

บทที่ 3

มลภาวะจากฟาร์มเลี้ยงสุกร และระบบก๊าซชีวภาพ

สภาพทั่วไปของจังหวัดชัยภูมิ

ที่ตั้งและขนาด

จังหวัดชัยภูมิ ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณใจกลางของประเทศ เส้นรุ้งที่ 15 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 102 องศาตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเล 631 ฟุต ห่างจากกรุงเทพมหานคร โดยทางรถยนต์ 332 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 12,778.3 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,986,429 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 7.6 ของพื้นที่ทั้งหมดของภาค และร้อยละ 2.5 ของพื้นที่ทั้งประเทศ มีเนื้อที่ใหญ่เป็นอันดับ 3 ของภาค และใหญ่เป็นอันดับ 7 ของประเทศ

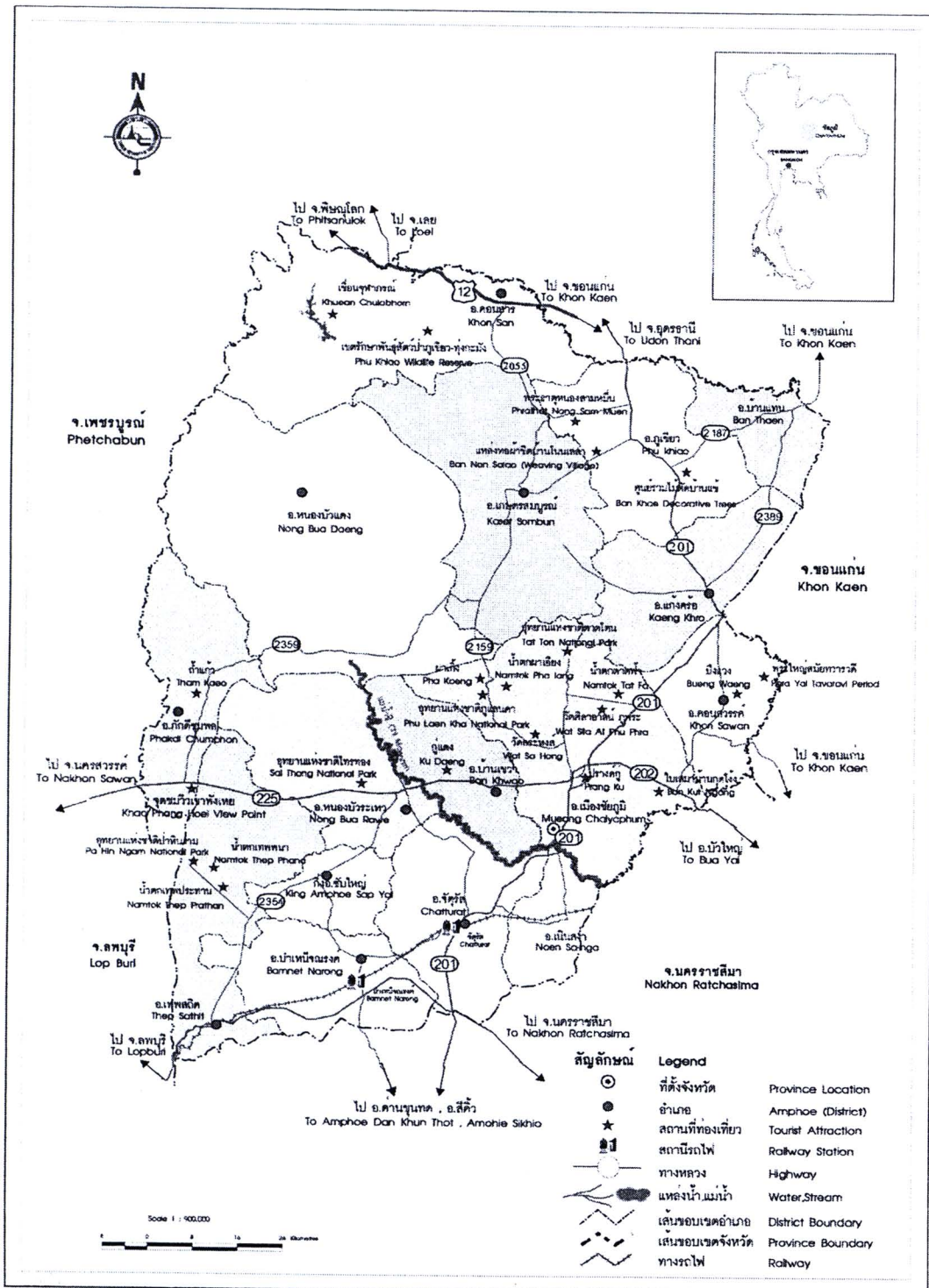
ชัยภูมิมีเขตติดต่อกับจังหวัดเพื่อนบ้านหลายจังหวัด ได้แก่ ทางเหนือ ติดกับเพชรบูรณ์ และขอนแก่น ทางตะวันออกติดกับขอนแก่น และนครราชสีมา ทางตะวันตก ติดกับเพชรบูรณ์ และจังหวัดลพบุรี และทางใต้ติดกับจังหวัดนครราชสีมา (สำนักงานจังหวัดชัยภูมิ, กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร, 2549)

ลักษณะภูมิประเทศและภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไป ประกอบด้วย ป่าไม้ และภูเขา ร้อยละ 50 ของพื้นที่จังหวัด นอกนั้นเป็นที่ราบสูง บริเวณตอนกลางของจังหวัดเป็นพื้นที่ราบ มีพื้นที่ป่าไม้และเทือกเขาตั้งเรียงรายจากทิศตะวันออกเฉียงใต้สู่ทิศตะวันตก ประกอบด้วยเทือกเขาสำคัญ ได้แก่ ภูอิเฒ่า ภูแลนคา และภูพังเหย รายละเอียด มีดังนี้ (สำนักงานจังหวัดชัยภูมิ, กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร, 2549)

1. ภูเขาและป่าไม้ มีจำนวนพื้นที่ 4,026,616 ไร่ ร้อยละ 50.42
2. ที่ราบลุ่ม มีจำนวนพื้นที่ 3,603,994 ไร่ ร้อยละ 45.13

3. ที่ราบสูงนอกเขตป่าไม้ มีจำนวนพื้นที่ 252,413 ไร่ ร้อยละ 3.16
4. พื้นน้ำ มีจำนวนพื้นที่ 63,431 ไร่ ร้อยละ 0.79
5. เนื้อที่ดินคาน ดินเลนใช้ประโยชน์ไม่ได้ มีจำนวนพื้นที่ 39,975 ไร่ ร้อยละ 0.50



ภาพ 1 แผนที่จังหวัดชัยภูมิ

ที่มา. จาก ข้อมูลทั่วไปจังหวัดชัยภูมิ, โดย กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร
สำนักงานจังหวัดชัยภูมิ, 2549, ค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.chaiyaphum.go.th/>

จังหวัดชัยภูมิ สามารถแบ่งภูมิประเทศของจังหวัดชัยภูมิ ออกได้เป็น 3 ลักษณะ คือ (สำนักงานจังหวัดชัยภูมิ, กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร, 2549)

1. พื้นที่ราบในฝั่งแม่น้ำ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 0-200 เมตร ได้แก่บริเวณที่ราบลุ่มแม่น้ำชีในอำเภอเมืองชัยภูมิ อำเภอบำเหน็จณรงค์ อำเภอจัตุรัส อำเภอกอนสวรรค์ บริเวณนี้จะเป็นที่ราบน้ำท่วมถึง
2. พื้นที่ลูกคลื่นลอนต่ำ อยู่ตอนกลางของพื้นที่จังหวัด เป็นแนวทางตามทิศเหนือ-ใต้ ตามแนวเทือกเขาแดงพญาเย็น มีความสูงประมาณ 200-300 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ได้แก่พื้นที่บางส่วนในเขตอำเภอเมืองชัยภูมิ อำเภอจัตุรัส อำเภอบำเหน็จณรงค์ อำเภอบ้านเขว้า และอำเภอกอนสวรรค์
3. พื้นที่สูงและภูเขา สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลอนลึกและภูเขา ในเขตเทือกเขาแดงพญาเย็น มีความสูงตั้งแต่ 500-1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง ได้แก่พื้นที่บางส่วนของอำเภอหนองบัวระเหว อำเภอกอนสาร อำเภอเกษตรสมบูรณ์ อำเภอภูเขียว อำเภอแก้งคร้อ และพื้นที่ทางตอนเหนือของอำเภอเมือง

ลักษณะภูมิอากาศ จังหวัดชัยภูมิ อยู่ในภูมิอากาศแบบมรสุมเขตร้อน มีฤดู 3 ฤดู โดยระยะเวลาในแต่ละฤดูอาจคลาดเคลื่อนไปตามสภาพดินฟ้าอากาศของแต่ละปี มีอากาศหนาวจัดในฤดูหนาว ร้อนจัดในฤดูร้อน และช่วงฝนสลับกับช่วงแห้งแล้ง แตกต่างกันอย่างชัดเจนตามห้วงเวลาตามฤดูกาล ดังนี้

1. ฤดูหนาว ประมาณเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์
2. ฤดูร้อน ประมาณเดือนมีนาคม-พฤษภาคม
3. ฤดูฝน ประมาณเดือนมิถุนายน-ตุลาคม

จากการที่ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นภูเขาสูง มีเทือกเขาเพชรบูรณ์ทอดตัวเป็นแนวยาวทางทิศตะวันออก เทือกเขาแดงพญาเย็นทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้เทือกเขาดังกล่าวเป็นสิ่งที่กีดขวางลมฝน จากอิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ จึงส่งผลให้ปริมาณน้ำฝนไม่มากเท่าที่ควรในฤดูฝน เนื่องจากสภาพภูมิประเทศตั้งอยู่ในเขตเงาฝน โดยเฉพาะพื้นที่ทางด้านตะวันตกเฉียงเหนือ และด้านตะวันตกของจังหวัด โดยเฉพาะปริมาณน้ำฝนของจังหวัดรายปีเฉลี่ย 5 ปี ย้อนหลัง (พ.ศ. 2546-2550) มีเพียง 1,016.5 มิลลิเมตร

การปกครองและประชากร

การปกครอง จังหวัดชัยภูมิได้แบ่งการปกครองออกเป็นส่วนภูมิภาคและส่วนท้องถิ่น โดยที่การปกครองส่วนภูมิภาค จะประกอบด้วย 16 อำเภอ แยกเป็น 123 ตำบล 1,617 หมู่บ้าน สำหรับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ประกอบด้วยองค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาล 19 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) 122 แห่ง จำแนกรายอำเภอ (ดูตาราง 5 ประกอบ)

ตาราง 5

การแบ่งเขตการปกครอง จังหวัดชัยภูมิ

ที่	อำเภอ	เนื้อที่	จำนวน ตำบล	จำนวน หมู่บ้าน	องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น	
					เทศบาล	อบต.
1.	เมืองชัยภูมิ	1,169.898	18	224	3	17
2.	คอนสวรรค์	468.147	9	102	1	9
3.	แก้งคร้อ	582.196	10	126	2	10
4.	หนองบัวแดง	2,215.459	8	130	1	8
5.	ภักดีชุมพล	900.456	4	47	-	4
6.	ภูเขียว	801.757	11	153	2	11
7.	เกษตรสมบูรณ์	1,418.967	11	144	2	11
8.	บ้านแท่น	308.707	5	66	1	5
9.	คอนสาร	966.665	8	85	1	8
10.	จัตุรัส	647.031	9	118	2	9
11.	บ้านเขว้า	544.315	6	86	1	6
12.	บ้านหนองเรือ	560.300	7	89	2	7
13.	เทพสถิต	875.604	5	92	1	5
14.	หนองบัวระเหว	841.782	5	58	1	5
15.	เนินสง่า	222.003	4	48	-	4
16.	ซับใหญ่	225.000	3	36	-	3
รวมทั้งสิ้น		12,748.287	123	1,617	20	122

ที่มา. จาก ข้อมูลทั่วไปจังหวัดชัยภูมิ, โดย กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดชัยภูมิ, 2549, ค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.chaiyaphum.go.th/>

รูปแบบการปกครอง: การบริหารราชการแผ่นดิน จังหวัดชัยภูมิมีรูปแบบการปกครองและการบริหารราชการเป็น 3 ส่วน คือ

1. การบริหารราชการส่วนกลาง มีส่วนราชการ หน่วยงานที่สังกัดส่วนกลางที่ตั้งอยู่ในจังหวัดจำนวน 46 หน่วยงาน และหน่วยงานรัฐวิสาหกิจ จำนวน 15 หน่วยงาน

2. การบริหารราชการส่วนภูมิภาค ระดับจังหวัด มีส่วนราชการ หน่วยงานที่สังกัดส่วนภูมิภาค จำนวน 34 หน่วยงาน ระดับอำเภอ มี 16 อำเภอ 123 ตำบล 1,617 หมู่บ้าน 168,044 ครัวเรือน

3. การบริหารราชการส่วนท้องถิ่น

องค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.)	จำนวน 1 แห่ง
เทศบาลเมือง	จำนวน 1 แห่ง
เทศบาลตำบล	จำนวน 19 แห่ง
องค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.)	จำนวน 122 แห่ง

ลักษณะทางประชากร จากสถิติของสำนักงานกลางทะเบียนราษฎร กระทรวงมหาดไทย ณ เดือนธันวาคม 2550 จังหวัดชัยภูมิ มีประชากรทั้งสิ้น 1,119,597 คน เป็นชาย 557,725 คน คิดเป็นร้อยละ 49.80 ของประชากรทั้งจังหวัด เป็นหญิง 561,872 คน คิดเป็นร้อยละ 50.20 ของประชากรทั้งจังหวัด และมีประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตเทศบาลจำนวน 157,933 คน หรือร้อยละ 13.9 ส่วนที่เหลือจำนวน 981,011 คน หรือร้อยละ 86.1 อาศัยอยู่นอกเขตเทศบาล โดยมีจำนวนบ้านทั้งสิ้น 286,818 หลังคาเรือน และความหนาแน่นของประชากร โดยเฉลี่ยทั้งจังหวัด 88.9 คนต่อตารางกิโลเมตร รายละเอียดตามอำเภอที่มีประชากรมากที่สุด ได้แก่ อำเภอเมืองชัยภูมิ 136,802 คน รองลงมา ได้แก่ อำเภอภูเขียว 110,564 คน และอำเภอที่มีประชากรน้อยที่สุด ได้แก่ อำเภอซับใหญ่ 13,672 คน อำเภอที่มีความหนาแน่นของประชากรมากที่สุด ได้แก่ อำเภอเมืองชัยภูมิ 156 คนต่อตารางกิโลเมตร (ดูตาราง 6 ประกอบ)

ตาราง 6

จำนวนประชากร จำแนกรายอำเภอ

อำเภอ	พื้นที่ (ตร.กม.)	ระยะทาง (กม.)	จำนวน			จำนวนประชาชน		
			หมู่บ้าน	ตำบล	ครัวเรือน	ชาย	หญิง	รวม
เมืองชัยภูมิ	1,169.898	1	224	18	41,783	67,635	68,903	136,538
คอนสวรรค์	468.147	38	102	9	14,805	24,713	24,870	49,583
แก้งคร้อ	582.196	45	126	10	19,020	35,609	35,126	70,735
หนองบัวแดง	2,215.459	49	130	8	23,473	44,343	43,580	87,923
ภักดีชุมพล	900.456	85	47	4	8,844	15,048	14,473	29,521
ภูเขียว	801.757	78	153	11	29,020	55,054	56,084	111,138
เกษตรสมบูรณ์	1,418.967	102	144	11	24,508	49,517	49,467	98,984
บ้านแท่น	308.707	92	66	5	9,976	20,583	20,684	41,267
คอนสาร	966.665	125	85	8	15,331	28,663	28,186	56,849
จัตุรัส	647.031	38	118	9	19,853	34,146	35,559	69,705
บ้านเขว้า	544.315	13	86	6	12,076	21,267	21,432	42,699
บำเหน็จณรงค์	560.300	58	89	7	11,292	20,421	20,206	40,627
เทพสถิต	875.604	105	92	5	18,087	31,446	30,440	61,886
หนองบัวระเหว	841.782	33	58	5	8,506	15,378	14,981	30,359
เนินสง่า	222.003	30	48	4	6,786	12,576	12,804	25,401
ซับใหญ่	225.000	55	36	3	4,145	7,012	6,650	13,662
รวม	12,778.287	-	1,617	123	320,439	557,725	561,872	1,119,597

หมายเหตุ: สำนักงานกลางทะเบียนราษฎร กระทรวงมหาดไทย ณ เดือนธันวาคม 2550 ที่มา. จาก ข้อมูลทั่วไปจังหวัดชัยภูมิ, โดย กลุ่มงานข้อมูลสารสนเทศและการสื่อสาร สำนักงานจังหวัดชัยภูมิ, 2549, ค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.chaiyaphum.go.th/>

สภาพการทำฟาร์มเลี้ยงสุกร

ในจังหวัดชัยภูมิมีฟาร์มสุกรทั้งหมด 32 ฟาร์ม เป็นฟาร์มขนาดใหญ่ 1 ฟาร์ม ขนาดกลาง 17 ฟาร์ม และขนาดเล็ก 14 ฟาร์ม เป็นฟาร์มที่มีลักษณะการเลี้ยงแบบอิสระ และแบบมีสังกัดกับบริษัทเอกชน ได้แก่ บริษัทในเครือซีพี บริษัทเบทาโกร จำกัด และ บริษัทบีพีอาหารสัตว์ จำกัด (ดูตาราง 25 ในภาคผนวก ข) ทั้งนี้ฟาร์มขนาดใหญ่ และ

ขนาดกลางมีการนำระบบก๊าซชีวภาพมาใช้เป็นเครื่องมือเพื่อแก้ปัญหาหรือบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากมลภาวะจากฟาร์มเลี้ยงสุกร และยังก่อให้เกิดประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคม

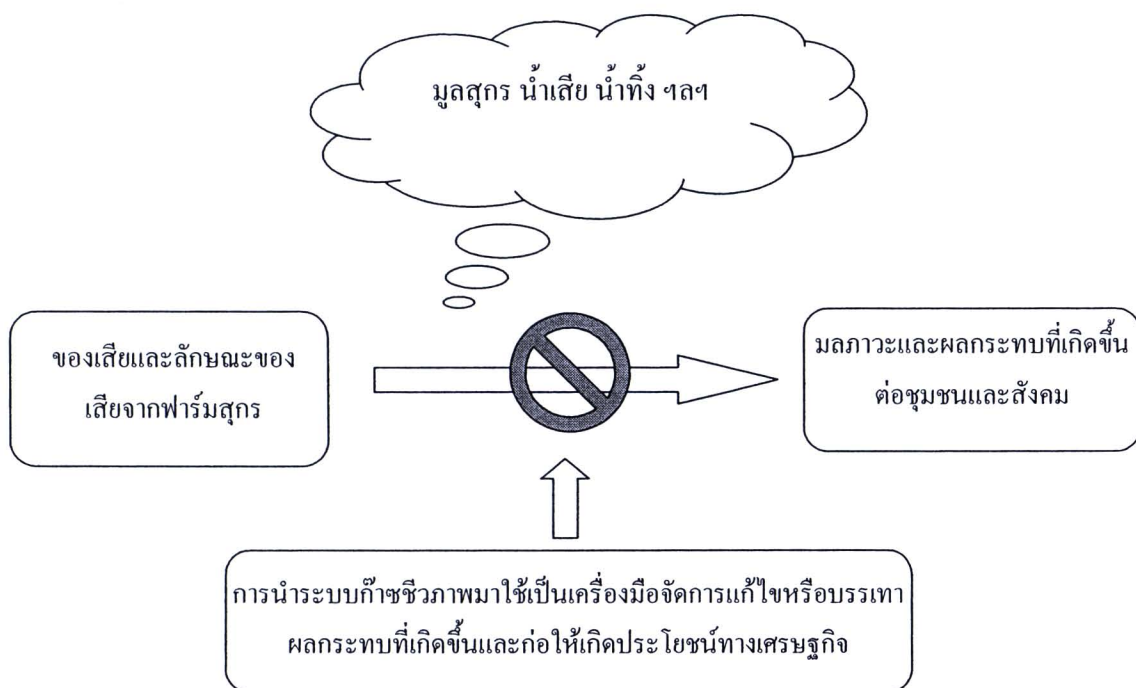
การศึกษาครั้งนี้ได้รวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการเลี้ยงสุกรขนาดกลางในระบบปิดที่ผู้ทำฟาร์มมีระบบก๊าซชีวภาพแบบบ่อหมักพลาสติกคลุมบ่อ-ชักกากได้ (Modified Covered Lagoon--MCL) ในจังหวัดชัยภูมิ ด้วยวิธีสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 10 ฟาร์มในเรื่องต้นทุนและผลตอบแทนที่ได้จากการมีโครงการผลิตก๊าซชีวภาพ

มลภาวะจากฟาร์มเลี้ยงสุกร

ของเสียและลักษณะของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกร ประกอบด้วย เศษอาหาร สิ่งขี้ถ่ายจากสุกรที่ตกค้างในคอกและรางระบาย หรือพักอยู่ในที่กักเก็บภายในหรือนอกเรือนโรง ซึ่งปรากฏให้เห็นอยู่ใน 3 สถานะ คือ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, สถานเทคโนโลยี-ก๊าซชีวภาพ, 2549)

1. ส่วนที่มีลักษณะเป็นของแข็ง ได้แก่ มูลสุกร และเศษอาหารที่ตกค้างในคอก
2. ส่วนที่มีลักษณะเป็นของเหลว ได้แก่ ปัสสาวะ น้ำล้างคอก และน้ำล้างตัวสุกร
3. ส่วนที่มีลักษณะเป็นก๊าซ ได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) แอมโมเนีย (NH_3) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) มีเทน (CH_4) และก๊าซจากสารระเหย (VFAs) ต่าง ๆ กลิ่นเป็นก๊าซผสมในรูปสารระเหย ที่เกิดจากการสลายตัวของสิ่งขี้ถ่ายจากสัตว์ และเศษอาหารที่ตกหล่นหมักหมมในคอกโดยจุลินทรีย์ ที่ชอบสภาพไร้อากาศ

ของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรสามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทั้งสิ่งที่มีชีวิตและไม่มีชีวิต กลิ่นเหม็นที่เกิดขึ้นยังส่งผลกระทบต่อสุขภาพจิตและส่งผลในเชิงลบต่อการสาธารณสุขของอนามัยของประชาชน (รายละเอียดปลีกย่อยขององค์ความรู้ข้างต้นได้สรุปความสัมพันธ์ของเนื้อหาดังกล่าวแสดงไว้ในภาพ 2)



ภาพ 2 ความสัมพันธ์ของมลภาวะจากฟาร์มสุกรและระบบก๊าซชีวภาพ

ที่มา. จาก การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของการลงทุนในระบบก๊าซชีวภาพของฟาร์มสุกร (หน้า 46), โดย ชีระพล จินดาวงศ์, 2544, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

มลภาวะและผลกระทบที่เกิดขึ้นมีหลายประการ ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ, 2549)

1. คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ สิ่งจับถ่ายและน้ำที่ใช้ น้ำล้างและทำความสะอาดเครื่องใช้ คอกและตัวสุกรวันละจำนวนมาก ตามระดับความบริบูรณ์ของน้ำใช้ ณ ที่ตั้งฟาร์ม ซึ่งต่อไปกลายเป็นน้ำเสียหลัก และพบว่าในน้ำล้างคอกมีความสกปรกในรูปของสารอินทรีย์ (BOD) ประมาณ 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (ดูตาราง 2 ประกอบ) เมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรมที่กระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดให้ค่า BOD ไม่เกิน 60 มิลลิกรัมต่อลิตร (ดูตาราง 4 ประกอบ) ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำจืดของประเทศไทยที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ ฟาร์มเลี้ยงสุกรส่วนใหญ่มีการกวาดโกยมูลสัตว์ออกจากคอกก่อนใช้น้ำฉีดล้าง จะใช้น้ำในปริมาณที่น้อยลง และมีน้ำเสียใน

ปริมาณน้อยกว่าการใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดทั้งหมด ฟาร์มที่ใช้วิธีกวาดโกยมูลสัตว์ออกจากคอกส่วนใหญ่มีความจำเป็นต้องพับเก็บมูลสัตว์จำนวนหนึ่งไว้ในฟาร์มระยะหนึ่ง จนกว่าจะสามารถระบายออกจากฟาร์มได้ กองพักรมูลสัตว์จึงเป็นแหล่งของกลิ่น และเป็นที่ย้ายพันธุ์ของแมลงวันที่รบกวนชุมชนใกล้เคียงได้

2. คุณภาพอากาศ ก๊าซและกลิ่นที่เกิดขึ้นในฟาร์ม ได้แก่ คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) มีเทน (CH_4) แอมโมเนีย (NH_3) ก๊าซไนโตรเจน (N_2) ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และก๊าซจากสารระเหย (VFAs) ต่าง ๆ กลิ่นเป็นก๊าซผสมในรูปสารระเหย ที่มีกลิ่นเหม็น และเกิดก๊าซพิษได้ เช่น พวกอามีน (Amines) เมอร์แคปแทนซัลไฟด์ (Mercaptan Sulfide) มีลักษณะคล้ายพวแกลกอฮอล์ และกรดอินทรีย์อื่น ๆ ก๊าซบางชนิดก็เป็นอันตรายต่อสัตว์ มีผลทำให้การเจริญเติบโตของสุกรลดลง หรือมีผลต่อการให้ผลผลิต โดยเฉพาะสุกรเล็กซึ่งไวต่อก๊าซต่าง ๆ มากกว่าสุกรมีอายุ

3. สุขอนามัยและการเกิดโรค ปัญหาจากของเสียในฟาร์มเลี้ยงสุกร นอกจากจะทำให้เกิดกลิ่นเหม็นแล้ว ยังก่อให้เกิดปัญหาทางด้านสุขภาพอีกด้วย เพราะจะเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคและพยาธิ ตลอดจนจุลินทรีย์และแมลงวัน ซึ่งจะทำให้เกิดการแพร่กระจายของโรคไปสู่คน และสัตว์เลี้ยงอื่น ๆ

4. สังคมและเศรษฐกิจ ผลกระทบจากการทำฟาร์มเลี้ยงสุกรบางแห่งทำให้บริเวณรอบ ๆ มีกลิ่นเหม็น มีแมลงวันชุกชุม ทำให้เกิดสภาวะแวดล้อมที่น่ารังเกียจหากอยู่ใกล้ชุมชน อาจถูกประชาชนรวมตัวประท้วงและต่อต้านได้ รวมทั้งอาจมีผลให้ที่ดินในบริเวณรอบ ๆ ราคาตกต่ำ เพราะผู้ซื้อไม่อยากจะซื้อ กลายเป็นปัจจัยที่สร้างปัญหาสังคมและเศรษฐกิจกับชุมชนนั้น

5. บรรยากาศโลก ปริมาณก๊าซมีเทนจากฟาร์มเลี้ยงสุกรที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศเป็นตัวเร่งให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก ซึ่งทำให้โลกร้อนขึ้น

กล่าวได้ว่า ผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดจากของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรนั้นก่อให้เกิดปัญหาหลายด้าน ทั้งต่อมนุษย์และคุณภาพสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป ในการศึกษาครั้งนี้จึงให้ความสำคัญกับการนำระบบก๊าซชีวภาพมาใช้เพื่อแก้ปัญหาหรือบรรเทาปัญหาต่าง ๆ ดังกล่าว และเพื่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคม

เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ

การบำบัดน้ำเสียหรือของเสียที่มีสารอินทรีย์เป็นส่วนประกอบหลัก การบำบัดน้ำเสียโดยวิธีชีวภาพ (biological wastewater treatment) มักจะใช้เทคโนโลยีที่อาศัยแบคทีเรียช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์เหล่านั้น โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ เทคโนโลยีที่ใช้อากาศ และเทคโนโลยีที่ไม่ใช้อากาศ เทคโนโลยีที่ใช้อากาศ มักต้องอาศัยเครื่องจักรกลในการเติมอากาศให้กับน้ำเสีย ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่าย โดยผลจากการบำบัดจะได้ออกมาเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ

ส่วนเทคโนโลยีที่ไม่ใช้อากาศ เป็นเทคโนโลยีการย่อยสลายสารอินทรีย์ในสภาวะที่ไม่ใช้อากาศ (anaerobic digestion technology) โดยกลุ่มของจุลินทรีย์ (anaerobic bacteria group) ที่ทำหน้าที่ร่วมกันเปลี่ยนรูปสารอินทรีย์ (organic matter) โมเลกุลใหญ่ เช่น โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ให้เป็นสารโมเลกุลที่เล็กลงและเปลี่ยนรูปให้เป็นกรดอินทรีย์ (fatty acid) และผลพลอยได้ออกมาเป็นเป็นก๊าซชีวภาพ (biogas) ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากแบคทีเรียในระบบ เป้าหมายที่จะผลิตก๊าซชีวภาพเป็นหลัก อาจเรียกเทคโนโลยีนี้ว่า ระบบก๊าซชีวภาพ (biogas system) อันประกอบไปด้วย ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ ระบบนำก๊าซชีวภาพไปใช้งาน และระบบบำบัดของเสียขั้นหลัง เป็นต้น (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2551ก)

ก๊าซชีวภาพ (biogas)

ก๊าซชีวภาพ (biogas) คือ ก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ โดยกลุ่มจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้ออกซิเจนในสภาวะไม่ใช้อากาศ ระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้อย่างแพร่หลายมีหลายวิธีด้วยกัน ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของน้ำเสีย/ของเสีย วัตถุประสงค์ของระบบก๊าซชีวภาพ คือ การบำบัดน้ำเสีย ลดกลิ่นเหม็นและแมลงวัน และได้พลังงานทดแทนต่าง ๆ เช่น ไฟฟ้า ความร้อน เชื้อเพลิง เป็นต้น โดยสรุปเทคโนโลยีที่ใช้ในประเทศไทย ตามแหล่งที่มาของของเสีย/น้ำเสีย ได้ดังต่อไปนี้ (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2551ข)

1. ระบบก๊าซชีวภาพจากอุตสาหกรรมทางการเกษตร
2. ระบบก๊าซชีวภาพจากขยะมูลฝอย

3. ระบบก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์

ในการศึกษานี้จะศึกษาระบบก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ พบว่า ในประเทศไทย ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีการใช้เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพมากที่สุด คือ ฟาร์มเลี้ยงสุกร โดยแบ่งกลุ่มฟาร์มเลี้ยงสุกรออกเป็น 3 กลุ่ม และระบบก๊าซชีวภาพที่เหมาะสม ดังนี้ (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2551ข)

ฟาร์มขนาดใหญ่ หรือฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ก (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนมากกว่า 5,000 ตัว หรือ มากกว่า 600 หน่วยปศุสัตว์) เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ ได้แก่ UASB HSS-UASB และ Covered Lagoon

ฟาร์มขนาดกลาง หรือฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ข (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุนตั้งแต่ 500-5,000 ตัว หรือ 60-600 หน่วยปศุสัตว์) เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ ได้แก่ UASB MC-UASB-1 และ Covered Lagoon

ฟาร์มขนาดเล็ก ฟาร์มเลี้ยงสุกรประเภท ค (เทียบเท่าจำนวนสุกรขุน 50-500 ตัว หรือ 6-60 หน่วยปศุสัตว์) เทคโนโลยีระบบก๊าซชีวภาพที่ใช้ ได้แก่ Fixed Dome และ Covered Lagoon

องค์ประกอบก๊าซชีวภาพ

องค์ประกอบหลักของก๊าซชีวภาพ ที่เกิดขึ้นโดยขบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ คือ (กระทรวงพลังงาน, สำนักงานนโยบายและพลังงาน, 2550)

1. ก๊าซมีเทน (CH_4) ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักและมีคุณสมบัติเป็นก๊าซเชื้อเพลิง จะมีสัดส่วนอยู่ประมาณร้อยละ 65-70
2. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นส่วนประกอบรอง มีสมบัติเป็นก๊าซเฉื่อย ไม่ติดไฟ มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 28-33
3. ก๊าซอื่น ๆ เช่น ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ก๊าซไนโตรเจน (N_2) ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) เป็นต้น จะมีอยู่ประมาณร้อยละ 1-2

ก๊าซชีวภาพที่มีก๊าซมีเทนมากกว่าร้อยละ 50 เมื่อผสมกับอากาศประมาณ 5-7 เท่า สามารถจุดไฟติดได้ที่อุณหภูมิประมาณ 600-700 องศาเซลเซียส และให้พลังงานความร้อน ดังนั้นก๊าซชีวภาพจึงสามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน เพื่อทดแทนพลังงานอื่น ๆ ได้

ประโยชน์ที่ได้รับจากระบบก๊าซชีวภาพ

ระบบก๊าซชีวภาพ เป็นระบบกำจัดของเสีย โดยใช้หลักการนำสารอินทรีย์หรือ มูลสัตว์หรือน้ำเสียที่ปนเปื้อนมูลสัตว์ไปหมักในสภาพที่ไร้ออกซิเจน เพื่อให้แบคทีเรีย ย่อยสลายมูลสัตว์เหล่านั้น ซึ่งจะทำให้เกิดก๊าซที่มีคุณสมบัติเป็นเชื้อเพลิงสามารถใช้ เป็นพลังงานทดแทนได้ ส่วนมูลสัตว์ที่ผ่านการหมักแล้วจะเป็นปุ๋ยอินทรีย์ที่มีคุณภาพ เหมาะสมกับดินพืช และไม่มีกลิ่นเหม็น ส่วนน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะสามารถปล่อยลง ในบ่อเพื่อเลี้ยงปลาและหมุนเวียนกลับไปใช้ทำความสะอาดคอกได้อีก โดยประโยชน์ ในด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นสามารถสรุปได้ ดังนี้ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548, หน้า 28-29)

1. ด้านการอนุรักษ์พลังงาน ก๊าซชีวภาพเป็นแหล่งพลังงานที่สามารถผลิตขึ้น ใช้เองได้อย่างต่อเนื่อง สม่าเสมอ จะสามารถลดเขยหรือทดแทนการใช้เชื้อเพลิงต่าง ๆ กับอุปกรณ์ที่ต้องการความร้อนจากเชื้อเพลิงได้เป็นอย่างดี เช่น ทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม (LPG) ในครัวเรือน เครื่องกลอุตสาหกรรม เครื่องอบแห้ง หม้อต้มไอน้ำ ระบบทำความเย็น แบบดูดซึม เป็นต้น รวมถึงการใช้ในรูปของแสงสว่างกับตะเกียง หรือใช้กับเครื่องยนต์ สำหรับสูบน้ำหรือพลังงานไฟฟ้า เพื่อใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ภายในฟาร์ม

ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่าความร้อนเทียบเท่าหรือทดแทนพลังงาน อื่น ๆ ดังนี้ (ดูตาราง 7 ประกอบ)

ตาราง 7

ก๊าซชีวภาพ 1 ลูกบาศก์เมตร มีค่าความร้อนที่เทียบเท่า (ทดแทน)

ชนิด	ค่าความร้อนที่เทียบเท่า (ทดแทน)
ก๊าซหุงต้ม (LPG)	0.47 กิโลกรัม
น้ำมันเบนซิน	0.67 ลิตร
น้ำมันดีเซล	0.60 ลิตร
ฟืนไม้	1.50 กิโลกรัม
กระแสไฟฟ้า	1.20 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

ที่มา. จาก คู่มือการใช้เทคโนโลยีการบำบัดของเสียและน้ำเสียจากฟาร์มสุกรแบบ
ก๊าซชีวภาพในลักษณะระบบรวม (หน้า 28), โดย กรมควบคุมมลพิษ, 2548, กรุงเทพฯ:
ผู้แต่ง.

2. ด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม

2.1 คุณภาพน้ำ ระบบก๊าซชีวภาพสามารถลดการปนเปื้อนของสารอินทรีย์
ในน้ำเสียได้ตามมาตรฐานที่กำหนดและน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดทุกขั้นตอนมี
คุณภาพดีเพียงพอสามารถนำมาใช้ประโยชน์ภายในฟาร์มได้อีก เช่น ทำความสะอาด
พื้นคอก รวมทั้งใช้รดน้ำต้นไม้ในพื้นที่เพาะปลูกได้ ทำให้ช่วยประหยัดการใช้น้ำในฟาร์ม

2.2 คุณภาพอากาศ ก๊าซที่เกิดขึ้นในฟาร์มส่วนหนึ่งมีผลกระทบต่อสภาพ-
อากาศ และบรรยากาศของโลก เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และมีเทน (CH₄) เพราะ
เป็นก๊าซเรือนกระจก (green house gas) คาร์บอนไดออกไซด์ ค่อนข้างคงทนอยู่ใน
บรรยากาศได้นานกว่ามีเทน แต่มีเทนก่อผลในการกักเก็บความร้อนในชั้นบรรยากาศ
ของโลกสูงกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ ประมาณ 25 เท่าตัว และในขณะเดียวกันมีเทน
มีคุณสมบัติติดไฟได้ดีจึงสามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ดังนั้นการนำมีเทนมาใช้จึงเป็น
การลดปริมาณก๊าซเรือนกระจกที่ออกสู่บรรยากาศได้ นอกจากนี้การใช้ก๊าซชีวภาพเป็น
เชื้อเพลิงยังสามารถลดการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจากฟอสซิลซึ่งเป็นการควบคุมปริมาณ
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกปล่อยสู่บรรยากาศได้อีกทางหนึ่ง

2.3 กลิ่นที่เกิดขึ้นในฟาร์มเป็นก๊าซรูปสารระเหยที่เกิดจากการสลายตัวของสิ่งขับถ่ายจากสัตว์และเศษอาหารที่ตกหล่นหมักหมมในคอกเลี้ยงสัตว์โดยจุลินทรีย์พวกที่ไม่ใช้ออกซิเจน กลิ่นเหม็นเหล่านี้ระบบก๊าซชีวภาพสามารถควบคุมได้ เพราะระบบดังกล่าวเป็นระบบปิด ในกระบวนการหมักกลิ่น และเชื้อโรคต่าง ๆ จะถูกทำลายจนเกือบหมดและตะกอนที่ได้จากลานกรองของแข็งมีสภาพเสถียรจึงไม่มีการย่อยสลายอีกทำให้ไม่มีกลิ่นรบกวน รวมทั้งสามารถควบคุมการขยายพันธุ์ของแมลงและพยาธิได้อีกด้วย

3. ด้านเกษตรกรรม กากที่ได้จากการหมักก๊าซชีวภาพสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นปุ๋ยได้ และมีคุณภาพดีกว่ามูลสัตว์ (ปุ๋ยคอก) ทั้งนี้เนื่องจากในขณะที่มีการหมักนั้นได้มีการเปลี่ยนแปลงสารประกอบไนโตรเจนในมูลสัตว์ไปเป็นแอมโมเนีย ซึ่งพืชสามารถนำไปใช้ได้ง่ายกว่า ส่วนสารอาหารอื่น ๆ ของพืช ซึ่งได้แก่ ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม แมกนีเซียม รวมทั้งธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชยังคงมีอยู่ในกากที่ย่อยแล้ว กากจากบ่อล้นได้จากการหมักก๊าซชีวภาพนอกจากจะใช้แทนปุ๋ยเคมีได้แล้วยังมีคุณสมบัติที่ดีกว่าปุ๋ยเคมีในการปรับปรุงสภาพดินให้ดีขึ้นด้วย

รูปแบบและการพัฒนาระบบก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสุกร

การจัดการน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่เหมาะสมมากที่สุด คือ ระบบบ่อนำบำบัดแบบก๊าซชีวภาพ (biogas) ด้วยการใช้เทคโนโลยีชีวภาพย่อยสลายสารอินทรีย์โดยแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจนในสภาวะไร้อากาศ ซึ่งเกิดประสิทธิภาพสามารถบำบัดน้ำเสียให้มีคุณภาพดีพอที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติได้ โดยระบบบ่อนำบำบัดแบบก๊าซชีวภาพในปัจจุบันมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นใหม่หลายระบบ ในที่นี้จะจำแนก 4 แบบ ดังนี้ (มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน, 2552)

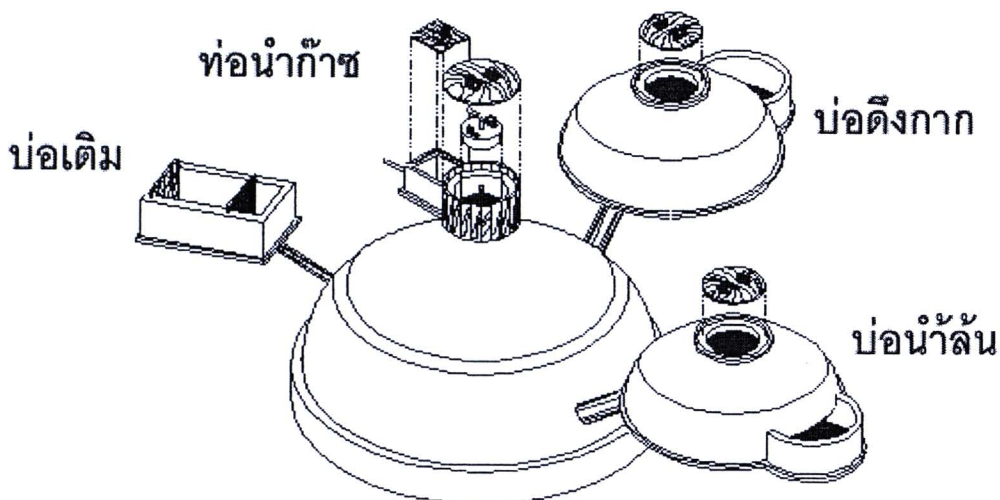
1. บ่อหมักแบบโดมคงที่ (fixed dome) เป็นบ่อหมักก๊าซชีวภาพที่มีการส่งเสริมให้ใช้ในฟาร์มเลี้ยงสุกรขนาดเล็ก (ฟาร์มที่เลี้ยงสุกรเทียบเท่าสุกรขุน ไม่เกิน 500 ตัว) โครงสร้างของระบบ ก๊าซชีวภาพแบ่งออกเป็น 4 ส่วนสำคัญ คือ

1.1 บ่อเติมมูลสัตว์ (mixing chamber) ทำหน้าที่ในการผสมมูลสัตว์กับน้ำก่อนเติมลงในบ่อหมัก

1.2 บ่อหมัก (digester chamber) ทำหน้าที่รับมูลสัตว์และน้ำจากบ่อเดิมมาหมักให้เกิดก๊าซชีวภาพ บ่อจะต้องแข็งแรง ไม่รั่วซึม เนื่องจากส่วนของโดมของบ่อจะเป็นที่เก็บก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นก่อนจะมีการนำไปใช้ และก๊าซชีวภาพก็จะผลักดันมูลสัตว์ที่ผ่านการย่อยสลายแล้วให้ไหลขึ้นไปอยู่ในบ่อล้น

1.3 บ่อล้น (expansion chamber) มีหน้าที่รับมูลสัตว์ที่ล้นออกจากบ่อหมัก และเมื่อก๊าซชีวภาพในบ่อหมักมีปริมาณลดลง มูลสัตว์ในบ่อล้นจะไหลย้อนกลับสู่บ่อหมักอีกครั้งเพื่อผลักดันให้ก๊าซชีวภาพในบ่อหมักไหลออกไปได้เมื่อมีการนำก๊าซชีวภาพไปใช้ประโยชน์ และบ่อล้นยังเป็นที่ระบายมูลสัตว์ออก เมื่อมูลสัตว์มีปริมาณมากเกินไปกว่าปริมาตรของบ่อ สำหรับบ่อที่มีท่อตั้งฉาก มูลสัตว์และน้ำในบ่อล้นนี้จะเป็นตัวผลักดันตะกอนก้นบ่อให้ไหลออก เมื่อเปิดลิ้นชักบ่อตั้งฉาก

1.4 บ่อรับกากจากบ่อล้น (storage tank and sand bed filter) เป็นที่รองรับตะกอนจากบ่อล้น ซึ่งตะกอนที่ล้นออกมาสามารถนำไปใช้เป็นปุ๋ย สำหรับปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรหรือนำไปจำหน่ายก็ได้



ภาพ 3 ส่วนประกอบของบ่อหมักแบบ โคมกึ่งที่

ที่มา. จาก เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ: ระบบก๊าซชีวภาพแบบ Fixed Dome, โดย สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงาน มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2552, ค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2554, จาก biogas.erdi.or.th/biogasTech_sub_fix.php

การทำงานในลักษณะนี้เรียกว่า ระบบไดนามิค คือเมื่อเกิดก๊าซ ก๊าซก็จะมีแรงดันผลักดันมูลสัตว์และน้ำด้านล่างบ่อหมักให้ไหลทะลักขึ้นไปเก็บไว้ที่บ่อล้น เมื่อมีการใช้ก๊าซชีวภาพ น้ำในบ่อล้นก็จะไหลย้อนกลับเข้าบ่อหมักอีกและจะไปผลักดันก๊าซให้สามารถนำไปใช้ได้ อีก จะเกิดลักษณะเช่นนี้ตลอดเวลา ถ้าระบบของบ่อก๊าซไม่มีการรั่วซึม ระบบการหมักเป็นปกติ บ่อก๊าซชีวภาพก็จะมีอายุการใช้งานยาวนานมากกว่า 10 ปี

2. บ่อหมัก UASB ลักษณะการทำงานของบ่อหมักแบบ UASB คือ น้ำเสียจะถูกสูบเข้าทางก้นถัง ตะกอนแบคทีเรียที่ก้นถังแบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นล่าง (sludge bed) เป็นตะกอนเม็ด เป็นแบคทีเรียชนิดเส้นใยยาวเกาะกันแน่น มีความหนาแน่นสูง ส่วนชั้นที่ 2 เรียกว่า Sludge Blanket เป็นแบคทีเรียตะกอนเบาช่วงบนของถังหมักจะมีอุปกรณ์แยกก๊าซชีวภาพและตะกอนแบคทีเรีย (gas-solid separator) ข้อดีของถังหมักแบบ UASB คือ เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง และค่าก่อสร้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่น แต่ข้อเสียคือ มีความยุ่งยากในการเลี้ยงตะกอนเม็ดจากตะกอนเบา และไม่เหมาะสมกับน้ำเสียที่มีสารแขวนลอยสูง (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2550, หน้า 19-21)

3. บ่อหมัก High suspension solids-Upflow Anaerobic Sludge Blanket (H-UASB) เป็นบ่อหมักที่ปรับปรุงจากบ่อหมัก UASB ช่วยแก้ปัญหาการอุดตันระบบหัวจ่ายน้ำของ UASB เนื่องจากตะกอนของมูลสัตว์ โดยเพิ่ม Buffer Tank ให้ทำหน้าที่แยกตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำเสียและมูลสัตว์ ให้มีปริมาณน้อยที่สุด พร้อมกันนี้ยังได้นำแผ่นยาง PE ที่ใช้คลุมบ่อหมักก๊าซชีวภาพแบบรางมาคลุมบน Buffer Tank ทำให้เป็นที่เก็บก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบ UASB

ขั้นตอนของระบบการจัดการน้ำเสียลักษณะ โครงสร้างการทำงานของระบบถังหมัก H-UASB ที่จะนำมาใช้ในโรงเลี้ยงสุกร มีดังนี้

3.1 หน่วยบำบัดน้ำเสียขั้นต้น (primary treatment) ทำหน้าที่กำจัดสิ่งสกปรกหรือสิ่งแปลกปลอมออกจากน้ำเสียก่อนที่จะนำน้ำเสียเข้าบำบัดในถังหมัก H-UASB ทั้งนี้ เนื่องจากสิ่งสกปรกดังกล่าวบำบัดได้ยากในถังหมัก H-UASB และอาจส่งผลเสียต่อการทำงานของถังหมักได้ หน่วยบำบัดขั้นต้นที่นำมาใช้ ได้แก่ ตะแกรงแยกขยะ และบ่อ-

คัดทราย ทำหน้าที่แยกความสกปรกในรูปของแข็งที่มีขนาดใหญ่และแยกทรายรวมทั้งสิ่งต่าง ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ออกจากน้ำเสีย

3.2 ถังพักน้ำเสียหรือถังปรับสภาพน้ำเสีย (buffer tank) ทำหน้าที่รวบรวมน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นและปรับอัตราไหลสำหรับป้อนเข้าสู่ถังหมัก H-UASB ให้มีค่าคงที่หรือสม่ำเสมอหรือใช้พักน้ำเสียและตะกอนเหนียวที่ถูกลำเลียงมาจากโรงเรือนเลี้ยงสุกร น้ำเสียในถังนี้จะถูกผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันเพื่อให้ น้ำเสียที่เข้าสู่ถังหมัก H-UASB มีคุณสมบัติใกล้เคียงกันตลอดเวลา ส่วนตะกอนหนักที่อาจสะสมในก้นถังและตะกอนเบาที่อาจลอยเป็นฟิบบนผิวน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่คงสภาพแล้วนั้น ระบบจะถูกออกแบบให้สามารถสูบหรือระบายออกจากถังได้โดยสะดวก โดยนำไปพักไว้ในบ่อพักตะกอนเพื่อให้ตะกอนปรับสภาพจนมีความคงสภาพอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะนำไปกำจัด ต่อไป เช่น ใช้ถมที่หรือปรับสภาพดิน เป็นต้น

นอกจากนี้ ด้านบนของถังพักน้ำเสียจะมีส่วนประกอบที่ทำหน้าที่เก็บรวบรวมก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากถังหมัก H-UASB เพื่อรอการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป โดยจะติดตั้งระบบการควบคุมการนำก๊าซไปใช้และการจัดการก๊าซส่วนเกินให้มีความสะดวก และปลอดภัยในการใช้งาน

3.3 ถังหมัก High suspension solids-Upflow Anaerobic Sludge Blanket (H-UASB) ทำหน้าที่เปลี่ยนสารอินทรีย์ในน้ำเสียให้เป็นก๊าซชีวภาพ โดยอาศัยกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียชนิดไม่ใช้ออกซิเจน ผลจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในถังหมักดังกล่าว จะทำให้น้ำเสียมีความสกปรกในรูปซีโอไซด์ลดลงประมาณร้อยละ 90 และได้ก๊าซชีวภาพที่มีส่วนประกอบของก๊าซมีเทนค่อนข้างสูง คือ ประมาณร้อยละ 60-70 ก๊าซที่เกิดขึ้นจะถูกส่งไปพักยังหน่วยเก็บรวบรวมก๊าซที่อยู่ส่วนบนของถังพักน้ำเสีย (buffer tank) ทั้งนี้ เพื่อลดผลกระทบจากแรงดันก๊าซที่มีต่อสภาพการทำงาน ของถังหมัก

นอกจากนี้ ผลจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ในถังหมัก H-UASB ยังทำให้เกิดการสะสมของตะกอนในก้นถังและบางส่วนอาจลอยเป็นฟิบบนผิวน้ำ อย่างไรก็ตาม ตะกอนส่วนใหญ่เป็นตะกอนที่คงสภาพ (stability) แล้ว ซึ่งตะกอนส่วนนี้将被สูบหรือ

ระบายไปบำบัดยังลานกรอง/ตากอย่างสม่ำเสมอเพื่อเป็นการรักษาสภาพการทำงานของระบบให้คงที่อยู่ตลอดเวลา

3.4 ลานทรายกรอง/ตากตะกอน ทำหน้าที่กรองและตากตะกอนที่ถูกส่งมาจากถังหมัก H-UASB ตะกอนที่แห้งแล้วจะถูกกวาดและรวบรวมบรรจุในภาชนะเพื่อรอการกำจัดหรือจำหน่าย เช่น นำไปถมที่ หรือใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์สำหรับการเพาะปลูกและปรับปรุงดิน เป็นต้น ส่วนน้ำที่ผ่านการกรองจะไหลเข้าสู่ระบบบำบัดต่อไป

3.5 ระบบบำบัดขั้นหลัง ทำหน้าที่บำบัดน้ำเสียต่อจากถังหมัก H-UASB และบำบัดน้ำที่ออกมาจากลานกรอง/ตากตะกอน เพื่อให้ได้น้ำทิ้งที่มีคุณภาพดียิ่งขึ้น จนสามารถหมุนเวียนกลับมาใช้ประโยชน์ หรือปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติภายนอกได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และเป็นไปตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่กฎหมายกำหนด ประกอบกับการออกแบบระบบบำบัดขั้นหลังให้เป็นแบบบ่อธรรมชาติ ซึ่งการที่น้ำเสียจากถังหมัก H-UASB มีค่าความสกปรกไม่สูงมากนัก จะทำให้การบำบัดโดยใช้ระบบบ่อธรรมชาติไม่ก่อให้เกิดปัญหากลิ่นเหม็นหรือเกิดกลิ่นเหม็นน้อยมาก

4. บ่อหมักแบบพลาสติกคลุมบ่อ (covered lagoon) เป็นบ่อหมักก๊าซชีวภาพที่โครงสร้างเป็นบ่อคอนกรีตหรือบ่อดินในกรณีที่เป็นบ่อดินชุด อาจปูแผ่นยางที่ใช้ปูสระเก็บน้ำมาปูทับ เพื่อไม่ให้เกิดการรั่วซึมของของเสียลงใต้ดิน ด้านบนของบ่อคลุมด้วยผืนพลาสติกขนาดใหญ่เพื่อรวบรวมก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นก่อนนำก๊าซไปใช้ประโยชน์ และเพื่อป้องกันไม่ให้กลิ่นแพร่กระจาย มีการประเมินอายุการใช้งานของบ่อหมักแบบนี้ไว้ประมาณ 15 ปี



ภาพ 4 การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรโดยใช้ระบบบ่อหมักแบบพลาสติกคลุมบ่อ
ที่มา. จาก การบำบัดน้ำมูลสุกรแบบไร้อากาศ (หน้า 17), โดย มูลนิธิพลังงานเพื่อ-
สิ่งแวดล้อม, 2550, กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม ได้ศึกษาเกี่ยวกับ
ระบบผลิตก๊าซชีวภาพหลากหลายรูปแบบ โดยคำนึงถึงระบบที่เป็นการจัดการน้ำเสีย
แบบประหยัด ดูแลรักษาง่าย และสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ
ซึ่งสรุปว่า ระบบผลิตก๊าซชีวภาพระบบบ่อหมักแบบพลาสติกคลุมบ่อแบบชักกากได้
(modified covered lagoon) มีความเหมาะสมตามคุณสมบัติที่กล่าวมา

พัฒนาการของเทคโนโลยีระบบบ่อหมักแบบพลาสติกคลุม (covered lagoon)
มีดังนี้ (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวล, ม.ป.ป.)

1. เทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียระบบบ่อหมักแบบพลาสติกคลุมบ่อ (covered
lagoon) เทคนิคการบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มแบบไร้อากาศระบบ Covered Lagoon เป็นระบบ
ที่ได้รับการยอมรับและได้มีการส่งเสริมให้มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในประเทศสหรัฐ-
อเมริกาโดยหน่วยงานป้องกันสิ่งแวดล้อม (US EPA) กระทรวงเกษตรกรรม (US DA)
และกระทรวงพลังงาน (US DOE) ภายใต้โครงการ AgStar ซึ่งได้มีการส่งเสริมให้

เกษตรกรรมเลี้ยงสัตว์ติดตั้งระบบ Covered Lagoon รองรับจำนวนปศุสัตว์มากกว่า 20,000 ตัว/ปี และจากการประเมินผลระบบ พบว่า สามารถลด COD น้ำเสียได้มากกว่าร้อยละ 90 ลดปริมาณไนโตรเจนรวม (total nitrogen) ได้มากกว่าร้อยละ 65 และปริมาณฟอสฟอรัสรวม (total phosphorus) มากกว่าร้อยละ 85 อย่างไรก็ตาม ระบบ Covered Lagoon ยังมีประเด็นที่ศูนย์ส่งเสริมพลังงานชีวมวลเห็นว่า ควรได้รับการศึกษาและแก้ไขปรับปรุงก่อนดำเนินการก่อสร้างและขยายผลในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ ปริมาณตะกอนที่สะสมอยู่ในบ่อโดยไม่มีการดูดออกหรือจัดการ ซึ่งอาจมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของระบบลดลง และการไหลล้นวงจรของน้ำเสีย ซึ่งทำให้ต้องมีการใช้บ่อที่มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น

2. การปรับปรุงเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียระบบบ่อหมักแบบพลาสติกคลุมบ่อชักกากได้ (modified covered lagoon) เทคโนโลยีการจัดการน้ำเสียที่จะใช้เป็นระบบบำบัดแบบไร้ออกซิเจน (anaerobic system) โดยดัดแปลงจากหลักการทำงานที่ดีของบ่อหมักราง (channel digester) มาประยุกต์ใช้กับวิธีการก่อสร้างแบบง่าย ๆ และราคาไม่แพงของบ่อหมักแบบ Covered Lagoon ซึ่งการประยุกต์ใช้ระบบจัดการน้ำเสียรูปแบบนี้มีข้อดีหลายประการด้วยกัน ได้แก่

2.1 การหมักย่อยสลายสารอินทรีย์สมบูรณ์ขึ้น เนื่องจากการเพิ่มระยะเวลาในการหมักย่อยมากขึ้น

2.2 มีการป้องกันการไหลล้นวงจร โดยการออกแบบบ่อหมักให้มีการไหลของน้ำเสียตามแนวยาวแบบ Plug Flow

2.3 เป็นการออกแบบระบบโดยให้มีการระบายกากที่หมักย่อยแล้วจากบ่อหมักออกไปตากเป็นปุ๋ยแห้ง เป็นการรักษาปริมาตรกากเก็บและระยะเวลาในการหมักของบ่อหมักให้คงที่และมีประสิทธิภาพอยู่เสมอ

2.4 เป็นการออกแบบบ่อหมักให้เป็นบ่อดินชุดที่มีความลาดชันของบ่อที่เหมาะสม ประกอบกับเลือกใช้วัสดุคลุมบ่อหมักเพื่อเก็บก๊าซชีวภาพเป็น High Density Polyethylene (HDPE) ที่ทนทานและมีราคาไม่แพง จึงช่วยลดเงินลงทุนของผู้ร่วมโครงการในการก่อสร้างลงได้ (ดังแสดงในภาพ 5 และ 6 ภาคผนวก ข)

2.5 มีเสถียรภาพในการผลิตพลังงานทดแทน เนื่องจากมีปริมาตรการกักเก็บก๊าซชีวภาพค่อนข้างมาก

ส่วนระบบบำบัดขั้นหลัง ยังคงเลือกใช้ระบบธรรมชาติเพื่อให้ง่ายต่อการดูแล มีการก่อสร้างที่ง่ายและไม่แพง เป็นระบบที่ใช้กระบวนการบำบัดแบบไร้ออกซิเจน (anaerobic process) ร่วมกับกระบวนการบำบัดแบบใช้ออกซิเจน (aerobic process) และระบบบึงประดิษฐ์ (wetland system) ร่วมกัน ซึ่งระบบบำบัดขั้นหลังที่เลือกใช้ ประกอบด้วย บ่อฝั่ (facultative pond) บ่อผักตบชวา (water hyacinth pond) ซึ่งเป็นบึงประดิษฐ์ที่ใช้พืชน้ำในกลุ่มพืชลอยน้ำ (floating plant) และบ่อปรับสภาพน้ำ/สระพักน้ำ (polishing pond) ช่วยในการเก็บกักน้ำไว้เพื่อหมุนเวียนกลับไปใช้ภายในฟาร์ม อีกทั้งยังช่วยปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจากระบบดังกล่าว ให้มีลักษณะสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งของกรมควบคุมมลพิษเมื่อพิจารณาจากภาพ 5 และศึกษารายละเอียดของระบบ พบว่า

1. ระบบรวบรวมและจัดการน้ำเสียขั้นต้น เพื่อรวบรวมน้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมการเลี้ยงสัตว์ และกำจัดสิ่งแปลกปลอมต่าง ๆ ออกจากน้ำเสียก่อนที่จะถูกส่งเข้าสู่ระบบผลิตก๊าซชีวภาพ องค์ประกอบของระบบรวบรวม และจัดการน้ำเสียขั้นต้น ได้แก่

1.1 ระบบส่งลำเลียงน้ำเสีย (wastewater transportation system) ทำหน้าที่ในการรองรับและส่งลำเลียงน้ำเสียจากโรงเรือนเลี้ยงสุกร ไปยังบ่อรวมน้ำเสียเพื่อรอส่งเข้าสู่ระบบจัดการน้ำเสียต่อไป

1.2 บ่อรวมน้ำเสีย (collecting tank) ทำหน้าที่เก็บพักน้ำเสียที่ถูกส่งมาจากโรงเรือนในช่วงที่มีการล้างพื้น ซึ่งน้ำที่พักและกักเก็บในบ่อรวมน้ำเสียนี้จะถูกสูบส่งผ่านตะแกรงคัดขยะและบ่อดักทรายก่อนทยอยเข้าสู่ระบบจัดการน้ำเสีย

1.3 ตะแกรงคัดขยะและบ่อดักทราย (screen and grit chamber) ทำหน้าที่ในการคัดขยะ เช่น เศษกระสอบ เชือก เศษหญ้า และสิ่งที่ไม่พึงประสงค์ต่าง ๆ รวมทั้งทราย ออกจากน้ำเสีย โดยการติดตั้งตะแกรงสแตนเลส หรือพลาสติกหน้าช่องทางลำเลียงน้ำเสียเป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่อง ก่อนเข้าสู่บ่อหมักแบบ Modified Covered Lagoon

2. ระบบก๊าซชีวภาพและระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

2.1 บ่อหมักแบบ Modified Covered Lagoon (บ่อที่ 1) เป็นบ่อหมักแบบไร้ออกซิเจนที่ใช้สำหรับหมักย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ที่อยู่ในรูปของตะกอนแขวนลอยและสารละลาย โดยอาศัยแบคทีเรียในกลุ่มที่ไม่ต้องการออกซิเจนหรืออากาศ (anaerobic bacteria) ซึ่งการย่อยสลายสารอินทรีย์ดังกล่าว เริ่มจากการที่สารอินทรีย์ที่มีขนาดของโมเลกุลใหญ่จะถูกย่อยสลายให้เป็นโมเลกุลเล็กลงภายใต้สภาวะไร้ออกซิเจน ในการย่อยสลายนี้อาจจะเกิดกรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acids--VFA) โดยแบคทีเรียในกลุ่มสร้างกรด (acid formers bacteria) และ VFA ที่เกิดขึ้นจะถูกแบคทีเรียกลุ่มสร้างมีเทน (methanogenic bacteria) นำไปใช้และผลิตเป็นก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นก๊าซมีเทน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นหลัก โดยก๊าซชีวภาพที่เกิดขึ้นจะถูกเก็บไว้ด้านบนของบ่อหมักซึ่งคลุมปิดด้วยแผ่นพลาสติกชนิด HDPE เพื่อรอการนำไปใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงผลิตพลังงานทดแทนต่อไป ตะกอนที่ผ่านการหมักย่อยแล้วจากบ่อหมักดังกล่าวจะถูกดึงออกไปยังลานตากตะกอน (sand bed filter) เพื่อแยกน้ำและกากออกจากกัน โดยตะกอนที่ตากแห้งแล้วจะถูกกวาดเก็บไปใช้เป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการเกษตร ส่วนน้ำเสียที่ผ่านการหมักย่อยแล้วบางส่วนจากบ่อหมักนี้จะถูกส่งไปบำบัดต่อไปในบ่อ Modified Covered Lagoon (บ่อที่ 2)

2.2 บ่อหมักแบบ Modified Covered Lagoon (บ่อที่ 2) เป็นบ่อหมักแบบไร้ออกซิเจนที่ใช้สำหรับหมักย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสียที่อยู่ในรูปของสารละลายที่ยังหมักย่อยไม่หมดจากบ่อที่ 1 โดยอาศัยหลักการทำงานคล้ายกับที่ได้กล่าวในส่วน of บ่อหมักที่ 1 ซึ่งสารอินทรีย์ในรูปของสารละลายนี้จะถูกย่อยสลายกลายเป็นก๊าซชีวภาพ และจะถูกเก็บรวบรวมไว้ใต้แผ่นพลาสติก HDPE เช่นเดียวกัน โดยมีท่อเชื่อมต่อกันระหว่างบ่อหมักทั้งสองเพื่อระบายก๊าซชีวภาพ ส่วนน้ำเสียที่ผ่านการหมักย่อยแล้วจะถูกส่งไปบำบัดต่อไปในส่วน of ระบบบำบัดขั้นหลังต่อไป

2.3 ลานตากตะกอน (sand bed filter) ทำหน้าที่ในการกรองแยกตะกอนอินทรีย์บางส่วนที่ย่อยยากและที่หมักย่อยแล้ว (digested sludge) จากบ่อหมักแบบ Modified Covered Lagoon ทั้ง 2 บ่อ โดยการดึงตะกอนดังกล่าวจากช่วงท้ายของบ่อหมักทั้งสอง และส่งไปยังลานตากตะกอน การทำงานของลานตากตะกอนนั้นอาศัยหลักการของการ-

กรองด้วยชั้นทรายและกรวด ตะกอนที่แยกแล้วจะถูกตากให้แห้งโดยใช้เวลาประมาณ 4 วัน เพื่อให้ง่ายต่อการกวาดเก็บและขนย้ายไปใช้ประโยชน์หรือจำหน่ายเป็นปุ๋ยอินทรีย์เพื่อการเกษตรต่อไป ส่วนน้ำที่ผ่านชั้นทรายและกรวดจะถูกรวบรวมส่งไปบำบัดต่อยังระบบบำบัดขั้นหลังต่อไป

3. ระบบการเปลี่ยนรูปก๊าซชีวภาพเป็นพลังงานทดแทน (gas utilization)

ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากระบบก๊าซชีวภาพให้เป็นพลังงานทดแทน เชื้อเพลิงชนิดอื่น ๆ เช่น ก๊าซหุงต้ม ฟืน น้ำมันเบนซิน/ดีเซล น้ำมันเตา ซึ่งฟาร์มสามารถที่จะประยุกต์ใช้ก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้โดยเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อนใช้กับหัวเผา ก๊าซชีวภาพ (biogas burner) สำหรับใช้กับการกกกลุสสุกรหรือกับหม้อต้มไอน้ำ หรือเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยอาศัยชุดเครื่องยนต์ผลิตพลังงานไฟฟ้าจากก๊าซชีวภาพ ซึ่งมีใช้แพร่หลายภายในประเทศ

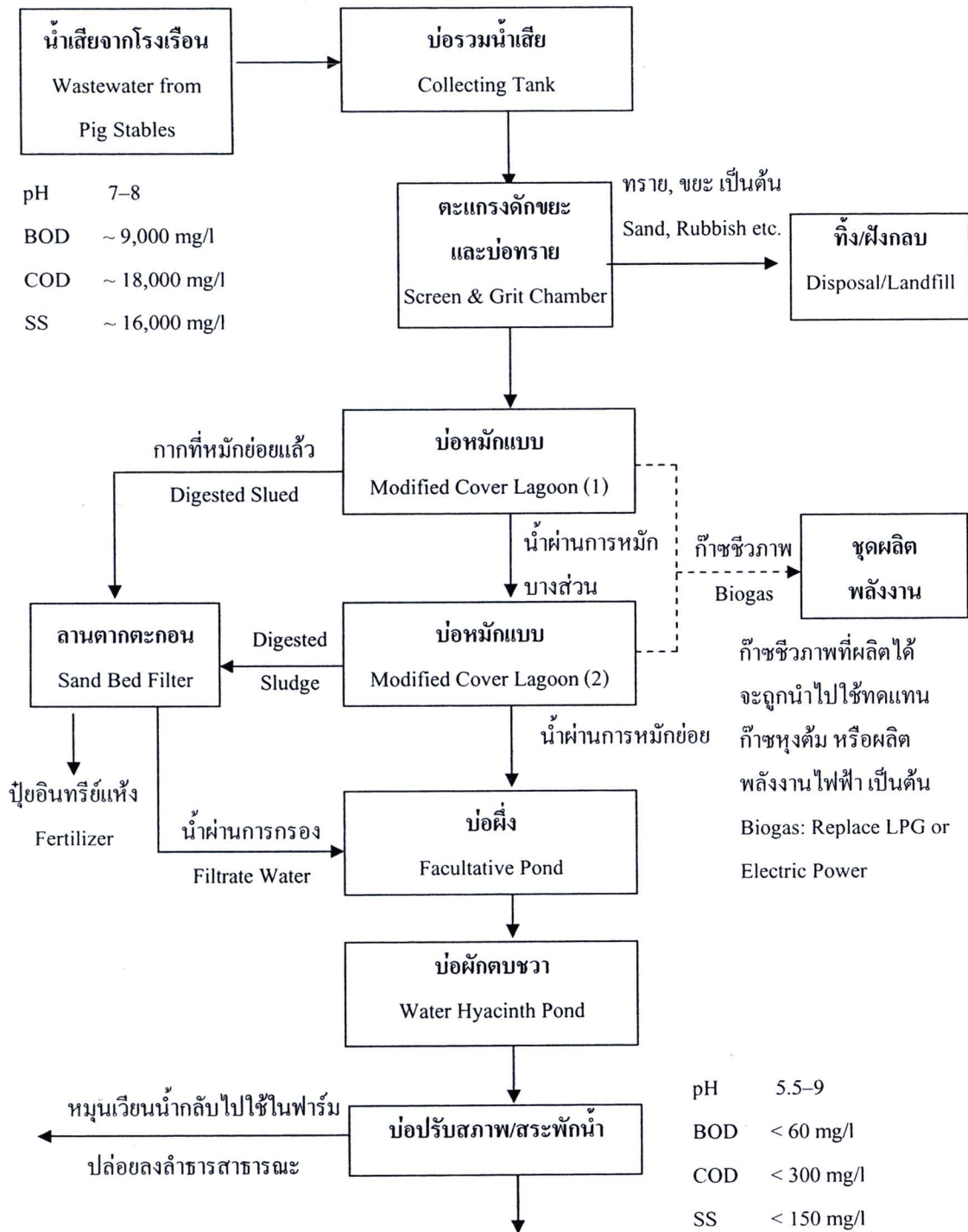
4. ระบบบำบัดขั้นหลัง (post treatment) ทำหน้าที่บำบัดน้ำที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นจากระบบก๊าซชีวภาพ Modified Covered Lagoon ในข้อ 2 ให้มีคุณภาพดีขึ้น น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดขั้นต้นยังมีปริมาณสารอินทรีย์ในรูป COD เหลืออยู่อีกเล็กน้อย แต่มีแอมโมเนียไนโตรเจน อยู่ในปริมาณมากที่ต้องกำจัดเพื่อให้ น้ำที่ออกจากระบบบำบัดขั้นหลังมีค่าตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ และมีความสะอาดเพียงพอที่จะหมุนเวียนกลับมาใช้ทำความสะอาดพื้นโรงเรือนเลี้ยงสุกรหรือนำไปใช้กับพื้นที่ทางการเกษตรได้ ซึ่งเป็นการช่วยประหยัดการใช้น้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติและน้ำใต้ดินได้อีกทางหนึ่ง ตลอดจนสามารถปล่อยออกสู่แหล่งน้ำธรรมชาติภายนอกได้โดยไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม องค์ประกอบของระบบบำบัดขั้นหลังมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

4.1 บ่อผึ่ง (facultative pond) เป็นบ่อที่มีความลึกของน้ำประมาณ 2.0 เมตร ทำหน้าที่รับน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้ว จากบ่อหมัก และน้ำที่ผ่านการกรองจากลานตากตะกอน น้ำในบ่อนี้จะมีสารอินทรีย์ในปริมาณที่ไม่สูงมากนัก การทำงานของบ่อนี้จะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ด้านบนของบ่อจะใช้ออกซิเจนหรืออากาศช่วยในการย่อยสลาย โดยในส่วนนี้จะมีสาหร่ายเกิดขึ้น ออกซิเจนที่ได้จากการสังเคราะห์แสงของสาหร่ายจะสามารถเปลี่ยนแอมโมเนียให้เป็นไนเตรท-ไนไตรท์ จึงสามารถลดค่าซีโอดี (COD) ได้ส่วนหนึ่ง ส่วนด้านล่างของบ่อซึ่งแสงแดดส่องลงไปไม่ถึงจะมีปริมาณออกซิเจนน้อย

หรือไม่มีออกซิเจนเลย ดังนั้นแบคทีเรียในน้ำเสียจะทำหน้าที่เปลี่ยนไนเตรท-ไนไตรท์ให้เป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) โดยอาศัยกระบวนการบำบัดแบบไร้อากาศ

4.2 บ่อผักตบชวา (water hyacinth pond) เป็นระบบบึงประดิษฐ์ที่ใช้พืชน้ำในกลุ่มพืชลอยน้ำ (floating plant) เป็นบ่อที่มีความลึกของน้ำประมาณ 1.5 เมตร ทำหน้าที่ในการบำบัดน้ำเสียที่ส่งมาจากบ่อผึ่งซึ่งเป็นน้ำที่มีสาหร่ายแขวนลอยอยู่ค่อนข้างสูง กระบวนการบำบัดน้ำเสียจะเป็นการเลียนแบบกลไกการกำจัดของเสียตามธรรมชาติ คือ อาศัย ดิน น้ำ พืช และจุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำเสีย ส่วนผักตบชวาที่ขึ้นคลุมผิวน้ำนั้นจะช่วยในการบำบัดน้ำเสียและช่วยกำจัดสาหร่ายได้อย่างดี เนื่องจากผักตบชวาจะบังมิให้แสงแดดส่องลงไปใต้น้ำ จึงทำให้สาหร่ายตายและตกตะกอนอยู่ที่ก้นบ่อ น้ำที่ผ่านการบำบัดจากบ่อผักตบชวานี้จึงมีความใสมากขึ้น สาเหตุที่เลือกใช้ผักตบชวาเพราะผักตบชวาเป็นพืชที่เจริญเติบโตเร็วและทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมได้ดี การดูแลบ่อนี้กระทำเพียงคอยเก็บเกี่ยว

4.3 บ่อปรับสภาพ/สระพักน้ำ (polishing pond) เป็นกระบวนการบำบัดขั้นสุดท้ายเพื่อทำให้น้ำมีคุณภาพดียิ่งขึ้น โดยน้ำที่ออกจากระบบบำบัดจะมีค่าตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่กำหนดโดยกรมควบคุมมลพิษ สามารถปล่อยลงแหล่งน้ำสาธารณะได้โดยไม่กระทบต่อสภาพแวดล้อม และมีความสะอาดพอที่จะหมุนเวียนกลับไปใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ ของฟาร์ม เช่น รดน้ำต้นไม้ ล้างพื้นโรงเรือน ซึ่งเป็นการประหยัดทรัพยากรน้ำได้อีกทางหนึ่ง ด้วยการประยุกต์ใช้ระบบก๊าซชีวภาพ ระบบบำบัดขั้นหลัง และระบบอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องที่ได้กล่าวมาแล้ว ตลอดจนการเดินระบบและการดูแลบำรุงรักษาระบบอย่างเหมาะสม จะช่วยให้ฟาร์มสามารถจัดการกับของเสียและน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของฟาร์มได้อย่างเหมาะสม คุ่มค่าและเกิดประโยชน์สูงสุด ทั้งนี้การใช้องค์ประกอบและขนาดต่าง ๆ ของระบบดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะต้องทำการสำรวจและวิเคราะห์สภาพภายในฟาร์มแต่ละแห่งโดยบริษัทที่ปรึกษาโดยละเอียดเสียก่อน จึงจะสามารถออกแบบระบบให้เหมาะสมกับฟาร์มแต่ละแห่งได้



ภาพ 5 แผนผังองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบบ่อหมักแบบ modified covered lagoon

ที่มา. จาก การบำบัดน้ำมูลสุกรแบบไร้อากาศ (หน้า 18), โดย มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2550, กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.

เนื่องจากฟาร์มเลี้ยงสุกรมีการใช้น้ำเป็นจำนวนมากในกิจกรรมการเลี้ยงสุกร การใช้น้ำในฟาร์มแต่ละแห่งจะแตกต่างกันไป จากการศึกษาปริมาณน้ำเสียของฟาร์มในประเทศไทย พบว่า โดยเฉลี่ยปริมาณน้ำเสียในแต่ละวันต่อตัว (เทียบกับสุกรน้ำหนักเฉลี่ย 60 กิโลกรัมต่อตัว) จะอยู่ที่ 27 ลิตรต่อตัว หรือประมาณ 222 ลิตรต่อหน่วยปศุสัตว์ (1 หน่วยปศุสัตว์ เทียบเท่ากับน้ำหนักสุกรยืนคอกประมาณ 500 กิโลกรัม) และลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากฟาร์มเลี้ยงสุกรมีข้อแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการจัดการของแต่ละฟาร์ม ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยส่วนใหญ่ คือ เรื่องกลิ่นเหม็น และแมลงวัน ฟาร์มเลี้ยงสุกรบางแห่งใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบบ่อผึ่ง (open pond) ซึ่งระบบดังกล่าวต้องใช้พื้นที่เป็นบริเวณกว้างมาก และมีการตื่นเงินเนื่องจากการตกตะกอนของของเสียจากกิจกรรมการเลี้ยงสุกร ทำให้ต้องทำการขุดลอกอยู่บ่อย ๆ สิ้นเปลืองทั้งค่าใช้จ่ายและเวลาดำเนินการ รวมทั้งเป็นภาระในการกำจัดกากตะกอนจำนวนมากเหล่านั้นด้วย ส่วนบางฟาร์มที่พอจะมีศักยภาพในการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ เช่น การใช้เครื่องแยกตะกอนเพื่อแยกส่วนกากของเสียออกจากน้ำเสียก่อนปล่อยลงสู่ระบบบ่อผึ่งในฟาร์ม หรือใช้เครื่องเติมอากาศในบ่อบำบัดน้ำเสีย แต่การใช้เทคโนโลยีดังกล่าวนี้จะมีค่าใช้จ่ายค่าพลังงานในการเดินเครื่องและบำรุงรักษาค่อนข้างสูง ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่เหมาะสม เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างต่ำ เสียค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาและเดินระบบน้อย แต่มีศักยภาพในการช่วยลดความสกปรก และกลิ่นเหม็นได้ ยิ่งไปกว่านั้น การใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้ออกซิเจนจะได้ก๊าซชีวภาพเป็นผลพลอยได้ สามารถนำไปใช้ทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงอื่น ๆ เช่น ทดแทนการใช้ก๊าซหุงต้ม ฟืน น้ำมัน-เชื้อเพลิง หรือใช้ในการผลิตพลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้ภายในฟาร์มได้เป็นอย่างดี ตลอดจนได้ปุ๋ยอินทรีย์แห้งที่มีคุณภาพเหมาะสำหรับการเพาะปลูกและปรับปรุงดินเพื่อการเกษตรภายในฟาร์ม หรือเพื่อจำหน่ายให้แก่เกษตรกรภายนอกได้ ตัวอย่างเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ เช่น บ่อหมักแบบพลาสติกคลุมบ่อชักกากได้ (modified covered lagoon) เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพแบบ Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) เทคโนโลยีก๊าซชีวภาพแบบ High Upflow Anaerobic Sludge Blanket (H-UASB) และ Fixed Dome เป็นต้น (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2551ข)

ในการประมาณการคร่าว ๆ ถึงขนาดของระบบจัดการน้ำเสีย ปริมาณน้ำเสีย และก๊าซชีวภาพที่จะเกิดขึ้นของฟาร์มเลี้ยงสุกร เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณจะต้องเปลี่ยนหน่วยให้เป็นน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ (นปส.) ก่อน ซึ่งมีวิธีการคำนวณดังแสดงในตาราง 9

ตาราง 9

วิธีคำนวณน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์-ฟาร์มสุกร

	น้ำหนักเฉลี่ย (กิโลกรัม)	น้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ (นปส.)	
สุกรพ่อพันธุ์	250	$\frac{\text{จำนวนสุกร} \times 250}{500}$	=
สุกรแม่พันธุ์	180	$\frac{\text{จำนวนสุกร} \times 180}{500}$	=
สุกรขุน	60	$\frac{\text{จำนวนสุกร} \times 60}{500}$	=
ลูกสุกร	15	$\frac{\text{จำนวนสุกร} \times 15}{500}$	=

ที่มา. จาก แหล่งผลิตก๊าซชีวภาพ: ฟาร์มเลี้ยงสุกร (pig farms), โดย มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2551, ค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2554, จาก <http://www.effe.or.th/home.php?ds=preview&back=content&mid=cMS7s93gtBdrFxPI&doc=aN8muxHJhDfnFLrM>

กรณีคือน้ำหนักเป็นหน่วยปศุสัตว์รวม (นปส.) โดยจำนวนสุกร 1 หน่วยปศุสัตว์ หรือเทียบเท่าน้ำหนักสุกรขุน (60 กิโลกรัม) = 8.3 ตัว จะให้ค่าต่าง ๆ ดังนี้ (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2551)

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 0.22 ลบ.ม./วัน หรือ (220 ลิตร/วัน)

ผลิตก๊าซชีวภาพได้ 0.8 ลบ.ม./วัน หรือ (800 ลิตร/วัน)

ได้ปุ๋ยอินทรีย์ (น้ำ) 3.0 กิโลกรัม/วัน หรือได้ปุ๋ยอินทรีย์ (แห้ง) 1.0 กิโลกรัม/วัน (ความชื้นประมาณ 35%) (safety 0.70 กิโลกรัม/วัน)

แต่ถ้าคิดเป็นจำนวนสุกร 1 ตัว (น้ำหนัก 60 กิโลกรัม) โดยไม่เปลี่ยนเป็นน้ำหนักหน่วยปศุสัตว์ จะให้ค่าต่าง ๆ ดังนี้ (มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2551ข)

ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น 27 ลิตร/วัน (0.027 ลบ.ม./วัน) หรือ 30 ลิตร/วัน
 ผลิตก๊าซชีวภาพได้ 93 ลิตร/วัน (0.093ลบ.ม./วัน) หรือ 100 ลิตร/วัน
 ได้ปุ๋ยอินทรีย์ (น้ำ) 0.36 กิโลกรัม/วัน หรือ ได้ปุ๋ยอินทรีย์ (แห้ง) 0.12 กิโลกรัม/วัน
 (ความชื้นประมาณ 35%) (safety 0.10 กิโลกรัม/วัน)

ค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วต้องนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทน
 ของโครงการในบทถัดไป และในการวิเคราะห์ต้นทุนของโครงการ ต้องพิจารณาดังนี้

1. ต้นทุนคงที่ (fixed cost) เป็นค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบก๊าซชีวภาพ คือ

- 1.1 ค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงก่อสร้างบ่อรวมน้ำเสีย
- 1.2 ค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงก่อสร้างตะแกรงดักขยะ/บ่อดักทราย
- 1.3 ค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงก่อสร้างบ่อหมักพลาสติกคลุมบ่อชักกาบได้
- 1.4 ค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงก่อสร้างลานตากตะกอน
- 1.5 ค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงก่อสร้างบ่อฝัง
- 1.6 ค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงก่อสร้างบ่อผักตบชวา
- 1.7 ค่าวัสดุก่อสร้างและค่าแรงก่อสร้างบ่อปรับสภาพน้ำ/สระพักน้ำ
- 1.8 ค่าระบบท่อส่งก๊าซและอุปกรณ์ประกอบ
- 1.9 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพร้อมเครื่องควบคุมกระแสไฟฟ้า
- 1.10 ค่าแรงในการติดตั้งระบบ

2. ต้นทุนผันแปร (variable cost) จะเป็นต้นทุนของการดำเนินการ เป็นค่าใช้จ่าย
 ในการปฏิบัติงานด้านแรงงาน และอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น ค่าน้ำมัน ค่าจ้างแรงงาน ค่าซ่อม
 บำรุงอุปกรณ์ ซึ่งอุปกรณ์บางอย่างจะมีเวลาการใช้งาน เช่น ค่าแบตเตอรี่ ค่าหัวเทียน
 ค่าไส้กรองน้ำมัน เป็นต้น

ในการวิเคราะห์ผลตอบแทนของโครงการ เป็นผลประโยชน์ที่ได้รับจากการสร้าง
 ระบบก๊าซชีวภาพจากฟาร์มเลี้ยงสุกร เพื่อทดแทนการใช้พลังงาน และสร้างรายได้ให้กับ
 เจ้าของฟาร์ม จะพิจารณาดังนี้

1. การลดลงในด้านค่าใช้จ่ายด้านไฟฟ้าหลังจากใช้ระบบก๊าซชีวภาพ
2. การลดลงในด้านค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับก๊าซหุงต้ม
3. รายได้จากการขายมูลสุกร



4. การลดค่าใช้จ่ายในด้านน้ำที่ผ่านการบำบัดนำกลับไปใช้

การประมาณการราคาค่าก่อสร้างระบบจัดการน้ำเสียแบบต่าง ๆ

ในการเลือกระบบจัดการน้ำเสียจะต้องเลือกให้เหมาะสมกับขนาดของฟาร์มคุ่มต่อค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้าง ค่าดำเนินการและบำรุงรักษาระบบบำบัดต้องเหมาะสมกับเกษตรกรแต่ละราย ค่าใช้จ่ายในการลงทุนก่อสร้างของแต่ละระบบ และแต่ละขนาดไม่เท่ากัน สามารถดูได้จากตาราง 10 ซึ่งแสดงการเปรียบเทียบราคาค่าก่อสร้างของระบบจัดการน้ำเสียสำหรับฟาร์มขนาดเล็ก และขนาดกลาง

ตาราง 10

การเปรียบเทียบประมาณการราคาค่าก่อสร้างระบบจัดการน้ำเสียแบบต่าง ๆ สำหรับฟาร์มขนาดเล็กและขนาดกลาง

ระบบก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสุกรในประเทศไทย							
จำนวนสุกร		ฟาร์มขนาดเล็ก Fixed Dome			ฟาร์มขนาดกลาง Modified Covered Lagoon		
หน่วย	เทียบเท่า	ขนาด	ราคา	ก๊าซชีวภาพ	ขนาด	ราคา	ก๊าซชีวภาพ
ปศุสัตว์	สุกรขุน (ตัว)	(ลบ.ม.)	(บาท)	(ลบ.ม./วัน)			(ลบ.ม./วัน)
6.6	55	12	27,000	4.2	-	-	-
8.9	74	16	33,000	5.6	-	-	-
16.8	140	30	48,900	10.5	-	-	-
27.6	230	50	86,000	17.5	-	-	-
55.2	460	100	160,000	35.0	-	-	-
72	600	-	-	-	200	889,000	60
180.0	1,500	-	-	-	500	1,080,000	150
360.0	3,000	-	-	-	1,000	1,414,000	300

ที่มา. จาก แหล่งผลิตก๊าซชีวภาพ: ฟาร์มเลี้ยงสุกร (pig farms), โดย มูลนิธิพลังงานเพื่อสิ่งแวดล้อม, 2551, ค้นเมื่อ 24 กุมภาพันธ์ 2554, จาก [http://www.efc.or.th/home.php?](http://www.efc.or.th/home.php?ds=preview&back=content&mid=cMS7s93gtBdrFxPI&doc=aN8muxHJhDfnFLrM)

<http://www.efc.or.th/home.php?ds=preview&back=content&mid=cMS7s93gtBdrFxPI&doc=aN8muxHJhDfnFLrM>