




APPENDIX

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

APPENDIX A ANALYSIS RESULTS REPORTS

A. Chemical composition



ที่ ศธ 0527.09/

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองพิษณุโลก
จังหวัดพิษณุโลก 65000

9 กันยายน 2556

เรื่อง ขอส่งผลการทดสอบคุณภาพเศษอาหาร


เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยพลังงานทดแทน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ผลการวิเคราะห์คุณภาพเศษอาหาร จำนวน 1 ตัวอย่าง

ตามที่ วิทยาลัยพลังงานทดแทน 99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก มีความประสงค์ให้ศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทำการวิเคราะห์คุณภาพเศษอาหาร จำนวน 1 ตัวอย่าง นั้น

บัดนี้ ทางศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพเศษอาหารเสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยผลทดสอบตามสิ่งที่ส่งมาด้วยพร้อมหนังสือ ฉบับนี้

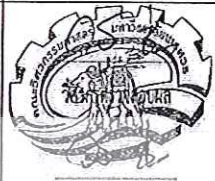
จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ


ขอแสดงความนับถือ
ศาสตราจารย์ ดร. บวรวิทย์ งามประเสริฐ
(อาจารย์ประจำภาควิชาโยธา)
ผู้อำนวยการศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธา

สำนักงานเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์
โทรศัพท์ (055) 96-4095
โทรสาร (055) 96-4000

CE.RP.03


Figure 15 Chemical results laboratory letter

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา		คณะวิศวกรรมศาสตร์		มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี		งานที่ 131 / 2556	
รายงานผลการทดสอบคุณภาพเศษอาหาร						หน้าที่ 1 / 1	
ผู้ขอทดสอบ วิทยาลัยสงฆ์นครพนม		โครงการ ตรวจสอบคุณภาพเศษอาหาร		 <p>ผู้อำนวยการศูนย์ฯ</p>			
สถานที่ตั้งโครงการ 99 หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู		ชนิดของตัวอย่างที่ทดสอบ เศษอาหาร					
คำพ้องกับตัวอย่าง :		ลักษณะของตัวอย่างที่นำมาทดสอบ ก็ยังมีในของเหลว					
ตัวอย่างที่ 1		วิธีการทดสอบ ตามวิธีมาตรฐานที่ระบุในใบสั่ง					
วันที่รับตัวอย่าง 26 สิงหาคม 2556		ผู้ทดสอบ นางสาวศุภา เรืองนันทกุล					
วันที่ทำการทดสอบ 26-30 สิงหาคม 1-9 กันยายน 2556		ผู้รายงานผล					
วันที่รายงานผล 9 กันยายน 2556							
ลำดับ	ดัชนีคุณภาพ	หน่วย	มาตรฐานคุณภาพ	ค่าที่ทดสอบ	วิธีวิเคราะห์		
1	พีเอช (pH)	-	-	3.92	pH Meter		
2	ความชื้น (Moisture Content)	ร้อยละ	-	77.17	Dried 100-105 °C		
3	อัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C/N Ratio)	-	-	15.49 : 1	Organic Carbon : Total Nitrogen		
4	บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)	mg/Kg	-	103,889	5 - day BOD Test		
5	ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand)	mg/Kg	-	278,388	Open Reflux method		
6	ของแข็งระเหยได้ (Volatile Solid)	ร้อยละ	-	98.47	Solids ignited at 600-650 °C to 2hours		
7	ของแข็งรวม (Total Solid)	ร้อยละ	-	22.83	100 - Moisture Content		

หมายเหตุ : เติมน้ำในเบรคตาหตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

Figure 16 Chemical composition laboratory results

B. Experimental results on methane and carbon dioxide concentration on PS



ที่ ศธ 0527.09/ -

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองพิษณุโลก
จังหวัดพิษณุโลก 65000

20 ธันวาคม 2556

เรื่อง ขอส่งผลการทดสอบคุณภาพก๊าซ


เรียน ผู้อำนวยการวิทยาลัยพลังงานทดแทน

สิ่งที่ส่งมาด้วย ผลการวิเคราะห์คุณภาพก๊าซ จำนวน 20 ตัวอย่าง

ตามที่ วิทยาลัยพลังงานทดแทน มหาวิทยาลัยนเรศวร หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก มีความประสงค์ให้ศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ทำการวิเคราะห์คุณภาพก๊าซ ในโครงการตรวจสอบคุณภาพก๊าซชีวภาพ จำนวน 5 ตัวอย่าง โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 4 ครั้ง (29 พ.ย.56, 3 ธ.ค.56, 6 ธ.ค.56 และ 11 ธ.ค.56) รวมตัวอย่างทั้งหมด 20 ตัวอย่าง นั้น

บัดนี้ ทางศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพก๊าซ เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยผลทดสอบตามสิ่งที่ส่งมาด้วยพร้อมหนังสือ ฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ




ขอแสดงความนับถือ
 (อาจารย์วรางศศิยาณี ขอนกกลิ่น)
 ผู้อำนวยการศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธา

สำนักงานเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์
โทรศัพท์ (055) 96- 4095
โทรสาร (055) 96-4000


CE.RP.03

Figure 17 Biogas analysis on particle size laboratory letter

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา		คณะวิศวกรรมศาสตร์		มหาวิทยาลัยนเรศวร		งานที่ 201 / 2556
รายงานผลการทดสอบคุณภาพก๊าซ						หน้าที่ 1 / 20
ผู้ขอทดสอบ <u>วิทยาลัยสิ่งแวดล้อม</u>		โครงการ <u>ตรวจสอบคุณภาพก๊าซชีวภาพ</u>		 ผู้อำนวยการศูนย์ฯ ผู้อำนวยการศูนย์ฯ		
สถานที่ตั้งโครงการ <u>มหาวิทยาลัยนเรศวร หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก</u>		ชนิดของตัวอย่างที่ทดสอบ <u>ก๊าซชีวภาพ</u>				
ตำแหน่งกับตัวอย่าง <u>Sample A</u>		ลักษณะของก๊าซที่นำมาทดสอบ :				
ตัวอย่างที่ <u>1</u>		วิธีการตรวจสอบผล <u>อาจารยารักษ์สิทธิ์ ชื่นมลิ้ม</u>				
วันที่รับตัวอย่าง <u>29 พฤศจิกายน 2556</u>		ผู้ทดสอบ <u>นางสาวสุภา เอี่ยมบัวหลวง</u>				
วันที่ทำการทดสอบ <u>29-30 พฤศจิกายน -1-19 ธันวาคม 2556</u>		ผู้รายงานผล :				
วันที่รายงานผล <u>20 ธันวาคม 2556</u>						
ลำดับ	ชนิดคุณภาพก๊าซ	หน่วย	มาตรฐานคุณภาพ	ค่าที่ทดสอบ	วิธีวิเคราะห์	
1	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	ร้อยละ	-	77.78	Gas Chromatography	
2	ก๊าซมีเทน (CH ₄)	ร้อยละ	-	3.36	Gas Chromatography	

หมายเหตุ : เอกสารรับรองเฉพาะตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

Figure 18 Biogas analysis laboratory results: Sample A

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา		คณะวิศวกรรมศาสตร์		มหาวิทยาลัยนเรศวร		งานที่ 201 / 2556	
รายงานผลการทดสอบคุณภาพก๊าซ						แผ่นที่ 2 / 20	
ผู้ขอทดสอบ วิทยาลัยสงฆ์หนองมะโมง		โครงการ ควบคุมคุณภาพก๊าซชีวภาพ				ผู้อำนวยการศูนย์ฯ	
สถานที่ตั้งโครงการ มหาวิทยาลัยนเรศวร หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก							
ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง Sample B		ชนิดของตัวอย่างที่ทดสอบ ก๊าซชีวภาพ					
ตัวอย่างที่ 2		ลักษณะของก๊าซที่นำมาทดสอบ :					
วันที่รับตัวอย่าง 22 พฤศจิกายน 2556		วิศวกรตรวจสอบผล อาจารย์ทรงศักดิ์ วัฒนรัตน์					
วันที่ทำการทดสอบ 29-30 พฤศจิกายน -1-19 ธันวาคม 2556		ผู้ทดสอบ นายวราวุฒ เย็นมีหลอม					
วันที่รายงานผล 20 ธันวาคม 2556		ผู้จ่ายผลสอบ :					
ลำดับ	ดัชนีคุณภาพก๊าซ		หน่วย	มาตรฐานคุณภาพ	ค่าที่ทดสอบ	วิธีการตรวจ	
1	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)		ร้อยละ		87.38	Gas Chromatography	
2	ก๊าซมีเทน (CH ₄)		ร้อยละ		3.07	Gas Chromatography	

หมายเหตุ : เอกสารนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

CERP.02.04

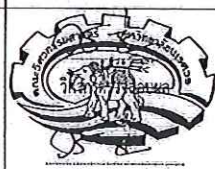
Figure 19 Biogas analysis laboratory results: Sample B

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยบูรพา	งานที่ 201 / 2556		
รายงานผลการทดสอบคุณภาพก๊าซ			หน้าที่ 3 / 20		
ผู้ตรวจสอบ : วิชาช่างสิ่งแวดล้อม สถานที่ตั้งโครงการ : มหาวิทยาลัยบูรพา หมู่ 9 ตำบลหนองไทร อำเภอนายูงจังหวัด อุดรธานี	โครงการ : ขุดรื้อและปรับปรุงพื้นที่บริเวณ ขุดของตัวอย่างที่ทดสอบ : ก๊าซชีวภาพ	วิศวกรตรวจสอบ : วิศวกรตรวจสอบ : อาจารย์วิชาสิ่งแวดล้อม ชนกัน ผู้ทดสอบ : นางสาวศุภา เอี่ยมวิมล	 ผู้อำนวยการศูนย์ฯ		
จำนวนถังเก็บตัวอย่าง Sample C : 3 วันที่รับตัวอย่าง : 29 พฤศจิกายน 2556 วันที่ทำการทดสอบ : 29-30 พฤศจิกายน - 19 ธันวาคม 2556 วันที่รายงานผล : 20 ธันวาคม 2556	ผู้ช่วยทดสอบ :				
ลำดับ	ชนิดคุณภาพก๊าซ	หน่วย	มาตรฐานคุณภาพ	ค่าที่ทดสอบ	วิธีวิเคราะห์
1	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	ร้อยละ		55.40	Gas Chromatography
2	ก๊าซมีเทน (CH ₄)	ร้อยละ		5.27	Gas Chromatography

หมายเหตุ : เอกสารนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

CEPP.02.04

Figure 20 Biogas analysis laboratory results: Sample C

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยนครสวรรค์	งานที่ 201 / 2556		
รายงานผลการทดสอบคุณภาพก๊าซ			หน้าที่ 4 / 20		
ผู้ขอทดสอบ : วิทยาลัยสิ่งเกษตรกรรม สถานที่ตั้งโครงการ : มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ หมู่ 9 ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมืองพิจิตร จังหวัดพิจิตร	โครงการ : ครัวเรือนของเกษตรกรเชิงชีวภาพ อันดับมือเครื่องปลูก : จังหวัดพิจิตร	จุดของตัวอย่างที่ทดสอบ : กิ่งข้าวสาร ลักษณะของก๊าซที่นำมาทดสอบ : วิศวกรตรวจสอบผล : อรรถวิวัฒน์ศักดิ์พงษ์ ชัยมงคล ผู้ทดสอบ : นางสมรพญา เขื่อนบัวหลวง ผู้ช่วยทดสอบ :	 ผู้อำนวยการศูนย์ฯ		
คำนำส่งตัวอย่าง : Sample D	วันที่รับตัวอย่าง : 29 พฤศจิกายน 2556	วันที่ทำการทดสอบ : 22-30 พฤศจิกายน 1-19 ธันวาคม 2556	วันที่รายงานผล : 20 ธันวาคม 2556		
ลำดับ	ดัชนีคุณภาพก๊าซ	หน่วย	มาตรฐานคุณภาพ	ค่าที่ทดสอบ	วิธีการหาค่า
1	ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO ₂)	ร้อยละ		40.03	Gas Chromatography
2	ก๊าซมีเทน (CH ₄)	ร้อยละ		2.36	Gas Chromatography

หมายเหตุ : เอกสารนี้รับรองเฉพาะตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

CEFP.0204

Figure 21 Biogas analysis laboratory results: Sample D

APPENDIX B BIOGAS ECONOMIC EVALUATION

Table 14 Economic evaluation for project A (Electric grinder)

Table 14: Economic evaluation for project A (Electrical blender)

Investment cost of biogas system 1,006 Baht/kWp Discount Rate 7%
 Plant capacity 1000 kWp
 91863 Hr

Electricity Cost 4,000 Baht/kWh Fixed
 O & M 2% 20,116 Baht/kWp Fixed
 Envir. Benefits 10.42 Baht/ton CO₂ 10 Baht/ton CO₂ Fixed
 CO₂ Reduction Emission 0.43 kg CO₂/kWh 0.01 Baht/kg CO₂ Fixed

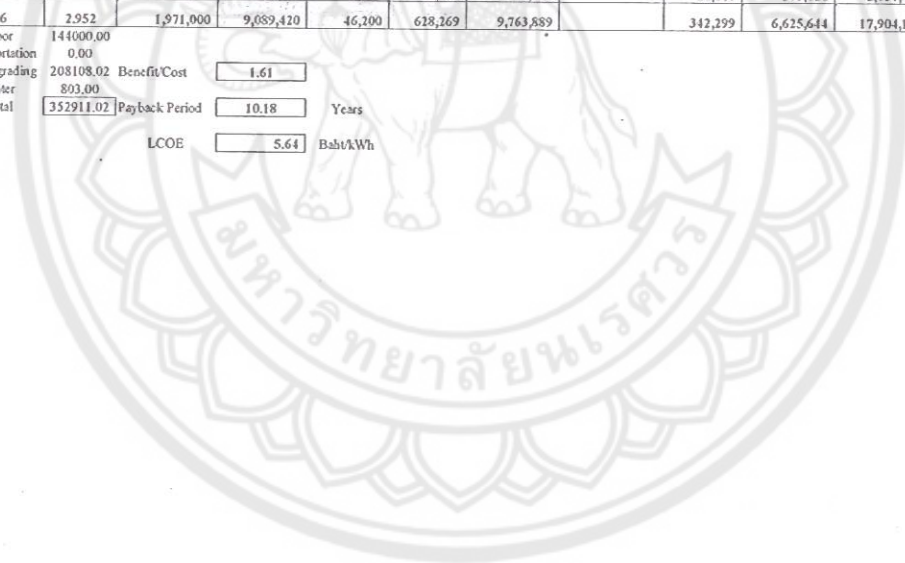
Year	DF 7%	Direct Benefit		CO ₂ Emission	organic Fertil	Total Benefit (Baht)	Total Cost		Present Value @ 7% DR		NPV	
		Annual Gen (kWh)	Electricity Cost				Investment of System	O & M Cost	Total Cost (Baht)	Benefit		Cost
0	1.000	-	-	-	-	-	1,005,819	-	-	-	1,005,819	
1	1.070	131,400	525,600	3,080	41,885	570,565	-	20,116	277,027	610,504	296,419	
2	1.145	131,400	536,112	3,080	41,885	581,077	-	20,519	277,430	665,275	317,629	
3	1.225	131,400	546,834	3,080	41,885	591,799	-	20,929	277,840	724,979	340,366	
4	1.311	131,400	557,771	3,080	41,885	602,736	-	21,348	278,259	790,063	364,740	
5	1.403	131,400	568,926	3,080	41,885	613,891	-	21,775	278,686	861,014	390,871	
6	1.501	131,400	580,305	3,080	41,885	625,269	-	22,210	279,121	938,361	418,886	
7	1.606	131,400	591,911	3,080	41,885	636,876	-	22,654	279,565	1,022,683	448,921	
8	1.718	131,400	603,749	3,080	41,885	648,714	-	23,107	280,018	1,114,611	481,124	
9	1.838	131,400	615,824	3,080	41,885	660,789	-	23,570	280,481	1,214,833	515,652	
10	1.967	131,400	628,141	3,080	41,885	673,105	-	24,041	280,952	1,324,100	552,675	
11	2.105	131,400	640,703	3,080	41,885	685,668	-	24,522	281,433	1,443,230	592,374	
12	2.252	131,400	653,518	3,080	41,885	698,482	-	25,012	281,923	1,573,116	634,945	
13	2.410	131,400	666,588	3,080	41,885	711,552	-	25,512	282,423	1,714,731	680,597	
14	2.579	131,400	679,920	3,080	41,885	724,884	-	26,023	282,934	1,869,139	729,554	
15	2.759	131,400	693,518	3,080	41,885	738,483	-	26,543	283,454	2,037,497	782,059	
16	2.952	1,971,000	9,039,420	46,200	628,269	9,763,889	-	347,881	5,207,365	17,904,135	8,552,632	
Labor 48000.00											NPV=	0
transportation 0.00												9,351,503
OP upgrading 208108.02 Benefit/Cost 2.09												
Water 803.00												
Total 256911.02 Payback Period 8.00 Years												
LCOE 4.34 Baht/kWh												

Table 15 Economic evaluation for project B (Manual blender)

Table 15: Economic evaluation for project B (Manual blender)

Investment cost of biogas system	990 Baht/kWp	Discount Rate	7%
		Plant capacity	1000 kWp
			Hr
			91863
Electricity Cost		4.000 Baht/kWh	Fixed
O & M 2%	19,794	19.79 Baht/kWp	Fixed
Envir. Benefits	10.42 Baht/ton CO ₂	10 Baht/ton CO ₂	Fixed
CO ₂ Reduction Emission	0.43 kg CO ₂ /kWh	0.01 Baht/kg CO ₂	Fixed

Year	DF 7%	Direct Benefit					Total Benefit (Baht)	Total Cost		Present Value @ 7% DR		NPV
		Annual Gen (kWh)	Electricity Cost	CO ₂ Emission	organic Fertil	Investment of System		O & M Cost	Total Cost (Baht)	Benefit	Cost	
0	1.000	-	-	-	-	-	989,680	-	989,680	-	989,680	-989,680
1	1.070	131,400	525,600	3,080	41,885	570,565	-	19,794	372,705	610,504	398,794	211,710
2	1.145	131,400	536,112	3,080	41,885	581,077	-	20,189	373,100	665,275	427,163	238,112
3	1.225	131,400	546,834	3,080	41,885	591,799	-	20,593	373,504	724,979	457,559	267,420
4	1.311	131,400	557,771	3,080	41,885	602,736	-	21,005	373,916	790,063	490,128	299,936
5	1.403	131,400	568,926	3,080	41,885	613,891	-	21,425	374,336	861,014	525,026	335,988
6	1.501	131,400	580,305	3,080	41,885	625,269	-	21,854	374,765	938,361	562,421	375,940
7	1.606	131,400	591,911	3,080	41,885	636,876	-	22,291	375,202	1,022,683	602,492	420,191
8	1.718	131,400	603,749	3,080	41,885	648,714	-	22,737	375,648	1,114,611	645,433	469,178
9	1.838	131,400	615,824	3,080	41,885	660,789	-	23,191	376,102	1,214,833	691,449	523,384
10	1.967	131,400	628,141	3,080	41,885	673,105	-	23,655	376,566	1,324,100	740,763	583,337
11	2.105	131,400	640,703	3,080	41,885	685,668	-	24,128	377,039	1,443,230	793,612	649,618
12	2.252	131,400	653,518	3,080	41,885	698,482	-	24,611	377,522	1,573,116	850,252	722,864
13	2.410	131,400	666,588	3,080	41,885	711,552	-	25,103	378,014	1,714,731	910,955	803,776
14	2.579	131,400	679,920	3,080	41,885	724,884	-	25,605	378,516	1,869,139	976,017	893,122
15	2.759	131,400	693,518	3,080	41,885	738,483	-	26,117	379,028	2,037,497	1,045,751	991,746
16	2.952	1,971,000	9,089,420	46,200	628,269	9,763,889	-	342,299	6,625,644	17,904,135	11,107,493	0
labor	144000.00											
transportation	0.00											
OP upgrading	208108.02	Benefit/Cost	1.61									
Water	803.00											
Total	352911.02	Payback Period	10.18	Years								
		LCOE	5.64	Baht/kWh								
												NPV= 6,796,643



APPENDIX C ECONOMIC EVALUATION CALCULATIONS

PROJECT A (Electric blender)

Table 17 Investment cost

Item	Amount
Digester	18,111.00
Generator	300,000.00
Electrical blender	18,000.00
Absorption unit	669,708
Total	1,005,819.00

Operation and variable cost

Table 18 Labor cost

Item	Amount (Baht)
Operator per month	4,000
Operating months	12
Total cost (Baht per year)	48,000

Table 19 Water cost

Item	Amount (Baht)
Daily use of water m ³ (ratio)	1.10
Days of production	292
Water use per year m ³	321.20
50% purchased per year	160.60
Initial water costs/m ³ (baht)	5
Cost of water per year (Baht)	803.00

Table 20 Operation cost of the upgrading system

Item	amount
Operating cost (\$/annum)	6,936.93
Baht to Dollar	30
Total cost in Baht	208,108.02

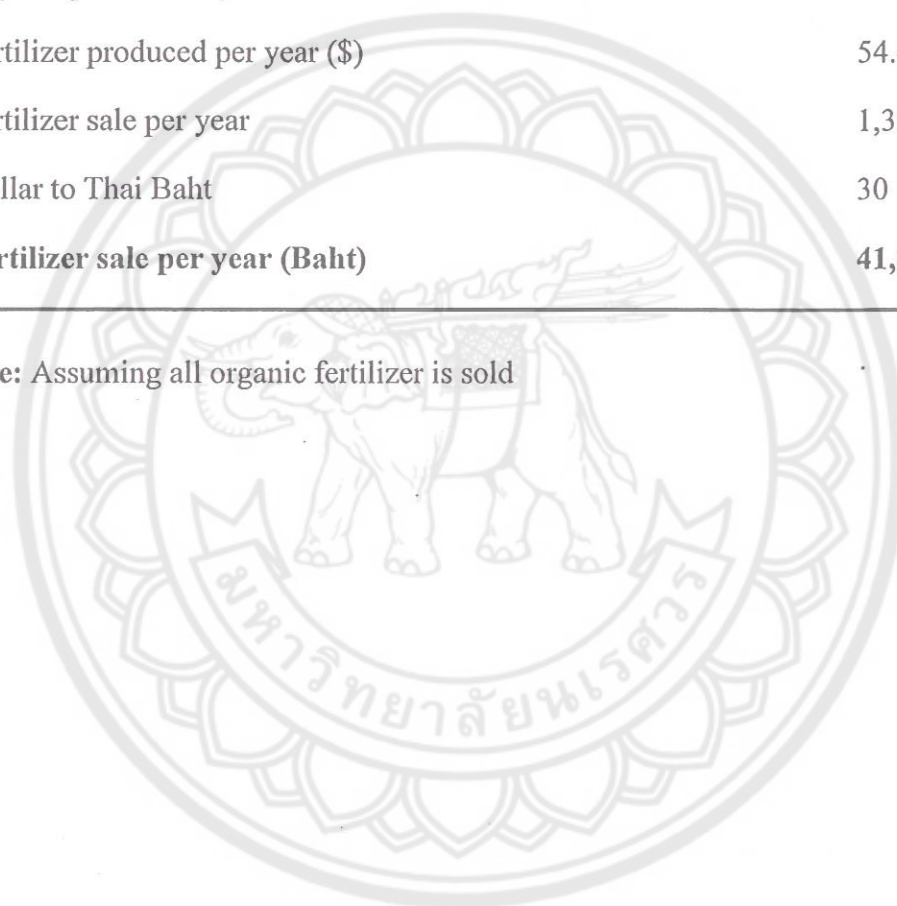
BENEFITS**Table 21 Carbon credit**

Item	Amount	Comment
Daily volume of biogas (m ³)	13.44	
% CH ₄ in biogas	65	
Volume of CH ₄ /day (m ³)	8.736	[65/100] x 13.44
% CO ₂ in biogas	35	
Volume of CO ₂ /day	4.704	[35/100] x 13.44
Days of production/year	292	Study assumption
Volume of CO ₂ /year(m ³)	1,373.568	[8.736 x 292]
Volume of CH ₄ /year(m ³)	2,550.912	[4.704 x.292]
CO ₂ in waste before combustion	3,924.48	
Total volume of CO ₂ after combustion	60,044.544	[58,670.976 + 1,373.48]
CO ₂ equivalent of CH ₄ (23 times)	23	
CO ₂ equivalent of CH ₄ per year (m ³)	58,670.976	[2,550.912 x 23]
Mass of CO ₂ at 25 degree celcius(kg/m ³)	1.83	
mass of CO ₂ per year (kg)	7,181.7984	[3,924.48 x 1.83]
		[60,044.544] = 45,931.6 m ³ convert to ton
Green house gas aborted per year(m tonnes)	102.6997171	[60,044.544 x.1.83]/1000
Carbon credit price	1	
carbon credit sales per year	102.6997171	
Dollar to Thai baht	30	
Carbon credit in thai baht	3,080.99	

Table 22 Organic fertilizer

Item	Comment
Fertilizer price/metric tons (\$)	25.64
Daily volume of fertilizer (metric tones)	0.18648
Fertilizer sale per day	0.18648
Days of production/year	292
Fertilizer produced per year (\$)	54.45216
Fertilizer sale per year	1,396.153382
Dollar to Thai Baht	30
Fertilizer sale per year (Baht)	41,884.60

Note: Assuming all organic fertilizer is sold



PROJECT B (Manual blender)

Table 23 Investment cost

Item	Amount (Baht)
Digester cost	18,111.70
Generator	300,000.00
Absorption unit	669,708.58
Manual grinder	1,860
Total cost	989,679.70

Operation**Table 24 Labor cost**

Item	Amount (Baht)	Comment
Operator per month	12,000	3 operators
Operating months	12	
Total cost (Baht per year)	144,000.00	

Table 25 Water cost

Item	Amount (Baht)
Daily use of water m ³ (ratio)	1.10
Days of production	292
Water use per year m ³	321.20
50% purchased per year	160.60
Initial water costs/m ³ (baht)	5
Cost of water per year (Baht)	803.00

Table 26 Operation cost of the upgrading system

Item	amount
Operating cost (\$/annum)	6,936.93
Baht to Dollar	30
Total cost in Baht	208,108.02

BENEFITS**Table 27 Carbon credit**

Item	Amount	Comment
Daily volume of biogas (m ³)	13.44	
% CH ₄ in biogas	65	
Volume of CH ₄ /day (m ³)	8.736	[65/100] x 13.44
% CO ₂ in biogas	35	
Volume of CO ₂ /day	4.704	[35/100] x 13.44
Days of production/year	292	Study assumption
Volume of CO ₂ /year(m ³)	1,373.568	[8.736 x 292]
Volume of CH ₄ /year(m ³)	2,550.912	[4.704 x 292]
CO ₂ in waste before combustion	3,924.48	
Total volume of CO ₂ after combustion	60,044.544	[58,670.976 + 1373.48]
CO ₂ equivalent of CH ₄ (23 times)	23	
CO ₂ equivalent of CH ₄ per year (m ³)	58,670.976	[2,550.912 x 23]
Mass of CO ₂ at 25 degree celcius(kg/m ³)	1.83	
Mass of CO ₂ per year (kg)	7,181.7984	[3,924.48 x 1.83]
Green house gas aborted per year(m tonnes)	102.6997171	[60,044.544] = 45,931.6 m ³ convert to ton [60,044.544 x 1.83]/1000
Carbon credit price	1	
Carbon credit sales per year	102.6997171	
Dollar to Thai baht	30	
Carbon credit in thai baht	3,080.99	

Table 28 Organic fertilizer

Item	Comment
Fertilizer price/metric tons (\$)	25.64
Daily volume of fertilizer (metric tones)	0.18648
Fertilizer sale per day	0.18648
Days of production/year	292
Fertilizer produced per year (\$)	54.45216
Fertilizer sale per year	1,396.153382
Dollar to Thai Baht	30
Fertilizer sale per year (Baht)	41,884.60

PROJECT C (Non ground)**Table 29 Investment cost**

Item	Amount (Baht)
Digester cost	18,111.70
Generator	300,000.00
Absorption unit	669,708.58
Total cost	987,820.28

Operation (Variable costs)**Table 30 Labor cost**

Item	Amount (Baht)	Comment
Operator per month	4000	1 operator
Operating months	12	
Total cost (Baht per year)	48,000.00	

Table 31 Water cost

Item	Amount (Baht)
Daily use of water m ³ (ratio)	1.10
Days of production	292
Water use per year m ³	321.20
50% purchased per year	160.60
Initial water costs/m ³ (baht)	5
Cost of water per year (Baht)	803.00

Table 32 Operation cost of the upgrading system

Item	Amount
Operating cost (\$/annum)	6,936.93
Baht to Dollar	30
Total cost in Baht	208,108.02

Table 33 Carbon credit

Item	Amount	Comment
Daily volume of biogas(m ³)	6.5	
% CH ₄ in biogas	65	
Volume of CH ₄ /day (m ³)	4.225	[65/100] x 6.5
% CO ₂ in biogas	35	
Volume of CO ₂ /day	2.275	[35/100] x 6.5
Days of production/year	292	Study assumption
Volume of CO ₂ /year(m ³)	664.3	[2.275 x 292]
Volume of CH ₄ /year(m ³)	1233.7	[4.225 x 292]
CO ₂ in waste before combustion	1898	
Total volume of CO ₂ after combustion	29039.4	[28,375 + 1373.48]
CO ₂ equivalent of CH ₄ (23 times)	23	
CO ₂ equivalent of CH ₄ per year (m ³)	28375.1	[1233.7 x 23]
Mass of CO ₂ at 25 degree celcius(kg/m ³)	1.83	
Mass of CO ₂ per year (kg)	3473.34	[1,898 x 1.83]
		[29,039.4] =
		29039.4 m ³ convert
		to ton
		[29,039.4
		x1.83]/1000
Green house gas aborted per year(m tonnes)	49.668762	
Carbon credit price	1	
Carbon credit sales per year	49.668762	
Dollar to Thai baht	30	
Carbon credit in thai baht	1,490.06	

Table 34 Organic fertilizer

Item	Comment
Fertilizer price/metric tons (\$)	25.64
Daily volume of fertilizer (metric tones)	0.18648
Fertilizer sale per day	0.18648
Days of production/year	292
Fertilizer produced per year (\$)	54.45216
Fertilizer sale per year	1,396.153382
Dollar to Thai Baht	30
Fertilizer sale per year (Baht)	41,884.60

