

## กิตติกรรมประกาศ

แผนงานวิจัย การวิจัยพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตของการเลี้ยงปลากะพงขาวเชิงอุตสาหกรรมได้รับ  
ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ประจำปีงบประมาณ 2556  
ระยะเวลาดำเนินงานวิจัย 12 เดือน

คณะผู้บริหารแผนงานฯและคณะผู้วิจัย ขอขอบคุณคณะผู้ตรวจสอบทางวิชาการทุกท่านที่ให้การพิจารณาและให้ข้อเสนอแนะแก่โครงการวิจัยภายใต้แผนงานวิจัยฯ และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรีที่ให้การสนับสนุนแก่คณะผู้บริหารแผนงานฯ และคณะผู้วิจัยในการดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี งานทั้งหมดนี้ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากเกษตรกรสองท่านคือคุณพิสิฐ เวชโชติ และคุณมานนท์ คงศักดิ์ ที่อนุเคราะห์บ่อสำหรับใช้ในการทดลอง และนักศึกษาของสาขาวิชาเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรีซึ่งมีส่วนให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้สมความมุ่งหวังได้ตั้งแต่แรก และหวังว่าข้อมูลที่ได้จากการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจ

คณะผู้บริหารแผนงานฯ

พฤศจิกายน 2557

**ชื่อแผนงานวิจัย** การวิจัยพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตของการเลี้ยงปลากะพงขาวเชิงอุตสาหกรรม

**ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย** ประจำปี พ.ศ. 2556 วงเงิน 2,650,000 บาท

**ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี** ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2557

**ชื่อหัวหน้าแผนงาน** ผศ. มนัส คงศักดิ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

---

## บทคัดย่อ

การวิจัยพัฒนาเพื่อเพิ่มผลผลิตของการเลี้ยงปลากะพงขาวเชิงอุตสาหกรรม ประกอบด้วย 2 โครงการย่อย โครงการย่อยที่ 1 วิจัยและพัฒนาชุดเครื่องต้นแบบซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าสำหรับตรวจวัดและควบคุมคุณภาพน้ำด้านปริมาณออกซิเจนและความเป็นกรดต่าง (พีเอช) ของน้ำในบ่อเลี้ยงปลากะพงขาวเชิงหนาแน่น โดยนำไปทดสอบประสิทธิภาพของการใช้เครื่องมือในบ่อเลี้ยงปลากะพงขาวของเกษตรกรที่มีการปล่อยเลี้ยงด้วยความหนาแน่นสูง (5,000 ตัวต่อไร่) ประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิผลของการใช้ระบบติดตามและควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาเชิงหนาแน่นในด้านผลผลิตและตอบแทน ส่วนโครงการย่อยที่ 2 การประยุกต์ใช้โปรไบโอติกเพื่อเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยงปลากะพงขาวเชิงอุตสาหกรรม โดยศึกษาวิธีการต่างๆที่เหมาะสมเพื่อการประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์โปรไบโอติกที่พัฒนามาจากปลากระรังในการเลี้ยงปลากะพงขาว ผลการวิจัยพบว่า เมื่อทดลองใช้ชุดเครื่องมือควบคุมคุณภาพน้ำที่พัฒนาขึ้นจากการวิจัยในบ่อเลี้ยงปลากะพงขาวเปรียบเทียบระหว่างบ่อที่มีการใช้และไม่ใช้ พบว่า คุณภาพน้ำในบ่อและการเจริญเติบโตของปลากะพงขาวระหว่างบ่อที่ใช้เครื่องต้นแบบกับไม่ใช้มีค่าใกล้เคียงกัน แต่บ่อที่มีการใช้เครื่องต้นแบบ มีแนวโน้มใช้ต้นทุนต่ำกว่า และได้รับผลตอบแทนสูงกว่าเมื่อเทียบกับบ่อที่ไม่มีการใช้ ขณะที่ผลการศึกษาเพื่อประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์โปรไบโอติกที่พัฒนามาจากปลากระรังในการเลี้ยงปลากะพงขาว พบว่า การบ่มจุลินทรีย์โปรไบโอติกบนอาหารเม็ดที่ใช้เลี้ยงปลาเป็นเวลานาน 30 นาที ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์โปรไบโอติกในทางเดินอาหารของปลาเพิ่มขึ้นสูงสุด และสูงกว่าการบ่มที่ระยะเวลา 20, 40, 50 และ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) และเมื่อทดลองนำอาหารเม็ดที่เสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติก ในระดับ 0, 10, 20 และ 30 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ไปทดลองเลี้ยงปลาเป็นเวลานาน 8 สัปดาห์ ผลพบว่า การเสริมจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่ระดับ 20 และ 30 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำให้การเจริญเติบโตด้านน้ำหนักและปริมาณจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่ตรวจพบในทางเดินอาหารของปลาสูงกว่าการเสริมที่ระดับ 0 และ 10 มิลลิลิตรต่ออาหาร 1 กิโลกรัม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ส่วนผลการทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์โปรไบโอติกสำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาวให้เป็นขนาดตลาดในกระชังเทียบกับการไม่ใช้ (ชุดควบคุม) พบว่า ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์โปรไบโอติกดังกล่าวทำให้การเจริญเติบโตของปลาทดลองและผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ )

---

**คำสำคัญ:** ปลากะพงขาว การเพิ่มผลผลิต การเลี้ยงเชิงอุตสาหกรรม จุลินทรีย์โปรไบโอติก

## Abstract

Research and development for increasing production of Sea Bass (*Lates calcarifer*) cultivation industry have been done. Research plan consists of two sub-projects. First was the research and development of instrument to manage water quality in the high-density fish pond. Instruments for monitoring and controlling of dissolved oxygen and pH value were invented. Their effectiveness was later tested in high-density fish pond (5,000 fish/Rai) by comparing of yield and return. Study of probiotic application for sea bass cultivation industry was other sub-project. Appropriate ways of using probiotic products to increase sea bass production were also investigated. Results found that there was no effect of using instrument in the sea bass culture pond on water quality and fish growth. However, it had lead to lower cost and better benefit. Study results of probiotic application found that the incubation of probiotic on pellets feed for 30 min showed significantly higher number of probiotic bacteria in fish intestine than 20, 40, 50 and 60 min ( $P<0.05$ ). Then the pellets were supplemented by probiotic product at different level, 0, 10, 20 and 30 mL/a kilogram feed, prior to they were fed to experimental fish for 8 weeks. Results showed that body weight and number of probiotic bacteria that was obtained from diets containing 20 and 30 mL.kg<sup>-1</sup> of probiotic product, in fish feed, were significantly higher ( $P<0.05$ ) than those diets containing 0 and 10 mL.kg<sup>-1</sup> of probiotic product, in fish feed. Efficacy testing results of using probiotic product for marketable size of sea bass cage culture indicated that using probiotic product resulted to better growth and yield. These findings suggest that probiotic product can be used for increasing production of sea bass.

---

Keywords: Sea bass, increasing production, cultivation industry, Probiotic product

## คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในแผนงานวิจัย (List of Abbreviations)

|              |   |
|--------------|---|
| %            | เปอร์เซ็นต์, ร้อยละ   |
| °C           | องศาเซลเซียส  |
| mL           | หน่วยมิลลิลิตร  |
| L            | หน่วยลิตร   |
| mg/L         | หน่วยมิลลิกรัมต่อลิตร   |
| Chlorinity   | ปริมาณทั้งหมดของ คลอไรด์ ไอโอไดด์ และโบรไมน์มีน้ำหนักเป็นกรัม   |
| DO           | ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ   |
| pH           | ค่าที่แสดงความเป็นกรด-ด่าง จากปริมาณของไฮโดรเจนไอออน ( $H^+$ )  |
| kWh          | Kilo watt hour กิโลวัตต์ชั่วโมง   |
| P-N Junction | รอยเชื่อมต่อระหว่างสารกึ่งตัวนำสองประเภท ได้แก่สารแบบ p-type และแบบ n-type ภายในผลึกกึ่งตัวนำเดี่ยว   |
| psu          | หน่วยส่วนในพันส่วน  |
| w/v          | มวลต่อปริมาตร   |
| CFU          | colony forming unit, หน่วยโคโลนี  |
| CFU/g        | จำนวนโคโลนีต่อกรัมตัวอย่าง  |
| MRS          | เป็นชื่อย่อของอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดหนึ่ง ชื่อเต็มเรียกตามผู้คิดค้นว่า : de Man, Rogosa และ Sharpe เพื่อใช้สำหรับการเลี้ยง <i>Lactobacilli</i> ในห้องปฏิบัติการ |
| PCA          | เป็นชื่อย่อของอาหารเลี้ยงเชื้อ ซึ่งโดยทั่วไปใช้ตรวจวัดปริมาณของแบคทีเรียทั้งหมดของตัวอย่าง  |
| LSD          | Fisher's Least Significant Difference เป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้เปรียบเทียบผลต่างระหว่างค่าเฉลี่ยประชากรครั้งละคู่  |
| SPSS         | ย่อมาจาก Statistical Package for the Social Sciences เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติและงานวิจัย  |
| SE           | Standard Error ค่าความคลาดเคลื่อน   |
| $P < 0.05$   | p-value น้อยกว่า 0.05 หรือที่มีการสรุปผลว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (คือ ข้อมูลที่เปรียบเทียบนั้นแตกต่าง)  |
| $P > 0.05$   | p-value มากกว่า 0.05 หรือที่มีการสรุปผลว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (คือ ข้อมูลที่เปรียบเทียบนั้นไม่แตกต่าง)  |
| mL/kg        | มิลลิลิตรต่อกิโลกรัม  |
| ก.           | หน่วยกรัม   |
| มล.          | หน่วยมิลลิลิตร  |
| ซม.          | หน่วยเซนติเมตร  |

## สารบัญ

|   | หน้า     |
|---|----------|
| กิตติกรรมประกาศ   | i        |
| บทคัดย่อ  | ii       |
| Abstract  | iii      |
| คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อที่ใช้ในแผนงานวิจัย                                    | iv       |
| สารบัญ  | v        |
| สารบัญตาราง   | viii     |
| สารบัญภาพ   | ix       |
| <b>บทนำรวม(แผนงานวิจัย)</b>   | <b>1</b> |
| ความสำคัญและที่มาของปัญหา   | 1        |
| วัตถุประสงค์ของแผนงานวิจัย  | 2        |
| รายละเอียดความเชื่อมโยงระหว่างโครงการวิจัยย่อย                                  | 2        |
| สรุปผลการวิจัย  | 3        |
| ประโยชน์ที่ได้รับ   | 4        |
| หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์  | 4        |
| <b>โครงการการพัฒนาระบบการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลากะพงขาวเชิงหนาแน่นสูง</b> | <b>5</b> |
| บทคัดย่อ  | 5        |
| Abstract  | 6        |
| บทที่ 1 บทนำ  | 7        |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย  | 7        |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย   | 8        |
| บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง  | 9        |
| 2.1 คุณสมบัติน้ำที่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ                               | 9        |
| 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมคุณภาพน้ำในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ           | 11       |
| 2.3 การตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำและความเป็นกรดต่างของน้ำ                    | 14       |
| 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน                                       | 20       |

## สารบัญ (ต่อ)

|  | หน้า      |
|--|-----------|
| บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย  | 23        |
| 3.1 แผนการทดลองเปรียบเทียบเบื้องต้น  | 23        |
| 3.2 การออกแบบระบบควบคุมคุณภาพน้ำสำหรับการเลี้ยงปลากะพงขาว                        | 24        |
| 3.3 การศึกษารูปแบบการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดออกซิเจนละลายน้ำและความเป็นกรดต่าง     | 28        |
| 3.4 การเตรียมบ่อและการเลี้ยงปลากะพงขาว   | 30        |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย   | 36        |
| 4.1 การทดสอบความแม่นยำของการวัด  | 36        |
| 4.2 ผลการควบคุมค่าออกซิเจนละลายน้ำ และการตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง                 | 39        |
| 4.3 การใช้พลังงานไฟฟ้า   | 41        |
| 4.4 การเจริญเติบโตของปลากะพงขาวและอัตราการเจริญเติบโต                            | 43        |
| 4.5 ผลการเลี้ยงและต้นทุนการเลี้ยงปลากะพงขาว                                      | 45        |
| 4.6 คุณภาพน้ำของบ่อเลี้ยงปลากะพงขาว  | 46        |
| บทที่ 5 อภิปรายและวิจารณ์ผล  | 48        |
| บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ  | 54        |
| บรรณานุกรม   | 56        |
| ภาคผนวก  | 58        |
| คู่มือการใช้งานเครื่องควบคุมออกซิเจนในน้ำ  | 62        |
| <b>โครงการ การประยุกต์ใช้โปรไบโอติกเพื่อเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยงปลากะพงขาวเชิง</b> | <b>75</b> |
| <b>อุตสาหกรรม</b>  |           |
| บทคัดย่อ   | 75        |
| Abstract   | 77        |
| บทที่ 1 บทนำ   | 79        |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย   | 79        |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย  | 79        |

## สารบัญ (ต่อ)

|   | หน้า |
|---|------|
| บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง  | 80   |
| 2.1 นิยามและความหมายของโปรไบโอติก   | 80   |
| 2.2 ประโยชน์ของจุลินทรีย์โปรไบโอติกต่อการเลี้ยงสัตว์น้ำ   | 81   |
| 2.3 คุณสมบัติของโปรไบโอติกที่ใช้กับสัตว์น้ำ   | 83   |
| 2.4 การคัดเลือกจุลินทรีย์โปรไบโอติกเพื่อประโยชน์ทางการเลี้ยงสัตว์น้ำ                                    | 83   |
| 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวกับประสิทธิภาพของการใช้โปรไบโอติกในการเลี้ยงสัตว์น้ำ                               | 86   |
| 2.6 การสร้างผลิตภัณฑ์โปรไบโอติก   | 88   |
| บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย   | 91   |
| 3.1 แผนการดำเนินการวิจัย  | 91   |
| 3.2 การศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมของการบ่มจุลินทรีย์โปรไบโอติกบนอาหารเม็ดที่ใช้เลี้ยงปลากะพง               | 91   |
| 3.3 การศึกษาระดับปริมาณจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่เหมาะสมต่ออาหารที่ใช้เลี้ยงปลา                            | 93   |
| 3.4 การศึกษาประสิทธิภาพของจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่แยกได้จากลำไส้ปลากะรังเพื่อการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง | 97   |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย  | 100  |
| 4.1 ระยะเวลาที่เหมาะสมของการบ่มจุลินทรีย์โปรไบโอติกบนอาหารเม็ด  | 100  |
| 4.2 ระดับการใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกที่เหมาะสมในอาหารที่ใช้เลี้ยงปลากะพงขาว                              | 101  |
| 4.3 ประสิทธิภาพการใช้จุลินทรีย์โปรไบโอติกที่แยกได้จากลำไส้ปลากะรังเพื่อการเลี้ยงปลากะพงขาวในกระชัง      | 103  |
| บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง   | 107  |
| บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ   | 112  |
| บรรณานุกรม  | 113  |
| ภาคผนวก   | 118  |
| ข้อมูลนักวิจัย  | 121  |

## สารบัญตาราง

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| <b>โครงการที่ 1 การพัฒนาระบบการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลากะพงขาวเชิงหนาแน่นสูง</b>   |      |
| 1   | 15   |
| ค่าปริมาณออกซิเจนละลายที่สภาวะอิ่มตัวในน้ำอุณหภูมิต่างๆที่ความดันมาตรฐาน 1 บรรยากาศ หรือ 101.3 kpa  |      |
| 2   | 23   |
| แผนการทดลอง   |      |
| 3   | 29   |
| ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในตำแหน่งต่าง ๆ ของบ่อ (หน่วย : มิลลิกรัมต่อลิตร)   |      |
| 4   | 37   |
| ผลการทดสอบความเที่ยงตรง   |      |
| 5   | 41   |
| จำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าสะสมที่ใช้สำหรับเครื่องเติมอากาศทั้งหมด   |      |
| 6   | 42   |
| จำนวนหน่วยพลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเครื่องเติมอากาศในระยะทดสอบระบบ   |      |
| 7   | 43   |
| การเจริญเติบโตของปลากะพงขาว   |      |
| 8   | 44   |
| อัตราการเจริญเติบโตของปลากะพงขาว  |      |
| 9   | 45   |
| ผลการเลี้ยงและต้นทุนการเลี้ยงปลากะพง  |      |
| <b>โครงการ การประยุกต์ใช้โปรไบโอติกเพื่อเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยงปลากะพงขาวเชิงอุตสาหกรรม</b>  |      |
| 1   | 102  |
| ผลการทดลองเลี้ยงปลากะพงขาวโดยการเสริมผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์โปรไบโอติกต่างกัน 4 ระดับ 0, 10, 20 และ 30 มิลลิลิตร/อาหาร 1 กิโลกรัม ในระยะเวลาการเลี้ยง 8 สัปดาห์ (Mean±SE) |      |
| 2   | 104  |
| เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้ผลิตภัณฑ์จุลินทรีย์โปรไบโอติก ในการเลี้ยงปลากะพงขาวขนาดตลาดในกระชัง เป็นเวลา 3 เดือน (Mean±SE)  |      |
| 3   | 104  |
| ปริมาณจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่คัดแยกได้จากลำไส้ปลากะพงขาวในสภาวะการเลี้ยงในกระชังบนอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร MRS  |      |

## สารบัญญภาพ

| ภาพที่ |  | หน้า |
|--------|--|------|
|        | <b>โครงการ การพัฒนาระบบการจัดการคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลากะพงขาวเชิงหนาแน่นสูง</b> |      |
| 1      | แผนภูมิความเชื่อมโยงของ 2 โครงการย่อย  | 3    |
| 2      | เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำแบบ Polarographic Cell หรือ Clark Cell                 | 18   |
| 3      | เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำแบบ Galvanic Cell                                      | 18   |
| 4      | เครื่องวัดออกซิเจนละลายน้ำแบบ Optical Sensor                                     | 19   |
| 5      | เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ต่างภาคสนาม   | 20   |
| 6      | บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล dsPIC30F  | 21   |
| 7      | การจัดหาสัญญาณของ dsPIC30F4011   | 22   |
| 8      | อุปกรณ์ตรวจวัดออกซิเจนละลายน้ำและโครงสร้างภายใน                                  | 24   |
| 9      | อุปกรณ์ตรวจวัดความเป็นกรด-ต่างและสารละลายสำหรับเปรียบเทียบ                       | 25   |
| 10     | ชุดประมวลผลด้วยไมโครโปรเซสเซอร์และคีย์บอร์ด                                      | 25   |
| 11     | เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าสำหรับเก็บข้อมูลพลังงาน                                    | 26   |
| 12     | การประกอบตู้ควบคุมมอเตอร์และเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า                               | 26   |
| 13     | การติดตั้งชุดเครื่องตีน้ำ  | 27   |
| 14     | ภาพรวมของระบบการตรวจวัดและควบคุม   | 27   |
| 15     | ตำแหน่งที่ใช้วัดปริมาณออกซิเจน   | 28   |
| 16     | การวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในตำแหน่งที่กำหนดขึ้น                                | 28   |
| 17     | ปรับปรุงบ่อให้มีพื้นที่บ่อละ 1 ไร่   | 30   |
| 18     | กั้นพื้นที่ให้ปลาอยู่ในบริเวณให้อาหาร  | 31   |
| 19     | ระดับน้ำในบ่อและคอกให้อาหาร  | 31   |
| 20     | การแลกเปลี่ยนข้อมูลกับสถานเพาะเลี้ยงพันธุ์ปลา                                    | 32   |
| 21     | การสูมวัดขนาดและซั้งน้ำหนักก่อนปล่อยลงบ่อเลี้ยง                                  | 32   |
| 22     | อาหารเม็ดสำเร็จรูปและการให้อาหารปลา  | 33   |
| 23     | ระบบติดตามปริมาณออกซิเจนในบ่อ  | 34   |

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

| ภาพที่   | หน้า |
|--|------|
| 24 การเก็บผลผลิต   | 35   |
| 25 คัดขนาดปลาเมื่อเก็บผลผลิต   | 35   |
| 26 ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของการวัดค่า DO และ pH ของบ่อทดลองที่ 1  | 38   |
| 27 ผลการทดสอบความเที่ยงตรงของการวัดค่า DO และ pH ของบ่อทดลองที่ 2  | 38   |
| 28 ผลการควบคุมค่าออกซิเจนละลายน้ำในรอบ 24 ชั่วโมง  | 39   |
| 29 ค่าออกซิเจนละลายน้ำ   | 40   |
| 30 ค่าพีเอชเฉลี่ย  | 40   |
| 31 ค่าพลังงานไฟฟ้าสะสมที่ใช้สำหรับการเติมอากาศ   | 42   |
| 32 อัตราการเจริญเติบโตของปลากะพงขาว 175 วัน  | 43   |
| 33 อัตราการเจริญเติบโตของปลากะพงขาว  | 44   |
| 34 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาทดลองตลอดระยะเวลาการทดลอง 175 วัน                                  | 47   |
| 35 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์   | 59   |
| 36 แผ่นวงจรพิมพ์ชุดควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์   | 60   |
| 37 อุปกรณ์ตรวจวัดชนิดสารกึ่งตัวนำ  | 60   |
| 38 การติดตั้งแปรงหมุนทำความสะอาดอุปกรณ์ตรวจวัดแบบตั้งเวลา  | 61   |
| <br>   |      |
| <b>โครงการ การประยุกต์ใช้โปรไบโอติกเพื่อเพิ่มผลผลิตในการเลี้ยงปลากะพงขาวเชิงอุตสาหกรรม</b>                 |      |
| 1 ลำดับขั้นตอนของการดำเนินการวิจัย   | 91   |
| 2 ลักษณะการเจริญของเชื้อโปรไบโอติก ( <i>Lactobacillus plantarum</i> ) บนอาหารสูตร MRS (ซ้าย) และ PCA (ขวา) | 93   |
| 3 บ่อผ้าใบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เมตรที่ใช้ในการทดลอง   | 94   |
| 4 ลักษณะการเจริญของเชื้อโปรไบโอติก ( <i>L. plantarum</i> ) ที่คัดแยกได้จากลำไส้ปลากะพงขาวบนอาหารสูตร MRS   | 95   |
| 5 ลักษณะการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่คัดแยกได้จากลำไส้ปลากะพงขาวบนอาหารสูตร PCA                     | 96   |

## สารบัญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า  |     |
|--------|---|-----|
| 6      | กระชังเลี้ยงปลาทดลอง  | 97  |
| 7      | ขนาดน้ำหนักและความยาวปลาทดลองตัวอย่าง   | 98  |
| 8      | ปริมาณจุลินทรีย์ที่มีชีวิตเมื่อบ่มบนอาหารสำเร็จรูปที่ใช้เลี้ยงปลากระพงขาวที่เวลา 20,30,40,50 และ 60 นาที (ระดับจุลินทรีย์ 33.33 มิลลิลิตร : อาหาร 1 กิโลกรัม) | 100 |
| 9      | ปริมาณจุลินทรีย์รวมและชนิด <i>L. plantarum</i> ที่แยกได้จากลำไส้ปลาทดลองเมื่อได้รับการเสริมผลิตภัณฑ์โปรไบโอติกที่ระดับ 0, 10, 20 และ 30 mL/kg                 | 101 |