Archive of SID

ORIGINAL ARTICLE

Antibacterial Effects of Cinnamaldehyde and Organic Acids, Alone and In Combination, against Listeria monocytogenes

Zolaikha Shiravani[1],
Javad Aliakbarlu[2],
Hossein Tajik[3]

[1] MSc Student in Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran
[2] Associate Professor, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine, Urmia University, Urmia, Iran
[3] Professor, Department of Food Hygiene and Quality Control, Faculty of Veterinary Medicine Urmia University, Urmia, Iran

(Received January 11, 2016 ; Accepted March 15, 2016)

Abstract

Background and purpose: Recently, natural antimicrobials attracted a lot of attention due to increasing preference of consumers for organic products which are free of chemical additives. The aim of this study was to investigate the antibacterial activity of cinnamaldehyde in combination with acetic and lactic acids against *L.monocytogenes.*

Materials and methods: The antibacterial effects of cinnamaldehyde, acetic and lactic acids were determined using minimum inhibitory concentration (MIC). Fractional inhibitory concentration (FIC) was also used to evaluate the combined antibacterial activity.

Results: Based on our results, MIC values for cinnamaldehyde, acetic acid and lactic acid were 0.312, 2.5 and 5 µl/ml, respectively. FIC results showed that cinnamaldehyde combination with the organic acids had no interaction effects (1.0<FIC<4.0).

Conclusion: Cinnamaldehyde, acetic and lactic acids were found effective in inhibiting the growth of *L. monocytogenes.* Meanwhile, organic acids can reduce the required amount of cinnamaldehyde.

Keywords: cinnamaldehyde, acetic acid, lactic acid, antibacterial, *Listeria monocytogene*

J Mazandaran Univ Med Sci 2016; 26(138): 77-84 (Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

پژوهشی

مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و ششم شماره ۱۳۸ تیر سال ۱۳۹۵ (۸۴-۷۷)

اثرات ضد باکتریایی سینامالدئید و اسیدهای آلی، به تنهایی و ترکیبی، علیه *لیستریا مونوسیتوژنز*

زلیخا شیروانی[۱]
جواد علی اکبرلو[۲]
حسین تاجیک[۳]

چکیده

سابقه و هدف: اخیراً ترکیبات ضد میکروبی طبیعی به خاطرعلاقمندی فزاینده مصرف کنندگان به محصولات ارگانیک که عاری از افزودنی‌های شیمیایی هستند، توجه زیادی را به خود جلب کرده‌اند. هدف این مطالعه بررسی فعالیت ضد باکتریایی سینامالدئید در ترکیب با اسید استیک و اسید لاکتیک علیه لیستریا منوسیتوژنز می‌باشد.

مواد و روش‌ها: اثرات ضد باکتریایی سینامالدئید، اسید استیک و اسید لاکتیک با استفاده از روش حداقل غلظت مهارکنندگی تعیین شد. هم‌چنین برای ارزیابی فعالیت ضد باکتریایی ترکیبی از روش غلظت مهاری سهمی استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج این تحقیق، مقدار حداقل غلظت مهارکنندگی به‌تنهایی برای سینامالدئید، اسید استیک و اسید لاکتیک به‌ترتیب ۰/۳۱۲، ۲/۵ و ۵ میکرولیتر بر میلی لیتر بود. روش غلظت مهاری سهمی نشان داد که سینامالدئید در ترکیب با اسیدهای آلی بدون اثر متقابل (۱/۰ < FIC <۴/۰) می‌باشد.

استنتاج: سینامالدئید، اسید استیک و اسید لاکتیک در ممانعت از رشد باکتری *لیستریا مونوسیتوژنز* موثر بوده‌اند و استفاده از اسیدهای آلی، میزان مورد نیاز سینامالدئید را کاهش می‌دهند.

واژه های کلیدی: سینامالدئید، اسید استیک، اسید لاکتیک، ضدباکتریایی، *لیستریا مونوسیتوژنز*

مقدمه

لیستریا مونوسیتوژنز، باکتری گرم مثبتی است که به‌طور گسترده در طبیعت یافت می‌شود و به‌دلیل توانایی رشد آن در دمای یخچال و غذاهای یخ‌زده، یک مشکل مهم برای تولیدکنندگان مواد غذایی محسوب می‌شود و لذا به عنوان پاتوژن غذایی مهم در سطح جهان شناخته شده است(۱). اخیراً به دلیل اولویت استفاده از محصولات ارگانیک عاری از مواد افزودنی برای مصرف‌کنندگان، ترکیبات ضد میکروبی طبیعی مورد توجه بیش‌تری قرار گرفته‌اند(۲) و نیز استفاده از اسانس‌ها، به عنوان آنتی‌باکتریال‌هایی‌که ایمن Generally Regarded As Safe (GRAS) شناخته شده‌اند، مورد پذیرش گسترده مصرف‌کنندگان قرار گرفته است(۳). سینامالدئید یک آروماتیک آلدهیدی و جزء اصلی عصاره پوست دارچین (حدود ۶۵ درصد) است(۵،۴) و با داشتن ساختار آلدهیدی، از رشدمیکروارگانیسم‌ها جلوگیری می‌کند(۳). غشای باکتری‌ها شامل تعدادی از آنزیم‌ها با فعالیت

مولف مسئول: زلیخا شیروانی– ارومیه گروه بهداشت وکنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه E-mail: z.shiravani682@yahoo.com
۱. دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۲. دانشیار، گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
۳. استاد، گروه بهداشت و کنترل کیفی مواد غذایی، دانشکده دامپزشکی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران
تاریخ دریافت : ۱۳۹۴/۱۰/۲۱ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات : ۱۳۹۴/۱۱/۳ تاریخ تصویب : ۱۳۹۴/۱۲/۲۵

www.SID.ir

Archive of SID

ATPase و F_1F_0-ATPase است که در تولید ATP و تنظیم pH سلولی دخالت دارد(۶). مکانیسم اثر سینامالدئید بر آنزیم F_1F_0-ATPase می‌باشد و تولید یون پتاسیم ATP را مهار می‌کند(۷). سینامالدئید، فعالیت آنزیم ATPase غشا را در لیستریامونوسیتوژنز مهار می‌کند(۶)، اگرچه مهار این فعالیت‌ها بقای سلول را مختل خواهد کرد، ولی به‌عنوان یک علت مرگ ثانویه شناخته شده است(۸). با این حال، مهار آنزیم نقش مهمی در کاهش رشد باکتری و در غلظت کشنده سینامالدئید دارد. هم‌چنین مهار غیر اختصاصی آنزیم‌های غشا می‌تواند توسط مولکول‌های کوچک آب گریز سینامالدئید باشد که احتمالاً به علت تغییرات در ساختار پروتئین‌ها به‌عنوان یک پیامد تعاملات آب‌گریزی می‌باشد(۹). مزیت اصلی سینامالدئید این است که به عنوان فعالیت ضد میکروبی، نیازی به تماس مستقیم آن نیست(۱۰) و به عنوان GRAS، توسط سازمان غذا و دارو ایالات متحده طبقه‌بندی شده است و برای استفاده در غذا تایید شده است(۱۲،۱۱) (21 CFR 182.60). اسیدهای آلی از جمله اسید استیک و اسید لاکتیک در سراسر طبیعت یافت می‌شوند. یکی از مهم‌ترین کاربردهای آن در صنایع غذایی است. آن‌ها به‌طور کلی در غذاهای مختلف به عنوان تنظیم‌کننده اسیدیته، عامل ضد میکروبی، طعم دهنده در ترشی یا طعم و بوی میوه اضافه می‌شوند(۱۳). اثرات ضد میکروبی اسیدهای آلی به علت کاهش pH به کم‌تر از حداقل مورد نیاز برای رشد و بازدارندگی متابولیکی ناشی از مولکول‌های تفکیک نشده اسید می‌باشد(۱۴). در این مطالعه، اثر ضد باکتریایی غلظت‌های مختلف سینامالدئید (۲/۵، ۱/۲۵، ۰/۶۲۵، ۰/۳۱۲، ۰/۱۵۶، ۰/۰۷۸، ۰/۰۳۹، ۰/۰۱۹ میکرولیتر در میلی لیتر)، اسید استیک (۱۰، ۵، ۲/۵، ۱/۲۵، ۰/۶۲۵، ۰/۳۱۲، ۰/۱۵۶، ۰/۰۳۹، ۰/۰ میکرولیتر بر میلی‌لیتر) و اسیدلاکتیک (۲۰، ۱۰، ۵، ۲/۵، ۱/۲۵، ۰/۶۲۵، ۰/۳۱۲، ۰/۱۵۶ میکرولیتر بر میلی لیتر) به تنهایی و ترکیبی در محیط آبگوشت مغز و قلب (BHI broth)[1] جهت تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی (MIC)[2]، حداقل غلظت کشندگی (MBC)[3] و غلظت مهاری سهمی (FIC)[4] به روش استاندارد رقیق سازی در میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

در این مطالعه تجربی، سینامالدئید ۹۹ درصد از شرکت سیگما آلدریچ (St. Louis, Mo. USA)، اسید استیک ۱۰۰ درصد، اسید لاکتیک ۹۰ درصد و دی متیل سولفوکسید (DMSO)[5] از شرکت مواد شیمیایی مرک آلمان[6] (Darmstadt, Germany)، محیط‌های کشت میکروبی Brain Heart Infusion Agar-BHIA و Brain Infusion Broth- BHIB Heart از شرکت بیولایف (Milano, Italia) بودند. باکتری مورد مطالعه باکتری لیستریا مونوسیتوژنز (ATCC 1163) از کلکسیون میکروبی گروه بهداشت مواد غذایی دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه تهیه شد.

تهیه میزان تلقیح باکتری

ابتدا یک گرانول باکتری لیستریا مونوسیتوژنز از لوله‌های کرایو[7] مورد نظر در شرایط سترون خارج و به ۱۰ میلی‌لیتر محیط BHI براث منتقل شد و در دمای ۳۷ درجه سلسیوس نگه‌داری شد. باکتری قبل از استفاده به‌طور متوالی دو بار تجدید کشت گردید. برای این منظور، ۴- ۵ کلنی باکتری از BHI آگار به ۱۰ میلی‌لیتر BHI براث منتقل شد و در ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت انکوبه گردید. کشت دوم با انتقال ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری به ۱۰ میلی‌لیتر BHI براث تهیه و در ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ ساعت نگه‌داری گردید. سپس از کشت ۲۰ ساعته، رقت لازم را تهیه و تعداد باکتری روی استاندارد ۰/۵ مک فارلند

1. Brain Heart Infusion broth

2. Minimum inhibitory concentration
3. Minimum Bactericidal Concentration
4. Fractional inhibitory concentration
5. Dimethyl sulfoxide
6. Merck chemical company
7. Cryo tube

www.SID.ir

Archive of SID

معادل cfu/ml ۰/۳۲×۱۰^۸ تنظیم گردید و با رقیق سازی به ۱۰^۶ در محیط کشت BHI broth تهیه گردید. ابتدا یک گرانول باکتری لیستریا مونوسیتوژنز از لوله‌های کرایو Cryo tube مورد نظر در شرایط سترون خارج و به ۱۰ میلی‌لیتر محیط BHI براث منتقل شد و در دمای ۳۷ درجه سلسیوس نگه‌داری شد. باکتری قبل از استفاده به طور متوالی دو بار تجدید کشت گردید. برای این منظور، ۴- ۵ کلنی باکتری از BHI آگار به ۱۰ میلی‌لیتر BHI براث منتقل شد و در ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت انکوبه گردید. کشت دوم با انتقال ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتری به ۱۰ میلی لیتر BHI براث تهیه و در ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ ساعت نگه‌داری گردید. سپس از کشت ۲۰ ساعته، رقت لازم را تهیه و تعداد باکتری روی استاندارد ۰/۵ مک فارلند معادل cfu/ml ۰/۳۲×۱۰^۸ تنظیم گردید و با رقیق‌سازی به ۱۰^۶ در محیط کشت BHI broth تهیه گردید.

تعیین حداقل غلظت مهارکنندگی رشد (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC) به روش رقیق سازی در میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای

برای این روش از میکروپلیت‌های ۹۶ خانه ای با چاهک ته گرد و با حجم ۳۰۰ میکرولیتر که دارای ۱۲ ستون و ۸ ردیف می باشند، استفاده شد. ابتدا سینامالدئید در دی متیل سولفوکسید (DMSO)، اسید استیک و اسید لاکتیک در آب مقطر استریل حل شدند و توسط صافی میکروبیولوژیک ۰/۲۲ میکرومتر استریل شدند. دامنه غلظتی سینامالدئید µl/mL ۰/۰۱۹ -۲/۵، اسید استیک µl/mL ۰/۰۳۹- ۱۰ و برای اسید لاکتیک µl/mL ۰/۱۵۶ - ۲۰ بود. در هر چاهک میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای، ۹۵µl محیط کشت BHI براث و ۵µl باکتری ریخته شد و ۱۰۰µl از محلول استوک سینامالدئید، اسید استیک و اسید لاکتیک به اولین چاهک افزوده شدند، سپس ۱۰۰µl از رقت‌های سریالی در ۷ چاهک پی در پی انتقال یافت. آخرین ستون به وسیله µl ۱۹۵ از BHI براث و ۵µl از باکتری پر شد و به عنوان شاهد منفی در نظر گرفته شد. از اریترومایسین به عنوان شاهد مثبت استفاده شد. حجم نهایی در هر چاهک ۲۰۰µl بود. سپس میکروپلیت به وسیله پارافیلم پوشانده شد. به منظور مخلوط شدن تمام محلول‌های درون چاهک‌ها از میکروپلیت شیکر (BOECO, Germany) با دور سرعت ۳۰۰rpm برای ۲۰ ثانیه استفاده گردید و سپس در دمای ۳۷ درجه سلسیوس به‌مدت ۲۴ ساعت گرمخانه‌گذاری شد. بعد از اتمام گرمخانه‌گذاری، کدورت یا عدم کدورت در چاهک‌ها به صورت چشمی مشاهده شد. اولین چاهک شفاف به عنوان MIC در نظر گرفته شد. برای تست MBC از چاهک‌هایی که شفاف بودند و نشان‌دهنده عدم رشد باکتری بودند، به مقدار ۵ میکرولیتر برداشته شد و بر روی BHI آگار کشت سطحی داده شد(۱۵).

غلظت مهاری سهمی (FIC)

در این آزمایش اثر ترکیبی سینامالدئید، اسید استیک و اسید لاکتیک در برابر باکتری لیستریا مونوسیتوژنز مورد بررسی قرار گرفت. دامنه غلظتی این ترکیبات از دو برابر بیش‌تر از مقدار MIC تا حداقل چهار برابر کم‌تر از مقدار MIC برای این باکتری انتخاب گردید و چاهک‌های میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای به شرح زیر پر گردید:

در ردیف اول، هر چاهک محتوی ۹۵ میکرولیتر BHI براث، ۵ میکرولیتر باکتری (که تعداد آن روی cfu/ml۱۰^۶ تنظیم گشته بود) و ۱۰۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف سینامالدئید بود. در ستون اول، هر چاهک محتوی ۹۵ میکرولیتر BHI براث، ۵ میکرولیتر باکتری و ۱۰۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف اسیداستیک یا اسید لاکتیک است. بقیه چاهک‌ها حالات ترکیبی سینامالدئید با اسید استیک یا اسید لاکتیک بودند. پس محتوی ۹۵ میکرولیتر BHI براث، ۵ میکرولیتر باکتری و ۵۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف سینامالدئید و ۵۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف اسید استیک یا اسید لاکتیک بودند. سپس به مدت ۳۰ ثانیه مخلوط شده و در انکوباتور ۳۷ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت نگه داری گردید و بر اساس مشاهدات چشمی و میزان

www.SID.ir

Archive of SID

کدورت FIC تعیین گردید. در این آزمایش، FIC< ۰/۵ جز سینرژیست‌ها، ۰/۵ >FIC >۰/۷۵ سینرژیست نسبی، ۱/۰ >FIC >۰/۷۵ دارای اثر افزایشی، ۴/۰< FIC< ۱/۰ بی‌اثر و FIC< ۴/۰ جز آنتاگونیست‌ها تقسیم گردید(۱۶).

یافته ها

نتایج MIC و MBC مواد ضدباکتریایی به‌تنهایی

نتایج این مطالعه نشان داد که سینامالدئید اثر ضد باکتریایی قوی‌تری نسبت به دو اسید آلی دارد و هم‌چنین اسید استیک نشان داد که اثر ضد باکتریایی قوی‌تری نسبت به اسید لاکتیک دارد (جدول شماره ۱).

جدول شماره ۱: نتایج MIC به تنهایی و MBC سینامالدئید، اسید استیک و اسید لاکتیک بر *لیستریا مونوسیتوژنز*

ترکیب استفاده شده	MIC(µl/mL)	MBC(µl/mL)
سینامالدئید	۰/۳۱۲	۰/۳۱۲
اسید استیک	۲/۵	۵
اسید لاکتیک	۵	۵
اریترومایسین (µg/mL)	۸	–

نتایج MIC ترکیبی و FIC مواد ضد باکتریایی به صورت ترکیبی

جدول شماره ۲، MIC ترکیبی و FIC سینامالدئید در ترکیب با اسیدهای آلی را نشان می‌دهد. MIC ترکیبی سینامالدئید + اسید استیک نسبت به سینامالدئید + اسید لاکتیک قوی‌تر بود. مقادیر MIC ترکیبی این مواد نسبت به MIC آن‌ها به‌تنهایی نشان می‌دهد که نیاز به غلظت‌های کم‌تری از سینامالدئید و اسیدهای آلی برای مهار رشد لیستریا مونوسیتوژنز می‌باشد. FIC ترکیبات ضد باکتریایی سینامالدئید + اسید استیک و سینامالدئید + اسید لاکتیک نشان می‌دهد که این ترکیبات بدون اثر متقابل نسبت بهم علیه باکتری لیستریا مونوسیتوژنز هستند.

جدول شماره ۲: MIC ترکیبی و FIC سینامالدئید، اسید استیک و اسید لاکتیک بر *لیستریا مونوسیتوژنز*

ترکیب استفاده شده (A)	ترکیب استفاده شده (B)	MIC ترکیبی (µl/mL) A	MIC ترکیبی (µl/mL) B	شاخص FIC (µl/mL)	عملکرد
سینامالدئید	اسید استیک	۰/۳۱۲	۰/۱۵	۱/۰۶۳	بی اثر
سینامالدئید	اسید لاکتیک	۰/۳۱۲	۰/۳۱	۱/۰۶۳	بی اثر

بحث

برآوردهای اخیر نشان می‌دهد که میانگین هزینه سالانه بیماری‌های ناشی از مواد غذایی در ایالات متحده برای *لیستریا مونوسیتوژنز*، ۲/۰۴ میلیارد دلار و برای تیپ اشریشیاکولای $O_{157}:H_7$، ۶۳۵ میلیون دلار بوده است(۱۷). شیوع بیماری لیستریوز با شیر خام یا غیر پاستوریزه و محصولات لبنی در ارتباط بوده است(۱۸). بنابراین استراتژی‌های مداخله گر موثر در صنایع غذایی برای کنترل رشد میکروارگانیسم‌های پاتوژن و فاسد کننده برای اطمینان از کیفیت میکروبی و ایمنی غذاهای مصرف‌کننده، کارآمد و مقرون به صرفه است(۱۹). برای حداقل فرآیند مواد غذایی، استفاده از ترکیبات ضد میکروبی طبیعی گزینه‌ای قابل دسترس است(۲۰).

گزارش‌ها حاکی از آن است که بسیاری از اسانس‌های گیاهی، دارای اثر بازدارندگی قابل توجهی بر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا هستند(۲۱). مطالعات بسیاری جهت مشخص کردن اثرات ترکیبات به دست آمده از اسانس ادویه‌ها و گیاهان معطر بر روی میکروارگانیسم‌های مختلف صورت گرفته است.

Sanla-Ead و همکاران در سال ۲۰۱۲، اثر ضد باکتریایی سینامالدئید علیه *لیستریا مونوسیتوژنز* را بررسی کردند. MIC سینامالدئید علیه باکتری مذکور برابر با ۶/۲۵ µl/mL بود(۲۲).

Shen و همکاران در سال ۲۰۱۵، اثر ضد باکتری سینامالدئید علیه *E.coli* و *استافیلوکوکوس اورئوس* را بررسی کردند. MIC سینامالدئید علیه باکتری‌های مورد مطالعه ۰/۳۱ mg/mL به دست آمد(۲۳).

Ye و همکاران در سال ۲۰۱۳، اثر ضد باکتری سینامالدئید را بر *E.coli* بررسی کردند. MIC سینامالدئید علیه باکتری مورد مطالعه ۰/۳۱ mg/mL به دست آمد(۲۴). در مطالعه دیگری، Pei و همکاران در سال ۲۰۰۹، اثر ضد باکتری سینامالدئید علیه *E.coli* را بررسی کردند. MIC سینامالدئید علیه باکتری مورد مطالعه ۴۰۰ mg/L به دست آمد(۲۵). اثر ضد باکتریایی سینامالدئید، تیمول

www.SID.ir

Archive of SID

و کارواکرول به تنهایی و ترکیبی علیه *سالمونلا تیفی موریوم* بررسی شده است. نتایج نشان داد که این مواد در حالت ترکیبی دارای اثر سینرژیستی می باشند و در حالت ترکیبی در مقایسه با حالت استفاده تکی نیاز به دوز کم‌تری از این مواد ضد باکتریایی می‌باشد(۲۶). Jang و همکاران در سال ۲۰۰۷، اثر اسید استیک را علیه *لیستریا مونوسیتوژنز* بررسی کردند. MIC اسید استیک برابر با ۲۵۰۰ ppm از رشد این باکتری جلوگیری کرد(۲۷). این یافته با MIC تحقیق حاضر یکسان است.

Zhou و همکاران در سال ۲۰۰۷، نشان دادند که رشد *سالمونلا تیفی موریوم* در محیط کشت مولر-هینتون براث حاوی تیمول، کارواکرول، EDTA، استیک اسید، لاکتیک اسید و سیتریک اسید با غلظت‌های به ترتیب ۴۰۰ mg/L، ۴۰۰ µl/L، ۳۰۰ mg/L، ۰/۲ درصد حجمی/ حجمی، ۰/۲ درصد حجمی/ حجمی و ۰/۲ درصد حجمی/ حجمی به‌طور معنی‌داری مهار شد و تمامی نتایج ترکیبی تیمول یا کارواکرول با استیک اسید کاهش معنی‌داری در *رشد سالمونلا تیفی موریوم* داشتند(۲۸). Ahn و Shin در سال ۱۹۹۹، انواع متفاوتی از اسیدهای آلی که اثرات مهاری ضد میکروبی در برابر میکروارگانیسم‌های مختلف دارند را گزارش کردند. فعالیت‌های ضدباکتریایی اسیدهای آلی در برابر پاتوژن‌های ناشی از مواد غذایی شامل *اشریشیاکولای* O_{157}: H_7، *لیستریامونوسیتوژنز*، *سالمونلاتیفی موریوم* و دیگر باکتری‌های توکسین‌زا در محصولات غذایی وجود دارد(۳۰،۲۹).

در پایان می‌توان نتیجه‌گیری کرد که در تحقیق حاضر اثر ضد باکتریایی سینامالدئید و اسیدهای آلی روی باکتری لیستریا مونوسیتوژنز در محیط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان‌دهنده توان بالای فعالیت ضد باکتریایی سینامالدئید علیه رشد لیستریا مونوسیتوژنز می‌باشد. بنابراین با توجه به عوارض منفی و شناخته شده نگه‌دارنده‌های شیمیایی، می‌توان از این ترکیبات در جهت محافظت از غذا و کنترل میکروارگانیسم‌های عامل فساد و پاتوژن به جای نگه‌دارنده‌های شیمیایی استفاده کرد. استفاده از اسیدهای آلی می‌تواند میزان مورد نیاز سینامالدئید را کاهش دهد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله نویسندگان مراتب سپاس خود را از همکاری مسئولین محترم دانشکده دامپزشکی دانشگاه ارومیه به دلیل تامین بودجه پژوهشی این مطالعه اعلام می‌دارند. هم‌چنین از همکاری آقای علی کاظم نیا (کارشناس آزمایشگاه) تشکر و قدردانی می نمایند.

References

1. James MJ, Martin JL, David AG. Modern food microbiology. 7th ed. New York: Springer US, 2005.
2. Cho KH, Park SC. Antibacterial effects on Bacillus stearothermophilus by adding natural grapefruit seed extracts in soymilk. J Korean Ind Eng Chem 2005; 16(1): 139-143.
3. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods -- a review. Int J Food Microbiol 2004; 94(3): 223-253.
4. Holley RA, Patel D. Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. Food Microbiology 2005; 22(4): 273-292.
5. Lens-Lisbonne C, Cremieux A, Maillard C, Balansard G. Methods for evaluation of antibacterial activity of essential oils: application to essences of thyme and cinnamon. J Pharm Belg 1987; 42(5): 297-302.
6. Shabala L, Budde B, Ross T, Siegumfeldt H, Jakobsen M, McMeekin T. Responses of Listeria monocytogenes to acid stress and glucose availability revealed by a novel

www.SID.ir

Archive of SID

combination of fluorescence microscopy and microelectrode ion-selective techniques. Appl Environ Microbiol 2002; 68(4): 1794-1802.

7. Gill AO, Holley RA. Inhibition of membrane bound ATPases of Escherichia coli and Listeria monocytogenes by plant oil aromatics. Int J Food Microbiol 2006; 111(2): 170-174.
8. Gill AO, Holley RA. Disruption of Escherichia coli, Listeria monocytogenes and Lactobacillus sakei cellular membranes by plant oil aromatics. Int J Food Microbiol 2006; 108(1): 1-9.
9. Sikkema J, De Bont JA, Poolman B. Mechanisms of membrane toxicity of hydrocarbons. Microbiol Rev 1995; 59(2): 201-222.
10. Amalaradjou MA, Baskaran SA, Ramanathan R, Johny AK, Charles AS, Valipe SR, et al. Enhancing the thermal destruction of Escherichia coli O157: H7 in ground beef patties by trans-cinnamaldehyde. Food Microbiol 2010; 27(6): 841-844.
11. Sivakumar D, Wijeratnam RW, Abeyesekere M, Wijesundera RLC. Combined effect of Generally Regarded As Safe (GRAS) compounds andTrichoderma harzianum on the control of postharvest diseases of rambutan. Phytoparasitica 2002; 30(1): 43-51.
12. Mani-Lopez E, García HS, López-Malo A. Organic acids as antimicrobials to control Salmonella in meat and poultry products. Food Research International 2012; 45(2): 713-721.
13. Pomeranz Y. Wheat: chemistry and technology, 3rd ed. USA: American Association of Cereal Chemists, 1988.
14. Alakomi HL, Skyttä E, Saarela M, Mattila-Sandholm T, Latva-Kala K, Helander IM. Lactic acid permeabilizes gram-negative bacteria by disrupting the outer membrane. Appl Environ Microbiol 2000; 66(5): 2001-2005.
15. Al-Bayati FA. Synergistic antibacterial activity between Thymus vulgaris and Pimpinella anisum essential oils and methanol extracts. J Ethnopharmacol 2008; 116(3): 403-406.
16. Murdock C, Cleveland J, Matthews KR, Chikindas ML. The synergistic effect of nisin and lactoferrin on the inhibition of Listeria monocytogenes and Escherichia coli O157: H7. Lett Appl Microbiol 2007; 44(3): 255-261.
17. Scharff RL. Economic burden from health losses due to foodborne illness in the United States. J Food Prot 2012; 75(1): 123-131.
18. Control CfD, Prevention. Multistate outbreak of listeriosis linked to whole cantaloupes from Jensen Farms, Colorado. Availabe at: http://www.cdcgov/listeria/outbreaks/cantaloupes-jensen-farms/082712/indexhtml Accssed on. 2011; 30(11): 2012.
19. Lambert RJ, Skandamis PN, Coote PJ, Nychas GJ. A study of the minimum inhibitory concentration and mode of action of oregano essential oil, thymol and carvacrol. J Appl Microbiol 2001; 91(3): 453-462.
20. Tserennadmid R, Takó M, Galgóczy L, Papp T, Pesti M, Vágvölgyi C, et al. Anti yeast activities of some essential oils in growth medium, fruit juices and milk. Int J Food Microbiol 2011; 144(3): 480-486.
21. Zheng L, Bae Y-M, Jung K-S, Heu S, Lee S-Y. Antimicrobial activity of natural antimicrobial substances against spoilage bacteria isolated from fresh produce. Food Control 2013; 32(2):665-672.
22. Sanla- Ead N, Jangchud A, Chonhenchob V, Suppakul P. Antimicrobial Activity of Cinnamaldehyde and Eugenol and Their Activity after Incorporation into Cellulose-

www.SID.ir

Archive of SID

based Packaging Films. Packaging Technology and Science 2012; 25(1): 7-17.

23. Shen S, Zhang T, Yuan Y, Lin S, Xu J, Ye H. Effects of cinnamaldehyde on Escherichia coli and Staphylococcus aureus membrane. Food Control 2015; 47: 196-202.
24. Ye H, Shen S, Xu J, Lin S, Yuan Y, Jones GS. Synergistic interactions of cinnamaldehyde in combination with carvacrol against food-borne bacteria. Food Control 2013; 34(2): 619-623.
25. Pei Rs, Zhou F, Ji Bp, Xu J. Evaluation of combined antibacterial effects of eugenol, cinnamaldehyde, thymol, and carvacrol against E. coli with an improved method. J Food Sci 2009; 74(7): 379-383.
26. Zhou F, Ji B, Zhang H, Jiang H, Yang Z, Li J, et al. The antibacterial effect of cinnamaldehyde, thymol, carvacrol and their combinations against the foodborne pathogen Salmonella typhimurium. Journal of Food Safety 2007; 27(2): 124-133.
27. Jang JS, Lee HJ, Oh BY, Lee JM, Go JM, Kim YH. Inactivation of Escherichia coli O157: H7, Salmonella and Listeria monocytogenes by organic acid. Kor J Env Hlth 2007; 33(5): 403-407.
28. Zhou F, Ji B, Zhang H, Jiang H, Yang Z, Li J, et al. Synergistic effect of thymol and carvacrol combined with chelators and organic acids against Salmonella Typhimurium. J Food Prot 2007; 70(7): 1704-1709.
29. Dubal ZB, Paturkar AM, Waskar VS, Zende RJ, Latha C, Rawool DB, et al. Effect of food grade organic acids on inoculated S. aureus, L. monocytogenes, E. coli and S. Typhimurium in sheep/goat meat stored at refrigeration temperature. Meat Sci 2004; 66(4): 817-821.
30. Huang Y, Chen H. Effect of organic acids, hydrogen peroxide and mild heat on inactivation of Escherichia coli O157: H7 on baby spinach. Food Control 2011; 22(8): 1178-1183.

www.SID.ir