

ไบโogas จากระบบบำบัดน้ำเสีย

July

คู่มือศาสตราจารย์กุลริดา บรรจงศิริ

1

ก๊าซชีวภาพ (Biogas) เป็นพลังงานสะอาดที่เกิดจากการนำของเสียชีวภาพ เช่น มูลสัตว์ น้ำเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ขยะและของเหลือใช้ทางการเกษตร มาผ่านกระบวนการหมักเพื่อให้เกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) โดยแบคทีเรียหลายชนิด เมื่อสภาวะแวดล้อมเหมาะสม

ก๊าซชีวภาพ ประกอบด้วยก๊าซหลักๆ คือ มีเทน (CH₄) ร้อยละ 60-70 คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ร้อยละ 30-40 และไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) น้อยกว่า 500 ส่วนต่ออากาศหนึ่งล้านส่วน (part per million; ppm) ปริมาณก๊าซชีวภาพที่ได้จากกระบวนการผลิตโดยพื้นฐานจะขึ้นอยู่กับปริมาณและคุณภาพของของเสียที่ใช้เป็นวัตถุดิบ หากใช้น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมจะได้ก๊าซชีวภาพ 2-200 ลูกบาศก์เมตรต่อ 1 ตันของปริมาณน้ำเสีย ปริมาณผลผลิตก๊าซชีวภาพที่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่ป้อนเข้า นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับเทคโนโลยีที่ใช้อย่างมาก ปริมาณก๊าซชีวภาพจะมีค่าสูงก็ต่อเมื่อค่าซีโอดีในน้ำเสีย ที่ใช้เป็นวัตถุดิบมีค่าสูง มีการบำบัดในถังที่มีการให้ความร้อน (Mesospheric process) และมีการปั่นหรือกวนน้ำเสียอย่างต่อเนื่อง

ปฏิกิริยาชีวเคมีของกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียในสภาวะไร้ออกซิเจน แบ่งออกได้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การสลายสารโมเลกุลใหญ่ (Hydrolysis) สารอินทรีย์ต่างๆ ที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน จะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ ทำให้แตกตัวมีขนาดโมเลกุลเล็กลง

ขั้นที่ 2 การผลิตกรดอินทรีย์ (Acidogenesis) สารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลเล็กลงจะถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile acid) และสารอื่นๆ โดยแบคทีเรียพวกสร้างกรด (Acid former) กรดที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่ คือ กรดอะซิติก (Acetic acid) และกรดโพรพิโอนิก (Propionic acid)

ขั้นที่ 3 การผลิตก๊าซมีเทน (Methanogenesis) กรดอินทรีย์ระเหยง่ายจะถูกย่อยสลายเป็นก๊าซมีเทน (CH₄) และคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) เป็นส่วนใหญ่อาจมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H₂S) ไนโตรเจน (N₂) และไฮโดรเจน (H₂) และไอน้ำ ผสมอยู่ด้วย ซึ่งรวมกันเรียกว่า "ก๊าซชีวภาพ"

บ่อหมักระบบปิด (Covered Lagoon) เป็นบ่อหมักก๊าซที่มีโครงสร้างบ่อ อาจเป็นบ่อคอนกรีตหรือดินชุด มีลักษณะเป็นสระหรือบึงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีการคลุมด้วยแผ่นพลาสติกชนิด High Density Polyethylene (HDPE) หรือแผ่นพีวีซี (PVC) เพื่อให้เกิดสภาพไม่ใช้ออกซิเจนและใช้เป็นตัวเก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้น โดยอาจคลุมทั้งบ่อหรือคลุมเฉพาะในส่วนที่มีการสร้างมีเทน มีการเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัส

ของตะกอนแบคทีเรียกับน้ำเสียให้มากขึ้น และพัฒนาระบบดึงกากตะกอนภายในบ่อในกรณีที่บ่อดินชุดอาจปูแผ่นยางที่ใช้ปูสระเก็บน้ำมาปูทับ เพื่อไม่ให้เกิดการรั่วซึมของเสียลงสู่ดิน ด้านบนของบ่อคลุมด้วยแผ่นพลาสติกขนาดใหญ่เพื่อรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นในบ่อจากจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายอินทรีย์ในน้ำเสียในสภาวะไร้ออกซิเจนและเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกลิ่นแพร่กระจาย

รูปแบบระบบผลิตก๊าซชีวภาพที่ใช้ในปัจจุบัน



ข้อดีของการนำก๊าซชีวภาพมาใช้

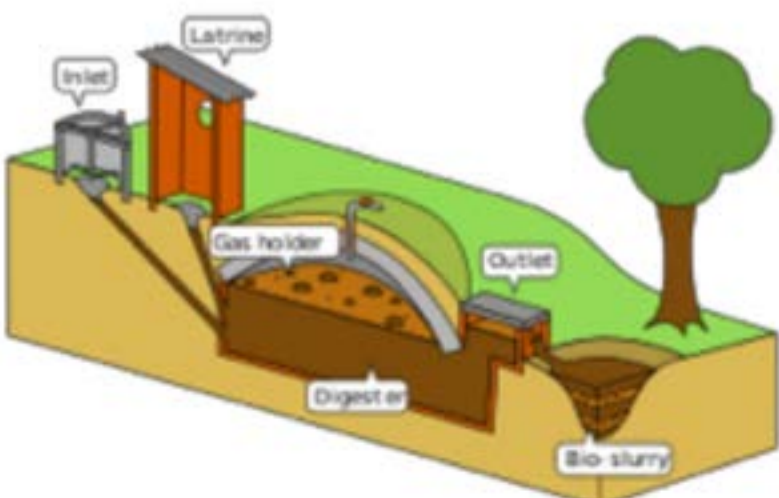
1. การปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำลง เนื่องจากมีการปล่อยแก๊สมีเทนลดลง
2. สารอาหารที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สามารถกระจายจากแหล่งที่มีการสะสมอยู่มาก เช่น ในเขตปศุสัตว์ คลอง และแม่น้ำ ไปยังบริเวณอื่นๆ ได้
3. ปุ๋ยที่ได้จากการย่อยสลายชีวมวลจะมีคุณภาพดีกว่าปุ๋ยที่ได้จากวัตถุดิบโดยตรง (น้ำเสีย) และสามารถนำมาใช้ได้สะดวกในพื้นที่เกษตรกรรม
4. โรงผลิตแก๊สชีวภาพจากชีวมวลมีข้อได้เปรียบอย่างมากในการหมุนเวียนสารอาหารกลับมาใช้ใหม่ในพื้นที่การเกษตร เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการจัดขยะรูปแบบอื่นๆ ซึ่งนับเป็นแนวทางการจัดการด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน
5. ก๊าซชีวภาพจัดเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่สามารถทดแทนการใช้เชื้อเพลิงฟอสซิล จึงเป็นการเพิ่มเสถียรภาพ ด้านการจัดหาพลังงาน

อันตราย และความปลอดภัยในระบบก๊าซชีวภาพ

ก๊าซมีเทนและก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นก๊าซที่จุดติดไฟและให้ความร้อนได้เป็นอย่างดีแต่หลักๆ จะมาจากก๊าซมีเทนเนื่องจากมีปริมาณที่มากกว่า ส่วนก๊าซอื่นๆไม่ติดไฟ ซึ่งองค์ประกอบทั้งหมดจะเกิดขึ้นมาพร้อมกันมากบ้างน้อยบ้างตามชนิดของเสียและกระบวนการหมัก โดยหากต้องการให้ได้ก๊าซมีเทนที่บริสุทธิ์มากขึ้น หรือหากต้องการลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ จะใช้วิธีการทางด้านฟิสิกส์ เคมี หรือทางชีวภาพเพื่อให้ได้ค่าความร้อนที่มากขึ้นหรือลดการกัดกร่อนต่ออุปกรณ์นำก๊าซไปใช้ประโยชน์ สำหรับอันตรายที่เกิดขึ้นจากก๊าซชีวภาพที่เกี่ยวข้องกับผู้ใช้งานจะมี 2 แบบ ได้แก่ อันตรายด้านสุขภาพ และอันตรายจากการเกิดอัคคีภัยหรือการระเบิด

1. อันตรายต่อสุขภาพ โดยมากจะเกิดจากการสูดดมหรือหายใจเอาก๊าซชีวภาพเข้าไป และการสัมผัส โดยก๊าซแต่ละชนิดในก๊าซชีวภาพก็จะให้ผลที่คล้าย

ขั้นตอนและปฏิกิริยาการเกิดก๊าซชีวภาพ



กันคือ เริ่มจากอาการเวียนศีรษะ อาเจียน หน้ามืด เป็นลม หมดสติ และเสียชีวิตไปในที่สุด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาและปริมาณที่ได้รับ หากสูดดมเข้าไปน้อย แต่เป็นเวลานานก็เป็นอันตรายได้เช่น หากได้รับก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ในระดับ 400-600 ppm ในเวลาครั้งถึง 1 ชั่วโมง หรือได้รับในปริมาณเข้มข้นในระยะเวลาอันสั้น ก็ส่งผลทำให้เสียชีวิตได้เช่นกัน หากสัมผัสก๊าซชีวภาพอาจเกิดการระคายเคืองและหากสัมผัสถูกดวงตาอาจทำให้ตาอักเสบได้

สำหรับการป้องกันในขณะปฏิบัติงาน มีข้อแนะนำคือ ควรใส่เสื้อผ้าแขนยาวให้รัดกุม ใส่ถุงมือ และรองเท้าน้ำหนัก หากต้องทำงานที่เกี่ยวข้องกับเครื่องยนต์ ควรสวมหมวก แวนตานามัย ที่อุดหู และหน้ากากป้องกันก๊าซด้วย สำหรับการปฐมพยาบาลใช้หลักการรักษาตามอาการ เช่น หากแสบตาและผิวหนัง ให้ล้างด้วยน้ำสะอาด หากเกิดจากการสูดดมจนหน้ามืด หรือเป็นลม ให้ย้ายหรือพาออกไปยังบริเวณที่โล่งเหนือลม คลายเสื้อผ้าให้หลวม แต่หากอาการยังไม่ดีขึ้นให้รีบนำส่งแพทย์โดย

ด่วน ดังนั้นการทำงานในระบบก๊าซชีวภาพต้องระมัดระวังตลอดเวลา การลงไปตรวจในบ่อน้ำเสียหรือบ่อหมักซึ่งเป็นสถานที่อับอากาศก็เช่นกัน ต้องแน่ใจว่าได้ทำการระบายก๊าซจนหมด มีพัดลมเป่า หรือทิ้งไว้หลายวัน การปฏิบัติงานในระบบก๊าซชีวภาพควรทำงานกันเป็นทีม เพื่อที่จะได้ช่วยเหลือกันได้ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์สุดวิสัย และต้องคอยตรวจสอบการรั่วของก๊าซจากบ่อเก็บก๊าซ หรือท่อก๊าซต่างๆ ให้ดี หากพบว่าเสียควรรีบซ่อมแซมอย่างเร่งด่วน

2. อันตรายจากการเกิดอัคคีภัยหรือการระเบิด หากมีการรั่วไหลของก๊าซมีเทนจนทำให้เกิดการติดไฟ จะดับได้ยาก เนื่องจากเป็นเชื้อเพลิงที่เผาไหม้อย่างรวดเร็ว ปกติหากเกิดการรั่วไหลก๊าซมีเทนจะลอยขึ้นสู่บรรยากาศเนื่องจากเบากว่าอากาศ แต่หากเกิดการรั่วไหลในบริเวณที่มีข้อจำกัดเรื่องการระบายอากาศ หรือมีปริมาณมากจะผสมกับอากาศได้พอดี หากไปโดนประกายไฟจะเกิดการลุกไหม้ได้ง่ายมาก

สำหรับการป้องกันในขณะปฏิบัติงานมีข้อแนะนำคือ ผู้ใช้งานต้องทราบก่อนว่าการที่ไฟจะไหม้ได้นั้น เกิดจากองค์ประกอบ 3 อย่าง ได้แก่ เชื้อเพลิง อากาศ หรือออกซิเจน และความร้อนหรือเปลวไฟ โดยเชื้อเพลิงแต่ละชนิดจะมีอัตราส่วนผสมกับอากาศที่ต่างกัน รวมถึงการติดไฟก็จะต่างกัน ดังนั้นต้องระวังเรื่องการก่อให้เกิดประกายไฟเป็นอันดับแรก จึงควรติดป้ายห้ามไม่ให้มีการสูบบุหรี่ หรือจุดไฟในบริเวณระบบก๊าซชีวภาพ รวมถึงการใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าอย่างเด็ดขาด นอกจากนั้น จะต้องมียกน้ำสำหรับดับเพลิง และมีถังดับเพลิงประเภทที่สามารถดับไฟฟ้าจากก๊าซได้ นำไปติดตั้งในจุดที่ง่ายต่อการใช้งาน อุปกรณ์ที่นำก๊าซไปใช้ประโยชน์เช่น เครื่องกำเนิดไอน้ำ หรือเครื่องยนต์จะต้องทำการลดก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ให้อยู่ในระดับที่กำหนด เพื่อลดการกัดกร่อนต่ออุปกรณ์ต่างๆ และเพื่อให้อุปกรณ์ควบคุมความปลอดภัยยังคงทำงานได้ บ่อเก็บก๊าซต้องออกแบบให้ปลอดภัย มีเชือกหรือตาข่ายรัดในกรณีที่เก็บก๊าซด้วยพลาสติก และต้องมีชุดควบคุมแรงดันทำงานร่วมด้วย ทั้งนี้

อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเผาไหม้ชีวภาพ เช่น ชุดเผาไหม้ส่วนเกิน (Flare) และเครื่องกำเนิดไอน้ำ จะต้องมีการติดตั้งชุดกันไฟย้อน เพื่อป้องกันเปลวไฟที่อาจจะย้อนเข้าไปในท่อก๊าซซึ่งเชื่อมไปยังบ่อเก็บก๊าซชีวภาพด้วย และหากตรวจพบว่าอุปกรณ์ใช้งานมีความเสียหายก็ต้องรีบทำการซ่อมแซม กรณีเป็นโรงงานก็ควรอ้างอิงกฎหมาย มาตรฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องด้านความปลอดภัยในการนำมาใช้ในโรงงาน ผู้ที่ติดตั้งระบบก๊าซชีวภาพจะต้องมีการศึกษาและรับการถ่ายทอดความรู้ ฝึกอบรม ชักซ้อม เรื่องความปลอดภัยในระบบก๊าซชีวภาพอย่างสม่ำเสมอ

เอกสารอ้างอิง

http://www2.dede.go.th/km_ber/Attach/Biogas-present.pdf
<http://thaibiogasgen.blogspot.com/2015/>
<http://www.erdicmu.ac.th/index.php/news/1517?category=11>