

## تأثیر اشعه مایکروویو، اسید آلی و نمک بر سودوموناس آئروژینوزا تلقیح شده در قطعات گوشت در طی دوره یخچال گذاری

نیلوفر شهبازی<sup>۱\*</sup>، عبدالله جمشیدی<sup>۲</sup>، محمد عزیز زاده<sup>۳</sup>

۱- کارشناسی ارشد بهداشت مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد  
 ۲- ستاد، گروه بهداشت مواد غذایی و آبزیان، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد  
 ۳- دانشیار، گروه علوم درمانگاهی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه فردوسی مشهد  
 (تاریخ دریافت: ۹۷/۰۸/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۱/۳۱)

### چکیده

انواع مختلف سودوموناس در آب، خاک و در محیط پراکنده‌اند. سودوموناس آئروژینوزا مهم‌ترین بیماری‌زا فرصت طلب در این گروه می‌باشد. در این پژوهش اثر اشعه مایکروویو، اسید خوراکی و نمک بر سودوموناس آئروژینوزا که به قطعات گوشت گوساله تلقیح شده مورد بررسی قرار گرفت. تعداد ۱۰۸ نمونه در ۹ گروه قرار داده شد. پس از تلقیح به وسیله سوسپانسیون باکتری، دو گروه توسط اسیدلاکتیک (۲/۵ و ۵ درصد) و اشعه مایکروویو (زمان‌های ۹،۷،۵،۳ ثانیه)، دو گروه توسط نمک با غلظت (۴ و ۶ درصد) و اشعه مایکروویو (زمان‌های ۹،۷،۵،۳ ثانیه) و چهار گروه توسط اسید لاکتیک (۲/۵ و ۵ درصد) همراه با نمک (۴ و ۶ درصد) و اشعه مایکروویو (زمان‌های ۹،۷،۵،۳ ثانیه) و گروه کنترل با آب مقطر تیمار شد. پس از تابش دمای سطح قطعه گوشت اندازه‌گیری گردید. نمونه‌ها در دمای یخچال قرار داده شد و در روزهای ۱۵،۱۲،۹،۶،۳،۰ شمارش باکتری در محیط انجام شد. نتایج نشان داد که اثر غلظت‌های مختلف نمک و زمان‌های مایکروویو گذاری و نیز غلظت‌های اسید لاکتیک ۲،۵٪ و ۵٪ به صورت معنی داری سبب کاهش لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره یخچال گذاری نسبت به نمونه‌های بدون اسید شدند ( $p < 0.001$ ). همچنین اثر متقابل فاکتورهای مورد بررسی نیز به صورت معناداری سبب کاهش لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره یخچال گذاری گردید ( $p < 0.001$ ).

**کلید واژگان:** اسید آلی، سودوموناس آئروژینوزا، گوشت گوساله، مایکروویو، نمک

## ۱- مقدمه

بیماری با منشا غذا یکی از مشکلات گسترده روبه رشد در جوامع توسعه یافته و در حال توسعه می‌باشد و از لحاظ شیوع و مرگ و میر واجد اهمیت است. بیش از ۲۰۰ نوع بیماری از طریق مصرف مواد غذایی آلوده با میکروارگانیسم‌ها و موادشیمیایی به انسان منتقل می‌شود. آلودگی مواد غذایی در هر مرحله از تولید در مزارع، در طول نگهداری و آماده‌سازی مواد غذایی و در رستوران‌ها و منازل رخ می‌دهد. بیماری‌های با منشا غذایی به دو دسته عفونت‌ها و مسمومیت غذایی تقسیم می‌گردد [۱]. گوشت به دلیل در دسترس بودن مواد مغذی یک ماده غذایی با قابلیت فسادپذیری بالا است که فاکتورهای مختلف نظیر دمای نگهداری، میزان اکسیژن موجود در اتمسفر، آنزیم‌های داخلی، نور، رطوبت و بخصوص میکروارگانیسم‌ها در فساد آن نقش دارند. میکروارگانیسم‌های سرمادوست<sup>۱</sup> هوازی، لیپوتلیک و پروتئولیتیک می‌توانند به‌خوبی در دمای یخچال رشد و تکثیر نمایند که یکی از این باکتری‌ها سودوموناس‌ها می‌باشند که قابلیت تجزیه مواد غذایی با پروتئین و چربی بالا را دارد و در دمای پایین قادر به رشد است و پیگمان محلول در آب به نام پیووردین<sup>۲</sup> تولید می‌کند [۲]. به منظور از بین بردن یا کاهش تعداد باکتری‌های بیماری‌زا در محصولات گوشتی و پس از کشتار، بسیاری از تیمارهای فیزیکی و ترکیبات ضد میکروبی پیشنهاد شده است. مهم‌ترین آنها عبارتند از حرارت، شستشو با عوامل اکسیدان (هیپوکلراید، پراکسید و غیره)، استفاده از باکتریوسین‌ها، اسیدهای آلی از جمله اسید لاکتیک، اسید سیتریک، اسید مالیک و استیک اسید و نمک (۳). مهمترین روش‌هایی که در صنایع گوشت استفاده می‌شود، استفاده از دما و اسیدیته (pH) می‌باشند. در مطالعه آنانگ و همکاران (۲۰۱۰) مشاهده شد که استفاده از لاریسیدین با اسید لاکتیک ۱٪ در کاهش میکروارگانیسم سطح مرغ موثرتر از اسید لاکتیک به تنهایی است [۴].

معمولاً به منظور کاهش pH در مواد غذایی از اسیدهای خوراکی مانند اسید لاکتیک، اسید استیک و اسید سیتریک استفاده می‌شود زیرا این اسیدهای خوراکی جزء نگه دارنده های سالم (GRAS) طبقه بندی می‌شوند و استفاده از آنها در

نگه داری مواد غذایی عاری از اثرات سوء می‌باشد. همچنین استفاده از آنها یک روش ساده، ارزان و سریع به حساب می‌آید. فرآورده‌هایی مانند ترشی‌ها، کلم شور و شیرهای تخمیری از طریق فعالیت‌های تخمیری باکتری‌های اسید لاکتیک مختلفی شکل می‌گیرند که اسید استیک، اسید لاکتیک و سایر اسیدها را تولید می‌کنند [۵]. مزایای مختلفی در استفاده از اسیدهای آلی در مهار یا کاهش تعداد باکتری‌های بیماری‌زا مانند لیستریا مونوسیتوژنز و سالمونلا در محصولات گوشت و مرغ بیان شده است. اثرات کشنده‌ی اسیدهای ضعیف به غلظت، pH ماده غذایی و ثابت تفکیک اسید بستگی دارد [۵]. اسیدهای ضعیف محافظت‌کننده‌های غذایی رایجی می‌باشند که در غلظت‌های کم مؤثر بوده و می‌توانند با کاهش مناسب pH، رشد باکتری‌های بیماری‌زا را کاهش دهند [۶]. تاکنون مطالعه‌ی زیادی در زمینه اثر اسیدهای آلی بر روی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا از غذای صورت گرفته است. روش مؤثر دیگر برای کاهش تعداد میکروارگانیسم‌ها و افزایش مدت زمان نگهداری<sup>۴</sup> در مواد غذایی استفاده از حرارت می‌باشد که شامل روش‌های مختلفی از جمله پاستوریزاسیون، استریلیزاسیون، استفاده از بخار آب داغ و مایکروویو و غیره است. جمشیدی و همکاران در سال ۱۳۸۸، اثر تابش کوتاه مدت اشعه مایکروویو را بر سالمونلا تایفی موریوم تلقیح شده بر پاجینی مرغ بررسی کردند و دریافتند که اگر دمای سطحی لاشه به ۷۲ درجه سانتی‌گراد برسد، باکتری مذکور از پاجین حذف می‌گردد [۶]. یکی دیگر از روش‌های نگهداری مواد غذایی کاهش دادن میزان آب در دسترس میکروارگانیسم‌ها یا  $a_w$  است که جهت کاهش میزان آب قابل دسترسی از روش‌های مختلفی که یکی از این روش‌ها استفاده از نمک طعام می‌باشد که در غلظت کم به عنوان طعم دهنده و کاهش دهنده  $a_w$  در مواد غذایی به کار می‌رود. نمک با غلظت حدود ۲۰ درصد، باکتری‌های موجود در مواد غذایی را نابود کرده اما بر طعم ماده غذایی اثر نامطلوب دارد بنابراین برای محدود کردن رشد میکروارگانیسم در مواد غذایی از مجموعه‌ای از عوامل محدودکننده رشد استفاده می‌گردد [۱]. سودوموناس آئروژینوزا یک باکتری گرم منفی است که معمولاً در محیط یافت می‌شود. این باکتری در خاک، آب و دیگر محیط‌های مرطوب و روده‌های میانی یافت می‌گردد [۷ و ۸]. سودوموناس آئروژینوزا در pH

1. psychrotroph  
2. Pyoverdine  
3. Generally Recognized as Safe

4. shelf life

گردید و بعد از خشک شدن سطح گوشت با اسید خوراکی موردنظر هر گروه (اسید لاکتیک) با غلظت مورد نظر هر گروه (۲.۵ یا ۵ درصد) و غلظت نمک (۶ و ۴ درصد) اسپری گردید. قطعات گوشت در زمان‌های مختلف در دستگاه میکروویو با مدل سامسونگ ۹۰۰ وات با قدرت ۲۴۵۰ مگا سیکل قرار داده شد و بعد از اتمام زمان مورد نظر، قطعات گوشت را به کمک پنس استریل خارج کرده و ترموتر را زیر سطح آن قرار داده و بلافاصله دمای سطحی گوشت اندازه‌گیری و ثبت گردید. سپس هر قطعه گوشت را در داخل یک زیپ لاک استریل قرار داده و در دمای یخچال نگهداری گردید. در روزهای تعیین شده (۱۵، ۱۲، ۹، ۶، ۳، ۰) هریک از بسته‌ها مورد آزمایش قرار گرفت. به هریک از بسته‌های مورد آزمایش ۱۰ میلی‌لیتر آب پیتونه ۰.۱ درصد استریل اضافه کرد و پس از شستشوی نمونه با دستگاه Bag Mixer رقت‌های سریالی تهیه گردید و در محیط کشت سودوموناس آگار کشت داده شد. گرمخانه‌گذاری در ۳۷ درجه به مدت ۴۸ ساعت انجام گردید و سپس کلنی‌های سودوموناس شمارش گردید. آزمایشات فوق در روزهای صفر، سه، شش، نه، دوازده و پانزده و در سه تکرار انجام شد.

نمونه‌ها در ۹ گروه تقسیم‌بندی شد و کلیه آزمایش‌های مربوط به کنترل و تیمار در سه تکرار انجام گردید.

۱	زمان میکروویوگذاری با غلظت ۲.۵ درصد اسید لاکتیک
۲	زمان میکروویوگذاری با غلظت ۵ درصد اسید لاکتیک
۳	زمان میکروویوگذاری با استفاده از غلظت ۴ درصد نمک
۴	زمان میکروویوگذاری با استفاده از غلظت ۶ درصد نمک
۵	غلظت ۲.۵ درصد اسید لاکتیک و غلظت ۴ درصد نمک
۶	غلظت ۲.۵ درصد اسید لاکتیک و غلظت ۶ درصد نمک
۷	غلظت ۵ درصد اسید لاکتیک و غلظت ۴ درصد نمک
۸	غلظت ۵ درصد اسید لاکتیک و غلظت ۶ درصد نمک
۹	آب مقطر به عنوان گروه کنترل

## ۲-۲- تجزیه و تحلیل داده‌ها

نتایج آزمایش‌ها در قالب طرح کاملاً تصادفی و به کمک نرم افزار SPSS ۲۱ شد. همچنین به منظور بررسی اثر غلظت‌های مختلف اسید، نمک و زمان میکروویو گذاری بر لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره ۱۵ روزه یخچال گذاری توسط

حدود ۷.۶-۷.۲ و دمای ۴۲-۴ درجه سانتی‌گراد به خوبی رشد می‌کند، دمای بینه رشد ۳۷-۳۵ درجه سانتی‌گراد است. رشد در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، وجه تمایز آن با گونه‌های سرماگرا<sup>۵</sup> سودوموناس پوتیدا<sup>۶</sup> و سودوموناس فلورسنس است و رشد در دمای ۴۲ درجه سانتی‌گراد به جداسازی سودوموناس آئروژینوزا از سایر گونه‌های سودوموناس کمک می‌کند [۹].

سودوموناس آئروژینوزا در درجه اول یک بیماری‌زای فرصت-طلب بیمارستانی است و مهمترین عامل عفونتهای بیمارستانی می‌باشد که منجر به سپتیسمی و مرگ در افراد با سیستم ایمنی ضعیف می‌شود و از طریق تماس با منبع آلوده به باکتری به انسان منتقل می‌گردد [۱۰]. در این پژوهش به بررسی خواص ضد میکروبی اشعه میکروویو، اسید خوراکی و نمک بر سودوموناس آئروژینوزا تلقیح شده به قطعات گوشت گوساله پرداخته شده است.

## ۲- مواد و روش‌ها

### ۲-۱- آماده سازی نمونه‌ها

جهت بررسی قابلیت زنده‌مانی باکتری سودوموناس آئروژینوزا تحت تاثیر غلظت‌های مختلف با اسید خوراکی و زمان‌های مختلف اشعه میکروویو و غلظت‌های مختلف نمک در گوشت گوساله، نمونه گوشت گوساله عرضه شده در شهر مشهد استفاده شد. نمونه‌ها در اسرع وقت و در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل شد. از یک نوع اسید خوراکی شامل اسید لاکتیک با غلظت‌های ۲.۵ و ۵ درصد و همچنین از ۴ مرحله‌ی زمانی اثر اشعه میکروویو (۷، ۹، ۵، ۳ ثانیه) و نمک با غلظت‌های (۶ و ۴٪) استفاده گردید. باکتری سودوموناس آئروژینوزا (ATTC 9027) از شرکت رازی تهیه شد. ابتدا سوبه‌های استاندارد در ظروف پتری دیش حاوی آگار مغذی کشت داده شد. ظروف مذکور به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرمخانه‌گذاری گردید. سپس از پرگنه‌های تازه رشد کرده برداشته و سوسپانسیون معادل نیم مک فارلند ( $10^8 \times 1/5$ ) CFU/ml تهیه گردید. سپس سوسپانسیون باکتریایی جهت تلقیح به تعداد  $10^6$  باکتری در هر میلی‌لیتر تهیه شد. قطعات گوشت مورد نظر در سوسپانسیون باکتری غوطه‌ور

5. Psychrophil

6. Pseudomonas putida

آزمون Mixed Repeated Measure ANOVA ارزیابی شد.

معناداری بر کاهش لگاریتم باکتری تلقیح شده در طی دوره یخچال‌گذاری داشته است ( $p < 0.001$ ).

### ۳- نتایج و بحث

۳-۱- ارزیابی تعداد باکتری سودوموناس آئروژینوزا تحت تاثیر اشعه مایکروویو، اسید آلی، نمک و اثرات متقابل آن‌ها در طی دوره یخچال‌گذاری

میانگین انحراف معیار، حداقل و حداکثر لگاریتم تعداد باکتری برای ۳۶ حالت مختلف بررسی شد. نتایج بدست آمده نشان داد که هر یک از عوامل مورد بررسی شامل غلظت‌های مختلف نمک، غلظت‌های مختلف اسید لاکتیک و نیز زمان‌های مختلف قرار گرفتن تحت تاثیر اشعه مایکروویو که منجر به افزایش دمای گوشت می‌گردد، اثر

۳-۲- ارزیابی اثر اسید های آلی بر سودوموناس آئروژینوزا تلقیح شده در قطعات گوشت گوساله

مقایسه دو به دو گروهها توسط آزمون Post hoc Test نشان داد که:

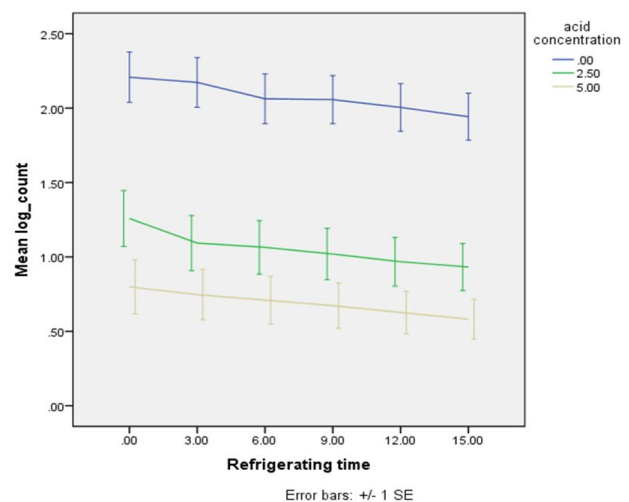
با کنترل اثر غلظت نمک و زمان مایکروویو گذاری، اسید لاکتیک ۲.۵٪ و ۵٪ به صورت معنی داری سبب کاهش لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره یخچال گذاری نسبت به نمونه های بدون اسید شدند ( $p < 0.001$ ). همچنین غلظت ۵٪ اسید به صورت معنی داری سبب کاهش لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره یخچال گذاری نسبت به نمونه های درمان شده با غلظت ۲.۵٪ اسید شد ( $p < 0.001$ ).

**Table 1** Average, standard deviation, minimum and maximum logarithm of bacterial count in groups treated with lactic acid ( $p < 0.001$ )

acid concentration	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.00	2.074	.034	2.007	2.142
2.50	1.056	.034	.988	1.124
5.00	.689	.034	.621	.758

۳-۳- ارزیابی اثر نمک بر سودوموناس آئروژینوزا تلقیح شده در قطعات گوشت گوساله

با کنترل اثر غلظت اسید و زمان مایکروویو گذاری، نمک ۴ و ۶٪ به صورت معنی داری سبب کاهش لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره یخچال گذاری نسبت به نمونه های بدون نمک شدند ( $p < 0.001$ ) نمونه هایی با غلظت ۶٪ نمک و ۴٪ نمک تفاوت معنی داری در لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره یخچال گذاری نشان ندادند ( $p = 0.89$ ).

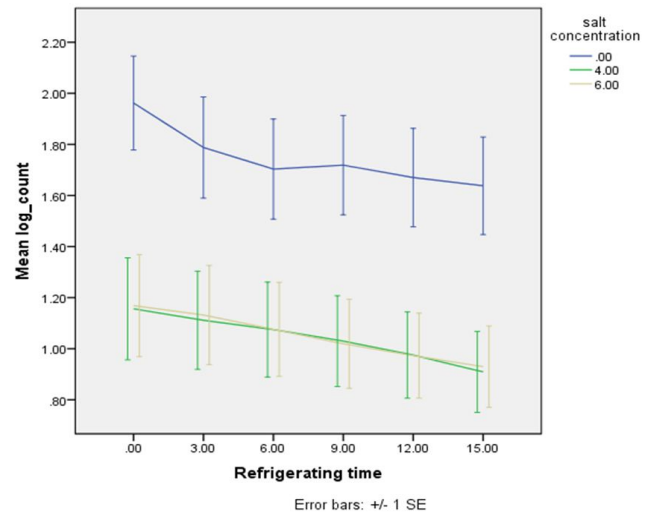


**Fig 1** Effect of organic Salt concentration on *Pseudomonas aeruginosa* count inoculated on veal meat samples

**Table 2** Average, standard deviation, minimum and maximum logarithm of bacterial count in groups treated with salt(p=0.89)

salt concentration	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
.00	1.698	.034	1.630	1.766
4.00	1.072	.034	1.004	1.139
6.00	1.050	.034	.982	1.117

با کنترل اثر غلظت اسید و نمک، زمان مایکروویو گذاری ۵، ۷ و ۹ ثانیه به صورت معنی داری سبب کاهش لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره یخچال گذاری نسبت به نمونه هایی با زمان مایکروویو گذاری ۳ ثانیه شدند ( $p < 0.001$ ) همچنین زمان مایکروویو گذاری ۷ و ۹ ثانیه به صورت معنی داری سبب کاهش لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره یخچال گذاری نسبت به نمونه هایی با زمان مایکروویو گذاری ۵ ثانیه شدند ( $p < 0.001$ ) و در نهایت زمان مایکروویو گذاری ۹ ثانیه به صورت معنی داری سبب کاهش لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره یخچال گذاری نسبت به نمونه هایی با زمان مایکروویو گذاری ۷ ثانیه شد ( $p < 0.001$ )



**Fig 2** Effects of Acid concentration on *Pseudomonas aeruginosa* count inoculated on veal meat samples

۳-۳ ارزیابی اثرمایکروویو بر سودوموناس آئروژینوزا تلقیح شده در قطعات گوشت گوساله

**Table 3** Average, standard deviation, minimum and maximum logarithm of bacterial count in groups treated with microwave radiation ( $p < 0.001$ )

Microwave time	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
3.00	2.190	.039	2.111	2.268
5.00	1.711	.039	1.632	1.789
7.00	.895	.039	.816	.973
9.00	.298	.040	.218	.377

زمان ۵ ثانیه = ۴۵ درجه سانتیگراد  
 زمان ۷ ثانیه = ۵۵ درجه سانتیگراد  
 زمان ۹ ثانیه = ۶۵ درجه سانتیگراد

### ۳-۴- ارزیابی مدل پیشگو

برای پیش‌بینی میزان لگاریتم تعداد باکتری سودوموناس آئروژینوزا در روز صفر براساس غلظت اسید، غلظت‌های نمک و دماهای میکروویوگذاری از روش General liner model استفاده شد. براساس ضرایب B می‌توان میزان لگاریتم تعداد باکتری را در روز صفر به‌خوبی پیش‌بینی کرد.

$$R=0.88$$

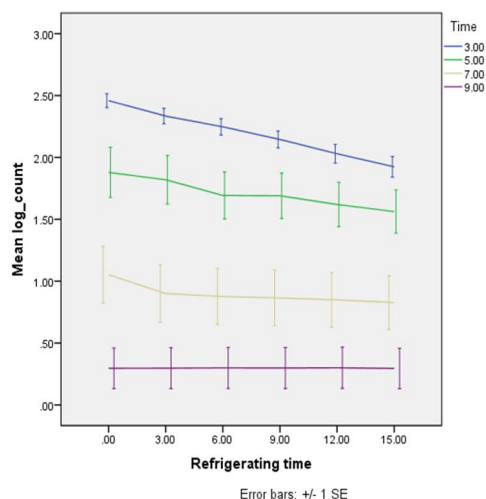


Fig 3 Effects of the microwave radiation on *pseudomonas aeruginosa* count inoculated on veal meat samples

Table 4 linear regression model showing the effects of acid concentration, salt concentration and temperature on logarithm of bacterial growth

Unstandardized Coefficient		Sig	95% Confidence Interval for B	
B	Std. Error		Lower Bound	Upper bound
3.776	.165	.000	3.450	4.102
-1.137	.142	.000	-1.420	-.855
-1.461	.142	.000	-1.743	-1.178
-.647	.142	.000	-.930	-.364
-.834	.142	.000	-1.117	-.551
-.784	.165	.000	-1.110	-.458
-1.487	.165	.000	-1.813	-1.160
-2.121	.165	.000	-2.447	-1.794

قرار گرفت و مشاهده شد که با افزایش غلظت اسید از ۲/۵ به ۵ درصد و افزایش غلظت نمک از ۴ به ۶ درصد، باکتری مورد نظر در دمای °C ۴۵ درجه سانتی گراد (۵ ثانیه)، ۵۵ درجه سانتی گراد (۷ ثانیه) و ۶۵ درجه سانتی گراد (۹ ثانیه) رشد نداشتند در واقع ترکیب اشعه میکروویو، اسید و نمک تاثیر بیشتری روی باکتری مورد نظر داشتند نسبت به اثر هر کدام از ترکیبات به تنهایی داشتند.

### ۵- منابع

- [1] Adams MR, Moss MO. The microbiology of food preservation. In Food microbiology 2000 May 4 (pp. 65-120).
- [2] Finck Barbançon V, Goranson J, Zhu L, Sawa T, Wiener Kronish JP, Fleiszig SM, Wu C, Mende Mueller L, Frank DW. ExoU

### ۴- نتیجه گیری

با در نظر گرفتن نتیجه تمامی آزمایش‌های صورت گرفته مطالعه حاضر نشان داد که با افزایش غلظت اسیدهای آلی و مدت زمان قرارگیری در میکروویو لگاریتم تعداد باکتری در قطعات گوشت به میزان بیشتری کاهش می‌یابد. رشد باکتری سودوموناس در دمای ۶۵ درجه سانتی گراد و زمان ۹ ثانیه مشاهده نشد. اسید لاکتیک ۵ درصد به طور معناداری سبب کاهش لگاریتم تعداد باکتری در طول دوره یخچال‌گذاری گردید. همچنین مطالعه حاضر نشان داد که افزایش غلظت نمک از ۴ درصد به ۶ درصد و افزایش زمان میکروویو گذاری، تأثیر قابل توجهی در مهار میکرو ارگانیسم در طول دوره یخچال‌گذاری ندارد.

در مطالعه ی حاضر اثرات متقابل اسید لاکتیک (۲/۵ و ۵ درصد) نمک (۴ و ۶ درصد) و اشعه میکروویو مورد مطالعه

- exotoxin A confers protection against *Pseudomonas aeruginosa* infection in a mouse burn model. *BMC microbiology*. 2009 Feb 1;9(1):23.
- [14] Arnaut-Rollier I, De Zutter L, Van Hoof J. Identities of the *Pseudomonas* spp. in flora from chilled chicken. *International journal of food microbiology*. 1999 May 1;48(2):87-96.
- [15] Chun H, Kim J, Chung K, Won M, Song KB. Inactivation kinetics of *Listeria monocytogenes*, serovar Typhimurium, and *Campylobacter jejuni* in ready-to-eat sliced ham using UV-C irradiation. *Meat Science*. 2009 Dec 31;83(4):599-603.
- [16] Foster JW, Hall HK. Adaptive acidification tolerance response of *Salmonella typhimurium*. *Journal of Bacteriology*. 1990;172:771-778. Ndraha N, Hsiao HI, Vlajic J, Yang MF, Lin HT. Time-temperature abuse in the food cold chain: Review of issues, challenges, and recommendations. *Food Control*. 2018 Jul 1; 89:12-21.
- [17] Carpenter, C. E., J. V. Smith, and J. R. Broadbent. "Efficacy of washing meat surfaces with 2% levulinic, acetic, or lactic acid for pathogen decontamination and residual growth inhibition." *Meat science* 88, no. 2 (2011): 256-260.
- [18] Jay JM, Loessner MJ, Golden DA. *Modern food microbiology*. Springer Science & Business Media; 2008 Feb 5.
- [19] Cossart P, Mengaud J. *Listeria monocytogenes*. A model system for the molecular study of intracellular parasitism. *Journal of Molecular Biology Medicine*. 1989; 6: 463-474.
- [20] Fang Y, Hu J, Xiong S, Zhao S. Effect of low-dose microwave radiation on *Aspergillus parasiticus*. *Food Control*. 2011 Jul 1;22(7):1078-84.
- [21] Frazir W, Westhoff D. *Food Microbiology*. Mashhad Ferdowsi University of Mashhad :2000. (in Persian). Translated by Ali Mortazavi
- [22] Sagong HG, Lee SY, Chang PS, Heu S, Ryu S, Choi YJ, Kang DH. Combined effect of ultrasound and organic acids to reduce *Escherichia coli* O157: H7, *Salmonella* Typhimurium, and *Listeria monocytogenes* on organic fresh lettuce. *International journal of food microbiology*. 2011 Jan 31;145(1):287-92
- expression by *Pseudomonas aeruginosa* correlates with acute cytotoxicity and epithelial injury. *Molecular microbiology*. 1997 Aug 1;25(3):547-57.
- [3] Leistner L, Gorris LG. Food preservation by hurdle technology. *Trends in Food Science & Technology*. 1995 Feb 28;6(2):41-6.
- [4] Anang DM, Rusul G, Ling FH, Bhat R. Inhibitory effects of lactic acid and lauricidin on spoilage organisms of chicken breast during storage at chilled temperature. *International journal of food microbiology*. 2010 Nov 15;144(1):152-9.
- [5] Bolder NM. Decontamination of meat and poultry carcasses. *Trends in food science & technology*. 1997 Jul 31;8(7):221-7.
- [6] Ayres JC. The relationship of organisms of the genus *Pseudomonas* to the spoilage of meat, poultry and eggs. *Journal of Applied Microbiology*. 1960 Dec 1;23(3):471-86
- [7] Foster JW, Hall HK. Adaptive acidification tolerance response of *Salmonella typhimurium*. *Journal of bacteriology*. 1990 Feb 1;172(2):771-8.
- [8] Mani-Lopez E, García HS, López-Malo A. Organic acids as antimicrobials to control *Salmonella* in meat and poultry products. *Food Research International*. 2012 Mar 31;45(2):713-21.
- [9] Satti L, Abbasi S, Qumar TA, Khan MS, Hashmi ZA. In Vitro Efficacy of Cefepime against Multi-Drug Resistant *Pseudomonas aeruginosa*—an alarming situation in our setup. *The Open Drug Resistance Journal*. 2011 Jul 8;1(1).
- [10] Driscoll JA, Brody SL, Kollef MH. The epidemiology, pathogenesis and treatment of *Pseudomonas aeruginosa* infections. *Drugs*. 2007 Feb 1;67(3):351-68.
- [11] Stehling EG, Silveira WD, Leite DD. Study of biological characteristics of *Pseudomonas aeruginosa* strains isolated from patients with cystic fibrosis and from patients with extra-pulmonary infections. *Brazilian Journal of Infectious Diseases*. 2008 Feb;12(1):86-8.
- [12] Wendelboe A, Baumbach J. Outbreak of *Pseudomonas aeruginosa* Infections caused by a Contaminated Cystoscope. *New Mexico Epidemiology*. 2007; 6:1-4.
- [14] Manafi A, Kohanteb J, Mehrabani D, Japoni A, Amini M, Naghmachi M, Zaghi AH, Khalili N. Active immunization using





## The effect of short-time microwave exposure, organic Acid and Salt on *Pseudomonas aeruginosa* inoculated in veal parts during refrigerated shelf life

Shahbazi, N.<sup>1</sup>, Jamshidi, A. <sup>2\*</sup>, Azizzadeh, M.<sup>3</sup>

1. Department of Food Hygiene and Aquatics, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
2. Department of Food Hygiene and Aquatics, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran
3. Department of Clinical Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

(Received: 2018/11/01 Accepted:2019/04/20)

Different species of *Pseudomonas* bacteria are found in abundance in nature. Although they are weak pathogens but they have great importance in the food hygiene and health because they are psychrophilic bacteria and can grow and proliferate at refrigerated temperatures and can produce proteolytic and lipolysis enzymes. In this study, the simultaneous effect of different doses of microwave radiation and different concentrations of lactic acid and salt on *Pseudomonas aeruginosa* bacteria inoculated into veal parts were studied. In this study, 108 specimens were evaluated in 9 treatments per day, 0,3,6,9, 12 15. And after refrigerating, microbial tests performed including *Pseudomonas aeruginosa* count. The control group was treated with distilled water. The bacterial count was done in *Pseudomonas* Agar medium. The effect of various concentrations of acid, salt, and microwave time on the logarithm of the bacterial count was evaluated over a 15-day refrigerator by Mixed repeated measure Anova. The results showed that different concentrations of acid, salt and microwave time and their interactions had a significant effect on the mean logarithm number of bacteria during refrigerating period

**Keywords:** Organic Acid, *Pseudomonas aeruginosa*, Veal Microwave and Salt

---

\* Corresponding Author E-Mail Address: niloufarshahbazi@gmail.com