บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันนี้ทั้งจำนวนมนุษย์และกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ทำให้มีการทิ้งสิ่งต่าง ๆ สู่ธรรมชาติเพิ่มขึ้นในขณะที่ความสามารถของธรรมชาติที่จะรับมีจำกัด จึงจำเป็นต้องจำกัดของเสียที่เข้าเจือปนกับธรรมชาติให้อยู่ในปริมาณที่ธรรมชาติสามารถกำจัดเองได้หรือเข้าเจือปนกับธรรมชาติในปริมาณที่ไม่เกิดอันตราย สารอินทรีย์ในน้ำทิ้งเป็นต้นเหตุสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้ธรรมชาติเสียหาย วิธีกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งก่อนจะทิ้งลงสู่ธรรมชาติมีหลายวิธี แต่ละวิธีมีความเหมาะสมในการใช้แตกต่างกัน วิธีกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งทางชีวะวิทยาเป็นวิธีที่ใช้กันมากที่สุด

การกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งทางชีวะวิทยาสามารถแบ่งตามลักษณะการดำรงชีพของจุลชีพในระบบกำจัดได้ 2 ระบบ คือ ระบบใช้ออกซิเจนอิสระ (Aerobic Process) ซึ่งใช้จุลชีพชนิดที่ต้องการออกซิเจนอิสระในการดำรงชีพ การกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งของระบบนี้เหมาะที่จะใช้กับน้ำทิ้งที่มีค่า B.C.D.ไม่เกินประมาณ 3,000 กรัมต่อลูกบาศก์เมตร และระบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระ (Anaerobic Process) ซึ่งใช้จุลชีพชนิดไม่ต้องใช้ออกซิเจนอิสระในการดำรงชีพ แต่ระบบกำจัดแบบนี้เหมาะที่จะใช้กับประเทศในเขตร้อน เช่น ประเทศไทย ระบบกำจัดแบบนี้เป็นวิธีที่ประหยัดและมีข้อดี คือ

1. ไม่ต้องเสียพลังงานในการเพิ่มอุณหภูมิให้กับระบบกำจัดเช่นเดียวกับประเทศในเขตหนาว ระบบนี้สามารถทำงานได้ดีเมื่ออุณหภูมิภายนอกเป็นอุณหภูมิบรรยากาศประมาณ 30-38 องศาเซลเซียส

2. ไม่ต้องเสียพลังงานในการเติมอากาศให้กับระบบกำจัด เพราะไม่ต้องการออกซิเจนอิสระ

3. ความต้องการอาหารเสริม (Nutrient) น้อยกว่าระบบกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งแบบใช้ออกซิเจนอิสระ (Aerobic Treatment) เพราะระบบกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งแบบใช้ออกซิเจนอิสระต้องการ $B.O.D._L$:N:P ประมาณเท่ากับ 100:5:1 แต่ระบบกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระต้องการ $B.O.D._L$:N:P ประมาณเท่ากับ 100:1.1:0.2

4. มีผลพลอยได้คือ แกสมีเทน ซึ่งนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงได้

5. ลดปัญหาการกำจัดกากตะกอน เนื่องจากสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายจะเปลี่ยนเป็นมวลของจุลชีพประมาณร้อยละ 10-20 ในขณะที่ระบบใช้ออกซิเจนอิสระสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายจะเปลี่ยนเป็นมวลของจุลชีพประมาณร้อยละ 50

นอกจากข้อดีแล้วการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระก็มีข้อเสียที่สำคัญคือ

1. จุลชีพเจริญเติบโตช้าจึงต้องใช้ระยะเวลาในการเริ่มเลี้ยงจุลชีพ (Start up) นาน

2. ระบบกำจัดปรับตัวได้ไม่ดีนักต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำทิ้ง ปริมาณสารอินทรีย์ อุณหภูมิและสภาวะแวดล้อมอื่น ๆ

3. น้ำทิ้งที่ออกจากระบบกำจัดมีกลิ่นเหม็นและมีสีดำ เนื่องจากผลิตผลของการกำจัดมีแกสไฮโดรเจนซัลไฟด์ซึ่งมีกลิ่นและแกสไฮโดรเจนซัลไฟด์นี้สามารถทำปฏิกริยากับสารประกอบของโลหะต่างๆในน้ำทิ้งทำให้เกิดสารประกอบที่มีสีดำ

แต่อย่างไรก็ดีระบบกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระยังคงเป็นระบบที่น่าสนใจมากเพราะต้องการพลังงานต่ำ ระบบกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระมีหลายแบบ แต่ละแบบมีความเหมาะสมในการใช้แตกต่างกัน คือ

บ่อหมัก (Anaerobic Lagoons) เป็นระบบการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระที่ง่ายที่สุด อาศัยธรรมชาติมากที่สุด ตัวบ่อหมักเป็นบ่อดินมีความลึก 2-3 เมตร น้ำทิ้งจะใช้เวลาอยู่ในบ่อหมักนานประมาณ 10-30 วัน ในระหว่างที่น้ำทิ้งอยู่ในบ่อหมักสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งจะถูกจุลชีพแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระย่อยสลาย ระบบนี้เหมาะที่จะใช้ในกรณีที่ที่ดินราคาถูก

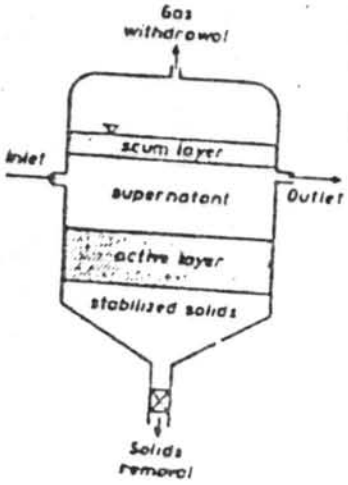
ถังหมักธรรมดา (Conventional Anaerobic Digestion) เป็นระบบที่ใช้แพร่หลายในการย่อยสลายกากตะกอนจากระบบแอคทิเวทเต็ด สลัดจ์ (Activated Sludge) ระบบกำจัดประกอบด้วยถังปฏิกริยา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นถังคอนกรีตมีฝาปิดเพื่อเก็บความร้อน กลิ่น และแกส บนฝามีทางระบายแกสที่เกิดขึ้น ระบบถังหมักธรรมดามี 2 แบบ คือ

ก. ถังหมักชนิดอัตรา กำจัดช้า (Low Rate Anaerobic Digestion) ภายในถังไม่มีเครื่องกวน ถังแบบนี้มีการลัดวงจร (Short Circuit) มาก (รูปที่ 1.1)

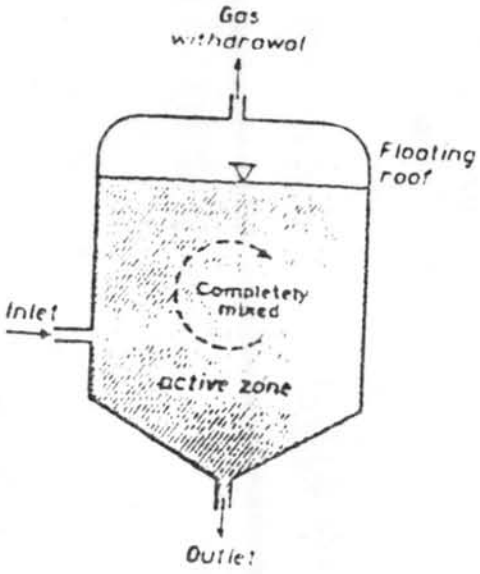
ข. ถังหมักชนิดอัตราการกำจัดเร็ว (High Rate Anaerobic Digestion) ภายในถังมีเครื่องกวนเพื่อให้เกิดการผสมอย่างทั่วถึง (Completely Mixed, รูปที่ 1.2) ในถังแบบนี้มีการลัดวงจรน้อยลงทำให้ระยะเวลาเก็บกักน้ำทิ้งที่จำเป็นน้อยลงและประสิทธิภาพดีกว่าชนิดอัตรากำจัดช้า แต่ถังหมักชนิดนี้ก่อนที่จะทิ้งน้ำทิ้งจำเป็นต้องมีการแยกตะกอนจุลชีพออกจากน้ำทิ้งก่อน

ระบบถังหมักธรรมดาทั้ง 2 แบบ มิได้นำตะกอนจุลชีพกลับมาใช้อีก เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลชีพชนิดไม่ใช้ออกซิเจนอิสระช้ามาก ดังนั้น ต้องการระยะเวลาเก็บกักน้ำนานประมาณ 10-30 วัน

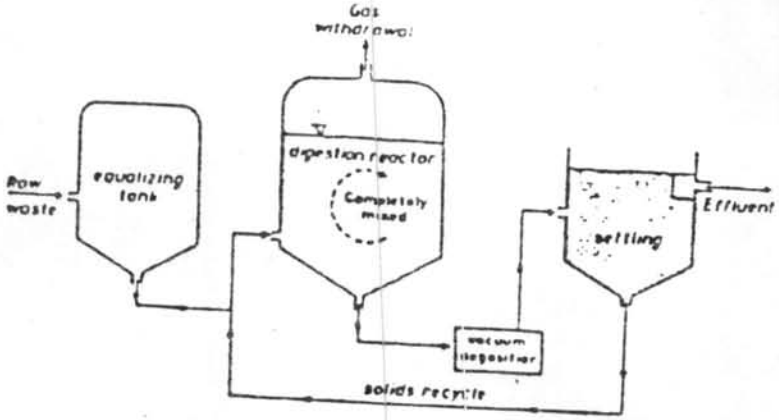
ถังหมักแบบสัมผัส (Anaerobic Contact หรือ Anaerobic Activated Sludge) เป็นถังหมักที่ดัดแปลงมาจากถังหมักชนิดอัตรากำจัดเร็วโดยการเพิ่มระบบแยกตะกอนจุลชีพออกจากน้ำทิ้งที่ออกจากถังปฏิกริยาแล้วนำตะกอนจุลชีพเหล่านั้นกลับไปใช้อีก (รูปที่ 1.3)



รูปที่ 1.1 Low-rate anaerobic digestion system



รูปที่ 1.2 High-rate anaerobic digestion systems.



Anaerobic contract process.

รูปที่ 1.3 ระบบถังหมักแบบสัมผัส (Anaerobic Contact Process หรือ Anaerobic Activated Sludge Process) (Young และ McCarty, 1969)

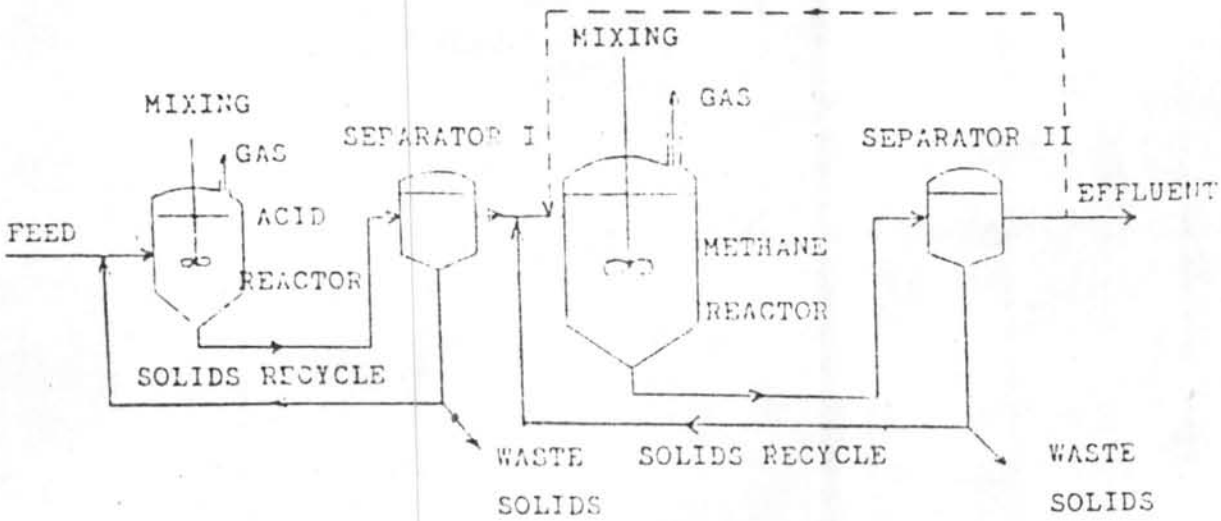
ทำให้ระบบกำจัดมีตะกอนจุลชีพในระบบมากขึ้น สามารถลดขนาดของถังปฏิกริยาลงได้มาก แต่เนื่องจากตะกอนจุลชีพของระบบถังหมักจะมีแกสเกาะติดอยู่และพาตะกอนจุลชีพลอยขึ้นจึงต้องแยกแกสออกเสียก่อนที่จะทำการแยกตะกอนจุลชีพออกจากน้ำทิ้งหรือใช้เครื่องมือกลในการแยกตะกอน ระบบนี้ใช้แพร่หลายในการกำจัดน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม

ระบบทูเฟสแอนแอโรบิค (Two Phase Anaerobic Digestion) เป็นการแยกถังหมักออกเป็น 2 ส่วนตามลักษณะการทำงานของจุลชีพแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อความสะดวกในการควบคุมสภาวะแวดล้อมให้เหมาะสมกับจุลชีพแต่ละชนิด (รูปที่ 1.4) Ghosh (1975) ได้ทำการทดลอง พบว่าสามารถลดขนาดถังปฏิกริยาลงได้ สามารถลดค่าก่อสร้าง แกสมีเทนเกิดขึ้นมากกว่าและง่ายต่อการควบคุมสภาวะแวดล้อมแต่ต้องใช้ผู้ชำนาญงานควบคุมและต้องใช้เครื่องมือเพิ่มขึ้นอีกมาก

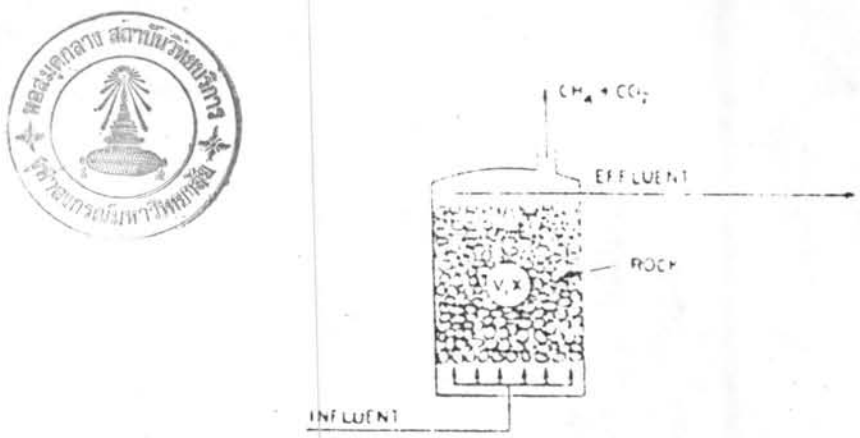
ระบบเครื่องกรองแอนแอโรบิค (Anaerobic Filter) เป็นระบบที่ใช้เครื่องมือน้อย ควบคุมการทำงานง่าย ระบบกำจัดประกอบด้วยถังรูปทรงกระบอกมีฝาปิดสนิทที่ฝามีที่ระบายแกส ภายในถังมีตัวกรอง (Filter Media) บรรจุอยู่ ลักษณะของตัวกรองต้องมีช่องว่างพอสมควรเพื่อให้น้ำและตะกอนไหลผ่านได้และต้องคงทนต่อการกัดกร่อน ตัวกรองนี้ช่วยกระจายการไหลของน้ำที่เข้าระบบกำจัดให้สัมผัสกับจุลชีพอย่างทั่วถึงและแยกแกสจากตะกอนจุลชีพทำให้ตะกอนจุลชีพถูกกักอยู่ในระบบ การไหลของน้ำทิ้งเข้าในระบบเป็นแบบปลักโฟล (Plug Flow, รูปที่ 1.5) ระบบเครื่องกรองแอนแอโรบิคมีข้อดีกว่าระบบกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระอื่น ๆ คือ

1. ขนาดของเครื่องมือไม่ใหญ่มาก เพราะมีอัตราการรับสารอินทรีย์ (Organic Loading) ประมาณ 3-10 กก. C.O.D. ต่อ ลบ.ม.ต่อวัน ซึ่งสูงเท่ากับระบบที่ใช้เครื่องมือมาก

2. ไม่ต้องใช้พลังงานในการกวน



รูปที่ 1.4 TWO-PHASE ANAEROBIC DIGESTION PROCESS



รูปที่ 1.5 ANAEROBIC FILTER PROCESS

3. ไม่ต้องใช้พลังงานในการเวียนกลับตะกอนจุลชีพ

4. ตะกอนจุลชีพที่ออกมากับน้ำที่ออกจากระบบเครื่องกรองแอนแอโรบิค สามารถนำมาแยกตะกอนด้วยวิธีตกตะกอนโดยไม่ต้องนำน้ำที่ออกจากระบบไปแยกแกสออกก่อน

5. การทำงานของระบบกำจัดควบคุมได้ง่าย เนื่องจากมีเครื่องมือน้อย

ระบบเครื่องกรองแอนแอโรบิคเป็นระบบกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระที่มีข้อดีกว่าระบบกำจัดแบบไม่ใช้ออกซิเจนอิสระอื่น ๆ ดังกล่าวแล้ว แต่จากการศึกษาการวิจัยที่ผ่านมาเครื่องกรองแอนแอโรบิคใช้ความสูงไม่มากนักในการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งประมาณ 0.30-0.60 เมตร และมีข้อเสนอแนะให้ใช้ความสูงของตัวกรอง 1.00-1.80 เมตร ทำให้การใช้เครื่องกรองแอนแอโรบิคกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งต้องใช้พื้นที่มาก นอกจากนั้น เครื่องกรองแอนแอโรบิคยังไม่เหมาะที่จะใช้กำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งที่มีสารอินทรีย์สูง (McCarf and Eddy, 1974) อีกด้วย แต่การทดลองที่ผ่านมามีข้อมูลไม่เพียงพอที่จะสนับสนุนข้อสรุปดังกล่าว จึงสมควรที่จะศึกษาการใช้เครื่องกรองแอนแอโรบิคที่มีความสูงมากกว่านี้ในการกำจัดสารอินทรีย์ในน้ำทิ้ง เพื่อประหยัดพื้นที่ในการก่อสร้างได้และศึกษาขีดจำกัดของความเข้มข้นของสารอินทรีย์ในน้ำทิ้งที่เครื่องกรองแอนแอโรบิคสามารถกำจัดได้