

โครงการบริหารแผนงานวิจัย

ระบบการผลิตสัตว์น้ำที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่ออาหารปลอดภัยและเพิ่มมูลค่า
ของทรัพยากรสัตว์น้ำ

Eco friendly aquaculture for food safety and value added of fishery resources

เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์¹, จงกล พรหมยะ¹, บัญชา ทองมี¹, ประเสริฐ ประสงค์ผล¹, สุดาพร ตงศิริ¹,
นิวุฒิ หวังชัย¹, บัญญัติ มนเทียรอาสน์¹, และ วิจิตรา แดงปรก²

Thepparath Ungsethaphand¹, Jongkon Promya¹, Buncha Thongmee¹, Praseart
prasongphol¹, Sudaporn Tongsir¹, Niwooti Whangchai¹, Banyad Montienart¹, and
Wichitra Daengprok²

¹คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

²คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่ 50290

¹Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University, Chiangmai

²Faculty of Engineering and Agro-industry, Maejo University, Chiangmai

บทคัดย่อ

ชุดโครงการวิจัยระบบการผลิตสัตว์น้ำที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่ออาหารปลอดภัยและเพิ่มมูลค่าของทรัพยากรสัตว์น้ำมีจุดประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบการผลิตสัตว์น้ำที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่ออาหารปลอดภัยและเพิ่มมูลค่าของทรัพยากรสัตว์น้ำ 2) นำองค์ความรู้และเทคโนโลยีจากการวิจัยถ่ายทอดสู่เกษตรกรและผู้สนใจ 3) สร้างนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษาและนักวิจัยรุ่นใหม่ 4) สร้างเทคโนโลยีต้นแบบด้านการผลิตสัตว์น้ำที่มีคุณภาพ ซึ่งประกอบด้วยโครงการย่อยจำนวน 8 โครงการ ดังนี้:

(1) การศึกษาผลของการใช้ยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) เป็นโปรไบโอติกต่อการเจริญเติบโตและระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะของลูกปลานิลแดง ผลิตอาหารทดลอง โปรตีน 46% 4 สูตร ได้แก่ อาหารเสริมยีสต์ 0.1, 0.5 และ 1.0% ของน้ำหนักอาหาร ใช้อาหารพื้นฐานเป็นกลุ่มควบคุมอนุบาลลูกปลานิลแดงในกระชังอัตราการปล่อย 150 ตัว/ตร.ม. ให้อาหาร 5% ของน้ำหนักตัวเป็นระยะเวลา 75 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าลูกปลานิลแดงที่อนุบาลด้วยอาหารที่เสริมยีสต์ 0.5% และ 1.0% มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการรอดสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ผลเมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า ภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะของลูก

ปลานิลแดงในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่เสริมยีสต์ 0.5% และ 1.0% มีปริมาณเม็ดเลือดขาวและซีรัมไลโซไซม์ สูงกว่าชุดควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

(2) การวิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโต คุณค่าทางโภชนาการ สารสี และคุณภาพน้ำของสาหร่าย สไปรูลินาแต่ละถิ่นกำเนิด ในระบบการเพาะเลี้ยงที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ณ สถานเรียนรู้สาหร่าย และแปลงกักตุน คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ โดยแบ่งเป็น 3 การทดลองดังนี้ 1) การสำรวจ สไปรูลินาแต่ละถิ่นกำเนิด มาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ 2) การเพาะเลี้ยง สไปรูลินาแต่ละถิ่นกำเนิดในบ่อซีเมนต์กลม 3) การเพาะเลี้ยง สไปรูลินาแต่ละถิ่นกำเนิด ในบ่อแบบลู่วิ่ง (raceway pond) ทั้ง 3 การทดลอง วางแผนการทดลองแบบ CRD แบ่งเป็น 3 ชุดการทดลองๆ 3 ซ้ำ ดังนี้ 1) การเพาะเลี้ยงสไปรูลินาสายพันธุ์ปกติที่เคยเพาะเลี้ยง (T_1 Spi.CMU1) 2) การเพาะเลี้ยงสไปรูลินาที่มีถิ่นกำเนิดจากภาคกลางของประเทศไทย (T_2 Spi.MJU1) และ 3) การเพาะเลี้ยง สไปรูลินาที่มีถิ่นกำเนิดจากมหาวิทยาลัยแม่โจ้ (T_3 Spi.MJU2) การทดลองที่ 1 การสำรวจ สไปรูลินาแต่ละถิ่นกำเนิด มาเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต ระยะเวลา 90 วัน พบว่า T_3 Spi. MJU2 ปริมาณเซลล์สาหร่ายที่เป็นเกลียว จำนวนเซลล์ ความหนาแน่นของเซลล์ ปริมาณผลผลิตโดยน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 0.40 g/l และ ปริมาณสารสีแคโรทีนอยด์ มากกว่า T_2 Spi.MJU1 และ T_1 Spi.CMU1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) การทดลองที่ 2 การเพาะเลี้ยง สไปรูลินาแต่ละถิ่นกำเนิด ในบ่อซีเมนต์กลม เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต คุณค่าทางโภชนาการ สารสี และคุณภาพน้ำ ระยะเวลา 120 วัน พบว่า T_3 Spi. MJU2 มีปริมาณเซลล์ของสาหร่ายที่เป็นเกลียว จำนวนเซลล์ ความหนาแน่นของเซลล์ ปริมาณผลผลิตโดยน้ำหนักแห้ง 0.42 ± 0.03 g/l สารสีแคโรทีนอยด์ 706.47 ± 53.72 mg/g สารสี C-phyococyanin 5.10 mg/g และ โปรตีนมีค่า $43.34\pm1.37\%$ ซึ่งมากกว่า T_1 Spi.CMU1 และ T_2 Spi.MJU1 แต่ T_2 Spi.MJU1 มีต้นทุนผันแปรในการผลิตสาหร่ายแห้ง 517.13 ± 27.73 บาท/กิโลกรัม ปริมาณเถ้า $3.95\pm0.26\%$ เยื่อใย $1.89\pm0.06\%$ และคาร์โบไฮเดรต $31.48\pm1.14\%$ ซึ่งมากกว่า T_1 Spi.CMU1 และ T_3 Spi.MJU2 แต่ T_1 Spi.CMU1 มีค่าวัตถุแห้ง $71.11\pm1.32\%$ ความชื้น $28.89\pm1.32\%$ ไขมัน $2.28\pm0.40\%$ มากกว่า T_2 Spi.MJU1 และ T_3 Spi.MJU2 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การทดลองที่ 3 การเพาะเลี้ยง สไปรูลินาแต่ละถิ่นกำเนิด ในบ่อแบบลู่วิ่ง (raceway pond) เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต คุณค่าทางโภชนาการ สารสี และคุณภาพน้ำ ระยะเวลา 120 วัน พบว่า T_3 Spi.MJU2 มีปริมาณเซลล์สาหร่ายที่เป็นเกลียว จำนวนเซลล์ ความหนาแน่นของเซลล์ โปรตีน $46.91\pm0.80\%$ และต้นทุนผันแปรในการผลิตสาหร่ายแห้ง 377.80 ± 43.38 บาท/กิโลกรัม ซึ่งมากกว่า T_1 Spi.CMU1 และ T_2 Spi.MJU1 แต่ T_2 Spi.MJU1 มีผลผลิตสาหร่ายโดยน้ำหนักแห้ง

0.35±0.05 g/l สารสี C-phyococyanin 9.45±0.84 mg/g ความชื้น 23.87±0.89% คาร์โบไฮเดรต 24.97±1.46% ซึ่งมากกว่า T₁Spi.CMU1 และ T₃Spi.MJU2 แต่ T₁Spi.CMU1 มีสารสี แคโรทีนอยด์ 675.19±22.24 mg/g วัตถุแห้ง 76.13±0.88% ไขมัน 3.17±0.88% เถ้า 4.02±0.19% เยื่อใย 1.97±0.03% ซึ่งมากกว่า T₃Spi.MJU2 และ T₂Spi.MJU1 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) สรุปได้ว่าการเพาะเลี้ยงโปรตีนแต่ละต้นกำเนิดในห้องปฏิบัติการ บ่อซีเมนต์กลม และบ่อแบบลู่วิ่ง (raceway pond) พบว่า T₃Spi.MJU2 ที่เพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการ และบ่อซีเมนต์กลม มีปริมาณเซลล์สาหร่ายที่มีลักษณะเป็นเกลียว จำนวนเซลล์ ความหนาแน่นของเซลล์ ผลผลิตโดยน้ำหนักแห้ง 0.40-0.42 g/l สารสีแคโรทีนอยด์ 706.47±53.72 mg/g มากกว่า T₁Spi.CMU1 และ T₂Spi.MJU1 แต่การเพาะเลี้ยงสไปรูลิน่า (T₃Spi.MJU2) ในบ่อแบบลู่วิ่ง (raceway pond) พบว่ามีโปรตีน 46.91±0.80% และมีสารสี C-phyococyanin 9.36±0.55 mg/g มากกว่า T₁Spi.CMU1 และ T₂Spi.MJU1 และคุณภาพน้ำทางกายภาพ และเคมี ในการเพาะเลี้ยงสไปรูลิน่าทั้ง 3 การทดลอง ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ และมีค่าต่างๆ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของการเพาะเลี้ยง เช่น อุณหภูมิอยู่ระหว่าง 15–50 องศาเซลเซียส pH อยู่ระหว่าง 9.5–10 และอัตราส่วนของ N:P เท่ากับ 7-8:1

(3) การทดลองงานวิจัยเรื่อง การเลี้ยงกุ้งฝอยในระบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม โดยเลี้ยงร่วมกับปลา และพรรณไม้น้ำ มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตและความเป็นไปได้ในการเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับสัตว์น้ำบางชนิดในบ่อที่มี และไม่มีพรรณไม้น้ำ และความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ วิธีการทดลองออกแบบการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design) แยกออกเป็น 2 การทดลองย่อย แต่ละการทดลองย่อยประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง ผลการทดลองการทดลองย่อยที่ 1 ศึกษาผลผลิตของกุ้งฝอยที่เลี้ยงเดี่ยวและร่วมกับปลานิล ปลาตะเพียนขาว และปลานู พบว่าการเลี้ยงกุ้งแบบเดี่ยวและการเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับปลาบางชนิดมีผลทำให้ผลผลิตกุ้งฝอยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยผลผลิตกุ้งฝอยในบ่อที่เลี้ยงร่วมกับปลานิลมีผลผลิตสูงสุดรองลงมาก็คือการเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับปลาตะเพียน การเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับปลานู การเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว โดยมีน้ำหนัก 83.33±1.96 กรัม 63.67±1.45 กรัม 50.00±1.04 กรัม และ 38.17±1.88 กรัมตามลำดับ ส่วนผลผลิตของปลาที่เลี้ยงร่วมกับกุ้งฝอยพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยผลผลิตปลาในบ่อที่เลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับปลานิลมีผลผลิตสูงสุดรองลงมาก็คือการเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับปลาตะเพียน การเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับปลานู การเลี้ยงกุ้งฝอยอย่างเดียว โดยมีน้ำหนัก 175.67±2.33 กรัม 141.67±1.77 กรัม และ 127.00±1.53 กรัม ตามลำดับ ผลการทดลองการทดลองย่อยที่ 2 ศึกษาผลผลิตของกุ้งฝอยที่เลี้ยงร่วมกับพรรณไม้น้ำ คือผักบุ้ง ผักกระเฉด และจอก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) โดยผลผลิตกุ้งฝอยในบ่อที่เลี้ยงร่วมกับจอกมีผลผลิตสูงสุดรองลงมาก็คือการเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับผักกระเฉด การเลี้ยงกุ้งฝอยร่วมกับผักบุ้ง การเลี้ยงกุ้งฝอย

อย่างเฉียวโดยมีน้ำหนัก 39.67 ± 2.33 กรัม 36.17 ± 2.03 กรัม 35.33 ± 0.88 กรัม และ 34.33 ± 0.67 กรัม ตามลำดับ

(4) ปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่เลี้ยงง่าย และเป็นอาหารหลักของประชากรไทยมาช้านาน มีการเพาะเลี้ยงเพื่อการบริโภคภายในประเทศ 90% และส่งออก 10% มีการผลิตเพื่อบริโภคภายในประเทศสูงมากกว่า 2 แสนตันต่อปี ผลผลิตสัตว์น้ำรวมในจังหวัดเชียงใหม่ประมาณ 18 ตัน/วัน แต่ปริมาณความต้องการบริโภคประมาณ 40 ตัน/วัน โดยปลานิลเป็นปลาน้ำจืดที่นิยมบริโภคอันดับแรก อย่างไรก็ตามปัญหาที่สำคัญประการหนึ่ง คือ ผลผลิตในช่วงฤดูหนาวต่ำมาก สาเหตุที่สำคัญ คือ แม่ปลาไม่มีไข่หรือให้ไข่คุณภาพต่ำ และพ่อปลาไม่มีน้ำเชื้อ งานวิจัยนี้ได้ทดลองวิจัยเสริมอาหารด้วยสารสกัดด้วยน้ำและเอทานอลของสมุนไพรไทย 4 ชนิด ได้แก่ กระเทียม (*Allium sativum*) กวาวเครือขาว (*Pueraria candollei*) กวาวเครือแดง (*Butea superba*) และมะขามป้อม (*Phyllanthus emblica*) โดยคาดว่าสารสกัดสมุนไพรจะมีประสิทธิภาพต่อการเจริญพันธุ์ของพ่อแม่ปลานิล และสามารถช่วยให้เพาะเลี้ยงลูกปลานิลได้ตลอดทั้งปี ทำการเลี้ยงปลานิลขนาดเฉลี่ย 30 กรัม ด้วยอาหารปลานิล โดยเสริมสารสกัดสมุนไพรที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 3.0 และ 5.0 % ทำการเลี้ยงในกระชังในบ่อดิน เป็น เก็บตัวอย่างปลาเวลา 1 และ 2 เดือน เพื่อหาค่าดัชนีสมบูรณ์เพศ (gonadosomatic index, GSI) ของปลาเพศผู้และเพศเมีย ความดกไข่ (fecundity) ของปลาเพศเมีย สำหรับปลาเพศผู้ พบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรแล้วมีค่า GSI สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) มี 4 กลุ่ม ได้แก่ สารสกัดกวาวเครือขาว ที่ความเข้มข้น 0.5 และ 1.0 % สารสกัดกระเทียม ที่ความเข้มข้น 1.0 % และสารสกัดมะขามป้อม ที่ความเข้มข้น 0.5 % โดยมีค่า GSI เท่ากับ 0.521, 0.600, 0.219 และ 0.170 % ตามลำดับ สำหรับปลาเพศเมีย พบว่ากลุ่มปลาทุกกลุ่มที่ได้รับสารสกัดสมุนไพรไทย 4 ชนิด ที่ความเข้มข้นต่างๆ มีค่า GSI สูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยกลุ่มสารสกัดกระเทียมและมะขามป้อม จะมีแนวโน้มของค่า GSI เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่ได้รับเพิ่มขึ้น ส่วนกลุ่มสารสกัดกวาวเครือขาวและกวาวเครือแดง จะมีแนวโน้มของค่า GSI เป็นแบบระฆังคว่ำ โดยจะมีค่าสูงสุดที่ความเข้มข้นหนึ่ง มีค่าสูงขึ้นที่ความเข้มข้นต่ำและมีค่าลดลงเมื่อได้รับสารสกัดเกินกว่าค่าสูงสุด กลุ่มที่มีค่า GSI สูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ สารสกัดกวาวเครือแดง ที่ความเข้มข้น 0.5 % สารสกัดมะขามป้อม ที่ความเข้มข้น 3.0 % และสารสกัดกวาวเครือขาว ที่ความเข้มข้น 0.3 % มีค่า GSI เท่ากับ 3.233, 3.180 และ 2.930 % ตามลำดับ ส่วนค่าความดกไข่ของปลานิลเพศเมีย พบว่า กลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดที่มีผลให้ค่าความดกไข่เพิ่มขึ้น ได้แก่ สารสกัดกระเทียม สารสกัดกวาวเครือขาว และสารสกัดมะขามป้อม โดยมีค่าความดกไข่เพิ่มขึ้นในกลุ่มปลาที่ได้รับสารสกัดสมุนไพร ดังนี้ สารสกัดกระเทียม เพิ่มขึ้น 4-8 เท่า ซึ่งที่ความเข้มข้น 0.3 – 1.0 % เพิ่มขึ้น 7.95 – 8.38 เท่า สารสกัดกวาวเครือขาว เพิ่มขึ้น 1.7 – 2.1 เท่า ซึ่งที่ความเข้มข้น 3.0 % เพิ่มขึ้น 2.08 เท่า

และสารสกัดมะขามป้อม เพิ่มขึ้น 1.2 – 2.2 เท่า ซึ่งที่ความเข้มข้น 0.3 % เพิ่มขึ้น 2.2- เท่า ส่วนสารสกัดกวาวเครือแดง มีผลให้ความคอกไข่ลดลง 0.4 – 0.8 เท่า ซึ่งที่ความเข้มข้น 0.3 % ลดลง 0.82 เท่า จะเห็นได้ว่าสารสกัดสมุนไพรไทยทั้ง 4 ชนิด มีผลเร่งการเจริญพันธุ์ในปลานิลได้ทั้งเพศผู้และเพศเมีย และยังมีผลเพิ่มความคอกไข่ในปลาเพศเมียได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะได้ทำการวิจัยต่อเนื่องจนถึงการนำปลาไปเป็นพ่อแม่พันธุ์ต่อไป

(5) ปลานิล เป็นปลาเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งที่มีการบริโภคมากภายในประเทศ และส่งออกจำหน่ายไปยังต่างประเทศ จึงมีการพัฒนาอาหารที่เลี้ยงให้มีต้นทุนต่ำมาโดยตลอด การวิจัยเรื่องนี้มีจุดประสงค์จะศึกษาความสามารถในการย่อยวัตถุดิบพื้นบ้านเพื่อการพัฒนาสูตรอาหารเลี้ยงปลานิล ด้วยวิธีการ *in vitro* digestibility เพื่อคัดเลือกว่าวัตถุดิบที่ย่อยได้ดี โดยศึกษาความสามารถในการย่อยวัตถุดิบพื้นบ้านด้วยเอนไซม์ย่อยอาหาร โดยใช้วัตถุดิบจำนวน 15 ชนิด คือ กากนมถั่วเหลือง สาหร่ายสไปรูลิน่า ปลาป่น ใบกระถินป่น ถั่วเขียว รำข้าว บริเวอร์ยีสต์ เมล็ดดอกทานตะวัน ถั่วลิสง ถั่วดำ สาหร่ายไส้ไก่ ถั่วแดงหลวง กากถั่วเหลือง มูลสุกรที่ผ่านการหมักแบบไร้อากาศและปลายข้าว ผลการทดลอง พบว่า เอนไซม์ย่อยอาหารจากปลานิลวัยอ่อน สามารถย่อยคาร์โบไฮเดรตสูงสุดในบริเวอร์ยีสต์ ในขณะที่ ความสามารถในการย่อยโปรตีนสูงสุดในปลายข้าว ส่วนเอนไซม์ย่อยอาหารจากปลานิลเต็มวัย พบว่า เอนไซม์จากกระเพาะอาหารย่อยสาหร่ายไส้ไก่ได้ดีที่สุด เอนไซม์ย่อยอาหารจากลำไส้ปลานิลเต็มวัย พบว่า ความสามารถในการย่อยคาร์โบไฮเดรต พบสูงสุดในกากนมถั่วเหลือง และสามารถย่อยโปรตีนได้สูงสุดในสาหร่ายไส้ไก่

(6) การแพร่กระจายของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินในบ่อเลี้ยงปลาส่งผลให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ (off-flavor) ในน้ำและเนื้อปลา จึงได้มีการคิดค้นวิธีกำจัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ซึ่งการใช้ปลานิลในการกำจัดสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินเป็นอีกวิธีหนึ่งที่น่าสนใจเนื่องจากมีความปลอดภัยมากกว่าใช้สารเคมีในการกำจัดสาหร่าย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของปลานิลต่อการลดแพลงก์ตอนพืชในน้ำ และการลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในน้ำ โดยทำการทดลองเลี้ยงปลานิลขนาด 15.0 ± 0.95 กรัม ในถังพลาสติกขนาด 200 ลิตร อัตรา 30 ตัวต่อถัง เป็นระยะเวลา 10 วัน โดยใช้ความเข้มข้นแพลงก์ตอนพืชในรูปคลอโรฟิลล์ เอ 138.63 ± 7.80 , 359.42 ± 25.80 , 650.07 ± 27.84 และ 1373.33 ± 53.64 ไมโครกรัมต่อลิตร และได้ทำการทดลองเลี้ยงปลานิลขนาด 20.6 ± 3.4 กรัม ในกระชังในบ่อเลี้ยงปลาเพาะที่ระดับความหนาแน่นปลานิล 0, 0.5 และ 1 ตัวต่อลูกบาศก์เมตร เป็นเวลา 6 เดือน ผลการศึกษาพบว่าปลานิลสามารถกรองกินสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินได้ทุกชุดการทดลอง และคลอโรฟิลล์ เอ มีปริมาณลดลง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการเลี้ยงปลานิลในกระชังในบ่อเลี้ยงปลาเพาะ โดยปลานิลสามารถกรองกินแพลงก์ตอนพืชในบ่อได้ ส่งผลให้ปริมาณกลิ่นไม่พึงประสงค์ (geosmin) ในน้ำลดลง จากผลการวิจัยในครั้งนี้จะเห็นได้ว่า

ปลานิลมีประสิทธิภาพในการกรองกินสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นโคลน และนำไปสู่การลดการสะสมกลิ่นไม่พึงประสงค์ในน้ำได้

(7) การใช้ระบบชีววิถีเพื่อลดปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนในเนื้อปลาดุก [*Clarias gariepinus* (Linnaeus, 1758)] เพื่ออาหารปลอดภัยและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมนี้ ทำการศึกษานาน 12 เดือน ระหว่างมกราคมถึงเดือนธันวาคม 2556 โดยใช้บ่อคอนกรีตขนาดเล็กของคณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ โดยแบ่งกลุ่มทดลองออกเป็น 3 กลุ่มๆละ 3 ชั่วโมงทั้งหมด 9 ชั่วโมง ดังนี้ กลุ่มที่ 1 บ่อคอนกรีตไม่ใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา(บ่อควบคุม) กลุ่มที่ 2 บ่อคอนกรีตใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา 30 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 3 บ่อคอนกรีตใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา 50 เปอร์เซ็นต์ ผลการศึกษาพบว่า บ่อคอนกรีตที่ใช้เทคนิคชีววิถีทั้งสองกลุ่ม ไม่สามารถตรวจพบสารกลิ่นสาบโคลนทั้งสองชนิด แต่บ่อคอนกรีตที่ไม่ใช้เทคนิคชีววิถีผักตบชวา พบปริมาณสารกลิ่นสาบโคลนชนิด Geosmin เฉลี่ยระหว่าง 42.85 – 47.23 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และ 2-Methyl isoborneol เฉลี่ยระหว่าง 0.781 – 0.915 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

(8) งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาถึงผลของการถนอมรักษาอาหารโดยวิธีการทำแห้งต่อความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสาหร่ายสไปรูลินา วิธีการทำแห้งในการวิจัยนี้มีด้วยกัน 5 วิธี ได้แก่ การทำแห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์ การทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน การทำแห้งด้วยตู้อบสุญญากาศ การทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบบิดพันฝอย และการทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง ให้สาหร่ายสไปรูลินาแห้งที่ได้มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 7.0 ซึ่งสอดคล้องตาม มพข. 542/2549 เรื่องสาหร่ายสไปรูลินาแห้ง ทำการเปรียบเทียบความสามารถในการต้านออกซิเดชันของสาหร่ายสไปรูลินาแห้งที่ได้ทั้ง 5 ตัวอย่างกับสาหร่ายสไปรูลินาแห้งที่มีจำหน่ายในทางการค้า 2 ตัวอย่าง ได้แก่ สาหร่ายสไปรูลินายี่ห้อ A และยี่ห้อ B พบว่าวิธีการทำแห้งด้วยตู้อบสุญญากาศทำให้มีปริมาณพอลิฟีนอลทั้งหมดมีค่ามากที่สุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างสาหร่ายสไปรูลินาแห้งที่ทำแห้งโดยวิธีอื่นและที่จำหน่ายในทางการค้า ($p \leq 0.05$) โดยมีค่าเท่ากับ 10.30 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/น้ำหนักแห้ง 1 กรัม รองลงมาเป็นวิธีการทำแห้งด้วยตู้อบพลังงานแสงอาทิตย์และวิธีการทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน โดยมีค่าเท่ากับ 8.17 และ 7.74 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/น้ำหนักแห้ง 1 กรัม ส่วนสาหร่ายสไปรูลินาที่จำหน่ายในทางการค้า ยี่ห้อ A และยี่ห้อ B มีปริมาณพอลิฟีนอลทั้งหมดเท่ากับ 1.33 และ 0.96 มิลลิกรัมสมมูลของกรดแกลลิก/น้ำหนักแห้ง 1 กรัม ตามลำดับ และจากการศึกษาขั้นต้นพบว่า 2 วิธีการทำแห้งที่มีปริมาณฟีนอลิกและความสามารถในการต้านออกซิเดชันสูงสุดจะนำมาศึกษาอายุการเก็บรักษา ซึ่งพบว่าตัวอย่างที่ทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน และทำแห้งด้วยตู้อบสุญญากาศถูกนำมาศึกษาอายุการเก็บร่วมกับสาหร่ายสไปรูลินาที่จำหน่ายในทาง

การค้ำ ยี่ห้อ A และยี่ห้อ B และพบว่า เมื่อเวลาผ่านไปทั้งคุณภาพ ปริมาณฟีนอลิก และความสามารถในการต้านออกซิเดชันมีแนวโน้มลดลง

คำสำคัญ: ปลานิลแดง, โปรวไบโอติก, การเพาะเลี้ยง, สไปรูลินา, ถิ่นกำเนิด, ในระบบการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม, กุ้งฝอย, พรรณไม้น้ำ, ปลานิล, การเจริญพันธุ์, สมุนไพร, กระเทียม, กวาวเครือ, มะขามป้อม, การเลี้ยงปลานิล, *in vitro* digestibility, วัตถุดิบพื้นบ้าน, อาหารปลานิล, กลิ่นไม่พึงประสงค์, จีออสมิน-เอ็มไอบี, สาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน, ปลาชุก, คุณภาพน้ำ, เทคนิคชีววิถี, บ็อคคอนกรีต, สไปรูลินา, การต้านออกซิเดชัน, การทำแห้ง, อนุมูลอิสระ, การเก็บรักษา



ABSTRACT

The main objectives of the research on eco-friendly aquaculture for food safety and value added of fishery resources are 1) to develop the fisheries product to safety level and value added, 2) to transfer the findings to fish famers both farms and industrial level, 3) to serve on capacity building policy by training graduate students and young researchers and 4) to establish the prototypes on eco-friendly concept. The main project consists of 8 sub projects.

(1) The aim of this study was to determine the effect of probiotic on growth performances and non-specific immune status of red tilapia fry (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis mossambicus*). Four diets (46% crude protein) were formulated: feed supplemented with 0.1, 0.5 and 1.0% of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) and basal diet for control group. Diets were fed for 75 days to red tilapia fry stocked in net cage hapa placed in earthen pond at a density of 150 fish/m². Results indicated that fish fed with diets of yeast 0.5 % and 1.0 % supplementation had greater specific growth rate (SGR), Survival rates and enhanced Serum lysozyme, White Blood Cell than those fed with control diet ($P < 0.05$).

(2) The research aims to comparison: growth, nutrition value, pigments and water quality of *Spirulina platensis* individual habitats, in Eco friendly aquaculture. The Algae and Plankton Knowledge Base, Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resources, Maejo University. The three experiments: the first experiment of *S. platensis* individual habitats cultured in laboratory, the second experiment of *S. platensis* individual habitats cultured in the cement pond and the third experiment of *S. platensis* individual habitats cultured in raceway pond. The three experiments conducted CRD divided into three treatment, with 3 replications: 1). *S. platensis* commonly been cultured (T₁ Spi.CMU1) 2) cultivation of *S. platensis* was native of central Thailand (T₂ Spi.MJU1) and 3) the cultivation of *S. platensis* originated from Maejo University (T₃ Spi.MJU2). The first experiment of *S. platensis* individual habitats cultured in laboratory to compare growth for a 90-day period: showed that T₃ Spi.MJU2 with spiral cell, cell number, optical density, dry weight yield was 0.40 g/l and carotenoid more than T₂ Spi.MJU1 and T₁ Spi.CMU1 statistically significant ($p \leq 0.05$). The second experiment of *S. platensis* individual habitats cultured in rounded cement pond 100-liter to compare growth, nutrition value, pigments and water quality for a 120-day period: showed that T₃ Spi.MJU2 with spiral cell, cell number,

optical density, dry weight yield 0.42 ± 0.03 g/l, carotenoid 706.47 ± 53.72 mg/g, C-phyococyanin 5.10 mg/g and protein $43.34 \pm 1.37\%$ more than T₁Spi.CMU1 and T₂Spi.MJU1. But T₂Spi.MJU1 were variable cost 517.13 ± 27.73 baht/kg, ash $3.95 \pm 0.26\%$, fiber $1.89 \pm 0.06\%$ and carbohydrates $31.48 \pm 1.14\%$ more than T₁Spi.CMU1 and T₃Spi.MJU2. But T₁Spi.CMU1 were dry matter basic $71.11 \pm 1.32\%$, moisture $28.89 \pm 1.32\%$ and fat $2.28 \pm 0.40\%$ more than T₂Spi.MJU1 and T₃Spi.MJU2 statistically significant ($p < 0.05$). The third experiment of *S. platensis* individual habitats cultured in raceway pond 100-liter to compare growth, nutrition value, pigments and water quality for a 120-day period: showed that T₃ Spi.MJU2 with spiral cell, cell number, optical density, protein $46.91 \pm 0.80\%$, variable costs 377.80 ± 43.38 baht/kg more than T₁Spi.CMU1 and T₂Spi. MJU1. But T₂Spi.MJU1 were dry weight yield 0.35 ± 0.05 g/l, C-phyococyanin 9.45 ± 0.84 mg/g, moisture $23.87 \pm 0.89\%$ and carbohydrate more than T₁Spi.CMU1 and T₃Spi.MJU2. But T₁Spi.CMU1 were carotenoid 675.19 ± 22.24 mg/g, dry matter basic $76.13 \pm 0.88\%$, fat $3.17 \pm 0.88\%$, ash $4.02 \pm 0.19\%$ and fiber $1.97 \pm 0.03\%$ more than T₂Spi.MJU1 and T₃Spi.MJU2 statistically significant ($p < 0.05$). It can be concluded that the *S. platensis* individual habitats cultured in laboratory, the cement pond and *S. platensis* cultured in raceway pond: found that T₃Spi.MJU2 cultured in the laboratory and the cement pond with spiral cell, cell number, optical density, dry weight yield 0.40-0.42 g/l, carotenoid 706.47 ± 53.72 mg/g more than T₁Spi.CMU1 and T₂Spi. MJU1. But the *S. platensis* cultured in raceway pond: found that T₃Spi.MJU2 had protein $46.91 \pm 0.80\%$ and C-phyococyanin 9.36 ± 0.55 mg/g more than T₁Spi.CMU1 and T₂Spi. MJU1. The physical and chemical water quality of *S. platensis* individual habitats cultured all three experiments, no significantly difference and standard of *S. platensis* cultured as temperatures between 15-50 °C and pH between 9.5-10 and the ratio of N:P ratio 7-8:1.

(3) A study on riceland prawn (*Macrobrachium lanchesteri*, de Man) cultured in Eco friendly system with some and aquatic plants in concrete tank. The purpose of this study were aim to know the production of riceland prawn and some fish cultured with some fish and some aquatic plants in concrete tank. The experiment was designed in Completely Randomized Design (CRD) with three replications. Two separate experiments were conducted to evaluate the production of riceland prawn and fish. Experiment 1 to study on the production of riceland prawn cultured without and with some fish. Four treatments were divided with consist of without and

with tilapia, silver barb and sand goby fish. The result of this experiment showed the production of shrimp cultured with tilapia was significance higher ($P < 0.05$) than with silver barb, sand goby and without fish by the total weight of shrimp were 83.33 ± 1.96 g , 63.67 ± 1.45 g , 50.00 ± 1.04 g , 38.17 ± 1.88 g, respectively. Experiment 2 to study on the production of riceland prawn cultured with some aquatic plants. Four treatments were divided with consist of without and with water morning glory, water mimosa, and water lettuce. The result of this experiment showed the production of shrimp cultured with water lettuce was significance higher ($P < 0.05$) than water mimosa and water morning glory and without aquatic plant with the total weight of shrimp were 39.67 ± 2.33 g , 36.17 ± 2.03 g , 35.33 ± 0.88 g, 34.33 ± 0.67 g, respectively.

(4) Nile tilapia is a common aquaculture in freshwater fish. Additional, it is the main dish of Thai population for a long time. There are cultured consumption more than 2 million tonnes per year for 90% of domestic consumption and 10% of exports. Total aquaculture production in only Chiangmai is about 18 tons/day, but the demand for consumption is about 40 tons/day. In which, Nile tilapia that is the first popular of freshwater fish. However, the important factor is the very low yield of tilapia in winter. The reason is that female broodstocks have low amount and quality eggs, and male fishes have low milt too. This research performed feed additive with 4 Thai herb extracts by water and ethanol i.e. garlic (*Allium sativum*) white kwao krer (*Pueraria candollei*), red kwao krer (*Butea superba*) and Indian gooseberry (*Phyllanthus emblica*). It was expected to be effective for reproduction of tilapia broodstocks and breeding throughout the year. Groups of juvenile tilapia with average size 30 g were fed with 4-herb extract additives at concentrations of 0, 0.5, 1.0, 3.0, and 5.0% in cages in earth ponds. Sampling was at 1 and 2 months for measured values of maturation index. (gonadosomatic index, GSI) of males and female, and fecundity of female fish. For male tilapia, it was resulted that groups of herb extract additives showed the GSI value significantly higher than the control group ($p < 0.05$). There were in 4 groups: white kwao krer extract at concentration of 0.5 and 1.0 %, garlic extract at concentration of 1.0 %, and Indian gooseberry extract at concentration of 0.5% with the GSI of 0.521, 0.600, 0.219 and 0.170%, respectively. For female tilapia, it was resulted that all treated groups with extract additives of 4 Thai herbs at various concentrations showed higher GSI values than the control group. In group of garlic and Indian gooseberry extracts, GSI values were higher as the increased concentration. In group of red kwao krer extract, GSI values

were as a bell. It has increased and decreased when over the highest value. The 3 top values included red kwao krer extract at concentration of 0.5 %, Indian gooseberry extract at concentration of 3.0 % and white kwao krer extract at concentration of 0.3% with the GSI of 3.233, 3.180 and 2.930 %, respectively. For fecundity of female tilapia, it was resulted that fishes fed with herb extracts showed increasing value in the group of garlic, white kwao krer and Indian gooseberry extracts. In group of garlic extracts, fecundities were increased 4-8 folds. Their values of 0.3 to 1.0 % concentrations were increased 7.95 to 8.38 folds. In group of white kwao krer extracts, fecundities were increased 1.7 to 2.1 folds. Their values of 3.0 % concentration were increased 2.08 folds. In group of Indian gooseberry extracts, fecundities were increased 1.2 to 2.2 folds. Their values of 0.3 % concentration was increased 2.2 folds. Whereas the fecundities in group of red kwao krer were decreased from 0.4 to 0.8 folds. Their values of 0.3 % concentration was decreased 0.82 times. It was obviously showed that the 4 Thai herb extracts were effective to increasing gonad maturation in Nile tilapia, both male and female, and also values of fecundity in female. This research will be continued until breeding with these fish broodstocks.

(5) Nile Tilapia is a fish of economic importance. The cost of feed is the main factor to be considered in the culturing of Nile Tilapia. The culturing process should be improved and developed for the benefits of low-cost farming. This is a study of the digestibility in local material feed for the purpose of developing feed for Nile Tilapia using an *in vitro* digestibility method. The digestibility of 15 types of local material feed: soybean milk meal, Spirulina, fish meal, katin meal, green beans, rice bran, brewer's yeast, sunflower seed, peanuts, black beans, *Enteromopha intestinalis*, red kidney beans, soybean meal, swine manure from anaerobic digestion and broken rice. The results were found that the digestive enzymes from fingerlings could be digesting the highest carbohydrate in brewer's yeast. The highest protein digestion was broken rice. The adult Nile Tilapia enzyme was found that the stomach enzyme could digest *Enteromopha intestinalis*. The intestine enzyme was found that the highest of carbohydrate digestion was soybean milk meal. The highest of protein digestion was *Enteromopha intestinalis*.

(6) The presence of blue-green algae blooms in fish ponds can impart off-flavor to water and fish. The application of Nile Tilapia to control blue green algae is an attractive alternative because it is safer than using chemicals to kill algae. This study evaluated the

effectiveness of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in reducing phytoplankton and off-flavor in algal-rich water contained in twelve 200-L polyethylene tanks for 10 days and in Thai panga ponds using varying densities (0, 0.5 and 1.0 m⁻³ density at an initial weight of 20.6±3.4 g) of Nile tilapia in cages for 6 months. Nile tilapias (15.0±0.95 g) were stocked at 30 fish per tank containing algal-rich water at 138.63±7.80, 359.42±25.80, 650.07±27.84 and 1373.33±53.64 µg/L concentrations. Results show that Nile tilapia could filter blue-green algae and reduce chlorophyll-a concentrations in all treatments. Field experiments in Thai hybrid panga earthen ponds similarly showed that Nile tilapia in pond cages can feed on phytoplankton which led to the reduction of geosmin levels in water. These indicate that Nile tilapias are capable of controlling blue-green algae especially those that cause off-flavor, minimizing the accumulation of odors in water.

(7) Use of the “Biological-Ways-of-Life” system (BWL) for earthy-musty odors reducing in the catfish, *Clarias gariepinus* (Linnaeus, 1958), fillet for food safety and environmental friendly was conducted 12 months between January and December 2013 at the Faculty of Fisheries Technology and Aquatic Resource, Maejo University. The study was divided in 3 treatments and 9 replications; Treatment 1 (control) was designed by without the BWL system, Treatment 2 was designed by the BWL system of 30 percentages of water hyacinth, and Treatment 3 was also designed by the BWL system of 50 percentages of water hyacinth, respectively. Result showed that both of the 2 treatments of BWL system were not detected geosmin and 2-methyl isoborneol. In contrast to Treatment 1, which showed both of geosmin (42.85 – 47.23 microgram per kilogram) and 2-methyl isoborneol concentrations (0.781 – 0.915 microgram per kilogram), respectively.

(8) This research aims to study the effect of preserving food by different drying methods on antioxidant activities of spirulina. The five different drying methods were employed in this study, i.e., solar drying, hot air oven drying, vacuum oven drying, spray drying and freeze drying. The algae, Spirulina is dried until the moisture contents did not exceed 7.0 percent in accordance with TCPS 542/2549 of dried Spirulina powder. The antioxidant activities of five dried spirulina samples were compared with two samples of commercially-available dried spirulina powder, namely brand A and brand B. It was found that dried spirulina powder with vacuum oven drying had the highest total polyphenol contents of 10.30 mg GAE/g dry weight

when compared with others ($p \leq 0.05$) followed by the samples with solar drying and hot air oven with a value equal to 8.17 and 7.74 mg GAE/g dry weight, respectively. The samples of brand A and brand B had the total polyphenol contents of 1.33 and 0.96 mg GAE/g dry sample, respectively. The two best samples, i.e. dried spirulina powder from hot air and vacuum drying, were carried out for keeping quality study compared with two commercial samples namely sample A and B. It was found that the qualities, total phenolic content and antioxidant activity of all dried spirulina samples decreased when storage time increased.

Key word: Red tilapia fry, probiotic, *Saccharomyces cerevisiae*, growth, non-specific immunity, *Spirulina platensis* of cultured, Individual habitats, In Eco friendly aquaculture, *Macrobrachium lanchesteri*, aquatic plants, tilapia, maturation, herb, garlic, white kwao krer, red kwao krer, Indian gooseberry, Nile Tilapia, *in vitro* digestibility, local material feed, Nile Tilapia feed, Off-flavor, Geosmin, MIB, Blue-green algae, Catfish, Water quality, Biological-Ways-of-Life system, Concrete pond, pirulina, *Spirulina platensis*, antioxidant capacity, drying, free radical, storage