

## شناسایی سویه‌های توکسین‌زای گونه‌های گروه باسیلوس سرئوس در شیر خشک نوزادان با استفاده از روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرز

### چکیده

دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲۳ ویرایش: ۱۳۹۶/۰۳/۱۹ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۳/۳۰ آنلاین: ۱۳۹۶/۰۳/۳۱

**زمینه و هدف:** تغییر شیوه تغذیه نوزادان در سال‌های اخیر و روند رو به رشد استفاده از شیر خشک در آن‌ها باعث اهمیت بیشتر به کیفیت شیر خشک‌های مصرفی و ارزیابی سلامت در آن‌ها شده است. هدف از این پژوهش شناسایی سویه‌های توکسین‌زای گونه‌های گروه باسیلوس سرئوس در شیر خشک نوزادان با استفاده از روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرز بوده است.

**روش بررسی:** در این مطالعه مقطعی که در طی ۱۲ ماه از فروردین تا اسفند سال ۱۳۹۴ در آزمایشگاه میکروبی‌شناسی مواد غذایی دانشکده بهداشت صورت گرفت، از ۱۲۵ نمونه شیر خشک نوزادان پس از تهیه رقت ۰/۱ بر روی محیط اختصاصی باسیلوس سرئوس (Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar, MYP Agar) تلقیح شد و پس از گرمخانه‌گذاری به مدت ۲۴ ساعت در  $30^{\circ}\text{C}$ ، کلنی‌های ظاهر شده از نظر واکنش‌های بیوشیمیایی بر اساس روش‌های استاندارد مورد ارزیابی قرار گرفتند. برای تایید نهایی باسیلوس‌ها و بررسی توکسین‌های این باکتری، واکنش زنجیره‌ای پلیمرز برای ژن‌های انتخابی ITS تایید کننده باسیلوس و NHE مرتبط با اسهال و EM مرتبط با استفراغ انجام شد.

**یافته‌ها:** از ۱۲۵ نمونه شیر خشک نوزادان، ۸۴ نمونه (۶۷/۲٪) آلوده و تعداد ۱۱۰ جدایه با روش فنوتیپی، مشکوک به گروه باسیلوس به دست آمد. با مطالعه ژن ITS، ۹۱/۸٪ از جدایه‌ها باسیلوس سرئوس شناسایی شد. ۵۳/۶۳٪ این باکتری‌ها دارای ژن‌های NHE عامل سندرم اسهالی و ۷۹٪ دارای ژن EM عامل سندرم استفراغی در باسیلوس سرئوس بودند.

**نتیجه‌گیری:** داده‌های این مطالعه نشان داد که نزدیک به ۸۰٪ از جدایه‌های باسیلوس سرئوس دارای ژن مرتبط با استفراغ هستند و بیان‌کننده قدرت بیماری‌زایی بالای این سویه‌ها است. وجود حتی تعداد اندک این سویه‌های بیماری‌زا یعنی کمتر از میزان مجاز تعریف شده در مواد غذایی، می‌تواند مشکل‌ساز باشد.

**کلمات کلیدی:** مطالعه توصیفی مقطعی، شیر خشک، باسیلوس سرئوس، نوزادان، روش مولکولی، واکنش زنجیره‌ای پلیمرز، ویرولان.

محمد مهدی سلطان دلال<sup>۱\*</sup>

شیرین نظام‌آبادی<sup>۲</sup>، جلال مردانه<sup>۴</sup>  
زهرا رجبی<sup>۳</sup>، ابوالفضل سیردانی<sup>۳</sup>

۱- گروه پاتوبیولوژی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۲- مرکز تحقیقات میکروبیولوژی مواد غذایی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۳- آزمایشگاه کنترل مواد غذایی و بهداشتی، معاونت غذا و دارو، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران.

۴- گروه میکروبیولوژی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گناباد، گناباد، ایران.

\* نویسنده مسئول: تهران، بلوار کشاورز، خیابان قدس، خیابان پورسینا، دانشگاه علوم پزشکی تهران، مرکز تحقیقات میکروبیولوژی مواد غذایی.

تلفن: ۸۸۹۹۲۹۷۱-۰۲۱

E-mail: msoltandallal@gmail.com

### مقدمه

صورت ایجاد زنجیر ۵-۳ میکرون) می‌باشد که به‌طور گسترده‌ای در طبیعت گسترده شده است. این باکتری توانایی زندگی ساپروفیتی دارد و همچنین می‌تواند به‌عنوان یک پاتوژن فرصت طلب انسانی نیز عمل کند.<sup>۱</sup> باسیلوس سرئوس به دو فرم استفراغی و اسهالی مشاهده

باسیلوس سرئوس باکتری گرم مثبت، هوازی بی‌هوازی اختیاری، اسپور دار با سلول‌های رویشی طولی (طول آن‌ها ۱ میکرون و در

بستری در بخش مراقبت‌های ویژه نوزادان هستند، از شیر خشک تغذیه می‌کنند.<sup>۹-۷</sup> باسیلوس سرئوس یکی از مهمترین عوامل بیماری‌زایی است که فرایند پاستوریزاسیون را تحمل کرده و می‌تواند در یخچال نیز رشد کند.<sup>۱۱</sup> هدف از این پژوهش شناسایی سویه‌های توکسین‌زای گونه‌های گروه باسیلوس سرئوس در شیر خشک نوزادان با استفاده از روش واکنش زنجیره‌ای پلیمرز بود.

## روش بررسی

در یک مطالعه تجربی که در طی ۱۲ ماه از فروردین تا اسفند سال ۱۳۹۴ صورت گرفت، از تعداد ۱۲۵ نمونه پودر شیر خشک نوزادان که ۸۴ نمونه آن‌ها در مطالعه پیشین مشکوک به باسیلوس بود،<sup>۸</sup> جهت تایید و تعیین گونه‌های توکسین‌زای باسیلوس با استفاده از روش مولکولی در آزمایشگاه میکروبی‌شناسی مواد غذایی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران استفاده شد. ابتدا به منظور فعال شدن و شناسایی نهایی باسیلوس سرئوس، جدایه‌های مطالعه پیشین را روی محیط کشت اختصاصی باسیلوس سرئوس یعنی Mannitol Egg Yolk Polymyxin Agar (MYP Agar) برده و به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در  $30^{\circ}\text{C}$  انکوبه شدند. کلنی‌های بزرگ صورتی (عدم تخمیر مانیتول) با هاله‌ی رسوب‌دار (به دلیل تولید لستیناز) کلنی‌های مشکوک محسوب می‌شوند. سپس برای شناسایی باکتری‌های باسیلوس سرئوس و باسیلوس مایکوئیدس و باسیلوس تورنزنزیس از تست‌های بیوشیمیایی شامل تست کاتالاز، رشد در شرایط بی‌هوازی، رشد در  $5^{\circ}\text{C}$ ، تست لستیناز C، همولیز B در آگار خوندار با ۵٪ خون گوسفند، تست Methyl Red Voges Proskauer (MR-VP) Broth، حساسیت به پنی‌سیلین 10 IU و احیای نیترات استفاده شد.<sup>۸</sup> تمام محیط‌های به‌کار رفته از شرکت مرک (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) تهیه شده بودند.

نمونه مورد استفاده جهت واکنش زنجیره‌ای پلیمرز (PCR) کلنی تازه باکتری بود که بر روی محیط جامد بدون رنگ و یا محیط مایع کشت داده شده و ۱۸ تا ۲۴ ساعت بیشتر از انکوباسیون آن نگذشته باشد. سپس یک کلنی خالص از باکتری در محیط LB Agar کشت داده شد و پس از انکوباسیون، از کشت حاصله، رسوب تهیه کرده و

فرم اسهالی اغلب با گوشت یا غذاهای گیاهی حاوی آن پس از پخت در ارتباط است و علائم آن درد شکم، دل پیچه، مدفوع آبکی و اسهال شدید می‌باشد و بدون تب است. دوره کمون این مسمومیت ۱۶-۴ ساعت بوده و علائم ۲۴-۱۲ ساعت به طول می‌انجامد. عامل این مسمومیت اترتوکسین موجود در غذا بوده و یا بعد از صرف غذا در روده تولید می‌شود.<sup>۳</sup>

فرم استفراغی در محصولات و مواد غذایی آلوده، به‌عنوان مثال، شیر، برنج، ذرت، برنج سرخ شده و ماکارونی بیشتر دیده می‌شود و علائم آن تهوع، استفراغ و به‌ندرت اسهال می‌باشد که خود محدود شونده است. این علائم ۵-۱ ساعت پس از مصرف غذای آلوده ایجاد می‌گردد و بهبودی کامل ۲۴ ساعت طول می‌کشد.<sup>۴</sup>

مسمومیت غذایی باسیلوس سرئوس در طول سال و بدون هیچ گونه توزیع جغرافیایی خاص رخ می‌دهد. در صنایع غذایی اسپورهای باسیلوس سرئوس به‌طور ویژه‌ای در دسرساز هستند چون اسپور می‌تواند مقاوم به پاستوریزاسیون و پرتو گاما و یا خاصیت آب‌گریزی خود به سطوح متصل شود. شیر به‌عنوان یک تغذیه جهانی برای نوزادان در حال رشد محسوب می‌شود. در طی سال‌های گذشته در شیوه تغذیه کودکان تغییراتی پدید آمده است به‌طوری که بیشتر نوزادان پیش از رسیدن به سن یک ماهگی از شیر گرفته و به روش مصنوعی تغذیه می‌کنند.<sup>۶</sup>

سالانه نوزادان بسیاری به دلایلی از جمله سن نادرست بارداری مادر، عدم آگاهی مادر از اصول بهداشتی و غیره، نارس متولد می‌شوند. از این‌رو برای طی کردن و رسیدن مراحل تکامل و ایده‌آل در بخش مراقبت‌های ویژه نوزادان بستری می‌شوند. علاوه بر این در بخش مراقبت‌های ویژه نوزادان نوزادانی با یکسری بیماری‌ها و ناهنجاری‌ها هم بستری می‌گردند. عوامل مختلفی می‌توانند در بروز عفونت‌ها مثل ایجاد عفونت خونی نقش داشته باشد. یکی از مسایلی که به نظر می‌رسد ممکن است بتواند در بروز و یا گسترش عفونت‌های نوزادان موثر باشد، بحث تغذیه‌ی نوزادی است که مجبور به استفاده از شیر خشک هستند. نوزادان نارس یا دارای مشکلات زمینه‌ای به علت عدم بلوغ یا تکامل اندام‌هایشان از جمله دهان برای مکیدن شیر مادر، دستگاه گوارش آن‌ها برای داشتن آنزیم‌های مورد نیاز برای هضم شیر یا سایر آنزیم‌های دخیل در امر گوارش، نقص سیستم ایمنی و یا عدم داشتن شیر توسط مادر و سایر نوزادانی که

PCR با استفاده از فنول کلروفرم به استخراج ژنوم پرداخته شد. کیفیت و کمیت DNA استخراج شده با Spectrophotometer (CE 7250, Cecil Ltd., Cambridge, United Kingdom Instruments) مورد بررسی قرار گرفت. DNA استخراج شده در دمای  $20^{\circ}\text{C}$  برای استفاده بعدی فریز شد.<sup>۱۱</sup> Master Mix مورد استفاده جهت PCR در حجم  $25\ \mu\text{l}$  تهیه شد. غلظت نهایی هر یک از اجزاء PCR در واکنش شامل  $1/5$  میلی‌مولار  $\text{MgCl}_2$ ، بافر  $1\times$ ،  $0/2$  میلی‌مولار dNTP،  $0/25$  میلی‌مولار پرایمر Forward،  $0/25$  میلی‌مولار پرایمر Reverse،  $0/5$  یونیت آنزیم Taq پلیمرز و  $10\ \text{ng}$  DNA بود. توالی پرایمرهای مورد استفاده در این مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. ژن Internal transcribed spacer (ITS) برای تایید باسیلوس سرئوس مورد استفاده قرار گرفت. برنامه PCR شامل یک حرارت اولیه  $94^{\circ}\text{C}$  به مدت پنج دقیقه سپس  $35$  سیکل متشکل از حرارت  $94^{\circ}\text{C}$  به مدت  $30$  ثانیه،  $58^{\circ}\text{C}$  به مدت  $30$  ثانیه و  $72^{\circ}\text{C}$  به مدت  $30$  ثانیه بود. واکنش PCR در دستگاه ترموسایکلر انجام گرفت. از محصول PCR در ژل آگارز یک درصد الکتروفورز گردید و پس از رنگ‌آمیزی توسط اتیدیوم بروماید توسط دستگاه ژل داگ مشاهده گردید. در ابتدا PCR گرادیان برای ژن مورد نظر در بازه دمایی Annealing  $50^{\circ}\text{C}$  تا  $60^{\circ}\text{C}$  گذاشته شد که در نهایت به دمای اپتیمم  $52^{\circ}\text{C}$  رسیدیم. برنامه واکنش PCR برای ژن EM شامل یک حرارت اولیه  $94^{\circ}\text{C}$  به مدت پنج دقیقه سپس  $35$  سیکل متشکل از حرارت  $94^{\circ}\text{C}$  به مدت  $30$  ثانیه،  $58^{\circ}\text{C}$  به مدت  $30$  ثانیه و  $72^{\circ}\text{C}$  به مدت  $30$  ثانیه بود. واکنش PCR در دستگاه ترموسایکلر انجام گرفت. از

محصول PCR در ژل آگارز یک درصد الکتروفورز گردید و پس از رنگ‌آمیزی توسط اتیدیوم بروماید توسط دستگاه ژل داگ مشاهده گردید. در ابتدا PCR گرادیان برای ژن مورد نظر در بازه دمایی Annealing  $50^{\circ}\text{C}$  تا  $60^{\circ}\text{C}$  گذاشته شد که در نهایت به دمای اپتیمم  $52^{\circ}\text{C}$  رسیدیم. برنامه واکنش PCR برای ژن EM شامل یک حرارت اولیه  $94^{\circ}\text{C}$  به مدت پنج دقیقه سپس  $35$  سیکل متشکل از حرارت  $94^{\circ}\text{C}$  به مدت  $30$  ثانیه،  $58^{\circ}\text{C}$  به مدت  $30$  ثانیه و  $72^{\circ}\text{C}$  به مدت  $30$  ثانیه بود. واکنش PCR در دستگاه ترموسایکلر انجام گرفت. از

جدول ۱: پرایمرهای اختصاصی مورد استفاده جهت شناسایی باسیلوس سرئوس و فاکتورهای بیماری‌زای آن

اندازه (جفت باز)	توالی پرایمر (5'-3')	قطعه هدف
۱۸۵	5'- AAT TTG TAT GGG CCT ATA GCT CAG CT-3' 5'- TTT AAA ATA GCT TTT TGG TGG AGC CT-3'	ITS جهت شناسایی باسیلوس سرئوس
۵۷۳	5'- ATT ACA GGG TTA TTG GTT ACA GCA -3' 5'- GTA TTT CTT TCC CGC TTG CCT TTT -3'	EM انتروتوکسین، سندرم استفراغی
۴۷۵	5'- GTG CAG CAG CTG TAG GCG GT -3' 5'- AAT CTT GCT CCA TAC TCT CTT GGA TGC T -3'	NHE A همولیزین
۳۲۸	5'- GTG CAG CAG CTG TAG GCG GT -3' 5'- ATG TTT TTC CAG CTA TCT TTC GCA AT -3'	NHE B
۵۵۷	5- GCG GAT ATT GTA AAG AAT CAA AAT GAG GT -3' 5'- TTT CCA GCT ATC TTT CGC TGT ATG TAA AT -3'	NHE C

جدول ۲: دما و زمان مراحل مختلف PCR برای هر سه ژن مورد بررسی

دما ( $^{\circ}\text{C}$ )	زمان (ثانیه)	مرحله
۹۵	پنج دقیقه	واسرشت
۹۵	۳۰ ثانیه	واسرشت
۵۲-۵۸	۳۰ ثانیه	اتصال پرایمر
۷۲	۳۰ ثانیه	طول‌سازی
۷۲	۱۰ دقیقه	طول‌سازی نهایی

که از ۱۱۰ ایزوله فنوتیپی، ۱۰۱ ایزوله یعنی حدود ۹۱/۸۱٪ با استفاده از ژن ITS متعلق به گروه باسیلوس سرئوس بودند (شکل ۱). ژن‌های کمپلکس NHE که شامل nheA, nheB, nheC می‌شوند، از عوامل ایجادکننده انتروتوکسین عامل سندرم اسهالی می‌باشند. در مطالعه حاضر میزان شیوع این ژن‌ها در شیر خشک‌های مصرفی در بخش مراقبت‌های ویژه نوزادان ۵۳/۶۳٪ تعیین گردید. در این مطالعه ۵۹ نمونه از مجموع ۱۱۰ نمونه‌ی آلوده، واجد ژن‌های این کمپلکس بودند.

ژن EM کدکننده انتروتوکسین (سرئولید) عامل سندرم استفراغی ناشی از باسیلوس سرئوس می‌باشد. میزان شیوع آن در این ایزوله (۷۹٪) بود.

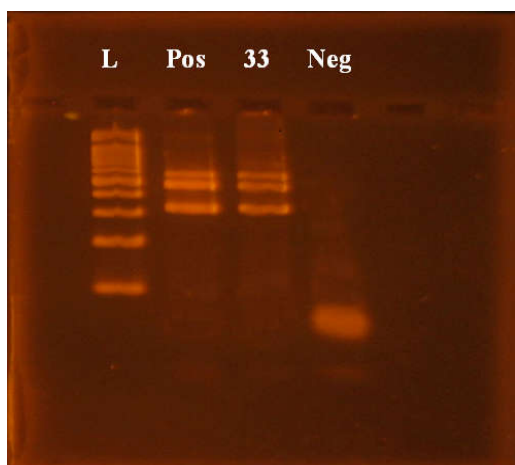
## بحث

در مطالعه حاضر که بر روی آلودگی شیر خشک‌های مصرفی به باکتری باسیلوس سرئوس و بررسی ایزوله‌های توکسین‌زای این باکتری در شیر خشک صورت گرفت، میزان آلودگی به باسیلوس سرئوس ۶۷/۲٪ مشاهده گردید. همچنین در مطالعه حاضر میزان شیوع ژن‌های NHE، ۵۳/۶۳٪ و ژن EM ۷۹٪ بود. Rahimifard و همکاران در سال ۱۳۸۶، باسیلوس سرئوس را در

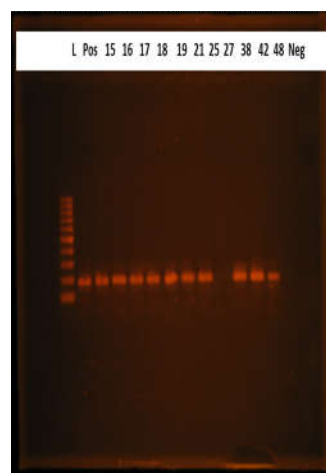
نمونه سوش استاندارد ۱۱۷۷۸ باسیلوس سرئوس به‌عنوان کنترل مثبت استفاده شد. در ابتدا PCR گراداینت برای ژن مورد نظر در بازه دمایی Annealing ۵۵°C تا ۶۵°C گذاشته شد که در نهایت دمای ۵۲°C انتخاب شد (جدول ۱). برنامه واکنش PCR برای این ژن‌ها شامل یک حرارت اولیه ۹۴°C به مدت پنج دقیقه سپس ۳۵ سیکل متشکل از حرارت ۹۴°C به مدت ۳۰ ثانیه، ۵۸°C به مدت ۳۰ ثانیه و ۷۲°C به مدت ۳۰ ثانیه بود. در ابتدا PCR گراداینت برای ژن‌های مورد نظر در بازه دمایی Annealing ۵۰°C تا ۶۰°C گذاشته شد که بهترین دما ۵۸°C انتخاب گردید. دما و زمان‌های سه مرحله PCR در جدول ۲ آورده شد.

## یافته‌ها

در این مطالعه از میان ۱۲۵ شیر خشک نوزاد، تعداد ۸۴ نمونه شیر خشک آلوده به باسیلوس تشخیص داده شد. از این تعداد شیر خشک آلوده، با استفاده از روش‌های فنوتیپی، ۱۱۰ جدایه گروه باسیلوس شناسایی شد، که شامل ۹۷ جدایه باسیلوس سرئوس (۸۸/۲٪)، پنج جدایه باسیلوس میکوتیدس (۴/۵٪) و سه جدایه باسیلوس مگاتریوم (۲/۸٪) و پنج جدایه هم نامشخص بود. بر روی همه نمونه‌های جداسازی شده PCR انجام شد. نتایج PCR نشان داد



شکل ۲: نتایج PCR بر روی ژن NHE باسیلوس سرئوس با سایز 475bp, 328bp. Line M: سایز مارکر 100bp. Line 3: کنترل مثبت، Line 5: کنترل منفی



شکل ۱: نتایج PCR بر روی ژن ITS باسیلوس سرئوس با سایز 185bp. Line M: سایز مارکر 100bp. Line 14: کنترل مثبت، Line 1: کنترل منفی

بود.<sup>۱۵</sup> همچنین Gitahi و همکارانش در تولیدات شیر و پنیر و برنج پخته وجود کمپلکس NHE را مطالعه کردند و از ۵۱ نمونه باسیلوس سرئوس جدا شده ۲۲٪ آلوده گزارش شد.<sup>۱۶</sup> در پژوهش Zhou و همکارانش وجود باکتری باسیلوس سرئوس در ۷۱/۴٪ از شیرهای پاستوریزه اعلام شد که از این میزان آلودگی، ۷۱/۱٪ دارای ژن‌های NHE بودند.<sup>۱۷</sup>

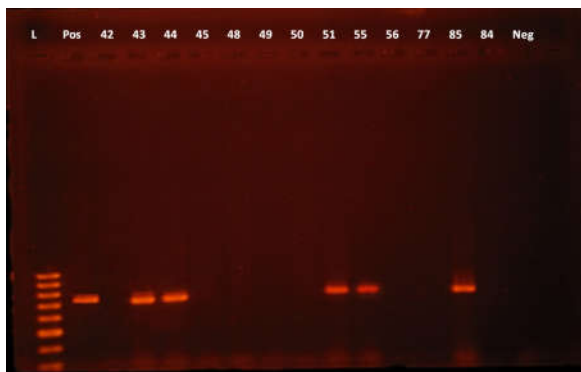
با توجه به این که سویا، شیر و افزودنی‌ها از مواد مهم تشکیل دهنده شیر خشک می‌باشند، تایید وجود باسیلوس سرئوس در آن‌ها می‌تواند دلیل محکمی برای آلودگی شیر خشک‌ها به این باکتری باشد.

Di Pinto و همکارانش از مجموع ۶۰ نمونه شیر خشک، ۱۱ نمونه را آلوده به باسیلوس تشخیص دادند.<sup>۱۸</sup> در این مطالعه برای ساخت رقت ۰/۱ از ۲۰ g نمونه در ۱۸۰ ml محیط غنی کننده MRD استفاده کردند و سپس از محیط کشت Polymyxin pyruvate egg- (PEMBA) برای انجام تست‌های بیوشیمیایی از API kit (BioMerieux, Lyon, France) استفاده کردند. این درصد متفاوت از حضور باسیلوس سرئوس در این مطالعه و مطالعه ما می‌تواند به علت کیفیت شیرهای خام مورد استفاده، متفاوت بودن شرایط اقلیمی و نظارت بالا بر روی کارخانه‌های تولیدی باشد. همچنین در این مطالعه در بین ایزوله‌های جدا شده باسیلوس میکروئیدس، باسیلوس لیکنی فرمیس و باسیلوس مگاتریوم هم همانند مطالعه ما دیده شد.

Logan در بررسی خود، باسیلوس میکروئیدس، باسیلوس مگاتریوم و باسیلوس لیکنی فرمیس را نیز از عوامل تولیدکننده توکسین‌های اسهالی و استفراغی در بیماری‌های منطقه از غذا معرفی کرد و خواستار توجه بیشتر روی این باکتری‌ها شد. Logan توانایی تولید توکسین‌های مشابه توسط این باکتری‌ها را نیز تایید کرد.<sup>۱۹</sup>

Reyers و همکارانش نیز با بررسی ۳۸۱ نمونه از انواع غذای کودکان مصرفی در برنامه تغذیه‌ای مدارس، میزان شیوع باسیلوس سرئوس در غذاهای کودکان بر پایه برنج و شیر ۶۲/۵٪ اعلام نمود که ۲۹/۸٪ آن‌ها انتروتوکسین nhe تولید کرده بودند.<sup>۱۰</sup>

در مطالعه حاضر نیز میزان حضور باسیلوس سرئوس ۶۷/۴٪ بود که مشابه مطالعه‌ی Reyers در نیلی بوده است که در آن، همانند مطالعه حاضر از محیط MYP برای شناسایی باسیلوس سرئوس



شکل ۳: نتایج PCR بر روی ژن EM باسیلوس سرئوس با سایز ۶۳۵bp. Line M: سایز مارکر ۱۰۰bp، Line 1: کنترل مثبت، Line 14: کنترل منفی

شیر خشک نوزادان بررسی کردند و از ۶۰ نمونه‌ی بررسی شده، ۱۵ نمونه بالاتر از حد مجاز معرفی گردید.<sup>۱۲</sup> برای آماده‌سازی نمونه‌ها از ۱۰ g نمونه در ۹۰ ml رینگر استفاده کردند و سپس با استفاده از محیط Phenol Red Mannitol Agar به بررسی وجود باسیلوس سرئوس پرداختند. این در حالی است که در مطالعه ما از روش استاندارد (۲۵ g در ۲۲۵ ml) برای آماده‌سازی شیر خشک‌ها استفاده شد و برای کشت، محیط اختصاصی باسیلوس سرئوس (MYP) به کار گرفته شد. در مطالعه دیگری Rahimifard و همکارانش بر روی ۲۰۰ غذای کودک بررسی انجام دادند که ۸۴ نمونه از آن (۴۲٪) آلودگی را نشان دادند و میزان شیوع ژن عامل توکسین استفراغی را ۶۱/۹٪ و ژن‌های NHE را ۵۱/۱۹٪ اعلام کردند.<sup>۱۳</sup> در حالی که در مطالعه ما میزان شیوع ژن EM و NHE به ترتیب ۷۹٪ و ۵۳/۶۳٪ بود و از مشابهت بالایی برخوردار بود.

Moradi-Khatoonabadi و همکارانش در مطالعه‌ای که بر روی شیر خام دریافتی کارخانه‌های تولیدکننده پنیرهای فرآپالایش در گرگان انجام شد، نشان دادند فرایند پاستوریزاسیون در حذف باسیلوس سرئوس چندان موفق نبوده و این باکتری در محصولات لبنی پاستوریزه هم وجود دارد.<sup>۱۴</sup> همچنین Ankolekar و همکاران ۸۳ باسیلوس سرئوس را از مجموع ۹۴ نمونه (۸۸/۳٪) باسیلوس سرئوس را از برنج جداسازی کردند که ۸۹٪ موارد جدا شده شامل ژن NHE

تنها منبع مغذی در طول دوران رشد در کودکان باعث اهمیت و توجه بیشتر به کیفیت شیر خشک‌های مصرفی و ارزیابی سلامت در آنها شده است. از این رو مطالعات گسترده بر روی نمونه‌های شیر خشک مصرفی نوزادان به ویژه در بخش مراقبت‌های ویژه نوزادان که نوزادان بستری در این بخش معمولاً دارای فاکتورهای خطر متعدد (ضعف ایمنی، کاهش وزن، تولد پیش از موعد، بیماری‌های زمینه‌ای تضعیف‌کننده سیستم ایمنی) می‌باشند، از نظر ارگانسیم‌های پاتوژن فرصت‌طلب دارای اهمیت زیادی است و می‌تواند به عنوان موضوعی مهم در دستور کار بررسی‌کنندگان آلودگی‌های پودرهای شیر خشک و همچنین دیگر مواد غذایی قرار گیرد.<sup>۲۱</sup>

اجرای دقیق‌تر برنامه‌های کنترل کیفی و ارائه پروتکل‌های جدیدتر در جهت بررسی مواد غذایی مختلف از جمله شیر خشک از نظر آلودگی به جدایه‌های دارای ژن بیماری‌زا بسیار حایز اهمیت است. با توجه به فرصت طلب بودن *باسیلوس سرئوس* و همچنین گسترش استفاده از شیر خشک در جوامع امروزی، لازم است توجه ویژه‌ای به کنترل کیفیت شیر خشک‌های وارداتی و نظارت دقیق بر کارخانه‌های تولیدی این محصول، صورت گیرد.

داده‌های این مطالعه نشان داد که نزدیک به ۸۰٪ از جدایه‌های *باسیلوس سرئوس* دارای ژن مرتبط با استفراغ هستند در نتیجه بیان‌کننده قدرت بیماری‌زایی بالای این سویه‌ها است. وجود حتی تعداد اندک این سویه‌های بیماری‌زا یعنی کمتر از میزان مجاز تعریف شده در مواد غذایی، می‌تواند مشکل‌ساز باشد.

سپاسگزارى: این مقاله نتیجه بخشی از طرح تحقیقاتی مصوب مرکز تحقیقات میکروبیولوژی مواد غذایی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران به شماره قرارداد ۲۱۹۰۸ می‌باشد.

استفاده شده است. همچنین میزان شیوع انتروتوکسین NHE در این مطالعه ۵۳/۶ بود که این تفاوت ممکن است به علت تفاوت در مواد پایه در تولید شیر خشک و غذای کودکان باشد.

Tunio و همکارانش ۲۱ نمونه‌ی شیر خشک از لحاظ آلودگی میکروبی مورد بررسی قرار دادند که پنج نمونه آلوده به *باسیلوس سرئوس* و نمونه‌های دیگر آلوده به *استافیلوکوکوس اورئوس* و *انتروباکتر ساکازاکی* بود.<sup>۲۰</sup> پژوهش Deeb نیز ۵۶/۹٪ آلودگی را در شیر خشک نشان داد<sup>۲۱</sup> که همانند مطالعه‌ی ما از ۲۵ g نمونه در ۲۲۵ ml آب پیتونه استفاده شده بود و همچنین دو ایزوله *باسیلوس میکوتیدس* و ۵ ایزوله *باسیلوس لیکنی فرمیس* و ۱ ایزوله *باسیلوس سوبتیلیس* جداسازی شده بود که با پنج نمونه *باسیلوس میکوتیدس* در مطالعه‌ی حاضر همخوانی داشت.

در مطالعه Naranjo و همکاران طی یک مسمومیت غذایی، یک مرد ۲۰ ساله پس از مصرف ماکارونی آلوده به *باسیلوس سرئوس*، درگذشت. در آن مطالعه سطح بسیار بالایی از سرئولید (*Cereulide*) به میزان ۱۴/۸ µg/g در ماکارونی یافت شد.<sup>۲۲</sup> از آنجایی که فلور میکروبی روده نوزادان کامل نبوده و امکان تکثیر این باکتری با توجه به شرایط اقلیمی متفاوت در کشور ما و تهیه و نگهداری نادرست شیر خشک وجود دارد، لازم است محدودیت‌های بیشتری در این مورد اعمال شود. انواعی از پاتوژن‌های فرصت‌طلب می‌توانند از مسیرهای مختلف از جمله مواد غذایی به جامعه انسانی و محیط‌های بیمارستانی راه یافته و فاکتورهای ویروالانس و مقاومت‌های آنتی‌بیوتیکی را از دیگر باکتری‌های بالقوه مقاوم و بیماری‌زا موجود در محیط‌های بیمارستانی کسب کنند.<sup>۲۳-۲۵</sup> تغییر شیوه تغذیه در نوزادان در سال‌های اخیر و روند رو به رشد استفاده از شیر خشک به‌عنوان

## References

- Vilas-Bôas GT, Peruca AP, Arantes OM. Biology and taxonomy of *Bacillus cereus*, *Bacillus anthracis*, and *Bacillus thuringiensis*. *Can J Microbiol* 2007;53(6):673-87.
- Callegan MC, Booth MC, Jett BD, Gilmore MS. Pathogenesis of gram-positive bacterial endophthalmitis. *Infect Immun* 1999;67(7):3348-56.
- Rosenquist H, Smidt L, Andersen SR, Jensen GB, Wilcks A. Occurrence and significance of *Bacillus cereus* and *Bacillus thuringiensis* in ready-to-eat food. *FEMS Microbiol Lett* 2005;250(1):129-36.
- Stenfors Arnesen LP, Fagerlund A, Granum PE. From soil to gut: *Bacillus cereus* and its food poisoning toxins. *FEMS Microbiol Rev* 2008;32(4):579-606.
- Askarizade N, Pourzakariya Z, Najafpoor A. Fluoride content of packaged milk and infant formulas in Tehran. *Res Dent Sci* 2014;11(2):108-11.
- Mullane NR, Drudy D, Whyte P, O'mahony M, Scannell AGM, Wall PG, et al. Enterobacter sakazakii: biological properties and significance in dried infant milk formula (IMF) powder. *Int J Dairy Tech* 2006;59(2):102-11.

7. Mardaneh J, Soltan Dallal MM. Isolation, identification and antimicrobial susceptibility of Pantoea (Enterobacter) agglomerans isolated from consumed powdered infant formula milk (PIF) in NICU ward: First report from Iran. *Iran J Microbiol* 2013;5(3):263-267.
8. Soltan Dallal MM, Nezamabadi S, Sharifi Yazdi MK, Mardaneh J, Taheripoor M. To determine the frequency of Bacillus cereus in powdered milk infant formula consuming in Neonatal Intensive Care Unit (NICU) in Tehran Hospitals in 2013-14. *Iran South Med J* 2017;19(6):982-8.
9. Reyes JE, Bastías JM, Gutiérrez MR, Rodríguez Mde L. Prevalence of Bacillus cereus in dried milk products used by Chilean School Feeding Program. *Food Microbiol* 2007;24(1):1-6.
10. Wong HC, Chang M, Fan J. Incidence and characterization of Bacillus cereus isolates contaminating dairy products. *Appl Environ Microbiol* 1988;54(3):699-702.
11. Ombui JN, Gitahi JN, Gicheru MM. Direct detection of Bacillus cereus enterotoxin genes in food by multiplex polymerase chain reaction. *Int J Integr Biol* 2008;2(3):172-81.
12. Rahimifard N, Fatholahzadeh B, Noory Z, Saadati S, Zavar M, Pirouz B, et al. Bacillus cereus contamination in infant formula: a study in food and drug control laboratory. *Tehran Univ Med J* 2007;65(8):64-8.
13. Rahimi E, Abdos F, Momtaz H, Torki Baghbadorani Z, Jalali M. Bacillus cereus in infant Foods: Prevalence study and distribution of enterotoxigenic virulence factors in Isfahan Province, Iran. *Sci World J* 2013; 2013:292571.
14. Moradi-Khatoonabadi Z, Maghsoudlou Y, Ezzatpanah H, Khomeiri M, Aminafshar M. Occurrence of Bacillus cereus in raw milk receiving from UF-Feta Cheese Plants. *Iranian J Health Environ* 2013;6(4):545-57.
15. Ankolekar C, Rahmati T, Labbé RG. Detection of toxigenic Bacillus cereus and Bacillus thuringiensis spores in U.S. rice. *Int J Food Microbiol* 2009;128(3):460-6.
16. Gitahi NJ, Ombui JN, Nduati DW, Gicheru MM. Genetic characterization of food borne Bacillus cereus strains from milk, cheese and rice by multiplex PCR assay. *Int J Integr Biol* 2009;5(2):82-6.
17. Zhou G, Liu H, He J, Yuan Y, Yuan Z. The occurrence of Bacillus cereus, B. thuringiensis and B. mycoides in Chinese pasteurized full fat milk. *Int J Food Microbiol* 2008;121(2):195-200.
18. Di Pinto A, Bonerba E, Bozzo G, Ceci E, Terio V, Tantillo G. Occurrence of potentially enterotoxigenic Bacillus cereus in infant milk powder. *Eur Food Res Techno* 2013;237(2):275-9.
19. Logan NA. Bacillus and relatives in foodborne illness. *J Appl Microbiol* 2012;112(3):417-29.
20. Tunio SA, Bano S, Jatt AN, Mal S, Naem M, Naem A, et al. Evaluation of Bacterial Contamination of Powdered Food Products, Pakistan. *Sindeh Univ Res J* 2013;45(1):53-8.
21. Deeb A, Al-Hawary I, Shahine D. Bacteriological investigation on milk powder in the Egyptian market with emphasis on its safety. *Glob Vet* 2010;4(5):424-33.
22. Naranjo M, Denayer S, Botteldoorn N, Delbrassinne L, Veys J, Waegenaere J, et al. Sudden death of a young adult associated with Bacillus cereus food poisoning. *J Clin Microbiol* 2011;49(12):4379-81.
23. Mardaneh J, Soltan Dallal MM. Isolation and Identification Enterobacter asburiae from Consumed Powdered Infant Formula Milk (PIF) in the Neonatal Intensive Care Unit (NICU). *Acta Med Iran* 2016;54(1):39-43.
24. Anvarinejad M, Amin Shahidi M, Pouladfar GR, Dehyadegari MA, Mardaneh J. Campylobacter jejuni bacteremia in a patient with acute lymphocytic leukemia. *Iran Red Crescent Med J* 2016;18(6):e23992.
25. Mardaneh J, Soltan Dallal MM, Taheripoor M, Rajabi Z. Isolation, identification and antimicrobial susceptibility pattern of Tatumella ptyseos strains isolated from powdered infant formula milk consumed in Neonatal Intensive Care Unit: First Report from Iran. *Jundishapur J Microbiol* 2014;7(6):e10608.

## Detection of toxigenic bacillus cereus strains in powdered infant formula (PIF) milk by PCR assay

### Abstract

Received: 13 Dec. 2016 Revised: 08 Jun. 2017 Accepted: 20 Jun. 2017 Available online: 21 Jun. 2017

Mohammad Mehdi Soltan Dallal Ph.D.<sup>1,2\*</sup>  
Shirin Nezamabadi M.Sc.<sup>1,3</sup>  
Jalal Mardaneh Ph.D.<sup>4</sup>  
Zahra Rajabi M.Sc.<sup>2</sup>  
Abolfazl Sirdani M.Sc.<sup>3</sup>

1- Department of Pathobiology, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

2- Food Microbiology Research Center, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

3- Food and Hygiene Control Laboratory, Deputy of Food and Drug, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran.

4- Department of Microbiology, School of Medicine, Gonabad University of Medical Sciences, Gonabad, Iran.

\* Corresponding author: Food Microbiology Research Center, Tehran University of Medical Sciences, Keshavarz Blvd., Qods St., Poorsina St., Tehran, Iran.  
Tel: +98-21-88992971  
E-mail: msoltandallal@gmail.com

**Background:** In recent years, use of powdered infant formula (PIF) milk for neonates feed is increasing; therefore, the quality control (QC) of PIF products is very important. The aim of present study was detection of toxigenic *Bacillus cereus* species in PIF milk using PCR assay.

**Methods:** The cross-sectional study was carried out on 125 samples of powdered infant formula milk (PIF) purchased between March 2015 and April 2016 in Department of Pathobiology, School of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran. Briefly, 0.1 dilutions were prepared and inoculated on *Bacillus cereus* selective media (MYP) and incubated at 30 °C for 24 hours. The suspicious colonies were verified using biochemical tests based on standard methods. Final confirmation of studied isolates was carried out by ITS gene detection using polymerase chain reaction (PCR) assay. Presence of nonhemolytic enterotoxin (NHE) (linked to diarrhoea syndrome) and emetic toxin (EM) (linked to emetic syndrome) virulence genes were investigated using polymerase chain reaction assay.

**Results:** In this study, of 125 PIF samples, 84 (67.2%) were contaminated. Of various recovered bacteria from these samples, 110 bacterial isolates were suspected to be *Bacillus* spp. using phenotypic methods. The ITS PCR results showed that 91.8% of the isolates were *B. cereus*. Respectively, 53.63 and 79% of *B. cereus* isolates possessed NHE and EM virulence genes.

**Conclusion:** Our data revealed that near 80% of *Bacillus cereus* isolates have emetic toxin (EM) gene, as result virulence potency of this isolates is very high. However, the low number of this organisms in foods is very important and food safety protocols for these opportunistic toxigenic bacteria should be revised. Since the pasteurization process is ineffective on *B. cereus* spores; therefore, spores can remain in PIF milk and the vegetative bacterial cells can cause food poisoning in neonates. Therefore, modification of foods quality control protocols is essential in order to identify virulence genes in this bacterium.

**Keywords:** bacillus cereus, cross-sectional studies, infants, infant formula, molecular method, polymerase chain reaction, virulence.