

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของธาตุอาหารรองต่อการไฮโดรไลซิสและการสร้างกรดอินทรีย์จากมูลสุกร
นักศึกษา	นางสาวกัลยาณี มีทรัพย์
รหัสประจำตัว	47067707
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สุขาภิบาลอาหาร
พ.ศ.	2550
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.วรารุณี กรุส่ง
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.สาโรช บุญยกิจสมบัติ

บทคัดย่อ

การขาดแคลนธาตุอาหารรองในกระบวนการผลิตก๊าซชีวภาพ อาจเป็นผลให้กระบวนการย่อยสลายเกิดได้ไม่สมบูรณ์หรือด้อยเสถียรภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณธาตุอาหารรองที่มีต่อการผลิตก๊าซมีเทนของมูลสุกรที่มีของแข็งเป็นส่วนประกอบร้อยละ 50 ทำการทดลองในถังปฏิกรณ์แบบกวนสมบูรณ์ ปริมาตรใช้งาน 2 ลิตร จำนวน 9 ถัง ซึ่งได้รับธาตุอาหารรองที่ต่างกัน เพื่อให้เห็นความแตกต่างของผลจากการเติมธาตุอาหารแต่ละชนิด ทั้งนี้ทำการป้อนของเสียแบบกึ่งต่อเนื่องด้วยภาระสารอินทรีย์ในช่วง 1 - 3.8 กรัมชีโอดีต่อลิตรต่อวัน

ผลการทดลองพบว่าค่าชีโอดีละลายและกรดอินทรีย์ระเหยง่ายในน้ำออกของทุกถังปฏิกรณ์มีค่าใกล้เคียงกันโดยมีค่าไม่เกิน 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 900 มิลลิกรัมต่อลิตรชีโอดี ตามลำดับ แต่ปริมาณก๊าซชีวภาพและก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นพบว่าถังปฏิกรณ์ที่เติมแร่ธาตุเหล็ก นิกเกิล โคบอลต์และโมลิบดีนัมเป็น 10 เท่า นั้นเกิดก๊าซมีเทนมากขึ้นและเกิดอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการทดลองโดยมีปริมาณเฉลี่ยต่อวัน 203 199 135 และ 191 มิลลิลิตรตามลำดับ ในขณะที่ถังปฏิกรณ์ที่เติมแร่ธาตุซิลิเนียม ทั้งสเดน ทองแดงและสังกะสีนั้นเกิดก๊าซมีเทนในปริมาณต่ำและไม่สม่ำเสมอโดยเกิดเฉลี่ยเกิดน้อยกว่า 100 มิลลิลิตรต่อวัน ทั้งนี้เนื่องจากธาตุอาหารรองแต่ละชนิดที่เติมให้ระบบมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของจุลินทรีย์แตกต่างกัน โดยพบว่าจุลินทรีย์ที่ได้รับแร่ธาตุเหล็ก และนิกเกิล มีความสามารถจำเพาะในการผลิตก๊าซมีเทนได้สูงสุดตามลำดับ รองลงมาคือโคบอลต์ โมลิบดีนัมและสังกะสี ตามลำดับ และแร่ธาตุที่มีประสิทธิภาพต่ำกว่าชุดควบคุมคือ ซิลิเนียม ทั้งสเดนและทองแดงตามลำดับ

Thesis Title	Effect of Trace Elements on Hydrolysis and Organic Acids Formation from Piggery Waste
Student	Miss Kanlayanee Meesap
Student ID.	47067707
Degree	Master of Science
Program	Food sanitation
Year	2007
Thesis Advisor	Asso. Prof.Dr.Warawut Krusong
Thesis Co-Advisor	Dr.Saroeh Boonyakitsombut

ABTRACT

Deficiency of trace elements may cause on less efficiency of biogas production. The purpose of this research was to study effect of trace elements on methane production from piggery waste, which was composed of 50% solids. The process was conducted using nine completely stirred tank reactors with liquid volume of 2 liters. They were semi-continuous fed with organic loading rate of 1-3.8 kg COD/L-day. The experimental results showed that all reactors had similar effluent SCOD and VFA concentrations; 1,500 mg/L and 900 mg/L-COD, respectively. But biogas and methane production were different, the reactor supplemented with trace element Fe, Ni, Co and Mo had continuous and higher biogas and methane production (203, 199, 135 and 191 ml/day, respectively) than those supplemented with Se, W, Cu and Zn (less than 100 ml/day). The result suggested that the trace element supplementation affected to quantity and quality of microorganism. The highest of SMA in the sludge was from reactor supplemented with Fe and Ni, respectively, next were those from reactor supplemented with Co, Mo and Zn, respectively. While the reactor supplemented with Se, W and Cu had less SMA than the control reactor, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับผลของการใช้ธาตุอาหารรองที่มีต่อกระบวนการไฮโดรไลซิสและการสร้างกรดอินทรีย์ รวมทั้งการศึกษาด้านเชื้อจุลินทรีย์ของน้ำเสียชนิดมูลสุกร จาก รศ.ดร.วราวุฒิ ครูส่ง และ ดร.สาโรช บุญยกิจสมบัติ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ และเพื่อนๆ นักศึกษาและเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ พร้อมทั้งตรวจเทียบและแก้ไขทฤษฎีและอื่นๆ ที่ผิดพลาด จนสำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้นและให้กำลังใจต่อผู้วิจัยอย่างใกล้ชิดตลอดมา

สุดท้ายขอขอบพระคุณศูนย์บูรณาการเทคโนโลยีเพื่ออุตสาหกรรมไทย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่าประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กัลยาณี มีทรัพย์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับการวิจัย.....	2
บทที่ 2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ความหมายของ ก๊าซชีวภาพและกระบวนการเกิดก๊าซชีวภาพ.....	3
2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำงานของระบบบำบัดแบบไร้อากาศ.....	6
2.3 ความสำคัญของธาตุอาหารรอง.....	8
2.4 จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตก๊าซมีเทน.....	13
2.5 การอยู่ร่วมกันของจุลินทรีย์ที่ไม่สร้างมีเทนและกลุ่มสร้างมีเทน.....	14
2.6 ประโยชน์ของการใช้แร่ธาตุเสริม.....	14
บทที่ 3. อุปกรณ์และวิธีการ.....	17
3.1 วัตถุประสงค์ สารเคมี และอุปกรณ์.....	17
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย.....	18
3.3 ค่าพารามิเตอร์ที่ศึกษาและวิเคราะห์.....	24
บทที่ 4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะของวัตถุดิบและตะกอนจุลินทรีย์.....	27
4.2 ผลการย่อยสลายมูลสุกรในถังปฏิกรณ์กวนสมบูรณ์.....	29
4.3 การกำจัดสารอินทรีย์ในรูปซีโอดีทั้งหมดและซีโอดีละลาย.....	30
4.4 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าความเป็นด่างทั้งหมด.....	31
4.5 การกำจัดกรดอินทรีย์ระเหยง่าย (Volatile Fatty Acid ; VFA).....	33
4.6 การเกิดก๊าซชีวภาพและก๊าซมีเทน.....	35
4.7 ปริมาณและคุณภาพของจุลินทรีย์ต่อการผลิตก๊าซชีวภาพ.....	40
บทที่ 5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	43
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	43
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	44
เอกสารอ้างอิง.....	45
ภาคผนวก.....	49
ก การเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์ในช่วงเวลาต่างๆ.....	49
ข วิธีการวิเคราะห์พารามิเตอร์.....	73
ประวัติผู้วิจัย.....	87

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1. บทบาทของธาตุอาหารหลักในกระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศ.....	9
2.2. บทบาทของธาตุอาหารรองในกระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศ.....	10
2.3. องค์ประกอบของเซลล์ โคแฟกเตอร์และองค์ประกอบโดยประมาณ.....	15
ของโคบอลต์และนิกเกิลใน <i>Methanosacina barkeri</i>	
3.1. พารามิเตอร์ที่ใช้ในการเริ่มต้นระบบการหมักแบบขั้นตอนเดียว.....	20
3.2. ธาตุอาหารรองตามสูตรของ Speece (1996) ที่เติมลงในระบบของถังปฏิกรณ์.....	21
แบบกวนผสมสมบูรณ์หลังจากช่วงเริ่มต้นการหมักแล้ว	
3.3. รูปแบบชุดการทดลองที่ใช้ศึกษาการไฮโดรไลซิสวัตถุดิบมูลสุกร.....	22
3.4. พารามิเตอร์ที่ศึกษาและวิเคราะห์.....	24
4.1. ผลการวิเคราะห์ลักษณะของมูลสุกรและตะกอนจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลอง.....	27
4.2. คุณลักษณะของน้ำเสียมูลสุกรที่เข้าสู่ระบบบำบัดแบบไร้อากาศ.....	28
4.3. ปริมาณแร่ธาตุของสลัดจ์ที่ผ่านการย่อยสลายแบบไร้อากาศ.....	38
ก.1 ค่าซีโอดีละลายและประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดี (%) ของระบบ.....	50
ก.2 กรดอินทรีย์ระเหย (VFA mg/L).....	53
ก.3 Alkalinity mg/L CaCO ₃	55
ก.4 ค่า pH.....	58
ก.5 ปริมาณก๊าซชีวภาพ (mL).....	67

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	ขั้นตอนการย่อยสลายสารอินทรีย์ภายใต้สภาวะไร้อากาศ.....3
3.1	ลักษณะของชุดถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....19
3.2	ถังปฏิกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาการไฮโดรไลซิสมูลสุกร.....23
4.1	การสารอินทรีย์ที่เข้าระบบในรูปของชีโอดีทั้งหมด.....29
4.2	การเปลี่ยนแปลงของ SCOD ในระหว่างกระบวนการไฮโดรไลซิสมูลสุกร.....30
4.3	การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในระหว่างกระบวนการไฮโดรไลซิสมูลสุกร.....31
4.4	การเปลี่ยนแปลงของค่า Alkalinity ในระหว่างกระบวนการไฮโดรไลซิสมูลสุกร.....32
4.5	การเปลี่ยนแปลงของกรดอินทรีย์ระเหยง่ายในระหว่างกระบวนการไฮโดรไลซิสมูลสุกร.....34
4.6	ปริมาณก๊าซชีวภาพสะสมระหว่างกระบวนการย่อยมูลสุกรที่สภาวะคงตัว.....36
4.7	ปริมาณก๊าซมีเทนสะสมระหว่างกระบวนการย่อยมูลสุกรที่สภาวะคงตัว.....36
4.8	ปริมาณก๊าซชีวภาพและก๊าซมีเทนที่เกิดขึ้นระหว่างสภาวะคงตัว.....37
	จนถึงสิ้นสุดการทดลอง
4.9	ปริมาณของแข็งระเหยง่าย (VSS) ในถังปฏิกรณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างสภาวะคงตัว41
	จนถึงสิ้นสุดการทดลอง
4.10	ปริมาณ Fermentative bacteria ในทุกๆถังปฏิกรณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างสภาวะคงตัว.....42
	จนถึงสิ้นสุดการทดลอง
4.11	ประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ในการผลิตก๊าซมีเทน (SMA) ของแต่ละถังปฏิกรณ์.....42
	ที่เกิดขึ้นระหว่างสภาวะคงตัวจนถึงสิ้นสุดการทดลอง