مجله میکروب شناسی پزشکی ایران
سال ۳ شماره‌های۲ و۳ تابستان و پائیز ۱۳۸۸، صفحات۳۳- ۲۷

ارزیابی آزمایشگاهی تاثیرات مهاری مونولورین بر *استافیلوکوکوس اورئوس* در گوشت گاو

حسین تاجیک [۱*]، سید مهدی رضوی روحانی[۱] ، فرنود شکوهی ثابت جلالی[۲]، آرزو بیانی[۳]

۱) گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذائی ، دانشکده دامپزشکی ، دانشگاه ارومیه
۲) گروه علوم بالینی ، دانشکده دامپزشکی ، دانشگاه ارومیه
۳) دامپزشک
نویسنده رابط : حسین تاجیک. گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذائی ، دانشکده دامپزشکی ، دانشگاه ارومیه، صندوق پستی ۱۱۷۷-۵۷۱۵۵
تلفن : ۰۴۴۱-۲۷۷۰۵۰۸ tajik_h@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله : ۸۸/۹/۲۵ تاریخ پذیرش مقاله : ۸۸/۱۲/۱۵

چکیده:

زمینه و اهداف: مونولورین یکی از معروف‌ترین گلیسرول مونواسترهای اسید لوریک است که بر روی طیف گسترده‌ای از باکتری‌ها تاثیرات قابل ملاحظه مهاری دارد. جهت تقویت و گسترش اثرات مهاری آن از مواد شلاته کننده نظیر EDTA و مواد اسید کننده استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه ارزیابی خاصیت مهاری مونولورین بر *استافیلوکوکوس اورئوس* و اثرات کاهش دهندگی مواد آلی موجود در گوشت بر خواص ضدباکتریایی آن بود.

روش بررسی: حداقل غلظت مهاری مونولورین به تنهایی و همراه با EDTA و اسید لاکتیک بر *استافیلوکوکوس اورئوس* در محیط نورینت براث بررسی گردید. در مرحله بعد خواص ضد میکروبی مونولورین به تنهایی و همراه با اسید لاکتیک در گوشت استریل و همچنین خواص ضد میکروبی آن همراه با EDTA در گوشت غیر استریل ارزیابی شد. یافته های بدست آمده با استفاده از آزمون آنالیز واریانس یک طرف (ANOVA) ارزیابی شدند.

یافته ها: یافته ها نشان داد حداقل غلظت کننده مونولورین بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس* برابر ۳۲ میکروگرم در میلی لیتر بوده است. این میزان در اثر EDTA و اسید لاکتیک به‌طور معنی‌دار و به ترتیب به ۱۶ و ۸ میکروگرم در میلی‌لیتر کاهش یافته است ($p<0.05$). یافته‌های حاصل از شمارش میکروبی در نمونه‌های گوشت استریل و غیر استریل موید تاثیر معنی‌دار افزودن EDTA و اسید لاکتیک در افزایش قدرت ضد میکروبی مونولورین بود($p<0.05$).

نتیجه گیری : مونولورین می‌تواند به عنوان یک ماده نگهدارنده و ممانعت کننده از فساد به گوشت گاو افزوده گردد. همچنین مواد آلی موجود در فرآورده‌های گوشتی می‌توانند خواص ضد میکروبی مونولورین را بر علیه *استافیلوکوکوس اورئوس* کاهش دهند. در مقابل افزودن مواد شلاته کننده و اسید کننده به محیط‌های گوشتی می‌تواند به‌طور معنی دار سبب افزایش قدرت ضد میکروبی مونولورین بر علیه *استافیلوکوکوس اورئوس* در مواد غذائی گردد.

کلید واژه ها: مونولورین ، EDTA ، اسید لاکتیک ، استافیلوکوکوس ائروس ، گوشت

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه:

گلیسرول مونولورات (Glycerol monolaurate)، در حقیقت ترکیب سورفکتانت طبیعی هستند که به‌طور طبیعی در شیر انسان و روغن نارگیل با غلظت‌های فراوان یافت می‌شود. FDA (Food and Drug Administration) استفاده از آن را برای مصارف خوراکی و آرایشی مجاز دانسته است(۱). مونولورین، در بین تمامی مشتقات اسیدهای چرب، یکی از قوی‌ترین خواص ضد میکروبی را دارا می‌باشد. مونولورین مانند هر منواستر اسید چرب ، یک ترکیب لیپوفیلیک باشد و تاثیرات مهاری آن نیز ناشی از تداخل آن با غشاء سیتوپلاسمی میکروارگانیسم‌ها است(۲). اگرچه مکانیسم فعالیت ضد میکروبی اسیدهای چرب و مشتقات آن هنوز بطور کامل شناخته نشده است ولی اعتقاد بر آنست که این خواص عمدتا بر اثر از هم گسیختگی دیواره سلولی و نفوذ پذیر نمودن غشاء آن از سویی و از سوی دیگر مهار برخی اسیدهای آمینه است(۳). فعالیت مونولورین در همراه عواملی مانند افزایش درجه حرارت انجماد، مواد اسیدی کننده، مواد شلاته کننده مانند EDTA، افزایش می‌یابد. نظر بر این است که عوامل مذکور میزان دسترسی مونولورین به غشاء سیتوپلاسمی را افزایش می‌دهند (۴). مونولورین سبب مهار تولید اگزوتوکسین (Exotoxin) باکتری‌های گرم مثبت نظیر *استافیلوکوکوس اورئوس* (*Staphylococcus aureus*)، *استرپتوکوک بتاهمولیتیک* (*Streptococci β-hemolytic*) و *باسیلوس آنتراسیس* (*Bacillus anthracis*) می‌شود(۳و۷-۵). مونولورین همچنین سبب مهار القاء مقاومت نسبت به ونکومایسین در *انتروکوکوس فکالیس* (*Enterococcus. faecalis*) می‌گردد. نشان داده شده است که مونولورین سبب تغییرات غشائی و فعال سازی سلول‌های دفاعی T می‌گردد. تمامی این فعالیت‌ها را مرتبط با درگیری مونولورین با سیستم‌های هدایت سیگنال وابسته به غشاء می‌دانند(۸، ۹). تحقیقات نشان داده‌اند که دودسیل گلیسرول (Dodecylglycerol) (متناظر اتری مونولورین) قادر است با فعال نمودن نوعی آنزیم پروتئولیتیک مسئول فعال نمودن اتولیزین (Autolysin) ، سبب خودتخریبی دیواره سلولی در *انتروکوکوس فاسیوم* (*Enterococcus faecium*)، و سبب مهار بیوسنتز اسید گلیسرولیپید و لیپوتیکوئیک در استرپتوکوکوس موتانتس شود(۴).

استافیلوکوکوس اورئوس یکی از مهم‌ترین عوامل بروز مسمومیت‌های غذائی با منشاء فرآورده‌های پروتئین حیوانی است. اخیرا گزارشات متعددی از بروز آلودگی‌های فرآورده‌های دامی به این باکتری در مراحل مختلف تولید، فرآوری و آماده سازی و مصرف وجود داشته است(۱۰، ۱۱). خوشبختانه، مونولورین به‌واسطه داشتن خواص مهاری بر ضد باکتری‌های گرم مثبت تاثیرات ممانعتی قابل انتظاری بر رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* دارد. با این حال، ادعا شده که فعالیت ضد باکتریایی مونولورین و سایر مشتقات اسیدهای چرب می‌تواند تحت تاثیر مواد آلی (نظیر نشاسته ، پروتئین‌هایی نظیر آلبومین سرم ، لیپیدهایی نظیر فسفولیپیدها و کلسترول) موجود در فرآورده‌های غذائی پروتئینی قرار گیرند(۴).

هدف از انجام این مطالعه تعیین اثرات مهاری مونولورین بر *استافیلوکوکوس اورئوس* در محیط کشت ، گوشت استریل و غیر استریل گاو بود. تا از این طریق میزان تاثیر گذاری عوامل محیطی و به‌ویژه مواد آلی موجود در غذاهای پروتئینی بر قدرت ضد میکروبی مونولورین تعیین گردد.

مواد و روش‌ها:

مونولورین مورد استفاده در این پژوهش توسط پروفسور J.J. Kabara از شرکت مد- چم (Med-Chem Labs, Inc, Illinois) اهداء گردید. برای تهیه محلول مونولورین از الکل اتیلیک به عنوان حلال استفاده شد.

باکتری ارزیابی شده در این مطالعه، *استافیلوکوکوس اورئوس* (ATCC 25923)، از کلکسیون میکروارگانیسم موسسه تحقیقاتی رازی ابتیاع گردید.

الف: بررسی اثر مونولورین بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس*:

برای اندازه‌گیری حداقل غلظت مهارکننده (MIC) مونولورین از روش استاندارد رقیق سازی لوله‌ای (Standard tube dilution) استفاده شد. به این صورت که رقت‌های دو برابر (Twofold) از مونولورین در محیط کشت مایع تهیه گردید (۱۲). در سری لوله‌های حاوی محیط نوترینت براث (Nutrient broth) (Oxoid, UK) (۵ لوله و در هر یک ۲ میلی‌لیتر محیط کشت)، مونولورین به میزان ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ میکروگرم در میلی لیتر اضافه شد. به هر لوله ۰/۱ میلی لیتر از کشت ۲۴ ساعته *استافیلوکوکوس اورئوس* اضافه گردید (کدورت کشت میکروبی با روش کدورت سنجی مک فارلند (MacFarland) و برابر لوله ۰/۵ تنظیم گشت. غلظت نهایی پس از رقیق سازی

Archive of SID

www.SID.ir

مجدد به $۸/۳ \times ۱۰^{۴}$ باکتری در هر میلی لیتر رسانیده شد. در ادامه مجموعه آنها به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور (۳۷ درجه سانتی‌گراد) قرار داده شدند. کمترین غلظت مونولورین که باکتری در آن رشد ننمود(فاقد کدورت) به عنوان MIC مونولورین تلقی می‌گردید. به طور همزمان لوله شاهد بدون مونولورین نیز جهت مقایسه رشد باکتری با سایر لوله‌ها تهیه گردید(۱۲).

ب: بررسی اثر توام مونولورین و EDTA بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس* مانند مرحله الف، ۵ لوله حاوی محیط NB، با همان غلظت‌های مونولورین و کشت ۲۴ ساعته *استافیلوکوکوس اورئوس* آماده شد. سپس مقادیر یکسانی از EDTA به غلظت ۴ میکروگرم / میلی لیتر به هریک از لوله‌ها افزوده شد و مطابق بند الف انکوبه گردید.

کمترین غلظت مونولورین که باکتری در آن رشد ننمود(فاقد کدورت) به عنوان MIC این ماده شیمیائی تلقی می‌گردید. به طور همزمان لوله شاهد بدون مونولورین و EDTA تهیه شد. برای قرائت نتایج مطابق بند الف عمل شد(۱۲).

بررسی اثر توام مونولورین و اسید لاکتیک بر روی استافیلوکوکوس اورئوس:

نظیر مراحل قبل، لوله‌های حاوی محیط NB و مونولورین آماده شد. سپس به هر لوله ۰/۲ میلی‌لیتر محلول اسید لاکتیک ۹۹ درصد(pH =۲) اضافه شد و به این ترتیب pH محیط به ۵ رساید. نهایتا مانند مراحل بفد از افزودن کشت *استافیلوکوکوس اورئوس* و انکوباسیون آن نتایج قرائت شد. همزمان لوله شاهد بدون مونولورین و اسید لاکتیک تهیه گردید(۱۲).

ج:اثر مونولورین روی گوشت استریل تلقیح شده با *استافیلوکوکوس اورئوس* به‌منظورحذف آلوده کننده‌هایی غیر از باکتری مورد آزمون، نمونه گوشت چرخ شده بدون چربی پیش از شروع آزمایش در حرارت ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۵ دقیقه استریل شد. مونولورین به نسبت ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm (میکروگرم در هر گرم گوشت) با گوشت مخلوط گردید. جهت سهولت کار ابتدا مونولورین با آرد با نسبت ۱ به ۹ مخلوط شد. از این ترکیب با در نظر گرفتن غلظت موثر مورد نظر مونولورین به گوشت اضافه گردید. سپس ۰/۱ میلی لیتر از از کشت ۲۴ ساعته باکتری (لوله شماره ۰/۵ مک فارلند) به ۱۰ گرم گوشت چرخ کرده استریل حاوی مونولورین اضافه شد. در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد. در فواصل روز های ۱ ، ۴ و ۷ تعداد باکتری در محیط آگار خوندار و با استفاده از روش کشت سطحی شمارش شد(۱۱). یک نمونه از گوشت استریل بدون مونولورین که با *استافیلوکوکوس اورئوس* تلقیح شده بود به عنوان شاهد آزمایش گردید.

در ادامه برای بررسی تاثیر همراهی اسید لاکتیک و مونولورین بر باکتری مورد آزمون در محیط گوشت چرخ کرده استریل ، به ۱۰ گرم گوشت چرخ کرده استریل ۰/۱ میلی لیتر از کشت باکتری اضافه شد. سپس مونولورین (۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm (میکروگرم در گرم گوشت) اضافه شد و در ادامه میزان pH مخلوط توسط اسید لاکتیک به مخلوط به ۵ کاهش می‌یافت.

د:اثر مونولورین روی گوشت چرخ کرده غیر استریل

بدین منظور مقادیر ۲۵۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ ppm (میکروگرم در گرم گوشت) مونولورین به گوشت چرخ کرده غیر استریل اضافه شد و در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگهداری شد. تعدادکلی میکروبی در فواصل ۱، ۳، ۵ و ۷ روز در محیط آگار خوندار و با استفاده از روش کشت سطحی شمارش شد(۱۱).

ر: اثر ضد میکروبی مونولورین به همراه EDTA روی گوشت چرخ کرده غیر استریل همانند بند د عمل شد . با این تفاوت که مونولورین و به همان میزان EDTA اضافه شدند. نمونه شاهد فاقد مونولورین و EDTA بود.

میانگین‌ها با آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) مقایسه شد. حداقل اختلاف معنی‌دار با $p<0.05$ مورد پذیرش بود .آزمون مذکور از طریق نرم افزار SPSS (Sigma Scans Pro 11.0, SPSS Science, Chicago, IL) انجام شد.

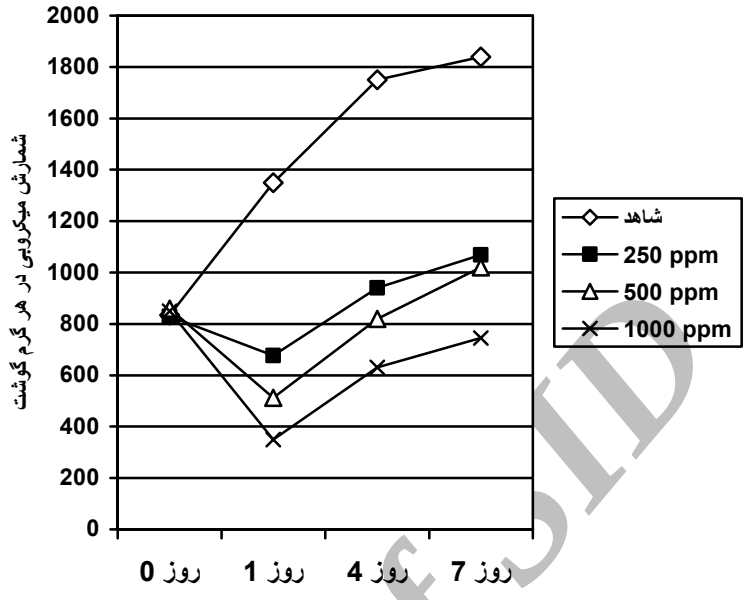
یافته‌ها:

میزان حداقل غلظت مهارکننده مونولورین بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس* در محیط کشت نوترینت براث (NB)، ۳۲ میکروگرم / میلی لیتر بود. حداقل غلظت مهارکننده مونولورین همراه با EDTA بر *استافیلوکوکوس اورئوس* به‌طور معنی دار کاهش یافت و به ۱۶ میکروگرم / میلی لیتر رسید($p<0.05$). حداقل غلظت مهارکننده مونولورین در محیط اسیدی شده با اسید لاکتیک بر روی باکتری آزمون در محیط کشت نوترینت براث (NB) کاهش یافت و به ۸ میکروگرم / میلی‌لیتر رسید($p<0.05$). نتایج بدست آمده از شمارش کلی میکروبی در گوشت استریل و غیر استریل نشان دهنده تاثیر

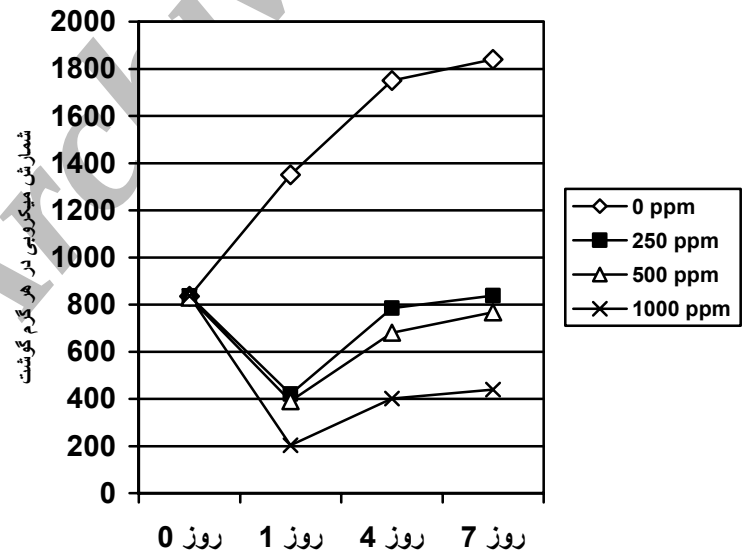
Archive of SID

www.SID.ir

معنی‌دار همراهی اسید لاکتیک و EDTA با مونولورین (نمودارهای ۱،۲،۳،۴). در کاهش بار میکروبی محیط‌های مذکور بود($p<0.05$)



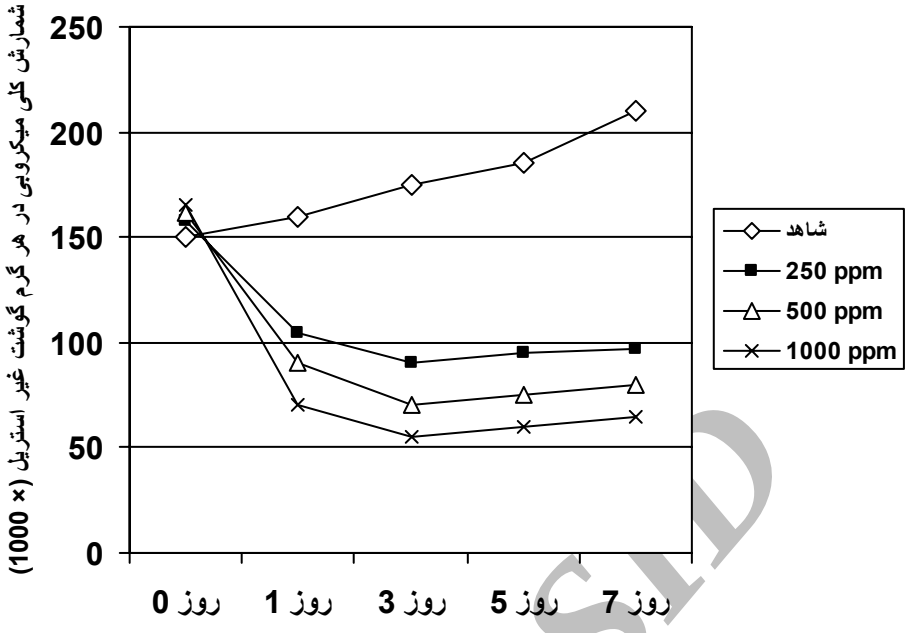
نمودار ۱ : شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* در هر گرم گوشت استریل حاوی غلظت‌های مشخص از مونولورین



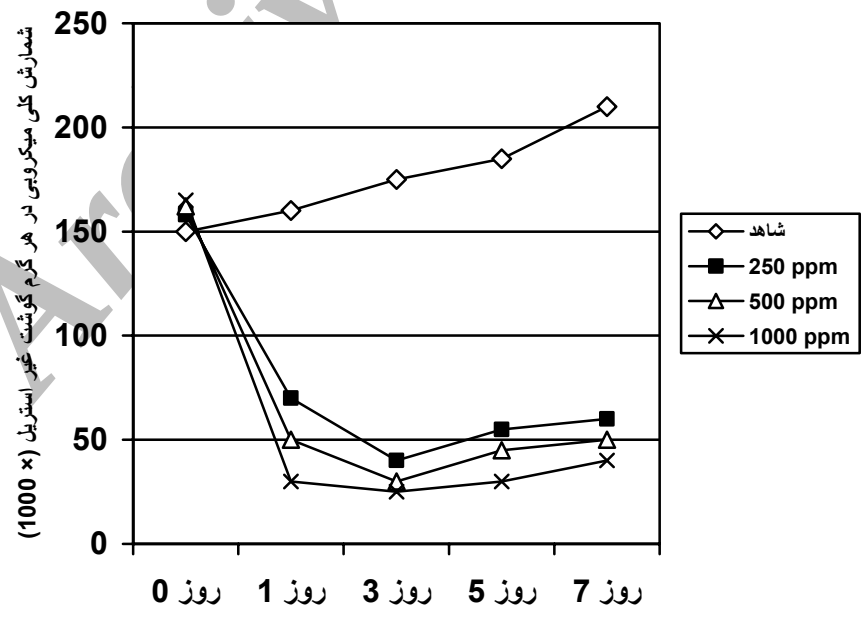
نمودار ۲: شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* در هر گرم گوشت استریل حاوی غلظت‌های مشخص از مونولورین به همراه اسید لاکتیک

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۳: شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* در یک گرم گوشت غیر استریل حاوی غلظت‌های مشخص از مونولورین



نمودار ۴: شمارش *استافیلوکوکوس اورئوس* در یک گرم گوشت غیر استریل حاوی غلظت‌های مشخص از مونولورین همراه با EDTA

Archive of SID

www.SID.ir

بحث:

نتایج نشان دهنده آنست که مونولورین دارای اثرات قابل توجه مهاری بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس* است. البته تاثیر مثبت مونولورین بر روی باکتری‌های گرم مثبت، توسط تعدادی از محققین مورد تائید قرار گرفته است(۱۶،۱۵). بر مبنای نتایج حاصل از این مطالعه ، MIC مونولورین در برابر باکتری مورد آزمون معادل ۳۲ میکروگرم / میلی لیتر است. این یافته‌ها با گزارش رضوی روحانی و گریفیت (۱۹۹۴)مطابقت دارد(۱۴). طیف محدود تاثیرات ضد باکتریایی مونولورین بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس* را، مانند سایر باکتری‌های گرم مثبت، مرتبط با ساختمان دیواره سلولی آنها می‌دانند (۹). با اینحال نظر بر آنست که حضور عوامل شلاته کننده نظیر EDTA، بواسطه ترکیب با کاتیون پل‌های ارتباطی بین لایه لیپو پلی ساکاریدی و پپتیدوگلیکان باکتری‌های گرم منفی، سبب سست و ناپایدار شدن غشاء شده و از این طریق زمینه حساسیت آنها را نیز به تاثیرات مهاری مونولورین فراهم می‌آورند(۶).

نتایج این مطالعه در مورد حداقل غلظت مهار کننده مونولورین همراه EDTA نشان داد MIC مونولورین به نصف کاهش یافته است(۱۶ میکروگرم / میلی لیتر). یافته مذکور با گزارشات موجود دراین زمینه مطابقت دارد(۶). نتیجه دیگر این مطالعه تاثیر سینرژیست اسید لاکتیک بر خاصیتی ضد میکروبی مونولورین برعلیه *استافیلوکوکوس اورئوس* است. به گونه‌ای که سبب کاهش MIC مونولورین به حد ۸ میکروگرم / میلی لیتر می‌شود. این یافته مطابق با نظر برخی محققین است که تاثیر ضد میکروبی اسیدهای چرب را مربوط به مولکول غیر یونیزه آنها می‌دانند، که به صورت غیر یونیزه دارای بیشترین اثر ممانعت کنندگی می‌باشند. از این رو می‌توان انتظار داشت که با کاهش pH محیط ، باعث کاستن از درجه یونیزاسیون اسیدهای چرب شده و از این طریق تاثیر ضدمیکروبی آنها افزایش یابد (۱۷).

هدف دیگر از این مطالعه بررسی اثر مواد آلی موجود در گوشت بر تاثیر ضد میکروبی مونولورین بود. نتایج نشان دهنده آنست که کاربرد مونولورین به تنهایی سبب کاهش بار میکروبی در گوشت‌های استریل تلقیح شده با *استافیلوکوکوس اورئوس* می‌گردد. این تاثیر به نحوی است که افزایش غلظت مونولورین سبب کاهش بیشتر شمارش میکروبی در گروه‌های تیمار شده در مقایسه با گروه شاهد است. البته میزان مونولورین مورد نیاز برای کاهش بار میکروبی بسیار بیشتر از MIC مونولورین می‌باشد. این مطلب را می‌توان به تاثیر مواد آلی (نظیر نشاسته، پروتئین‌ها، فسفولیپیدها و کلسترول) موجود در گوشت نسبت داد، که سبب کاهش تاثیر ضد میکروبی مونولورین در محیط گوشت می‌شوند. این یافته با گزارشات دیگر موجود در این زمینه تطابق دارد(۱۸،۴). استفاده از اسید لاکتیک همراه با مونولورین سبب کاهش شمارش میکروبی در گوشت استریل نسبت به استفاده از مونولورین به تنهایی شد. البته کاهش شمارش میکروبی را می‌توان به کاهش یونیزاسیون اسیدهای چرب مانند مونولورین در محیط اسیدی نسبت داد. همانطور که پیشتر اشاره شد می‌تواند سبب افزایش خاصیت ضد میکروبی آنان گردد(۱۷).

موضوع این مطالعه بررسی اثر ممانعت‌کنندگی مونولورین بر روی فلور طبیعی گوشت چرخ کرده و افزایش طول مدت نگهداری گوشت بود. بر اساس یافته‌های حاصله، شمارش کلی میکروبی با افزایش غلظت مونولورین کاهش می‌یابد و همچنین با گذشت زمان میزان بار میکروبی گوشت‌هایی که مونولورین به آنها اضافه می‌شود نسبت به گروه شاهد افزایش کمتری پیدا می‌کند. با عنایت به این که مونولورین تاثیری مهاری فوق العاده‌ای بر باکتری‌های گرم مثبت دارد و به دلیل وجود دیواره لیپوپلی ساکاریدی تاثیر ضعیفی بر باکتری‌های گرم منفی دارد(۱۸،۱۵)، کاهش شمارش کلی میکروبی در نمونه‌های گوشت غیر استریل حاوی مونولورین را می‌توان عمدتا در اثر کاهش باکتری‌های گرم مثبت از کل جمعیت میکروبی قلمداد کرد.

تاثیر مهاری انتخابی مونولورین بر روی باکتری‌های گرم مثبت می‌تواند منجر به کاهش قدرت رقابت باکتری‌های گرم مثبت و منفی به نفع باکتری‌های گرم منفی گردد. امر می‌تواند، در اثر فعالیت باکتری‌های گرم منفی نظیر *پسودوموناس آئروژینوزا*، سبب فساد فرآورده‌های گوشتی نگهداری شده در سردخانه‌ها و یخچال‌ها گردد(۱۹). با افزودن یک ماده شلاته کننده مانند EDTA ، با نفوذ پذیر نمودن دیواره لیپو پلی ساکاریدی باکتری‌های گرم منفی نسبت به مونولورین ، آنها را به تاثیر ضد میکروبی مونولورین آسیب پذیرتر نمود. نتایج این مطالعه نشان داد شمارش کلی میکروبی در نمونه‌های حاوی ترکیب مونولورین و EDTA نسبت به مونولورین به تنهایی کاهش بیشتر داشته. این کاهش بار میکروبی را می‌توان به افزایش تاثیر مونولورین روی باکتری‌ها باکتری‌های گرم منفی در حضور ماده شلاته کننده (EDTA) دانست.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری:

مونولورین یک ماده طبیعی و مغذی با خواص ضد میکروبی و طیف محدود است، که خاصیت آن را می‌توان به کمک مواد اسیدی کننده و یا شلاته‌کننده تقویت نمود. در نهایت طیف ضد میکروبی آن افزایش می‌یابد. لذا، می‌توان از آن در قالب یک نگهدارنده قوی و ایمن مواد غذائی به‌ویژه در غذاهای گوشتی و همچنین یک غذا-دارو (Medicinal food) در رژیم‌های تغذیه-درمانی بهره‌های فراوان جست.

فهرست مراجع:

1.Kabara JJ. Food-grade chemicals for use in designing food preservatives. *J Food Prot*, 1981; **44:**633–647.

2.Ruzicka J, Velclová K, Janis R, Krejci J. Antimicrobial effects of 1-monoacylglycerols prepared by catalytic reaction of glycidol with fatty acids. *J Europe Food Res Tech,* 2003; **217**(4) :329-331.

3.Schlievert PM, Deringer JR, Kim MH, Projan SJ, Novick RP. Effect of glycerol monolaurate on bacterial growth and toxin production. *Antimicrob Agents Chemother,* 1992; **36:**626–31.

4.Dufour M, Manson JM, Bremer PJ, Dufour JP, Cook GM, Simmonds RS. Characterization of Monolaurin Resistance in *Enterococcus faecalis. Appl Environ Microbiol* 2007; **9**: 5507–5515.

5.Projan SJ, Brown-Skrobot S, Schlievert PM, Vandenesch F, Novick RP. Glycerol monolaurate inhibits the production of beta-lactamase, toxic shock toxin-1, and other staphylococcal exoproteins by interfering with signal transduction. *J Bacterial* 1994; **176:**4204–9.

6.Pechous R, Ledala N, Wilkinson BJ, Jayaswal RK. Regulation of the expression of cell wall stress stimulon member gene msrA1 in methicillin-susceptible or -resistant *Staphylococcus aureus*. *Antimicrob Agents Chemother* 2004; **48:**3057–63.

7.Vetter S, Tripp TJ, Schlievert PM. Glycerol monolaurate inhibits virulence factor production in *Bacillus anthracis*. *Antimicrob Agents Chemother* 2005; **49:**1302–05.

8.Witcher K J, Novick RP, Schlievert PM. Modulation of immune cell proliferation by glycerol monolaurate. *Clin Diagn Lab Immunol,* 1996; **3**:10–13.

9.Ruzin A, Novick RP. Glycerol monolaurate inhibits induction of vancomycin resistance in *Enterococcus faecalis*. *J Bacteriol,* 1998; **1**: 182–185.

10.Eidson M, Sewell CM, Graves G, Olson R. Beef jerky gasteroentritis outbreaks. *J Environ Health,* 2000, **62**:32-34.

11.De Boer E, Zwartkruis-Nahuis JTM, Wit B, Huijsdens XW, De neeling AJ, Bosch T, *et al*. Prevalence of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* in meat. *Int J Food Microbiol*, 2008, **134**: 52-56.

12.Baron EJO, Peterson LR, Finegold SM. Baily and Scott's Diagnostic Microbiology. Toronto, Mosbey, 1994, pp:168-176.

13.Harrigan WF, Mac Cance ME. Laboratory methods in food and dairy microbiology. London, Academic press, 1976; pp: 157-158.

14.Razavi Rohani SM, and Griffiths MW. The effect of mono and polyglycerol laurate on spoilage and pathogenic bacteria associated with foods. *J Food Safety,* 1994; **14**: 131-151.

15.Kabara JJ, Orth DS. Preservative-free and self-preserving cosmetics and drugs principles and practice. NewYork, Marcel Dekker, 1997; pp: 119-134.

16.Peterson ML, Schlievert PM. Glycerol Monolaurate Inhibits the Effects of Gram Positive Select Agents on Eukaryotic Cells. *Biochem*, 2006; **45**(7): 2387–2397.

17.Verhaegh EGA, Marshall DL, Oh DH. Effect of monolaurin and lactic acid on *Listeria monocytogenes* attached to catfish fillets. *Int J Food Microbiol,* 1999; **29**, (2-3):403-410.

18.Kabara JJ. Inhibition of *Staphylococcus aureus* in a model agar-meat system by monolaurin: A research note. *J Food Safety,* 2007; **6** (3):197 – 201.

19.Mbandi E, Brywig M, Shelef LA. Antilisterial effects of free fatty acids and monolaurin in beef emulsions and hot dogs. *Food Microbiol,* 2004; **21**(6): 815-818.

Archive of SID

www.SID.ir