

สาร:

เทคโนโลยีการกำจัดสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOC) ด้วยระบบการกรองชีวภาพ (biofiltration)

อมรพล ช่างสุพรรณ*

สารอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile organic compound; VOC) เป็นสารมลพิษทางอากาศที่เกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม เช่น กระบวนการการพ่นสีรถ กระบวนการพิมพ์ และกระบวนการทางปิโตรเคมี การลดปริมาณการปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่ายออกสู่บรรยากาศจากอุตสาหกรรมให้เป็นไปตามมาตรฐานกำหนดเป็นสิ่งจำเป็น เนื่องจากความเป็นพิษต่อมนุษย์ กลิ่นอันไม่พึงประสงค์ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีบำบัดอากาศเสียด้วยระบบการกรองชีวภาพ (Biofiltration) เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ได้รับ ความสนใจในปัจจุบัน เนื่องจากไม่เหลือของเสียที่ต้องกำจัดด้วยวิธีอื่นต่อไป

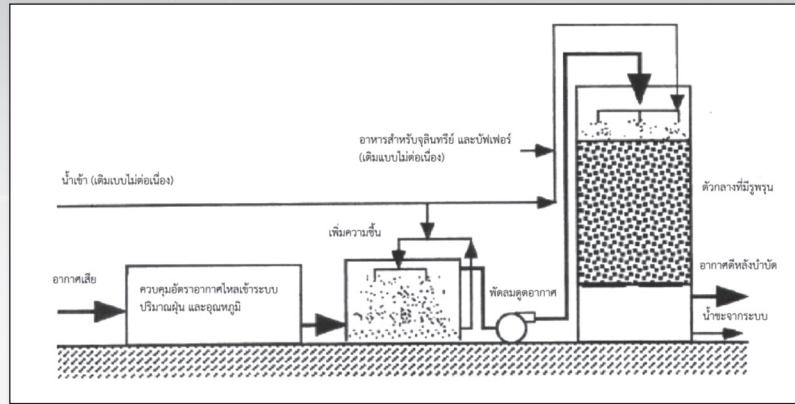
ระบบการกรองชีวภาพ เป็นระบบบำบัดอากาศเสียจากแหล่งกำเนิดที่สามารถกำจัดสารอินทรีย์ระเหยง่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยระบบการย่อยสลายทางชีวภาพโดยใช้จุลินทรีย์ ข้อดีของระบบการกรองชีวภาพคือ ต้นทุนในการติดตั้งระบบและต้นทุนในการเดินระบบต่ำ ใช้พลังงานในการเดินระบบน้อย บำรุงรักษาระบบง่าย และไม่เกิดของเสียที่ต้องส่งต่อไปกำจัดด้วยวิธีการอื่น อย่างไรก็ตามระบบการกรองชีวภาพมีข้อเสีย กล่าวคือ ต้องการอัตราการป้อนอากาศเสียที่ต่อเนื่อง ต้องรู้ชนิดและปริมาณความเข้มข้นที่แน่นอนของไอสารอินทรีย์ระเหยง่าย เพราะสารอินทรีย์ระเหยง่ายบางชนิดเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ในระบบ นอกจากนี้ระบบนี้ยังต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งมาก (Zerbonia et al., 1995) ระบบการกรองชีวภาพเหมาะสมสำหรับสารอินทรีย์ระเหยง่าย

ที่มีความเข้มข้นน้อยกว่า 1,500 ส่วนในล้านส่วน (ppm) โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดมากกว่า 99 เปอร์เซ็นต์ ระบบนี้สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 ประเภท คือ ไบโอฟิลเตอร์ (biofilter), ไบโอทรिकคลิ่งฟิลเตอร์ (biotrickling filter) และ ไบโอสครับเบอร์ (bioscrubber) (Deviny et al., 1999).

ไบโอฟิลเตอร์

ในระบบไบโอฟิลเตอร์ จุลินทรีย์จะเคลือบอยู่บนตัวกลางที่มีรูพรุนในรูปของฟิล์มชีวภาพ (biofilm) อากาศเสียที่มีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ระเหยง่าย จะถูกดูดซับบนตัวกลางที่มีรูพรุนซึ่งเคลือบด้วยฟิล์มชีวภาพ กระบวนการย่อยสลายทางชีวภาพจะเกิดขึ้นทั้งบริเวณฟิล์มชีวภาพ และในตัวกลางที่มีรูพรุน ตัวกลางที่มีรูพรุนที่นิยมใช้คือ ปุ๋ยหมัก (compost) เพราะมีพื้นที่ในการสัมผัสกับอากาศเสียที่มีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ระเหยง่ายมาก และสามารถเป็นแหล่งอาหารของจุลินทรีย์ได้ นอกจากนี้เพื่อให้ประสิทธิภาพของระบบไบโอฟิลเตอร์คงที่ ต้องมีการเติมน้ำและอาหารเป็นครั้งคราวเพื่อเพิ่มความชื้นและอาหารให้กับจุลินทรีย์ในระบบ (รูปที่ 1) เนื่องจากมีการเติมน้ำและอาหารแบบเป็นครั้งคราวไม่ต่อเนื่อง ดังนั้นน้ำชะที่ออกมาจากระบบจะมีสารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายของจุลินทรีย์ปะปนออกมา แต่มีปริมาณน้อยมาก

* นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ โครงการฟิลิกส์และวิศวกรรม



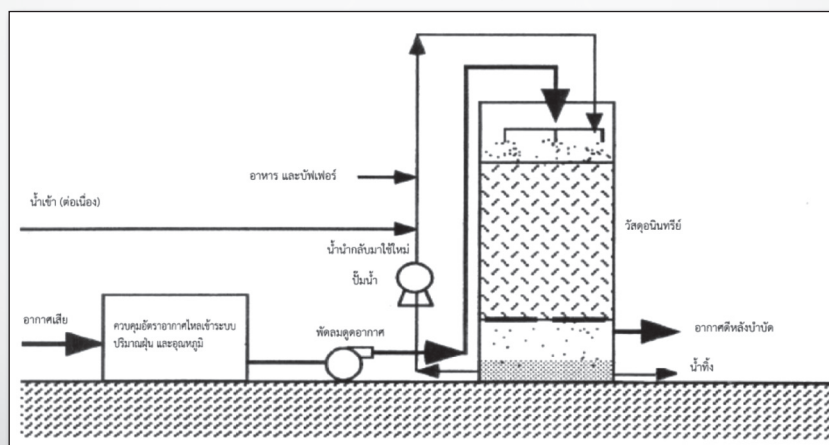
ภาพที่ 1 ไบโอฟิลเตอร์

ไบโอทรिकคิ่งฟิลเตอร์

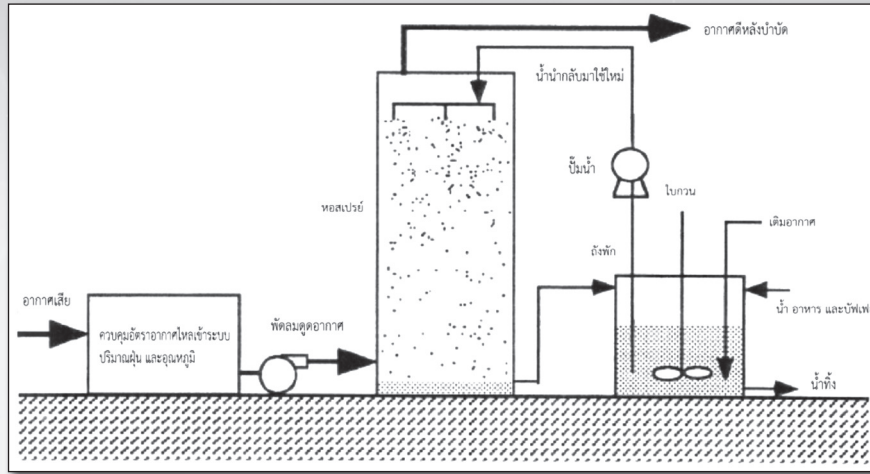
การกรองชีวภาพประเภทไบโอทรिकคิ่งฟิลเตอร์ จุลินทรีย์จะถูกตรึงอยู่ในวัสดุอนินทรีย์ (inorganic packing material) ซึ่งเป็นวัสดุที่ได้จากการสังเคราะห์ และบางส่วนจะแขวนลอยอยู่ในน้ำ โดยน้ำ อาหาร และจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำจะถูกพ่นให้สัมผัสกับอากาศเสียอย่างต่อเนื่อง ระบบนี้อากาศเสียที่มีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ระเหยง่ายจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ที่ถูกตรึงอยู่ในวัสดุอนินทรีย์ และจุลินทรีย์ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ น้ำที่สัมผัสกับสารอินทรีย์ระเหยง่ายแล้วจะไหลลงมาที่ส่วนล่างของระบบซึ่ง บางส่วนจะถูกหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (รูปที่ 2) เนื่องจากมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ระเหยง่ายแขวนลอยอยู่ ดังนั้นจึงเหลือน้ำทิ้งในปริมาณน้อยที่ถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม

ไบโอสครับเบอร์

สำหรับไบโอสครับเบอร์ จุลินทรีย์จะแขวนลอยอยู่ในน้ำ และอากาศเสียที่มีส่วนประกอบของสารอินทรีย์ระเหยง่ายจะถูกน้ำที่มีจุลินทรีย์ดูดซับบริเวณหอสเปรย์ (spray tower) หรือ ในแพ็คคอลัมน์ (packed column) จากนั้นน้ำที่มีส่วนผสมของจุลินทรีย์และสารอินทรีย์ระเหยง่ายจะถูกส่งไปยังถังพัก (storage tank) (รูปที่ 3) และการย่อยสลายทางชีวภาพจะเกิดขึ้น ณ บริเวณถังพัก และน้ำจากกระบวนการย่อยสลายจากถังพักจะถูกนำไปใช้อีกครั้ง เหลือเพียงบางส่วนถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม เช่นเดียวกับระบบไบโอทรिकคิ่งฟิลเตอร์



ภาพที่ 2 ไบโอทรिकคิ่งฟิลเตอร์



ภาพที่ 3 ไบโอสครับเบอร์

ปัจจุบันระบบการกรองชีวภาพใช้กันอย่างแพร่หลายในประเทศแถบยุโรปและอเมริกา สำหรับในประเทศไทยและประเทศในกลุ่มอาเซียนนั้น ยังมีการวิจัยและใช้ระบบนี้อย่างจำกัด จึงควรมีการวิจัย พัฒนา และส่งเสริมการใช้ระบบการกรองชีวภาพในกลุ่มประเทศอาเซียนอย่างจริงจังและต่อเนื่อง

กรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นหน่วยงานให้บริการทดสอบสารมลพิษในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ สารมลพิษทางอากาศ น้ำเสีย/น้ำทิ้ง และกากอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงมีศักยภาพในการตรวจติดตามสารมลพิษทางอากาศจากระบบการกรองชีวภาพ สามารถสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ 0 2201 7142

เอกสารอ้างอิง

Changsuphan, A. and Kim Oanh N. T. Chapter 9 Case Study with Application of Nanometallic Particles Coated on Porous Materials for VOC Destruction. In : Kim Oanh N. T. Integrated Air Quality Management : Asian Case Studies. Taylor & Francis Group, 2012. pp.269 - 290

Devinny, J. S., Deshusses, M. A. and Webster, T. S. Biofiltration for air pollution control. Boca Raton, Fla [u.a.]. : Lewis, 1999.

Research Triangle Institute. Office of Air Quality Planning and Standards. Survey of Control Technologies for Low Concentration Organic Vapor Gas Streams. EPA-456/R-95-003. [online]. [viewed 10 December 2013]. Available from : http://www.epa.gov/ttn/catc/dir1/low_vo.pdf.