การพัฒนาระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศอัตโนมัติสำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง

พงษ์พันธ์ ราชภักดี[1*] รุ่งโรจน์ จีนด้วง[2] อภิรัญธ์ จันทร์ทอง[1] และ สุไหลหมาน หมาดโหยด[3]
[1,2]สาขาเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
[2]สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีและการจัดการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
[3]สาขาสัตวแพทยศาสตร์ คณะสัตวแพทย์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
[*]E-mail: r_pongpun@hotmail.com

บทคัดย่อ

การเลี้ยงสัตว์ปลาในกระชังในแม่น้ำตาปีเป็นอาชีพที่สร้างรายได้ให้กับเกษตรกรได้ ทั้งนี้ปัจจัยที่ส่งผลต่ออัตราการอยู่รอดของปลาในกระชังที่สำคัญคือค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ดังนั้นการควบคุมปริมาณออกซิเจนให้เพียงพอต่อความต้องการของปลาจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีแนวคิดที่จะทำการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง เมื่อปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าค่าที่กำหนดไว้ชุดควบคุมจะส่งสัญญาณให้เครื่องเติมอากาศทำงานเพื่อเติมอากาศใต้ผิวน้ำ จนกว่าจะมีปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอตามที่กำหนดเครื่องจะหยุดการทำงานทันทีเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน ตัวเครื่องใช้พลังงานหลักจากชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 160 วัตต์และทดสอบหาประสิทธิภาพของระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง ในพื้นที่บ้านวัดใหม่ อ. ทุ่งใหญ่ จ. นครศรีธรรมราช ผลทดสอบพบว่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.57 และระบบควบคุมสามารถทำงานให้มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเป็นไปตามที่กำหนดไว้ได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด

คำสำคัญ : ระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศอัตโนมัติ เลี้ยงปลาในกระชัง

Development of Automatic Aerator Control System in Fish Cage Culture

Pongpun Ratchapakdee[1*], Rougrote Geendoung[2] Apirun chanthong[1] and Sulaiman madyod[3]
[1,2]Industial Technology Faculty of Science and Technology Rajamangala University of Technology
[2]Electrical Engineering College of Industrial Technology and Management Rajamangala University of Technology
[3]Faculty of Veterinary Science Rajamangala University of Technology
[*]E-mail: r_pongpun@hotmail.com

Abstract

Fish cage culture is an activity that makes income to people. A major parameter affecting to a survival rate of fish cage is dissolved oxygen. At this condition, most fish cage cannot survive and the biodegradable rate will decrease in a low dissolved oxygen (DO) level condition. Therefore, it is important to make the DO concentration suffice to the fish cage life. This research designs and develops automatic aerator control system in fish cage culture. The system functions when the oxygen content is lower than a set point. At that time, the control unit will send a signal to air in water until the required amount of oxygen is measured in the water. At that point, to save energy, the aerator will stop. The primary energy source of energy is a 160 watt solar panel. The testing performance of the air in water by using solar energy for fish cage culture at Banwatmai Tungyai, Nakhon Si Thammarat. The test results showed that the power obtained from the solar cell is about 67.57 watts and the instrument can properly control the DO concentration in a designed range.

Keywords : Automatic aerator control system, Fish cage culture

บทนำ

ในปัจจุบันพื้นที่บริเวณลุ่มแม่น้ำตา โดยเฉพาะอย่างอย่างทางภาคใต้ของประเทศไทย เกษตรกรมีการเลี้ยงปลาในกระชังในแม่น้ำตาปีกันอย่างแพร่หลาย ทั้งการเลี้ยงปลาในเชิงพาณิชย์หรือเลี้ยงปลาไว้เพื่อบริโภคภายในครัวเรือน และปัจจัยในการเลี้ยงปลาในกระชังเป็นรูปแบบการเลี้ยงปลาที่ให้ผลผลิตสูงในเชิงเศรษฐศาสตร์ และการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำทั่วไป รวมทั้งการเก็บเกี่ยวผลผลิตและมีการลงทุนต่ำกว่ารูปแบบการเลี้ยงอื่น ๆ ให้ผลตอบแทนต่อพื้นที่สูง ทั้งนี้การเลี้ยงปลาในกระชังนั้นก็มีข้อเสียอยู่บ้าง เช่น ปัญหาโรคพยาธิที่มากับน้ำซึ่งไม่สามารถควบคุมได้ นอกจากนั้นยังอาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่องสภาพแวดล้อมหากไม่มีการคำนึงถึงปริมาณและที่ตั้งของกระชัง ตลอดจนความเหมาะสมของพื้นที่ลำน้ำ โดยปริมาณออกซิเจนในน้ำนั้นถือว่าเป็น ปัจจัยสำคัญอย่างมากที่บ่งบอกถึงคุณภาพของแหล่งน้ำ ในกรณีบ่อเลี้ยงปลามีปริมาณออกซิเจนที่น้อยจะส่งผลให้สารอินทรีย์ที่ อยู่ในน้ำมีปริมาณสูงและทำให้ค่าการละลายของออกซิเจนในน้ำ มีปริมาณลดลง และในที่สุดจะทำให้เกิดสภาวะที่ไร้ออกซิเจน จึงส่งผลเสียต่อปลาหรือสัตว์ต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำทำให้อยู่ในสภาวะที่ขาดออกซิเจนและตายในที่สุด ดังนั้นจำเป็นต้องเติมออกซิเจนในบ่อจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังในลุ่มแม่น้ำตาปีในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช ส่วนใหญ่กระจายตลอดแนวของแม่น้ำตาปีพื้นที่ชุมชน อ.ทุ่งใหญ่ อ.ฉวาง และ อ.ถ้ำพรรณนา โดยเฉพาะอย่ายิ่งในอำเภอทุ่งใหญ่เป็นชุมชนหนึ่งที่มีการประกอบอาชีพเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในกระชัง เช่น การเพาะเลี้ยงปลานิลและปลาทับทิม มากกว่าครึ่งของประชากร นอกเหนือจากจะเลี้ยงปลาเป็นอาชีพหลักแล้ว บางส่วนก็ทำเป็นอาชีพเสริม จากอาชีพหลักที่เป็นการทำสวนยางพาราและทำสวนปาล์มน้ำมัน จากการสำรวจข้อมูลในส่วนการเลี้ยงปลากระชังในพื้นที่ชุมชนบ้านวัดใหม่ อ.ทุ่งใหญ่ จ.นครศรีธรรมราช เบื้องต้นพบว่าชุมชนได้มีการรวมกลุ่มผู้เลี้ยงปลากระชังในนานกลุ่มเลี้ยงปลานิลและปลาทับทิมในกระชังบ้านวัดใหม่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือกันในการเลี้ยงปลาในกระชัง หลังได้รับผลกระทบต่อการเลี้ยงปลาในกระชังจากปัญหาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในแม่น้ำตาปี การเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมที่เกิดจากน้ำท่วมหรือภัยแล้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในในช่วงที่เกิดภัยแล้งหรือช่วงหน้าร้อนของทุก ๆ ปี จะทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำลดลงและเริ่มอยู่นิ่งไม่มีการไหลเวียน อุณหภูมิจะสูงขึ้นและอากาศจะร้อนจัดในตอนกลางวัน โดยอาจต่อเนื่องยาวจนถึงปลายเดือนพฤษภาคม จากสภาวะดังกล่าวอาจทำให้อุณหภูมิน้ำเปลี่ยนแปลงสูงขึ้น รวมทั้งปริมาณออกซิเจนในน้ำลดต่ำกว่าค่ามาตรฐานอีกทั้งไม่มีการไหลเวียนของกระแสน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุให้ปลาในกระชังที่เกษตรกรเลี้ยงไว้เกิดความเครียด อ่อนแอและมีความทนทานต่อโรคต่ำลงส่งผลให้ปลาในกระชังน็อคน้ำตายเป็นจำนวนมาก (ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และคณะ, 2539) ส่งผลให้เกษตรกรผู้เลี้ยงปลาขาดทุนและเป็นหนี้จากการกู้ยืมเงินมาลงทุนดังแสดงในภาพที่ 1

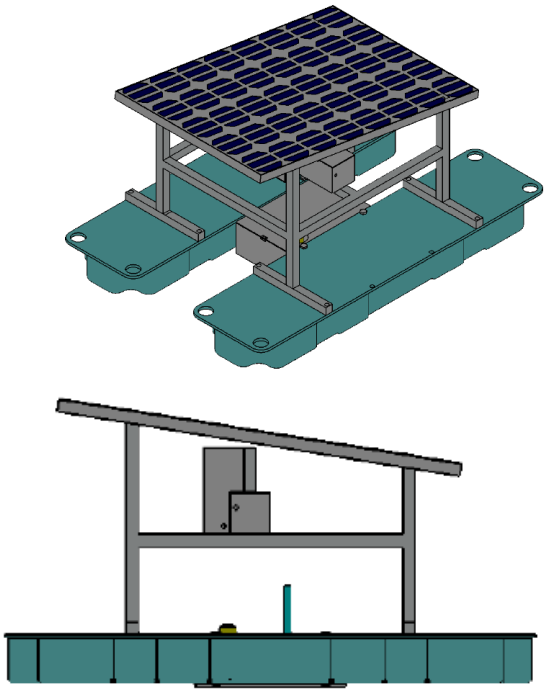
จากปัญหาดังกล่าวคณะผู้วิจัยทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบควบคุมเครื่องเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง โดยควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติด้วยระบบตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลาย และเปิด ปิดเครื่องเติมอากาศให้มีระดับออกซิเจนที่เหมาะสมแบบอัตโนมัติและทดสอบหาประสิทธิภาพในการเติมอากาศในน้ำของปลาในกระชัง ทั้งนี้เพื่อเป็นการส่งเสริมการนำเทคโนโลยีพลังงานทดแทนมาใช้เป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

ภาพที่ 1 ปลาในกระชังน็อคน้ำตายเป็นจำนวนมากในช่วงหน้าแล้ง

วิธีการวิจัย

การพัฒนาระบบควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติแบ่ง วิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ การพัฒนาระบบควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติ การพัฒนาเครื่องเติมอากาศแบบเวนจูรีและการทดสอบประสิทธิภาพในการเติมอากาศในน้ำของปลาในกระชัง

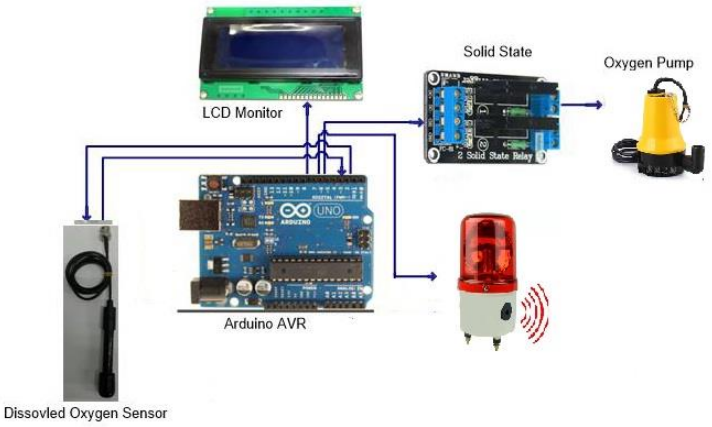
1. การออกแบบโครงสร้างของตัวเครื่องเติมอากาศแบบเวนจูรี่ ใช้แผงโซล่าเซลล์ขนาด 160 W 160 W Mono solar cell แบตเตอรี่แบบลิเธี่ยม 12 V 15/30 Ah และ solar charger MPPT รุ่น ML-2430 30A 12/24V ชุดเติมอากาศแบบเวนจูรีใช้มอเตอร์ DC ขนาด 12 V 65 W ทำหน้าที่ดูดน้ำและอากาศ



ภาพที่ 2 เครื่องเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2. การพัฒนาระบบควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติ

การออกแบบวงจรควบคุมในงานวิจัยนี้ เพื่อควบคุมการเปิด-ปิด เครื่องเติมอากาศแบบเวนจูรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์น้ำ โดยอาศัยข้อมูลการตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจาก DO sensor ชนิด Analog Sensor Meter for Arduino รุ่น SEN0237-A V1.0 ยี่ห้อ DFROBOT มาเป็นปัจจัยในการสั่งการทำงานของระบบเครื่องเติมอากาศ จากนั้นข้อมูลที่ได้จะถูกประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อมาควบคุมการทำงานของเครื่องเติมอากาศแบบเวนจูรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์น้ำ



ภาพที่ 3 วงจรรูปแบบงานจริงของชุดควบคุมการเติมอากาศแบบอัตโนมัติ

3. การทดสอบสมรรถนะการทำงานของเครื่องเติมอากาศแบบเวนจูรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

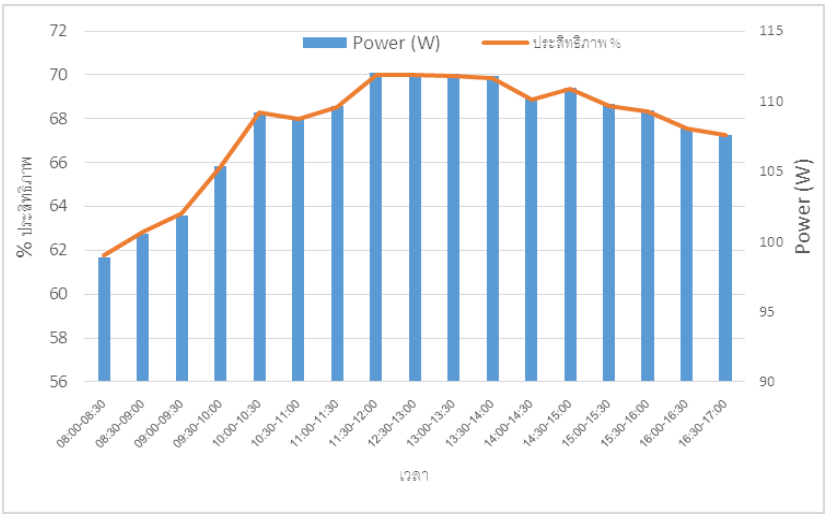
การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศแบบเวนจูรี่ที่ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ ใช้กลุ่มผู้เลี้ยงปลาในกระชังพื้นที่ชุมชนบ้านวัดใหม่ อำเภอฉวาง จังหวัดนครศรีธรรมราช ใช้เวลาในการทดสอบจำนวน 5 วัน อุณหภูมิเฉลี่ย 31.57 องศาเซลเซียส เริ่มทดสอบเวลา 08:00 น. และหยุดทดสอบเวลา 17:00 น. ในการทดสอบเพื่อหาการประจุพลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 160 W และการทดสอบหาประสิทธิภาพระบบควบคุมการเติมอากาศในน้ำของเครื่องเติมอากาศแบบเวนจูรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์บริเวณกลางกระชัง

ภาพที่ 4 การทดสอบการประจุไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

ผลการวิจัย

1. ผลการทดสอบการประจุพลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 160 W

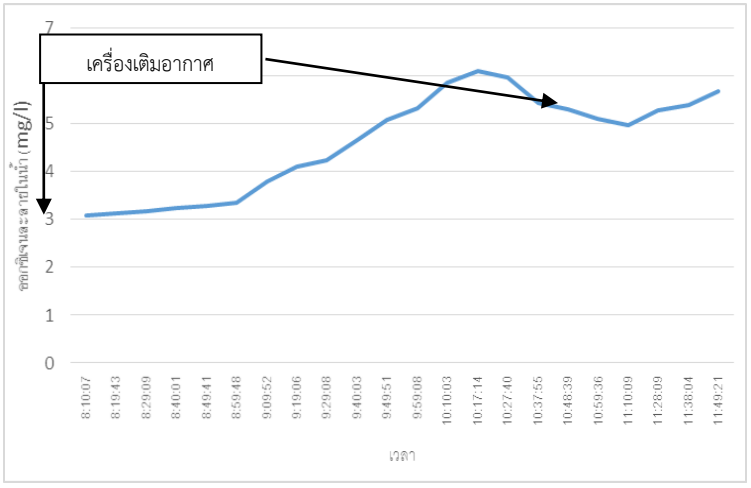
การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องเติมอากาศแบบเวนจูรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สร้างขึ้น เริ่มทดสอบเวลา 08:00 น. และหยุดทดสอบเวลา 17:00 น. การทดลองการประจุพลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 160 W ทำการวัดแรงดันและกระแสจากแผงโซล่าเซลล์ ทุกระยะเวลา 30 นาที ผลการทดลองเป็นดังนี้



ภาพที่ 5 ประสิทธิภาพการประจุไฟฟ้าแผงโซล่าเซลล์

จากผลการทดลองแสดงในภาพที่ 5 ผลทดสอบการประจุพลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ขนาด 160 W Mono solar cell พบว่า ค่ากำลังไฟฟ้ามากที่สุดในช่วงเวลา 11:30-12:00 น. มีค่าเท่ากับ 112.0 W คิดเป็นประสิทธิภาพการประจุพลังงานไฟฟ้าร้อยละ 70% เนื่องจากว่าเป็นช่วงเวลาที่แสงอาทิตย์มีความเข้มแสงสูงส่งผลให้ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากเซลล์แสงอาทิตย์สูงตามไปด้วย และได้ค่าประจุพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยร้อยละ 67.57 และพบว่าสภาวะของอากาศส่งผลให้ประสิทธิภาพที่ลดลงเป็นบางช่วงเวลาด้วย เช่น การที่มีเมฆมากจะทำให้ประสิทธิภาพการประจุลดลง

2. ผลการศึกษาการเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen : DO)



ภาพที่ 6 การเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen : DO)

จากผลการทดลองแสดงในภาพที่ 6 ผลการศึกษาควบคุมปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen : DO) พบว่าค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในกระชังเลี้ยงปลามีค่าค่อนข้างต่ำประมาณ 3.08 mg/l ซึ่งมีค่าต่ากว่าระดับที่ตั้งค่าไว้ (5 mg/l) ชุดควบคุมจะแจ้งเตือนจะการสั่งให้เครื่องเติมอากาศทำงาน ช่วงเริ่มต้นการทำงานเวลาตั้งแต่เวลา 8.10 น. ถึงเวลาประมาณ 10.10 น. ค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าสูงกว่าระดับที่ตั้งไว้ (6 mg/l) ชุดควบคุมจะการสั่งให้เครื่อง

เติมอากาศหยุดทำงาน ซึ่งการเพิ่มขึ้นของปริมาณออกซิเจนค่อนข้างน้อยเนื่องจากการเป็นช่วงเวลาตอนเช้าแสงอาทิตย์มีน้อย อุณหภูมิผิวน้ำต่ำจุลินทรีย์ยังไม่สามารถย่อยสลายสิ่งปฏิกูลในน้ำได้เท่าที่ควร เมื่อค่าปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าถึงจุดที่กำหนด (6 mg/l) ทำให้เครื่องเติมอากาศหยุดการทำงาน พบว่าเครื่องเติมออกซิเจนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับการเลี้ยงปลาในกระชัง สามารถทำงานได้จริงตามการตั้งค่าปริมาณออกซิเจนที่กำหนดได้แบบอัตโนมัติ

ภาพที่ 7 การตรวจหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen : DO) กระชังที่ไม่มีเครื่องเติมอากาศ

ภาพที่ 8 การตรวจหาค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolve Oxygen : DO)

อภิปรายและสรุปผลการวิจัย

ระบบควบคุมการเติมอากาศของเครื่องเติมอากาศที่แบบเวนจูรี่ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถทำงานได้แบบอัตโนมัติตามค่าปริมาณออกซิเจนที่ตั้งค่าที่กำหนด โดยจะทำการจะแจ้งเตือนและเติมอากาศในน้ำเมื่อค่าปริมาณออกซิเจนมีค่าต่ำกว่า 5 mg/l เมื่อค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าสูงกว่า 6 mg/l ชุดควบคุมจะการสั่งให้เครื่องเติมอากาศหยุดทำงาน โดยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้ที่ใช้พลังงานทางเลือกที่สะอาดยังช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม จากการทดสอบพบว่าประสิทธิภาพการประจุพลังงานไฟฟ้าได้ค่าเฉลี่ยร้อยละ 67.57 ประสิทธิภาพการประจุพลังงานไฟฟ้าสูงสุดร้อยละ 70% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะของอากาศส่งผลให้ประสิทธิภาพที่ลดลงเป็นบางช่วงเวลาด้วย เช่น การที่มีเมฆมากจะทำให้ประสิทธิภาพการประจุลดลง และผลการทดลองระบบควบคุมสั่งการเติมอากาศในกระชังปลาในพื้นที่การเลี้ยงปลาจริง สามารถสั่งการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชุดควบคุมปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสามารถสั่งการให้เครื่องเติมอากาศทำงานได้ทันทีเมื่อค่าปริมาณออกซิเจนที่ตรวจวัดได้มีค่าตามที่กำหนดและหยุดทำงานทันทีเมื่อปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าเท่ากับ 6 mg/l เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน อีกทั้งตัวเครื่องเติมอากาศมีขนาดเล็ก สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย สามารถใช้งานในกระชังเลี้ยงปลาได้เลย

ส่งผลให้การเติมอากาศกระจายได้ทั่วถึงขึ้น ในงานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดในส่วนของระยะเวลาในการทดลองการใช้งาน ซึ่งอาจจะส่งผลต่ออายุการใช้งานของตัวเซ็นเซอร์วัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ต้องแช่อยู่ในตลอดเวลา ซึ่งควรศึกษาหาวิธีการที่สามารถยืดอายุการใช้งานของตัวเซ็นเซอร์วัดค่าปริมาณออกซิเจน เช่น การระบบดึงน้ำเข้ามาทดสอบตามช่วงเวลาที่ต้องการวัดค่าเซ็นเซอร์วัดค่าปริมาณออกซิเจนแทนการแช่น้ำอยู่ตลอดเวลา

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย ที่สนับสนุนเครื่องมือสำหรับวัดค่าปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และกลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาในกระชังพื้นที่บ้านวัดใหม่ อำเภอทุ่งใหญ่ จังหวัดนครศรีธรรมราชที่สนับสนุนพื้นที่สำหรับการวิจัย และงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรมประจำปี พ.ศ. 2564

เอกสารอ้างอิง

บรรจง สุขแจ่มและคณะ. (2556). *ศึกษาเครื่องเติมอากาศที่ผิวน้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์*. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.

ปรีชา มหาไม้และคณะ. (2557). การตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำแบบไร้สายแบบอัตโนมัติของเครื่องเติมออกซิเจนที่ผิวน้ำสาหรับบ่อเลี้ยงปลาเพื่อป้องกันการขาดออกซิเจนแบบเฉียบพลัน. *วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง*, 7(2), 29-41.

ภาณุ เทวรัตน์มณีกุล และคณะ. (2539). *หลักการเพาะเลี้ยงปลา*. เอกสารเผยแพร่ฉบับที่ 30. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด กรมประมง. 124 น.

ศุภณัฐ ไพโรหกุล. (2558). *Essential Biology*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท แอคทีฟ พริ้นท์ จำกัด.

APHA, AWWA, WEF. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 22nd ed. Washington, DC: APHA, 2012. Part 4500-O C.

Bhatnagar, A. and Devi, P. (2013). Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International Journal of Environmental Sciences*. Volume 3, No.6.

APHA, AWWA, WPCF. (2005). *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. 21 ed. American Public Health Association Inc., Washington DC., USA.