانیه و کمتر از حدود $1/5\times10^{7}$ واحد تشکیل دهنده کلنی در میلی لیتر به صفر کاهش یافت. تاثیر مدت زمان پرتو دهی در سیر نزولی تعداد باکتری معنی‌دار بود ($P<0/01$). روند کاهش تعداد باکتری در شیر حاوی ۸/۵ درصد ماده خشک بدون چربی به‌طور معنی داری سریعتر از شیرهای حاوی ۷/۵ درصد ماده خشک بدون چربی بود ($P<0/01$). روند کاهش تعداد باکتری در شیرهای حاوی ۳/۵ درصد چربی به‌طور معنی‌داری سریعتر از شیرهای حاوی ۳/۰ و ۲/۵ درصد چربی بود ($P<0/01$). افزایش اسیدیته شیر سرعت کم شدن تعداد باکتری را کاهش داد ($P<0/01$).

نتیجه‌گیری: برعکس حرارت دهی مستقیم مواد غذایی که در آن با افزایش چربی و ماده خشک غذا مقاومت حرارتی لیستریا مونوسیتوژنز افزایش می‌یابد، نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق نشان داد که در حرارت دهی با مایکروویو، افزایش چربی و ماده خشک بدون چربی شیر، مقاومت حرارتی باکتری را کاهش می‌دهد. **pH** بعضی غذاها و محیط کشت در دامنه ۵/۵ تا ۷/۰ تاثیری در اثر تخریبی مایکروویو بر لیستریا مونوسیتوژنز ندارد، اما اثر تخریبی امواج مایکروویو در شیر از این اصل پیروی نمی‌کند، به طوری که با افزایش اسیدیته، اثر تخریبی امواج مایکروویو کاهش می‌یابد که احتمالاً به دلیل افزایش محتوای یونی شیر و کاهش عمق نفوذ امواج می‌باشد. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، ۱۳۸۴، دوره ۶۰، شماره ۲، ۱۵۳-۱۴۹.

واژه‌های کلیدی: مایکروویو، لیستریا مونوسیتوژنز، اسیدیته شیر، چربی شیر.

۱) گروه پاتوبیولوژی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، شیراز - ایران.
۲) گروه بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، شیراز - ایران.
۳) دانش آموخته دانشکده دامپزشکی دانشگاه شیراز، شیراز - ایران.
*) نویسنده مسؤول: firouzi@shirazu.ac.ir

Effects of acidity, fat and solid non fat content of milk on destruction of *Listeria monocytogenes* biotype 4b by microwave radiation

Firouzi, R.[1], Shekarforoush, S.S.[2], Nayeri, B.[3]

[1]Department of Pathobiology, School of Veterinary Medicine, University, of Shiraz ,Shiraz, Iran. [2]Department of Food Hygiene, School of Veterinary Medicine, University of Shiraz , Shiraz, Iran. [3]Graduated from the School of Veterinary Medicine, University, of Shiraz,Shiraz-Iran.

Objective: The efficacy of microwave radiation in destruction of *Listeria monocytogenes* Shiraz bio-Iran.type 4b in milk with various concentrations of solid non fat (SNF), fat and acidity were studied.

Design: Experimental study.

Procedure: Bacterial suspensions (about 1.5×10^{7} CFU ml^{-1}) in milk containing various concentrations of SNF (7.5 and 8.5 percent), fat (2.5, 3.0 and 3.5 percent) and acidity (1.6, 1.7 and 1.8 g L^{-1} lactic acid) were prepared in volumes of 50 ml. Then the samples were exposed to microwave radiation in triplicate for 0, 10, 20, 23, 26, 29, 32, 35 and 40 seconds and the viable cell count was performed with standard plate count method.

Statistical analysis: Repeated Measures ANOVA and Duncan's tests were employed to determine the differences in the rates of bacterial destruction in the milk samples after irradiating.

Results: Under different durations of radiation, a useful effect of bacterial killing by microwave irradiation was observed. Reduction in viable cell count was significantly faster when the SNF and/or fat concentration of milk increased. The speed of decline in cell populations was significantly slower when the acidity increased.

Conclusion: Contrary to the conventional heating process, the present study showed that the destructive effect of microwave heating increased by increasing the SNF and fat concentration of milk. Although, pH of some foods and culture media within the range of 5.5-7.0 had no significant effect on destruction properties of microwave, milk acidity affected it significantly. It seems that increased acidity causes increased ionic content of milk, which in turn results in lower penetration of microwave into milk. ***J.Fac.Vet.Med. Univ. Tehran. 60,2: 149 -153,2005***

Keywords: Microwave, *Listeria monocytogenes*, Acidity, Milk fat.

Corresponding author's email: firouzi@shirazu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

به علت گسترش وسیع لیستریا مونوسیتوژنز در طبیعت و قدرت بقاء و تزاید آن در دمای یخچال، این باکتری به عنوان یکی از عوامل مهم بیماریهای غذازاد (borne Food) در سطح جهان شناخته شده است(۱). این باکتری از طریق دامهای مبتلا به ورم پستان لیستریایی و یا از طریق آلوده شدن شیر با مدفوع وارد شیر شده، در مدت نگهداری در آن تکثیر می یابد(۲۴). در حال حاضر شیر و فرآورده های شیری نسبت به غذاهای دیگر ارتباط بیشتری با بیماری لیستریوز در انسان دارند(۲۴). میزان آلودگی شیر خام به این باکتری در کشورهای اروپایی از ۴ تا ۴۵ درصد و در کشور آمریکا از ۴/۷ تا ۱۲ درصد گزارش شده است و تاکنون شیر به عنوان عامل چندین اپیدمی لیستریایی در دنیا شناخته شده است(۲۴). گرچه مهمترین مساله در آلودگی پنیرهای نرم استفاده از شیر غیر پاستوریزه برای تهیه آنهاست ولی این باکتری از پنیرهای تهیه شده از شیر پاستوریزه نیز جدا شده است(۲۱). تاکنون سروتیپهای متعددی از باکتری لیستریا مونوسیتوژنز شناسایی شده است و بیشترین درصد موردهای تک گیر لیستریوز در دنیا نیز ناشی از بیوتیپ 4b بوده است. این بیوتیپ بیش از بقیه بیوتیپها از مواد غذایی از جمله سبزیجات و لبنیات جدا شده است(۱۴).

تاکنون مطالعات زیادی درباره غیرفعال شدن لیستریا در اثر حرارت و عوامل موثر در تحمل گرمایی این باکتری انجام شده است و نتایج این بررسی ها بر مقاومت غیر معمول این باکتری در برابر حرارت دلالت دارد(۱۹). در حال حاضر مهمترین روش کنترل لیستریا در مواد غذایی کاربرد حرارت می باشد(۲۴).

اساس حرارت دهی با مایکروویو از سال ۱۹۴۵ شناخته شده است. انرژی مایکروویو به دلیل ایجاد حرارت، توانایی نفوذ بالا، خطرکم، سهولت، سرعت کار و صرفه جویی در زمان کاربردهای زیادی در صنایع مختلف به ویژه در صنایع غذایی دارد(۸). اجزای تشکیل دهنده و شکل فیزیکی ماده غذایی نقش مهمی در مقاومت حرارتی باکتری ها از جمله لیستریا مونوسیتوژنز دارد.

تاکنون تاثیر امواج مایکروویو در کاهش لیستریا مونوسیتوژنز در محیط کشت(۹)، تاثیر مقادیر مختلف کلرید سدیم و pH محیط کشت(۲) و مقادیر مختلف مونوودی ساکاریدهای محیط کشت(۲۰) بر مقاومت این باکتری در برابر امواج مایکروویو بررسی شده است. همچنین اثر حرارتی مایکروویو بر باکتری های بیماریزای شیر از جمله لیستریا بررسی شده است. Thompson و Thompson در سال ۱۹۹۰ نشان دادند که مایکروویو خانگی می تواند باکتری های هوازی از قبیل سالمونلا، لیستریا و کوکسیلا بورنتی را از بین ببرد و اثرات ارگانولپتیک روی شیر نداشته باشد(۲۳). طبق نظریه Villamiel در سال ۱۹۹۴ مایکروویو می تواند در پاستوریزاسیون شیر و سایر فرآورده های آن مثل ماست به کار رود(۲۵). وی در سال ۱۹۹۶ با تحقیقات خود نشان داد که پاستوریزه شدن غذا توسط مایکروویو بهتر از روش تبادل حرارتی است زیرا ضمن نگهداشت کیفیت شیر، نیمه عمر نگهداری آن نیز افزایش می یابد(۲۶).

تاکنون نقش میزان ترکیبات اصلی شیر بر مقاومت لیستریا مونوسیتوژنز 4b در برابر امواج مایکروویو مشخص نشده است. با توجه به استفاده روزافزون از اجاقهای میکروویوهای خانگی برای سالم سازی شیر، در تحقیق حاضر اثر مقادیر مختلف اسیدیته، چربی و ماده خشک بدون چربی شیر (Milk solid non fat) بر بقای بیوتیپ 4b این باکتری در برابر امواج مایکروویو بررسی شده است.

مواد و روش کار

۱- اندازه گیری و تنظیم ترکیبات شیر: در این تحقیق از شیر پاستوریزه شده به روش HTST استفاده شد. برای تنظیم ترکیبات مورد نظر شیر شامل چربی با مقادیر ۲/۵، ۳/۰ و ۳/۵ درصد، ماده خشک بدون چربی با مقادیر ۷/۵ و ۸/۵ درصد و اسیدیته با مقادیر ۱/۶، ۱/۷ و ۱/۸ گرم اسید لاکتیک در لیتر مطابق روشهای زیر عمل شد:

الف- چربی شیر: چربی شیر به روش ژربر و با استفاده از بوتیرومتر مخصوص شیر اندازه گیری می شد(۳). در مواقعی که لازم بود مقدار چربی شیر افزایش یابد، از خامه پاستوریزه شده ۳۰ درصد چربی استفاده می شد. ابتدا مقدار چربی خامه به روش ژربر اندازه گیری و سپس با استفاده از روش مربع پیرسون مقدار خامه مورد نیاز جهت تنظیم چربی شیر تعیین و به آن افزوده می شد.

ب- ماده خشک بدون چربی: پس از اندازه گیری مقدار چربی به روش ژربر ووزن مخصوص شیر با استفاده از ترمولاکتودانسیومتر (Thermolactodensiometer)، مقدار ماده خشک بدون چربی شیر با استفاده از فرمول فلایشمن محاسبه می گردید(۳) و در صورت لزوم با افزودن آب مقطر و یا شیر خشک بدون چربی تهیه شده به روش افشان (تولید کارخانه کاله) ماده خشک بدون چربی شیر تنظیم می شد.

ج- اسیدیته: اسیدیته شیر با روش تیتراسیون با سود اندازه گیری و بر حسب گرم اسید لاکتیک در لیتر محاسبه می شد(۳). برای تنظیم اسیدیته، ابتدا مقدار اسیدلاکتیک مورد نیاز محاسبه و سپس در حالی که نمونه با همزن مغناطیسی بهم زده می شد حجم معینی از اسیدلاکتیک ۰/۲ نرمال به صورت قطره قطره به آن افزوده می گردید.

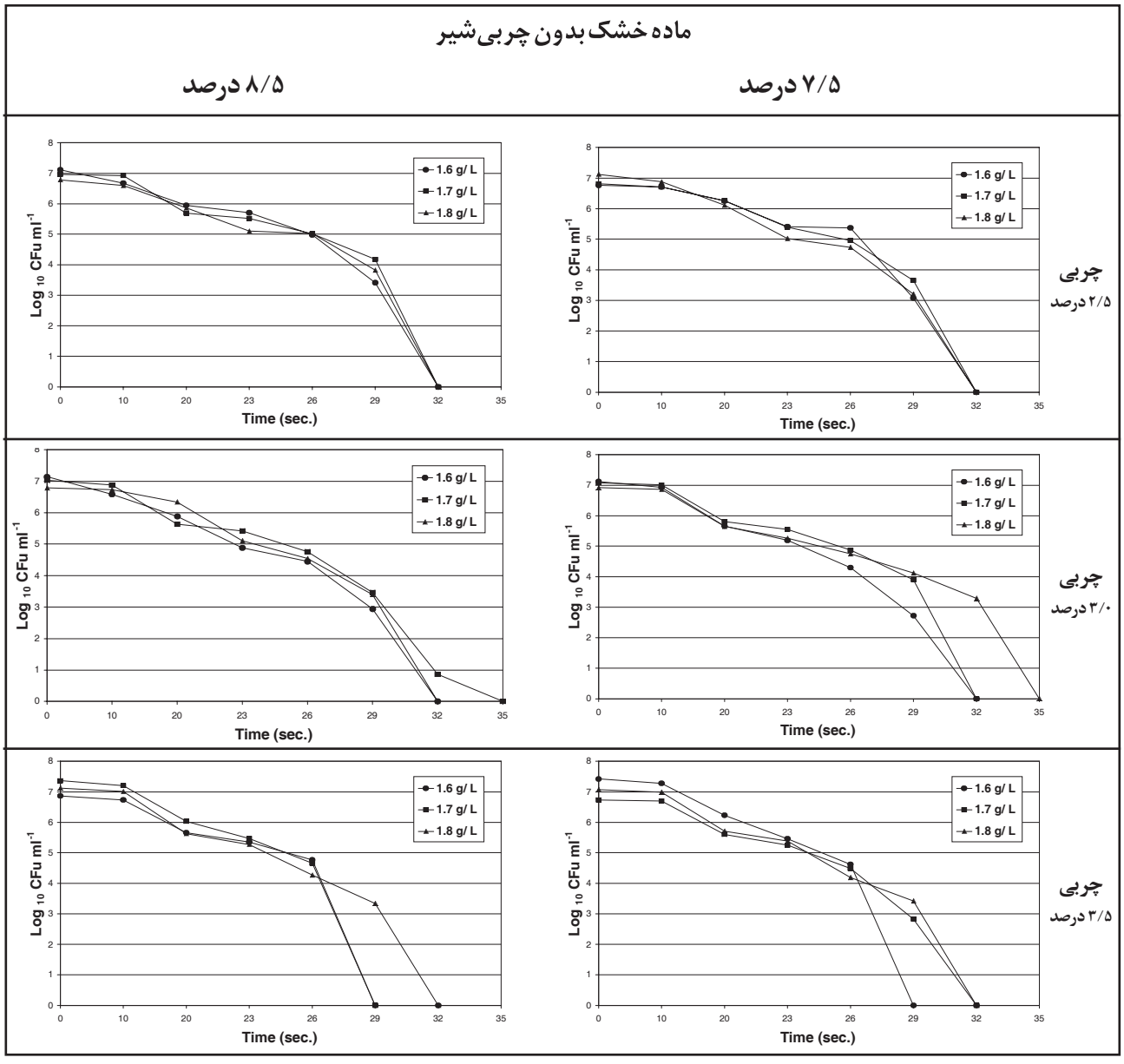
در نهایت جهت اطمینان از صحت محاسبات و آزمایشها، مجددا" میزان چربی، ماده خشک بدون چربی و اسیدیته اندازه گیری می شد.

۲- تهیه سوسپانسیون باکتری در محیط شیر: بیوتیپ 4b باکتری به صورت لیوفیلیزه از موسسه رازی، حصارک کرج تهیه شد. در شروع هر آزمایش از کشت تازه باکتری در محیط آبگوشت برین هارت کشت می شد و تا زمانی که کدورت محیط معادل کدورت محلول ۰/۵ درصد مک فارلن شود در گرمخانه ۳۷ درجه سانتی گراد قرار می گرفت(۱۸). سپس از سوسپانسیون مذکور به میزان یک درصد به شیرهای مورد آزمایش که قبلا ترکیبات آنها تنظیم شده بود افزوده و همگن می شد. این مخلوط همگن در حجم های ۵۰ میلی لیتری در فلاسک های ۱۰۰ میلی لیتری مشابه و استریل تقسیم می گردید و تا زمان آزمایش که حداکثر ۳۰ دقیقه بود در یخچال ۴ درجه سانتیگراد نگهداری می شد.

۳- پرتو دهی با امواج مایکروویو: برای پرتودهی از اجاق مایکروویو خانگی بوتان مدل MB245 با قدرت ۱۰۰۰ وات و فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز استفاده شد. زمانهای پرتودهی برای تیمارها عبارت بود از صفر، ۱۰، ۲۰، ۲۳، ۲۶، ۲۹، ۳۲، ۳۵ و ۴۰ ثانیه. هر فلاسک به تنهایی در وسط صفحه گردان اجاق قرار می گرفت و مطابق یکی از زمانهای فوق الذکر پرتودهی می شد. بلافاصله پس از پرتودهی فلاسک از

www.SID.ir

Archive of SID



نمودار۱- مقایسه اثر مقدار اسیدیته، چربی و ماده خشک بدون چربی شیر بر بقای لیستریا مونوسیتوژنز *4b* در برابر امواج مایکروویو

اجاق خارج شده، به هم زده می‌شد و در مخلوط آب و یخ سرد می‌گردید. هر آزمایش سه بار تکرار می‌شد.

۴- شمارش باکتری‌های زنده: پس از پرتودهی و سرد شدن نمونه‌ها، از آنها رقتهای متوالی تهیه و با روش شمارش صفحه‌ای استاندارد (Standard plate count) به صورت دوبل در محیط آگار اختصاصی لیستریا (Listeria selective agar, Merck) کشت داده می‌شد. پس از ۴۸ ساعت انکوباسیون در دمای ۳۷ درجه سانتیگراد، تعداد کلنی در پلیتهایی که حاوی ۳۰۰ - ۳۰ کلنی بودند شمارش و تعداد باکتری بر اساس واحد تشکیل دهنده کلونی در میلی لیتر محاسبه می‌گردید(۱۶).

۵- تجزیه و تحلیل آماری: جهت مقایسه تاثیر درصدهای مختلف چربی، ماده خشک بدون چربی و اسیدیته شیر بر بقاء باکتری در برابر امواج مایکروویو، با استفاده از نرم افزار SPSS، ابتدا لگاریتم ۱۰ داده‌های خام (واحد تشکیل دهنده کلنی در میلی لیتر) محاسبه و سپس با آزمون آماری ANOVA Repeated Measures و آزمون تعقیبی Duncan مقایسه شدند.

نتایج

در این تحقیق اثر مقادیر مختلف اسیدیته، چربی و ماده خشک بدون چربی بر بقاء لیستریا مونوسیتوژنز بیوتیپ 4b در برابر امواج مایکروویو در زمانهای صفر تا ۴۰ ثانیه و در سه تکرار بررسی شد. نتایج نشان داد که تعداد باکتری در مدت ۳۵ ثانیه و کمتر از حدود $۱/۵\times۱۰^{۷}$ واحد تشکیل دهنده کلنی در میلی لیتر به صفر کاهش یافت. تاثیر مدت زمان پرتودهی در سیر نزولی تعداد باکتری معنی دار بود($P<۰/۰۱$)(نمودار۱).

www.SID.ir

Archive of SID

روند کاهش تعداد باکتری در شیرهای حاوی ۸/۵ درصد ماده خشک بدون چربی به‌طور معنی‌داری سریعتر از شیرهای حاوی ۷/۵ درصد ماده خشک بدون چربی بود (P<۰/۰۱)(نمودار۱).

روند کاهش تعداد باکتری در شیرهای حاوی ۳/۵ درصد چربی به‌طور معنی‌داری سریعتر از شیرهای حاوی ۳/۰ و ۲/۵ درصد چربی بود(P<۰/۰۱). سیر نزولی تعداد باکتری در شیرهای حاوی ۲/۵ و ۳/۰ درصد چربی تفاوت معنی‌داری نداشت(P>۰/۰۵)(نمودار۱).

کاهش اسیدیته شیر سرعت کاهش تعداد باکتری را افزایش داد(P<۰/۰۱). این روند در شیرهای با اسیدیته ۱/۶ به‌طور معنی‌داری سریعتر از شیرهای با اسیدیته ۱/۷ و ۱/۸ (P<۰/۰۱) و در شیرهای با اسیدیته ۱/۷ نیز سریعتر از شیرهای با اسیدیته ۱/۸ بود(P>۰/۰۳)(نمودار۱).

بحث

در تحقیق حاضر نمودار غیر فعال شدن و مرگ لیستریا مونوسیتوژنز توسط حرارت نسبت به زمان غیر خطی بود، به‌طوری که ابتدا با افزایش دما تا ۱۰ ثانیه باکتری تا حدودی مقاومت نشان داد ولی در زمان خاصی کاهش تعداد باکتری شروع شد. نتایج این بررسی با مشاهدات Bradshaw و همکاران در سالهای ۱۹۸۵ و ۱۹۸۷ مطابقت دارد(۶،۷).

مایکروویو از دو جزء، میدان مغناطیسی و میدان الکتریکی عمود بر هم تشکیل شده است. میدان الکتریکی با افزایش جابجایی مولکولهای قطبی نقش اولیه را در گرمادهی ایفا می‌کند. این گرما در پی اصطکاک مولکولها با هم ایجاد می‌شود. چون انرژی دریافتی هر مولکول صرف به حرکت درآوردن مولکولهای مجاورش می‌شود، بازتاب آن موج الکترومغناطیسی ایجاد نمی‌کند و تمامی انرژی جذب شده به گرما تبدیل می‌شود. توانایی امواج مایکروویو برای گرم کردن تا حد زیادی به پارامترهای ماده‌ای که گرمادهی می‌شود بستگی دارد(۱۰). عواملی که در حرارت دهی مواد غذایی با مایکروویو مؤثر هستند عبارتند از: رطوبت، محتوای یونی (Ionic content)، ظرفیت حرارت ویژه (Specific heat capacity)، چگالی، شکل و حجم غذا (۱۱،۱۲،۱۳،۱۴).

نتایج به‌دست آمده از این تحقیق بیانگر آن است که با افزایش ماده خشک بدون چربی شیر، کاهش تعداد باکتری سریع‌تر صورت می‌گیرد. هر چند که در حرارت‌دهی مستقیم مواد غذایی مقاومت حرارتی باکتری با کاهش رطوبت افزایش می‌یابد(۱۴)، اما در حرارت‌دهی با مایکروویو رطوبت محیط تاثیر متفاوتی دارد. میزان آب آزاد غذا یکی از شاخصهای اصلی تعیین کننده چگونگی گرم شدن آن در اجاق مایکروویو است. میزان رطوبت بالا از یک سو منجر به جذب بیشتر اشعه و تولید گرمای بیشتر، و از سوی دیگر موجب افزایش پدیده گرم شدن سطحی (Surface heating phenomenon) می‌شود. لذا عمق نفوذ اشعه کاهش یافته، عمق محیط کمتر گرم می‌شود. همچنین به‌دلیل اینکه آب ظرفیت حرارت ویژه بالایی دارد برای گرم شدن انرژی بیشتری لازم دارد (۱۵، ۵). هر چه میزان رطوبت غذا کمتر باشد ظرفیت حرارتی ویژه کمتری داشته، عمق نفوذ اشعه در آن نیز بیشتر می‌گردد و به سرعت گرم می‌شود (۱۷). پس رطوبت محیط اثر دو جانبه‌ای دارد.

در تحقیقی که روی باکتری لیستریا مونوسیتوژنز در محیط کشت آبگوشت مغذی صورت پذیرفت، مشخص گردید که افزایش ترکیبات جاذب الرطوبه و کاهش آب آزاد محیط موجب کاهش مقاومت حرارتی باکتری در برابر امواج مایکروویو می‌شود(۲۰).

نتایج این بررسی نشان داد که میزان چربی شیر تاثیر معنی داری بر کاهش تعداد لیستریا مونوسیتوژنز دارد، به‌طوری که با افزایش آن اثر تخریبی مایکروویو روی لیستریا مونوسیتوژنز افزایش می‌یابد.

در حرارت مستقیم، با افزایش چربی محیط مقاومت حرارتی باکتری‌ها بیشتر می‌شود(۱۴)، اما مقاومت حرارتی باکتری‌ها در برابر امواج مایکروویو از این اصل پیروی نمی‌کند، زیرا ظرفیت حرارت ویژه چربی‌ها به دلیل کم بودن اتلاف دی‌الکتریک (Dielectric loss) آنها کم بوده، و با پرتواندک مایکروویو سریعاً گرم می‌شود(۱۰).

در تحقیق حاضر اسیدیته شیر تاثیر معنی‌داری بر مقاومت حرارتی لیستریا مونوسیتوژنز در برابر امواج مایکروویو داشت. به طوری که با افزایش اسیدیته سرعت نزول باکتری کاهش یافت.

در حرارت‌دهی مستقیم، مقاومت حرارتی میکروارگانیزمها در مناسب‌ترین pH رشد بیشتر بوده، با تغییرات pH، مقاومت حرارتی کاهش می‌یابد(۱۴). اما در تحقیقی که روی باکتری لیستریا مونوسیتوژنز در محیط کشت آبگوشت مغذی صورت پذیرفته است pH محیط در دامنه ۵/۵ تا ۶/۵ تأثیر معنی‌داری در تخریب باکتری توسط امواج مایکروویو نداشته است(۲). Heddleson و همکاران در سال ۱۹۹۶ نیز در آزمایشی که به منظور بررسی اثر pH غذا در تخریب حرارتی باکتری‌های پاتوژن انجام داد به این نتیجه رسید که این عامل در تخریب باکتری توسط امواج مایکروویو اثری ندارد(۱۱).

هر چند که در منابع در مورد مکانیزم اثر pH محیط در مقاومت حرارتی لیستریا در برابر امواج مایکروویو مطلبی ارائه نشده است و با اطلاعات موجود نیز نمی‌توان به روشنی تاثیر غیر منتظره اسیدیته شیر بر مقاومت حرارتی لیستریا مونوسیتوژنز در برابر امواج مایکروویو در شیر را توجیه نمود، اما با توجه به اینکه کاهش pH شیر موجب حل شدن هیدروکسی فسفات کلسیم کلوئیدی موجود در شیر و ایجاد کلسیم یونیزه می‌شود(۴) و اینکه افزایش محتوای یونی محیط موجب کاهش عمق نفوذ امواج می‌گردد(۲۲)، احتمالاً کاهش pH شیر از طریق افزایش محتوای یونی شیر نقش خود را ایفا می‌نماید.

نتیجه‌گیری

برعکس حرارت‌دهی مستقیم مواد غذایی که در آن با افزایش چربی و ماده خشک غذا مقاومت حرارتی لیستریا مونوسیتوژنز افزایش می‌یابد، در حرارت‌دهی با مایکروویو، افزایش چربی و ماده خشک بدون چربی شیر، مقاومت حرارتی باکتری را کاهش می‌دهد. همچنین با افزایش اسیدیته، اثر تخریبی امواج مایکروویو کاهش می‌یابد که احتمالاً به دلیل افزایش محتوای یونی شیر و کاهش عمق نفوذ امواج می‌باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

References

۱. رضویلر، و. (۱۳۷۸): میکروبهای بیماری زا در مواد غذایی و اپیدمیولوژی مسمومیت‌های غذایی، انتشارات دانشگاه تهران، شماره۲۴۳۱، صفحه: ۱۴۵ - ۱۴۰.

۲. شکرفروش، س ش، فیروزی، ر. وعباس زاده، م. (۱۳۸۲): بررسی تاثیر کلرید سدیم، pH محیط ونوع اسید بر تخریب لیستریا مونوسیتوژنز بوسیله امواج مایکروویو. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، ۵۶ (۴): صفحه: ۴۰۰-۳۹۵.

۳. فرخنده، ع. (۱۳۷۰): روشهای آزمایش شیر و فرآورده‌های آن، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه تهران، شماره۱۱۸۸/۱، صفحه: ۲۸-۱۰، ۸۵-۸۳، ۱۶۴-۱۵۹.

۴. کریم، گ. (۱۳۸۰): شیر و فرآورده‌های آن، چاپ دوم، انتشارات موسسه فرهنگی هنری واقعه-سپهر، صفحه: ۴۵-۲۵.

5. Baird-Parker, A.C., Moothroy, J.E. (1970): The effect of water activity on the heat resistance of heat sensitive and heat resistant strain of *Salmonellae*. J. Appl. Bacteriol., 33: 515-522.
6. Bradshaw, J.G., Peeler, J.T., Corwin, J.J., Hunt, J.M., Tierney, J.T., Larkin, E.P. and Twedt, R.M. (1985): Thermal resistance of *Listeria monocytogenes* in milk. J. Food Prot., 48: 743-745.
7. Bradshaw, J.G., Peeler, J.T., Corwin, J.J., Hunt, J.M. and Twedt, R.M. (1987): Thermal resistance of *Listeria monocytogenes* in dairy products. J. Food Prot., 50 (7): 543-544.
8. Edgar, R. (1986): The economic of microwave processing in the food industry. Food Technology, 40 (6): 106.
9. Firouzi, R., Shekarforoush, S.S. and Hajikhani, F. (2003): The effect of microwave radiation on survival of some bacterial species.J. Appl. Animal Research, 24(2): 207-211.
10. Heddleson, R.A. , Doores, S. (1994). Factors affecting microwave heating of foods and microwave induced destruction of food borne pathogens- A review. J. Food Prot. 57: 1025-1037.
11. Heddleson, R.A., Doores, S., Anantheswaran, R.C. and Kuhn, G.D. (1996): Viability loss of Salmonella species, Staphylococcus aureus, and Listeria monocytogenes in complex foods heated by microwave energy. J. Food Prot., 59(8): 813-818.
12. Heddleson, R.A., Doores, S., Anantheswaran, R.C., Kuhn, G.D. and Mast, M.G. (1991): Survival of Salmonella species heated by microwave energy in a Liquid menstruum containing food components. J. Food Prot., 54(8): 637-642.
13. Heddleson, R.A., Doores, S., Anantheswaran, R.C., Kuhn, G.D. and Mast, M.G. (1993): Destruction of Salmonella species heated in aqueous salt solutions by microwave energy. J. Food Prot., 56(9): 673-768.
14. Jey, J.M. (2000): Modern food microbiology. 6th ed. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland, USA, PP: 341-344.
15. Johnson, B. , Hackett, A.F. (1997): Eating habits of 11-14 year old school-children living in less affluent areas of Liverpool, UK. J. Hum. Nutr. Diet., 10: 135-144.
16. Marvin, L. (1976): Compendium of methods for the microbiological examination of food. American Public Health Association, PP: 107-130.
17. Mudgett, R.E. (1982): Electrical properties of food in microwave processing. Food Technol., 36: 109-115.
18. Quinn, P.J., Carter, M.E., Markey, B. and Carter, G.R. (1994): Clinical veterinary microbiology. Wolf Publishing, PP: 98.
19. Regser, E.T., Marth, E.H. (1991): Listeria and Listeriosis and food safety. Lett. Apple. Mic., 6: 12-16.
20. Shekarforoush, S.S., Firouzi, R. and Fallah, H.R. (2005): Effect of sugar on destruction of *Listeria monocytogenes* by microwave radiation. Advances in Food Sciences, 27 (41):1-5.
21. Sun Woo, I.M., Koo Phees, I.N. and Dong Park, H. (2000): Differential damage in bacterial cells by microwave radiation on the basis of cell wall structure. Applied and environmental microbiology, 66(5): 2243-2247.
22. Swami, S., Mudgett, R.E. (1981): Effect of moisture and salt content on the dielectric behavior of liquid and semi-solid foods. Proc. Int. Microwave Power Inst. Symp., 16: 48-50.
23. Thompson, J.S., Thompson, A. (1990): In home pasteurization of raw goat's milk by treatment. International J. Food Microbiology, 10 (1): 59-64.
24. Varnam, A.H., Evans, M.G. (1991): Food borne pathogens. 3rd ed. London: Wolfe Publishing, PP: 327-353.
25. Villamiel, M. (1994): Microwave treatment of dairy products. Alimantacion Equipos- Y-echnologia, 13 (6): 61-66.
26. Villamiel, M. (1996): Microwave pasteurization of milk in a continuous flow unit: Shelf life of cow's milk. Milch wissenschaft, 51 (12): 474-677.

www.SID.ir