

ก๊าซชีวภาพ



ก๊าซชีวภาพ เป็นสสารที่อยู่ในรูปของก๊าซ เกิดจากการย่อยสลายของซากสิ่งมีชีวิต ทั้งซากพืช ซากสัตว์และของเสียจากสัตว์ รวมถึงขยะมูลฝอยที่เป็นขยะอินทรีย์ โดยกระบวนการย่อยสลายทั้งหมดเกิดขึ้นจากการทำงานของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ในสภาวะที่ไร้อากาศก๊าซชีวภาพสามารถเกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติถ้ามีสภาพที่เหมาะสม หรือเกิดขึ้นในระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่สร้างขึ้น

ก๊าซชีวภาพประกอบด้วย...

สารตั้งต้นของก๊าซชีวภาพ คือ สารอินทรีย์ที่เป็นซากสิ่งมีชีวิตหรือเป็นส่วนประกอบในน้ำเสียและของเสีย จะถูกแบคทีเรียหลายประเภทร่วมกันทำการย่อยสลาย โดยประมาณร้อยละ 80-90 ของสารอินทรีย์จะถูกย่อยสลายและเปลี่ยนเป็น ก๊าซชีวภาพ (Biogas) ซึ่งก๊าซชีวภาพประกอบไปด้วยก๊าซหลายชนิด ส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน (CH₄) 50-70 % และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) 30-50 % ส่วนที่เหลือเป็นก๊าซอื่นๆ เช่น แอมโมเนีย (NH₃), ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) และไอน้ำ เป็นต้น ก๊าซชีวภาพมีค่าความร้อนประมาณ 21 เมกะจูลส์ต่อลูกบาศก์เมตรที่สัดส่วนของก๊าซมีเทน 60 %

สารอินทรีย์ + จุลินทรีย์ -----> เซลล์ + Carbondioxide + Methan + Ammonia + Hydrogen Sulfide

เทคโนโลยีการผลิตก๊าซชีวภาพ

การบำบัดน้ำเสียหรือของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นส่วนประกอบหลัก การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพ (Biological Wastewater Treatment) มักจะใช้เทคโนโลยีที่อาศัยแบคทีเรียช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้น โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ 1) เทคโนโลยีที่ใช้อากาศ และ 2) เทคโนโลยีที่ไม่ใช้อากาศ

เทคโนโลยีที่ใช้อากาศ มักต้องอาศัยเครื่องจักรกลในการเติมอากาศให้กับน้ำเสีย ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายโดยผลจากการบำบัดจะได้ออกมาเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ส่วนเทคโนโลยีที่ไม่ใช้อากาศ หรือเรียกอีกอย่างว่า **เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียหรือของเสียโดยวิธีไร้อากาศ** จะทำให้ได้ผลพลอยได้ออกมาเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรียในระบบ - ในทางกลับกัน ถ้าเราวางแผนที่จะผลิตก๊าซชีวภาพเป็นหลัก เราก็อาจเรียกเทคโนโลยีนี้ว่า **ระบบก๊าซชีวภาพ (Biogas System)** อันประกอบไปด้วย ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ระบบนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน และระบบบำบัดของเสียขั้นหลัง เป็นต้น

ระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้อย่างแพร่หลายมีหลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของน้ำเสีย/ของเสีย โดยสรุปเทคโนโลยีที่ใช้ในประเทศไทย ตามแหล่งที่มาของของเสีย/น้ำเสียได้ดังต่อไปนี้

1. ระบบก๊าซชีวภาพจากอุตสาหกรรมทางการเกษตร

ปัจจุบัน ประเทศไทยมีโรงงานอุตสาหกรรมทางการเกษตร มากกว่า 5,000 โรงงาน ทั้งขนาดใหญ่และขนาดกลางกระจายทั่วประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่เทคโนโลยีบำบัดน้ำเสียยังคงใช้ระบบเปิด (Open Pond) แต่ก็มีโรงงานบางส่วนที่เริ่มมองหาเทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศได้รับความสนใจเพิ่มมากขึ้น ได้แก่

- โรงงานอุตสาหกรรมอาหาร UASB และ AFF
- โรงงานอุตสาหกรรมแป้งมันสำปะหลัง UASB, HSS-UASB, ABR และ AFF
- โรงงานอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์มดิบ CSTR
- โรงงานอุตสาหกรรมโรงฆ่าสัตว์ UASB

2. ระบบก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอย

การกำจัดขยะชุมชนในพื้นที่ต่างๆ ส่วนใหญ่นิยมใช้วิธีการฝังกลบ ซึ่งที่ถูกต้องควรจะเป็นการฝังกลบอย่างถูกหลักสุขาภิบาล (Sanitary Landfill) โดยสามารถผลิตก๊าซจากหลุมขยะ (Landfill Gas) เป็นผลพลอยได้ได้ด้วย แต่เทคโนโลยีการผลิตก๊าซจากหลุมขยะในเมืองไทยในปัจจุบันยังคงประสบปัญหาด้านคุณภาพและปริมาณซึ่งไม่คงที่ของก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น ปัจจุบันมีเฉพาะที่เทศบาลเมืองระยอง จังหวัดระยอง ที่ใช้เทคโนโลยีระบบ CSTR เพื่อย่อยสลายขยะอินทรีย์ในถังหมักแบบไร้อากาศ

3. ระบบก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์

สำหรับประเทศไทย ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีการใช้เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพมากที่สุด คือ ฟาร์มสุกร โดยแบ่งกลุ่มฟาร์มสุกรออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

- 1.) ฟาร์มขนาดใหญ่ หรือ ฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ก (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนมากกว่า 5,000 ตัว หรือ มากกว่า 600 หน่วยปศุสัตว์*) *หนึ่งหน่วยปศุสัตว์ = 500 กิโลกรัม เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ ได้แก่ UASB, HSS-UASB และ Covered Lagoon
- 2.) ฟาร์มขนาดกลาง หรือ ฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ข (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนตั้งแต่ 500 - 5,000 ตัว หรือ 60 - 600 หน่วยปศุสัตว์) เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ ได้แก่ UASB, MC-UASB-1 และ Covered Lagoon
- 3.) ฟาร์มขนาดเล็ก ฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ค (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุน 50 - 500 ตัว หรือ 6 - 60 หน่วยปศุสัตว์) เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ ได้แก่ Fixed Dome และ Covered Lagoon

หมายเหตุ

1. Completely Stirred Tank Reactor (CSTR)

เป็นถังปฏิกรณ์ (Closed Anaerobic Tank System) ประเภทหนึ่ง ซึ่งเป็นระบบบำบัดไร้อากาศที่ใช้จุลินทรีย์เป็นตัวย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียภายในถังกลมที่ปิดมิดชิด ไร้อากาศ และติดตั้งวัสดุขูดตะกอน (Scraper) ตรงด้านล่างของถังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัด มีจุดเด่นคือการกวนผสมภายในถังตลอดเวลา ทำให้จุลินทรีย์ได้สัมผัสกับสารอินทรีย์อย่างทั่วถึง ซึ่งจะเพิ่มความสามารถในการผลิตก๊าซชีวภาพได้อีกด้วย ระบบนี้เมื่อจุลินทรีย์ย่อยสลายสารแขวนลอยในน้ำเสียจะได้ก๊าซชีวภาพเป็นผลพลอยได้ลอยสู่ด้านบน เหมาะกับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยสูง

2. Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) - ถังไร้อากาศแบบชั้นสลัดจ์

หลักการของระบบนี้จะให้น้ำไหลขึ้น น้ำเสียที่ประกอบไปด้วยสารอินทรีย์ซึ่งเป็นสารอาหารของจุลินทรีย์จะถูกป้อนเข้าจากทางด้านล่าง ระหว่างที่ลอยขึ้นสู่ด้านบนของถังนั้น สารอินทรีย์จะสัมผัสกับเม็ดตะกอนจุลินทรีย์ ก๊าซชีวภาพที่ถูกจุลินทรีย์ผลิตขึ้นจากการย่อยสลายจะลอยขึ้นสู่ด้านบนของถัง

ลักษณะเด่นของจุลินทรีย์ที่ทำหน้าที่ย่อยสลายคือ จุลินทรีย์จะจับตัวเป็นเม็ดเล็กๆ (Floc/Granule) เส้นผ่านศูนย์กลางราว 1-2 มิลลิเมตร มีคุณสมบัติในการตกตะกอนได้ดีมาก

ภายในระบบจะแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นน้ำและชั้นตะกอน โดยจะมีระบบแยกน้ำใสภายในถัง และมีระบบเก็บรวบรวมก๊าซที่ผลิตขึ้นมาได้เพื่อนำออกจากถัง วิธีการนี้ เม็ดตะกอนจุลินทรีย์สามารถกระจายอยู่ทั่วไปในระบบโดยไม่ต้องเกาะยึดกับวัสดุตัวกลาง (Inert Media) จึงประหยัดค่าใช้จ่ายสำหรับวัสดุตัวกลางได้ ระบบนี้เหมาะกับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยต่ำ

3. Anaerobic Filter/Fixed Film - ถังปฏิกรณ์แบบตรึงเซลล์บนผิววัสดุตัวกลาง

หลักการของระบบนี้คือการจัดวางวัสดุตัวกลางไว้ในถังปฏิกรณ์เพื่อให้เป็นที่อาศัยของจุลินทรีย์ เกิดเป็นฟิล์มชีวะ (Biofilm) ขึ้นมา วัสดุตัวกลางนี้อาจมีลักษณะเป็นท่อ หรือตาข่าย ที่มีความพรุน เมื่อน้ำเสียถูกป้อนเข้าสู่ระบบ สารอินทรีย์จะเคลื่อนตัวไหลผ่านฟิล์มชีวะแต่ละชั้น ทำให้จุลินทรีย์ทำการย่อยสลายไปที่ละน้อย เหมือนผ่านการกรอง ผลพลอยได้จากการย่อยสลายคือก๊าซชีวภาพจะลอยสู่ด้านบน ระบบนี้เหมาะกับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยต่ำ

หากวัสดุตัวกลางถูกบรรจุไว้ในถังแบบสุ่ม จะเรียกระบบนี้ว่า Anaerobic Filter แต่ถ้าการจัดวางวัสดุเป็นไปอย่างเป็นระเบียบ จะเรียกระบบว่า Anaerobic Fixed Film

4. Anaerobic Covered Lagoon or Covered Lagoon

เป็นบ่อหมักแบบไร้ออกซิเจนที่ใช้สำหรับหมักย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่อยู่ในรูปของตะกอนแขวนลอยและสารละลาย โดยอาศัยแบคทีเรียในกลุ่มที่ไม่ต้องการออกซิเจนหรืออากาศ (Anaerobic Bacteria) ซึ่งการย่อยสลายสารอินทรีย์ดังกล่าว เริ่มจากการที่สารอินทรีย์ที่มีขนาดของโมเลกุลใหญ่จะถูกย่อยสลายให้เป็นโมเลกุลเล็กลงภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ในการย่อย

สลายดังกล่าวจะเกิดกรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acids; VFA) โดยแบคทีเรียในกลุ่มสร้างกรด (Acid Formers Bacteria) และ VFA ที่เกิดขึ้นจะถูกแบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเทน (Methanogenic Bacteria) นำไปใช้และผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นก๊าซมีเทน (Methane; CH₄) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbondioxide; CO₂) เป็นหลัก โดยก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บไว้ด้านบนของบ่อหมักซึ่งคลุมปิดด้วยแผ่นพลาสติกชนิด High Density Polyethylene (HDPE) เพื่อรอการนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานทดแทนต่อไป

5. Anaerobic Buffled Reactor(ABR) - ถังไร้อากาศแบบแผ่นกั้น

ระบบบำบัดน้ำเสียแบบนี้มีลักษณะเป็นถังที่มีแผ่นกั้นขวางหลายแผ่นติดตั้งไว้ในถังยาว การไหลของน้ำเสียเข้าสู่ระบบจะเป็นในลักษณะไหลขึ้นไหลลง (หรือซ้ายขวา) สลับกันไปหลายครั้ง เมื่อน้ำเสียไหลไปตามช่องทางที่ออกแบบไว้ภายในบ่อ สารอินทรีย์ในน้ำเสียจะสัมผัสกับจุลินทรีย์ระหว่างการเดินทางภายในบ่อ จนความสกปรกลดลงตามลำดับก่อนจะออกจากระบบ