การออกแบบและทดสอบระบบทำความร้อน สำหรับกกลูกสุกร ในโรงเรือนอนุบาลโดยใช้ก๊าซชีวภาพ

จิรกุล จันทศิริ [1] และ วีรชัย อาจหาญ [2*]

Jantasiri, J.[1] and Arjharn, W.[2](2003).* Design and Testing of the Heating System for Swine Nursery House Using Biogas. *Suranaree J. Sci. Technol. 10:300-306*

Abstract

The objectives of this study is to design and test the heating system for swine nursery house using the fundamental of closed-loop hydronic heating system. The system consists of three main components including boiler, heating slab, and circulatinf pump. The scope of this study was devided into three parts: 1) evaluating of producing gas, 2) designing and installing and 3) testing of the system. The evaluation found that the 800 m^3 digester can produce biogas of 102 m^3/day. This amount of biogas contains energy equivalent to 45 kg of propane. The designed heating slab construct with 0.5 inch galvanized pipe inside the 4 cm thickness of portland slab. The results of testing showed that the average temperature and heat flux on heating slab was 30°C and 6.57 w/m^2, respectively. The system consumed total thermal energy of 59,700 BTU or 17.5 kWh which is sufficient for brooding 960 piglets. It might save 18 Bath/hr for energy cost comparison with the utilization of infrared radiation heater. In view of an economic aspect, this project presented the payback period of 1 year.

Keywords: Biogas, piglet heater, close-loop hydronic heating system, heating slab

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ เพื่อออกแบบและทดสอบระบบทำความร้อนสำหรับกกลูกสุกรในโรงเรือนอนุบาล ใช้หลักการ Closed-loop hydronic heating system อันประกอบไปด้วย หม้อต้มน้ำ พื้นกก หรือ Heating slab และปั๊มน้ำหมุนเวียน โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ศึกษาและประเมินก๊าซชีวภาพ 2) ออกแบบติดตั้ง และควบคุมระบบกกลูกสุกรโดยใช้ก๊าซชีวภาพ และ 3) การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ จากผลการประเมินการผลิตก๊าซชีวภาพในบ่อผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 800 ลูกบาศก์เมตร พบว่าสามารถผลิตก๊าซชีวภาพได้วันละ 102 ลูกบาศก์เมตร ได้พลังงานเทียบเท่า Propane 45 กิโลกรัม พื้นกกทำจากพื้นปูน Portland หนา 4 เซนติเมตร ภายในมีท่อ Galvanized ขนาด 0.5 นิ้ว เมื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพพบว่า การกระจายตัวของอุณหภูมิของพื้นกกเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส มี Heat Flux ของการ

---

[1] *นักศึกษาปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี*
[2*] *อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี*
**ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ*

ถ่ายเทความร้อนระหว่างท่อน้ำร้อนกับพื้น Slab ได้ 6.57 วัตต์ต่อตารางเมตร ใช้พลังงานความร้อนทั้งสิ้น 59,700 บีทียู หรือ 17.5 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง กกลูกสุกรได้ 960 ตัว (96 คอก ๆ ละ 10 ตัว) เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้หัวกกแบบ Infrared Radiation จะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าถึง 18 บาทต่อชั่วโมง จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนทางการเงินพบว่า สามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 1 ปี

บทนำ

การให้ความอบอุ่นแก่ลูกสุกรนั้นมีความสำคัญมาก ตามธรรมชาติแม่สุกรจะทำหน้าที่กกลูกตั้งแต่หลังคลอดไปจนถึงหลังหย่านม แต่สำหรับการเลี้ยงสุกรเพื่อการค้าต้องทำการแยกแม่และลูกสุกรออกจากกัน อันเนื่องมาจากจำเป็นต้องเตรียมความพร้อมให้แก่แม่สุกรในการที่จะตั้งท้องครั้งต่อไป การที่ลูกสุกรไม่ได้รับความอบอุ่นเพียงพอทำให้สุขภาพของลูกสุกรอ่อนแอเกิดการติดเชื้อได้ง่าย ไม่ว่าจะเป็นโรคหวัด ปอดบวม และเสียชีวิตในที่สุด สร้างความเสียหายแก่ทางผู้ประกอบการฟาร์มสุกรโดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาว หรือในเขตภาคเหนือของประเทศ

การใช้ความร้อนมาทำการกกลูกสุกรจึงถูกนำมาใช้ในการลดปัญหาดังกล่าว โดยใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ เช่น ไฟฟ้า หรือก๊าซหุงต้ม ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานสำหรับการกกลูกสุกรปีละไม่น้อยซึ่งปกติจำเป็นต้องกกลูกสุกรเฉลี่ยวันละ 15 ชั่วโมงตลอดทั้งปี ทำให้ผู้ประกอบการพยายามที่จะลดต้นทุนด้านพลังงานเหล่านี้ โดยหันมาสนใจระบบผลิตก๊าซชีวภาพ แม้ว่าการลงทุนในการสร้างระบบดังกล่าวค่อนข้างสูง แต่ผลตอบแทนนั้นคุ้มค่า เพราะนอกจากจะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานโดยการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้แล้ว ยังเป็นการจัดการของเสียจากภายในฟาร์มได้ดีอีกด้วย

การนำก๊าซชีวภาพมาใช้ในการกกลูกสุกรอนุบาลนั้น โดยทั่วไปจะมีลักษณะเป็นหัวเผาครอบด้วยแผ่นกระจายความร้อนไม่ว่าจะเป็นโลหะหรือเซรามิกที่เรียกกันว่าหัวกก (อมรชัย ภูมิวิเศษ และประพัฒน์ ศรีพฤทธิ์เกียรติ, 2532) โดยนำไปติดตั้งตามจุดต่าง ๆ ของโรงเรือน โดยใช้การแผ่รังสีความร้อนของหัวกก ซึ่งประสิทธิภาพการใช้พลังงานความร้อนค่อนข้างต่ำ เกิดการสูญเสียไปกับบรรยากาศในกรณีที่เป็นโรงเรือนเปิด อันเนื่องมาจากกระแสลมหรือบางครั้งเปลวไฟที่หัวกกดังกล่าวอาจดับจากการกรรโชกของลมเป็นการสูญเสียก๊าซเชื้อเพลิงโดยเปล่าประโยชน์ ดังนั้นเพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงได้ทำการออกแบบและทดสอบระบบทำความร้อนสำหรับกกลูกสุกรในโรงเรือนอนุบาลให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

วัตถุประสงค์ของการศึกษา คือ เพื่อออกแบบและทดสอบระบบทำความร้อนสำหรับกกลูกสุกรในโรงเรือนอนุบาล โดยใช้หลักการ Closed-loop hydronic heating system และแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ศึกษาและประเมินก๊าซชีวภาพ 2) ออกแบบติดตั้งและควบคุมระบบกกลูกสุกรโดยใช้ก๊าซชีวภาพ และ 3) การทดสอบประสิทธิภาพของระบบ

อุปกรณ์ และวิธีการ

ทำการศึกษาและวิจัยในครั้งนี้ ณ โรงเรือนอนุบาลของฟาร์มดอยน้อย บริษัท โฟร์ที จำกัด กิ่งอำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งปัจจุบันมีสุกรประมาณ 40,000 ตัว มีโรงเรือนอนุบาล 16 โรงเรือน ใช้ไฟฟ้าเป็นพลังงานในการกกลูกสุกร มีบ่อผลิตก๊าซชีวภาพ 2 บ่อ ความจุ 800 และ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ ซึ่งก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ส่วนใหญ่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ (กรัชพล ปรารถนารักษ์ 2545)

การประเมินก๊าซชีวภาพของฟาร์มดอยน้อย

จากที่กล่าวมาแล้วในบทนำ ฟาร์มดอยน้อยมีบ่อผลิตก๊าซชีวภาพอยู่ทั้งหมด 2 บ่อ คือขนาด 800 และ 1,000 ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ การศึกษาใ

ครั้งนี้เลือกที่จะทำการศึกษาบ่อขนาด 800 ลูกบาศก์เมตรอย่างเดียว เนื่องจากเป็นบ่อที่อยู่ติดกับโรงเรือนอนุบาล สามารถนำก๊าซชีวภาพมาใช้ได้อย่างสะดวก โดยทำการประเมินก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ของบ่อดังกล่าวในสองด้าน ได้แก่ ด้านปริมาณคือการหาอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพของบ่อ และด้านคุณภาพของก๊าซชีวภาพ ซึ่งจะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของก๊าซที่เกิดขึ้นเพื่อตรวจสอบความสามารถในการผลิตพลังงานความร้อน โดยใช้อุปกรณ์และวิธีการดังนี้

การหาอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ

ทำการวัดอัตราการเกิดก๊าซชีวภาพ โดยวัดและบันทึกค่าแรงดันสถิตย์ของก๊าซที่อยู่ในบ่อผลิตก๊าซชีวภาพโดยใช้ Manometer เป็นค่าแรงดันเริ่มต้น และทำการดูดก๊าซด้วย Blower ผ่าน Rotameter ควบคุมอัตราการไหลของก๊าซไว้ที่ 850 ลิตรต่อนาที โดยการปรับวาล์วที่ติดตั้งเอาไว้หน้า Rotameter และจับเวลาจนกระทั่งก๊าซในบ่อนั้นถูกดูดออกหมดเพื่อนำไปคำนวณหาปริมาณก๊าซที่มีอยู่ในบ่อ จากนั้นจับเวลาเพื่อหาเวลาที่ใช้ในการเกิดก๊าซเทียบเท่าแรงดันสถิตย์ของก๊าซที่บันทึกเอาไว้ตอนแรก

การหาองค์ประกอบก๊าซชีวภาพ

จากการศึกษาพบว่าองค์ประกอบของก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้จากของเสียจากฟาร์มสุกร จะประกอบไปด้วย CH_4, CO_2 และ H_2S ซึ่ง H_2S โดยทั่วไปจะมีปริมาณน้อยมากประมาณ 1,000 พีพีเอม จึงไม่นำมาวิเคราะห์ ดังนั้นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของก๊าซชีวภาพก็คือ CH_4 และ CO_2 ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์โดยใช้หลักการทางเคมีอย่างง่าย โดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.5 เปอร์เซ็นต์ และใช้ฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ บรรจุลงขวดน้ำเกลือขนาด 500 มิลลิลิตร ปิดฝาจุกยางและซีลให้แน่น จากนั้นนำสายยางต่อเข้ากับหัวเข็มฉีดยาเสียบเข้าไปในฝาจุกยาง เก็บตัวอย่างก๊าซชีวภาพในหลอดฉีดยาขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วฉีดลงในขวด (อัตราการฉีด 100 มิลลิลิตรต่อนาที) ซึ่ง CO_2 ที่เป็นองค์ประกอบหนึ่งของก๊าซชีวภาพจะละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ทำให้ก๊าซที่เหลืออยู่คือ CH_4 และปริมาณก๊าซ CH_4 จะเข้าไปแทนที่สารละลาย โดยสารละลายจะถูกดันออกมานอกขวดน้ำเกลือผ่านทางหัวเข็มและสายยางดังรูปที่ 1 สารละลายที่ไหลออกมานั้นคือสัดส่วนของ CH_4 ต่อปริมาณของก๊าซชีวภาพ

การออกแบบ Closed-loop hydronic heating system สำหรับกกลูกสุกร

ส่วนประกอบหลัก ๆ ของระบบ Closed-loop hydronic heating system ประกอบด้วย 1) หม้อต้มน้ำ 2) พื้นกก หรือ Heating Slab และ 3) ปั๊มน้ำหมุนเวียน ในการศึกษาครั้งนี้จะใช้หม้อต้มน้ำยี่ห้อ A.O. SMITH รุ่น FSG75 ขนาด 75 แกลลอน (284 ลิตร) ซึ่งมีส่วนประกอบและการติดตั้งดังแสดงไว้ในรูปที่ 2 ซึ่งปกติใช้ Propane เชื้อเพลิงพลังงานที่ต้องการ 75,000 บีทียูต่อชั่วโมง และอัตราการใช้ Propane เพื่อรักษาอุณหภูมิที่ 32 องศาเซลเซียส 75.8 แกลลอนต่อชั่วโมง (287 ลิตรต่อชั่วโมง)

พื้นกกทำจากพื้นปูน Portland ส่วนผสมปูน : ทราย : หิน เท่ากับ 1 : 3 : 2 ตามลำดับ และมีค่าการนำความร้อน 0.29 วัตต์ต่อเมตรองศาเซลเซียส และความหนาแน่นประมาณ 1,500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หนา 4 เซนติเมตร ภายในมีท่อ Galvanize ขนาด 0.5 นิ้ว วางอยู่กึ่งกลางเดินผ่านสองเส้นคือ สำหรับเป็นทางเดินของน้ำร้อนที่ออกจากหม้อต้มและไหลกลับตลอดความยาวของคอก 3 คอก ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3 มีความชันประมาณ 0.01 ลาดออกทางด้านข้างเพื่อสะดวกต่อการไหลของน้ำล้างคอกทำให้ไม่มีน้ำขังบนแผ่น Slab

พื้นกกทำหน้าที่กระจายความร้อนที่ได้รับจากหม้อต้มน้ำไปสู่ตัวลูกสุกร โดยใช้ปั๊มน้ำขนาด 2 แรงม้าที่มีอยู่แล้วนำมาใช้เป็นปั๊มสำหรับหมุนเวียนน้ำและเอาชนะแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นในระบบท่อ สามารถใช้ปั๊มน้ำที่มีอยู่มาใช้งานได้

Figure 1. The method for measuring CH_4 composition in biogas.

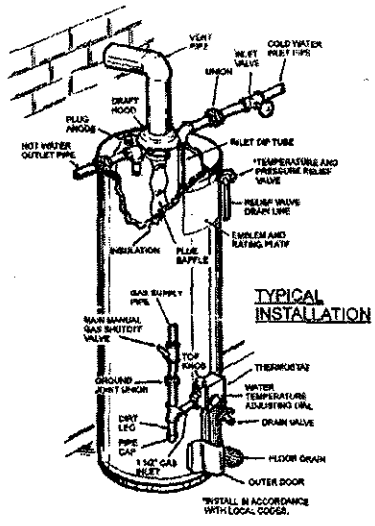

Figure 2. Boiler and their installation.

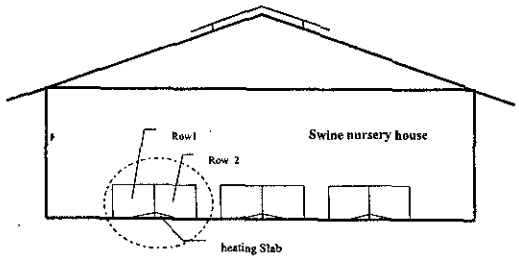

Figure 3. Overall view of heating slab installation.

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

- พลังงานความร้อนที่ใช้ในการต้มน้ำ, Q

$$Q = mC\,\Delta T \qquad (1)$$

- การถ่ายเทความร้อนผ่านพื้นกก,

$$q_r = -kAdT/dr \qquad (2)$$

การดัดแปลงหม้อต้มน้ำ ระบบเผาไหม้ และการควบคุมอุณหภูมิ

หม้อต้มน้ำที่ใช้ถูกออกแบบมาใช้กับเชื้อเพลิง Propane นั้น ไม่สามารถทำงานได้เมื่อใช้ก๊าซชีวภาพเป็นเชื้อเพลิง จำเป็นต้องทำการดัดแปลงโดยการขยายขนาดของหัวฉีดให้มีอัตราส่วนอากาศต่อเชื้อเพลิงพอเหมาะที่จะเกิดการเผาไหม้ได้อย่างสมบูรณ์ การควบคุมอุณหภูมิทำได้โดยปรับชุดควบคุมความร้อนของหม้อต้มน้ำที่สามารถปรับระดับความร้อนได้ 5 ระดับ คือ Low Medium A, B และ C ซึ่งควบคุมอุณหภูมิน้ำในหม้อต้มให้คงที่อยู่ที่ 27, 49, 54, 60 และ 65 องศาเซลเซียสตามลำดับ

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบกกลูกสุกร

หลังจากติดตั้งอุปกรณ์หลักเข้าด้วยกันแล้วจะทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบกกโดยทำการวัดอัตราการไหลของน้ำ อัตราการใช้ก๊าซชีวภาพ อุณหภูมิน้ำที่ออกและเข้าหม้อต้ม อุณหภูมิของพื้นกก โดยใช้ Rotameter 2 ตัว สำหรับวัดอัตราการไหลของน้ำที่หมุนเวียนในระบบและก๊าซชีวภาพ และใช้ Thermocouple สำหรับวัดอุณหภูมิน้ำในท่อและบนพื้นกก โดยอาศัยทฤษฎีที่เกี่ยวข้องสามารถนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพทางความร้อนของหม้อต้มน้ำ การถ่ายเทความร้อนไปสู่พื้นกกและการเก็บกักความร้อนของพื้นกกได้

ผลการทดลองและอภิปรายผล

ปริมาณและองค์ประกอบก๊าซชีวภาพ

จากการทดลองพบว่า บ่อผลิตก๊าซชีวภาพขนาด 800 ลูกบาศก์เมตร ของฟาร์มดอยน้อยสามารถผลิตก๊าซได้วันละ 102 ลูกบาศก์เมตร หรือ

0.125 ลูกบาศก์เมตรต่อปริมาตรน้ำมูลหมัก 1 ลูกบาศก์เมตร เมื่อนำก๊าซมาวิเคราะห์องค์ประกอบพบว่ามีปริมาณ CH_4 เฉลี่ย 60 เปอร์เซ็นต์ หรือสามารถผลิต CH_4 ได้วันละประมาณ 60 ลูกบาศก์เมตร (เทียบเท่า Propane 25 ลูกบาศก์เมตร หรือ 45 กิโลกรัม) สามารถให้ความร้อนได้ 35,700 บีทียู ต่อลูกบาศก์เมตร หรือสามารถใช้กับหม้อต้มน้ำที่ใช้งานได้นานถึง 28 ชั่วโมง แสดงว่าเพียงพอแก่การใช้งานตลอดทั้งวัน

ประสิทธิภาพของระบบกกลูกสุกร

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของระบบกกและพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่วัดได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 สามารถนำมาคำนวณหาประสิทธิภาพต่าง ๆ โดยได้ดังนี้

การกระจายความร้อนบนพื้นกก

อุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการกกลูกสุกรทางสัตวบาลจะยึดหลักการปรับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิของลูกสุกร (สุกรอนุบาลน้ำหนัก 9-18 กิโลกรัม มีอุณหภูมิประมาณ 38-39 องศาเซลเซียส) จึงได้ทำการควบคุมอุณหภูมิของพื้นกกให้มีค่าเท่ากับ 38 องศาเซลเซียส โดยทำการวัดการกระจายตัวของอุณหภูมิของพื้นกกทั้งสิ้น 65 จุด (แต่ละจุดครอบคลุมพื้นที่ขนาด 10 x 10 ตารางเซนติเมตร) ทุกดอกตลอดทั้งโรงเรือน และทำการสังเกตพฤติกรรมการนอนของลูกสุกร

พบว่า ณ อุณหภูมิดังกล่าว ลูกสุกรไม่สามารถทนอยู่ได้ ต้องเคลื่อนย้ายตัวอยู่บ่อย ๆ และทำให้ผิวหนังของลูกสุกรเป็นผื่นแดงเนื่องจากความร้อน จึงได้ทำการลดอุณหภูมิทีละ 2 องศาเซลเซียส เพื่อหาอุณหภูมิของพื้นกกที่เหมาะสม พบว่าที่อุณหภูมิเฉลี่ยบนพื้นกก 30 องศาเซลเซียส สุกรอนุบาลอยู่อย่างสบายที่สุด โดยสังเกตจากการนอนของลูกสุกรก่อนและหลังติดตั้งระบบกกลูกสุกรในรูปที่ 4

ประสิทธิภาพของพื้นกก

ประสิทธิภาพของพื้นกกสามารถอธิบายได้จากผลต่างของน้ำขาเข้าและขาออกที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 ซึ่งแตกต่างกันเพียง 5 องศาเซลเซียส โดยมีอัตราการไหลของมวลน้ำ 3,000 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ใช้พลังงานความร้อนทั้งสิ้น 59,700 บีทียู หรือ 17.5 กิโลวัตต์ชั่วโมง กกลูกสุกรได้ 960 ตัว (96 คอก ๆ ละ 10 ตัว) จะใช้พลังงานความร้อนในการกกทั้งสิ้น 18 วัตต์ชั่วโมงต่อลูกสุกร 1 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับหัวกกแบบ Infrared Radiation ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าในการกกลูกสุกร 960 ตัว จะใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งสิ้น 6 กิโลวัตต์ชั่วโมง (6.25 วัตต์ต่อลูกสุกร 1 ตัว) สามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ถึง 18 บาทต่อชั่วโมง ต่อลูกสุกร 960 ตัว เมื่อคิดค่าไฟฟ้าหน่วยละ 3 บาท

เมื่อนำทฤษฎีการถ่ายเทความร้อนมาประกอบการพิจารณา พบว่าการถ่ายเทความร้อนจากน้ำในท่อไปสู่ผิวพื้นกก มีค่าการนำความร้อน 0.29 วัตต์ต่อเมตรองศาเซลเซียส และความหนาแน่นประมาณ 1,500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หนา 4 เซนติเมตร มีคุณสมบัติเป็นฉนวน เมื่อรับความร้อนเข้าไปแล้วจะเก็บความร้อนได้อย่างดี แต่ทั้งนี้พื้นกกต้องมีความชื้นอยู่พอสมควร โดยสามารถคำนวณ Heat Flux ของการถ่ายเทความร้อนระหว่างท่อน้ำร้อนกับพื้น Slab ได้ 6.57 วัตต์ต่อตารางเมตร

การลงทุนและวิเคราะห์ทางการเงิน

เงินลงทุนสุทธิและรายจ่ายต่อปี

ราคาค่าก่อสร้างระบบทำความร้อนสำหรับกกลูกสุกรในโรงเรือนอนุบาลโดยใช้ก๊าซชีวภาพครอบคลุมลูกสุกร 960 ตัว

- หม้อต้มน้ำ 1 เครื่อง	45,000 บาท
- ปั๊มน้ำ 1 เครื่อง	2,000 บาท
- พื้นกก 72 ตารางเมตร	25,120 บาท
- ค่าแรงติดตั้ง 72 ตารางเมตร	15,000 บาท
- ค่าบำรุง	5,000 บาท
รวม	92,120 บาท

รายได้สุทธิต่อปี

ทดแทนค่าไฟฟ้า 98,550 บาท (ใช้หัวกก Infrared Radiation วันละ 15 ชั่วโมง x 18 บาทต่อชั่วโมง) เราสามารถคำนวณหาระยะเวลา

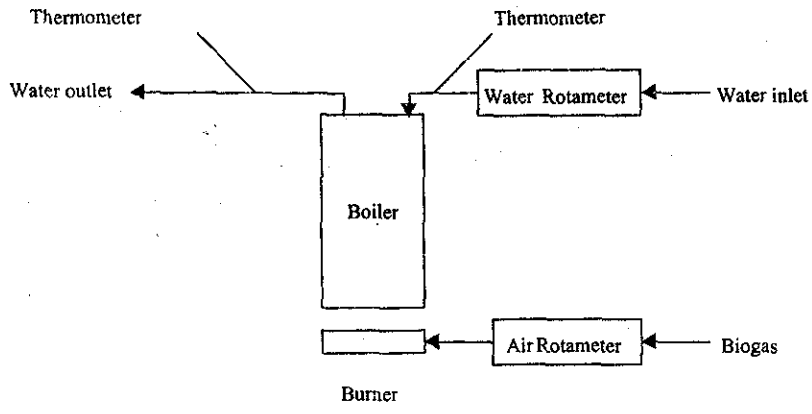

Figure 4. A diagram of measuring system.

Table 1. The operating conditions of the system.

Water flow rate	Biogas consumption rate	Avg. temperature of water (Output)	Avg. temperature of water (Input).	Avg. temperature On Heating Slab
50 LPM	N/A	32°C	27°C	30°C

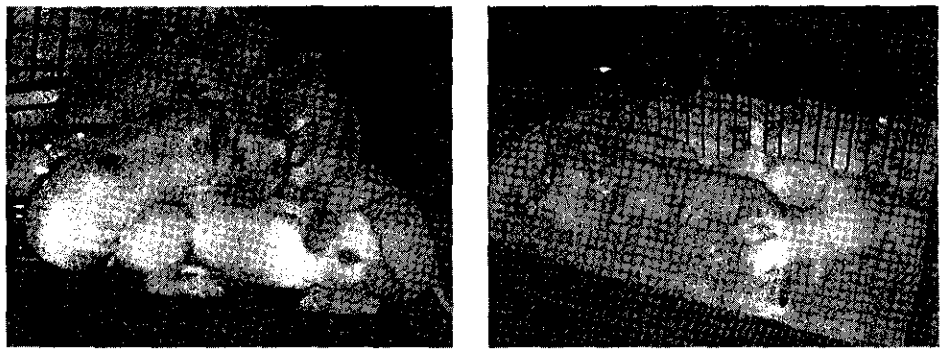

Figure 5. Comparison of piglet laying style before and after install the system.

คืนทุน = เงินลงทุนสุทธิต่อรายได้สุทธิต่อปี มีค่าเท่ากับ 98,550 บาทต่อ 92,120 บาท หรือประมาณ 1 ปี

สรุป และข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบและทดสอบระบบกกลูกสุกรในโรงเรือนอนุบาล พบว่าปริมาณก๊าซชีวภาพที่ผลิตได้ของฟาร์มดอยน้อย บริษัท โฟร์ที จำกัด สาขาดอยน้อย กิ่งอำเภอดอยหล่อ จังหวัดเชียงใหม่ เพียงพอแก่การนำไปใช้กกลูกสุกร โดยสามารถผลิตก๊าซได้ 102 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีปริมาณ CH_4 เฉลี่ย 60 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน Propane ได้ 45 กิโลกรัมต่อวัน

จากการทดสอบประสิทธิภาพระบบกกพบว่าการกระจายตัวของอุณหภูมิของพื้นกกเฉลี่ย 30 องศาเซลเซียส โดยที่ Heat Flux ของการถ่ายเทความร้อนระหว่างท่อน้ำร้อนกับพื้น Slab ได้ 6.57 วัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งเหมาะสมที่จะนำมากกลูกสุกรในโรงเรือนอนุบาล โดยใช้พลังงานความร้อนทั้งสิ้น

59,700 บีทียู หรือ 17.5 กิโลวัตต์ชั่วโมง กกลูกสุกรได้ 960 ตัว (96 คอก ๆ ละ 10 ตัว) จะใช้พลังงานความร้อนในการกกทั้งสิ้น 18 วัตต์ชั่วโมงต่อลูกสุกร 1 ตัว เมื่อเปรียบเทียบกับหัวกกแบบ Infrared Radiation ที่ฟาร์มใช้อยู่ จะสามารถประหยัดค่าไฟฟ้าได้ 18 บาทต่อชั่วโมงต่อลูกสุกร 960 ตัว โดยใช้เงินลงทุนประมาณ 100 บาทต่อลูกสุกร 1 ตัว และเมื่อนำไปคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนพบว่า สามารถคืนทุนได้ภายในเวลาเพียง 1 ปีเท่านั้น นับว่าคุ้มค่าแก่การลงทุนเป็นอย่างยิ่ง

หากเราพิจารณาต้นทุนการก่อสร้างระบบแล้วนั้นจะเห็นว่าเกือบ 50 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในส่วนของหม้อต้มน้ำ แต่อย่างไรก็ดี เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพของหม้อต้มและปริมาณก๊าซชีวภาพที่มากพอ แสดงให้เห็นว่าเราสามารถขยายพื้นที่การกกลูกสุกรในโรงเรือนอนุบาลโดยใช้หม้อต้มน้ำดังกล่าวได้ ซึ่งเป็นการใช้หม้อต้มน้ำให้คุ้มค่าและลดต้นทุนการก่อสร้างต่อหน่วยลง โดยทางฟาร์มดอยน้อย บริษัท โฟร์ที จำกัด กำลังทำการขยายพื้นที่กกโดยมีเป้าหมายในการกกลูกสุกรให้ได้มากอย่างน้อย 2 เท่า ซึ่งจะทำการทดลองและนำเสนอเป็นลำดับต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจาก สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม (ฝ่าย 5) โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี (IPUS) และ ฟาร์มดอยน้อย บริษัท โฟร์ที จำกัด จังหวัดเชียงใหม่

เอกสารอ้างอิง

กรัชพล ปรารถนารักษ์. (2545). การปรับปรุงประสิทธิภาพการนำความร้อนจากก๊าซชีวภาพมาใช้ในโรงเรือนสุกรอนุบาล. รายงานการปฏิบัติการสหกิจศึกษา. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร. สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

อมรชัย ภูมิวิเศษ และประพัฒน์ ศรีพฤทธิ์เกียรติ. (2532). การใช้ประโยชน์ของก๊าซชีวภาพสำหรับเครื่องกกลูกสุกร. โครงงานวิศวกรรม. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.