

ระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติสำหรับเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดง

AUTOMATIC WATER QUALITY CONTROL SYSTEM FOR RED CRAYFISH BREEDER CULTURE

ธเนศ ตั้งจิตเจริญเลิศ ธีฎภพ ศิริมาศเกษม อิศรี ศรีคุณ ศักดิ์ศรี แก่นสม
และ กวีพจน์ วรเนตรสุทธิกุล

สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร 10220
Thanet Thangjitjaroenlert, Thanyapob Sirimaskasem, Isaree Srikun, Saksri Keansom
and Kawipod Woranedsutikun

Department of Electrical Technology, Faculty of Industrial Technology,
Phranakhon Rajabhat University, Bangkok, 10220

E-mail: thanet@pnru.ac.th

Received: 2019-02-13

Revised: 2019-08-14

Accepted: 2019-08-29

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เสนอวิธีการควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติสำหรับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดง ที่ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano 3 ในการประมวลผลค่าของอุณหภูมิ ค่าความเป็นกรดต่างและค่าออกซิเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างตู้เพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดงและเพื่อควบคุมอุณหภูมิ pH และออกซิเจนในน้ำที่ใช้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดงให้มีค่าที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงแบบอัตโนมัติ ผลการวิจัยพบว่า การออกแบบและสร้างตู้เพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดงเป็นรูปแบบแปดเหลี่ยมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 120 เซนติเมตร ความสูง 30 เซนติเมตร สามารถเลี้ยงกุ้งก้ามแดงได้ครั้งละ 8 ตัว และสามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 25-29 องศาเซลเซียส ค่า pH ให้อยู่ในช่วง 7-9 และปริมาณออกซิเจนมีค่ามากกว่า 4 ppm เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้เวลาในการปรับคุณภาพน้ำน้อยกว่า 30 นาที ซึ่งจะทำให้ไม่มีผลกระทบต่อพฤติกรรมดำรงชีวิตของกุ้งก้ามแดง

คำสำคัญ: ระบบควบคุมอัตโนมัติ กุ้งก้ามแดง คุณภาพน้ำ

ABSTRACT

This research offers automatic water quality control using the Arduino Nano 3 microcontroller board to process the temperature value, pH value and oxygen value in water used for red crayfish breeder culture. The research purposes were to design and construct the red crayfish breeder aquarium and to control temperature, pH and oxygen values in water suitable for the growth of red crayfish breeders. The red crayfish breeder aquarium was designed and constructed as octagonal shape with 120 cm diameter and 30 cm height in which 8 red crayfish breeders could be fed each time. The result showed the temperature, pH, and oxygen content were controlled more effectively: the temperature value was in the range of 25- 29 Celsius; the pH value was in the range of 7- 9; and the oxygen value was more than 4 ppm. It is true to say that with this system it took less than 30 minutes to adjust water quality, which did not affect the growth of red crayfish breeders.

Keywords: Automatic Control System, Red Crayfish, Water Quality

บทนำ

กุ้งก้ามแดง (Red Crayfish) เป็นสัตว์น้ำจืดไม่มีกระดูกสันหลังในตระกูล กุ้ง ปู หอย (Crustaceans) เป็นกุ้งที่มีความพิเศษอยู่ที่เนื้อและรสชาติที่คล้ายกับกุ้งล็อบสเตอร์ กุ้งชนิดนี้สามารถพบได้ในเขตหนาว เช่น ในทวีปอเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ กุ้งก้ามแดงสายพันธุ์ขนาดกลาง ชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อ *Cherax Quadricarinatus* เป็นสายพันธุ์จากประเทศออสเตรเลียขนาดโตเต็มที่ 12 นิ้วอายุเฉลี่ย 4 ปีในธรรมชาติ ถ้าเลี้ยงใส่ตู้กระจก อยู่ได้ 2-3 ปี อุณหภูมิที่เหมาะสมในการเลี้ยง 25-29 C (Niamphithak, 2017) ในปี 2548 ได้ถูกนำมาเลี้ยงในประเทศไทยที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่ สถานีเกษตรหลวงดอยอินทนนท์ โดยนำมาทดลองเลี้ยงในนาข้าวของเกษตรกรชาวเขาเผ่ากะเหรี่ยง ซึ่งปลูกข้าวกินเอง ผลการทดลองพบว่า กุ้งเจริญเติบโตได้ดี มีอัตราการรอดสูง ไม่ทำลายต้นข้าว เพราะกุ้งก้ามแดงกินพืชที่ตายแล้ว และมูลของกุ้ง ยังช่วยทำให้ต้นข้าวเติบโตและมีผลผลิตที่ดี (Department of Fisheries, 2017)

การเลี้ยงกุ้งก้ามแดง กำลังเป็นนิยมจากเกษตรกร เนื่องจากสามารถสร้างเป็นอาชีพเสริมที่สร้างรายได้เป็นอย่างดี เลี้ยงง่ายต้นทุนต่ำใช้พื้นที่ไม่มาก และใช้น้ำน้อย ทำให้สัตว์น้ำชนิดนี้กำลังจะเป็นสัตว์เศรษฐกิจตัวใหม่ทางเลือกของเกษตรกร โดยรูปแบบการเลี้ยงของเกษตรกรมีหลากหลาย ทั้งบ่อดิน บ่อปูน บ่ออิฐ รวมถึงในนาข้าวอินทรีย์ ในงานวิจัยของ Seangpakdee (2017) พบว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามแดงในนาข้าว ร่วมกับการเลี้ยงกุ้งฝอย หอยขม ปลากินพืช แมลงในน้ำ และวัชพืชน้ำกุ้งก้ามแดงเจริญเติบโตและอัตราการรอดชีวิตดีที่สุดที่รอดถึงร้อยละ 90 ต้นข้าวได้ผลผลิตสูง

450-550 กิโลกรัมต่อไร่ซึ่งจากการเลี้ยงพบว่า มีอัตราการสูญเสียหรืออัตราการตายน้อยมาก เจริญเติบโตเร็ว สามารถเลี้ยงได้ทุกพื้นที่จำกัด ปัจจุบันตัวเลขเกษตรกรที่มีการจดทะเบียนประกอบกิจการ การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามแดงกับกรมประมง จำนวน 76,000 ราย ในพื้นที่ 75 จังหวัด (Department of Fisheries, 2018) เกษตรกรสามารถผลิตกุ้งเนื้อส่งจำหน่ายร้านอาหาร ภัตตาคารได้ในราคาสูง แต่เนื่องจากกุ้งก้ามแดงยังถือเป็นสัตว์น้ำควบคุม เพราะเป็นสัตว์ต่างถิ่นที่หลาย ๆ ที่เกรงว่าจะทำลาย สิ่งแวดล้อม ซึ่งจำเป็นต้องขึ้นทะเบียนกับกรมประมง สำหรับในต่างประเทศพบมีการเลี้ยงเชิงพาณิชย์ ที่ประเทศเม็กซิโก เอกวาดอร์ อาร์เจนตินา อุรุกวัย อินโดนีเซีย จีน อิสราเอล โดยประเทศที่นำเข้า ที่สำคัญ สหรัฐอเมริกา มีการบริโภคเป็นเวลานานแล้ว (Nimitkun, 2017) จากความต้องการ กุ้งก้ามแดงในตลาด ทำให้มีการเพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดงเพื่อตอบสนองความต้องการดังกล่าว โดยการเพาะเลี้ยงในบ่อเพาะเลี้ยงโดยใช้รูปแบบธรรมชาติทั่วไป มีการควบคุมคุณภาพแบบไม่แน่นอน ตัวอย่างเช่นการควบคุมค่า pH ของน้ำที่ใช้เลี้ยงก็จะนำไปก้ามปูมาใส่ไว้ในบ่อเพาะเลี้ยง เนื่องจาก เศษอาหารและมูลของกุ้งที่เกิดขึ้นในบ่อเพาะเลี้ยงเป็นตัวแปรที่ทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น การที่จะทราบ ค่าของ pH ที่เปลี่ยนไปจะไม่สามารถสังเกตได้ ถ้าค่า pH ที่เพิ่มขึ้นมากกว่า 9 กุ้งจะไม่กินอาหาร ทำให้ความพร้อมในการผสมพันธุ์ช้าออกจากช่วงเวลาปกติ การควบคุมอุณหภูมิในบ่อเพาะเลี้ยง ก็ใช้การเปลี่ยนน้ำทุกเดือน การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในภาคกรุงเทพมหานครอุณหภูมิสูงสุด เฉลี่ย 34 °C (Meteorological Department, 2017) ทำให้ในช่วงเวลาที่อุณหภูมิสูงกว่า 29 °C มีผลต่อการดำรงชีวิตของกุ้งก้ามแดง โดยจะหยุดการกินอาหารและเข้าสู่การจำศีล ส่งผลให้ การเจริญเติบโตของกุ้งจะช้าลง และการควบคุมออกซิเจนเป็นการเปิดออกซิเจนให้กับบ่อเพาะเลี้ยง ตลอดเวลา ทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าโดยเปล่าประโยชน์ เนื่องจากออกซิเจนที่มีผลต่อกุ้งต้องมีค่า มากกว่า 4 ppm สำหรับค่าของออกซิเจนที่มีค่ามากไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงในการดำรงชีวิต ของกุ้งก้ามแดง (Arungamol, 2017)

วิธีการ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เพื่อออกแบบและสร้างตู้เพาะเลี้ยงสำหรับพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดง
2. เพื่อออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิ ออกซิเจนและ pH ของน้ำแบบอัตโนมัติ ที่เหมาะสมในการควบคุมการเจริญเติบโตของพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดง

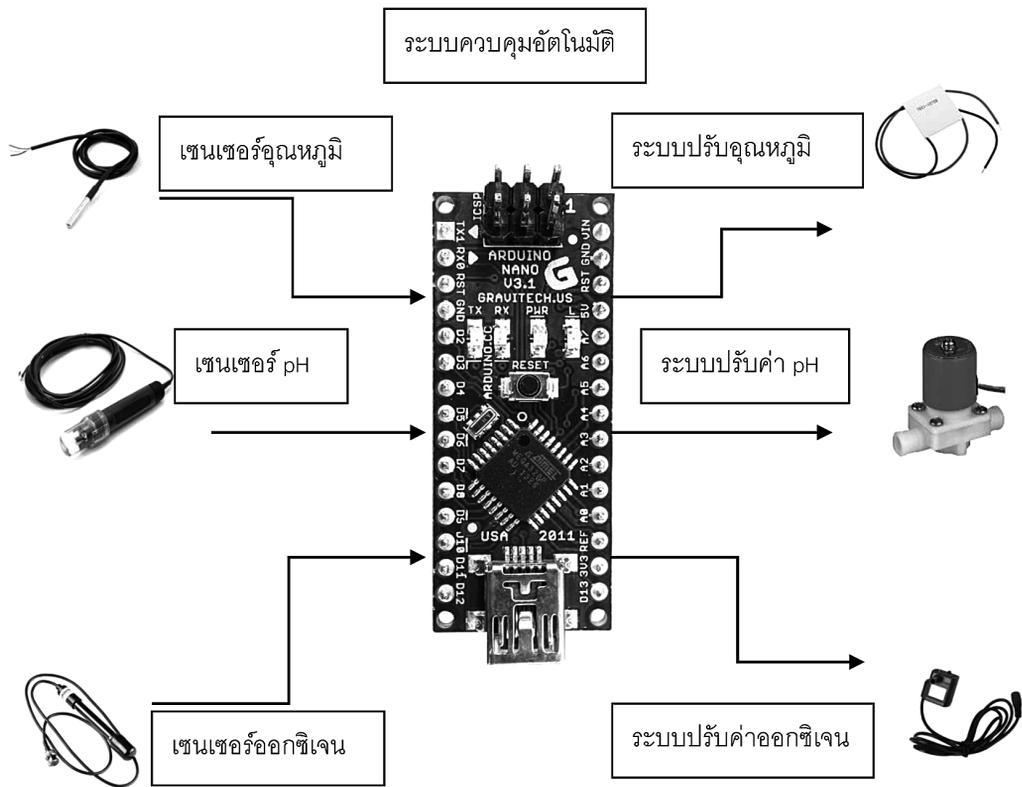
ขอบเขตการวิจัย

โดยขอบเขตของแผนงานวิจัยนี้ผู้ดำเนินการกำหนดดังนี้ เพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดง สายพันธุ์ Cherax ขนาดของกุ้งก้ามแดงขนาด 1.5 นิ้วที่ใช้ในการเพาะเลี้ยง ตู้เพาะเลี้ยงมีรูปร่าง เป็นแปดเหลี่ยม พื้นที่ในการเลี้ยงกุ้งก้ามแดงแต่ละตัวเป็นรูปสามเหลี่ยมที่มีด้านขนาด 30 cm และ 60 cm ความสูงของตู้ 30 cm มีพื้นที่ 900 cm² ต่อหนึ่งตัว โดยใส่น้ำมีความลึก 15 cm ปริมาณ

ของน้ำ 13,500 cm³ ต่อหนึ่งตัว โดยมีพื้นที่ทั้งหมด 7200 cm² สำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดงได้ครั้งละ 8 ตัว ปริมาณของน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยง 108,000 cm³ ระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ ซึ่งจะทำการควบคุม pH ของน้ำอยู่ในช่วง 7-9 , อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 25-29 °C และออกซิเจนในน้ำมีค่ามากกว่า 4 ppm โดยพื้นที่ในการทำการทดลองที่อาคาร 42 มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร กรุงเทพมหานคร

วิธีการ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารวบรวมเอกสาร และอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการวิจัยการออกแบบและสร้างระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติสำหรับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์ กุ้งก้ามแดงเพื่อการเจริญเติบโตของพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดงที่ฟาร์มกุ้งคังสำเภารัฐ อำเภอมโนรมย์ จังหวัดชัยนาท ในการออกแบบระบบควบคุมอุณหภูมิค่า pH และปริมาณออกซิเจนของน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดงได้พิจารณาถึงความเหมาะสมตามหลักวิศวกรรม สำหรับออกแบบ และการนำไปใช้งานได้มีประสิทธิภาพโดยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano ที่สามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างง่าย และสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย โดยเลือกใช้เซนเซอร์อุณหภูมิรุ่น DS18B20 เซนเซอร์ pH รุ่น SEN0169 และเซนเซอร์ออกซิเจน รุ่น SEN-11194 ในส่วนของการควบคุมอุณหภูมิเลือกใช้เพลทีเยอร์ (Peltier) รุ่น TEC-12706 แสดงโครงสร้างและการทำงานของระบบควบคุม แสดงดังรูปที่ 1 การควบคุม pH ใช้ระบบกรองชีวภาพแบบไหลเวียนของน้ำโดยใช้โซลินอยด์วาล์วควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano และการควบคุมออกซิเจนจะใช้ปั๊มออกซิเจนโดยควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Nano แสดงดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 โครงสร้างการทำงานของระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ

การรักษาคุณภาพแวดล้อมภายในตู้เพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดงจะต้องมีการควบคุมปัจจัยที่สำคัญคืออุณหภูมิ pH และออกซิเจนในน้ำเพาะเลี้ยงให้คงที่และเหมาะสมกับพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดง โครงสร้างของระบบจะประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ อุปกรณ์ตรวจวัดค่า pH และอุปกรณ์ตรวจวัดปริมาณออกซิเจน เพื่อวัดอุณหภูมิวัดค่า pH และค่าปริมาณออกซิเจนในตู้เพาะเลี้ยง และส่งสัญญาณทางไฟฟ้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งได้มีการตั้งค่าอุณหภูมิที่ 25 – 29 °C ถ้าอุณหภูมิภายในน้ำเพาะเลี้ยงไม่อยู่ในค่าที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไประบบควบคุมให้เพลเทียร์ทำงานเพื่อปรับอุณหภูมิตามค่าที่ตั้งไว้ ส่วนค่า pH ตั้งค่าในช่วง 7–9 ถ้าค่า pH ภายในน้ำเพาะเลี้ยงไม่อยู่ในค่าที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไประบบควบคุมให้โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ทำงานเพื่อปรับค่า pH ให้มีค่าตามที่ตั้งไว้และค่าออกซิเจนตั้งค่าไว้มาก 4 ppm ถ้าออกซิเจนภายในน้ำเพาะเลี้ยงไม่อยู่ในค่าที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไประบบควบคุมให้ปั๊มออกซิเจนทำงาน เพื่อปรับให้มีค่าที่ตั้งไว้ ทำให้ประหยัดเวลาในการดูแลอุณหภูมิ pH และออกซิเจนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลสภาพแวดล้อมภายในตู้เพาะเลี้ยงให้เหมาะสมตลอดเวลา ลักษณะการออกแบบวงจรควบคุมในตู้ควบคุมแสดงได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ชุดระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติสำหรับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กิ้งก่าแดง

คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการบันทึกข้อมูลการทำงานของระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ การทดลองบันทึกค่าเวลาที่ใช้สำหรับการปรับค่าของอุณหภูมิของน้ำที่มีค่าต่างกัน $\pm 2^{\circ}\text{C}$ จากค่าที่กำหนด 27°C จำนวน 20 ครั้ง ค่าของ pH ของน้ำที่มีค่าต่างกัน ± 1 จากค่าที่กำหนด 8 จำนวน 20 ครั้ง และค่าออกซิเจนในน้ำที่มีค่าน้อยกว่า 1 ppm จากค่าที่กำหนด 4 ppm จำนวน 10 ครั้ง โดยการทดลองในเลือกช่วงเวลาที่มีอุณหภูมิภายนอกที่ 25°C และ 36°C เนื่องจากเป็นค่าอุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดเฉลี่ยของกรุงเทพมหานครในปี 2559 (Meteorological Department, 2017) เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการทำงานของระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติสำหรับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กิ้งก่าแดง โดยดำเนินการเริ่มบันทึกข้อมูล อุณหภูมิ pH และออกซิเจนในน้ำ ตั้งแต่วันที่ 7-11 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 วันที่ 14-18 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 และวันที่ 21-25 พฤษภาคม พ.ศ. 2561 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 15 วัน และดำเนินการปรับปรุงระบบเพื่อทดสอบ วันที่ 1-30 มิถุนายน พ.ศ. 2561 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 30 วัน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการทดลองดังนี้

1. วิธีการดำเนินการทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิ โดยการนำน้ำที่มีอุณหภูมิ 25°C ค่า pH 8 และค่าออกซิเจน 5 ppm ใส่ลงในตู้ระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติในปริมาณของน้ำ $108,000\text{ cm}^3$ ที่มีอุณหภูมิภายนอกที่ 25°C โดยการนำเอาตู้เพาะเลี้ยงเข้าไปห้องทดลองที่มีค่าอุณหภูมิ 25°C และ 36°C โดยการนำตู้เพาะเลี้ยงไปไว้พื้นที่โล่งใต้อาคารในช่วงบ่ายถึงบันทึกเวลาที่ระบบควบคุมอุณหภูมิทำการปรับอุณหภูมิในน้ำให้ได้ 27°C

2. วิธีการดำเนินการทดลองระบบควบคุมอุณหภูมิ โดยการนำน้ำที่มีอุณหภูมิ 29 °C ค่า pH 8 และค่าออกซิเจน 5 ppm ใส่ลงในตู้ระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ ในปริมาณของน้ำ 108,000 cm³ ที่อุณหภูมิภายนอกที่ 25°C โดยการนำเอาตู้เพาะเลี้ยงเข้าไปห้องทดลองที่มีค่าอุณหภูมิ 25 °C และ 36 °C โดยการนำตู้เพาะเลี้ยงไปไว้พื้นที่โรงใต้อาคารในช่วงบ่ายโมง บันทึกเวลาที่ระบบควบคุมอุณหภูมิทำการปรับอุณหภูมิในน้ำให้มีที่ 27 °C

3. วิธีการดำเนินการทดลองระบบควบคุมค่า pH นำน้ำที่มีความเป็นกรดต่างที่ 7 ค่าอุณหภูมิ 27 °C และค่าออกซิเจน 5 ppm ใส่ลงในตู้ระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ ในปริมาณของน้ำ 108,000 cm³ บันทึกเวลาที่ระบบควบคุม pH ทำการปรับค่า pH ในน้ำให้มีค่า 8

4. วิธีการดำเนินการทดลองระบบควบคุมค่า pH นำน้ำที่มีความเป็นกรดต่างที่ 9 ค่าอุณหภูมิ 27 °C และค่าออกซิเจน 5 ppm ใส่ลงในตู้ระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ ในปริมาณของน้ำ 108,000 cm³ บันทึกเวลาที่ระบบควบคุม pH ทำการปรับค่าความเป็นกรดต่างในน้ำให้มีค่า 8

5. วิธีการดำเนินการทดลองระบบควบคุมปริมาณออกซิเจน นำน้ำที่มีค่าออกซิเจน 4 ppm ค่าอุณหภูมิ 27 °C และค่า pH 7 ใส่ลงในตู้ระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ ในปริมาณของน้ำ 108,000 cm³ บันทึกเวลาที่ระบบควบคุมออกซิเจน ทำการปรับค่าปริมาณออกซิเจนในน้ำให้มีค่า 5 ppm

6. วิธีการดำเนินการทดลองระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ โดยทดลองจากสภาพแวดล้อมปกติ นำน้ำอุณหภูมิกปกติ 27 องศาเซลเซียส ค่า pH มีค่า 8 และค่าออกซิเจนในน้ำที่ 5 ppm ใส่ลงในตู้ที่ทำการออกแบบไว้ในปริมาณของน้ำ 108,000 cm³ บันทึกที่ตรวจสอบช่วงเวลาที่ระบบควบคุมทำงานแต่ละชนิดทำงานอัตโนมัติ ตั้งแต่วันที่ 1-30 มิถุนายน พ.ศ. 2561

ผลการทดลอง

1. การออกแบบและสร้างตู้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดง เป็นการออกแบบขนาดพื้นที่ของการอยู่อาศัยของกุ้งก้ามแดงที่มีการใช้พื้นที่ 900 cm² โดยแบ่งช่องการเลี้ยงภายในตู้ที่สามารถควบคุมได้อย่างทั่วถึงทุกพื้นที่ ทั้งด้านอุณหภูมิ pH และออกซิเจน และสามารถเลี้ยงกุ้งก้ามแดงพร้อมกัน 8 ตัว

ตารางที่ 1 ระยะเวลาในการปรับคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ

ลำดับ	เวลาในการควบคุมคุณภาพของน้ำ (นาที)					ลำดับ	เวลาในการควบคุมคุณภาพของน้ำ (นาที)				
	25 °C	29 °C	pH 7	pH 9	4 ppm		25 °C	29 °C	pH 7	pH 9	4 ppm
1	23	22	15	14	18	1	22	22	15	14	18
2	23	22	14	14	18	2	23	22	14	14	18
3	22	22	14	14	18	3	23	22	14	14	18
4	23	23	14	14	17	4	23	22	14	14	17
5	22	22	14	14	18	5	23	22	14	14	18
6	23	23	14	14	17	6	23	22	14	14	17
7	23	22	14	14	18	7	23	23	14	14	18
8	23	23	14	14	18	8	23	23	14	14	18
9	22	23	14	14	17	9	22	23	14	14	17
10	23	22	14	14	17	10	22	23	14	14	17
\bar{X}	22.42	22.24	14.06	14.00	17.36	\bar{X}	22.42	22.24	14.06	14.00	17.36
S.D.	0.48	0.52	0.32	0.00	0.52	S.D.	0.48	0.52	0.32	0.00	0.52

(ก) ที่อุณหภูมิห้อง 25 °C

(ข) ที่อุณหภูมิห้อง 36 °C

2. การควบคุมอุณหภูมิในตู้เพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กิ้งก่าแดงแบบอัตโนมัติ ผลการทดลองการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิที่ออกแบบให้ตั้งค่าความเหมาะสมของเลี้ยงกิ้งก่าแดงที่ 27 °C ทดสอบการทำงานของระบบเมื่ออุณหภูมิของน้ำมีค่าที่ 25°C ที่อุณหภูมิห้อง 25°C พบว่าระบบควบคุมอุณหภูมิจะใช้เวลาในการปรับค่าอุณหภูมิของน้ำให้มีค่า 27 °C โดยใช้เวลาเฉลี่ย 22.42 นาที (SD= 0.48) และ 29 °C พบว่าระบบควบคุมอุณหภูมิจะใช้เวลาในการปรับค่าอุณหภูมิของน้ำให้มีค่า 27 °C โดยใช้เวลาเฉลี่ย 22.24 นาที (SD = 0.52) ที่อุณหภูมิห้อง 36 °C พบว่าระบบควบคุมอุณหภูมิจะใช้เวลาในการปรับค่าอุณหภูมิของน้ำให้มีค่า 27 °C โดยใช้เวลาเฉลี่ย 22.42 นาที (SD = 0.48) และ 29 °C พบว่าระบบควบคุมอุณหภูมิจะใช้เวลาในการปรับค่าอุณหภูมิของน้ำให้มีค่า 27°C โดยใช้เวลาเฉลี่ย 22.24 นาที (SD = 0.52) ซึ่งน้อยกว่าค่าเวลาที่มีผลต่อพฤติกรรมกรรมการดำรงชีวิตของกิ้งก่าแดงที่ต้องไม่เกิน 30 นาที

3. การควบคุม pH ในตู้เพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กิ้งก่าแดงแบบอัตโนมัติ ผลการทดลองการทำงานของระบบควบคุม pH ที่ออกแบบการตั้งค่าความเหมาะสมของเลี้ยงกิ้งก่าแดงที่ pH เท่ากับ 8 ทดสอบการทำงานของระบบเมื่อ pH ของน้ำมีค่าที่ 7 พบว่าระบบควบคุม pH จะใช้เวลา

ในการปรับค่า pH โดยเฉลี่ย 14.06 นาที (SD = 0.32) และ pH ของน้ำมีค่าที่ 9 พบว่าระบบควบคุม pH ใช้เวลาในการปรับค่า pH ของน้ำให้มีค่า 8 โดยเฉลี่ย 14 นาที (SD = 0.00) ซึ่งน้อยกว่าค่าเวลาที่มีผลต่อพฤติกรรมกรรมการดำรงชีวิตของกุ้งก้ามแดงที่ต้องไม่เกิน 30 นาที

4. การควบคุมออกซิเจนในตู้เลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดงแบบอัตโนมัติ ผลการทดลองการทำงานของระบบควบคุมออกซิเจนที่ออกแบบการตั้งค่าความเหมาะสมของเลี้ยงกุ้งก้ามแดงที่ 4 ppm ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมออกซิเจนของน้ำให้มีค่าที่ 5 ppm พบว่าระบบควบคุมออกซิเจนจะใช้เวลาในการปรับค่าออกซิเจนของน้ำ โดยใช้เวลาเฉลี่ย 17.36 นาที (SD = 0.52) ซึ่งน้อยกว่าค่าเวลาที่มีผลต่อพฤติกรรมกรรมการดำรงชีวิตของกุ้งก้ามแดงที่ต้องไม่เกิน 30 นาที

5. การควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติสำหรับเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดง ผลการทดลองการทำงานของในสภาพแวดล้อมปกติเป็นเวลา 30 วัน พบระบบควบคุมอุณหภูมิมีการทำงานในช่วงกลางวันที่มีอุณหภูมิของอากาศมากกว่า 30°C ระบบควบคุมอุณหภูมิจะเริ่มทำงาน ส่วนในช่วงเวลากลางคืน ระบบควบคุมอุณหภูมิไม่มีการทำงาน ระบบควบคุม pH ภายใน 30 วัน ไม่มีการทำงาน ระบบควบคุมออกซิเจนจะทำงานในช่วงกลางคืนที่วันที่ระบบควบคุมอุณหภูมิไม่ทำงาน

สรุปและวิจารณ์ผล

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างระบบควบคุมคุณภาพน้ำแบบอัตโนมัติ ที่มีขนาดพื้นที่ 900 cm² และปริมาตรของน้ำที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของกุ้ง 108,000 cm³ โดยที่ระบบสามารถควบคุมค่าของอุณหภูมิ pH และออกซิเจนในน้ำที่ใช้เพาะเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์กุ้งก้ามแดงให้มีตามที่กำหนดได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สอดคล้องกับความเหมาะสมของการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดง โดยสามารถควบคุมให้การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำด้านอุณหภูมิให้มีค่าในช่วง 25-29 °C ด้านค่า pH ของน้ำให้มีค่าในช่วง 7-9 และค่าออกซิเจนในน้ำมีค่ามากกว่า 4 ppm โดยค่าของอุณหภูมิภายนอกตู้เพาะเลี้ยงไม่มีผลต่อการควบคุมของระบบ จากผลการทดลองของระบบควบคุมใช้เวลาน้อยกว่า 30 นาที เนื่องจากเวลาที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของกุ้งก้ามแดงต้องกว่า 30 นาที ในงานวิจัยชิ้นนี้ได้ทดลองให้อาหารในปริมาณที่กุ้งก้ามแดงกินหมดภายในหนึ่งมื้อ การให้อาหารจึงปัจจัยสำคัญ โดยเฉพาะการให้อาหารกุ้งก้ามแดงที่เป็นอาหารประเภทกระตุ้นการเจริญเติบโต ถ้าให้อาหารที่ปริมาณมากเกินไปกุ้งก้ามแดงจะกินหมดในแต่ละวัน จะให้สภาพของน้ำมีค่า pH ที่เพิ่มขึ้นและถ้าสะสมในช่วงกลางคืนจะทำให้ปริมาณของออกซิเจนในน้ำลดลงเช่นกัน ดังนั้นในการปรับปรุงระบบในอนาคตอาจต้องมีการเพิ่มระบบของการจัดการเรื่องปริมาณของอาหารและประเภทของอาหารที่เหมาะสมในแต่ละช่วงของกุ้งที่เป็นแบบอัตโนมัติต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้จากทุนสนับสนุนการวิจัย ของกองทุนสนับสนุนการวิจัย สถาบันวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ฟาร์มกึ่งคึ่งสำเภาฟาร์ม จังหวัดชัยนาท คณาจารย์ บุคลากร นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า รวมถึงผู้เกี่ยวข้องทุกท่าน

เอกสารอ้างอิง

- Arungamol, S., Buddawong, S. & Patchanee, N. (2017). Effect of dietary protein level on growth performance and survival rate of juvenile Red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*, Von Martens 1868). *Khon kaen agr.j*, 45 (SUPPL), 896-902. (in Thai)
- Carolina Tropea, Yanina Piazza & Laura S. López Greco. (2010). Effect of long-term exposure to high temperature on survival, growth and reproductive parameters of the "redclaw" crayfish *Cheraxquadricarinatus*, *Aquaculture*, 302 (1-2) 49.
- Chris R.King. (1994). Growth and survival of redclaw crayfish hatchlings (*Cherax quadricarinatus* von Martens) in relation to temperature, with comments on the relative suitability of *Cheraxquadricarinatus* and *Cherax destructor* for culture *Queensland Aquaculture*. 122 (1), 15 April, 75-80.
- Freshwater Crayfish Aquaculture in North America, Europe, and Australia. **Food Products Press**, New York, USA, 157 -216.
- García-Guerrero, M., Hernández-Sandoval, P., Orduña-Rojas, J. & Cortés-Jacinto, E. (2013). Effect of temperature on weight increase, survival, and thermal preference of juvenile redclawcrayfish *Cheraxquadricarinatus*. *Hidrobiológica*. 23 (1), 73-81.
- Ghanawi, J., & Saoud, I. P. (2012). Molting, reproductive biology, and hatchery management of redclawcrayfish *Cheraxquadricarinatus* (von Martens 1868). *Aquaculture*, 358, 183-195
- Karplus, I., Barki, A., (2004). Social control of growth in the redclaw crayfish, *Cheraxquadricarinatus*: testing the sensory modalities involved. *Aquaculture*, 242, 321–333.

- Manomaitis, L. (2001). Assessment of the crude protein requirement of juvenile red claw crayfish (*Cheraxquadricarinatus*). **MSc Thesis**, Auburn University, Auburn.
- Manor, R., Segev, R., Leibovitz, M.P., Aflalo, E.D. & Sagi, A., (2002). Intensification of redclaw crayfish *Cheraxquadricarinatus* culture II. **Growout in a separate cell system**. *Aquac. Eng.* 26, 263–276.
- Marcelo Garcia-Guerrero'm., Pedro Hernández-Sandoval,P. Orduña-Rojas,J. and Edilmar Cortés-Jacinto (2013) Effect of temperature on weight increase, survival, and thermal preference of juvenile redclaw crayfish *Cheraxquadricarinatus*. **Hidrobiológica**, 23 (1), 73-81
- Mark E. Meade Jeanette E. DoellerDavidW. Kraus Stephen A. Watts (2002). Effects of Temperature and Salinity on Weight Gain, Oxygen Consumption Rate, and Growth Efficiency in Juvenile Red-Claw Crayfish *Cheraxquadricarinatus*. **World Aquaculture Society** 33(2), June 2002, 188-198.
- Niamphithak,P.,Wongmaneeprateep,S.,Charoenwattanasak,S. and Paprawit Yosvichit. (2014). Effect of Salinity on Growth Performance Survival Rate and Molting of Australian Redclaw Crayfish (*Cherax quadricarinatus*). **pawarun agriculture journal**,11(1) 39-46. (in Thai)
- Nitipong Somchaiwong, Thanaphol Intayuang, Anuruk Paoka1 & Issaret Namaung. (2017). Design and Building pH and Dissolved Oxygen control systems in Fancy Carp Pond. **kasalongkham research journal**,11(3) Special Issue, 327-341. (in Thai)
- Parnes, S.,and Sagi, A., (2002). Intensification of redclaw crayfish *Cheraxquadricarinatus* culture I. Hatching and nursery system. **Aquacult. Eng.** 26, PII no: S0144-8609(02)00034-1.
- Phasbud,T.and Sripadungtom,P. (2009). Automatic Dissolved Oxygen Enhancement System for Pond Powered by Solar Cells. **ECTI-CARD 2009.**, May 4-6, Bangkok, Thailand, 25-30. (in Thai)
- Thongluem,T.,Cheunta,W., Dinsakun,H. and Jaroenpan,B. (2014). Automatic Water Quality Measurement and Processing for Krachang-Taptim Fish. **ECTI-CARD Proceedings 2014.**, May 21-23, Chiang Mai, Thailand, 48-53. (in Thai)
- Toumchokkasem,S. and Towarapa,S. (2010). Intelligent Multi Function Aquarium. **ECTI-CARD Proceedings 2010**, May 10. Pattaya, Thailand, 48-53. (in Thai)