

## BIOFILTRĀCIJAS SISTĒMAS PIELIETOJUMS KOMPOSTĒŠANAS PROCESA ATKRITUMGĀZU ATTĪRĪŠANAI

### *Biofiltration System for Purification of Composting Waste Gases*

S. Strikauska<sup>1</sup>, Dz. Zariņa<sup>2</sup>, A. Bērziņš<sup>2</sup>, U. Viesturs<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Lielā iela, 2, Jelgava, Latvija,

tel/ FAX 3005659, e-mail: aazl@cs.ltu.lv

<sup>2</sup>Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūts, Latvijas universitāte,

Kronvalda bulv.4, Rīga, Latvija, tel. 7034884,

FAX 7034885, e-mail: lumbi@lanet.lv

#### **Abstract**

*The biofiltration technique for the purification of polluted air from composting facility volatile compounds was studied. Two different biowaste composting techniques were compared with regard to emission of NH<sub>3</sub> and H<sub>2</sub>S. The ammonia removal was observed in aerobic phase of active composting period, respectively H<sub>2</sub>S in anaerobic phase. Biofiltration process was realized in modified solid-state fermentation system (SSF). The biodegradation of volatile compounds was investigated in one and two stage systems with inert packing material and hemoautotrophic microorganisms designed DN-1 (*Pseudomonas* sp.), DN-2 (*Nitrisomonas* sp.), DN-3 (*Nitrobacter* sp.) and DN-13 (*Sarcina* sp.) and Thiopharus-3. The observed concentration of volatile H<sub>2</sub>S in composting reactor not exceeded 120 mg/m<sup>3</sup> and the biofilter can be used to control this gas emission. Since NH<sub>3</sub> is a toxic compound for biofilter at a concentrations 400 mg/m<sup>3</sup>, multi-stage biofilter system is recommended to control the pollution in aerobic compost reactor.*

**Keywords:** *biowaste, composting, waste gases, biofiltration.*

#### **Ievads**

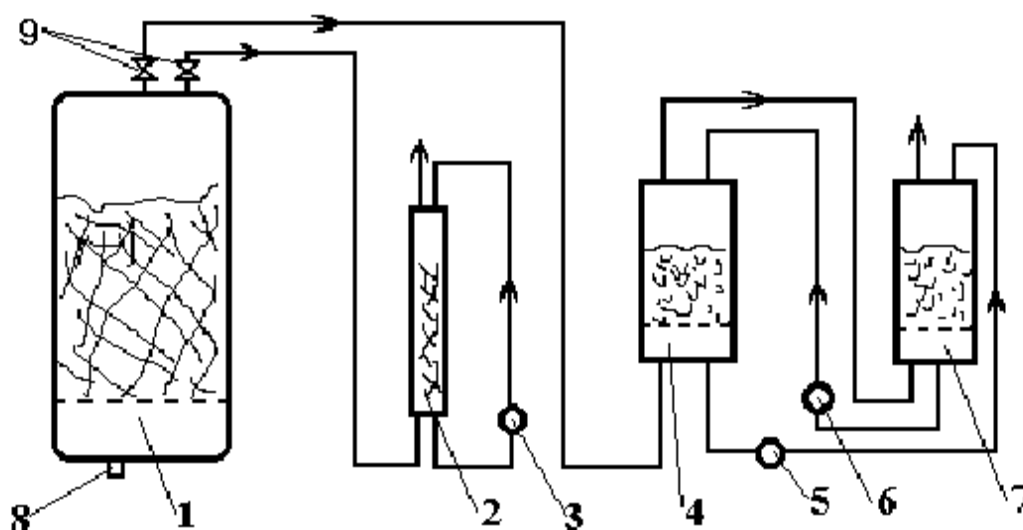
Tradicionālās tehnoloģijas gaisa attīrīšanai no piesārņojuma ietver fizikālās vai ķīmiskās metodes, kuru realizēšana ir saistīta ar augstām temperatūrām un nepieciešamību neitralizēt radušos blakus produktus. Bieži šīs metodes pavada jauna piesārņojuma rašanos.

Biofiltrācija kā metode gaisa attīrīšanai no piesārņojuma pamatojas uz dabīgo vai modificēto bioloģisko sistēmu īpašībām transformēt šos savienojumus apkārtējai videi pieņemamos [1, 2]. Biofiltrācija var tikt izmantota dažādās ražošanas sfērās gan organisku, gan neorganisku gaistošu savienojumu degradēšanai galvenokārt pie zemām gāzu koncentrācijām [3]. Tās priekšrocība ir tehniski vienkārša procesa realizācija un biotransformācijas rezultātā netoksisku savienojumu veidošanās.

Darba mērķis bija izstrādāt biofiltrācijas sistēmu gaisa attīrīšanai no kompostēšanās procesā izdalītajām atkritumgāzēm, procesu realizējot modificētā cietfāzes sistēmā.

#### **Materiāli un metodes**

Biofiltrācijas sistēma tika pārbaudīta organisko savienojumu kompostēšanas procesā izdalīto gāzu biodegradācijā. Kompostēšanai tika izmantotas zāģu skaidas- 500 g, aktīvās dūņas -1,0 l no Rīgas pils. BAI "Daugavgrīva", dolomīta šķembas- 50 g, un alus rūpniecības atkritumprodukts- raugi. Kompostēšanu realizēja 5 l reaktorā anaerobos (3 nedēļas) un aerobos (2 nedēļas) apstākļos. Organiskās masas KSP bija robežās no 32000 līdz 19450 mg O<sub>2</sub>/l. Kompostēšanas procesā tika kontrolēts kvalitatīvais un kvantitatīvais izdalīto gāzu sastāvs. Kompostēšanas reaktors tika savienots ar 2 biofiltriem amonjaka un sērūdeņraža biodegradācijai (1.att.). Biofiltri tika izveidoti uz cietfāzes fermentatoru bāzes [4, 5]. Atkarībā no kompostēšanas procesa režīma, intensitātes un izdalīto gāzu koncentrācijas, tika izveidota vienpakāpju vai divpakāpju biofiltrācijas sistēma. Biofiltru darba tilpums bija 200 ml. Amonjaka degradācijai kā nesēju izmantojām akmens šķembas, sērūdeņraža degradācijai – stikla šķembas. Biofiltri periodiski tika mitrināti ar minerālo barotni.



1. att. Daudzpakāpju biofiltrācijas sistēma kompostēšanas procesā izdalīto atkritumgāzu degradēšanai

1- kompostēšanas tvertne, 2- biofiltrs sērūdeņraža degradēšanai, 3,5,6- cirkulācijas sūkņi, 4,7- biofiltri amonjaka degradēšanai, 8- gaisa pievads, 9- ventiļi.

NH<sub>3</sub> un H<sub>2</sub>S koncentrācijas izejošajā un ieejošajā gāzē mērījām ar Gastec, Grager detektoriem: NH<sub>3</sub> (3 La: 2,5-200 ppm, 5/A: 5-700 ppm un H<sub>2</sub>S (4L; 1-240 ppm) .

Procesa realizācijai izmantojām no notekūdeņu dūņām izolētu mikroorganismu asociācijas: DN-1 (*Pseudomonas sp.*), DN-2 (*Nitrisomonas sp.*), kuru kultivējām sekojoša sastāva barotnē: (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> - 1,0 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> - 1,0 g, NaCl - 2,0 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O - 0,5 g, FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O - 0,001 g, CaCO<sub>3</sub> - 10 g, H<sub>2</sub>O - 1000 ml, (pH 7.0-7.8).

DN-3 (*Nitrobacter sp.*) DN-13 (*Sarcina sp.*) kultivējām šādā barotnē: NaNO<sub>2</sub>- 1 g, K<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> - 0,5 g, MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O - 1,0 g, NaCl - 0,5g, d. ūdens - 1000 ml, pH-8,3-8,8.

Sērūdeņraža biodegradācijai izmantojām *Thiobacillus thioparus*, ko kultivējām šādā barotnē: Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>·5H<sub>2</sub>Og, NH<sub>4</sub>Cl-0,1 g, Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O- 0,2 g, MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O- 0,1 g, krāna ūdens 1000 ml, pH 8,0-8,5.

Biofiltra mitrināšanu veicām ik pēc 5 dienām ar minerālo barotni (plūsmas ārtums 1 l/st). Biodegradācijas procesa efektivitātes izvērtēšanai izmantojām tādus rādītājus, kā amonjaka un sērūdeņraža aizvadīšanas efektivitāte (DE).

## Rezultāti

Atkarībā no kompostēšanas procesa režīma novērojām mainīgu izplūstošās gāzes daudzumu un mērāmo gāzu koncentrāciju. Gāzes plūsmas ārtums no komposta reaktora svārstījās robežās no 0,2 ml/min līdz 5,5 ml/min. Izdalīto gāzu kvalitatīvo sastāvu noteica galvenokārt komposta sastāvs, kompostēšanas režīms un temperatūra.

Anaerobais process raksturojās ar H<sub>2</sub>S izdalīšanos un maksimālo gāzes koncentrāciju 120 mg/m<sup>3</sup>, amonjaka koncentrācija gāzē šajā procesā nepārsniedza 10 mg/m<sup>3</sup>. Kopējais izdalītās gāzes daudzums anaerobajā procesā 3 nedēļu laikā sasniedza 13,0 l.

Aerobajā procesā kopējais izdalītās gāzes tilpums 2 nedēļu laikā sasniedz 1,9 l. Pārsvārā tika novērota amonjaka izdalīšanās ar maksimālo tā koncentrāciju gāzē 171 mg/m<sup>3</sup>. Šīs gāzes izdalīšanās lielā mērā bija atkarīga no komposta materiāla temperatūras.

Veicot secīgu anaerobo (3nedēļas) un aerobo (2nedēļas) kompostēšanu un, amonjaka degradācijai izmantojot daudzpakāpju biofiltrācijas sistēmu, tika panākta 87 % sērūdeņraža un 75 % amonjaka biodegradācija (1. tab).

1. tabula

**Kompostēšanas procesā izdalīto atkritumgāzu biodegradēšanas efektivitāte**

Anaerobais process H <sub>2</sub> S, mg/m <sup>3</sup>		Aerobais process NH <sub>3</sub> , mg/m <sup>3</sup>		DE, % (H <sub>2</sub> S)	DE, % (NH <sub>3</sub> )
Biofiltrā ieejošā gāze	No biofiltra izejošā gāze	Biofiltrā ieejošā gāze	No biofiltra izejošā gāze		
10	0	3	0	100	100
25	0	15	0	100	100
30	0	47	0	100	100
41	0	70	5	100	83
72	5	91	10	93	76
120	15	171	20	87	75

Ņemot vērā, ka aerobās kompostēšanas gadījumā izdalītā amonjaka koncentrācija sasniedza 171 mg/m<sup>3</sup> un netika novērota sērūdeņraža izdalīšanās, biodegradācijai izmantotajam divpakāpju amonjaka biofiltrācijas sistēmu (2. tab.).

Pie amonjaka koncentrācijas sākot no 47 mg/m<sup>3</sup> biofiltrācijas sistēmas biodegradācijas efektivitāte samazinājās. Divpakāpju sistēma pie šādas gāzes koncentrācijas deva iespēju palielināt amonjaka degradāciju līdz 100 %. Palielinoties ieejošā amonjaka koncentrācijai līdz 171 mg/m<sup>3</sup>, biodegradācijas sistēmas efektivitāte sasniedza tikai 75 %.

Strādājot ar modeļsistēmām (ar tīrām gāzēm) un palielinātu biofiltru virsmu līdz 1,7 m<sup>2</sup> (filtra daba tilpums 3 l) ar minētajām gāzu koncentrācijām var sasniegt ievērojami augstāku biodegradācijas efektivitāti [6].

2. tabula

**Ieejošā un izejošā amonjaka koncentrācija divpakāpju filtrācijas sistēmā**

1. biofiltrs		2. biofiltrs		DE, % (kopējā)
Ieejošā gāze, mg/m <sup>3</sup>	Izejošā gāze, mg/m <sup>3</sup>	Ieejošā gāze, mg/m <sup>3</sup>	Izejošā gāze, mg/m <sup>3</sup>	
3	0	0	0	100
15	0	0	0	100
47	20	15	0	100
70	45	30	5	83
91	52	48	10	76
171	85	77	20	75

**Secinājumi**

- 1) darbā izmantotās biofiltrācijas sistēmas gāzu degradācijas efektivitāte bija atkarīga no kompostēšanas režīma (anaerobs, aerobs process) un gāzu plūsmas ātruma t. i. no kompostēšanas procesa intensitātes,
- 2) biofiltrācijas sistēma efektīvāk var tikt pielietota anaerobajā kompostēšanas procesā izdalīto gāzu attīrīšanai; sērūdeņraža koncentrācija izdalītajā gāzē sasniedza 120 mg/m<sup>3</sup>, biofiltrācijas kolonas degradācijas efektivitāte bija 87 %,
- 3) biofiltrācijas sistēmas pielietojumu gaisa attīrīšanai aerobā kompostēšanā nosaka kompostēšanas procesa intensitāte. Aktīvajā procesā (50° C) pie gāzu plūsmas ātruma 5,5 ml/min un ieejošās gāzu koncentrācijas 171 mg/m<sup>3</sup> amonjaka degradācijas

divpakāpju biofiltrācijas sistēmas 1. pakāpē sasniedza 77 %. Atlikuma gāzes biodegradācija otrajā sistēmas pakāpē sasniedza 75 % .

- 4) kontrolējot kompostēšanas procesu : pazeminot temperatūru, gāzu plūsmas un amonjaka koncentrāciju (temperatūra 40-25° C, gāzu plūsmas ātrums-2,5 ml/min un amonjaka koncentrācija- 15 mg/m<sup>3</sup>) vai palielinot biofiltra virsmu, amonjaka degradācijai var tikt izmantota vienpakāpju biofiltrācijas sistēma sasniedzot 100 % biodegradācijas efektivitāti.

#### Literatūra

1. Bouwer E. J (1992) Bioremediation of organic contaminants in the subsurface. In: R. Mitchel (Ed.): *Environment Microbiology*, pp. 287-318. New York.
2. Donham K. J (1990) Relationship of air quality and productivity in intensive swine housing. *J. Agri-Practice*. 10: 15-18
3. Gerards R.,Gevaert D, L.Vriens (1995) Experiences in odour and off-gas treatment with full-scale SEGHObioclean systems. Ninth Forum for Applied Biotechnology. Part II: 2273-2279
4. Viesturs U, Leite M (1997) Certain new biotechnological processes and equipment for their implementation (review). *Applied Biochemistry and Microbiology*.33: 213-225
5. U. Viesturs, Dz. Zariņa, S. Strikauska, A. Zilevica (2002). Solid sistem for bioremediation and biodegradation. VI international Symposium on Environmental Biotechnology and IV International Symposium on Cleaner Bioprocesses and Sustainable development, Veracruz, Mexico.
6. S. Strikauska, Dz. Zarina. A. Berzins, U. Viesturs.(1999) Biodegradation of ammonia by two stage biofiltration system. *Eniron. Engg. and Policy* 1, 175-179.