

การผลิตภาพชีวภาพจากผักตบชวา ภายใต้การย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน



นายชาญชัย คุณาวนา กิจ



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


พ.ศ. 2529

ISBN 974-567-361-7

012489

I 1551b12X

BIOGAS PRODUCTION BY ANAEROBIC DIGESTION OF WATER HYACINTH



Mr. Chanchai Kunawanakit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkom University

1986

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตกาชชีวภาพจากผักกาดบร่ำว่า ภายใต้การย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน  
โดย นายชาญชัย คุณาวนากิจ  
ภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยค้ำสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของ การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณะบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ค้ำสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรารักษ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองค้ำสตราจารย์ ดร.ธงชัย พรรณน้อย)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยค้ำสตราจารย์ ดร.สุทธิรักษ์ สุจริตตานนท์)

..... กรรมการ

(รองค้ำสตราจารย์ วีรวรรณ ปัทมาภีร์ต)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยค้ำสตราจารย์ ดร.ปิ่น-ฉวี เวชยานุเคราะห์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์    การผลิตกาซชีวภาพจากผักตบชวาภายใต้การย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน  
ชื่อ                            นายชาญชัย คุณถาวนาทิจ  
อาจารย์ที่ปรึกษา        ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุทธธีรภัทร์    สุจริตตานนท์  
ภาควิชา                      วิศวกรรมสุญญากาศ  
ปีการศึกษา                2529

๒๒



บทคัดย่อ

ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงการผลิตกาซชีวภาพจากผักตบชวา โดยการย่อยสลายแบบไร้ออกซิเจน ถึงผลของระยะเวลาในการหมักต่าง ๆ กันคือ 10, 15 และ 25 วัน ที่ค่าอัตราการจ่ายสารอินทรีย์ 0.5 และ 0.8 กก. TVS ต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน ผลการทดลองปรากฏว่าได้ปริมาณกาซมีเทนต่อน้ำหนักของของแข็งระเหยที่ถูกทำลายไป (1 CH<sub>4</sub>/g TVS destroyed) อยู่ในยี่ง 0.15-0.33ลิตรต่อกรัม ของของแข็งระเหยที่ถูกทำลาย ที่ระยะเวลาในการหมัก 15 วัน สำหรับอัตราการจ่ายสารอินทรีย์ 0.8 กก. TVS ต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน และที่ระยะเวลาในการหมัก 25 วันสำหรับอัตราการจ่ายสารอินทรีย์ 0.5 กก. TVS ต่อลูกบาศก์เมตรต่อวัน จะให้ปริมาณกาซมีเทนต่อน้ำหนักของของแข็งระเหยที่ถูกทำลายไปสูงที่สุดคือ 0.33 และ 0.27 ลิตรมีเทนต่อกรัมของของแข็งระเหยที่ถูกทำลาย ตามลำดับ

จากการศึกษาปริมาณ NPK พบว่ากาซตกตะกอนมีองค์ประกอบของไนโตรเจนร้อยละ 0.03-0.08 ปริมาณฟอสฟอรัสร้อยละ 0.001-0.005 และปริมาณโปตัสเซียมร้อยละ 0.04-0.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



Thesis Title Biogas Production By Anaerobic Digestion of Water  
Hyacinth  
Name Mr. Chanchai Kunawanakit  
Thesis Assistant Professor Suthirak Sujarittanonta., Ph.D.  
Department Sanitary Engineering  
Academic Year 1986

#### ABSTRACT

The objective of this research is to study the biogas production from anaerobic digestion of water hyacinth at three different hydraulic retention times of 10, 15 and 25 days with the use of organic loading rates of 0.5 and 0.8 Kg TVS per cubic metre per day. It was found that the total methane gas volume yield is in the range of 0.15-0.33 litre per gram of volatile solid destroyed. The hydraulic retention time of 15 days for the used organic loading rate of 0.8 Kg TVS per cubic meter per day and the hydraulic retention time of 25 days for the used organic loading rate of 0.5 Kg TVS per cubic meter per day provide maximum values of 0.33 and 0.27 litres of methane gas per gram of volatile solid destroyed respectively.

As a result of the drained sludge study, it was also found that there are 0.03-0.08 percent of nitrogen, 0.001-0.005 percent of phosphorus and 0.04-0.10 percent of potassium.

กิตติกรรมประกาศ



ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุธีรภัทร์ สุจริตตานนท์ และ  
รองศาสตราจารย์ วีรวรรณ บัณฑิโรต ที่ให้ความดูแลช่วยเหลือให้คำแนะนำปรึกษา  
จนงานวิจัยนี้สำเร็จสมบูรณ์ และใคร่ขอขอบพระคุณ อาจารย์ และ คณะกรรมการสอบ  
วิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ช่วยชี้แนะให้งานนี้สำเร็จสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ตลอดจนเพื่อนร่วมงานในห้อง  
ปฏิบัติการ และเพื่อนนิสิตปริญญาโททุก ๆ ท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือความสะดวกต่อการ  
ทำงานบางประการ

สำหรับทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ได้รับจากบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์-  
มหาวิทยาลัย ซึ่งใคร่ขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรม ประ ะ กาศ .....	ฉ
รายการตารางประกอบ .....	ฅ
รายการรูปประกอบ .....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
2. วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย .....	2
2.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
2.2 ขอบเขตของการวิจัย .....	2
3. ทฤษฎี .....	3
3.1 ขอบเขตการย่อยสลายผักตบชวาภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ..	3
3.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเสถียรภาพของระบบ .....	7
3.3 องค์ประกอบและปริมาณกาชชีวได้ .....	26
3.4 พลังงานจากกาชชีวภาพ .....	28
3.5 บั๊กอินทรีย์ .....	31
4. การวางแผนการวิจัย .....	32
4.1 แผนการทดลอง .....	32
4.2 วิธีเริ่มทำการทดลอง .....	34
4.3 คุณลักษณะของผักตบชวาในการใช้เป็นตัวดูดซับ .....	35
4.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง .....	38
4.5 วิธีการวิเคราะห์ .....	41

	หน้า
5. ผลการทดลองและการวิจารณ์ .....	45
5.1 พีเอช กรดโวลทาไทล์ สภาวะความเป็นด่าง และปริมาณกาฬ .....	45
5.2 ผลและอิทธิพลของระยะเวลาในการหมักต่อการ เกิดกาฬชีวภาพ	54
5.3 ผลและอิทธิพลของระยะเวลาในการหมักที่มีต่อระบบ.....	58
5.4 การใช้ประโยชน์จากตะกอน .....	61
6. สรุปผลการทดลอง .....	62
เอกสารอ้างอิง .....	65
ภาคผนวก .....	71
ประวัติ .....	82


  
 ศูนย์วิทยทรัพยากร  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
1. ปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อม และปัจจัยทางด้านปฏิบัติงาน .....	7
2. สภาวะที่เหมาะสมสำหรับขบวนการย่อยสลายแบบไม่ใช้ออกซิเจน .....	8
3. ความเข้มข้นในการกระตุ้นและยับยั้งของอัลคาไล และอัตราไลเอท ที่เป็นประจุลบ .....	18
4. ผลของ Ammonia-nitrogen ต่อระบบกำจัดน้ำเสียแบบไม่ใช้ออกซิเจน.....	18
5. ความเข้มข้นของสารละลายโลหะหนักที่ให้การยับยั้ง 50% ต่การทำงาน ของถังหมัก .....	19
6. Possible Methods to Control Toxic Materials.....	19
7. Growth rate of methane organisms .....	21
8. Indicators of Unbalance Treatment .....	25
9. Steps to Follow in Concentration Unbalance .....	25
10. แสดงปริมาณก๊าซชีวภาพที่เกิดจากการย่อยสลายวัสดุคั่วพวกพืชผัก .....	27
11. ปริมาณก๊าซที่ได้ตามทฤษฎี .....	28
12. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ และ เคมีของก๊าซมีเทน .....	29
13. องค์ประกอบของฝักตบชวา .....	36
14. แสดงปริมาณก๊าซ องค์ประกอบของก๊าซ และคุณลักษณะของกากตะกอน จากระบบที่ระยะเวลาการหมักต่าง ๆ กัน .....	55

ตารางที่	หน้า
ก. 1 ข้อมูลของ กากตะกอนและปริมาณกากที่ออกจากถังหมักที่อัตราการจ่าย สารอินทรีย์ 0.8 กก. TVS/ม <sup>3</sup> วัน ที่ HRT 25 วัน .....	73
ก. 2 ข้อมูลของ กากตะกอนและปริมาณกากที่ออกจากถังหมักที่อัตราการจ่าย สารอินทรีย์ 0.5 กก. TVS/ม <sup>3</sup> วัน ที่ HRT 25 วัน .....	75
ก. 3 ข้อมูลของ กากตะกอนและปริมาณกากที่ออกจากถังหมักที่อัตราการจ่าย สารอินทรีย์ 0.8 กก. TVS/ม <sup>3</sup> วัน ที่ HRT 15 วัน .....	77
ก. 4 ข้อมูลของ กากตะกอนและปริมาณกากที่ออกจากถังหมักที่อัตราการจ่าย สารอินทรีย์ 0.5 กก. TVS/ม <sup>3</sup> วัน ที่ SRT 15 วัน .....	78
ก. 5 ข้อมูลของ กากตะกอนและปริมาณกากที่ออกจากถังหมักที่อัตราการจ่าย สารอินทรีย์ 0.8 กก. TVS/ม <sup>3</sup> วัน ที่ HRT 10 วัน .....	79
ก. 6 ข้อมูลของ กากตะกอนและปริมาณกากที่ออกจากถังหมักที่อัตราการจ่าย สารอินทรีย์ 0.5 กก. TVS/ม <sup>3</sup> วัน ที่ HRT 10 วัน .....	80
ก. 7 แสดงผลการวิเคราะห์ หาค่าปริมาณน้ำและของแข็งในผักตบชวา .....	81

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
1. การย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เป็นของแข็งภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน .....	4
2. การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ด้วยปฏิกิริยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน .....	5
3. การเปลี่ยนแปลงของสารอินทรีย์ด้วยปฏิกิริยาแบบไม่ใช้ออกซิเจน .....	6
4. ความสัมพันธ์ในทางทฤษฎีระหว่าง $CO_2$ , pH และความเป็นต่าง ของถังหมักไร้ออกซิเจน .....	11
5. ความสัมพันธ์ระหว่างพีเอชและความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต .....	13
6. ผลของอุณหภูมิต่อระยะเวลาการย่อยสลาย .....	16
7. การเปลี่ยนแปลงของของแข็งระเหยที่ถูกทำลายกับระยะเวลาในการหมัก .....	22
8. แสดงแผนการทดลอง .....	33
9. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการทดลอง .....	39
10. ถังหมัก .....	40
11. ก๊าซมิเตอร์ .....	42
12. Orsat Gas Analyzer .....	44
13. การเปลี่ยนแปลงของ พีเอช อัตราการเกิดก๊าซ ความเป็นต่าง และ กรดโวลาทิลที่อัตราการจ่ายสารอินทรีย์ 0.8 กก. TVS/ $m^3$ -วัน ที่ HRT เท่ากับ 25 วัน .....	48
14. การเปลี่ยนแปลงของ พีเอช อัตราการเกิดก๊าซ ความเป็นต่าง และ กรดโวลาทิลที่อัตราการจ่ายสารอินทรีย์ 0.5 กก. TVS/ $m^3$ -วัน ที่ HRT เท่ากับ 25 วัน .....	49
15. การเปลี่ยนแปลงของ พีเอช อัตราการเกิดก๊าซ ความเป็นต่าง และ กรดโวลาทิลที่อัตราการจ่ายสารอินทรีย์ 0.8 กก. TVS/ $m^3$ -วัน ที่ HRT เท่ากับ 15 วัน .....	50

รูปที่	หน้า
16. การเปลี่ยนแปลงของ พีเอช อัตราการเกิดก๊าซ ความเป็นต่าง และกรดโวลลาไทล์ที่อัตราการจ่ายสารอินทรีย์ 0.5 กก. TVS/ม <sup>3</sup> -วัน ที่ HRT เท่ากับ 15 วัน .....	51
17. การเปลี่ยนแปลงของ พีเอช อัตราการเกิดก๊าซ ความเป็นต่างและ กรดโวลลาไทล์ที่อัตราการจ่ายสารอินทรีย์ เท่ากับ 0.8 กก. TVS/ม <sup>3</sup> -วัน ที่ HRT เท่ากับ 10 วัน .....	52
18. การเปลี่ยนแปลงของ พีเอช อัตราการเกิดก๊าซ ความเป็นต่างและ กรดโวลลาไทล์ที่อัตราการจ่ายสารอินทรีย์เท่ากับ 0.5 กก. TVS/ม <sup>3</sup> -วัน ที่ HRT เท่ากับ 10 วัน .....	53
19. การเปลี่ยนแปลงของก๊าซชีวภาพและมีเทนที่เกิดขึ้นกับระยะเวลาในการหมักที่อัตราการจ่ายสารอินทรีย์เท่ากับ 0.8 กก. TVS/ม <sup>3</sup> -วัน .....	56
20. การเปลี่ยนแปลงของก๊าซชีวภาพและมีเทนที่เกิดขึ้นกับระยะเวลาในการหมักที่อัตราการจ่ายสารอินทรีย์เท่ากับ 0.5 กก. TVS/ม <sup>3</sup> -วัน .....	57
21. การเปลี่ยนแปลงของมีเทนที่เกิดขึ้นกับระยะเวลาในการหมักที่อัตราการจ่ายสารอินทรีย์ เท่ากับ 0.8 กก. TVS/ม <sup>3</sup> -วัน .....	59
22. การเปลี่ยนแปลงของมีเทนที่เกิดขึ้นกับระยะเวลาในการหมักที่อัตราการจ่าย สารอินทรีย์ เท่ากับ 0.5 กก. TVS ม <sup>3</sup> -วัน .....	60