

SESTAVENÍ LABORATORNÍHO BIOFILTRU A OVĚŘENÍ JEHO DEGRADAČNÍ SCHOPNOSTI

1. Úvod

Biologické (mikrobiální) čištění odpadních vzdušín představuje v některých případech vhodnou alternativu k fyzikálně-chemickým postupům, avšak na rozdíl od nich dochází při biologickém čištění vzdušín nejen k zachytu nežádoucích látek, ale i k jejich rozkladu nebo biotransformaci - nežádoucí organické látky mohou být mineralizovány na CO₂ a vodu, anorganické sloučeniny mohou být převáděny na jiné formy. Biologické čištění však není obvykle vhodné tam, kde lze odpadní plynné látky ve vyšších koncentracích zachytávat a recyklovat (případně spalovat), a také tam, kde je příliš nízká koncentrace daných látek a/nebo vysoká rychlost proudění vzduchu.

V posledních letech zaznamenaly postupy biologického čištění odpadního vzduchu značný rozvoj. Jsou založeny převážně na procesech mikrobiální aerobní respirace, ve vyjimečných případech však mohou být provozovány i bioreaktory anaerobní (např. pro rozklad tetrachlorethylenu, který je za aerobních podmínek nerozložitelný).

K biologickému čištění vzduchu se používá několik typů reaktorů, avšak nejčastějším technickým zařízením je biofiltr, jehož náplň je porézní filtrační lože. To slouží jako nosič pro mikrobiální buňky a někdy též jako zdroj živin. Filtrační lože je často zhotovováno z přírodních materiálů (rašelina, kompost, kůra, piliny, půda), jsou však známy i syntetické nosiče (perlit, polyuretanová pěna, polystyren, aktivní uhlí). Přírodní nosiče jsou obvykle levnější, jsou pro potřebné mikroorganismy přirozeným prostředím a jsou pro ně i určitým zdrojem živin, proto jsou ve většině provozních biofiltrů aplikovány častěji než nosiče syntetické. Mají však omezenou životnost a musí být po několika málo letech obměňovány.

Mikroorganismy uchycené na nosiči jsou vlastními činiteli rozkladu nebo biotransformace nežádoucích látek. Ty jsou rozkládány nejen při bezprostředním průchodu odpadního vzduchu biofiltrem, ale i v klidovém období, kdy jsou rozkládány látky adsorbované na nosiči s mikrobiální biomasou.

Pro průběh mikrobiálního rozkladu nebo transformace látek je v biofiltru zapotřebí zajistit vhodné podmínky pro mikrobiální činnost: přísun chybějících minerálních živin (zejména dusíku a fosforu), optimální vlhkost filtračního lože, vhodnou teplotu a pH.

Biologickým způsobem lze z odpadního vzduchu odstraňovat některé anorganické a četné organické látky. Z anorganických látek je průmyslově realizováno odbourávání sulfanu (sirovodíku), methylsulfidů a amoniaku. Při mikrobiální oxidaci sirných sloučenin jsou většinou využívány směsné kultury r. *Acidithiobacillus* nebo *Thiobacillus*, při odstraňování amoniaku směsné kultury běžných chemoorganotrofních bakterií.

Z organických látek mohou být odstraňovány jak snadno degradabilní sloučeniny (ethanol, butanol, isopropanol), tak i hůře rozložitelné či jinde persistentní látky (aceton, benzen, toluen, xylen, styren, hexan, ethylacetát, dichlormethan aj.). Při odstraňování snadno rozložitelných látek není obvykle potřeba náplň biofiltru očkovat degradačními kulturami mikroorganismů, v ostatních případech je však obvykle nutné toto zaočkování provést, a to kulturou s ověřenou schopností degradace nežádoucí látky (látek). Nejčastěji jsou k těmto účelům používány druhy rodů *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Corynebacterium*, *Nocardia*, *Hyphomicrobium*, některé methylotrófní bakterie aj.

2. Cíl úlohy

Sestavte dle instrukcí učitele laboratorní biofiltr pro čištění odpadní vzdušiny s obsahem toluenu, s využitím přírodního nosiče a bakteriální kultury, získané a ověřené v předcházejících úlohách předmětu Biotechnologie a technická mikrobiologie.

3. Postup práce

3.1 Namnožení bakteriální kultury se schopností rozkládat toluen:

Připravte 100 ml roztoku tryptonu o koncentraci 200 mg/l a po rozpuštění a sterilizaci (membránovou filtrací) nadávkujte po 30 ml do tří sterilních vzorkovnic o objemu 250 ml. Zaočkejte každou vzorkovnici 0,5 ml bakteriální suspence (připravené ve fyziologickém roztoku), přidávkujte 30 μ l toluenu a okamžitě uzavřete sterilním septem a víčkem. Kultivace musí probíhat po dobu 2 – 5 dnů, dle vlastností použité kultury. Spotřeba toluenu překontrolujte plynově chromatografickou analýzou plynné fáze po ukončení kultivace.

3.2 Příprava nosiče a sestavení biofiltru

0,5 kg směsi kůry, pilin a kompostu smíchejte s 90 ml namnožené bakteriální kultury a upravte vlhkost směsi ředěným fosfátovým pufrem o pH 7,5 na hodnotu sušiny kolem 50%. Do skleněného laboratorního biofiltru vložte, coby přepážku, dostatečné množství skelné vaty (k zabránění zalepení vstupního otvoru) a poté nosič vpravte do tubusu biofiltru. Neudusávejte přílišnou silou. Opětovně vložte dostatečné množství skelné vaty k uzavření výstupního otvoru a celý biofiltr připojte na aparaturu generující vzdušinu s obsahem toluenu (viz dále).

3.3 Příprava aparatury a ověření funkce biofiltru

Sestavte za asistence učitele dávkovací aparaturu s přípravou plynné směsi, obsahující známou koncentraci toluenu (obrázek 1). Aparatura je sestavena z čerpadla, jehlového ventilu, promývačky obsahu cca 500 ml, skleněného laboratorního biofiltru (pro nastavení průtoku nenaplněného nosičem), průtokoměru, spojovacích hadic, odběrového skleněného kontejneru pro odběr vzdušiny.

Postup:

a) Kalibrace dávkovacího zařízení:

Při kalibraci tohoto zařízení je zapotřebí ověřit množství toluenu, odpařené z probublávací láhve (promývačka), a určit tak jeho koncentraci ve vzdušině. Probublávací láhev naplňte 20 ml toluenu a zvažte i s uzávěry. Zváženou láhev zapojte do aparatury spusťte čerpadlo a na průtokoměru nastavte průtok $50 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$. Při tomto průtoku vzduch nechte probublávat přesně 30 minut. Po 30 min láhev zvažte. Z váhového úbytku zjistíte množství odpařeného rozpouštědla m následně vypočtete jeho koncentraci v plynu ($\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$).

b) Spuštění aparatury a vlastní měření

Zapojte dávkovací zařízení toluenu k biofiltru, spusťte čerpadlo, nastavte průtok na 50 ml/min, zkontrolujte průtok na konci aparatury. Vzdušinu za biofiltrem vedte hadicí mimo laboratoř do digestoře nebo přímo oknem. Skleněný kontejner napojte mezi výstup z dávkovací aparatury a biofiltr, přičemž průtok ponechte na nastavené hodnotě a pro dobu 30 minut ponechte aparaturu v provozu.. Konkrétní průtok a dobu záchytu

zadá vedoucí cvičení. Po odběru vzdušiny s obsahem toluenu před biofiltrem, uzavřete vstup i výstup z kontejneru, vyjměte skleněný kontejner z aparatury, připojte dávkovací aparaturu přímo na biofiltr a nechte jej prosávat po dobu nejméně 30 minut. Během této doby je nutné provést analýzu koncentrace toluenu v odebrané vzdušině ve skleněném kontejneru pomocí GC Agilent.

Po provedené analýze a řádném propláchnutí skleněného odběrového kontejneru vzduchem je možné přistoupit k odběru vzdušiny za biofiltrem.

Do vzduchu vystupujícího z biofiltru umístěte skleněný kontejner a ponechte probíhat odběr vzdušiny za biofiltrem po stejnou dobu jako před biofiltrem. Po provedeném odběru vzdušiny proveďte analýzu jako při odběru před biofiltrem pomocí GC-FID.

e) Stanovení adsorbovaného toluenu

Stanovte koncentraci toluenu ve skleněném kontejneru plynovou chromatografií, přímým nástřikem 10-30 μl vzdušiny, kterou odeberete do 100 μl Hamilton plynotěsné stříkačky přímo ze septa. Dávkujte do přístroje Agilent 7890A na kapilární kolonu s využitím FID detektoru. Přesné podmínky analýzy určí vyučující. Vyhodnoťte koncentrace toluenu ve vzdušinách před a za biofiltrem a vyhodnoťte účinnost mikrobiální degradace.

Obrázek 1: Schéma dávkovací aparatury:

