บทที่ ๖

การอภิปรายผลการทดลอง

๖.๑ อิทธิพลของระยะเวลาในการหมักต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ

จากผลของการวิจัยนี้ แสดงว่าขยะเปียก (Garbage) สามารถกำจัดโดยวิธีการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน (Anaerobic Digestion) และให้พลังงานทดแทนด้วยการใช้ขยะที่บดแล้วและนำมาเจือจางให้มีของแข็งทั้งหมด (Total Solid) ๕ เปอร์เซ็นต์ที่ระยะเวลาในการหมัก (Retention Time) ๑๐, ๑๕ และ ๒๕ วัน พบว่าปริมาณก๊าซที่ได้อยู่ระหว่าง ๐.๒๕ ถึง ๐.๖๗ ลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยที่ใส่เข้าไป (l/gm VS added) และมีองค์ประกอบเป็นก๊าซมีเทนอยู่ ๕๑.๕ – ๖๒ เปอร์เซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าทั่วไปที่ได้จากการย่อยสลาย Sewage sludge (๕๔) ที่ได้ก๊าซอยู่ระหว่าง ๐.๕ ถึง ๐.๗๕ และสูงกว่า Waste cattle (๔๗) ที่ให้ปริมาณก๊าซ ๐.๒๕ ถึง ๐.๔๓ ลิตรต่อกรัมของแข็งระเหยที่ใส่เข้าไป ซึ่งค่าที่นำมาเปรียบเทียบนี้เป็นค่าโดยเฉลี่ยจากการทดลองต่าง ๆ ที่ทำการทดลองในลักษณะและเงื่อนไข (Condition) ที่ใกล้เคียงกัน

ถึงแม้ว่าที่ระยะเวลาในการหมัก ๒๕ วันจะให้ปริมาณก๊าซต่อน้ำหนักของแข็งระเหยที่ใส่เข้าไปสูงสุดก็ตาม แต่ในแง่ของการใช้งานแล้วจะต้องใช้ถังหมักที่มีขนาดใหญ่และสิ้นเปลือง เพื่อที่จะหาขนาดของถังหมักที่เหมาะสมที่สุดจึงได้พิจารณาถึงผลการศึกษาทางจลน์ศาสตร์ (Kinetic) พบว่าระยะเวลาต่ำสุดที่จุลชีพจะยังคงอยู่ในระบบ (Minimum Solid Retention Time; SRT_m) เท่ากับ ๗ วันและจากการแนะนำของ McCarty (๓๙) ว่าระบบที่ดีนั้น ควรจะออกแบบและควบคุมให้ทำงานที่ระยะเวลาในการหมักเป็น ๒ เท่าของ SRT_m ซึ่งในกรณีนี้ประมาณ ๒๐ วัน เมื่อนำผลที่ได้นี้มาเปรียบเทียบกับผลการวิจัยพบว่าที่ระยะเวลาในการหมัก ๑๕ วัน จะให้ปริมาณก๊าซต่อปริมาตรถังหมักต่อวัน

(Specific Volumetric Gas Rate:γ_v) สูงที่สุด ดังนั้น ในการออกแบบระยะเวลาที่ใช้ในการหมักควรอยู่ระหว่าง ๑๕ ถึง ๒๐ วัน และจะรับ Organic Loading ได้ประมาณ ๒.๓๕ กิโลกรัมของแข็งระเหยต่อลูกบาศก์เมตร–วัน (kg VS/m^3. d)

๖.๒ อิทธิพลของอุณหภูมิต่อการเกิดก๊าซชีวภาพ

สำหรับการเพิ่มอุณหภูมิให้แก่ถังหมัก เพื่อที่จะเร่งอัตราการทำปฏิกริยา (Reaction rate) นั้น พบว่าที่อุณหภูมิ ๓๘ องศาเซลเซียสจะให้ปริมาณก๊าซสูงกว่าอุณหภูมิต่าง ๆ ในช่วงของ Mesophilic เดียวกัน แต่จะใกล้เคียงเมื่อเทียบกับที่อุณหภูมิ ๕๐° c ซึ่งเป็นอุณหภูมิในช่วง Thermophilic แสดงว่าที่อุณหภูมิ ๓๘° c นี้เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในช่วงของ Mesophilic Temperature ส่วนที่ ๔๕° c นั้น จะได้ปริมาณก๊าซต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองต่าง ๆ (๑๑)(๑๙)(๔๕) และเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่า การเพิ่มอุณหภูมินั้นมิใช่จะเร่งอัตราการทำปฏิกริยาได้เสมอไป แต่จะมีข้อจำกัดก็คือ อัตราการทำปฏิกริยาจะเร็วขึ้นต่อเมื่ออยู่ในช่วงของอุณหภูมิที่เหมาะสมเท่านั้น

ในการออกแบบถังหมักที่สามารถปรับอุณหภูมิได้นั้น จำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ประกอบอีกหลายชนิด เช่นชุดให้ความร้อน ชุดควบคุมอุณหภูมิและเครื่องกวน (Mixer) จะต้องทำงานอยู่ตลอดเวลา เพื่อที่จะให้อุณหภูมิกระจายอย่างสม่ำเสมอ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากเมื่อเปรียบเทียบกับระบบทั่ว ๆ ไปที่ไม่มีการเพิ่มอุณหภูมิ ทั้งยังยากต่อการควบคุมอีกด้วย จากงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าถังหมักที่ทำงานในช่วงอุณหภูมิสูง (Thermophilic temperature จะมีความเข้มข้นของกรดโวลาไทล์สูงกว่าระบบที่ควบคุมที่อุณหภูมิปรกติประมาณ ๕ เท่า ดังนั้น การควบคุมจึงต้องกระทำด้วยความระมัดระวัง โดยการควบคุมอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของกรดโวลาไทล์ต่อความเป็นด่างในถังหมักให้มีค่าประมาณ ๑ ต่อ ๓ ทำให้สิ้นเปลืองสารเคมีในการควบคุมสภาวะความเป็นด่างภายในถังหมักให้สมดุลย์กับความเข้มข้นของกรดโวลาไทล์อีกด้วย สำหรับการทำให้แบคทีเรียคุ้นเคย (Acclimatize) เพื่อให้ได้แบคทีเรียพวกที่ชอบความร้อน (Thermophilic Bacteria) นั้น จะต้องเสียเวลาในการ

เริ่มต้นนาน ถึงแม้วางานวิจัยนี้ได้แสดงให้เห็นว่าสามารถที่จะลดเวลาในการเริ่มต้นให้สั้นเข้าด้วยการเพิ่มอุณหภูมิในช่วงแรกครั้งละหลายองศาก็ตาม แต่ก็ยังคงใช้เวลาไม่น้อยกว่า ๓ เดือนในการเพิ่มอุณหภูมิจาก ๓๕ °c ไปจนถึง ๕๐ °c ซึ่งคิดว่าการหมักที่อุณหภูมิในช่วง Thermophilic นั้นไม่จำเป็นสำหรับประเทศไทย ที่มีช่วงอุณหภูมิของอากาศสูงเกือบตลอดปี

๖.๓ ข้อดีของการหมักที่อุณหภูมิสูง

การใช้อุณหภูมิในช่วง Thermophilic นั้น มีผลพลอยได้ก็คือ การกำจัดเชื้อโรคต่าง ๆ ซึ่งงานวิจัยนี้มิได้ศึกษาถึง แต่จะได้นำมาจากรายงานของ EPA (๑๖) ดังแสดงไว้ในตารางข้างล่างนี้

ตารางที่ ๑๕ Hyperion treatment plant-examination of sludges for some bacteria, virus, parasites. (EPA study November 1974 - July 1977)

Parameters	Raw Sludge		
	Range		
	From	To	Medium
Temperature °C	23.0	28.9	26.7
Fecal coliform MPN/100 ml	1.25 x 10	3.1 x 10	4.5 x 10
Membrane Fiter/ 100 ml	2.6 x 10	8.85 x 10	3.5 x 10
Salmonella sp/100 ml	2.6 x 10	4.6 x 10	2 x 10
Pseudomonas AER/100ml	3	1.1 x 10	185
Fecal streptococci/100 ml	2.3 x 10	6.3 x 10	2.4 x 10
Viral content PFU/g	3.8	27.8	14.5
Ascaris lumbricoides detected/75 g	0	780	718

ตารางที่ ๑๕ (ต่อ)

Parameter	Raw sludge		
	Range		
	From	To	Median
Temperature °C	34.5	36.4	35.6
Fecal coliform MPN/100 ml	1.8 x 10	3.3 x 10	7.8 x 10
Membrane Fiter/100 ml	5.0 x 10	2.06 x 10	6.4 x 10
Salmonella sp/100 ml	3	240	43
Pseudomonas AER/100 ml	3	750	43
Fecal streptococci/ 100 ml	5.0 x 10	3.6 x 10	2.2 x 10
Viral content PFU/g	0.3	2.8	1.0
Ascaris lumbricoides detected/75 g	0	438	438
Temperature °C	47.8	51.1	49.4
Fecal coliform MPN/100 ml	1 x 10	9.2 x 10	5.4 x 10
Membrane Fiter/100 ml	3 x 10	4.7 x 10	2.23 x 10
Salmonella sp/100 ml	3	3.6	3
Pseudomonas AER/100 ml	3	3.6	3
Fecal streptococci/100 ml	670	6.0 x 10	1.4 x 10
Viral content PFU/g	0	3.0	0
Ascaris lumbricoides detected/75 g	0	320	320