

## Biofilters to treat swine facility air: Part 1. Nitrogen mass balance

Armeen, A., J.J.R. Feddes\*, J.J. Leonard and R.N. Coleman. 2008. Canadian Biosystems Engineering/Le génie des biosystèmes au Canada **50**: 6.21 - 6.27.

\*Department of Agricultural, Food and Nutritional Science, University of Alberta, Edmonton, Alberta T6G 2P5, Canada. Email: John.Feddes@afhe.ualberta.ca

Biofilters can be used to treat odours exhaled from animal facilities. The most important parameters for an efficient biofilter are pH, moisture content, temperature of the medium, available nutrients, contaminant load, and by-product removal. The main contaminants are volatile fatty acids (VFAs), N-containing compounds such as  $\text{NH}_3$ , and sulfide containing compounds such as  $\text{H}_2\text{S}$ . Based on the theory of biofiltration, compounds such as fatty acids will reduce to  $\text{CO}_2$  and  $\text{H}_2\text{O}$  assuming an adequate retention time. Ammonia is a source of nutrients to the microorganisms; however it can reduce the performance of the biofilter with excessive accumulation of  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ , nitrite, and nitrate. A nitrogen mass balance approach to biofilter performance is necessary for operating and designing the biofilter. A system of one bioscrubber and four biofilters was designed. This system operated with air containing 2, 22, 47, and 88 ppmv  $\text{NH}_3$  injected into the inlet air of the biofilters. The ammonia concentrations significantly ( $p < 0.05$ ) affected the elimination capacity (EC), removal efficiency (RE), and pH of the biofilters. The ECs of the biofilters for ammonia nitrogen with the above concentrations of ammonia were  $11.6 \pm 2.6$ ,  $111 \pm 5.6$ ,  $183 \pm 10.9$ , and  $242 \pm 21.8 \text{ g m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ , respectively. Meanwhile, the combined total amounts of nitrite and nitrate nitrogen produced were  $8.6 \pm 1.5$ ,  $42.1 \pm 3.9$ ,  $40.8 \pm 4$ , and  $31.9 \pm 5 \text{ g m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ , respectively. The daily accumulations of  $\text{NH}_3\text{-N} + \text{NH}_4^+\text{-N}$  in the biofilters were  $3.4 \pm 2.9$ ,  $70.6 \pm 5.9$ ,  $143.4 \pm 10.5$ , and  $211.6 \pm 21.5 \text{ g m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ , respectively. The N mass balance showed how much leachate must be removed to maintain acceptable nitrate/nitrite concentrations in the medium for optimum microbial activity. **Keywords:** biofilter, swine facility air, nitrogen mass balance.

Les biofiltres peuvent être utilisés pour traiter les odeurs émises des bâtiments d'élevage. Les paramètres les plus importants qui déterminent l'efficacité d'un biofiltre sont le pH, le taux d'humidité, la température du substrat, les nutriments disponibles, la charge de contaminants et l'enlèvement des sous-produits. Les principaux contaminants sont les acides gras volatils (VFAs), les composés azotés tel le  $\text{NH}_3$  et les composés sulfurés comme le  $\text{H}_2\text{S}$ . En se basant sur la théorie de la biofiltration, des composés comme les acides gras vont se transformer en  $\text{CO}_2$  et en  $\text{H}_2\text{O}$  si le temps de rétention est adéquat. L'ammoniaque est une source de nutriments pour les microorganismes cependant elle peut réduire les performances du biofiltre lorsqu'il y a une accumulation excessive de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ , nitrite et nitrate. Une approche de bilan de masse de l'azote est donc nécessaire pour la conception et l'opération de biofiltres efficaces. Un système de traitement consistant en un bio-laveur et quatre biofiltres a été conçu. Le système opérait avec une injection d'air contenant 2, 22, 47 et 88 ppmv  $\text{NH}_3$  dans les entrées d'air des biofiltres. Les concentrations d'ammoniaque ont affecté de manière significative ( $p < 0.05$ ) la capacité d'élimination (CE), l'efficacité d'enlèvement des sous-produits (EE) et le pH des biofiltres. Les CE de l'azote ammoniacal des biofiltres pour les concentrations en ammoniaque mentionnées précédemment ont été de  $11,6 \pm 2,6$ ,  $111 \pm 5,6$ ,  $183 \pm 10,9$  and  $242 \pm 21,8 \text{ g m}^{-3} \text{ j}^{-1}$ , respectivement. De même, les quantités totales combinées de nitrite et de nitrate produites étaient de  $8,6 \pm 1,5$ ,  $42,1 \pm 3,9$ ,  $40,8 \pm 4$  and  $31,9 \pm 5 \text{ g m}^{-3} \text{ j}^{-1}$ , respectivement. Les accumulations quotidiennes de  $\text{NH}_3\text{-N} + \text{NH}_4^+\text{-N}$  dans les biofiltres étaient de  $3,4 \pm 2,9$ ,  $70,6 \pm 5,9$ ,  $143,4 \pm 10,5$ , and  $211,6 \pm 21,5 \text{ g m}^{-3} \text{ j}^{-1}$ , respectivement. Le bilan massique de l'azote a permis de déterminer la quantité de lixiviat devant être enlevée dans le but de maintenir des concentrations de nitrate/nitrite acceptables dans le substrat pour une activité microbienne optimale. **Mots clés:** biofiltre, air vicié de porcherie, bilan massique d'azote