

ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียแบบ UASB เบื้องต้น

ตอนที่ 2

โดย
ยุธนา ตันวงศ์वाल
นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ
สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 13 (ชลบุรี)

ฉบับนี้เป็นตอนต่อจากคราวที่แล้ว ในตอนที่ 2 นี้จะกล่าวถึงเนื้อหาเกี่ยวกับการเดินระบบ และ ปัญหาที่มักพบในระบบบำบัดน้ำเสียแบบ UASB

การเดินระบบสำหรับระบบ UASB

1. การบำบัดขั้นต้น

1.1 การตกตะกอนขั้นต้น (Sedimentation)

แม้ว่าระบบ UASB จะสามารถบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณของแข็งแขวนลอยสูงมากๆ (เช่น น้ำเสียจากโรงฆ่าสัตว์) ได้ดี โดยไม่จำเป็นต้องมีการตกตะกอนขั้นต้น แต่การแยกตะกอนออกก่อนก็ยังเป็นสิ่งที่สมควรทำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบ UASB ที่ตะกอนไม่เป็นเม็ด เนื่องจากหากตะกอนแขวนลอยไม่ถูกกำจัด แบคทีเรียอาจเกาะติดไปกับตะกอนและถูกพัดพาออกไป นอกจากนี้ยังพบว่าหากมีการกำจัดตะกอนแขวนลอยในน้ำเสียดังกล่าวก่อน จะทำให้เกิด Granular Sludge ได้ดีกว่า และข้อเสียของการไม่กำจัดตะกอนแขวนลอยออกก่อนอีกอย่างหนึ่งคือ จะมีการสะสมของกรวดทรายในถังปฏิกรณ์ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียลดลง

1.2 การทำให้เป็นกลาง (Neutralization)

เช่นเดียวกับระบบบำบัดแบบไร้อากาศแบบอื่นๆ หากพบว่าน้ำเสียนั้นมีความสามารถในการคุมการเปลี่ยนแปลง pH (Buffering Capacity) ไม่เพียงพอ ก็ควรมีการเพิ่มสภาพความเป็นต่างในน้ำเสีย เพื่อเพิ่ม Buffering Capacity ไม่ให้มีสภาพเป็นกรดง่ายเกินไป เพราะกรดจะเป็นอันตรายต่อจุลินทรีย์ที่ผลิตก๊าซมีเทน

1.3 การทำให้เกิดกรด (Pre-acidification) โดยระบบแบบ 2 ถัง

เนื่องจากแบคทีเรียชนิดเป็นเส้นยาว (Long Filamentous Hydrolytic-fermentative) ซึ่งก่อให้เกิดปัญหาตะกอนอัดในระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน สามารถเติบโตได้ดีในน้ำเสียที่มีน้ำตาลและแป้งเป็นองค์ประกอบและมี pH ประมาณ 7.0 แต่จะเติบโตได้ไม่ดีในสภาพเป็นกรด (ที่ pH ต่ำกว่า 6) ดังนั้นการทำให้ น้ำเสียมีความเป็นกรดและทำให้แป้งและน้ำตาลถูกย่อยสลายหมดไปก่อน จะสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียชนิดเส้นใยนี้ได้ และจะทำให้เกิดตะกอนที่เป็นเม็ดที่มี

คุณสมบัติในการตกตะกอนได้ดีและมีประสิทธิภาพ ในการบำบัดสูง ซึ่งการทำให้มีสภาพเป็นกรดก่อนนี้ สามารถทำได้โดยแยกถังปฏิกิริยาออกเป็น 2 ถัง โดยในถังแรกจะเป็นส่วนที่มีการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดกรด และถังที่ 2 จะเป็นส่วนที่มีการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดก๊าซมีเทน

สำหรับการบำบัดน้ำเสียที่ประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตปริมาณน้อยๆ อาจใช้ระบบ UASB แบบระบบถังเดียวโดยไม่จำเป็นต้องมีการแยกส่วนทำให้เกิดกรด เพราะในระบบบำบัดน้ำเสียส่วนใหญ่จะเกิดการย่อยสลายกลายเป็นกรดไขมันได้เองบางส่วนในถังเก็บกักน้ำเสียอยู่แล้ว อย่างไรก็ตาม ถ้าน้ำเสียมีคาร์โบไฮเดรตเป็นองค์ประกอบอยู่ในปริมาณมาก ระบบ 2 ถังจะทำงานได้ดีกว่า

ข้อดีของระบบ 2 ถัง อีกประการหนึ่ง คือ สามารถควบคุมให้เกิดผลผลิตจากปฏิกิริยาย่อยสลายได้ตามต้องการโดยการควบคุมสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิ pH และชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ ระบบนี้สามารถให้ผลผลิตเป็น Biogas ที่มีปริมาณมีเทนสูง และมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และไฮโดรเจนซัลไฟด์ต่ำ

2. การสะสมของตะกอน

การออกแบบอุปกรณ์แยกก๊าซ-ของแข็ง-ของเหลว (Gas-solid-liquid Separator) ซึ่งจะแยกตะกอน จุลินทรีย์ออกจากน้ำและฟองก๊าซ เป็นส่วนสำคัญที่มีผลต่อการสะสม และคงอยู่ของตะกอนจุลินทรีย์ในระบบ อัตราการเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบ UASB ขึ้นกับองค์ประกอบและความเข้มข้นของน้ำเสีย ส่วนการเติบโตของชั้นตะกอนจะถูกควบคุมโดยอัตราการเติบโตของจุลินทรีย์ และอัตราการถูกพัดพาออกไปของตะกอนแขวนลอยและตัวจุลินทรีย์เอง นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของชั้นตะกอนยังเกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของชนิดของจุลินทรีย์ด้วย ตัวอย่างเช่น เม็ดตะกอนที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีลักษณะเป็นเส้นใยจะมีขนาดของเม็ดตะกอนเพิ่มขึ้นเร็วกว่า แต่จะมีความหนาแน่นของเม็ดตะกอนน้อยกว่า Granules ชนิดที่ประกอบด้วยจุลินทรีย์ที่มีรูปร่างเป็นแท่งสั้นๆ

3. การผสม (Mixing)

การผสมที่ดีจะช่วยให้ตะกอนจุลินทรีย์สามารถสัมผัสกับสารอาหารได้ทั่วถึง ซึ่งจะมีผลต่อประสิทธิภาพ การบำบัดน้ำเสียและการผลิตก๊าซชีวภาพของระบบบำบัด การผสมในถังปฏิกิริยาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น

- อัตรา หรือความเร็วในการไหลขึ้นของน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากการป้อนน้ำเสียเข้าสู่ถัง
- Biogas Flux Rate คือ อัตราการเกิดก๊าซชีวภาพต่อพื้นที่หน้าตัดของถังต่อชั่วโมง ($m^3_{\text{biogas}}/m^2_{\text{reactor}}\text{-hr}$) การที่ฟองก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นและลอยตัวขึ้นจากด้านล่างของถัง ทำให้เกิดการผสมระหว่างน้ำเสียและตะกอน จุลินทรีย์โดยอัตโนมัติ ในภาวะปกติ การผสมที่เกิดจากการลอยตัวของฟองก๊าซจะมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบมากกว่าการผสมที่เกิดจากอัตราไหลของน้ำเสีย

- การหมุนเวียนน้ำทิ้งหลังบำบัดกลับเข้า มาสู่ถังปฏิกริยาใหม่ ปกติจะใช้เพื่อเจือจางน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงมากๆ แต่การหมุนเวียนน้ำยังช่วยเพิ่มการผสมได้อีกด้วย วิธีนี้นิยมใช้ในระบบบำบัดที่เดินเครื่องในช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำ หรือในระบบที่มีอัตราการผลิตก๊าซต่ำ
- การป้อนน้ำเสียแบบเป็นช่วง (Pulse Feed) จะช่วยเพิ่มการผสมได้ดีกว่าการใส่น้ำเสียแบบต่อเนื่อง

ปัญหาที่มักพบในระบบ UASB

1. ระบบ UASB ส่วนใหญ่จะบำบัดน้ำเสียที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยต่ำๆ ได้ดี แต่ถ้าน้ำเสียมีปริมาณสารแขวนลอยสูง จะทำให้จุลินทรีย์ถูกพัดพาออกไปกับน้ำทิ้ง และมีผลทำให้ประสิทธิภาพของระบบลดลง

2. ระบบ UASB มีความอ่อนไหว (Sensitive) ต่อผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพน้ำเสีย (เช่น มีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้น เปลี่ยนแปลงค่า pH การมีสารเคมีเป็นพิษเจือปน เป็นต้น) และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมากกว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบ Anaerobic Filter รวมถึงสามารถฟื้นตัวได้ช้ากว่า เนื่องจากระบบ Anaerobic Filter มีจุลินทรีย์ที่อยู่ในรูป Biofilm ที่เกาะติดอยู่กับตัวกลาง จึงสามารถป้องกันจุลินทรีย์จากการสัมผัสกับสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ดีกว่าจุลินทรีย์ที่อยู่ในรูปแขวนลอย

3. การลอยของเม็ดตะกอน (Granule Floating) เป็นปัญหาใหญ่อีกประการหนึ่งที่พบในระบบ UASB มักพบในกรณีที่เม็ดตะกอนได้รับสารอาหารอีกครั้งหนึ่งหลังจากที่อยู่ในสภาพขาดอาหารมาเป็นเวลานาน ทำให้ตรงกลางของ Granule ขนาดใหญ่ (เส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 1 มิลลิเมตร) เกิดเป็นช่องว่างซึ่งเกิดจากการตายของจุลินทรีย์เนื่องจากการขาดสารอาหาร ทำให้เม็ดตะกอนเบาและลอยขึ้นด้านบน การแก้ปัญหานี้ทำได้โดยการทำให้ Granules แตกออกเป็นอนุภาคเล็กๆ โดยการปั่น ซึ่งอนุภาคเหล่านั้นจะสามารถพัฒนากลับไปเป็น Granules ที่มีคุณสมบัติในการตกตะกอนได้ดีที่สุดในที่สุด

=====

เอกสารอ้างอิง

สมชาย ดารารัตน์, เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียแบบ UASB, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

Metcalf & Eddy, (1991), Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, and Reuse, McGraw-Hill

Hickey, R.F., WU, W.M., Veiga, M.C., and Jones, R., (1991) Start-up, Operation, Monitoring, and Control of High-rate Anaerobic Treatment Systems, Wat. Sci. Tech., Vol. 24, No. 8, pp 207-255