

การวิจัยและพัฒนากระบวนการผลิตที่โรงเพาะฟัก ฟาร์มเลี้ยง และธุรกิจต่อเนื่องของสัตว์ทะเลเศรษฐกิจ : หอยหวาน (*Babylonia areolata*) แบบบูรณาการ สำหรับการพัฒนาอุตสาหกรรมเพาะและเลี้ยงหอยหวานเชิงพาณิชย์แบบครบวงจร ระยะที่ 2 ได้ผลการวิจัยดังนี้

การพัฒนาเทคนิคการผลิตลูกพันธุ์หอยหวานคุณภาพ สำหรับการประยุกต์ใช้ในโรงเพาะฟักเชิงพาณิชย์ ได้ทำการการอนุบาลลูกหอยหวานระยะ veliger ด้วยระบบหมุนเวียนน้ำทะเลแบบปิด โดยแบ่งออกเป็น 3 การทดลอง ในส่วนแรกเป็นการอนุบาลลูกหอยในระบบที่มีส่วนประกอบหลัก 5 ส่วน ได้แก่ 1) ถังปฏิกรณ์ชีวภาพแบบใช้แสงสำหรับผลิตสาหร่าย 2) ถังเลี้ยงลูกหอย 3) ถังตัวกรองชีวภาพแบบตัวกรองเคลื่อนที่ 4) ถังตกตะกอน และ 5) ถังเตรียมอาหารเพาะเชื้อสาหร่าย โดยจะทำการเติมสาหร่ายเซลล์เดียว *Isochrysis galbana* ที่เลี้ยงในอาหารเพาะเชื้อชนิดน้ำเข้าไปในถังเลี้ยงลูกหอยเพื่อเป็นอาหารและทิ้งระยะเวลาไว้ประมาณ 2-3 ชั่วโมง หลังจากนั้นจะถ่ายน้ำออกจากถังเลี้ยงหอยไปสู่ถังตัวกรองชีวภาพ ถังตกตะกอน และถังเตรียมอาหารเพาะเชื้อ ก่อนที่จะหมุนเวียนน้ำไปเติมอาหารเพาะเชื้อตามสูตร F/2 เพื่อนำกลับใช้เลี้ยงสาหร่ายต่อไป ผลการทดลองพบว่าตัวกรองชีวภาพสามารถช่วยควบคุมคุณภาพน้ำภายในถังได้เป็นอย่างดี โดยลูกหอยมีอัตราการเติบโตและอัตราการรอดไม่แตกต่างจากชุดควบคุมที่ต้องมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ อย่างไรก็ตามพบว่าการที่ถังทดลองได้รับแสงทำให้เกิดการเติบโตของแพลงก์ตอนพืชในถังซึ่งส่งผลต่อคุณภาพน้ำด้วยเช่นกัน การทดลองที่สองได้ทำการเปรียบเทียบการอนุบาลลูกหอยด้วยระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด กับถังเลี้ยงลูกหอยที่มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทั้งแบบที่ได้รับแสงและแบบปิดมืด พบว่าอัตราการรอดของลูกหอยในระบบเลี้ยงทั้งสามแบบมีค่าเฉลี่ย  $12.78 \pm 2.09\%$ ,  $8.75 \pm 1.6\%$  และ  $11.25 \pm 2.2\%$  ตามลำดับซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ส่วนในการทดลองที่สามได้ทำการขยายขนาดของการทดลองขึ้นเป็นถังขนาด 100 ลิตร และเปรียบเทียบการอนุบาลลูกหอยในระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิดโดยใช้สาหร่าย *Isochrysis* และการใช้สาหร่ายผสมสองชนิดระหว่าง *Isochrysis* และ *Amphora delicatissima* พบว่าถังทดลองที่ใช้สาหร่ายผสมลูกหอยมีอัตราการรอด 1.14% ซึ่งสูงกว่าถังทดลองที่ใช้สาหร่าย *Isochrysis* เพียงอย่างเดียวซึ่งมีอัตราการรอด 0.43% ทั้งนี้ในภาพรวมพบว่าระบบหมุนเวียนน้ำช่วยให้ไม่จำเป็นต้องทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำตลอดระยะเวลาการทดลอง โดยที่อัตราการเติบโตและอัตราการรอดของลูกหอยในระบบหมุนเวียนน้ำไม่แตกต่างจากลูกหอยที่เลี้ยงด้วยระบบดั้งเดิมที่มีการถ่ายน้ำ และระบบหมุนเวียนน้ำยังสามารถควบคุมคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมได้โดยตลอด ผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นความเป็นไปได้ในการอนุบาลลูกหอย

หวานด้วยระบบหมุนเวียนน้ำแบบปิด ซึ่งระบบนี้จะช่วยลดต้นทุนของการเตรียมน้ำและยังส่งเสริมรูปแบบของระบบ biosecure ได้อีกด้วย

การพัฒนาระบบการทำฟาร์มหอยหวานขนาดตลาดบนบกในเชิงพาณิชย์ ประกอบด้วย (1) การเจริญ ผลผลิตและคุณภาพน้ำของการเลี้ยงหอยหวานระยะวัยรุ่นในบ่อดินขนาดใหญ่ที่มีรูปแบบการจัดการคุณภาพน้ำต่างกัน ได้ศึกษาการเจริญ การรอดตาย และคุณภาพน้ำทะเลของการเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดในบ่อดินขนาดใหญ่ที่มีรูปแบบการจัดการคุณภาพน้ำต่างกัน 4 แบบประกอบด้วย การเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลทุก 15 วัน ควบคู่กับการเลี้ยงสาหร่ายทะเลและหอยแมลงภู่ (การทดลอง 1) การเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลทุก 15 วัน ควบคู่กับการเติมปุ๋ยแคลเซียมคาร์บอเนต (การทดลอง 2) การเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลทุก 21 วัน ควบคู่กับการเติมปุ๋ยแคลเซียมคาร์บอเนต (การทดลอง 3) และการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลทุก 7 วันเพียงอย่างเดียว (การทดลอง 4) เป็นเวลา 6 เดือน ผลการศึกษาพบว่า หอยหวานในการทดลอง 4 มีการเจริญโดยน้ำหนักสูงสุด (0.735 กรัมต่อเดือน) รองลงมาคือ การทดลอง 1 (0.6983<sup>o</sup> กรัมต่อเดือน) การทดลอง 2 (0.623<sup>o</sup> กรัมต่อเดือน) และการทดลอง 3 (0.403<sup>o</sup> กรัมต่อเดือน) ตามลำดับ สำหรับการรอดตายสูงสุดท้ายพบว่า หอยหวานในการทดลอง 4 มีการรอดตายสูงสุด (72.62%) รองลงมาคือ การทดลอง 1 (67.76%), การทดลอง 2 (65.38%) และการทดลอง 3 (61.03%) ตามลำดับ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้ได้แสดงให้เห็นว่า การเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญมากต่อการเจริญและการตาย รวมถึงคุณภาพเปลือกของหอยหวานในบ่อดิน และแนะนำการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลในบ่อเลี้ยงควรกระทำอย่างน้อยทุก 7 วัน และ (2) การศึกษาการเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดด้วยบ่อเลี้ยงระบบน้ำทะเลไหลผ่านตลอดที่มีอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำและความลึกของน้ำทะเลต่างกัน ได้ศึกษาการเจริญและการตายของหอยหวานที่เลี้ยงในบ่อทดลองระบบน้ำไหลผ่านตลอดที่มีอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเล 4 ระดับ (432, 864, 1,296 และ 1,728 ลิตรต่อวัน) และระดับความลึก 2 ระดับ (20 และ 50 เซนติเมตร) เป็นเวลา 5 เดือน ผลการศึกษาพบว่า หอยหวานมีอัตราการเจริญโดยน้ำหนักเฉลี่ยของทุกการทดลองอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลเฉลี่ยอยู่ในช่วง 1.104 - 1.174 กรัมต่อเดือน และ 1.166 - 1.258 กรัมต่อเดือน ในการทดลองระดับความลึกของน้ำที่ 20 และ 50 เซนติเมตรตามลำดับ และพบว่า การทดลองที่มีอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลน้อย (432 และ 864 ลิตรต่อวัน) จะมีการเจริญโดยน้ำหนักของหอยหวานต่ำกว่าการทดลองที่มีอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลมาก (1,296 และ 1,728 ลิตรต่อวัน) ที่ทุกระดับความลึกของน้ำ แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p>0.05$ ) โดยการเจริญโดยน้ำหนักของหอยหวานในการทดลองระดับความลึกของน้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $p<0.05$ ) แต่การทดลองอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $p>0.05$ ) โดยการรอดตายสุดท้ายของทุกอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเล

เฉลี่ยอยู่ในช่วง 95.50 - 95.99% และ 95.77 - 95.94% ที่การทดลองระดับความลึกของน้ำที่ 20 และ 50 เซนติเมตรตามลำดับ โดยการรอดตายสุดท้ายของหอยหวานในทุกการทดลองที่ระดับความลึกของน้ำและทุกอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเลไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้ผลการศึกษาในครั้งนี้ไม่พบลักษณะความผิดปกติของเปลือกของหอยหวานในการทดลองที่ทุกระดับความลึกของน้ำและทุกอัตราการเปลี่ยนถ่ายน้ำทะเล

การพัฒนาชนิดและรูปแบบของอาหารสำเร็จรูปสำหรับการเลี้ยงพ่อแม่พันธุ์และลูกพันธุ์หอยหวานในเชิงพาณิชย์ ประกอบด้วย (1) การศึกษาผลของอาหารผสมเสริมกรดไขมันประเภทไม่อิ่มตัวต่อการเจริญ การแลกเปลี่ยนและการตายของลูกพันธุ์หอยหวานในบ่อเลี้ยงระบบน้ำทะเลแบบไหลผ่านตลอด ได้ศึกษาการเจริญและการตายของหอยหวานที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมเสริมกรดไขมันจาก 2 แหล่ง (น้ำมันปลาทูน่าและน้ำมันปลาทูน่าผสมน้ำมันถั่วเหลือง) และ 3 ความเข้มข้น (5, 10 และ 15%) ในบ่อเลี้ยงระบบน้ำทะเลแบบไหลผ่านตลอดเป็นเวลา 4 เดือน ผลการศึกษาพบว่า หอยหวานมีอัตราการเจริญโดยน้ำหนักของทุกการทดลองความเข้มข้นของกรดไขมันเฉลี่ยในช่วง 0.30 - 0.31 กรัมต่อเดือน และ 0.30 - 0.32 กรัมต่อเดือนในการทดลองแหล่งของกรดไขมันจากน้ำมันปลาทูน่าและจากน้ำมันปลาทูน่าผสมน้ำมันถั่วเหลืองตามลำดับ โดยทุกการทดลองของแหล่งของกรดไขมัน พบว่าการทดลองที่มีความเข้มข้นของกรดไขมันต่ำ (5%) จะมีการเจริญโดยน้ำหนักของหอยหวานไม่ต่างกับการทดลองที่มีความเข้มข้นของกรดไขมันสูง (10% และ 15%) การวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย Two-way ANOVA พบว่า การเจริญโดยน้ำหนักของหอยหวานในทุกการทดลองของแหล่งกรดไขมันและการทดลองของความเข้มข้นของกรดไขมันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งการศึกษาในครั้งนี้สรุปว่าแหล่งและระดับความเข้มข้นของกรดไขมันไม่มีผลต่อการเจริญโดยน้ำหนักของหอยหวานในบ่อทดลองระบบน้ำทะเลไหลผ่านตลอด แต่อย่างไรก็ตาม การเจริญโดยความยาวเปลือกและน้ำหนักของลูกพันธุ์หอยหวานที่เลี้ยงด้วยปลาสด (อาหารควบคุม) ในบ่อเลี้ยงระบบน้ำทะเลแบบไหลผ่านตลอดเป็นเวลา 4 เดือนพบว่า มีอัตราการเจริญโดยความยาวเปลือกและน้ำหนักเฉลี่ย 2.74 มิลลิเมตรต่อเดือน และ 0.73 กรัมต่อเดือนตามลำดับ ซึ่งการเจริญของหอยหวานที่กินปลาสดมีค่าสูงกว่าหอยหวานที่กินอาหารผสมกรดไขมันที่มีความแตกต่างของแหล่งและความเข้มข้นของกรดไขมันในทุกการทดลอง และ (2) การปรับปรุงคุณภาพการวางไข่ของพ่อแม่พันธุ์หอยหวานที่หยุดการวางไข่ด้วยอาหารผสมเสริมกรดไขมันประเภทไม่อิ่มตัวจากแหล่งและความเข้มข้นต่างกัน ได้ศึกษาผลของแหล่งและระดับความเข้มข้นของกรดไขมันในอาหารผสมของพ่อแม่พันธุ์หอยหวานต่อการวางไข่ในบ่อเลี้ยงระบบน้ำทะเลไหลผ่านตลอด เป็นเวลา 6 เดือน โดยอาหารผสมที่ใช้เป็นอาหารผสมแบบกึ่งเปียกที่เสริมด้วยแหล่งของกรดไขมัน 2 ประเภท (น้ำมันปลาทูน่า และน้ำมันปลาทูน่าผสมน้ำมันถั่วเหลือง) ที่ความเข้มข้น 3 ระดับ

(5, 10 และ 15%) ส่วนการทดลองควบคุมใช้เนื้อปลาข้างเหลืองเป็นเป็นอาหาร การศึกษาในครั้งนี้ใช้พ่อแม่พันธุ์หอยหวานที่ใช้ในโรงเพาะฟักของภาคเอกชนมานานประมาณ 4-5 เดือนและหยุดการวางไข่แล้วประมาณ 2 เดือน ผลการศึกษาพบว่า แม่พันธุ์หอยหวานที่กินเนื้อปลาสด (ชุดควบคุม) มีจำนวนครั้งของการวางไข่ และจำนวนฟักไข่รวมสูงสุด (13 ครั้ง และ 2,024 ฟัก) รองลงมาคือ อาหารผสมเสริมน้ำมันปลาทูน่า 15% (12 ครั้ง และ 1,917 ฟัก) อาหารผสมเสริมน้ำมันปลาทูน่าและน้ำมันถั่วเหลือง 5% (11 ครั้ง และ 1,047 ฟัก) และอาหารผสมเสริมน้ำมันปลาทูน่า 5% (9 ครั้ง และ 1,072 ฟัก) ตามลำดับ โดยในทุกการทดลองพบว่า แม่พันธุ์หอยหวานจะมีการวางไข่มากที่สุดในเดือนที่ 6 ของการทดลอง

**การศึกษาโรคของหอยหวาน: สาเหตุ และวิธีการป้องกันรักษา** ทำการศึกษาโดยใช้หอยหวานขนาดความยาวเปลือก  $4.50 \pm 0.75$  cm แบ่งออกเป็น 2 ชุด โดยนำมาเลี้ยงในน้ำที่มี Dissolved Oxygen (DO) ที่มากกว่า 5 ppm (normoxia) และมี DO น้อยกว่า 5 ppm (hypoxia) พร้อมทั้งเหนี่ยวนำให้เกิดโรค vibriosis โดยฉีด suspension ของแบคทีเรีย 5 species เข้ากล้ามเนื้อเท้าของหอยหวาน จากการทดลองพบว่า แบคทีเรียทั้ง 5 species คือ *Vibrio alginolyticus*, *V. cholerae*, *V. fluvialis*, *V. parahaemolyticus* และ *V. vulnificus* สามารถเหนี่ยวนำให้หอยหวานเกิดโรค vibriosis ได้ทั้ง 5 species โดยหอยหวานมีปากบวมแดง ไม่สามารถหดกลับเข้าไปในตัวเช่นปกติ นอนหงาย กล้ามเนื้อเท้าไม่หดตัวเข้าไปในเปลือก และไม่ฝังตัวเข้าไปในทราย และพบว่าปริมาณของแบคทีเรียที่ทำให้หอยหวานตาย 50% ภายใน 24 hr ( $LD_{50}$  24hr) ได้ผลดังนี้ ในภาวะ normoxia พบว่าปริมาณของแบคทีเรีย *V. alginolyticus*, *V. cholerae*, *V. fluvialis*, *V. parahaemolyticus* และ *V. vulnificus* มีค่า  $4.32 \times 10^6$ ,  $1.02 \times 10^8$ ,  $1.58 \times 10^8$ ,  $9.62 \times 10^6$  และ  $1.02 \times 10^8$  cfu/mL ตามลำดับ ส่วนในภาวะ hypoxia ปริมาณของแบคทีเรีย *V. alginolyticus*, *V. cholerae*, *V. fluvialis*, *V. parahaemolyticus* และ *V. vulnificus* มีค่า  $2.81 \times 10^7$ ,  $6.17 \times 10^7$ ,  $6.43 \times 10^7$ ,  $1.30 \times 10^7$  และ  $5.08 \times 10^7$  cfu/mL ตามลำดับ

**การวิเคราะห์เชิงธุรกิจการลงทุนของฟาร์มเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดเชิงพาณิชย์แบบต่างๆ** โดยมุ่งเน้นศึกษาและเปรียบเทียบเงินลงทุน ต้นทุนและผลตอบแทนของฟาร์มเพาะเลี้ยงหอยหวานขนาดตลาดที่เหมาะสม โดยกำหนดให้มีระยะเวลาการเลี้ยง 6 เดือน ความหนาแน่นในการเลี้ยง 300 ตัวต่อตารางเมตร ราคาลูกพันธุ์หอยหวานตัวละ 0.60 บาท ขนาดลูกพันธุ์หอยหวาน 3,000 ตัวต่อกิโลกรัม อัตราการรอดของหอยหวานถึงขนาดตลาดร้อยละ 95 หอยหวานขนาดตลาด 120 ตัวต่อกิโลกรัม ราคาขายกิโลกรัมละ 300 บาท ต้นทุนค่าเสียโอกาสร้อยละ 4 ต่อปี และค่าเสื่อมราคาคิดโดยวิธีเส้นตรง พบว่าฟาร์มสร้างใหม่ขนาดพื้นที่เลี้ยง 1,400 ตารางเมตรที่ใช้บ่อผ้าใบหลังคาผ้าใบมีความน่าสนใจในการลงทุนสูงสุด เนื่องจากใช้เงินลงทุนต่ำที่สุด 795,820 บาท มีต้นทุนการ

232985

เลี้ยงต่ำที่สุด 187.38 บาทต่อกิโลกรัม ได้รับอัตรากำไรสุทธิและอัตราผลตอบแทนจากการลงทุนสูงสุด คือ 37.54% และ 26.74% ตามลำดับ มีจุดคุ้มทุนต่ำสุด คือ 949.50 กิโลกรัมหรือ 284,850.55 บาท มีระยะเวลาคืนทุนเร็วที่สุด คือ 9 เดือน และมีอัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนสูงที่สุด คือ 1.41 รองลงมาได้แก่ ฟาร์มที่ใช้บ่อคอนกรีตหลังคาพลาสติกและตาข่ายกรองแสง บ่อผ้าใบหลังคาจาก และบ่อผ้าใบหลังคากระเบื้อง ตามลำดับ

The integrated research and development on processes for seedling production hatchery, growing-out farm and concerned businesses of the economically marine mollusk : spotted Babylon (*Babylonia areolata*) for development of commercially completed aquaculture industry of spotted Babylon : 2<sup>nd</sup> phase can be summarized as following:

Development on hatchery techniques for quality seedling production of the spotted Babylon, *Babylonia areolata*, for commercial applications involved the cultivation of veliger stage of *Babylonia* snail in the closed-recirculating seawater system. The experiment consisted of three trials. The first trial was the larviculture using recirculating system that consisted of five components *i.e.* (1) photobioreactor for microalgal production, (2) veliger larviculture tank, (3) moving bed biofilter tank, (4) sedimentation tank and (5) algal medium preparation tank. With this system, the microalga *Isochrysis galbana* from photobioreactor was added into larviculture tank and left for several hours until half of the alga was consumed by the larvae. Then water from larviculture tank was transferred into biofilter tank, sedimentation tank, and algal medium preparation tank respectively. Water in medium tank was mixed with F/2 algal medium before reused for algal culture in the photobioreactor. The results showed that recirculating system could completely prevent the need of water exchange throughout the larviculture period. Growth and survival rate of snail larvae were similar for both control (with water exchange) and treatment (recirculating system) units and the recirculating system could maintain good water quality until the final day. However, growth of photoplankton in culture tanks was found because all tanks were exposed to natural light. As a result, water quality in the tanks was also regulated by phytoplankton. Cultivation of *Babylonia* larvae in the second trial was composed of three treatments such as (1) recirculating system, (2) light exposed tank with water exchange and (3) dark tank with water exchange. It was found that average survival rate of *Babylonia* larvae was  $12.78 \pm 2.09\%$ ,  $8.75 \pm 1.6\%$  and  $11.25 \pm 2.2\%$  respectively. Statistical analysis showed that there was not significant different among treatments ( $p > 0.05$ ). With the third trial, volume of the culture system was scaled up to 100 L. The experiment was the larviculture using single (*Isochrysis*) or mixed microalgae (*Isochrysis* and *Amphora delicatissima*). The results illustrated that mixed algae could provide higher

survival rate (1.14%) than single algal species (0.43%). The results from this study illustrate the possibility of using recirculating system for *Babylonia* larviculture which can reduce the cost of seawater supply and leads to the "biosecure" larviculture system.

Growth, production and water quality for culture of the juveniles spotted Babylon, *Babylonia areolata*, in large-scale earthen ponds for 6 months using 4 types of water management systems consisting of seawater exchange of every 7 day only (Experiment 1), seawater exchange of every 15 day with seaweed and green mussel culture (Experiment 2), seawater exchange of every 15 day with calcium carbonate addition (Experiment 3); and seawater exchange of every 21 day with calcium carbonate addition (Experiment 4). Results showed that the highest growth in body weight of *B. areolata* was found in the Experiment 4 ( $0.735 \text{ g mo}^{-1}$ ), followed by Experiment 1 ( $0.6983^0 \text{ g mo}^{-1}$ ), Experiment 2 ( $0.623^0 \text{ g mo}^{-1}$ ), and Experiment 3 ( $0.403^0 \text{ g mo}^{-1}$ ), respectively. The highest final survival was found in the Experiment 4 (72.62%), followed by the Experiment 1 (67.76%); Experiment 2 (65.38%), and Experiment 3 (61.03%), respectively. This study concluded that seawater exchange make the important roles for growth, survival and shell quality of *B. areolata* in earthen pond and recommended seawater exchange should be at less every 7 day.

Growing-out of the spotted Babylon (*Babylonia areolata*) using flow-through seawater system with water depths of 20 and 50 cm and water exchange rates of 432, 864, 1,296 and 1,728 liters per day for 5 months. The results show that average growth rate in body weight of *B. areolata* for all water exchange treatments ranged  $1.104 - 1.174 \text{ g mo}^{-1}$  and  $1.166 - 1.258 \text{ g mo}^{-1}$  for water depth treatments of 20 and 50 cm respectively, and also found that growth of *B. areolata* at low water exchange rates (432 and 864  $\text{L day}^{-1}$ ) was lower than those of the high water exchange rates (1,296 and 1,728  $\text{L day}^{-1}$ ) for all water depths. There were significant differences in growth of *B. areolata* at all water depth treatments ( $p < 0.05$ ), but not for those of water exchange treatments ( $p > 0.05$ ). Final survival at water depths of 20 and 50 cm for all water exchange treatments ranged 95.50 - 95.99% and 95.77 - 95.94%, respectively. There were no significant differences in final survival among the water depth treatments and water exchange treatments. In addition, this study showed no sign of shell abnormality for all water depth treatments and water exchange treatments.

Effect of fatty acid enriched diets on growth and survival of juveniles spotted Babylon, *Babylonia areolata*, reared with formulated diet at 2 sources (Tuna oil and tuna oil plus soybean oil) and 3 concentrations (5, 10 and 15%) of fatty acid enrichment under flow-through seawater system for 4 months. The results show that for sources of fatty acid treatments (Tuna oil and tuna oil plus soybean oil), growth of *B. areolata* at all concentrations of fatty acid treatments ranged 0.30 - 0.31 g mo<sup>-1</sup> and 0.30 - 0.32 g mo<sup>-1</sup>, respectively. At all sources of fatty acid treatments found that growth of juveniles at low concentration of fatty acid treatment (5%) was not different from those of high concentrations of fatty acid treatments (10% and 15%). Two-way ANOVA showed that growth in body weight for all sources of fatty acid treatments were not significant different and the concentrations of fatty acids treatments showed the same result. The present study concluded that sources and concentrations of fatty acid had no affect to growth in body weight of juvenile *B. areolata*, in flow-through system. However, growth in shell length and body weight of juvenile *B. areolata* fed with trash fish (Control) in flow-through seawater system for 4 months was 2.74 mm mo<sup>-1</sup> and 0.73 g mo<sup>-1</sup>, respectively. Growth of juvenile fed with trash fish was higher than those fed with formulated supplemented with all sources and concentrations of fatty acid.

Improvement of spawning quality of the unspawned broodstock spotted Babylon, *Babylonia areolata*, by enrichment of formulated diets with fatty acids at different sources and concentrations was done under the flow-through seawater systems for 6 months. The effects of sources and concentration levels of fatty acid supplemented in formulated feed on egg laying of the broodstock, *Babylonia areolata*, held in the flow-through seawater systems was conducted under hatchery conditions for 6 months. The moisture formulated feed was supplemented with 2 sources of fatty acids (Tuna oil and mixtures of tuna and soybean) and 3 levels of concentration (5, 10 and 15%). Fresh meat of carangid fish was used as control. At present study, used broodstocks of 4 - 5 months with stopped laying egg for 2 months were obtained from private hatchery. The results showed that breeders fed with control of trash fish had the highest number of egg laying and number of egg capsules (13 times and 2,024 egg capsules), followed by the breeders fed with the formulated diet with 15% tuna oil (12 times and 1,917 egg capsules), formulated diet with 5% mixture of tuna oil and soybean oil (11 times and 1,047 egg capsules), and formulated diet with 5% tuna oil (9 times and

1,072 egg capsules). All feeding treatments showed that the highest egg laying took place after 6 months of the experiment.

Study on diseases of the spotted Babylon (*B. areolata*) : causes and prevention was showed that there are normoxic ( $DO > 5$  ppm) and hypoxic condition ( $DO < 5$  ppm). Both groups are vibriosis induction by Intramuscular injection. The 5 bacteria are *Vibrio alginolyticus*, *V. cholerae*, *V. fluvialis*, *V. parahaemolyticus* and *V. vulnificus*. Gross lesion of vibriosis is shown that its mouth is red and swollen. Foot muscle is un-retractable. All infected sea snails exist on bottom layer. The bacterial concentrations of median lethal dose ( $LD_{50}$ ) at 24 hr of normoxia are follows *V. alginolyticus*, *V. cholerae*, *V. fluvialis*, *V. parahaemolyticus* and *V. vulnificus* is  $4.32 \times 10^6$ ,  $1.02 \times 10^8$ ,  $1.58 \times 10^8$ ,  $9.62 \times 10^6$  and  $1.02 \times 10^8$  cfu/mL respectively. The bacterial concentrations of median lethal dose ( $LD_{50}$ ) at 24 hr of hypoxia are follows *V. alginolyticus*, *V. cholerae*, *V. fluvialis*, *V. parahaemolyticus* and *V. vulnificus* is  $2.81 \times 10^7$ ,  $6.17 \times 10^7$ ,  $6.43 \times 10^7$ ,  $1.30 \times 10^7$  and  $5.08 \times 10^7$  cfu/mL respectively.

Economic analysis for investment for various commercial growing out farms of the spotted Babylon, (*Babylonia areolata*) was focuses on study and compares initial investment cost and return from growing out farms of the spotted Babylon at various types of designation and culture techniques. The regulations of this study are 6 months for growing, stocking density of 300 per square-metre , cost of 0.60 baht individual, size of 3,000 snails per kilogram, survival rate of 95%, marketable size 120 babylon per kilogram, sale price 300 bath per kilogram, opportunities cost 4% per year and straight line depreciation. The study found that 1,400 square-metre new farm which pond and roof made by canvas is the most interesting for investment because of lowest initial investment was 795,820 bath, the lowest cost of goods sold was 187.38 bath per kilogram, the highest net profit margin and return on investment was 37.54% and 26.74% respectively, the lowest break even was 949.50 kilograms or 284,850.55 bath, the best payback period was 9 months and the highest benefit to cost was 1.41. The respectively interesting new farm are concrete pond and roof made by plastic and roof made by plastic sheet, canvas pond and roof made by nepa leaf, canvas pond and roof made by cement tile.