Archive of SID

بررسی امکان سازگار نمودن باکتری *تیوباسیلوس تیوپاروس* در حذف هیدروژن سولفوره (H_2S) از هوا

محمدرضا مسعودی نژاد[*۱،۵]، محمدعلی آموزگار[۲]، امیر ادیب زاده[۳]، مجتبی خطیبی[۱] و مصطفی لیلی[۴]

[۱] تهران، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده بهداشت، گروه بهداشت محیط

[۲] تهران، دانشگاه تهران، پردیس علوم، دانشکده زیست شناسی، گروه میکروبیولوژی

[۳] تهران، دانشگاه علوم پزشکی بقیه ا... (عج)، مرکز تحقیقات بهداشت نظامی

[۴] تهران، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده پزشکی، گروه مهندسی بهداشت محیط

[۵] تهران، مرکز تحقیقات ارتقاء ایمنی و پیشگیری از مصدومیتها

تاریخ دریافت: ۸۷/۶/۱۳ تاریخ پذیرش: ۸۸/۹/۲

چکیده

فعالیت میکروارگانیسم ها در داخل یک رآکتور بیولوژیکی، مواد آلاینده را به محصولات بی ضرر تبدیل می کنند. بیوفیلتر یک رآکتور بیولوژیکی پیوسته و یک فن آوری مناسب برای تجزیه آلاینده های مختلف است. اهداف این تحقیق بررسی امکان سازگار نمودن باکتری *تیوباسیلوس تیوپاروس* در حذف هیدروژن سولفوره در یک سیستم بیوفیلتراسیون با استفاده از بستر گوش ماهی به عنوان نگهدارنده جامد می باشد. به منظور تکثیر و فعال سازی میکروبها، نیاز به تهیه محیط کشت اختصاصی، محلول ویتامینه و محلول عناصر جزئی بود. پس از ساخت این سه محلول باکتری کشت داده شد. ستون بیوفیلتر از جنس پلگسی گلاس و ارتفاع هر ستون ۴۰ سانتیمتر که تا ارتفاع ۲۷/۵ سانتیمتر از گوش ماهی ریز پر شد. درصد تخلخل گوش ماهی ۶۳ درصد بود. در فضای بالای هر ستون ۴ لوله ورودی تعبیه شد و از این لوله ها برای تزریق جریان هوا، تزریق گاز آلاینده، قرائت نمونه خروجی از هر ستون، تزریق مواد مغذی و محیط کشت استفاده گردید. فعالیت باکتری در طول ۱۵ هفته بررسی و کارآیی حذف هیدروژن سولفوره بوسیله *تیوباسیلوس تیوپاروس* در غلظتهای کمتر از ۲۰ تا بیش از ۱۰۰ میلی گرم بر مترمکعب ارزیابی شد. بهترین عملکرد در دمای ۲۹ درجه سانتی گراد مشاهده شد. همچنین pH بهینه جهت رسیدن به یک سیستم پایدار معادل۷ تا ۷/۵ به دست آمد. تعداد نمونه های اندازه گیری شده ۵۵۰ عدد و برای هر غلظت حداقل ۶ قرائت در زمانهای مختلف دریافت شد. نتایج به دست آمده نشان داد که با گذشت زمان به علت افزایش فرآیند سازگاری راندمان حذف افزایش یافت، همچنین با گذشت زمان امکان افزایش غلظت گاز آلاینده ورودی بدون تأثیر چشم گیر در راندمان حذف افزایش پیدا کرد. نتایج به دست آمده از تحقیق فوق نشان داد که غلظت گاز آلاینده تأثیرات معنا داری در فرآیند تصفیه گاز نداشته و زمانی که میکروارگانیسم ها به شرایط مطلوب جهت حذف سازگار شدند، با راندمان بین۷۸ تا ۸۸ درصد فعالیت نمودند. همچنین میزان رطوبت و حرارت در فرآیند رشد و تکثیر باکتریولوژیک *تیوباسیلوس تیوپاروس* مؤثر بود. چنانچه رطوبت در دامنه ۷۷ تا ۹۳ درصد و حرارت در دامنه ۲۰/۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد قرار داشت، راندمان حذف در وضعیت مطلوبی باقی ماند. با سازگاری باکتری و رسیدن به شرایط پایدار در هفته هفتم، میزان تولید جرم میکروبی یا بیومس نیز افزایش یافت و بعد از هفته هفتم این مسیر همچنان تا هفته پانزدهم سیر صعودی داشت.

واژه های کلیدی: *تیوباسیلوس تیوپاروس*، سولفید هیدروژن، سازگار نمودن

[*] نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۲۰۲۹۸۳۸ ، پست الکترونیکی: massoudi2010@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

میکروارگانیسم ها در داخل یک رآکتور بیولوژیکی، مواد آلاینده را به محصولات بی ضرر تبدیل می نمایند (۱). در بیوفیلتر جریان هوای آلوده از میان یک بستر، حاوی میکروارگانیسم هایی که توانایی تجزیه هیدروژن سولفوره را به محصولات بی ضرر دارند، عبور می کند (٦). انواع گونه های میکروبی، دانسیته جمعیتی آنها، تبدیلات داخل سلولی که به عنوان کاتالیزور فرآیند عمل می کنند و برهم کنش هر یک از این گونه ها با محیط اطراف و با یکدیگر، نقش اساسی در عملکرد بیوفیلتراسیون دارند. بیوفیلتر یک سیستم پیوسته بیولوژیکی است. برخی از میکروارگانیسم ها در سطح لایه زیستی فعالیت بیشتری دارند، درحالی که بعضی دیگر در عمقهای پایین تر لایه زیستی کارآیی بهتری از خود نشان می دهند و گروهی باید در فیلم آب واقع در سطح خارجی لایه زیستی به حالت شناور باشند (۱).

در همین راستا، براساس مطالعات انجام شده، نشان داده شد که از لجن فعال جهت حذف بوی کارخانه کمپوست سازی می توان استفاده نمود و به راندمان حذف ۹۵ درصد دست پیدا نمود (۱۵). همچنین از میکروارگانیسم های موجود در لجن فعال همراه با یک جمعیت میکروبی سازگار یافته جهت تصفیه آلاینده های حاصل از فرآیند تولید استیرن استفاده گردید و به راندمان حذف ۷۰ درصد دست یافته اند (۷). گروهی از محققین با استفاده از کمپوست نیز به عنوان بستر حاوی کنسرسیوم میکروبی بیش از ۲ ماه توانستند راندمان حذف به دست آورده و سپس با تقلیل راندمان مواجه شدند. در این مرحله با تعویض کمپوست راندمان مجدداً ارتقاء یافت (١٦ و ١٨). برای حذف هم زمان سولفید هیدروژن و آمونیاک به ترتیب از *تیوباسیلوس تیوپاروس* و باکتریهای *نیتریفایر* استفاده کردند و توانستند با راندمان حذف ۹۲ درصد برای آمونیاک و ۹۹/۹ درصد برای سولفید هیدروژن به موفقیت بزرگی دست یابند (۱۰). مخلوط *تیوباسیلوس تیوپاروس* سویه CH_{11} و *نیتروزوموناس اروپیا* به ترتیب برای سولفید هیدروژن و آمونیاک از محل دامداریها و لاگونهای بی هوازی فاضلاب استفاده شد که راندمان حذف بدون توجه به نسبت سولفید هیدروژن و آمونیاک به کار رفته، بالاتر از ۹۵ درصد باقی ماند(٤). همچنین از *سودوموناس پوتیدا* سویه CH_{11} برای حذف سولفید هیدروژن و *آرتروباکتر اکسیدانس* سویه CH_8 برای حذف آمونیاک استفاده گردید که راندمان حذف سولفید هیدروژن تا ۹۰ درصد ارتقاء افزایش یافت (۵). از باکتری *تیوباسیلوس تیوپاروس* سویه DW_{44} برای تصفیه گاز خروجی حاصل از تصفیه خانه فاضلاب استفاده شد که میانگین راندمان حذف سولفید هیدروژن ۹۹/۸ درصد به دست آمد (۳). در تحقیق دیگری برای حذف آمونیاک از باکتریهای *نیتریفایر* استفاده گردید که به راندمان ۷۰ درصد دست یافتند (۱۷). همچنین گروهی از محققین در سال ۲۰۰۳ دریافتند که باکتریهای شیمیوتروف مثل *سودوموناس اسیدو ورانس* و *سودوموناس پوتیدا* قادرند سولفید هیدروژن و ترکیبات ارگانو سولفور را تجزیه کنند و همچنین *تیوباسیلوس تیوپاروس* به خاطر نیازمندیهای غذایی کمتر، قادر است در غلظت بهینه ppm ۳۵۵ از سولفید هیدروژن و جریان هوای m^3/h ۰/۰۳ را با راندمان ۱۰۰ درصد حذف نماید و وقتی غلظت سولفید هیدروژن ورودی بیشتر گردد، راندمان حذف کاهش یافته و به ترتیب برای جریان هوای معادل m^3/h ۰/۰۷ و m^3/h ۰/۱٤ به ترتیب به ۹۰ و سپس ٦۰ درصد خواهد رسید (١٤). مکانیسم تجزیه توسط *تیوباسیلوس تیوپاروس* سویه CH_{11} بستگی به غلظت ورودی آلاینده ها دارد. در غلظتهای کم، محصول عمده سولفات و در غلظتهای بالا محصول عمده سولفور عنصری است (۹). جهت حذف سولفید هیدروژن و دی سولفید کربن، نوعی *تیوباسیلوس* را به بستر بیوفیلتر تلقیح کردند که در غلظت mg/m^3 ٦۰۰ به راندمان حذف ۹۹ درصد

www.SID.ir

Archive of SID

رسیدند (۸). براساس مطالعات دیگری از بستر کمپوست برای حذف سولفید هیدروژن در بیوفیلتر استفاده شده که طی ۲۰۶ روز بهره برداری به شکل سنتی راندمان ۹۰ درصد حاصل شد ولی با اختلاط محتوای موجود در بستر، راندمان به ۱۰۰ درصد افزایش یافت، علت آن به تغییرات رطوبت بستر، تغییرات مساحت سطح ویژه بستر و افزایش سطح تماس میکروارگانیسمها با جریان عبوری گاز آلاینده نسبت داده شد (۱۳). باکتریها دارای سرعت جذب مواد اولیه و سرعت رشد فوق العاده بالایی هستند و تحت شرایط مناسب جمعیت آنها غالب می گردد (۲). محصولات نهایی ناشی از اکسیداسیون آلی آلاینده های هوا، دی اکسید کربن، آب، نمکهای معدنی و توده میکروبی تازه رشد یافته می باشد (۱۱).

هدف از این تحقیق بررسی امکان سازگار نمودن باکتری *تیوباسیلوس تیوپاروس* DSM 5369 در حذف هیدروژن سولفوره در یک سیستم بیوفیلتراسیون با استفاده از بستر گوش ماهی به عنوان نگهدارنده جامد می باشد.

جدول ۱- مواد مورد نیاز برای تهیه محیط کشت اختصاصی باکتری *تیوباسیلوس تیوپاروس*

محلول محیط کشت اصلی		محلول ویتامینه		محلول عناصر جزئی	
نام ماده	مقدار	نام ماده	مقدار	نام ماده	مقدار
KH_2PO_4	0.5 g	Thiamine- HCl, $2H_2O$	10 mg	Na_2- EDTA	12.5 g
K_2HPO_4	0.5 g	Nicotinic acid	20 mg	$ZnSO_4$, 7 H_2O	2.75 g
NH_4CL	0.1 g	Pyridoxine- HCl	20 mg	$CaCl_2$, $2H_2O$	1.835 g
Na_2CO_3	0.1 g	P- Aminobenzoic acid	10 mg	$MnCl_2$, $2H_2O$	0.125 g
$MgCl_2$- $6H_2O$	0.05 g	Riboflavin	20 mg	$CaCl_2$, $6H_2O$	0.125 g
Vitamin solution	0.75 ml	Ca- Pantothenate	20 mg	$(NH_4)_6 MO_7O_{24}$, $4H_2O$	0.175 g
Trace metal solution	0.25 ml	Biotin	1 mg	$FeSO_4$, $7H_2O$	1.25 g
Bromocresol purple	0.5 ml	Vitamin B_{12}	1 mg	$CuSO_4$, $5H_2O$	0.05 g
$Na_2S_2O_3 - 5H_2O$	1.25 g	_	_	NaOH	2.75 g
agar	3.75 g	_	_	Distilled Water	250 ml

مواد و روشها

به منظور تکثیر و فعال سازی میکروبها، نیاز به تهیه محیط کشت اختصاصی، محلول ویتامینه و محلول عناصر جزئی می باشد. روش تهیه این سه محلول به شرح زیر است.

روش تهیه محلول محیط کشت اختصاصی: در این روش ابتدا مواد مورد نیاز مطابق جدول ۱ تهیه و به حجم ۲۵۰ میلی لیتر آب مقطر دوبار تقطیر رسید. محلولهای ویتامینه و عناصر جزئی به صورت جداگانه ساخته و سپس به مخلوط بالا اضافه گردید. کلیه مواد شیمیایی تهیه شده ساخت کارخانه مرک و بروکر بوده است. زمانی که هدف نگهداری باکتری در زمان طولانی تر باشد، از محیط کشت جامد حاوی آگار استفاده گردید. بروموکرزول پورپل به عنوان معرف به میزان ۰/۵ میلی لیتر اضافه شد و در صورت رشد باکتری، رنگ محیط از بنفش به زرد تغییر خواهد یافت. لازم به ذکر است که KH_2PO_4 و K_2HPO_4 به طور جداگانه تهیه و به میزان۱۰ درصد حجم نهایی به

www.SID.ir

Archive of SID

آب مقطر اضافه شد. همچنین قبل از اتوکلاو نمودن محیط کشت، pH آن طبق دستورالعمل DSMZ در ۷/۱ ثابت شد، به این منظور از۰/٤ HCl نرمال و سود ۰/۱ نرمال استفاده گردید. پس از اتوکلاو محلولهای حاوی فسفات به محیط کشت اضافه شد.

روش تهیه محلول ویتامینه: برای تهیه محلول ویتامینه مواد لازم مطابق جدول ۱ توزین و به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر رسانده شد و سپس از حجم فوق مقدار ۰/۷۵ میلی لیتر برداشت و به محلول محیط کشت اختصاصی بعد از اتوکلاو کردن، اضافه گردید. لازم به ذکر است که به علت وجود احتمال از بین رفتن ویتامینها، محلول ساخته شده اتوکلاو نمی گردد. به منظور جلوگیری از آلودگی محلول ساخته شده ابتدا از یک فیلتر ۰/٤٥میکرونی که در یک فیلتر هولدر قبلاً اتوکلاو گردیده و توسط یک سرنگ استریل عبور داده و سپس به مقدار ۰/۷۵ میلی لیتر به محیط کشت اختصاصی اضافه گردید. این محلول به رنگ زرد، و pH آن مساوی ۷ تثبیت گردید.

روش ساخت محلول عناصر جزئی: برای تهیه محلول عناصر جزئی طبق روش استاندارد، مواد شیمیایی لازم به شرح جدول ۱ توزین و به حجم ۲۵۰ ml رسانده شد. محلول حاصله دارای رنگ سبز بود و pH آن در عدد شش تثبیت گردید. مقدار ۰/۲۵ از محلول فوق قبل از اتوکلاو به محیط اصلی اضافه شد.

مقدار یک درصد حجمی محیط حاوی باکتری به محیط کشت نهایی که حاوی مخلوط سه محیط ساخته شده است اضافه و در دمای ۳۲ درجه سانتی گراد و به مدت ۵ روز قرار داده شد. پس از مدت مذکور اگر رنگ محیط از بنفش به زرد تغییر یافت نشانه رشد باکتری بود و در غیر این صورت ۵ روز دیگر واکنش ادامه یافت. عدم تغییر رنگ پس از ۱۰ روز، بیانگر فقدان رشد باکتری می باشد. برای برداشت از محیط جامد از یک لوپ استریل و برای برداشت از نمونه مایع از یک میکروسمپلر اتوماتیک استفاده شد. در زیر هود و در کنار شعله چند کلنی از محیط جامد برداشته و به محیط کشت مایع اختصاصی اضافه گردید. پس از رشد باکتری و تغییر رنگ محیط، با توجه به حجم بیوفیلتر به نسبت یک درصد حجمی از سوسپانسیون باکتری به آن اضافه گردید.

ستون بیوفیلتر از جنس پلگسی گلاس بود. ارتفاع هر ستون ٤٠ سانتیمتر که تا ارتفاع ۲۷/۵ سانتیمتر از گوش ماهی ریز پر شد. درصد تخلخل گوش ماهی ٦٣ درصد بود. برای اندازه گیری میزان دبی گاز آلاینده در قسمت ورودی و خروجی ستون از دستگاه سنجش گاز H_2S ساخت کارخانه Micropac Plus و با واحد اندازه گیری میلی گرم بر مترمکعب استفاده شد. همچنین به منظور کنترل رطوبت محیط از دستگاه رطوبت سنج دیجیتالی ساخت کارخانه danfouse کشور آلمان با دقت ±۰/۰۱ و دستگاه حرارت سنج دیجیتالی ساخت کارخانه sumone کشور کره با دقت ±۱ استفاده گردید. در فضای بالای هر ستون ٤ لوله ورودی تعبیه شد که از این لوله ها برای تزریق جریان هوا، تزریق گاز آلاینده، قرائت نمونه خروجی از هر ستون، تزریق مواد مغذی و محیط کشت استفاده و ستونها به تعداد ٤ عدد و به صورت سری نصب و با توجه به شرایط کاملاً یکسان در هر ستون، میانگین ٦ قرائت در محاسبات منظور گردید.

یافته ها: فعالیت باکتری در طول ۱۵ هفته بررسی گردید و کارآیی حذف هیدروژن سولفوره به وسیله *تیوباسیلوس تیوپاروس* در غلظتهای کمتر از ۲۰ تا بیش از ۱۰۰ میلی گرم بر مترمکعب ارزیابی شد. نتایج مربوط به میزان بالاترین راندمان طی یک دوره ۱۵ هفته ای برای گروههای مختلف به شرح جدول ۲ ارائه شده است.

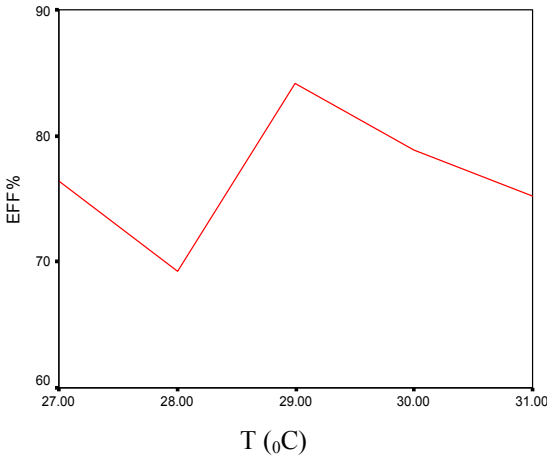
تیوباسیلوس تیوپاروس در گروه باکتریهای مزوفیل قرار دارد، بنابراین تأثیر دما بر رشد باکتری و راندمان حذف گاز آلاینده بررسی شد. با توجه به نمودار ۱ بهترین عملکرد در

www.SID.ir

Archive of SID

دمای ۲۹ درجه سانتی گراد مشاهده شد. همچنین pH بهینه جهت رسیدن به یک سیستم پایدار ۷ تا ۷/۵ بود.

نمودار ۲ بررسی ظرفیت پالایش(EC) برحسب $g/m^3.min$ و نسبت ورودی به خروجی را در مقابل زمان برحسب هفته نشان می دهد. با توجه به این نمودار مشخص می گردد که با افزایش زمان، میزان EC و نسبت ورودی به خروجی نیز افزایش می یابد.



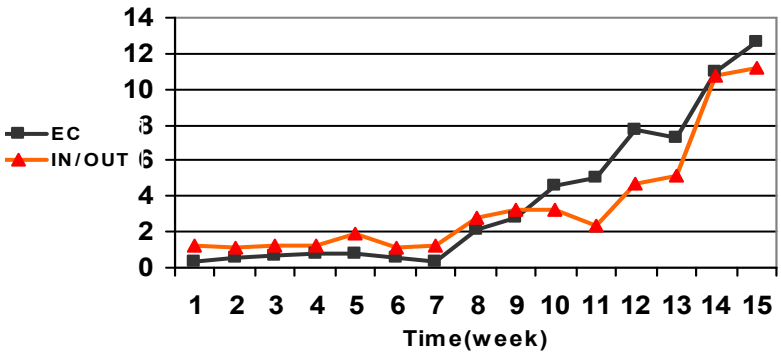
نمودار ۱- رابطه بین دما (T) برحسب درجه سانتی گراد و راندمان حذف گاز آلاینده

نمودار ۳ بارگذاری جرمی در واحد سطح و نمودار ٤ بارگذاری جرمی در واحد حجم را برحسب زمان نشان می دهد. براساس این دو نمودار با افزایش زمان، میزان بارگذاری در هر دو مورد افزایش می یابد.

بحث و نتیجه گیری

با توجه به نتایج به دست آمده از جدول ۲ که حاصل آنالیز ۵۵۰ نمونه قرائت شده در شرایط مختلف و به مدت ۱۵ هفته می باشد، مشخص می گردد که بهترین راندمان حذف مربوط به هفته یازدهم تا پانزدهم می باشد. از نتایجی که در جدول ۲ ارائه شده است مشخص می گردد که غلظت گاز آلاینده تأثیرات معنا داری در فرآیند تصفیه گاز ندارد و زمانی که میکروارگانیسم ها به شرایط مطلوب جهت حذف برسند راندمان در محدوده ۷۸ تا ۸۸ درصد ثابت می ماند. همچنین میزان رطوبت و حرارت در فرآیند رشد و تکثیر *تیوباسیلوس تیوپاروس* در دامنه ۷۷ تا ۹۳ درصد و ۲۰/۵ تا ۳۰ درجه سانتی گراد، تأثیرات یکنواختی در افزایش راندمان حذف خواهد داشت. با توجه به درجه تخلخل در بستر گوش ماهی و محاسبه زمان اقامت گاز در بستر واقعی مشخص می گردد که این زمان بین ۰/۳ تا ۲ دقیقه برحسب جریان گاز حامل متغیر می باشد.

در همین رابطه Kim و همکاران در سال (۲۰۰۲) برای حذف H_2S از *تیوباسیلوس تیوپاروس* سویه CH_{11} استفاده نمودند که توانستند به راندمان ۹۹/۹ درصد دست یابند. در سری آزمایشات انجام شده توسط اینجانب در بهترین شرایط، راندمان به بیش از ۹۳ درصد نرسید (۱۰). همچنین Cho و همکاران در سال (۲۰۰٤) از *تیوباسیلوس تیوپاروس* سویه DW_{44} برای تصفیه گاز خروجی از تصفیه خانه فاضلاب استفاده کردند که در این تحقیق راندمان حذف H_2S معادل ۹۹/۸ درصد گزارش گردیده است (۳).



نمودار ۲- رابطه بین زمان برحسب هفته و ظرفیت پالایش (EC) برحسب گرم بر مترمکعب در دقیقه و نسبت ورودی به خروجی

www.SID.ir

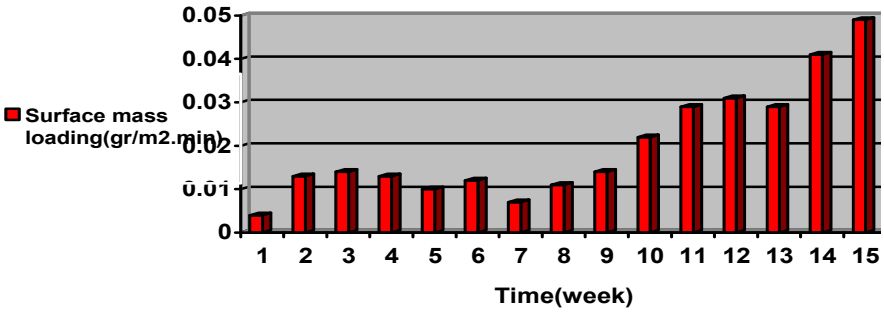
Archive of SID

جدول ۲- مقایسه بهترین راندمان حذف در طی ۱۵ هفته برحسب غلظت گاز آلاینده در بستر گوش ماهی

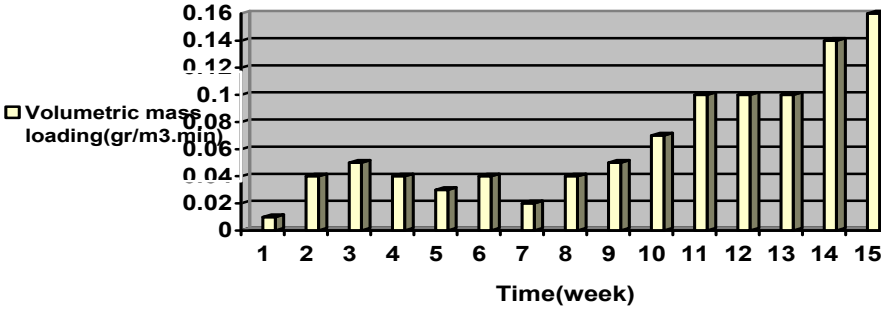
ردیف	زمان (هفته)	غلظت ورودی(mg/m^3)	میانگین دبی (L/min) **	میانگین رطوبت٪	میانگین دما oC	زمان اقامت در بستر واقعی (min)	راندمان حذف٪ *	بارگذاری جرمی در واحد حجم $g/m^3.min$	میانگین ظرفیت پالایش توسط جرم میکروبی $g/m^3.min$
۱	یازدهم	کمتر از ۲۰	۸/۲	۷۷	۲۳	۰/٤۰۷۳	۷۷/۷۷	۰/۰۲۷۸	۲/۱٦٥٤
۲	چهاردهم	٤۰-۲۰	٦/٥	۹۰	۳۰	۰/٥۱٦	۸۲/٥٥	۰/۰۳۸	۳/۱۹۷
۳	پانزدهم	٦۰-٤۰	۷/٥	۸٦	۲۸	۰/٤٤٥	۸۸/۱۳	۰/۰۸۳	۷/۳٥٦
٤	چهاردهم	۸۰-٦۰	۸	۸٦	۳۰	۰/٤٤٥	۸۱/۳۷	۰/۱۰۳	۸/۱۱۱
٥	سیزدهم	۱۰۰-۸۰	۷/۱۲٥	۸۸	۲۹/۲	۰/٤۹۸	۸٥/۲۹	۰/۱۲٥	۱۰/٦٦۸
٦	پانزدهم	بیشتر از ۸۰	۹/٦٦	۸٥	۳۰	۰/۳٥۱	۸۲/٤۷	۰/۲۱۷	۱۷/۹۱۳

* تعداد نمونه های اندازه گیری شده ٥٥۰ عدد بوده و برای هر غلظت حداقل ٦ قرائت در زمانهای مختلف انجام گردیده است.

** ستون چهارم میانگین دبی در زمانهای مختلف اندازه گیری می باشد.



نمودار ۳- رابطه بین زمان برحسب هفته و بارگذاری جرمی بر واحد سطح برحسب گرم بر مترمربع در دقیقه



نمودار ٤- رابطه بین زمان برحسب هفته و بارگذاری جرمی بر واحد حجم برحسب گرم بر مترمکعب در دقیقه

مطالعه نتایج آزمایش، مشخص می نماید که با توجه به ابعاد ستون و درجه تخلخل بستر، زمان ماند واقعی ۰/٤ دقیقه، بهترین زمان ماند در ستونهای فوق می باشد. همچنین مشخص گردید با گذشت زمان در منافذ متخلخل موجود در بستر گوش ماهی در اثر رشد و تکثیر باکتری مسدود نمی گردد. این فرآیند با اندازه گیری افت فشار در ورودی و خروجی ستون بیوفیلتر توسط یک مانومتر آب قابل اندازه گیری است. براین اساس برمبنای تحقیقات مشابه توسط Oyarzun و همکاران در سال (۲۰۰۳) مشخص گردید (١٤). چنانچه غلظت گاز معادل ۳۳٥ ppm

www.SID.ir

Archive of SID

و جریان گاز حامل ۰/۰۳ مترمکعب بر ساعت باشد راندمان حذف نزدیک ۱۰۰ درصد می رسد و چنانچه غلظت گاز از این مقدار بیشتر شود و یا جریان گاز حامل در شرایط ۰/۰۷ تا ۰/۱٤ مترمکعب بر ساعت افزایش یابد راندمان حذف از۹۰ درصد به ٦۰درصد می رسد (١٤). به این ترتیب مشخص می گردد که جریان عبور گاز حامل رابطه معکوس با راندمان حذف گاز آلاینده دارد. با توجه به نمودار ۲، مشاهده می گردد که ظرفیت پالایش توسط جرم میکروبی (EC) در طول زمان افزایش می یابد. این سیر صعودی تا هفته هفتم تقریباً ثابت است ولی از هفته هفتم به بعد با افزایش پایداری سیستم، ارتقاء یافته و در هفته ۱۵ به حداکثر مقدار خود یعنی ۱۷/۹۱۳ گرم بر مترمکعب در دقیقه می رسد. براین اساس Chung و همکاران در سال (۲۰۰۱) دریافتند که مکانیسم تجزیه گاز آلاینده توسط این باکتری با سویه CH_{11} وابسته به غلظت ورودی گاز است به گونه که در غلظتهای کم محصول اصلی سولفات و برای غلظتهای بالاتر، محصول اصلی گوگرد عنصری است که در لابلای بافت مواد پرکننده، رسوب می نماید و ظرفیت پالایش را کاهش می دهد (۵).

نسبت ورودی به خروجی نیز شاخص دیگری جهت مشاهده سیر فعالیت باکتری است. در طی ۱۵ هفته به تدریج میزان گاز آلاینده تزریق شده به ستونها بیشتر شده و بعد از مرحله پایداری، میزان گاز آلاینده خروجی کاهش می یابد یعنی باکتری سازگار شده، گاز آلاینده بیشتری را حذف می نماید و با سازگار شدن باکتری و رسیدن به شرایط پایداری در هفته هفتم، میزان تولید جرم میکروبی یا بیومس افزایش یافته و بعد از هفته هفتم این فرآیند سیر صعودی را نشان می دهد. این امر نشانه افزایش ظرفیت پالایش گاز آلاینده توسط میکروارگانیسم ها می باشد. براین اساس Chung و همکاران در سال (۲۰۰۰) با استفاده از دو باکتری *تیوباسیلوس تیوپاروس* سویه CH_{11} و نیز *نیتروزوموناس اروپیا* برای حذف NH_3 و H_2S استفاده نمودند که با توجه به افزایش جرم میکروبی راندمان حذف هر دو گاز آلاینده در حدود ۹۵ درصد گزارش گردید (٤).

در نمودار ۳ مقدار بارگذاری جرمی در واحد سطح و همچنین در نمودار ٤ مقدار بارگذاری جرمی در واحد حجم بیانگر این مسئله است که با سازگاری باکتری و رسیدن به شرایط پایدار در هفته هفتم، میزان تولید جرم میکروبی یا بیومس افزایش یافته است و بعد از هفته هفتم این فرآیند سیر صعودی را نشان داد.

تشکر و قدردانی: مقاله حاضر نتیجه طرح تحقیقاتی مصوب معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی می باشد که در آزمایشگاههای گروه بهداشت محیط دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی و آزمایشگاه اکسترموفیل گروه میکروبیولوژی دانشکده علوم دانشگاه تهران به انجام رسیده است. بدین وسیله از همکاریهای ارزشمند همکاران محترم به ویژه ریاست محترم دانشکده بهداشت جناب آقای دکتر حاتمی و مدیر محترم گروه بهداشت محیط سرکار خانم دکتر مجلسی تشکر وقدردانی می گردد.

منابع

۱. باقرپور، م،۱۳۸۳، کنترل آلودگی هوا با استفاده از بیوفیلتراسیون، مؤلفین: دوینی جوزف اس، دشوزس مارک آ، وبستر توداس، چاپ اول، تهران، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، صفحات ۱۵۳ تا ۱٦۱.

۲. مسعودی نژاد، م. ر.، لیلی، م.، ادیب زاده، ا.، بررسی تأثیر مواد پرکننده در ستونهای بیوفیلتری بر سولفید هیدروژن از هوا، مجله علمی پژوهشی پژوهنده، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، سال سیزدهم، شماره ۵، پی در پی ٦۵، آذر و دی ۱۳۸۷، صفحات ٤۰۵ تا ٤۱۵.

www.SID.ir

Archive of SID

3. Cho, K.S., Hirai, M., Shoda, M, 2004, Enhanced removal efficiency of malodorous gases in a pilot- scale peat biofilter inoculated with thiobacillus thioparus DW_{44}. J., of Ferment Bioengineering, Volume 73, Issue 1, 46-58.

4. Chung, Y.C., Huang, C.P., Tseng, C.P., Pan, J.R, 2000, Biotreatment of H_2S and NH_3 containing waste gases by Co- immobilized cells biofilter, Science Direct Chemosphere, Volume 41, Issue 3, 329-336.

5. Chung, Y.C., Huang, C.P., Tseng, C.P., Pan, J.R, 2001,Biological elimination of H_2S and NH_3 from waste gases by biofilter packed with immobilized hetrotrophic bacteria, J., Chemosphere, Volume 43, Issue 8, 1043-1050.

6. Elisa, A., Barona, A., Arregny, A., Rios, J. 2002, Evaluation of a packing material for the biodegradation of H_2S and product analysis, J, Process Biochemistry, 37:813-820.

7. Flanagan, W.P., Lowry, V., Ludovico, T.E., Togna, A.P., Fucich, W.J. 1998, Treatment of Styrene- Containing ABS process emission using biotrickling filtration. 98CRD180, Class1, 521-530.

8. Hartikainen, T., Ruuskanen, J., Martikainen, P. J, 2001,Carbon disulfide and hydrogen sulfide removal with a peat biofilter. J.Air Waste Manag.Assoc., 51(3): 387-392.

9. Jones, K., Martinez, A., Rizwan, M., Boswell, J, 2003, Evaluation of sulfur toxicity and media capacity for H_2S removal in biofilters packed with both natural and commercial media. Paper # 69751 presented at the 96 th annual Air & waste management Association Conference,June 22-26.

10. Kim, H.S., Kim, Y.J., Chung, J.S., Xie, Q, 2002, Long- term operation of a biofilter for simultaneous removal of H_2S and ammonia, J of the air and waste man., ass., ;52(12):1389-98.

11. Lee, E.Y,. Cho, K.S., Han, H.D., Ryu, H.W, 2002, Hydrogen sulfide effects on ammonia removal by a biofilter seeded with earthworm casts,J. of Env. Qual;31:1782-1788.

12. Luo, J., van Oostron, A., 1997, Biofilters for controlling animal rendering odour – a pilot – scale study, J.I.U.P.A.C;69(11): 2403-2410.

13. Morgan-Sagastume, J. M., Noyola, A., Revah, S., & Ergas, S. J, 2003, Changes in physical properties of a compost biofilter treating hydrogen sulfide, J.Air Waste Manag Assoc ;53(8):1011-21.

14. Oyarzun, P., Arancibia, F., Canales, Ch, 2003, Biofilterationof high concentration of hydrogen sulphid using thiobacillus thioparus, J. Process Biochemistry.36:165-170.

15. Park, SJ. Nam, SL., Choi, ES. 2001, Removal of odor emitted from composting facilities using a porous ceramic biofilter. Water Sci., Technol, 44(9):301-8.

16. Smet, E., Demeestere, K., Deboosere, S., Vanlangenhov, H, 2000, Abatement of ammonia loaded waste gases: biofilteration versus chemical precipitation, J., Applied Biotechnology, GE. Research & Development Center, 425-436.

17. Togashi, I., Suzuki, M., Hirai, M., Shoda, M., Kubota, H, 2002, Removal of NH_3 by a peat biofilter without and with nitrifier. J., of Fermentation Thech., Volume 64, Issue 5, 425-432.

18. Massoudi Nejad, M.R. Manshouri, M. Adibzadeh, A., 2008, Hydrogen sulfide Removal by thiobacillus thioparus on seashell Bed Biofilters, Pakistan journal of Biological Sciences, Volume, 11, No. 6, 920-924.

www.SID.ir

Archive of SID

The Evaluation of Acclimate *Thiobacillus thioparus* in Removal Hydrogen Sulfide from Polluted Air

Massodinejad M.R.[1,5], Amoozegar M.A.[2], Adibzadeh A.[3], Khatibi M.[1], and Leili M.[4]

[1]**Faculty Of Health, Shaheed Beheshty University Of Medical Sciences, Tehran, I.R. of IRAN**

[2] **Microbiology Dept., Biology faculty, Science School,Tehran University, Tehran, I.R. of IRAN**

[3]**Health Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, I.R. of IRAN**

[4]**Environmental Health Engineering, Medical School, Tarbiat Modares University Tehran, I.R. of IRAN**

[5]**Safety Promotion and Injury Prevention Research Center, Tehran, I.R. of IRAN**

Abstract

Microorganism activity in the biological reactor converts contaminants to harmless products. Bio–filter is a continuous biological reactor and a new technology for decomposing different contaminants. This study aimed to evaluate of acclimatization *Thiobacillus thioparus* to removal hydrogen sulfide in a bio-filteration system with used seashell for packing media. For reproduction and microbial activation, it require to prepare special culture medium, vitamin and trace elements solution. After made three solutions we cultivate the bacteria. The bio-filter column were constructed using transparent plexyglass with a height of 40 cm and diameter of 15 cm and bed depth of 27.5 cm, fulled by seashell packing media. The porosity of seashell packing media is 63 percent. Bio-filter has four inlet pipes in above space. This pipes use for injecting air flow, injecting polluted gas, effluent readings for H_2S, injecting nutrient and culture medium. Bacterial activity have been surveyed for 15 week and removal efficiency by *T. thioparus* were evaluated and various concentrations, less than 20 mg/m^3 to more than 100 mg/m^3. The best performance observed in 29^{oC}. Also optimum pH was 7-7.5 for a stable system. The number of measured samples were 550 and for each concentration at least 6 reading at different time. The results observed that, the removal efficiency was increasing so the adaptation process was increasing. It was possible that increase of concentration inlet polluted gas without affect on the removal efficiency. It means that the bio-filter is stable. The obtained results observed that polluted gas concentration has not significant effects on gas treatment process and removal efficiency were 78-88 percent, when the *T. thioparus* acclimated in the desirable conditions for removal polluted gas. Also removal efficiency will remain well when the humidity rate was 77-93 percent and temperature was 20.5-30^{oC} in growth and reproduction of *T. thioparus*. When *T. thioparus* acclimated and obtained stable conditions in seventh week, biomass production rate would be increasing and upward until fifthly week.

Keywords: *Thiobacillus thioparus*, Hydrogen Sulfide, Acclimate

www.SID.ir