شناسایی گونه‌های میکروبی هوازی تجزیه‌کننده بی‌فنیل‌های چند کلره (PCBs)

بی‌بی فاطمه نبوی[۱]، فهیمه تیموری[۲]، محمدمهدی امین[۳]، مریم حاتم‌زاده[۴]، مهناز نیک‌آئین[۵]

چکیده

مقدمه: بی‌فنیل‌های چند کلره PCBs (Polychlorinated biphenyl)، گروهی از ترکیبات آروماتیک مصنوعی هستند که شامل دو حلقه بنزن و دارای یک تا ده اتم کلر هستند. وجود این ترکیبات در محیط‌زیست به دلیل سمیت، پایداری و همچنین خاصیت تجمع بیولوژیکی برای سلامتی مخاطره آمیز است و بایستی قبل از تخلیه به محیط‌زیست تصفیه شوند چرا که باعث آلودگی آب، خاک و هوا خواهند شد. تجزیه میکروبی PCBs به عنوان یکی از روش‌های مقرون به صرفه و کارامد برای حذف این ترکیبات از محیط مورد توجه است. هدف از این مطالعه شناسایی گونه‌های میکروبی هوازی تجزیه‌کننده PCBs می‌باشد.

روش‌ها: این مطالعه با استفاده از راکتور SBBR (Sequencing batch biofilm reactor) در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد. داخل راکتور از فوم (Polyurethane) به عنوان مدیا استفاده شد. فاضلاب سنتتیک مورد استفاده جهت تغذیه راکتور شامل سوبستره کمکی (استون به عنوان حلال برای ترکیب PCBs)، سوبستره اصلی شامل روغن ترانسفورماتور حاوی PCBs به عنوان منبع کربن و همچنین میکروالمنت‌ها بود. پس از دستیابی به جمعیت میکروبی کافی و گذراندن مراحل سازگاری میکروارگانیسم‌ها با ترکیبات PCBs، مراحل شناسایی گونه‌های میکروبی تجزیه‌کننده PCBs با تعیین توالی ژن 16SrRNA باکتری‌های جداسازی شده انجام شد.

یافته‌ها: تعیین توالی ژنی باکتری‌های جداسازی شده نشان داد که گونه‌های Rhodococcus، Pseudomonas، Pseudoxanthomonas، Agromyces و Brevibacillus باکتری‌های غالب تجزیه‌کننده ترکیبات PCBs در مطالعه حاضر هستند.

نتیجه‌گیری: ترکیبات PCBs با وجود دارا بودن خواص پایداری شیمیایی و سمیت می‌توانند توسط بعضی از میکروارگانیسم‌ها تحت شرایط هوازی یا بی‌هوازی تجزیه شوند و یا حداقل به کانجنرهای دارای کلر کمتر تبدیل شوند. بر اساس نتایج، پنج گونه باکتریایی که توانایی تجزیه روغن‌های ترانسفورماتور حاوی ترکیبات PCB را دارا هستند، شناسایی گردیدند.

واژه‌های کلیدی: PCBs، تجزیه بیولوژیکی، هوازی، باکتری

نوع مقاله: *تحقیقی*

دریافت مقاله: ۹۰/۹/۱۱ *پذیرش مقاله: ۹۰/۱۱/۱۴*

---

* این مقاله حاصل پایان نامه دانشجویی در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط‌زیست، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۲- کارشناسی ارشد، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۳- استادیار، گروه بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۴- کارشناس، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران

۵- دانشیار، گروه بهداشت محیط، مرکز تحقیقات محیط‌زیست، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران (نویسنده مسؤول)

Email: nikaeen@hlth.mui.ac.ir

مقدمه

بی‌فنیل‌های چند کلره PCBs (Polychlorinated biphenyl)، گروهی از ترکیبات آروماتیک مصنوعی هستند و شامل دو حلقه بنزن و دارای یک تا ده اتم کلر هستند. PCBs متشکل از یک خانواده ۲۰۹ عضوی که از نظر تعداد و موقعیت کلر متفاوت هستند (۱). نقطه اشتعال آن‌ها ۲۰۰-۱۴۰ درجه سانتیگراد است. حلالیت بسیار کمی در آب دارند اما در روغن‌ها و چربی‌ها محلول هستند (۲). PCBs به دلیل پایداری فیزیکی و شیمیایی به طور وسیعی در روغن ترانسفورماتور، مایع دی‌الکتریک، سیالات هیدرولیکی، مبدل‌های حرارتی، مواد ضد حریق، مواد نرم‌کننده و ... مورد استفاده قرار می‌گیرند (۳). به دلیل پایداری شیمیایی زیاد و فراریت نسبی، تولید و استفاده از PCBs از سال ۱۹۷۹ در ایالات متحده ممنوع شده است. PCBs به دلیل دارا بودن خصوصیات فوق به راحتی در محیط منتشر می‌شود و امروزه در هر بخش از اکوسیستم از جمله هوا، آب، خاک، رسوبات و ارگانیسم‌های زنده تشخیص داده شده است. PCBs فوق‌العاده آب‌گریز هستند و تجمع بیولوژیکی آن‌ها در زنجیره غذایی، تهدیدی برای سلامت انسان‌ها و حیوانات محسوب می‌شود (۴). مطالعات انجام شده روی حیوانات نشان داد که PCBs سرطان‌زا هستند. مصرف کوتاه مدت غذاهای حاوی PCBs در حیوانات منجر به آسیب‌های کبدی و مرگ در آن‌ها گردید. این ترکیبات در حیوانات و انسان‌ها از طریق پوست، شش‌ها و لوله گوارش جذب می‌شود. PCBs پس از ورود به بدن از طریق خون به کبد، ماهیچه‌های مختلف و بافت چربی منتقل می‌شود و در آن جا تجمع می‌یابد (۲). در انسان، PCBs می‌توانند باعث سرطان‌زایی و یا تحریک سیستم ایمنی شوند و یا باعث نقص مادرزادی شوند (۵).

مطالعات اپیدمیولوژیکی روی کارگرانی که در تماس با PCBs بودند، نشان داد که تماس با این آلاینده منجر به ایجاد سرطان کبد و تومور بدخیم پوست گردید (۲). تحقیقات همچنین نشان دادند که مواجهه با غلظت‌های زیاد PCBs باعث اثرات حاد خطرناکی مانند آسیب کبدی، بیماری‌های پوستی و اثرات کوتاه مدت غیرسرطانی مانند کم شدن وزن بدن، کاهش عملکرد سیستم ایمنی و آسیب به سیستم اعصاب مرکزی می‌شود (۱). به دلایل ذکر شده، سرنوشت زیست‌محیطی و تجزیه‌پذیری این ترکیبات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۶). فاضلاب صنایعی که حاوی ترکیبات آلی و پایداری مانند PCBs، PAHs و یا حشره‌کش‌ها هستند، بایستی قبل از تخلیه به محیطزیست تصفیه شوند چرا که باعث آلودگی آب‌ها، رودخانه‌ها، خاک و هوا خواهند شد (۷). فرایندهای فیزیک و شیمیایی مانند سوزاندن، تجزیه نوری، هالوژن‌زدایی احیایی در حضور فلزات یا بازهای قوی برای ترکیبات PCB به خصوص زمانی که همراه با آلاینده دیگری مانند روغن هستند، مناسب نمی‌باشد (۸). سوزاندن روشی استاندارد برای تجزیه PCBs است ولی فقط برای حذف PCBs از خاک و رسوبات پیشنهاد می‌شود (۱). فرایندهای بیوتکنولوژی و استفاده از میکروارگانیسم‌ها نیز روش مناسبی برای حذف آلودگی این ترکیبات می‌باشد (۹، ۸). تجزیه میکروبی PCBs به عنوان یکی از روش‌های مقرون به صرفه و کارامد برای حذف این آلاینده‌ها از محیط (Bioremediation) مورد توجه قرار گرفته است (۱۰، ۱). مطالعات در مورد تجزیه بیولوژیکی PCBs نشان داد که این ترکیبات می‌توانند به موادی با سمیت کمتر یا مواد معدنی تبدیل شوند (۲). باکتری‌ها نقش اساسی در حذف ترکیبات آلی مانند PCBs، PAHs از محیط را بر عهده دارند (۱۱).

تجزیه میکروبی PCBs توسط میکروارگانیسم‌ها به دو روش تجزیه هوازی توسط باکتری‌های هوازی و هالوژن‌زدایی احیایی توسط ارگانیسم‌های بی‌هوازی صورت می‌گیرد (۱۲). چندین میکروارگانیسم که می‌توانند PCBs، ترجیحاً کانجنرهای با کلر پایین را به صورت هوازی تجزیه کنند، جداسازی و شناسایی شدند. این ارگانیسم‌ها از طریق مسیر شناخته شده ۳,۲-دی‌اکسیژناز وارد عمل می‌شوند و کانجنرهای PCBs را به اسید کلروبنزوئیک تبدیل می‌کنند (۹). در مطالعه‌ای که توسط Fedi و همکاران انجام شد، باکتری‌های سودوموناس و رودوکوکوس به عنوان باکتری‌های غالب تجزیه‌کننده PCBs معرفی شدند (۱۳). هدف از این

www.mui.ac.ir

مطالعه شناسایی گونه‌های میکروبی تجزیه‌کننده PCBs موجود در روغن ترانسفورماتور می‌باشد.

روش‌ها

راه‌اندازی و آداپتاسیون

این مطالعه با استفاده از یک راکتور SBBR (Sequencing batch biofilm reactor) در مقیاس آزمایشگاهی انجام شد. در این مطالعه از فوم (Polyurethane) به عنوان مدیا جهت تشکیل بیوفیلم استفاده شد. در شروع راه‌اندازی محتویات خاک و لجنی که فرایند آداپتاسیون بر روی آن‌ها صورت گرفته بود، به راکتور اضافه شد. همچنین ۱۰ درصد حجم راکتور از لجن برگشتی حوض هوادهی فرایند لجن فعال تصفیه‌خانه فاضلاب جنوب اصفهان پر شد. فاضلاب سنتتیک مورد استفاده جهت تغذیه راکتور شامل سوبستره کمکی (استون به عنوان حلال برای ترکیب PCBs)، سوبستره اصلی شامل روغن ترانسفورماتور حاوی PCBs به عنوان منبع کربن (غلظت PCBs در روغن با توجه به آنالیزهای انجام گرفته توسط دستگاه کروماتوگرافی گازی، حدود ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود) و میکروالمنت‌ها بود. عناصر مورد نیاز شامل NH_4Cl ۰/۱۶ g/L، K_2HPO_4 ۰/۵۸ g/L، KH_2PO_4 ۰/۲۳ g/L، ۰/۰۹ g/L $MgSO_4.7H_2O$، $CaCl_2.2H_2O$ ۰/۰۷ g/L و عناصر کم مقدار به میزان یک میلی‌لیتر به ازای هر لیتر فاضلاب (۱/۵ g/L $FeCl_3.6H_2O$، ۰/۱۵ g/L H_3BO_3، ۰/۰۳ g/L $CuSO_4.5H_2O$، ۰/۰۳ g/L KI، ۰/۱۲ g/L $MnCl_2.4H_2O$، ۰/۰۶ g/L $Na_2MoO_4.2H_2O$، ۰/۱۲ g/L $ZnSO_4.7H_2O$ و ۰/۱۵ g/L $CoCl_2.6H_2O$) بود (۱۴). پس از دستیابی به جمعیت میکروبی کافی و گذراندن مراحل سازگاری میکروارگانیسم‌ها با ترکیبات PCBs و رسیدن به حداکثر راندمان، مراحل شناسایی گونه‌های میکروبی تجزیه‌کننده PCBs آغاز شد.

آماده‌سازی محیط کشت

ترکیب محیط کشت مشابه ترکیب نوترینت‌های ورودی به راکتورها بود که مقدار ۱۵ گرم در لیتر آگار به محیط اضافه شد و توسط حرارت مخلوط گردید. پس از اتوکلاو و رسیدن دمای محیط کشت به حدود ۵۰ درجه سانتیگراد، ترکیب PCB به محیط کشت اضافه و قبل از سفت شدن وارد پلیت‌ها شد (۱۶، ۱۵).

شناسایی جمعیت میکروبی

نمونه‌های بیوفیلم از طریق جداسازی بیومس از حامل‌های بیولوژیکی جمع‌آوری شد و توسط ورتکس در آب استریل به مدت ۵ دقیقه همگن گردید. سپس باکتری‌های بیوفیلم روی آگار حاوی فاضلاب سنتتیک کشت داده شد و در انکوباتور ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۷-۲ روز قرار داده شد. پس از رشد، باکتری‌ها بر اساس شکل ظاهری کلنی، شناسایی و جداسازی گردید. سپس رنگ‌آمیزی گرم بر روی ایزوله‌های باکتریایی انجام شد. کلنی‌های متمایز در ۱۰۰ میکرولیتر آب مقطر دیونیزه حل شدند و استخراج DNA از طریق جوشاندن به مدت ۱۵ دقیقه و سانتریفوژ با ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۵ دقیقه انجام شد. مایع رویی برای انجام PCR جهت تکثیر ژن16SrRNA با به کار بردن پرایمرهای Eubac27F(5'-AGA-GTT-TGA-TCC-TGG-CTC-A-<G>-3') و 1429R1(5'-TAC-GGY-TAC-CTT-GTT-ACG-ACT-<T>-3') استفاده شد. حجم نهایی محلول آماده‌سازی شده برای واکنش PCR، ۵۰ میکرولیتر شامل بافر با غلظت 1X، dNTP با غلظت ۰/۲ میلی‌مولار، هر کدام از پرایمرها با غلظت ۰/۲ میکرومولار، ۲ واحد Taq DNA polymerase و ۲ میکرولیتر DNA الگو بود. برنامه PCR به منظور تشخیص باکتری‌های تجزیه‌کننده PCBs در جدول ۱ آورده شده است. جهت تشخیص و بررسی محصولات PCR، عمل الکتروفورز بر روی ژل آگاروز ۱/۵ درصد انجام گرفت. برای مشاهده حرکت DNA روی ژل از دستگاه آشکارساز UV استفاده شد. در نهایت پس از الکتروفورز، نمونه‌های دارای باندهای کاملاً مشخص برای انجام تعیین توالی ژن 16SrRNA مورد استفاده قرار گرفتند. باکتری‌های ایزوله شده توسط مقایسه توالی‌های ژن RNA ریبوزومی با توالی‌های شناخته شده با استفاده از GenBank برنامه جستجوی Blast شناسایی شدند.

www.mui.ac.ir

جدول ۱: برنامه PCR به منظور تشخیص عمومی باکتری‌های تجزیه‌کننده PCBs (Polychlorinated biphenyl)

درجه حرارت	زمان	تقسیمات فرعی مرحله	تعداد مرحله و سیکل‌ها
۹۵ °C	۵ min	Pre-Denaturation	Step 1 (1 Cycle)
۹۴ °C	۴۵ S	Denaturation	
۵۵ °C	۱ min	Annealing	Step 2 (25-30 Cycle)
۷۲ °C	۱/۳۰ min	Extention	
۷۲ °C	۵ min	Final Extention	Step 3 (1 Cycle)
۴ °C	۳ min	Cooling	Step 4 (1 Cycle)

جدول ۲: مشخصات باکتری‌های جداسازی شده تجزیه‌کننده PCBs

شماره سویه	مشخصات کلنی	شکل میکروسکوپی	رنگ‌آمیزی گرم
S۱	کلنی‌های بزرگ شیری موکوئیدی	باسیل	گرم مثبت
S۲	کلنی بسیار ریز شیری	کوکسی	گرم مثبت
S۳	کلنی‌های سفید ریز و خشک	باسیل	گرم مثبت
S۴	کلنی‌های درشت قهوه‌ای کم‌رنگ	کوکوباسیل	گرم منفی
S۵	کلنی‌های درشت موکوئیدی شیری	کوکوباسیل	گرم منفی
S۶	کلنی‌های متوسط پوست پیازی	کوکسی	گرم مثبت
S۷	کلنی‌های کاملاً موکوئیدی	کوکوباسیل	گرم مثبت

جدول ۳: نتایج تعیین توالی ژنی باکتری‌های تجزیه‌کننده PCBs (Polychlorinated biphenyl)

شماره دسترسی در بانک ژن	میزان شباهت (درصد)	ارگانیسم دارای بیشترین شباهت	ایزوله
HE ۵۸۶۳۲۳-۱	۹۷	Brevibacillus	S۱ , S۳ ,S۷
EU ۲۶۰۰۹۰-۱	۹۷	Agromyces	S۲
EU۰۲۵۱۳۱-۱	۹۸	Pseudoxanthomonas	S۴
EU ۷۸۴۸۴۵-۱	۹۷	Pseudomonas	S۵
FJ ۵۹۴۴۶۰-۱	۹۸	Rhodococcus	S۷

یافته‌ها

با توجه به مشخصات ظاهری، حدود ۷ سویه متفاوت از باکتری‌های رشد یافته بر روی محیط PCBs آگار ایزوله گردید که مشخصات آن‌ها در جدول ۲ آورده شده است.

نتایج حاصل از تعیین توالی ژن 16SrRNA باکتری‌های جداسازی شده در جدول ۳ ارایه شده است. همان گونه که در جدول مشخص است در نهایت ۵ گونه باکتریایی که توانایی تجزیه PCB را دارا بودند، شناسایی شدند.

بحث

ابتدا Furukawa تجزیه میکروبی PCBs را بررسی کرد و تعداد محدودی از باکتری‌های تجزیه‌کننده آن‌ها را شناسایی کرد (۳). با وجود پایداری شیمیایی و سمیت PCBs، میکروارگانیسم‌هایی شناسایی شدند که قادرند PCBs را تحت شرایط هوازی تجزیه کنند و یا حداقل به کانجنرهای دارای کلر کمتر تبدیل کنند. بیشتر این ارگانیسم‌ها یا باکتری‌های گرم منفی مانند Pseudomonas، Sphingomonas، Achromobacter، Alcaligenes، Comamonas و Ralstonia و یا گرم مثبت مانند

www.mui.ac.ir

Corynebacterium، Rodococcus و Bacillus هستند (۱۲، ۵). به هر حال، باکتری‌های هوازی تجزیه‌کننده بی‌فنیل به سختی به PCBs دارای کلر بالا حمله می‌کنند، اما PCBs دارای کلر کمتر را راحت‌تر تجزیه می‌کنند. از نظر تئوری، تجزیه بیولوژیکی PCBs باید منجر به تولید CO_2، آب و کلر شود. این فرایند شامل حذف کلر از حلقه بی‌فنیل به دنبال شکست حلقه و اکسیداسیون ترکیبات به دست آمده می‌باشد (۱۷). تجزیه میکروبی PCBs توسط میکروارگانیسم‌ها به دو روش شامل تجزیه هوازی توسط باکتری‌های هوازی و هالوژن‌زدایی احیایی توسط ارگانیسم‌های بی‌هوازی صورت می‌گیرد (۱۲). تجزیه هوازی شامل دو گروه از ژن‌ها می‌باشد. گروه اول مسؤول تبدیل کانجنرهای PCB به اسید کلروبنزوئیک و گروه دوم مسؤول تجزیه اسید کلروبنزوئیک می‌باشند (۲). در مطالعه حاضر نمونه‌های خروجی راکتور توسط دستگاه گاز کروماتوگرافی مورد آنالیز قرار گرفت. وجود کلروبنزوئیک ناشی از تجزیه بیولوژیکی ترکیبات PCBs اثبات شد. سوبستره معمول رشد برای باکتری‌های تجزیه‌کننده PCBs، بی‌فنیل یا منوکلرو بی‌فنیل است (۲). اغلب باکتری‌ها PCBs را از طریق مسیر اصلی بی‌فنیل که توسط آنزیم ۳،۲-بی‌فنیل دی‌اکسیژناز آغاز می‌شود، تجزیه می‌کنند. این آنزیم باعث جدا شدن کربن ۲ و ۳ ترکیب PCB می‌شود (۱۷). هنگامی که بی‌فنیل توسط باکتری‌ها استفاده می‌شود، محصول زرد رنگی که یک حلقه آن در موقعیت متا شکسته شده است، تولید می‌کنند. این مورد در اغلب باکتری‌های مطالعه شده به خصوص گونه‌های سودوموناس مشاهده شد (۲). حدود ۵ ماه پس از راه‌اندازی راکتورها و دستیابی به حداکثر راندمان حذف، پساب خروجی راکتورها به رنگ زرد ظاهر شد. ایجاد رنگ زرد مبنی بر در دسترس قرار گرفتن بی‌فنیل به عنوان منبع کربن برای باکتری‌ها و متابولیسم آن در محیط بود. Wagner و همکاران نیز مطالعه‌ای روی امکان تجزیه‌پذیری بیولوژیکی ترکیبات PCBs به روش هوازی با استفاده از سیستم بسته انجام دادند. آن‌ها وجود رنگ زرد را پس از گذشت حدود ۵ ماه مشاهده نمودند و آن را دلیلی بر تجزیه بی‌فنیل توسط باکتری‌ها دانستند (۱۸). یک فرضیه ساده در تجزیه بی‌فنیل و کاتابولیسم PCB این است که سویه‌های جدا شده دارای یک سری ژن‌های منفرد هستند و تنها محصولات ژن مربوطه، مسؤول تجزیه PCB می‌باشند. در سال‌های اخیر مشخص شده است که میکروارگانیسم‌های مختلفی دارای مسیرهای متابولیکی یا ایزوآنزیم‌های چندگانه برای متابولیسم PCB می‌باشند. رودوکوکوس یکی از این ارگانیسم‌هاست. در مطالعه حاضر نیز به عنوان یکی از باکتری‌های غالب تجزیه‌کننده PCBs تشخیص داده شد. آنالیزهای اخیر نشان داده است که این سویه حاوی حداقل چهار ژن Bphc می‌باشد (۱۹). همان طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، نتایج تعیین توالی ژنی نمونه‌های ارسال شده نشان داد که پنج گونه باکتری Brevibacillus، Rhodococcus، Pseudomonas، Pseudoxanthomonas و Agromyces باکتری‌های غالب تجزیه‌کننده ترکیبات PCBs در مطالعه حاضر هستند. دو گونه Pseudomonas و Pseudoxanthomonas گرم منفی و بقیه گونه‌ها گرم مثبت می‌باشند. Chang و همکاران باکتری Pseudoxanthomonas را از فاضلاب منطقه آلوده به روغن جداسازی کردند (۲۰). در مطالعه‌ای که توسط Komancova و همکاران با استفاده از سلول‌های سودوموناس تثبیت شده روی حامل SIRAN برای تجزیه PCB انجام شد، بعد از سه هفته تجزیه بیولوژیکی، ۹۹-۵۲ درصد از PCBs اصلی تجزیه شدند (۲۱). Adebusoye و همکاران نیز کاهش ۸۸ و ۷۶ درصدی آروکلر ۱۲۴۲ را طی ۵۲ روز انکوباسیون به ترتیب برای نوکاردیا و سودوموناس گزارش کردند (۶). در مطالعه Adebusoye و همکاران ثابت شد که Burkholderia و Rhodococcus توانایی تجزیه بیش از ۹۰ درصد PCB موجود در مخلوط آروکلر ۱۲۴۲، ۱۲۴۸ را دارند (۶).

نتیجه‌گیری

ترکیبات PCBs با وجود دارا بودن خواص پایداری شیمیایی و سمیت می‌توانند توسط بعضی از میکروارگانیسم‌ها تحت شرایط هوازی یا بی‌هوازی تجزیه شوند و یا حداقل به کانجنرهای دارای کلر کمتر تبدیل شوند. بر اساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر، پنج گونه باکتریایی که توانایی تجزیه روغن‌های ترانسفورماتور حاوی ترکیبات PCB را دارا هستند، شناسایی گردیدند. مطالعات بیشتر در زمینه توانایی هر کدام از این باکتری‌ها در تجزیه ترکیبات PCB و شناخت مسیرهای تجزیه نیاز است.

www.mui.ac.ir

References

1. Hatamian-Zarmi A, Shojaosadati SA, Vasheghani-Farahani E, Hosseinkhani S, Emamzadeh A. Extensive biodegradation of highly chlorinated biphenyl and Aroclor 1242 by Pseudomonas aeruginosa TMU56 isolated from contaminated soils. International Biodeterioration & Biodegradation 2009; 63(6): 788-94.
2. Borja J, Taleon DM, Auresenia J, Gallardo S. Polychlorinated biphenyls and their biodegradation. Process Biochemistry 2005; 40(6): 1999-2013.
3. Furukawa K, Fujihara H. Microbial degradation of polychlorinated biphenyls: biochemical and molecular features. J Biosci Bioeng 2008; 105(5): 433-49.
4. Correa PA, Lin L, Just CL, Hu D, Hornbuckle KC, Schnoor JL, et al. The effects of individual PCB congeners on the soil bacterial community structure and the abundance of biphenyl dioxygenase genes. Environ Int 2010; 36(8): 901-6.
5. Abraham WR, Nogales B, Golyshin PN, Pieper DH, Timmis KN. Polychlorinated biphenyl-degrading microbial communities in soils and sediments. Curr Opin Microbiol 2002; 5(3): 246-53.
6. Adebusoye SA, Ilori MO, Picardal FW, Amund OO. Extensive biodegradation of polychlorinated biphenyls in Aroclor 1242 and electrical transformer fluid (Askarel) by natural strains of microorganisms indigenous to contaminated African systems. Chemosphere 2008; 73(1): 126-32.
7. Zhao X, Wang Y, Ye Z, Borthwick AGL, Ni J. Oil field wastewater treatment in Biological Aerated Filter by immobilized microorganisms. Process Biochemistry 2006; 41(7): 1475-83.
8. Gioia DD, Bertin L, Zanaroli G, Marchetti L, Fava F. Polychlorinated biphenyl degradation in aqueous wastes by employing continuous fixed-bed bioreactors. Process Biochemistry 2006; 41(4): 935-40.
9. Sobiecka E, Cedzynska K, Bielski C, Antizar-Ladislao B. Biological treatment of transformer oil using commercial mixtures of microorganisms. International Biodeterioration & Biodegradation 2009; 63(3): 328-33.
10. Jia LY, Zheng AP, Xu L, Huang XD, Zhang Q, Yang FL. Isolation and characterization of comprehensive polychlorinated biphenyl degrading bacterium, Enterobacter sp. LY402. J Microbiol Biotechnol 2008; 18(5): 952-7.
11. Pieper DH, Seeger M. Bacterial metabolism of polychlorinated biphenyls. J Mol Microbiol Biotechnol 2008; 15(2-3): 121-38.
12. Furukawa K. Biochemical and genetic bases of microbial degradation of polychlorinated biphenyls (PCBs). J Gen Appl Microbiol 2000; 46(6): 283-96.
13. Fedi S, Carnevali M, Fava F, Andracchio A, Zappoli S, Zannoni D. Polychlorinated biphenyl degradation activities and hybridization analyses of fifteen aerobic strains isolated from a PCB-contaminated site. Res Microbiol 2001; 152(6): 583-92.
14. Beun JJ, Hendriks A, van Loosdrecht MCM, Morgenroth E, Wilderer PA, Heijnen JJ. Aerobic granulation in a sequencing batch reactor. Water Research 1999; 33(10): 2283-90.
15. Leigh MB, Prouzova P, Mackova M, Macek T, Nagle DP, Fletcher JS. Polychlorinated biphenyl (PCB)-degrading bacteria associated with trees in a PCB-contaminated site. Appl Environ Microbiol 2006; 72(4): 2331-42.
16. Petric I, Hrsak D, Fingler S, Voncina E, Cetkovic H, Kolar AB, et al. Enrichment and characterization of PCB-degrading bacteria as potential seed cultures for bioremediation of contaminated soil. Food Technol Biotechnol 2007; 45(1): 11-20.
17. Nwinyi O. Degradation of Askarel (PCB Blend) by Indigenous Aerobic Bacteria Isolates from Dumpsites in Ore, Ondo State.Nigeria. Australian Journal of Basic and Applied Sciences 2010; 4(8): 3938-48.
18. Wagner-Dobler I, Bennasar A, Vancanneyt M, Strompl C, Brummer I, Eichner C, et al. Microcosm enrichment of biphenyl-degrading microbial communities from soils and sediments. Appl Environ Microbiol 1998; 64(8): 3014-22.
19. Pieper DH. Aerobic degradation of polychlorinated biphenyls. Appl Microbiol Biotechnol 2005; 67(2): 170-91.
20. Chang JS, Chou CL, Lin GH, Sheu SY, Chen WM. Pseudoxanthomonas kaohsiungensis, sp. nov., a novel bacterium isolated from oil-polluted site produces extracellular surface activity. Syst Appl Microbiol 2005; 28(2): 137-44.
21. Komancova M, Jurcova I, Kochankova L, Burkhard J. Metabolic pathways of polychlorinated biphenyls degradation by Pseudomonas sp. 2. Chemosphere 2003; 50(4): 537-43.

Identification of Aerobic Polychlorinated Biphenyl Degrading Bacteria

Bibi Fatemeh Nabavi[1], Fahimeh Teimori[2], Mohammad Mehdi Amin[3], Maryam Hatamzadeh[4], Mahnaz Nikaeen[5]

Abstract

Background: Polychlorinated biphenyls (PCBs) are synthetic aromatic compounds containing two benzene rings with one to ten chlorine atoms. There are concerns about the health risks of these compounds in the environment due to their toxicity, persistence, and biological accumulation. PCBs wastes must be treated before being discharged to the environment because they will pollute the water, soil, and air. Microbial degradation of PCBs is considered as one of the most effective methods for removing these compounds from the environment. The purpose of this study was to identify aerobic PCB biodegrading bacteria.

Methods: This study was performed with sequencing batch biofilm reactor (SBBR) at lab scale. Polyurethane foam was used as the medium. The synthetic wastewater included a co-substrate (acetone as a solvent for PCBs) and a main substrate (transformer oil containing PCBs as carbon source) and also microelements. After achieving adequate microbial population and adaptation of microorganisms to PCB compounds, identification of degrading microbial species was performed by 16S rRNA gene sequencing of the isolated bacteria.

Findings: Gene sequencing of the isolated bacteria showed that Rhodococcus spp., Pseudomonas spp., Pseudoxanthomonas spp., Agromyces spp., and Brevibacillus spp. were the dominant PCB degrading bacteria.

Conclusion: PCB compounds can be degraded by some microorganisms under aerobic or anaerobic conditions. They can at least be reduced to low-chlorinated congeners despite their chemical stability and toxicity. This study identified 5 bacterial species capable of degrading PCBs in transformer oil.

Keywords: Polychlorinated Biphenyls, Biodegradation, Aerobic, Bacterium

* This article derived from master thesis.

1- MSc Student, Student Research Committee, Department of Environmental Health Engineering, Environment Research Center, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
2-MSc, Department of Environmental Health Engineering, Environment Research Center, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
3-Assistant Professor, Department of Environmental Health Engineering, Environment Research Center, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
4-BSc, Department of Environmental Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran
5- Associate Professor, Department of Environmental Health Engineering, Environment Research Center, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran (Corresponding Author) Email: nikaeen@hlth.mui.ac.ir