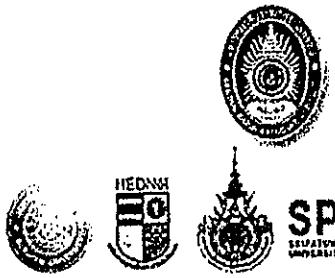


การประชุมวิชาการระดับชาติ วิจัยรำไพพรรณี ครั้งที่ 10

เนื่องในวโรกาสคล้ายวันพระราชสมภพสมเด็จพระนางเจ้ารำไพพรรณีครบ 112 ปี

"ก้าวสู่งานวิจัย ในศตวรรษที่ 21"

วันที่ 19 - 20 ธันวาคม 2559
ณ อาคารเฉลิมพระเกียรติ (อาคาร 36)
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี จังหวัดจันทบุรี

จัดโดย สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

สารบัญ ผลงานวิจัยภาคบรรยาย สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ลำดับที่	ชื่อเรื่อง	หน้า
1	ความหลากหลายของปูในระบบนิเวศหาดหิน บริเวณเกาะนมสาว จังหวัดจันทบุรี *ชุตาภา คุณสุข, รังสินี วงศ์สมศรี* คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	262
2	การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศแบบใบพัดตีน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงกุ้ง *สมพร ธเนศวาณิชย์, วัชระ เพิ่มชาติ, จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์, สัญลักษณ์ กิ่งทอง* คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง	269
3	ฤทธิ์ต้านแบคทีเรียของสารสกัดเมล็ดลำไยและการประยุกต์ใช้ในน้ำยาล้างจาน *ปรัชญา เฉลียวฉลาด, จิรภัทร จันทมาลี, ศศิธร อุปลี, กนกพร เสาไธสง* คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	275
4	การสำรวจเบื้องต้นของความหลากชนิดของหิ่งห้อยในพื้นที่ป่าอนุรักษ์พันธุกรรมพืช ภายใน มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี *สรศักดิ์ นาคเอี่ยม, สิริมา นิยมศิลป์, ชยุต วีระยุทธศิลป์, ชุตาภา คุณสุข* คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	282
5	การผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทจากการหมักเศษเหลือกุ้งโดยใช้แบคทีเรียแลคติก *หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์, วิลานี จุ้งลก, พงศ์พะงา จางบัว, รุ่งทิวา สุวรรณรัตน์* คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	291
6	ผลของการเสริมรากด้วยทุเรียนพันธุ์ชะนี ที่มีต่อลักษณะการเจริญเติบโตของทุเรียนพันธุ์หมอนทอง *เลิศชัย จิตร์อารี, ดวงรัตน์ สวัสดิ์มงคล, จิรานุวัฒน์ ชูวงศ์, ธีรพล คุมคณะ, พัชร สมบูรณ์ชัย, วิกันยา ประทุมยศ* คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	297
7	แรงจูงใจในการเลี้ยงชันโรงของเกษตรกรจังหวัดจันทบุรี *นนทยา มากบุญ, ถาวร ฉิมเลี้ยง, หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์* คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	304
8	การพัฒนากระบวนการผลิตสบู่สมุนไพรโดยใช้เครื่องมือควบคุมคุณภาพ *นพรัตน์ พันธุวาปี, ณัชชา สมจันทร์* คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย	311
9	การพัฒนาผลิตบรรจุภัณฑ์อาหารย่อยสลายได้ทางชีวภาพจากเปลือกทุเรียน : การใช้แป้งในส่วนผสมของเส้นใยเปลือกทุเรียนต่อคุณสมบัติทางกายภาพของแผ่นวัสดุบรรจุภัณฑ์ *วริศชนม์ นิลนนท์, ประมวล ศรีกาหลง* คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	320
10	การสอบเทียบเตาอบไฟฟ้าระบบควบคุม พีไอดี *โกวิทย์ กัลยาทอง* วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ	326
11	ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีของไพลินจากประเทศออสเตรเลียในสภาวะการเผาแบบออกซิเจนเพียงพอ *วรฉัตร อังคะหิรัญ, ศตวรรษ สมครอง, จรรยพร วิทยารัฐ* คณะอัญมณีศาสตร์และประยุกต์ศิลป์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี	340

การปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องเติมอากาศแบบใบพัดตีน้ำสำหรับบ่อเลี้ยงกุ้ง
Efficiency Improvement for Paddle Wheel Aerator in Shrimp Farm

สมพร ธเนศวาณิชย์[1], วัชระ เพิ่มชาติ[2], จิราภรณ์ เบญจประกายรัตน์[2] และสัญลักษณ์ กิ่งทอง[2]
[1] สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง
[2] สาขาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ฯ

บทคัดย่อ

ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานในฟาร์มเลี้ยงกุ้ง มีค่าอยู่ระหว่าง 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการเลี้ยงกุ้ง โดยค่าใช้จ่ายนี้ ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ เกิดจากการใช้เครื่องเติมอากาศในบ่อกุ้ง ซึ่งใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลัง จากการศึกษาเบื้องต้น พบว่า เครื่องเติมอากาศยังมีศักยภาพในการลดการใช้พลังงานได้ งานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาหาแนวทางการลดการใช้พลังงานของเครื่องเติมอากาศแบบใบพัดตีน้ำ ซึ่งเป็นเครื่องเติมอากาศพื้นฐานที่ผู้เลี้ยงกุ้งส่วนใหญ่ใช้ โดยมุ่งศึกษาทั้งในส่วนของมอเตอร์ที่ใช้เป็นต้นกำลังของเครื่องเติมอากาศ ระบบส่งกำลัง ตลอดจนการจัดการแขนตีน้ำของเครื่องเติมอากาศ ผลการศึกษา พบว่า มีแนวทางการลดการใช้พลังงานในเครื่องเติมอากาศ 2 แนวทางหลัก คือ 1) สำหรับเครื่องเติมอากาศแบบแขนเดี่ยวที่มีจำนวนใบพัดไม่เกิน 15 ใบ สามารถลดขนาดมอเตอร์ต้นกำลังจาก 3 เหลือ 2 แรงม้า ได้ และ 2) เปลี่ยนระบบส่งกำลังจากระบบพูลเล่ย์-สายพาน-เกียร์ทด เป็นระบบขับตรงผ่านเกียร์ทดอย่างเดียว โดยแนวทางที่ 1 ในการลดขนาดมอเตอร์ต้นกำลังจาก 3 เหลือ 2 แรงม้า พบว่า สามารถลดการใช้พลังงานลงได้เฉลี่ย 12.58 เปอร์เซ็นต์ ส่วนแนวทางที่ 2 การเปลี่ยนระบบส่งกำลังจากระบบพูลเล่ย์-สายพาน-เกียร์ทด เป็นระบบขับตรงผ่านเกียร์ทดอย่างเดียว พบว่า สามารถลดการใช้พลังงานของเครื่องเติมอากาศลงได้เฉลี่ยอยู่ในช่วง 18.12 – 32.94 เปอร์เซ็นต์
คำสำคัญ: เครื่องเติมอากาศแบบใบพัดตีน้ำ, บ่อกุ้ง, มอเตอร์, พลังงาน

Abstract

Referred to the previous data, it was found that the energy cost of shrimp farms has become to a major production cost in shrimp farming, which was accounted for 20 – 30% of total production cost. Meanwhile, 80% of this energy cost was resulted from the filled-up oxygen into the shrimp pond by aerators which used motors as the chief engines. According to the preliminary investigation, it was found that there were some potential for energy saving of aerator. This research was focused on investigation for energy saving of paddle wheel aerators, which were used as the main filled-up oxygen device in shrimp ponds. It was found that there were 2 possible methods for energy saving of aerator as follows: 1) re-sizing of motor from 3 to 2 hp for a single shaft aerator which paddle wheels were not over 15 sets, and 2) reducing transmission loss by direct drive through transmission gear without pulley system. Eventually, it was found that the first method can reduce the value of energy consumption of aerator by 12.58% whereas the energy consumption of aerator can be reduced in the range of 18.12 – 32.94% by another method.
Keywords: Paddle wheel aerator, Shrimp pond, Motor, Energy

บทนำ

กุ้งสดแช่เย็นและแช่แข็งของประเทศไทย มีมูลค่าการส่งออกสูงกว่า 7 หมื่นล้านบาท ในปี 2552 และในปี 2556 ประเทศไทยยังเป็นประเทศผู้ส่งออกกุ้งสดแช่เย็นและแช่แข็งเป็นอันดับหนึ่งของโลก โดยมีฟาร์มเลี้ยงกุ้งทั่วประเทศจำนวนระหว่าง 10,000 - 35,000 ฟาร์ม ซึ่งเป็นฟาร์มเลี้ยงกุ้งของเกษตรกรรายย่อยที่มีบ่อเลี้ยงไม่เกิน 3 – 4 บ่อ ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนฟาร์มเลี้ยงกุ้งขนาดใหญ่ จะมีจำนวนบ่อเลี้ยงกุ้งมากกว่า 30 บ่อขึ้นไป และมีโรงงานแปรรูปกุ้งเพียง 10 แห่ง จากจำนวนทั้งสิ้น 160 แห่ง ที่เป็นผู้ส่งออกกุ้งถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของกุ้งที่ส่งออกทั้งหมด (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2557: 2) กุ้งสดแช่เย็นและแช่แข็งถือเป็นสินค้าเกษตรส่งออกที่สำคัญของประเทศไทยรองจากยางพารา ข้าว และมันสำปะหลัง จากข้อมูลที่มี

การสำรวจไว้ พบว่า ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของฟาร์มกุ้งไทย มีค่าอยู่ระหว่าง 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ แต่อาจสูงกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ได้ (วัชระ และพิจารณา, 2550: 1-28) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของกุ้งที่เลี้ยงในบ่อ รวมถึงค่าน้ำมันเชื้อเพลิง และค่าไฟฟ้า ตลอดจนการบริหารจัดการฟาร์ม เป็นต้น โดยต้นทุนด้านพลังงานเกือบทั้งหมดจะเป็นค่าไฟฟ้า (สำนักงานความร่วมมือทางวิชาการของเยอรมัน, 2550: 1-13)

การหาแนวทางการลดต้นทุนทางด้านพลังงานของฟาร์มเลี้ยงกุ้ง จึงเป็นสิ่งที่งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่จะนำเสนอ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วค่าใช้จ่ายส่วนนี้ มีหลากหลายปัจจัยที่เข้ามามีผลเกี่ยวข้อง เช่น ขนาดของฟาร์ม ตั้งแต่ฟาร์มขนาดเล็กซึ่งใช้เครื่องยนต์ดีเซล จนถึงฟาร์มขนาดใหญ่ โดยใช้มอเตอร์เป็นต้นกำลังขับเครื่องเติมอากาศ จากข้อมูลที่สำรวจไว้ (สำนักงานความร่วมมือทางวิชาการของเยอรมัน, 2550: 1-13) พบว่า กลุ่มเกษตรกรรายย่อยที่ไม่ได้เชื่อมต่อกับระบบสายส่งไฟฟ้า จะใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 11 แรงม้า เป็นต้นกำลังขับนั้น จะมีค่าใช้จ่ายหรือต้นทุนด้านพลังงานในการผลิตต่อหน่วย สูงกว่าฟาร์มขนาดใหญ่เกือบ 3 เท่า (สำนักงานความร่วมมือทางวิชาการของเยอรมัน, 2550: 1-13) ดังนั้นต้นทุนด้านพลังงานในการเลี้ยงกุ้ง จึงนับเป็นปัจจัยที่สำคัญประการหนึ่งที่จะชี้วัดถึงผลสำเร็จในการทำธุรกิจนี้ ในส่วนของภาครัฐก็ตระหนักถึงความสำคัญในเรื่องนี้ จึงได้หาแนวทางการแก้ปัญหาดังกล่าว เช่น โครงการสาธิตการอนุรักษ์พลังงาน และนโยบายสนับสนุนการอนุรักษ์พลังงานในรูปแบบต่างๆ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, 2550: 1-6) สำหรับในส่วนของการเลี้ยงกุ้งนั้น หากมีการบริหารจัดการการใช้พลังงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเครื่องเติมอากาศอย่างเหมาะสมแล้ว น่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่ง ที่จะช่วยให้ผู้เลี้ยงกุ้งสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้

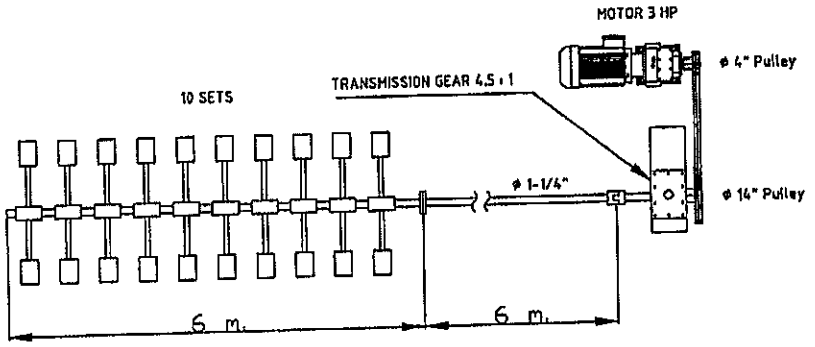
โครงการวิจัยนี้ จึงมุ่งศึกษาหาแนวทางในการลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในส่วนของเครื่องเติมอากาศในบ่อเลี้ยงกุ้ง โดยคณะผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ผลการศึกษาที่ได้จะใช้เป็นประโยชน์กับเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งบ้างไม่มากก็น้อย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาค่าการสูญเสียในระบบส่งกำลังของแขนตีน้ำรูปแบบต่างๆ ของเครื่องเติมอากาศแบบใบพัดตีน้ำ เพื่อหาขนาดของมอเตอร์ต้นกำลังที่เหมาะสมกับเครื่องเติมอากาศแบบแขนเดี่ยว
2. ศึกษาผลการนำมอเตอร์เกียร์แบบต่อตรง มาใช้แทนระบบมอเตอร์ พูลเล่ย์ – สายพาน และเกียร์ทดรอบแบบเดิม

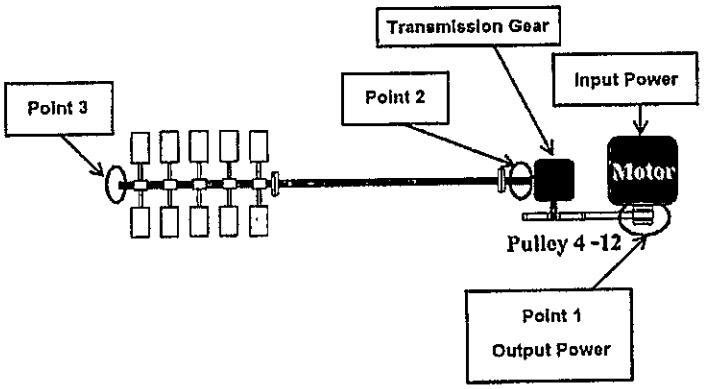
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาวิจัย ใช้ฟาร์มเลี้ยงกุ้งที่ ต.ช้างข้าม อ.นายายอาม จ.จันทบุรี เป็นฟาร์มตัวอย่าง โดยบ่อเลี้ยงกุ้งที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีการใช้เครื่องเติมอากาศแบบแขนเดี่ยว จำนวน 8 ชุด ใช้ต้นกำลังเป็นมอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า ภาพที่ 1 แสดง schematic diagram ของเครื่องเติมอากาศแบบแขนเดี่ยว ในขั้นตอนแรก จะทำการวัดค่าประสิทธิภาพมอเตอร์ โดยใช้ Torque transducer วัดกำลังที่มอเตอร์ผลิตได้ เทียบกับกำลังไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามอเตอร์ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2550: 8-11)



ภาพที่ 1 ลักษณะแขนตีน้ำของเครื่องเติมอากาศในบ่อเลี้ยงกุ้ง

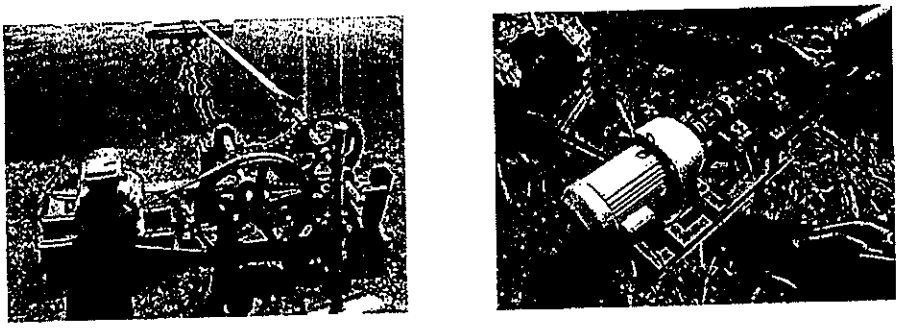
ขั้นตอนที่สอง ทำการวัดกำลังที่สูญเสียเมื่อผ่านชุดทดรอบ ได้แก่ ชุดพูลเล่ย์ – สายพาน และเกียร์ทดรอบ (Transmission losses) ตลอดจนวัดกำลังที่สูญเสียที่ปลายเพลาของเครื่องเติมอากาศ (Blade-shaft losses) โดยการตรวจวัดกำลังที่สูญเสียที่จุดต่างๆ นั้น แสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 การตรวจวัดกำลังที่สูญเสียผ่านจุดต่างๆ ของเครื่องเติมอากาศแบบแขนเดี่ยว

โดยจากการตรวจวัดค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์ รวมทั้งการสูญเสียกำลังตามจุดต่างๆ ในระบบเครื่องเติมอากาศแล้ว จากข้อมูลในตารางที่ 1 พบว่า มีสมมติฐาน 2 ข้อ ที่สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการทำการทดลอง เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้การทำงานของเครื่องเติมอากาศเป็นไปอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ คือ 1) สำหรับเครื่องเติมอากาศแบบแขนเดี่ยวที่มีจำนวนใบพัดไม่เกิน 15 ใบ (ความยาวแขนไม่เกิน 12 เมตร) น่าจะลดขนาดมอเตอร์ต้นกำลังจาก 3 แรงม้า เป็น 2 แรงม้าได้ เพราะจากข้อมูลการตรวจวัดจริง พบว่า มอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า ใช้กำลังไฟฟ้าไม่ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ของโหลดสูงสุดที่สามารถรับได้ สำหรับสมมติฐานข้อที่ 2 นั้น พบว่า การสูญเสียกำลังในระบบเครื่องเติมอากาศนั้น ส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นที่ระบบถ่ายทอดกำลัง ได้แก่ ชุดพูลเลย์ – สายพาน และชุดเกียร์ทดรอบ (Transmission losses) คือ มีค่าอยู่ในช่วง 31.1 – 44.6% ดังนั้น ถ้าสามารถลดการสูญเสียกำลังที่จุดนี้ลงได้ น่าจะทำให้มอเตอร์ที่ใช้เป็นต้นกำลังขับเครื่องเติมอากาศ ทำงานที่โหลดน้อยลง การใช้กำลังไฟฟ้าน่าจะลดน้อยลงด้วย

ภาพที่ 3 แสดงการปรับปรุงระบบส่งกำลังจากแบบเดิม ที่ผ่านชุดพูลเล่ย์ – สายพาน และเกียร์ทดรอบ เป็นการส่งกำลังจากมอเตอร์ผ่านเกียร์ทดรอบยี่ห้อ NISSEI (วีก้า ออโตเมชั่น, 2553: 1-18) ที่รอบการทำงานของเครื่องเติมอากาศคงที่ 100 รอบต่อนาที โดยไม่ผ่านชุดพูลเล่ย์ – สายพาน โดยทำการเปลี่ยนที่มอเตอร์ M3



(ก) (ข)

ภาพที่ 3 การเปลี่ยนระบบส่งกำลัง (ก) มอเตอร์ผ่านชุดพูลเล่ย์ – สายพานและเกียร์ทดรอบ
(ข) มอเตอร์ต่อตรงกับเกียร์ทดรอบโดยไม่มีชุดพูลเล่ย์ – สายพาน

ผลการวิจัย

ในตารางที่ 1 ได้แสดงข้อมูลขนาดและความเร็วรอบปกติของมอเตอร์ ซึ่งพบว่าเป็นมอเตอร์ขนาด 3 แรงม้า ความเร็วรอบมอเตอร์อยู่ในช่วง 1456 – 1494 รอบต่อนาที ในขณะที่แขนตีน้ำมีความเร็วรอบอยู่ในช่วง 82 – 105 รอบต่อนาที โดยแขนตีน้ำของเครื่องเติมอากาศแบบแขนเดี่ยว มี 8 ชุด (M1 – M8) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์ที่ตรวจวัดได้นั้น อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำ คือ อยู่ในช่วง 58 – 69 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่มอเตอร์ใหม่ให้ค่าประสิทธิภาพสูงถึง 80 เปอร์เซ็นต์หรืออาจจะมีค่าสูงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ได้ ในกรณีที่เป็นมอเตอร์ประสิทธิภาพสูง ในขณะที่ค่า Load factor (LF) ด้านขาออกของมอเตอร์ มีค่าอยู่ในช่วง 45.3 – 59.6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเฉลี่ยไม่ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า มอเตอร์เครื่องเติมอากาศกำลังถูกใช้งานอย่างไม่เหมาะสม เนื่องจากมีโหลดไม่ถึง 80 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นในการทดลองตามสมมติฐานข้อแรก คือ ปรับลดขนาดมอเตอร์จาก 3 แรงม้า เป็น 2 แรงม้า จึงเลือกทำการทดลองกับมอเตอร์ตัวที่ 5 (M5) ซึ่งผลการทดลอง พบว่า เครื่องเติมอากาศยังสามารถทำงานได้ปกติ จากการตรวจวัดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์ พบว่า ใช้กำลังไฟฟ้าขาเข้า (Input power) 1.39 kW ในขณะที่มอเตอร์ผลิตกำลังขาออก (Output power) เพื่อขับแขนตีน้ำของเครื่องเติมอากาศได้ 1.09 kW ซึ่งคิดเป็นค่าประสิทธิภาพใช้งานที่ 78.4 เปอร์เซ็นต์ หรือเพิ่มขึ้น 19.1 เปอร์เซ็นต์

ส่วนการทดสอบสมมติฐานข้อที่ 2 คือ การเปลี่ยนระบบส่งกำลังจากมอเตอร์มาที่เครื่องเติมอากาศ โดยไม่ใช้ชุดพูลเล่ย์ – สายพาน – เกียร์ทดรอบ มาเป็นมอเตอร์เกียร์ซึ่งส่งกำลังตรงจากมอเตอร์สู่เกียร์ทดรอบ และขับแขนตีน้ำโดยตรง ไม่มีชุดพูลเล่ย์ – สายพาน ดังแสดงในภาพที่ 3 (มอเตอร์ M3) พบว่า เพื่อที่จะให้ค่าความเร็วรอบในการทำงานของแขนตีน้ำมีค่าเท่าเดิม คือ 90 รอบต่อนาที (รอบการทำงานของมอเตอร์เกียร์ คือ 100 รอบต่อนาที) จึงต้องมีอุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ หรือ inverter เข้ามาช่วยในการควบคุมการทำงานมอเตอร์ โดย inverter นี้ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ในรูปของความถี่ จึงสามารถลดการกระชากของมอเตอร์ในช่วงเริ่มเดินเครื่องได้ ดังนั้น inverter จึงทำหน้าที่เสมือนเป็น soft start ของมอเตอร์ ซึ่งนอกจากจะช่วยยืดอายุการใช้งานของมอเตอร์แล้ว ยังสามารถช่วยลดค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดได้อีกทางหนึ่งด้วย โดยในการทดลองนี้ความถี่ของ inverter ถูกปรับตั้งค่าอยู่ที่ 47.8 เฮิร์ต (ความถี่ไฟฟ้าปกติ 50 เฮิร์ต)

ตารางที่ 1 ค่าการตรวจวัดมอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องเติมอากาศทั้ง 8 ชุด ในบ่อเลี้ยงกุ้งที่ทำการศึกษา

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
Motor (hp)	3	3	3	3	3	3	3	3
Motor speed (rpm)	1471	1488	1456	1494	1487	1490	1492	1483
Shaft speed (rpm)	84	88	90	82	89	105	90	91
Power input (kW)	2.10	1.91	1.79	1.91	1.72	2.03	2.12	1.94
Power output (kW)	1.29	1.19	1.05	1.25	1.02	1.23	1.34	1.22
Efficiency (%)	61.4	62.3	58.7	65.5	59.3	60.6	62.3	62.9
Load factor$_{out}$ (%)	57.3	52.9	46.7	55.6	45.3	54.7	59.6	54.2

M1 – M8 = มอเตอร์ตัวที่ 1 – มอเตอร์ตัวที่ 8

เมื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพ พบว่า การเปลี่ยนชุดส่งกำลัง โดยมี inverter ช่วยในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพและค่า LF ด้านขาออก มีค่าเพิ่มขึ้น 2.7 เปอร์เซ็นต์ (มอเตอร์ M3) ทั้งนี้เนื่องจากในกรณีศึกษาที่ 2 แม้ว่าจะสามารถลดการสูญเสียกำลังที่เกียร์ทดรอบได้ โดยการตัดชุดพูลเล่ย์ – สายพาน ออก (ตารางที่ 2) แต่มอเตอร์ที่ใช้เป็นต้นกำลัง กลับต้องรับภาระที่เพิ่มขึ้นจากน้ำหนักของแขนตีน้ำ และมอเตอร์ที่ใช้ยังเป็นตัวเดิม ซึ่งมีค่าประสิทธิภาพ และค่า LF ด้านขาออกที่ต่ำอยู่แล้ว อย่างไรก็ตามเมื่อทอลองในลักษณะเดียวกันกับมอเตอร์ M3 พบว่า การใช้พลังงานของเครื่องเติมอากาศสำหรับกรณีศึกษาที่ 2 นี้ มีค่าลดลงอยู่ในช่วง 18.12 – 32.94 เปอร์เซ็นต์ โดยเทียบกับชุดพูลเล่ย์ – สายพาน – เกียร์ทดรอบ แบบเดิม

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่ากำลังที่สูญเสีย ค่าประสิทธิภาพ และโหลดแฟคเตอร์มอเตอร์ต้นกำลัง

	M1	M2	M3 Exp.	M4	M5 Exp.	M6	M7	M8
Motor (hp)	3	3	3	3	2	3	3	3
Shaft speed (rpm)	84	88	100	82	89	105	90	91
Efficiency (%)	61.4	62.3	65.3	65.5	78.4	60.6	62.3	62.9
Transmission loss (%)	42.2	44.6	-	-	-	31.1	-	-
Blade-shaft loss (%)	9.8	9.1	-	-	-	3.4	-	-
Load factor$_{out}$ (%)	-	-	49.3	55.6	72.7	-	59.6	54.2

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาหาแนวทางเพื่อลดการใช้พลังงานในฟาร์มเลี้ยงกุ้ง โดยมุ่งศึกษาในเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องเติมอากาศนั้น พบว่า ยังมีศักยภาพในการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานเครื่องเติมอากาศให้สูงขึ้นได้ไม่น้อยกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ โดยจากการทดลอง พบว่า มีแนวทางในการลดการใช้พลังงานของเครื่องเติมอากาศ 2 แนวทาง ดังนี้

1. การเลือกขนาดของมอเตอร์ต้นกำลังให้เหมาะสมกับรูปร่างของระบบแขนตีน้ำของเครื่องเติมอากาศ เช่น ในกรณีที่เครื่องเติมอากาศเป็นแบบแขนเดี่ยว ที่มีจำนวนใบพัดไม่เกิน 15 ชุด (ความยาวแขนตีน้ำไม่เกิน 12 เมตร) สามารถลดขนาดมอเตอร์จาก 3 แรงม้า เป็น 2 แรงม้า ได้ ซึ่งจะทำให้สามารถลดการใช้ไฟฟ้าลงได้ 12.58 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะส่งผลให้การใช้งานมอเตอร์เต็มประสิทธิภาพมากขึ้น

2. การปรับเปลี่ยนทั้งชุดโดยนำมอเตอร์เกียร์แบบต่อตรง มาใช้แทนชุดมอเตอร์ พูลเล่ย์ – สายพาน และเกียร์ทดรอบแบบเดิม ซึ่งจากการทดลองเบื้องต้น พบว่า ต้นกำลังแบบมอเตอร์เกียร์ต่อตรง สามารถลดการใช้ไฟฟ้าลงได้อยู่ในช่วง 18.12 – 32.94 เปอร์เซ็นต์ ที่รอบการตีน้ำเท่าเดิม

สำหรับมาตรการที่ 2 นี้ เนื่องจากมอเตอร์เกียร์แบบต่อตรงมีราคาสูงกว่ามอเตอร์ทั่วไปมาก (วีก้า ออโตเมชั่น, 2553: 1-18) เมื่อพิจารณาความคุ้มค่าในการลงทุน พบว่า ผลประหยัดที่ได้ต่อมอเตอร์ 1 ตัว อยู่ในช่วง 178 – 321 บาทต่อเดือน (คิดค่าไฟฟ้าที่ 3.25 บาทต่อหน่วย) โดยมีผลประหยัดเมื่อคิดจากบ่อที่ใช้ทดลองอยู่ที่ 2,783 บาทต่อเดือน และมีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ยไม่เกิน 1.29 ปี

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

จากผลสรุปแนวทางทั้ง 2 ข้อ ที่กล่าวมาข้างต้น แนวทางใดจะเหมาะสมกับผู้เลี้ยงกุ้งรายใด ยังมีปัจจัยที่ต้องนำพิจารณาร่วมด้วยอีกหลายประการ เช่น ขนาดของบ่อเลี้ยงกุ้ง ราคาซื้อขายกุ้งในท้องตลาดขณะนั้น ราคาอุปกรณ์ที่ต้องลงทุนเพิ่ม และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง เรื่องความคุ้มค่าในการลงทุนของผู้เลี้ยงกุ้งแต่ละราย ซึ่งมีข้อจำกัดที่แตกต่างกัน

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ เน้นการใช้มาตรการปรับปรุงในส่วนของมอเตอร์ต้นกำลังและระบบส่งกำลังให้เหมาะสมกับการใช้งาน ซึ่งเป็นมาตรการที่ต้องมีการลงทุน ดังนั้นการมุ่งศึกษาเชิงลึกเพิ่มเติมถึงการตรวจวัดและประเมินประสิทธิภาพของมอเตอร์ต้นกำลังของเครื่องเติมอากาศ เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ถึงการใช้พลังงานของมอเตอร์ได้อย่างแม่นยำมากขึ้น ยังจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม นอกจากนี้ในส่วนของรูปแบบและจำนวนของใบพัดตีน้ำ ก็ยังต้องมีการศึกษาหาความเหมาะสมในการใช้งานต่อไป อันจะส่งผลให้การใช้งานเครื่องเติมอากาศเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

วัชระ เพิ่มชาติ และพิจารณา สมัครการ. (2550). **เอกสารประกอบการประชุมจัดทำแนวทางและแผนงานในการส่งเสริมการเลี้ยงกุ้งเชิงเศรษฐนิเวศน์ด้านพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ. สำนักงานความร่วมมือทางวิชาการของเยอรมัน.** หน้า 1-28.

วีก้า ออโตเมชั่น (2000) จำกัด. (2553). **มอเตอร์เกียร์ประสิทธิภาพสูงและการใช้งาน. เอกสารเผยแพร่.** ออนไลน์: http://www.vegaauto.co.th/ [มิถุนายน 2559].

สำนักงานความร่วมมือทางวิชาการของเยอรมัน. (2550). **รายงานโครงการการเพิ่มประสิทธิภาพเชิงเศรษฐนิเวศน์ด้านพลังงานในภาคอุตสาหกรรมเกษตร เพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต และส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทน พ.ศ. 2549.** E-Newsletter Issue 3 (October-December 2007). ออนไลน์: http://www.thai-german- cooperation.info/admin/uploads/newsletter/6626451c454938ee7b4c3a0d233b6114en.pdf. [มิถุนายน 2559].

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน. (2550). Implementation Achievement of Voluntary Program during Period 1995 – 2000 under Energy Conservation Program 2004. กระทรวงพลังงาน. ออนไลน์: http://www2.eppo.go.th/encon/Strategy/encon-ReportFund2000-E.html. [กรกฎาคม 2559].

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2550). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : มอเตอร์เหนี่ยวนำสามเฟส : ประสิทธิภาพขั้นต่ำ มอก. 867-2550.** ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 124 ตอนพิเศษ 73 ง. หน้า 8-11. ออนไลน์: http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2550/E/073/8.PDF. [มิถุนายน 2559].

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2557). **สถิติการค้าสินค้าเกษตรไทยกับต่างประเทศ ปี 2556.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. ออนไลน์: http://www.oae.go.th/download/prcai/fishing/shrimp.pdf. [กรกฎาคม 2559].