

549.7335

ว. 2130

5.2

การศึกษาผลของฮอร์โมนดอกคราบต่อการรอดและการเจริญ
ของกิ่งก้ามกรามวัยอ่อนและวัยรุ่น

18 ส.ค. 2526

สำนักหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

สุขุมวิท 23 พระโขนง กรุงเทพฯ 11 โทร. 3921575, 3915058
ปริญญานิพนธ์

ของ

พัฒน์ญญา เลขวัด

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม 2525

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

150957

คณะกรรมการที่ปรึกษาประจำบัณฑิต และคณะกรรมการสอบ ได้พิจารณาปริญญานิพนธ์
ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการที่ปรึกษา

วิมล พงษ์อังก
อธิการบดีมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ

คณะกรรมการสอบ

ประธาน วิมล พงษ์อังก ประธาน
กรรมการ อธิการบดีมหาวิทยาลัย กรรมการ
กรรมการ อธิการบดีมหาวิทยาลัย กรรมการ
กรรมการ อธิการบดีมหาวิทยาลัย กรรมการ

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงด้วยความช่วยเหลือและการแนะนำอย่างดียิ่งจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สันต์ พินิชกุล อาจารย์สมศักดิ์ เกษรสมบุญ และอาจารย์ สมเกียรติ ปิยะธีรธิดารกุล ท่านอาจารย์ทั้งสามได้กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และ ตรวจแก้ไข ตลอดจนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัย จนกระทั่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ อาจารย์อภิชาติ สุขสำราญ ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ เอกใดสเตรนสำหรับการทดลองครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต และ บริษัท กุ้งก้ามทอง จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์แม่พันธุ์ และลูกกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น สำหรับการทดลองครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประคอง พันธุ์ไธ และคุณอุษาวดี ถาวรระ จากกรม วิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่กรุณาให้คำแนะนำและอุปกรณ์ในการทดสอบยอร์โมนลอกคราบ ในการทดลองครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ หัวหน้าภาควิชาชีวเคมี และ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในเรื่องสถานที่ อุปกรณ์ สารเคมี สำหรับการทดลองครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขออภิวาถึงพระคุณของบิดาและมารดา ที่ได้ให้การสนับสนุน การศึกษาของผู้วิจัยมาโดยตลอด

พัณณัญญา เลขวัต

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	2
ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	3
ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย	5
3 วิธีดำเนินการทดลอง	24
สถานที่ใช้ในการศึกษา	24
การทำ bioassay ของฮอร์โมนลอกคราบ	24
วิธีดำเนินการทดลอง	26
4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง	39
5 สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ	76
สรุปผลการทดลอง	76
อภิปรายผลการทดลอง	77
ข้อเสนอแนะ	83
บรรณานุกรม	85
ภาคผนวก	92

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แสดงส่วนประกอบของอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	29
2	วิตามินรวม	30
3	แร่ธาตุรวม	31
4	แสดงผลการทำ bioassay ของฮอร์โมนลอกคราบ เบต้า-เอคโตโน	39
5	แสดงคุณค่าทางอาหารของอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	41
6	แสดงขั้นตอนการเจริญของกิ้งก่ามรกตวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	43
7	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของขั้นตอนการเจริญของกิ้งก่ามรกตวัยอ่อน ที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	45
8	การเปรียบเทียบค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของขั้นตอน การเจริญของกิ้งก่ามรกตวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	46
9	ความยาวของกิ้งก่ามรกตวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และ อาหารสูตร MpH	47
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อหาความแตกต่างของความยาวของ กิ้งก่ามรกตวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	48
11	การเปรียบเทียบค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความยาวของ กิ้งก่ามรกตวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	50
12	อัตราการเจริญเติบโตโดยความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกิ้งก่ามรกตวัยอ่อนที่ เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	51

13	ขั้นตอนการเจริญเติบโตและความยาวของกิ่งก้านกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วย อาหารที่เมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	53
14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของขั้นตอนการเจริญเติบโตและความยาว ตามชนิดของอาหารที่เลี้ยง ของกิ่งก้านกรามวัยอ่อน	55
15	เปอร์เซ็นต์การรอดของกิ่งก้านกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	56
16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของเปอร์เซ็นต์การรอดของกิ่งก้านกรามวัยอ่อน ที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	57
17	เปรียบเทียบชนิดของอาหารที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดของกิ่งก้านกรามวัยอ่อน แตกต่างกันเป็นรายคู่	58
18	แสดงคุณค่าทางอาหารของกิ่งก้านกรามวัยรุ่น	59
19	ความยาวของกิ่งก้านกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหาร ที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ	60
20	การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของการเจริญเติบโตของ กิ่งก้านกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ	62
21	การเจริญเติบโตของกิ่งก้านกรามวัยรุ่นโดยความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในแต่ละ สัปดาห์	63
22	น้ำหนักของกิ่งก้านกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบและอาหาร ที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ	65
23	แสดงน้ำหนักและความยาวของกิ่งก้านกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมน ลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ	68
24	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความยาว เหยียดและน้ำหนักตัวของกิ่งก้านกราม วัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมน ลอกคราบ	70

25	เปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมน ลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ	71
26	อัตราการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็นเนื้อกุ้งก้ามกรามในแต่ละสัปดาห์ของ กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ	72
27	อัตราการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็นเนื้อกุ้งก้ามกรามในแต่ละสัปดาห์ของ กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ	73
28	แสดงผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำทางกายะและทางเคมีในระบบที่เลี้ยง กุ้งก้ามกรามวัยรุ่น	75

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 การแสดงออกของฮอโมนจากอวัยวะไร้ท่อต่อแมลง <i>Cecropia silkworm</i> ...	14
2 แสดงโครงสร้างของฮอโมนลอกคราบโดยทั่ว ๆ ไป	15
3 แสดงโครงสร้างของอัลฟา และ เบต้า-เอคโตโซน	16
4 แสดงโครงสร้างของ 20,26 - ไดไฮดรอกซีเอคโตโซน	17
5 แสดงโครงสร้างของคริสเอคโตโซน	17
6 แสดงโครงสร้างของดีออกซีคริสเอคโตโซน	18
7 แสดงระบบการเลี้ยงกึ่งก้ำกรามวัยอ่อนแบบน้ำหมุนเวียนปิด	27
8 แสดงรูปร่างของระบบการเลี้ยงกึ่งก้ำกรามวัยรุ่นแบบน้ำหมุนเวียนปิด ที่มีระบบเลี้ยงและระบบกรองแยกกัน	34
9 แสดงอุปกรณ์และวิธีวัดความยาวของกึ่งก้ำกรามวัยรุ่น	37
10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การตอบสนองของตัวหนอนที่ฉีดด้วย เบต้า-เอคโตโซน 3 ไมโครลิตรต่อปริมาตรของ เบต้า-เอคโตโซนที่ใช้ฉีด ..	40
11 แสดงขั้นตอนการเจริญของกึ่งก้ำกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	44
12 แสดงการเจริญเติบโตของกึ่งก้ำกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	49
13 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งก้ำกรามวัยอ่อนตามความยาว ที่เพิ่ม ที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH ..	52
14 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกึ่งก้ำกรามวัยอ่อน (เปอร์เซ็นต์ ความยาวที่เพิ่ม) ที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และ อาหารสูตร MpH	52
15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเจริญกับความยาวของกึ่งก้ำกรามวัยอ่อน ที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH	54

16	แสดงการเจริญเติบโตของกิ่งก้านกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ	61
17	เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกิ่งก้านกรามวัยรุ่นตามความยาวเหยียด ที่เพิ่มขึ้น ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสม ฮอร์โมนลอกคราบ	64
18	เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกิ่งก้านกรามวัยรุ่น (เปอร์เซ็นต์ของ ความยาวเหยียดที่เพิ่ม) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบและอาหาร ที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ	64
19	แสดงการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักของกิ่งก้านกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหาร ผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ	67
20	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดกับน้ำหนักตัวของกิ่งก้านกรามวัยรุ่น ..	69
21	แสดงอัตราการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็นเนื้อกุ้งในแต่ละสัปดาห์	74

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

ในปัจจุบันสัตว์น้ำอันเป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่สำคัญ นับวันแต่จะมีราคาสูงขึ้น และจำนวนลดลงไปทุกที กุ้งก้ามกรามก็เป็นสัตว์น้ำชนิดหนึ่งที่เป็นผลผลิตจากแหล่งน้ำธรรมชาติ และมีปริมาณลดน้อยลง ไม่เพียงพอแก่ความต้องการของผู้บริโภค ทั้งนี้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมเป็นสาเหตุสำคัญ การสร้างเขื่อนกั้นน้ำเพื่อประโยชน์ทางชลประทาน มีผลกระทบกระเทือนต่อการดำเนินชีวิตของกุ้งก้ามกราม กล่าวคือเป็นสิ่งที่ขัดขวางการอพยพย้ายถิ่นของกุ้งก้ามกราม และทำให้วงจรชีวิตของกุ้งก้ามกรามถูกตัดขาดไม่สามารถดำเนินไปตามปกติได้ นอกจากนั้นปัญหามลพิษที่เกิดจากเศษเหลือของโรงงานอุตสาหกรรมที่ไหลลงสู่แม่น้ำ ลำคลอง เป็นภัยต่อสัตว์น้ำอย่างร้ายแรง ดังนั้นปริมาณกุ้งก้ามกรามในแหล่งน้ำต่าง ๆ จึงลดลงอย่างมาก อีกทั้งความต้องการอาหารมีมากขึ้นตามอัตราการเพิ่มของพลเมือง ทำให้กุ้งก้ามกรามมีราคาสูงขึ้น

จากปริมาณของกุ้งก้ามกรามในธรรมชาติที่ลดน้อยลง และราคาที่เพิ่มขึ้นทุกที รวมทั้งความต้องการกุ้งก้ามกรามของตลาดทั้งภายในและภายนอกประเทศมีมาก จึงมีผู้หันมาเลี้ยงกุ้งก้ามกรามเป็นอาชีพกันมาก ในปี พ.ศ. 2517 การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในประเทศมีเพียง 26 ไร่ ในขณะที่การเลี้ยงกุ้งทะเลมีถึง 80,422 ไร่ ในปัจจุบันพื้นที่ซึ่งใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามได้ขยายเพิ่มมากขึ้นกว่า 3,000 (เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต 2523 : 563 - 569) ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามนั้นสิ่งที่สำคัญประการหนึ่งก็คือ พันธุ์กุ้งก้ามกราม ซึ่งจะได้จากการเพาะฟัก (culture) และลูกกุ้งในระหว่างเพาะฟักนี้มักจะมีอัตราการรอดต่ำ อีกทั้งต้นทุนในการผลิตสูง ชิค (Sick. 1975 : 309 - 318) ให้ข้อคิดว่าการเพิ่มประสิทธิภาพของการเลี้ยงอาจทำได้โดยเพิ่มอัตราการรอดและลดช่วงเวลาที่ใช้ในการคว่ำลง ด้วยวิธีการให้อาหารที่มีคุณภาพเหมาะสม

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์ที่เปื้อนเปลือกหุ้มอยู่ภายนอกลำตัว เช่นเดียวกับแมลง ดังนั้นเมื่อกุ้งเจริญเติบโตเต็มที่ในระยะเวลาหนึ่งแล้วจึงจำเป็นต้องลอกคราบ เพื่อเพิ่มขนาดของตัวให้ใหญ่ขึ้น ดังนั้นการลอกคราบจึงเป็นการบอกถึงการเจริญเติบโตของกุ้งได้ (ธีระ เล็กชลยุทธ 2518 : 73

อ้างอิงมาจาก Dall. 1965) ขบวนการลอกคราบเพื่อเพิ่มขนาดของสัตว์พวกครัสตาเซียน และแมลงนี้อยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมน (Meglitsch. 1965 : 680) เรียกว่า ฮอร์โมนลอกคราบ (molting hormone) หรือ เอคไดโซน (ecdysone) ซึ่งเป็นฮอร์โมน ที่จำเป็นต่อขบวนการลอกคราบ (Novak. 1969 : 439 - 450) ฮอร์โมนลอกคราบ เป็นสารพวกสเตอรอยด์ (steroid) พบอยู่ในสัตว์เป็นปริมาณที่น้อยมากประมาณ $10^{-5} - 10^{-9}$ เปอร์เซ็นต์ของสารตั้งต้น (น้ำหนักแห้ง) มีผู้พบว่าในพืชก็มีฮอร์โมนซึ่งช่วยในการลอกคราบอยู่ด้วย และมีปริมาณค่อนข้างสูง บางครั้งพบว่ามีปริมาณสูงถึง 1 เปอร์เซ็นต์ของสารตั้งต้น (น้ำหนักแห้ง) (Burdette. 1974 : 185 - 186) ดังนั้นพืชจึงเป็นแหล่งที่สำคัญของฮอร์โมนลอกคราบ

การศึกษาการลอกคราบและการเจริญเติบโตในสัตว์พวกอาร์โทรพอด (Arthropod) โดยผลของฮอร์โมนลอกคราบนั้น ส่วนใหญ่จะจะเป็นการฉีดสารนี้เข้าไปในสัตว์ทดลอง แต่การ ใช้ผสมในอาหารยังไม่มีผู้ศึกษามากนัก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกุ้งก้ามกราม ยังไม่เคยมีใคร ศึกษามาก่อน ผู้วิจัยจึงเห็นว่าการได้นำฮอร์โมนลอกคราบซึ่งแยกได้จากวัตถุดิบซึ่งมีอยู่ในประเทศ คือต้นไช้เน่า มาใช้ผสมอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น ซึ่งเป็นสายพันธุ์ ซึ่งเป็นสายพันธุ์ของไทย น่าจะเป็นประโยชน์ในด้านวิชาการและเศรษฐกิจ ซึ่งหากการทดลอง ได้ผลแล้วอาจนำไปสู่การเพิ่มผลผลิตกุ้งซึ่งเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจของประเทศต่อไปในอนาคต

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อศึกษาผลของฮอร์โมนลอกคราบต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของ กุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและวัยรุ่น
2. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp กับอาหารสูตร MpH และ อาร์ทีเมีย
3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ กับอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

1. ทำให้รู้วิธีการทดสอบและวิเคราะห์หาปริมาณของฮอร์โมนลอกคราบได้โดยวิธีทางชีวภาพ
2. ผลการทดลองทำให้ทราบว่าฮอร์โมนลอกคราบมีอิทธิพลมากน้อยเพียงใดต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดของกิ้งก่ามกราคมวัยอ่อนและวัยรุ่น
3. ผลการทดลองครั้งนี้อาจใช้เป็นแนวทางในการแนะนำให้มีการนำเอาฮอร์โมนลอกคราบไปใช้เลี้ยงกิ้งก่ามกราคมทางอุตสาหกรรม
4. ผลจากการทดลองอาจใช้เป็นแนวทางในการศึกษานำฮอร์โมนลอกคราบไปใช้กับกิ้งก่าชนิดอื่น ๆ รวมไปถึงสัตว์ที่อยู่ในพวกอาร์โธรพอดอื่น ๆ ด้วย

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

1. กิ้งก่ามกราคมที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นกิ้งก่ามกราคมที่อยู่ในวัยอ่อน และ วัยรุ่น (ใช้กิ้งก่าหลังจากคว่ำแล้ว 1 - 2 สัปดาห์)
2. ในการทดลองครั้งนี้จะเลี้ยงกิ้งก่ามกราคมวัยรุ่น 2 เดือน
3. ระบบที่ใช้เลี้ยงกิ้งก่ามกราคมวัยอ่อนและวัยรุ่นจะเป็นแบบระบบน้ำที่หมุนเวียนปิดๆ
4. ฮอร์โมนลอกคราบที่ใช้ในการทดลองเลี้ยงกิ้งก่ามกราคมครั้งนี้ คือ เอคดิสเตอโรน (ecdysterone) ที่สกัดจากเปลือกของต้นไข่เน่า (*Vitex glabrata*) และใช้ความเข้มข้นเดียวคือ 2.3 มิลลิกรัมใน 100 มิลลิกรัมน้ำหนักอาหาร
5. ใช้หนอนแมลงวันบ้าน (*Musca domestica* L.) ในการทดสอบฮอร์โมนลอกคราบ

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. กิ้งก่ามกราคมวัยอ่อน (larvae) หมายถึงกิ้งก่ามกราคมที่มีระยะการเจริญตั้งแต่ฟักออกจากไข่จนถึงระยะที่กิ้งก่าคว่ำหมด
2. กิ้งก่ามกราคมวัยรุ่น (postlarvae) หมายถึงระยะการเจริญของกิ้งก่าหลังจากผ่านพ้นวัยอ่อนแล้ว

3. สารละลายมาตรฐาน (standard solution) หมายถึงสารละลายที่ทราบความเข้มข้นที่แน่นอนของเบต้า - เอคโตโซน

4. ฮอร์โมนลอกกราบ หมายถึง ฮอร์โมนที่เมื่อฉีดเข้าไปในหนอนแมลงวันแล้วสามารถกระตุ้นให้หนอนแมลงวัยเข้าสู่ดักแด้ได้เร็วกว่าปกติ

5. อาหารสูตร Mp หมายถึงอาหารสูตรมาตรฐานที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้

6. อาหารสูตร MpH หมายถึงอาหารสูตร Mp ที่มีเอคโตสเทอโรนผสมอยู่ 2.3 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

ต้นไข่เน่า

ต้นไข่เน่า มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า Vitex glabrata เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง มีสีเขียวเข้ม ก้านหนึ่งมีใบย่อย 5 ใบ เป็นใบใหญ่ 3 ใบ ดอกเล็กเป็นช่อสีแดงเรื่อ ๆ คล้ายดอกมะเฟือง ผลกลมโตขนาดผลพุทรา เมื่อสุกมีสีดำ มีรสหวานและคาวน้อย ๆ รับประทานได้ ใบโตขนาดใบลุ่มบก มีขึ้นตามพื้นที่ลุ่มต่ำ ริมแม่น้ำลำคลอง และตามป่าราบทั่วไป และมีปลูกกันบ้างตามบ้านและเรือกสวน ประโยชน์ทางยาตามสรรพคุณโบราณกล่าวว่า เปลือกต้นรสหวานขม แก้พิษตานทราย แก้อุจจาระเป็นฟอง เหม็นเปรี้ยว แก้ท้องเสีย แก้กามขะโมย ขับไล่เดือนในท้อง รากแก้ท้องร่วง เจริญอาหาร

ชื่อที่เรียกกันในประเทศไทย ไข่เน่า (ไทยภาคกลาง) กะมอบ พยาฆ่าด้าม ไข่เน่าต้นกะมอย (ราชบุรี) คำมอกน้อย (พิจิตร) คมหวาน ฝรั่งโคก (นครราชสีมา ปราจีนบุรี) (เสงี่ยม พงษ์บุญรอด 2508 : 596)

การจำแนกและลักษณะภายนอกของกุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกราม กุ้งนาง หรือที่รู้จักกันดีอีกชื่อหนึ่งว่ากุ้งหลวง เป็นกุ้งน้ำจืดที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเมื่อโตเต็มที่จะมีความยาวประมาณ 1 ฟุต และมีน้ำหนักโดยเฉลี่ยถึงครึ่งกิโลกรัม โดยการจำแนกอันดับกุ้งก้ามกราม ได้ดังนี้

Phylum Arthropoda

Class Crustacea

Order Decapoda

Family Palaemonidae

Genus Macrobrachium

Species rosenbergii

Scientific name Macrobrachium rosenbergii de Man

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำจืดจำพวกไม่มีกระดูกสันหลัง มีลักษณะลำตัวเป็นปล้องและข้อรวมกันประมาณ 19 ปล้อง ลำตัวของกุ้งก้ามกรามแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนลำตัว หรือส่วนท้อง ส่วนหัวและส่วนอกติดกัน มีเปลือกแข็งคลุม ส่วนนี้เรียกว่า "คาราเปส" (carapace) ส่วนหน้ามีหนาม (spine) คู่ คือ แอนทิแนล สไปน (antenal spine) คู่ และ เฮพาทิค สไปน (hepatic spine) คู่ ส่วนหน้าสุดมีส่วนยื่นออกไปข้างหน้าเรียก "กริ" (rostrum) มีลักษณะแบนทางด้านข้าง ยาว เรียว โคนกริหนาและหนูน ตรงกลางกริจะโค้งและแอ่นลง ส่วนปลายงอนขึ้น ด้านบนและด้านล่างของกริจะมีรอยหยักคล้ายฟันเลื่อย ตากุ้งเป็นแบบทารวมและยื่นออกมา บริเวณกระเพาะอาหารอยู่ตรงกลางทางด้านบนของคาราเปส บริเวณด้านบนอยู่ทางส่วนหน้าบริเวณด้านข้างของคาราเปส ส่วนลำตัวหรือส่วนท้อง (abdomen) แบ่งออกเป็น 6 ปล้อง มีแผ่นของเปลือกแข็งคลุมอยู่ เป็นสารพวกไคติน

ระยางค์ของกุ้งก้ามกรามประกอบด้วยระยางค์ส่วนหัว ระยางค์ส่วนอก และ ระยางค์ส่วนท้อง ระยางค์ส่วนหัวมีระยางค์หนวด 2 คู่ มีหน้าที่ในการสัมผัสและดมกลิ่น และ จับถ่าย ระยางค์ที่สามเป็น "เขี้ยว" ใช้กัดกิน ระยางค์ที่สี่ และ ห้า ช่วยในการเคี้ยวอาหาร (ฟันและกราม) ระยางค์ส่วนอกสามคู่แรกช่วยในการกินอาหาร คู่ที่สี่เป็นระยางค์ช่วยในการกินอาหาร เช่นเดียวกัน แต่ใหญ่กว่า สำหรับคู่ที่ห้า ใหญ่ที่สุด เห็นได้ชัด มีสีน้ำเงิน ใช้ในการป้องกันตัวจับอาหาร ลำเหยื่อ และผสมพันธุ์ (กอดรัดตัวเมีย) สำหรับระยางค์คู่ที่ หก เจ็ด และ แปด เป็นขาเดิน (peripod) ระยางค์ส่วนท้องมีห้าคู่ ใช้ในการว่ายน้ำ เรียกพลีโอพอดส์ (pleopods) ระยางค์ว่ายน้ำคู่แรกของเพศเมียมีขนละเอียดเห็นได้ชัดเฉพาะฤดูวางไข่ ช่องสืบพันธุ์ (genital pore) ของเพศผู้อยู่ที่โคนขาเดินคู่ที่ห้า ช่องสืบพันธุ์ของเพศเมียอยู่ที่โคนขาเดินคู่ที่สาม

แหล่งที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจาย

กุ้งก้ามกรามมีอยู่กระจัดกระจายทั่วไปในภูมิภาคแถบอินโด แปซิฟิก ซึ่งประกอบด้วย พม่า ไทย มาเลเซีย เขมร เวียดนาม อินโดนีเซีย และ ฟิลิปปินส์ กุ้งก้ามกรามส่วนมากจะอยู่ในแม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบซึ่งมีทางติดต่อกับแม่น้ำใหญ่ไหลออกสู่ทะเล สำหรับในประเทศไทยกุ้งก้ามกรามมีแพร่กระจายอยู่เกือบทั่วทุกภาค และมีชุมชมมากทางภาคกลางโดยเฉพาะ

จังหวัดที่อยู่ริมฝั่งแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และ แม่น้ำบางปะกง ซึ่งได้แก่จังหวัดอยุธยา ปทุมธานี นนทบุรี สมุทรสงคราม สมุทรปราการ ราชบุรี สุพรรณบุรี เป็นต้น นอกจากนี้ยังพบทางภาคใต้ ซึ่งมีชุกชุมมากในทะเลสาบสงขลา (โพธิ์โรจน์ พรหมานนท์ และ ทรงชัย สหวัชรินทร์ 2523 : 1)

การแพร่กระจายของกุ้งก้ามกราม พบทั้งในน้ำจืดและน้ำกร่อย ปกติอาศัยในน้ำจืด เมื่อกุ้งโตเต็มที่จะอพยพย้ายถิ่นลงไปยังปากแม่น้ำ ซึ่งเป็นบริเวณน้ำกร่อย และทำการผสมพันธุ์วางไข่ ไข่ที่ผสมแล้วจะฟักเป็นตัว กุ้งก้ามกรามวัยอ่อนจะอาศัยอยู่ในบริเวณน้ำกร่อยนี้จนกระทั่งโตเป็นกุ้งวัยรุ่น แล้วจึงเริ่มอพยพย้ายถิ่นไปยังบริเวณต้นน้ำอีกครั้ง

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำที่ต้องการออกซิเจนค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงมักอาศัยอยู่ตามแม่น้ำที่น้ำไหล ถ้าเป็นน้ำนิ่งน้ำนั้นต้องใสสะอาด กุ้งชอบชุกอยู่ตามทลิ่งหิน หรือรากพรรณไม้น้ำ เชือกกันน้ำ เสาไม้ กรำ หรือตามแหล่งที่พอจะหลบซ่อนศัตรูได้ ปกติเวลากลางวันจะชุกตัวอยู่ตามแหล่งดังกล่าว (ประสิทธิ์ เกษสัญชัย และ วิโรจน์ สุขสุชีพ 2514 : 81 - 83)

อุปนิสัยและการกินอาหาร

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร มีการกินอาหารแบบอ้อมนิฟโอรซ (omnivorous) และมีนิสัยกินอาหารเร็วและไม่เลือกชนิด นอกจากกินอาหารแบบอ้อมนิฟโอรซแล้วยังมีนิสัยการกินแบบสคาเอนเจอร์ (scavenger) อีกอย่างหนึ่งด้วย อย่างไรก็ตามในเวลาที่มีอาหารมาก ๆ และไม่สามารถหาอาหารอื่นกินได้ มันก็จะกินพวกเดียวกันเองเป็นอาหาร (cannibalism) (Ling and Merican. 1961 : 55 - 60)

ชูชาติ ชัยรัตน์ และ ประวิทย์ อินทร์โชติ (ชูชาติ ชัยรัตน์ และ ประวิทย์ อินทร์โชติ 2515 : 185 - 202X) ได้ศึกษากระเพาะอาหารของกุ้งก้ามกรามพบว่าเปอร์เซ็นต์ของอาหารที่มันกินเป็นลำดับดังนี้คือ ครัสตาเซียน ปลา หอย พืชน้ำ พอลลิชีทส (polychaetes) และตัวอ่อนของแมลง

ประสิทธิ์ เกษสัญชัย และ วิโรจน์ สุขสุชีพ (ประสิทธิ์ เกษสัญชัย และ วิโรจน์ สุขสุชีพ 2514 : 121 - 124) สามารถเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนทุกชั้นจนเป็นกุ้งวัยรุ่นโดยใช้ไรแดงน้ำจืด (*Moina macrocopa strans*)

ซิค และ บีทีย์ (Sick and Beaty. 1974 : 74 - 75) พบว่าการเลี้ยงตัวอ่อนของกุ้งก้ามกรามจนถึงกุ้งหลังคว่ำ (postlarvae) สามารถเลี้ยงด้วยอาหารที่ทำสำเร็จรูปโดยไม่ต้องใช้อาหารที่มีชีวิตได้ แต่อัตราการรอดจะต่ำ และมีช่วงของการเจริญเติบโตยาวกว่าเลี้ยงด้วยอาหารที่มีชีวิต พบว่าการเลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย (*Artemia salina nauplii*) จะให้ประสิทธิภาพของการเจริญเติบโตสูงที่สุด

อาหารของกุ้ง

เชลเซอร์ และ แกลเลเกอร์ (เพียร์ศิริ ปิยะธีรศิริวารกุล 2524 : 8 อ้างอิงมาจาก Shleser and Gallagher. 1974) เสนอแนะว่าอาหารที่สำคัญสำหรับเลี้ยงกุ้ง ควรมีคุณสมบัติเหล่านี้คือ

1. มีสารอาหารที่จำเป็นครบถ้วน
2. ทำให้การเจริญเติบโตรวดเร็วขึ้น
3. ราคาถูก
4. สามารถผลิตในระดับอุตสาหกรรมได้

นิว (New. 1976 : 1101 - 1144) รายงานว่าอาหารผสมที่นิยมใช้เลี้ยงกุ้งในปัจจุบันมีหลายลักษณะคือ แป้ง (pastes) เจล (gel) เป็นเม็ดแห้ง (dry pellets) เป็นแผ่นบาง (flakes) เป็นแคปซูล (capsules) และเป็นเส้นยาว (spagetti) และจำเป็นต้องใส่สารช่วยให้อาหารจับกันแน่นขึ้น เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของการทนน้ำ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่สำคัญของอาหารกุ้ง เพราะอุปนิสัยการกินอาหารเป็นพัก ๆ ของกุ้ง จะทำให้เกิดการสูญเสียอาหารไปได้มาก นอกจากนั้นเขายังรายงานว่าอาหารที่มีความชื้น จะมีประสิทธิภาพมากกว่าอาหารที่มีลักษณะแห้ง ทั้งนี้เพราะอาหารชื้นจะย่อยและบดได้ง่ายกว่า ขบวนการผลิตอาหารแห้งมักทำให้ส่วนประกอบของอาหารที่ระเหยง่ายถูกทำลายไป

โจเซฟ และ วิลเลียม (Joseph and Williams. 1975 : 6) พบว่าปริมาณของไขมันในรังไข่ของกุ้งก้ามกรามเมื่อเลี้ยงด้วยอาหารที่มีระดับไขมันต่างกัน ไม่มีความแตกต่างกัน นิว (New. 1976 : 101 - 144) กล่าวว่ากุ้งมีความต้องการไขมันจากอาหารไม่มากนัก และระดับไขมันที่เหมาะสมในอาหารกุ้งควรอยู่ในระดับ 5 - 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

กาโกเซียน และคนอื่น ๆ (Gagosian and others. 1974 : 723 - 724)
พบว่าครัสตาเซียนใช้โคเลสเตอรอลเป็นพรีเคอร์เซอร์ (precursor) ของเอคโดโซน

โคเลสเตอรอลปกติเป็นพรีเคอร์เซอร์ของสเตอรอยด์ และ ฮอร์โมนที่ใช้ในการลอกคราบ
(เช่น เอคโดโซน) กุ้งดูดซึมโคเลสเตอรอลเข้าไปได้ในลักษณะเดียวกับอาหาร อาหารพื้นฐาน
ที่ประกอบด้วยโคเลสเตอรอล 0.5 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเสริมด้วยอินโคสเตโรน (inokosterone)
ไซแอสเตโรน (cyasterone) หรือ เอคโดโซน ที่สกัดได้จากพืช จะมีผลทำให้เพิ่มความถี่ของ
การลอกคราบ การเพิ่มไซแอสเตโรน 2.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ทำให้ความถี่การลอกคราบเพิ่ม
มากที่สุด พบว่าอาหารทุกชนิดที่มีเอคโดโซนน้อยทำให้อัตราการเจริญของกุ้งต่ำ เนื่องจากกุ้ง
ไม่สามารถสังเคราะห์สเตอรอลจากอะซีเตท (เพียร์ศรี ปิยะธีรธิตวรกุล 2524 : 18
อ้างอิงมาจาก Kanazawa and others. 1972 : 494)

บาลาส และคนอื่น ๆ (Balazs and others. 1973 : 369 - 377) รายงานว่า
ระดับโปรตีนที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามมีค่าประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ และพบว่า
แหล่งโปรตีนผสมระหว่างถั่วเหลือง ปลาป่น และกุ้งป่น จะให้ผลดีกว่าแหล่งโปรตีนจากถั่วเหลือง
อย่างเดียว หรือถั่วเหลืองและปลาป่นผสมกัน

บาลาส และ โรสส์ (Balazs and Ross. 1976 : 299 - 310) สรุปว่า
อาหารกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นควรมีระดับโปรตีนประมาณ 35 เปอร์เซ็นต์ แต่ถั่วเลี้ยงด้วยอาหาร
ที่มีอะมิโน แอซิด สมดุลย์ ระดับโปรตีนในอาหารอาจลดลงต่ำกว่านี้ได้

การเจริญเติบโตและการลอกคราบ

กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์ที่มีโครงร่างอยู่ภายนอกลำตัว คือ มีเปลือกหุ้มห่อป้องกันตัว
เป็นสารประกอบพวกแคลเซียมและไคติน เมื่อถึงเจริญเติบโตเต็มที่ในระยะหนึ่งแล้วก็จะลอกคราบ
เพื่อเป็นการเพิ่มขนาดของตัวให้ใหญ่ขึ้น ฉะนั้นการลอกคราบจึงเป็นการบอกถึงการเจริญเติบโต
ของกุ้งได้ (ธีระ เล็กชลยุทธ 2518 : 73 อ้างอิงมาจาก Dall. 1965)

การลอกคราบซึ่งเป็นขบวนการเจริญเติบโตของพวกครัสเตเชียนั้นมีอยู่ 4 ลำดับขั้น คือ
ขั้นที่ ๑ เรียก โปรเอคโดซิส (proecdysis) เป็นระยะที่โครงร่างแข็ง ภายนอกของสัตว์เริ่ม
เคลื่อนออก ในขณะที่ภายในแคลเซียมในเลือดจะเพิ่มมากขึ้น และถูกนำมาสร้างเป็นโครงร่าง

ภายนอกอันใหม่ โครงร่างภายนอกอันใหม่นี้จะอยู่ใต้โครงร่างภายนอกอันเก่า ชั้นที่ 2 เรียก
 เอกโตซิส (ecdysis) เป็นระยะที่โครงร่างภายนอกอันเก่าถูกสัดอย่างแท้จริง และสัตว์จะ
 พองตัวขึ้น เนื่องจากดื่มน้ำเข้าไปมาก ชั้นที่ 3 เรียก เมทาเอกโตซิส (metaecdysis) เป็นระยะ
 ที่โครงร่างภายนอกอันใหม่เริ่มแข็งตัว ระยะสุดท้ายเป็นระยะอินเทอโมลต์ (intermoult)
 สัตว์จะมีสภาพเหมือนธรรมดา มีเปลือกแข็ง ขบวนการลอกคราบเพื่อเพิ่มขนาดของสัตว์พวก
 ครัสตาเซียนี้ถูกควบคุมโดยฮอร์โมนที่มาจากต่อมต่าง ๆ ภายในร่างกาย (วิเชียร สาคเรศ
 2521 : 86 อ้างอิงมาจาก Green. 1961)

ซตีเฟน (Stephen. 1955 : 235 - 241) ได้ศึกษาการลอกคราบของกุ้งน้ำจืด
Cambarus sp. พบว่ากุ้งที่อยู่ในที่มีดลเวลาจะไม่ลอกคราบ

สุจิตต์ ภิญโญยิ่ง และ ประสิทธิ์ เอกจุ (สุจิตต์ ภิญโญยิ่ง และ ประสิทธิ์ เอกจุ
 2505 : 115 - 121) กล่าวว่าก่อนที่จะลอกคราบจะเกิดการลอกคราบ 1 - 2 วัน มันจะ
 แสดงลักษณะที่สังเกตได้ เช่น เบื่ออาหาร เลื่อยขา คามีสีขุ่นมัว มีการเปลี่ยนสีของเปลือกเป็นสี
 เหลืองปนสีน้ำตาล และด้านบนของกรังจะมีร่องของคราบใหม่เกิดขึ้นภายใน ลิง (Ling. 1969 :
 589 - 606) กล่าวว่า การลอกคราบของกุ้งก้ามกรามแต่ละครั้งจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ปกติ
 จะใช้เวลาลอกคราบอย่างสมบูรณ์ไม่เกิน 10 นาที และถ้าการลอกคราบที่เกิดขึ้นใช้เวลานาน
 มักพบว่ามันจะลอกคราบไม่สำเร็จ และตายในที่สุด โดยทั่ว ๆ ไปการลอกคราบของกุ้งก้ามกราม
 จะเริ่มด้วยการงอตัวและเบ่งอย่างแรง เพื่อเพิ่มความดันภายในตัว ความดันภายในที่เพิ่มขึ้นนี้จะค่อย ๆ
 เปิดเยื่อชั้นระหว่างคาราเปสและส่วนท้องทางด้านหลังออก แล้วกุ้งจะงอตัวมากขึ้นอีก จนเป็นรูป
 ตัวยู และคันตัวของมันออกไปจากคราบเก่า เมื่อร่างกายนส่วนใหญ่หลุดออกจากคราบเก่าแล้ว
 มันจะสับตัวเพื่อให้ส่วนของระยางค์หลุดออกจากคราบเก่า และทำให้เกิดการแตกตามความยาว
 ของระยางค์ใหญ่ ๆ การลอกคราบที่เกิดสมบูรณ์ทุกครั้งจะมีการงอกของระยางค์ส่วนที่หายก. ขึ้นคืนมา
 และหลังจากการลอกคราบใหม่ ๆ กุ้งจะไม่สามารถช่วยตัวเองได้ และมี เป็นช่วงเวลาที่ยับยั้งที่สุด
 ถ้าศัตรูของมันมาพบเข้า

การพัฒนาของลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

กุ้งก้ามกรามวัยอ่อนทุกชั้นจะสามารถว่ายน้ำได้ในลักษณะเช่นเดียวกับแพลงก์ตอน และมีนิสัยชอบเคลื่อนที่เข้าหาแสง อย่างไรก็ตามก็สังเกตเห็นสว่างเกินไป เช่น แสงโดยตรงจากดวงอาทิตย์ มันก็จะเคลื่อนที่หนีแสง การเคลื่อนที่ของกุ้งวัยอ่อนปกติจะว่ายน้ำเคลื่อนไปทางส่วนหาง และหางต้องขึ้นข้างบน ตัวอยู่ต่ำกว่าหางเป็นมุมเฉียง (Ling. 1969 : 589 - 606)

กุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เพิ่งฟักออกเป็นตัว ปกติมักลอยติดอยู่บนผิวน้ำและเมื่อจมนลงในน้ำ ก็จะว่ายน้ำเป็นกลุ่ม ๆ จนมีอายุได้ประมาณ 10 วัน ลักษณะการรวมกลุ่มนี้จึงค่อย ๆ หายไป Ling และ เมริเคน (Ling and Merican. 1961 : 55 - 60) พบว่ากุ้งก้ามกรามวัยอ่อนนี้ ต้องอาศัยอยู่ในน้ำกร่อยเท่านั้น เขากล่าวว่าตัวอ่อนของกุ้งก้ามกรามที่ฟักเป็นตัวในน้ำจืดสนิทจะต้องตายภายใน 4 - 5 วันเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากกุ้งไม่สามารถลอกคราบเพื่อการเจริญเติบโต เป็นตัวอ่อนในขั้นต่อไป ทรงชัย สหวัชรินทร์ และ ไพโรจน์ พรหมานนท์ (ทรงชัย สหวัชรินทร์ และไพโรจน์ พรหมานนท์ 2513 : 35 - 44) พบว่ากุ้งก้ามกรามวัยอ่อนสามารถเจริญเติบโต ในน้ำที่มีความเค็มเพียง 5 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แซนด์เฟอร์ และคนอื่น ๆ (Sandifer and others. 1975 : 103 - 114) แนะนำว่าการเลี้ยงกุ้งชนิดนี้ไม่ควรใช้ความเค็มสูงกว่า 20 เปอร์เซ็นต์

Ling (Ling. 1969 : 589 - 606) กล่าวว่าวิวัฒนาการของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ตั้งแต่ฟักออกเป็นตัวถึงระยะว่าเป็นโพลลารี จะมีการลอกคราบ 11 ครั้ง แต่มีเพียง 8 ขั้น (larval stages) เท่านั้นที่แสดงความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

Ling (Ling. 1977 : 8 - 9) ให้ความสนใจเกี่ยวกับกุ้งก้ามกราม และสามารถเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามได้เป็นครั้งแรก ในปี ค.ศ. 1961 โดยทำการทดลองเลี้ยงตัวอ่อนของกุ้งชนิดนี้อยู่เป็นเวลานาน จนกระทั่งประสบความสำเร็จ หลังจากนั้นการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกราม จึงเริ่มขึ้น และได้แพร่ขยายไปสู่บริเวณต่าง ๆ ของโลก เช่น เอเชีย อเมริกา ยุโรป เป็นต้น

การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในปัจจุบันนี้ใช้กันอยู่ 2 ระบบ คือ ระบบการเลี้ยงที่มีการเปลี่ยนน้ำใหม่แทนน้ำเก่าบางส่วน (static water system) เป็นระบบที่มีผู้ใช้ศึกษาการเพาะเลี้ยงกันอย่างแพร่หลาย อีกระบบหนึ่งคือระบบการเลี้ยงแบบน้ำหมุนเวียนปิด (closed recirculating water system) เป็นระบบที่ได้รับความสนใจกันมากในระยะหลัง (เพียรศิริ ปิยะธีรธิตวารกุล 2524 : 4)

อดิสุกรีโน และ พูร์โนโม (Adisulresno and Purnomo. 1977 : 55 - 67) กล่าวถึงปัญหาที่อาจเกิดแก่การเพาะกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนว่าส่วนใหญ่ได้แก่ การขาดแคลนอาหาร คุณภาพของน้ำ บุคคลากร และปัญหาการกินกันเอง

ฟอสเตอร์ และ เบิร์ด (Forster and Beardon 1974 : 355) รายงานผลการทดลองเลี้ยงกุ้ง 9 ชนิดด้วยความหนาแน่น 25 - 115 ตัวต่อตาราง เมตร พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยความหนาแน่นต่ำมีภาพเจริญและอัตราการรอดดีที่สุด เมเนสเวต และ ปิยะธีรธิตวารกุล (Menasveta and Piyatiratitivorakul. 1980 : 239 - 249) สรุปว่าความหนาแน่นที่ดีที่สุดในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนไม่ควรเกิน 20 ตัวต่อลิตร ซึ่งมีผลใกล้เคียงกับรายงานที่ศึกษาในประเทศฟิลิปปินส์

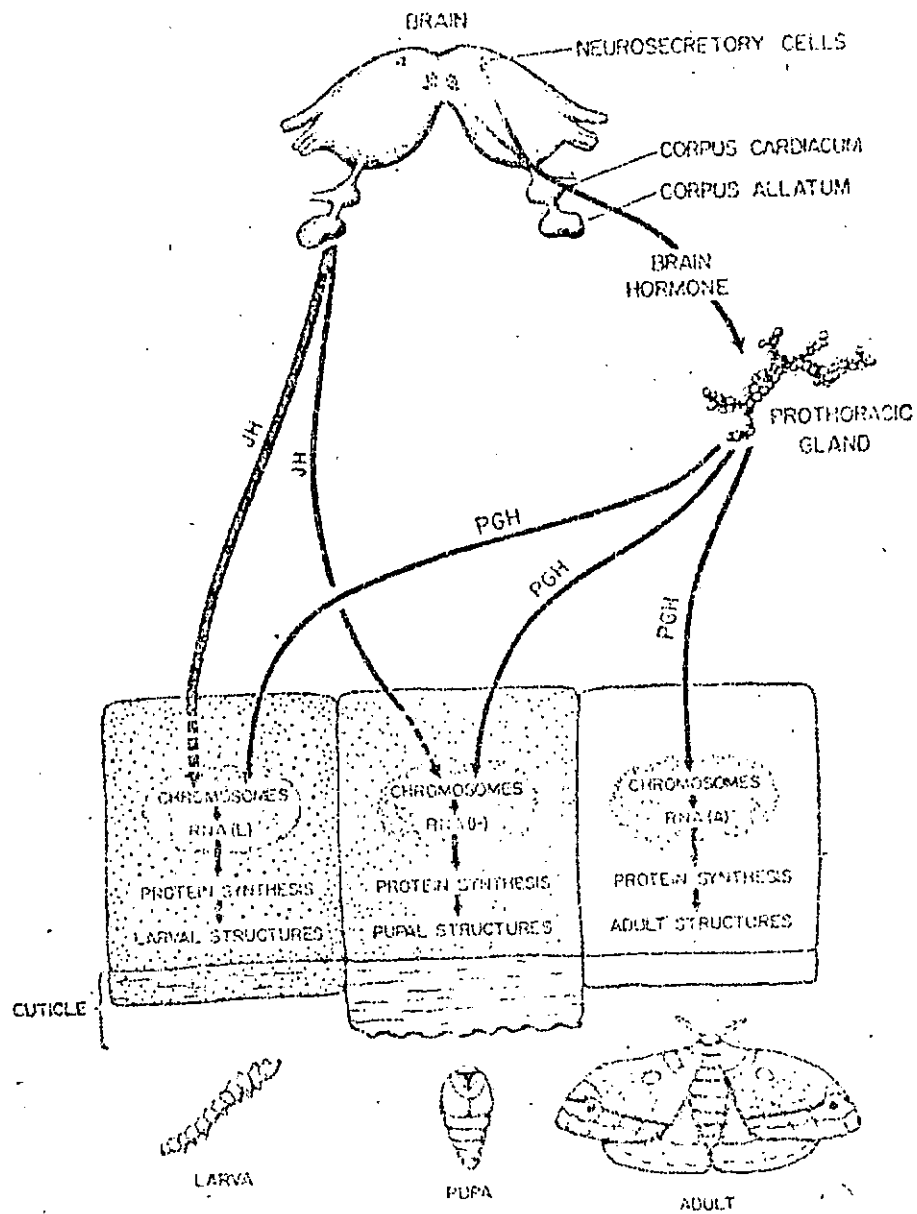
การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น

ลิง (Ling. 1969 : 589 - 606) กล่าวว่า การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น ที่เพิ่มคว่ำเพื่อให้ได้ขนาดปล่อยลงเลี้ยงในบ่อดิน เป็นสิ่งจำเป็นและเป็นประโยชน์แก่การให้อาหาร การประเมินผลผลิต และการปล่อยกุ้งวัยรุ่นครั้งต่อไป เขากล่าวว่ากุ้งวัยรุ่นขนาด 2.5 เซนติเมตร สำหรับปล่อยบ่อใหญ่ นั้นสามารถเลี้ยงได้ในเวลา 1 เดือนเท่านั้น ในน้ำที่มีคุณภาพดี และอาหารเหมาะสม

การอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น สามารถเลี้ยงได้ในบ่อซีเมนต์ บ่อดิน และบ่อน้ำระบบหมุนเวียนที่มีการป้องกันไม่ให้ศัตรูของมันลงไปบ่อได้ ลิง และ คอสเทลโล (Ling and Costello. 1976) แนะนำว่าบ่ออนุบาลควรมีความลึกระหว่าง 0.3 - 0.5 เมตร และควรเลี้ยงในอัตราส่วนประมาณ 100 - 200 ตัวต่อตารางเมตร

การลอกคราบและการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง

การลอกคราบและการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) ในแมลงนั้นเป็นที่ทราบกันดีว่าถูกควบคุมโดยฮอร์โมน 3 ชนิด ที่มาจากต่อมเอนโดไครน์ (endocrine gland) ได้แก่ นิวโรฮอร์โมน (neurohormone) ถูกผลิตโดยนิวโรซีเครตโทรี เซล (neurosecretory cell) ในสมอง เอคไคโชน หรือ ฮอร์โมนลอกคราบ หรือ โปรโธราสติก แกรนด์ ฮอร์โมน (prothoracic gland hormone) ถูกขับโดยต่อมโปรโธราสติก และจูวีไนล์ฮอร์โมน (juvenile hormone) มาจากครอโฟรา อัลลาตา (corpora allata) (Turner. 1966 : 55 - 59) นิวโรฮอร์โมนเป็นตัวการให้ต่อมโปรโธราสติกปล่อยเอคไคโชนเพื่อการเริ่มต้นขบวนการลอกคราบ (initiate molting) อย่างไรก็ตามผลของเอคไคโชนนี้จะขึ้นอยู่กับจูวีไนล์ฮอร์โมนด้วย กล่าวคือ ถ้าจูวีไนล์ฮอร์โมนมีปริมาณมากมันก็จะเป็นการลอกคราบของวัยอ่อน (larval molt) หรือถ้าขาดจูวีไนล์ฮอร์โมนมันก็จะเข้าสู่ดักแด้ (pupa or imaginal molt) ชไนเดอร์แมน และ กิลเบิร์ต (Schneiderman and Gilbert. 1964 : 325 - 333) ได้ทำการทดลองให้เห็นว่าการแสดงออกของฮอร์โมนทั้ง 3 ชนิดใน *Cecropia silkworm* แสดงดังภาพประกอบ 1 ซึ่งจะเห็นได้ว่า โปรโธราสติก แกรนด์ ฮอร์โมน หรือ เอคไคโชนนั้นเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตทุกระยะตั้งแต่เป็นตัวหนอน (larvae) ดักแด้ (pupa) จนถึงตัวเต็มวัย (adult)



ภาพประกอบ 1 การแสดงออกของฮอร์โมนจากอวัยวะไร้ท่อต่อแมลง

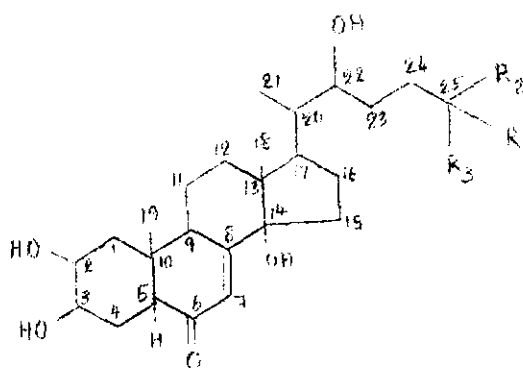
Cecropia silkworm

สำหรับในคริสตาเซียนนั้น การลอกคราบจะเกิดขึ้นเป็นระยะ ๆ เพื่อเพิ่มขนาดของร่างกาย ตัวอ่อนจะลอกคราบประมาณทุก ๆ 2 อาทิตย์ ส่วนตัวเต็มวัยมักจะลอกคราบปีละ 2 ครั้ง คือในปลายฤดูใบไม้ผลิครั้งหนึ่ง และในฤดูร้อนอีกครั้งหนึ่ง จากการทดลองพบว่าฮอร์โมนที่ผลิตโดยเอ็กซ์-ออร์แกน (X-organ) จะห้ามการลอกคราบ ดังนั้นหน้าที่ของมันจึงมีต่อเนื่องกันเป็นระยะ ๆ ส่วนฮอร์โมนที่ผลิตจากวาย-ออร์แกน (Y-organ) จะกระตุ้นให้เกิดการลอกคราบขึ้น (ธวัช รักศิลป์ 2520 : 141)

กาเบ ได้แสดงให้เห็นว่าการลอกคราบในคริสตาเซียนนั้นเริ่มขึ้นโดยฮอร์โมนที่ผลิตโดยวาย-ออร์แกน ต่อมาคล้ายกับต่อมไทรอยด์ในแมลง (Passano. 1960 : 519)

ฮอร์โมนลอกคราบ

ฮอร์โมนลอกคราบ หรือ เอคไตโซน เป็นฮอร์โมนชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่กระตุ้นการลอกคราบ และการเปลี่ยนแปลงของตัวอ่อนของสัตว์พวกอาร์โทรพอด ฮอร์โมนลอกคราบมีหลายชนิด ซึ่งแบ่งเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ ได้แก่ ฮอร์โมนลอกคราบจากสัตว์ (zooeecdysones) และ ฮอร์โมนลอกคราบจากพืช (phytoecdysones) ฮอร์โมนทั้งสองพวกนี้เป็นสเตอรอยด์ฮอร์โมน ซึ่งมี tetracyclic nucleus และฮอร์โมนลอกคราบทุกชนิดจะมี O ที่ C - 22 ของ side chain และมักจะเป็น hydroxyl group (Siddall. 1970 : 289 - 306) โครงสร้างของฮอร์โมนลอกคราบโดยทั่วไป แสดงได้ดังภาพประกอบ 2

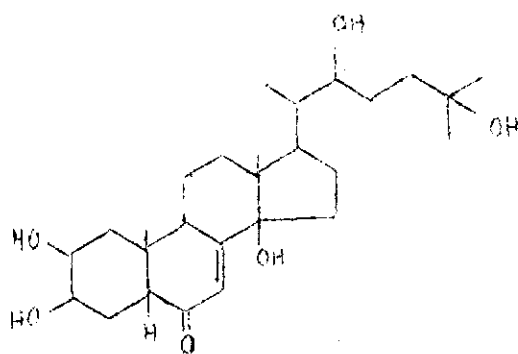


ภาพประกอบ 2 โครงสร้างของฮอร์โมนลอกคราบโดยทั่วไป

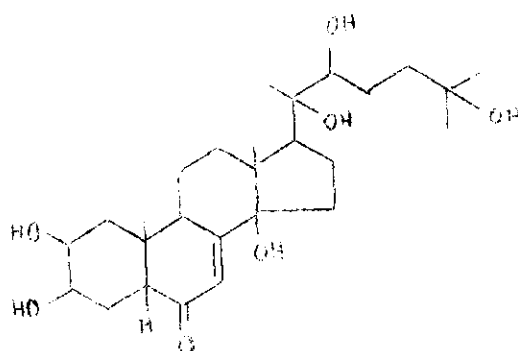
ฮอร์โมนลอกคราบจากสัตว์

การศึกษาฮอร์โมนลอกคราบจากสัตว์ได้มีการศึกษากันมานานแล้ว นับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1954 โดย บิวทีเนนธ์ และ คาร์ลสัน (Butenandt and Karlson) ได้ทำการแยกอัลฟา-เอคไดโซน (α -ecdysone) ซึ่งเป็นฮอร์โมนลอกคราบตัวแรกที่พบ ออกจากหูกัดของไหม (silkworm pupa, *Bombyx mori*) 500 กิโลกรัม จะได้ผลึกอัลฟา-เอคไดโซน 25 มิลลิกรัม มีจุดหลอมเหลว 235 - 237 °C. ต่อมาพบว่าส่วนที่สกัดจากหูกัดไหมนั้น นอกจากจะมีอัลฟา-เอคไดโซนแล้วยังมี เบต้า-เอคไดโซน (β -ecdysone) (Karlson. 1956 : 236 - 237)

ในปี ค.ศ. 1966 คาพลานิส และคนอื่น ๆ (Kaplanis and others. 1966 : 605) ได้แยกเอคไดโซนจากหูกัดของหนอนยาสูบ (tobacco hornworm pupa) ในช่วงอายุ ที่ต่างกัน พบว่าในช่วงที่หูกัดมีอายุ 6 - 8 วัน จะมีปริมาณเอคไดโซนมาก และทดสอบได้กับ หนอนแมลงวันบ้าน มีผลึกเอคไดโซน 2 ชนิดที่ถูกแยกมาจากหูกัดอายุ 7 วัน ซึ่งพบว่ามันสามารถ แสดงคุณสมบัติในการลอกคราบเมื่อทำการทดสอบโดยวิธี *Calliphora* test ได้ ฮอร์โมนตัวที่หนึ่ง พบว่าเป็นอัลฟา-เอคไดโซน เหมือนกับในหูกัดไหม ฮอร์โมนตัวที่สอง เบต้า-เอคไดโซน ซึ่งจะ คล้ายกับอัลฟา-เอคไดโซน แต่มีหมู่ไฮดรอกซีเพิ่มขึ้นที่ตำแหน่ง C - 20 และ polar กว่าอัลฟา-เอคไดโซน โครงสร้างของเอคไดโซนทั้งสองตัวนี้แสดงดังภาพประกอบ 3



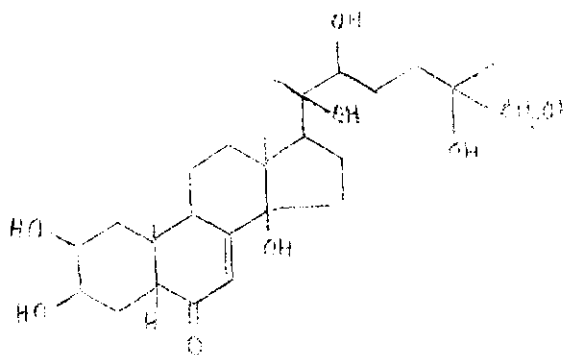
อัลฟา-เอคไดโซน



เบต้า-เอคไดโซน

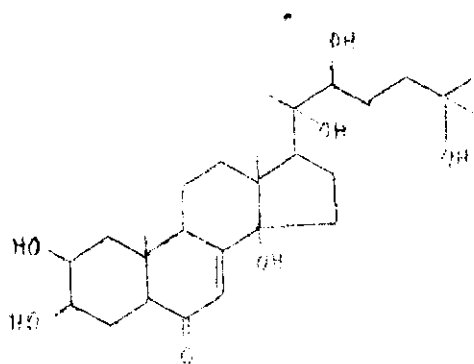
ภาพประกอบ 3 โครงสร้างของอัลฟา และ เบต้า-เอคไดโซน

ต่อมาทอมสัน และคนอื่น ๆ (Thomson and others. 1967 : 650 - 653) ได้ทำการแยก 20,26 - ไดไฮดรอกซีเอคไดโชน (20,26 - dihydroxyecdysone) ซึ่งเป็นฮอร์โมนลอกคราบตัวที่ 3 จากหนอนยาสูบ Manduca sexta Johannson โครงสร้างแสดงดังภาพประกอบ 4



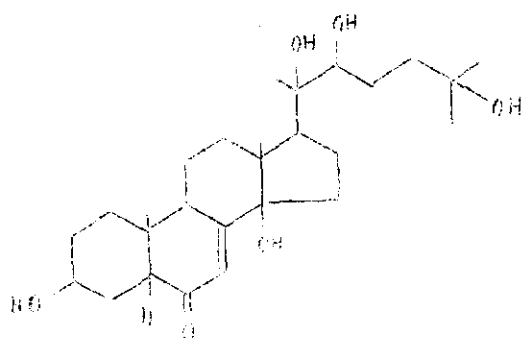
ภาพประกอบ 4 โครงสร้างของ 20,26 - ไดไฮดรอกซีเอคไดโชน

ฮอร์โมนลอกคราบนี้นอกจากจะพบในสัตว์พวกแมลงแล้ว ยังพบในกุ้งและปูอีกด้วย ในปี ค.ศ. 1968 ฮอร์น และคนอื่น ๆ (Horns and others. 1968 : 399) ได้ทำการแยก คริสเอคไดโชน (crustecdysone) หรือ 20 - ไฮดรอกซีเอคไดโชน (20 - hydroxyecdysone) ออกจากกุ้งฝอยที่ทิ้ง (crayfish waste) 1 ตัน ได้คริสเอคไดโชน 2 มิลลิกรัม แฮมพ์เชอร์ และ ฮอร์น (Hampshire and Horn. 1966 : 37 - 38) ได้แสดงโครงสร้างของคริสเอคไดโชนซึ่งเป็นฮอร์โมนลอกคราบของครัสตาเซียน ดังภาพประกอบ 5



ภาพประกอบ 5 โครงสร้างของคริสเอคไดโชน

ในปี ค.ศ. 1968 กัลเบรธ และคนอื่น ๆ (Galbraith and others. 1968 : 83 - 85) สามารถแยกไดออกซีคริสเทคไดโซน (deoxycrustecdysone) ได้จากกิ้งฟอยที่หึ่ง 3 ตัว และได้ไดออกซีคริสเทคไดโซนออกมาน้อยมาก (200 ไมโครกรัม) ซึ่งฮอร์โมนลอกคราบที่ได้ มีความเป็น polar น้อยกว่าคริสเทคไดโซน และสารนี้ให้แอคติวิตีในการลอกคราบเมื่อทำ Calliphora test เช่นเดียวกับคริสเทคไดโซน โครงสร้างแสดงได้ดังภาพประกอบ 6



ภาพประกอบ 6 โครงสร้างของไดออกซีคริสเทคไดโซน

ในปี ค.ศ. 1969 ฟ็อก ฮอร์น และ มิทเทิลตัน (Faux, Horn and Middleton. 1969 : 174 - 176) ได้ทำการแยกฮอร์โมนลอกคราบจากปูทะเลตัวเมีย (Callinectes sapidus) ในช่วงก่อนและหลังการลอกคราบ เขาพบว่าปริมาณของเอคไดโซนจะสูงขึ้นหลังจากลอกคราบแล้ว และเขาแนะนำว่าปริมาณฮอร์โมนที่สูงนั้นไม่เพียงแต่จะเกี่ยวข้องกับการสลัดเปลือก (cuticle shedding) เท่านั้น แต่ยังเกี่ยวกับทำให้มันงเปลือกแข็งอีกด้วย

ฮอร์โมนลอกคราบจากพืช

ฮอร์โมนลอกคราบที่แยกได้จากสัตว์พวกอาร์โทรพอดชนิดต่าง ๆ เช่น แมลง และ ครัสตาเซียนนั้น พบว่ามีปริมาณน้อยมาก ประมาณ 10^{-5} - 10^{-9} เปอร์เซ็นต์ (Burdette. 1974 : 185) ดังนั้นจึงมีการศึกษาถึงฮอร์โมนลอกคราบในพืช และพบว่าปริมาณฮอร์โมนลอกคราบในพืชนั้นมีมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ ฮอร์โมนลอกคราบที่ได้จากพืชนี้พบว่ามีประมาณ 40 ชนิด ซึ่งแต่ละชนิดจะมีโครงสร้างต่าง ๆ กันออกไป ได้มีผู้ศึกษาฮอร์โมนลอกคราบในพืช กันมาก เช่น

คาพานิส และคนอื่น ๆ (Kaplanis and others. 1967 : 1436 - 1437) ได้ทำการแยกผลึกของฮอร์โมนลอกคราบของแมลงออกมา 2 ชนิด คือ ฮัลฟา-เอคไดโซน และ 20 - ไฮดรอกซีเอคไดโซน จากเปลือกต้นเฟิร์น Pteridium aquilinum (L.) Kuhn เขาพบว่า crude ที่สกัดได้นี้ให้ผลบวกในการทดสอบกับหนอนแมลงวันบ้าน และมีปริมาณมากกว่าที่พบในผักคัตต่อนยาสูบอายุ 7 วัน

กัลเบรธ และ ฮอร์น (Galbraith and Horn. 1969 : 1045 - 1057) ได้ทำการแยกฮอร์โมนลอกคราบคริสเอคไดโซนจากสนพญาไม้ Podocarpus elatus และจาก Podocarpus ชนิดอื่น ๆ เขาพบว่าคริสเอคไดโซนที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของพืชพวกนี้มีปริมาณคริสเอคไดโซนต่างกัน และเปลือกของต้น P. elatus เป็นแหล่งที่มีฮอร์โมนอยู่มาก (0.05%) ผลึกของคริสเอคไดโซนที่แยกได้มีจุดหลอมเหลว $242 - 244^{\circ}\text{C}$

อิมามูราตะ และ ฟุจิโอกะ (Imai, Murata and Fujioka. 1969 : 546 - 547) ได้ทำการสกัดใบแห้งของ Ajuga japonica Miq 300 กรัม ให้เอคไดสเตอโรน 600 มิลลิกรัม ไฮแอสเตอโรน 174 มิลลิกรัม และ อjugาสเตอโรน (ajugasterone) 30 มิลลิกรัม ซึ่งเป็นฮอร์โมนลอกคราบจากพืชตัวใหม่ มีสูตรโมเลกุล $\text{C}_{27}\text{H}_{44}\text{O}_7$

ทาคิโมโตะ และคนอื่น ๆ (Takemoto and others. 1967 : 1816) พบว่าส่วนที่สกัดได้จากมมทธานอลของพืชพวกกุตุอสมันต์ชนิดต่าง ๆ ที่เกิดในญี่ปุ่นนั้นมันแสดงสมบัติเป็นฮอร์โมนลอกคราบ และสารที่สกัดได้มี เอคไดสเตอโรน จุดหลอมเหลว $228 - 231^{\circ}\text{C}$. เทอโรสเตอโรน (pterosterone) มีจุดหลอมเหลว $229 - 268^{\circ}\text{C}$. และโพแนสเตอร์โนเอ (ponasterone A) มีจุดหลอมเหลว $229 - 230^{\circ}\text{C}$.

เบิร์นส์ และ กิลแกน (Berns and Gilgan. 1976 : 1129 - 1134) ได้ทำการแยกเอคไดสเตอโรนจาก Taxus cuspidata (2 กิโลกรัม น้ำหนักเปียก, 0.8 กิโลกรัมแห้ง) จะได้ผลึกของเอคไดสเตอโรน 169 มิลลิกรัม และผลึกของมาคิสเตอโรน เอ (makisterone A) 13.4 มิลลิกรัม

โชเลย์ เวียส และ นาคานิชิ (Schooley, Weiss and Nakanishi. 1972 : 377 - 383) ได้ทำการสกัดโพแนสเตอร์โนเอ จาก 900 กรัมของใบแห้ง Podocarpus nakaii โดยใช้ 80% เอทานอลเป็นตัวสกัด ได้โพแนสเตอร์โนเอ 2.8 กรัม

การศึกษาผลของฮอร์โมนลอกคราบในสัตว์ต่าง ๆ

โลว์ ฮอร์น และ กัลเบรธ (Lowe, Horn and Galbraith. 1968 : 518 - 519) พบว่าคริสเอคโคไธน ($0.0125 - 0.05 \%$) สามารถย่นระยะเวลาในการลอกคราบของกุ้ง crayfish, Procambarus simulans ที่ไม่มีก้านตา (eyestalkless) ในช่วง early premolt ได้ แต่ไม่สามารถเร่งได้ในกุ้งปกติที่มีก้านตา

คริสนาคุมาราน และ ชไนเดอร์แมน (Krishnalumaran and Schneiderman. 1972 : 515 - 518) พบว่าการลอกคราบใน terrestrial isopod, Armadillidium vulgare และในกุ้ง crayfish, Procambarus สามารถถูกชักนำโดยสเตอรอยด์ฮอร์โมน เอคโตสเตอรอน จากแมลง นอกจากนี้เอคโตสเตอรอนยังชักนำในการลอกคราบสำหรับคริสตาเซียนอื่น ๆ เช่น Uca pugilator และ chelicerata 3 ชนิด ได้แก่ spider, Araneus cornutus; tarantula, Dugesia huetzi และ horseshoe crab, Limulus polyphemus

โลว์ และ ฮอร์น (Lowe and Horn. 1967 : 155 - 163) ได้ศึกษาผลของคริสเอคโคไธนต่อการลอกคราบและการเกิด gastrolith ในกุ้ง Procambarus simulans และพบว่าคริสเอคโคไธนมีบทบาทต่อการเร่งการลอกคราบและการสร้าง gastroliths ผลการตอบสนองที่สูงสุดนั้นจะแสดงให้เห็นว่าบทบาทที่สำคัญก็คือการก่อให้เกิดการลอกคราบ และผลการตอบสนองอื่นจะเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ของพรีโมลท์ ความสำคัญของเวลาในการฉีดและที่ไม่สามารถลอกคราบได้สำเร็จในสัตว์ที่มีอวัยวะครบ ซึ่งให้เห็นว่าคริสเอคโคไธนไม่สามารถแสดงคุณสมบัติของมันได้ในกรณีที่มีความเข้มข้นของตัวรับยังสูง อย่างไรก็ตามการเพิ่มขนาดของ gastroliths ยังดำเนินต่อไปโดยปราศจากผลการตอบสนองที่สูงที่สุด อาจอธิบายได้ว่าคริสเอคโคไธนส่งผลโดยตรงต่อแคลเซียมเมตาโบลิซึม ในการเกิดกลไกการลอกคราบ

วินนี่ และคนอื่น ๆ (Mc Whinnie and others. 1972 : 357 - 372) พบว่าการลอกคราบใน crayfish จะเกิดหลังจากที่มีการเพิ่มสารอินทรีย์ทั้งหมดที่มีอยู่ในระหว่างพรีโมลท์ เกลือแร่ เช่น แคลเซียม จะถูกเก็บไว้ใน gastroliths คริสเอคโคไธนจะมีผลทำให้เกิด gastroliths ขึ้นโดย crayfish ที่ปกติในช่วงอินเทอร์โมลท์ สเตต ซี แต่จะไม่มีผล

กับอัตราการเกิด gastroliths ในสัตว์ที่ไม่มีก้านตา อัตราการเกิด gastroliths จะไม่เพิ่มขึ้นตามปริมาณฮอร์โมนที่สูงขึ้น

สตีเวนสัน และ ชานส์ (Stevenson and Tschantz. 1973 : 133 - 134) พบว่าเอกไดสเทอโรน 2 ไมโครกรัมต่อกรัม เมื่อฉีดเข้าไปใน crayfish, Orconectes sanborni ในคนต่าง ๆ ของการลอกคราบ ($C_{3-4} - D_2$) จะเร่งการเข้าสู่การลอกคราบใหม่เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ควบคุม

คานาซาวา ทานากะ และ คาชิวาดะ (Kanazawa, Tanaka and Kashiwada. 1972 : 1069 - 1073) พบว่าการลอกคราบใน prawns, Panaeus japonicus ถูกชักนำโดยอาหารที่ประกอบด้วย 0.5 มิลลิกรัมเปอร์เซนต์ ฮีโนโคสเทอโรน ไฮแอสเทอโรน หรือเอกไดสเทอโรนแต่อัตราการเติบโตจะช้ากว่ากลุ่มควบคุมที่ให้อาหารที่มีเอกไดโซน ปริมาณฮอร์โมนจำนวนนี้ ไม่เป็นผลร้ายต่อการมีชีวิตรอด

ราอู ฟิงเกอร์แมน และ เฮส (Rao, Fingerman and Hays. 1972 : 270 - 284) พบว่าเมื่อฉีด 20 - ไฮดรอกซีเอกไดโซนเข้าไปในปู fiddler crab, Uca pugilator ภายใน 1 - 2 วัน ปูทั้งหมดเข้า proecdysis และ initiated ecdysis ได้สมบูรณ์แต่ไม่สมบูรณ์ในช่วง ecdysis และตาย ในทางกลับกันเมื่อฉีดอัลฟา-เอกไดโซน (40 ไมโครกรัม) จะชักนำ precocious proecdysis และ ecdysis และมีชีวิตหลังลอกคราบแล้วเป็นปกติ

เฮร์แมน (Herman. 1972 : 301 - 305) พบว่าในปริมาณที่ต่ำ (5 - 10 ไมโครกรัมต่อกรัม) ของไฮโดรเอกไดโซน 5 ชนิด ได้แก่ ไฮแอสเทอโรน โพนัสเทอโรน เอฮีโนโคสเทอโรน อัลฟา-เอกไดโซน และเอกไดสเทอโรน สามารถเริ่มต้นลอกคราบใน horseshoe crab L. polyphemus พบว่าเอกไดสเทอโรนเมื่อให้ติดต่อกันในปริมาณต่ำ 0.01 ไมโครกรัมต่อกรัม ก็ยังมีผล แต่ถ้าต่ำ 0.001 ไมโครกรัมต่อกรัมไม่มีผล และสัตว์ที่ถูกฉีดจะมีขั้นตอนในการลอกคราบไม่สมบูรณ์

ฟลินท์ (Flint. 1972 : 1229 - 1233) พบว่าเมื่อฉีดเอกไดสเทอโรน 1 - 6 ไมโครกรัมต่อกรัม เข้าไปในกุ้งล็อบสเตอร์ (lobsters) ที่อยู่ในระยะ intermolt stage C ที่เอาก้านตาออกไปนั้น จะลดเวลา intermolt และชักนำ premature molt ในฤดูใบไม้ผลิ และฤดูฝน ecdysis เกิดขึ้น 13.8 วันหลังจากฉีด proecdysis ก็สิ้นเช่นกัน แต่ว่าไม่มีการ

150957

เติบโตของแขน ขา เกิดขึ้น และกึ่งลอกสเคอร์ตายในระหว่าง หรือในทันทีหลังจาก ecdysis ในลอกสเคอร์ที่มีอวัยวะครบนั้นเมื่อฉีดเอกไดสเทอโรนก็จะมีการเพิ่มการเติบโตของแขน ขา แต่ไม่เป็นต้นเหตุในการลอกคราบ การฉีด β -sitosterol จะทำให้ช่วง intermolt ใน spring lobsters ค่อนข้างสั้น

กิลแกน และ ซินค์ (Gilgan and Zinck. 1975 : 261 - 124) พบว่าปริมาณของเอกไดโซนที่ต้องการตายน้อยที่สุด และได้ผลด้วยนั้นเป็นปริมาณเดียวกัน คือ 0.75 ไมโครกรัม ต่อกุ้งของน้ำหมึกกุ้ง

กิลแกน และ เบรินส์ (Gilgan and Burns. 1976 : 571 - 580) ได้ทดลองฉีดเอกไดสเทอโรน (2.0 ไมโครกรัมต่อกุ้ง) หรือ เอกไดสเทอโรน อะซิเตท (ecdysterone acetate) ซึ่งเป็นของเหลวคล้ายนม (emulsion) เข้าไปในกึ่งลอกสเคอร์ตัวผู้ที่โตเต็มวัย พบว่าสัตว์ทดลองตายหมด หลังจากนั้นเมื่อทดลองฉีดกุ้งด้วยเอกไดสเทอโรน อะซิเตท 2.5 ไมโครกรัม ผลจากการทดลองครั้งแรก ปรากฏว่าสัตว์ลอกคราบ 4 ตัว และตาย 1 ตัว และจากการทดลองครั้งที่สองพบว่า สัตว์ลอกคราบ 6 ตัว ตาย 1 ตัว และสัตว์ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอีก 1 ตัว การฉีดเอกไดสเทอโรน อะซิเตทในปริมาณที่สูง จะเป็นเหตุให้สัตว์ตาย 5 ตัว ลอกคราบ 1 ตัว และลอกคราบเทียม (pseudomolts) อีก 1 ตัว ซึ่งเป็นการชี้ให้เห็นว่า การใช้เอกไดสเทอโรน อะซิเตทมีผลทำให้เอกไดสเทอโรนที่จะออกมานั้นถูกปล่อยออกมาอย่างช้า ๆ และเข้าสู่ช่วงพรีโมลต์ได้อย่างสมบูรณ์ในลอกสเคอร์

ชาแมนเทียร์ และ ทริลเลส (Charmantier and Trilles. 1976 : 249 - 254) พบว่าการฉีดเอกไดสเทอโรน ทำให้สัตว์ตัวผู้วัยรุ่นของ S. serratum เข้าสู่ proecdysis และสัตว์จะเข้าสู่ชั้น D₂ ใน 11 - 13 วันต่อมา และก็จะถูกกักให้อยู่ที่ชั้นนี้ โดยไม่มีการสลัดเปลือกเก่าออก ก่อนตายในระหว่างวันที่ 10 และ 20

การศึกษาปริมาณฮอร์โมนลอกคราบในสัตว์

วิลลิก และ เคลเลอร์ (Willig and Keller. 1973 : 377 - 388) ได้ทดลองหาปริมาณของฮอร์โมนลอกคราบใน crayfish, Orconectes limulus โดยใช้วิธีการสกัดและพบว่าจะมีการเพิ่มขึ้นช้า ๆ เมื่อมีการเปลี่ยนจากระยะ C (0.29 นาโนกรัมต่อกรัม) ถึง D_0 (0.84 นาโนกรัมต่อกรัม) เมื่อเริ่มมีการเกิด gastroliths และพบว่ามันจะเพิ่มสูงขึ้น 1.9 นาโนกรัมต่อกรัมใน D_1 และปริมาณฮอร์โมนจะสูงขึ้นอีกใน D_2 คือเมื่อมีการเริ่มเกิด exocuticle อันใหม่ ค่าที่ได้ใน D_2 คือ 56.9 นาโนกรัมต่อกรัม ปริมาณฮอร์โมนจะเริ่มต่ำลงใน D_3 (39.1 นาโนกรัมต่อกรัม) เมื่อ exocuticle กำลังถูกสลัดออก และในช่วงก่อนการลอกคราบ คือ D_4 ปริมาณจะลดลงเหลือ 9.4 นาโนกรัมต่อกรัม และค่าของมันจะลดลงต่อไปเรื่อย ๆ จนถึงระยะ A (0.84 นาโนกรัมต่อกรัม) และระยะ B (0.29 นาโนกรัมต่อกรัม) ซึ่ง gastroliths กำลังจะงอกขึ้นมา

กาโกเซียน และ บานบ็อนนี (Gagosian and Bourbonniere. 1976 : 155 - 161) ได้แสดงวิธีการแยกฮอร์โมนลอกคราบจากกุ้งล็อบสเตอร์ Homarus americanus โดยใช้กุ้ง 5 กิโลกรัม สามารถแยกเอคไคสเทอโรนออกมาได้ 30 ไมโครกรัม และพบว่าเอคไคสเทอโรนที่สกัดจากกุ้งล็อบสเตอร์ตัวเมียในระยะโพสโมลต์นี่ เป็นตัวสำคัญในขบวนการลอกคราบของล็อบสเตอร์จากการศึกษาทางสรีระของต่อมที่เกี่ยวข้องกับการลอกคราบของล็อบสเตอร์ และของสัตว์จำพวกเดียวกันนี้ พบว่าไม่เกี่ยวข้องกับโครงสร้าง หรือ การสร้างฮอร์โมนลอกคราบเลย

บลอเชต พอร์เชรอน และ เดร์ (Blanchet, Porcheron and Dray. 1976 : 651 - 654) ศึกษาปริมาณเอคไคโซนในระยะต่าง ๆ ของ molt cycle ใน Orchestia gammarella pallas โดยใช้ radioimmunoassay พบว่าความเข้มข้นของเอคไคโซนที่สกัดได้มีปริมาณต่ำในระยะ C และในระยะ D มีประมาณ 12 - 21 นาโนกรัมต่อกรัม ความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้นอีกในชั้น D_{1C} 32 นาโนกรัมต่อกรัม จนกระทั่งสูงสุดในชั้น D_2 63 นาโนกรัมต่อกรัม และจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ exuviation (16 นาโนกรัมต่อกรัม) และในระยะ A ความเข้มข้นยังคงต่ำ 14 นาโนกรัมต่อกรัม และเพิ่มขึ้นในชั้น B 50 นาโนกรัมต่อกรัม มีเพียงเอคไคสเทอโรนเท่านั้นที่ถูกรายงานไว้ในการศึกษาสัตว์ในระยะ B และ D_2

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทดลอง

สถานที่ใช้ในการศึกษา

ใช้ห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ห้องปฏิบัติการชีวเคมี ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การทำ bioassay ของฮอร์โมนลอกคราบ

การทำ bioassay ของฮอร์โมนลอกคราบ และหาความบริสุทธิ์ของฮอร์โมนลอกคราบ ที่สกัดได้จากต้นไช้เน่า โดยใช้หนอนแมลงวันบ้าน ใช้วิธีการของคาร์สัน (Karlson. 1956 : 227 - 266) คาฟลานิส และคนอื่น ๆ (Kaplanis and others. 1966 : 625 - 631) ซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. การเลี้ยงหนอนแมลงวันเพื่อใช้ในการทดสอบ แมลงวันบ้านได้จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กองกีฏวิทยาทางแพทย์ เพาะเลี้ยงในกรงที่ทำด้วยผ้าไนลอน ขนาด 12 x 12 นิ้ว ใช้อาหารที่เป็นส่วนผสมของนมผงและน้ำตาล อัตราส่วน 3 : 1 โดยปริมาตร มีกระดาษทิชชูชุบน้ำใส่ไว้ด้วย เมื่อแมลงวันคืบกับสภาพแวดล้อมดีแล้วก็เริ่มให้แมลงวันวางไข่บนชิ้นปลา หรือ แกลบผสมรำและยีสต์ ไข่จะฟักเป็นตัวหนอนในเวลาประมาณ 18 - 20 ชั่วโมงต่อมา จึงนำหนอนที่ฟักใหม่ไปเลี้ยงในถุงพลาสติกที่มีส่วนผสมของอาหารดังนี้

ยีสต์ทำขนมปังชนิดผง	20	กรัม
รำป่น	10	กรัม
น้ำ	200	มิลลิกรัม
แกลบ	180	กรัม

หมายเหตุ หมักส่วนผสมยีสต์ รำ น้ำ เป็นเวลา 1 - 2 ชั่วโมงก่อน แล้วจึงเติมแกลบ ตามจำนวนที่ต้องการ

2. เตรียมหนอนแมลงวันสำหรับใช้ทดสอบ นำหนอนแมลงวันที่มีอายุ 5 - 6 วัน มาผูกด้วยด้าย (100 % cotton) ที่บริเวณกลางตัว (ประมาณปล้องที่ 7) หรืออาจผูกค่อนมาทางหัว โดยผูกเงื่อนตาย (ผูกครั้งเดียวแล้วผูกย้ำอีกที) ให้แน่นพอควร ดัดปลายเชือกที่ผูกทั้งสองข้างออกบางส่วน นำหนอนที่ผูกแล้วใส่ในเพตริดิส (petri dish) ซึ่งมีกระดาษชชชขึ้น ๆ รองอยู่ แล้วปิดฝาทิ้งไว้หนึ่งคืน

รุ่งเช้าจึงนำหนอนที่ผูกทิ้งไว้คืนมา เลือกเอาแต่หนอนที่เข้าดักแด้ตรงส่วนหัว แต่ส่วนท้ายไม่เข้าดักแด้ มาใส่เพตริดิสแยกไว้ แล้วปล่อยไว้ 5 - 6 ชั่วโมง จึงนำหนอนที่ได้นี้มาทดสอบประสิทธิภาพของฮอร์โมนลอกคราบต่อไป

3. เตรียมสารละลายมาตรฐาน เบต้า-เอคไดโซน (β -ecdysone) ซื้อจากบริษัท ซิกม่า (SIGMA) สหรัฐอเมริกา มีความบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ ด้วยความเข้มข้นต่าง ๆ ดังนี้ 0.002, 0.003, 0.004, 0.005, 0.006, 0.007, 0.008 และ 0.012 ไมโครกรัม/3 ไมโครลิตร

4. ทดลองหาประสิทธิภาพของฮอร์โมนลอกคราบ โดยนำหนอนที่เตรียมแล้วมาฉีดสารละลายมาตรฐานเบต้า-เอคไดโซน ที่เตรียมไว้ข้างต้น โดยใช้หลอดแคปิลลารีฉีดปลายข้างหนึ่งให้เล็กมาก ๆ เป็นเข็มฉีดตัวหนอน ก้านของแคปิลลารีที่ไม่ได้ฉีดนั้นจะยึดเป็นช่อง ๆ ให้แต่ละช่องมีปริมาตร 3 ไมโครลิตร แทะเข็มเข้าไปในตัวหนอนโดยห่างจากบริเวณที่ผูกเล็กน้อยทางส่วนท้ายของตัวหนอน ในแต่ละความเข้มข้นที่เตรียมไว้ จะฉีดหนอน 3 ชุด ชุดละ 10 - 15 ตัว สังเกตผลการฉีดในเช้าวันรุ่งขึ้น โดยใช้กล้องสองตาช่วยด้วย แล้วคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตอบสนองตามวิธีของคาร์ลสัน

5. เขียนกราฟมาตรฐานแสดงความเข้มข้นระหว่างความเข้มข้นของเบต้า-เอคไดโซนกับเปอร์เซ็นต์การตอบสนอง

6. เตรียมสารละลายเอคไดสเทอโรนที่สกัดจากต้นไข่น้ำ ความเข้มข้น 0.004 ไมโครกรัมต่อ 3 ไมโครลิตร แล้วทดสอบหาประสิทธิภาพของฮอร์โมนลอกคราบดังข้างต้น นำเปอร์เซ็นต์การตอบสนองที่ได้ไปเทียบกับกราฟมาตรฐานที่ได้จากข้อ 5 เพื่อหาความบริสุทธิ์ของเอคไดสเทอโรน

วิธีดำเนินการทดลอง

1. การทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนด้วยอาหารผสมฮอโมนลอกคราบเอคโตสเตอโรน โดยมีขั้นตอนดังนี้

1.1 พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ มีขนาดของแม่กุ้งก้ามกรามความยาวเฉลี่ย 14.82 ± 0.91 เซนติเมตร และมีน้ำหนักเฉลี่ย 34.92 ± 8.97 กรัม เป็นกุ้งที่ใช้ได้รับการผสมแล้วภายในบ่อเลี้ยง และอายุของไข่ประมาณ 10 - 15 วัน หลังผสม (ใส่ไข่เป็นสีส้มปนเทา)

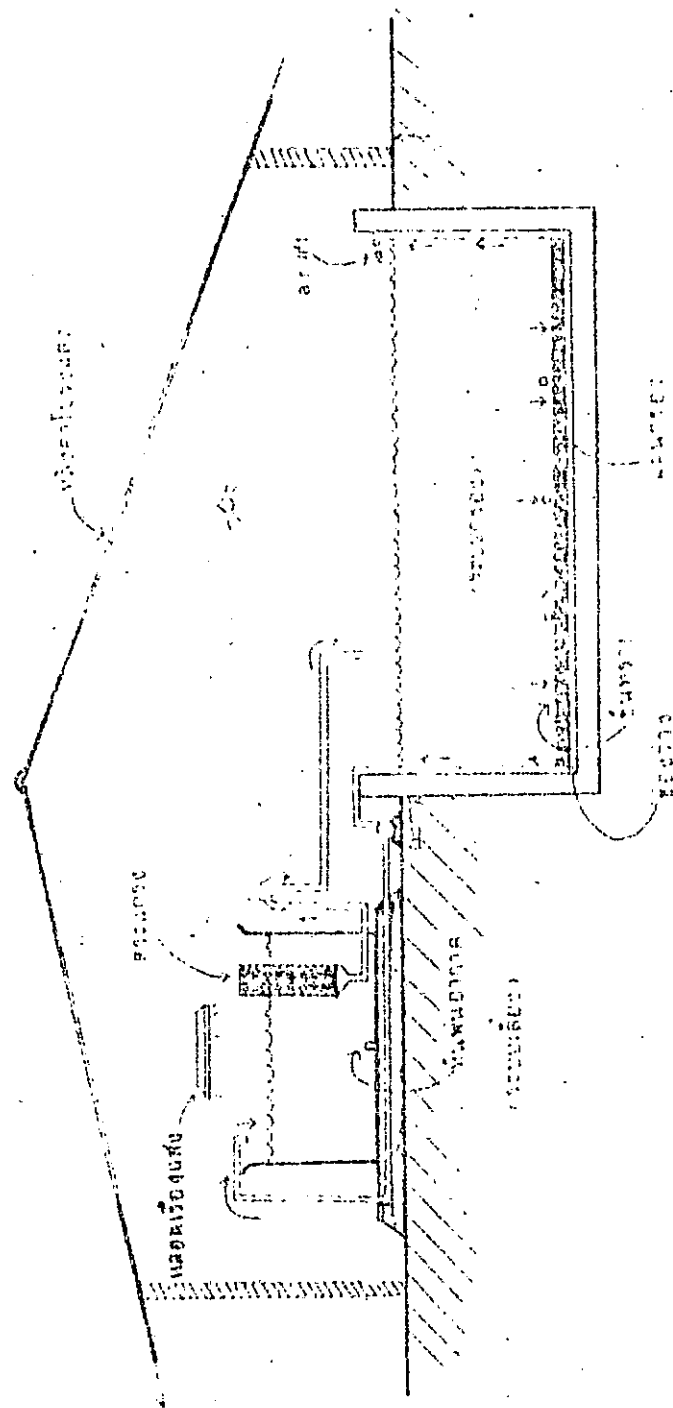
1.2 การเตรียมกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนเพื่อใช้ในการทดลอง เมื่อแม่กุ้งมีไข่แก่ อายุประมาณ 17 - 18 วัน ก็แยกแม่กุ้งมาเลี้ยงในตู้กระจกแก้วใส ขนาดบรรจุน้ำ 40 ลิตร ความเต็มของน้ำ 4 - 6 ส่วนในพื้นส่วน เมื่อลูกกุ้งฟักออกเป็นตัวหมด จึงแยกแม่กุ้งออก แล้วนับจำนวนลูกกุ้งโดยวิธี Uniformly randomized sampling ด้วยการใช้อากาศพ่นให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำภายในบ่อพัก และทำให้ลูกกุ้งกระจายตัวออกเท่า ๆ กัน หลังจากนั้นจึงสุ่มตัวอย่างน้ำประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาตรทั้งหมด มานับจำนวนและคำนวณหาจำนวนของลูกกุ้งวัยอ่อนทั้งหมด โดยเทียบอัตราส่วนดังนี้

$$\text{จำนวนลูกกุ้งวัยอ่อนทั้งหมด} = \frac{\text{จำนวนลูกกุ้งวัยอ่อนจากการสุ่มตัวอย่าง}}{\text{ปริมาตรของน้ำที่สุ่มตัวอย่าง}} \times \text{ปริมาตรของน้ำในบ่อ}$$

เมื่อได้จำนวนลูกกุ้งในบ่อพักแล้วเลี้ยงเฉย ๆ โดยไม่ต้องให้อาหารนาน 2 วัน จึงค่อย ๆ แยกลูกกุ้งลงในบ่อทดลองต่อไป โดยใช้ความหนาแน่นของลูกกุ้งเท่ากับ 20 ตัวต่อลิตร หรือปล่อยลูกกุ้ง 10,000 ตัวต่อบ่อทดลอง (ซึ่งมีขนาดความจุน้ำ 500 ลิตร)

น้ำที่ใช้เลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน เป็นส่วนผสมของน้ำจืด (น้ำประปาที่ผ่านการไล่คลอรีนออกแล้ว) กับน้ำทะเลที่ปล่อยยให้ตกตะกอนและผ่านการกรองแล้ว ความเค็มของน้ำ 12 ส่วนในพันส่วน

1.3 ระบบและวิธีการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ใช้เช่นเดียวกับเพียร์ศิริ ปิยะ-ธีระธิตวรกุล (เพียร์ศิริ ปิยะธีระธิตวรกุล 2524 : 27 - 30) กล่าวคือระบบเพาะเลี้ยงเป็นแบบระบบน้ำหมุนเวียนปิด (closed recirculating water system) แสดงดังภาพประกอบ 7 โดยใช้บ่อซีเมนต์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 3.5 เมตร ความสูง 1.20 เมตร จำนวน



ภาพประกอบ 7 แสดงระบบการเลี้ยงกิ่งก้านการรื้อถอนแบบน้ำท่วม เอนด์

1 บ่อ เป็นบ่อกรองน้ำ (กรองด้วยระบบ subsand filter) บ่อนี้ฝังอยู่ใต้ดิน 80 เซนติเมตร และขอบบ่อสูงจากพื้นดิน 40 เซนติเมตร มีความสามารถน้ำได้ประมาณ 7,500 ลิตร สำหรับ บ่อเลี้ยงเป็นถังไฟเบอร์กลาส

ก่อนเริ่มการทดลอง บ่อเลี้ยงทุกบ่อจะล้างให้สะอาด และฆ่าเชื้อโรคที่เกาะอยู่ริมบ่อ ด้วยการตากแดดไว้ 1 วัน หลังจากนั้นจึงเริ่มเตรียมน้ำกร่อยความเค็ม 12 ส่วนในพันส่วน ลงในบ่อกรองและบ่อเลี้ยง และเติมเครื่องเป่าอากาศและเครื่องสูบน้ำ ให้ระบบทำงานประมาณ 7 วัน ซึ่งจะเริ่มปล่อยลูกกุ้งลงบ่อเลี้ยงเพื่อการทดลองต่อไป

1.4 การเตรียมอาหาร อาหารที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มี 3 ชนิด คือ อาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH ซึ่งมีวิธีการเตรียมอาหารดังนี้

1.4.1 การเตรียมตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย ทำได้โดยเพาะไข่อาร์ทีเมียในน้ำทะเล หรือน้ำเกลือ ที่มีความเค็ม 28 - 30 ส่วนในพันส่วน ในอัตราส่วนไข่อาร์ทีเมีย 10 กรัมต่อน้ำทะเล 10 ลิตร และขณะเพาะต้องใช้อากาศเป่าลงไปแรง ๆ เพื่อให้เกิดการหมุนเวียนของอ่างเพาะ ไข่จะฟักออกเป็นตัวอ่อนภายใน 24 - 33 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 26 - 28 °C เวลานำมาเลี้ยง ลูกกุ้งต้องแยกเอาตัวอ่อนของอาร์ทีเมียและเปลือกไข่ออกจากกัน แล้วล้างให้สะอาด จึงนำไปเลี้ยง โดยใช้ความหนาแน่นของอาหาร 5 - 10 ตัวต่อน้ำ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1.4.2 การเตรียมอาหารสูตร Mp อาหารสูตร Mp นี้ดัดแปลงมาจากอาหารสูตร Mp(p.o.) ของเพียร์ศิริ ปิยะธีรธิตวรกุล (เพียร์ศิริ ปิยะธีรธิตวรกุล 2524 : 36 - 38) ส่วนประกอบของอาหารแสดงดังตาราง 1 กรรมวิธีในการเตรียมอาหารสูตร Mp ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1.4.2.1 เตรียมส่วนประกอบอาหารต่าง ๆ ให้พร้อมตามที่ระบุในตาราง 1 วิตามินรวมและแร่ธาตุร่วมนั้นแสดงในตาราง 2 และ 3 ตามลำดับ

1.4.2.2 ละลาย feed mix, polyvinyl alcohol, carboxy methyl cellulose เข้าด้วยกันที่อุณหภูมิ 60 °C.

1.4.2.3 เติมน้ำมันพืชของอาหารต่าง ๆ ตามลำดับ คือ เกล็ดน้ำมันตับปลา แร่ธาตุรวม และวิตามินรวม ผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน นำส่วนผสมของอาหารที่ผสมเสร็จแล้วเทลงบนแผ่นอลูมิเนียม เคลือบอาหารออกเป็นชั้นบาง ๆ นำเข้าแช่ตู้เย็น เก็บที่ -4 °C.

ตาราง 1 แสดงส่วนประกอบของอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

ส่วนประกอบอาหาร	น้ำหนัก (กรัม)
Vitamin free casein	120
Feed mix	40
Cod liver oil	10
Polyvinyl alcohol	8
Carboxy methyl cellulose	4
Vitamins	4
Mineral mix	32
Water	372
Net weight	600

ตาราง 2 วิตามินรวม

รายชื่อสาร	น้ำหนัก(กรัม)
Thiamine : HCl	0.06
Riboflavin	0.12
Pyridoxine : HCl	0.06
Choline chloride	6.00
Nicotinic acid	0.90
Ca-Pantothenate	0.60
Inositol	2.40
Biotin	0.006
Folic acid	0.018
L-Ascorbic acid	1.2
Vitamin B	0.00012
Menadione (K)	0.048
Alpha-tocopherol acetate (E)	0.48

ตาราง 3 แร่ธาตุรวม

รายชื่อสาร	น้ำหนัก (กรัม)
Aluminium chloride	0.0059
Zinc sulphate	0.1193
Cuprous chloride	0.0039
Manganese sulphate	0.0318
Potassium iodide	0.0059
Cobalt trichloride	0.0397
Sodium chloride	4.498
Magnesium sulfate	14.17
Sodium biphosphate	9.022
Potassium phosphate	24.804
Calcium biphosphate	14.04
Calcium carbonate	33.8

1.4.3 การเตรียมอาหารสูตร MpH เตรียมเช่นเดียวกับอาหารสูตร Mp โดยใส่ ฮอร์โมนลอกคราบเอคโตสเทอโรน 2.3 มิลลิกรัมใน 100 กรัมน้ำหนักอาหาร เข้าไปผสมพร้อมกับ วิตามินรวม

1.5 การดำเนินการเกี่ยวกับการทดลอง ทดลองเลี้ยงลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนด้วยอาหาร 3 อย่าง คืออาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH เลี้ยงลูกกุ้งด้วยอาหารแต่ละอย่าง จะกระทำซ้ำ 3 การทดลอง แต่ละการทดลองใช้ความหนาแน่น 20 ตัวต่อลิตร

1.6 การให้อาหาร ในการทดลองครั้งนี้การให้อาหารลูกกุ้งจะเริ่มครั้งแรกเมื่อลูกกุ้ง มีอายุหลังฟักเป็นตัวแล้ว 48 ชั่วโมง ด้วยตัวอ่อนของอาร์ทีเมีย ขนาดน้ำ อายุ 24 ชั่วโมง หึ่งเข้า และเย็น จนลูกกุ้งมีอายุได้ 8 วัน จึงเริ่มเปลี่ยนการให้อาหารเป็นอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH โดยจะให้อาหารสูตรสลับกับตัวอ่อนอาร์ทีเมีย ในช่วงกลางวันจะให้อาหารสูตรเริ่มมื้อแรกตอน 8.00 น. จนถึง 17.00 น. ให้อาหารแต่ละมื้อห่างกัน 3 ชั่วโมง หรือ 4 ครั้งต่อวัน ส่วนตอน กลางคืนหลังจากทำความสะอาดแล้วจะ เริ่มให้อาร์ทีเมียอายุ 48 ชั่วโมงแทน โดยใช้ความหนาแน่น 5 - 10 ตัวต่อ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร การทดลองนี้จะใช้เวลาเลี้ยงต่อจากกุ้งอายุ 8 วันต่อไปอีก ประมาณ 30 วัน

ส่วนลูกกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย จะให้อาร์ทีเมียตอนเช้าและตอนเย็น

1.7 การทำความสะอาดและดูแลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน เริ่มครั้งแรกหลังจากเลี้ยง ได้ 6 วัน การทำความสะอาดทุกครั้งจะเริ่มหลังจากการให้อาหารครั้งสุดท้ายแล้วประมาณ 30 นาที โดยใช้สายยางดูดเอาตะกอนและเศษอาหารในบ่อเลี้ยงออก ด้วยวิธีกาสักน้ำ ปลายที่ปล่อยน้ำออก จะรองด้วยกระชอนตาถี่เหนือบ่อกรอง เพื่อป้องกันการสูญเสียกุ้งลงบ่อกรอง และหลังจากทำความสะอาดบ่อเลี้ยงเรียบร้อยแล้ว ลูกกุ้งเหล่านี้จะถูกคัดกลั่นลงสู่อบเลี้ยงเดิม เมื่อดูดตะกอนออกเรียบร้อยแล้ว จะเช็ดขอบบ่อเลี้ยงให้สะอาดด้วยฟองน้ำ เพื่อกำจัดเปลือกไข่อาร์ทีเมียและเศษอาหารหรือไขมัน ที่เกาะออก สำหรับบ่อกรองการทำความสะอาดส่วนใหญ่จะใช้กระชอนตาถี่ซ้อนเอาเศษใบไม้ใบหญ้า และตะไคร่น้ำ หรือสาหร่าย (filamentous algae) ออกเท่านั้น

1.8 การวิเคราะห์คุณภาพอาหาร นำอาหารกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เตรียมได้มาวิเคราะห์คุณภาพอาหารดังนี้

การวิเคราะห์หาไขมัน นำตัวอย่างอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH มาวิเคราะห์หาไขมัน โดยใช้ตัวอย่างอาหารหนัก 10 กรัม ปั่นให้ละเอียดกับคลอโรฟอร์ม 20 มิลลิลิตร และเมทานอล 40 มิลลิลิตร ในเครื่องปั่นไฟฟ้า 2 นาที เติมคลอโรฟอร์ม 20 มิลลิลิตร ปั่นต่อ 30 วินาที เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร ปั่นต่อไปอีก 30 วินาที จึงนำไปกรองโดย Butcher funnel ผ่านกระดาษกรอง (Whatman No.1) ใส่สารละลายที่กรองได้ในภาชนะแก้ว ส่วนกากและกระดาษกรองนำไปปั่นกับคลอโรฟอร์มอีกครั้งตามวิธีข้างต้น ทำการกรองอีกที ใส่สารละลายครั้งที่สองรวมกับสารละลายครั้งแรก ทิ้งให้คลอโรฟอร์มระเหยไปจนหมด จึงทำการวัดหาปริมาณและน้ำหนักของไขมันที่ได้ (Bligh and Dyer. 1959 : 911 - 917)

การวิเคราะห์หาโปรตีน ตัวอย่างอาหารถูกส่งไปวิเคราะห์ที่กรุงเทพมหานคร

การหาความชื้น ใช้ตัวอย่างอาหารหนัก 5 กรัม อบที่อุณหภูมิ 60°C . จนแห้งสนิท โดยนำไปชั่งน้ำหนักจนกระทั่งน้ำหนักอาหารคงที่จึงทำการเก็บข้อมูล

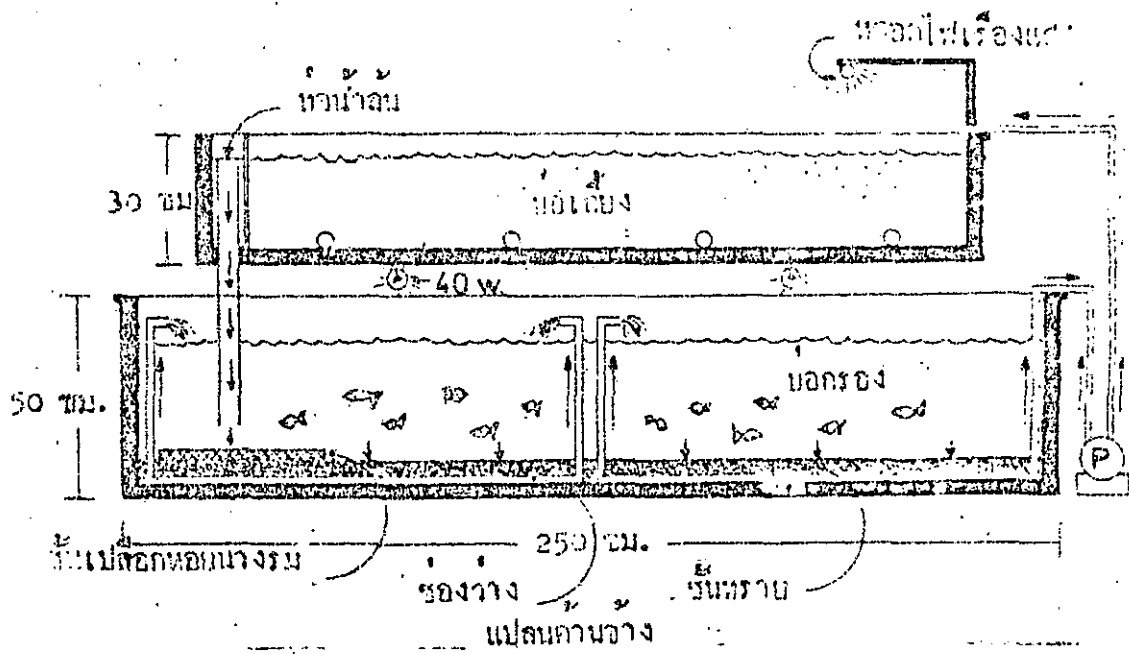
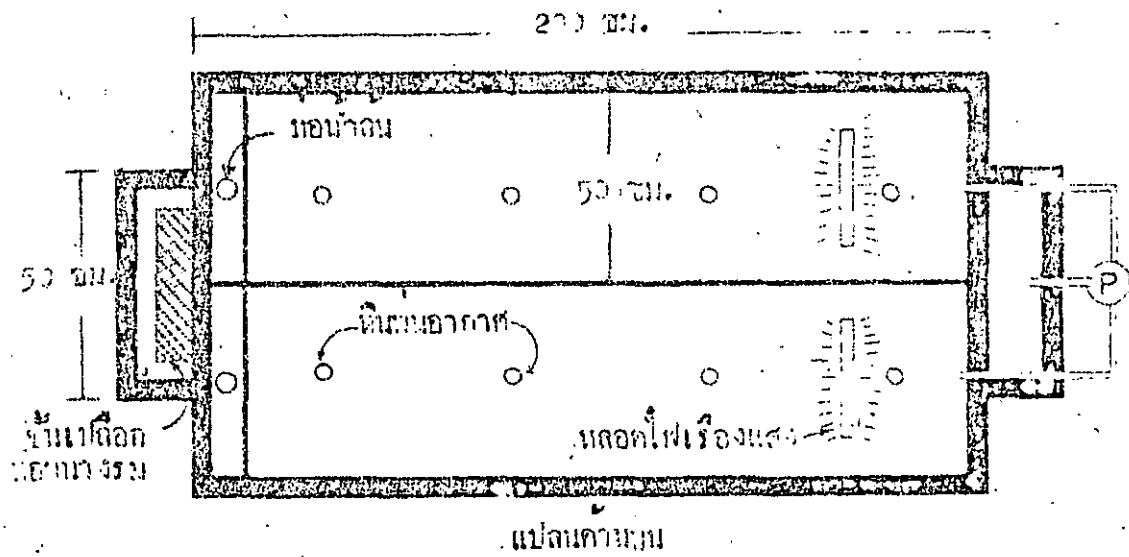
การหาเถ้า ใช้ตัวอย่างอาหารหนัก 5 กรัม อบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550°C .

ในเวลา 4 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นใน dessicator ภายใต้ภาวะสุญญากาศ

1.9 การตรวจสอบคุณภาพของน้ำ ทำการตรวจสอบทางสภาวะ ได้แก่ อุณหภูมิ และความเค็ม ทำทุกวันด้วยเทอร์โมมิเตอร์ และ Reflective salinometer

2. การทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นด้วยอาหารผสมฮอโมนลอกคราบเอคโตสเตอรอยด์โดยยีส้นตอนดังนี้

2.1 ระบบที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น ระบบที่ใช้นี้อยู่ภายในอาคาร ประกอบด้วย ส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน คือ ระบบบ่อเลี้ยง และระบบบ่อกรอง (ดังภาพประกอบ 8) บ่อเลี้ยงเป็นบ่อคู่ที่จัดด้วยไฟเบอร์กลาสตั้งอยู่เหนือบ่อกรอง 80 เซนติเมตร แต่ละบ่อมีขนาด $200 \times 50 \times 30$ เซนติเมตร ปลายท่อด้านหนึ่งมีท่อส่งน้ำที่กรองแล้วจากบ่อกรองขึ้นมาด้วยเครื่องสูบน้ำ ในอัตรา 4 ลิตรต่อนาที ห่างจากท่อส่งน้ำนี้ประมาณ 50 เซนติเมตรติดไฟขนาด 10วัตต์ (day-light fluorescence) เหนือบ่อเลี้ยง 30 เซนติเมตร ซึ่งจะเปิดตลอดเวลาที่เลี้ยง ส่วนอีกท่อหนึ่งเป็นท่อน้ำล้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร (สามารถปรับระดับความลึกของน้ำได้)



ภาพประกอบ 8 แสดงรูปร่างของระบบการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น

แบบน้ำหมุนเวียนที่มีระบบเลี้ยงและระบบกรองแยกกัน

สำหรับการทดลองนี้ใช้ความลึกที่ 25 เซนติเมตร ซึ่งจะทำให้ความสามารถในการจมน้ำของบ่อเลี้ยงเท่ากับ 250 ลิตรต่อบ่อ น้ำที่ถูกใช้ในการเลี้ยงแล้วจะผ่านจากท่อน้ำล้นนี้ลงไปสู่บ่อกรองตลอดเวลา ในขณะที่เครื่องสูบน้ำก็จะสูบน้ำที่ผ่านการกรองทางชีววิทยาและสกายะแล้วขึ้นมาใช้อีกด้านตรงข้าม บ่อกรองทำด้วยไฟเบอร์กลาส ขนาด 250 x 50 x 50 เซนติเมตร อยู่ข้างใต้บ่อเลี้ยง ภายในบ่อจัดระบบกรองน้ำแบบ subsand filter โดยใช้ทรายขนาด 2 - 5 มิลลิเมตร หนาประมาณ 5 เซนติเมตร การกรองน้ำผ่านทรายใช้อากาศช่วยดันน้ำผ่านท่อขึ้นมา 3 ทาง ด้วยอัตราการกรองท่อหนึ่งประมาณ 4 ลิตรต่อนาที ส่วนอีกท่อต่อเข้ากับเครื่องสูบน้ำเพื่อส่งน้ำไปบ่อเลี้ยงในอัตรา 8 ลิตรต่อนาที ภายในบ่อกรองน้ำไว้น้ำสูง 40 เซนติเมตร หรือเท่ากับปริมาตรน้ำในบ่อ 450 ลิตร เหนือบ่อติดด้วยไฟ 2 ดวง ดวงละ 40 วัตต์ เปิดตลอด 24 ชั่วโมง (สมเกียรติ ปิยะธีรธิตวรกุล 2522 : 35 - 37)

2.2 การเตรียมอาหาร ทำการเตรียมอาหารทั้งสำหรับพอลีเลี้ยงตลอดการทดลอง เพียงครั้งเดียว อาหารที่ใช้เป็นอาหารสำเร็จรูป ซึ่งจัดทำเป็นอาหารเม็ด (pellet food) ซึ่งสูตรของอาหารสำเร็จรูปในครั้งนี้ดัดแปลงมาจาก สมบูรณ์ อนันตลาโภชัย (สมบูรณ์ อนันตลาโภชัย 2523 : 31 - 32) ส่วนผสมของสูตรอาหารจะประกอบด้วย ปลาขาว : ปลาใบ : รำละเอียด : เป็ดอกกึ่ง : วิตามิน : ตัวยัดอาหาร ตามอัตราส่วน 2 : 2 : 3 : 3 : 0.2 : 0.5 ส่วนตามลำดับ

วิธีการผสมอาหารโดยการต้มปลาขาวให้สุก ตึงไว้ให้พอจุ่ม จากนั้นจึงเติมตัวยัดอาหาร ซึ่งในที่นี้ใช้คาร์บอกซี เมทิลเซลลูโลส จะช่วยยัดให้เนื้ออาหารจับแน่น ทำให้ทนต่อการละลายของน้ำได้นาน จากนั้นก็ผสมส่วนอาหารชนิดอื่นตามอัตราส่วนที่กำหนดเข้าด้วยกัน แบ่งอาหารที่ผสมนี้เป็น 2 ส่วน ส่วนที่หนึ่งจะนำไปเข้าเครื่องบดเนื้อ เพื่ออัดออกมาเป็นเม็ด มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดประมาณ 0.5 เซนติเมตร แล้วอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 ° ซ. ส่วนที่สองนำไปผสมกับเอดโดส เตโอโรน 2.3 มิลลิกรัมใน 100 กรัม น้ำหนักอาหาร คลุกให้เข้ากันดี นำไปอัดเม็ด แล้วอบให้แห้ง เก็บไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ -4 ° ซ.

2.3 การดำเนินการเกี่ยวกับการทดลอง ทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นด้วยอาหาร 2 ชนิด ที่เตรียมไว้ข้างต้น อาหารแต่ละชนิดจะกระทำซ้ำ 4 การทดลอง แต่ละการทดลองใช้ความหนาแน่นของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น 150 ตัวต่อตารางเมตร การให้อาหารในแต่ละวันจะให้

ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักกุ้ง และให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ในตอนเช้าและเย็น โดยทำการโปรยอาหารไปทั่ว ๆ บ่อเลี้ยง

2.4 การทำความสะอาดและดูแลกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น จะใช้สายยางดูดเศษอาหาร และตะกอนในบ่อเลี้ยงออกโดยวิธีกาสักน้ำ ปลายที่ปล่อยน้ำออกจะรองด้วยกระชอนตาถี่เหนือบ่อรอง เพื่อเก็บตะกอนไว้หาอัตราการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็นเนื้อกุ้ง การทำความสะอาดนี้จะทำทุกวัน

2.5 การวัดความยาวเหยียดของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น ใช้อุปกรณ์ดังภาพประกอบ 9 วิธีวัดความยาวเหยียดของกุ้งทำได้ดังนี้ ใส่กุ้งบนตาข่ายตาถี่ แล้วปิดแผ่นในลอนในลงมาแนบไปกับตาข่าย แผ่นในลอนในจะทับลงบนตัวกุ้ง ทำให้ลำตัวของมันยืดและไม่กระโดด หลังจากนั้นจึงใช้ไม้บรรทัดวัดจากกรรียงหาง การวัดโดยวิธีนี้จะทำให้กุ้งไม่ชำ

2.6 การวิเคราะห์คุณภาพอาหาร นำอาหารกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เตรียมไว้มาวิเคราะห์คุณภาพอาหาร กระทำเช่นเดียวกับกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

2.7 การตรวจสอบคุณภาพของน้ำ ทำการตรวจสอบทางสกายะ ได้แก่ อุณหภูมิ และ pH ด้วยเทอร์โมมิเตอร์ และ pH meter ทำการตรวจสอบทางเคมี ได้แก่ ความเข้มข้นของแอมโมเนียและไนไตรท์

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน กระทำดังนี้

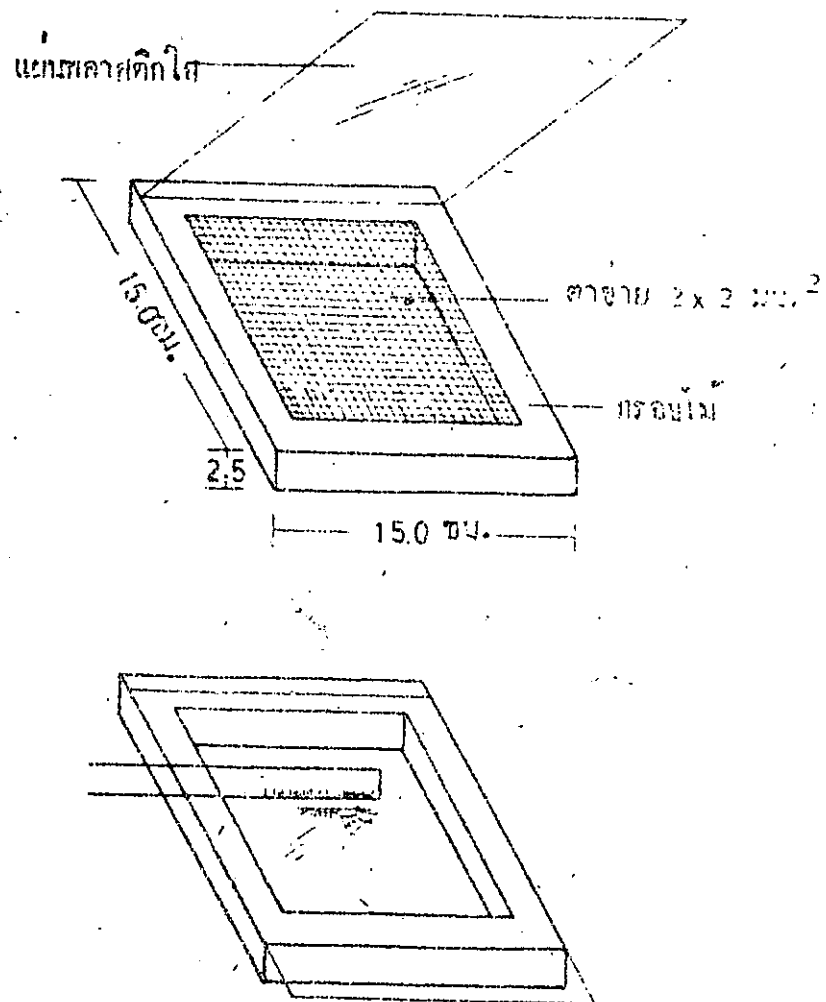
3.1.1 ลุ่มตัวอย่างลูกกุ้งวัยอ่อนครั้งละ 45 ตัวต่ออาหาร 1 ชนิด หรือ 15 ตัวต่อบ่อเลี้ยง 1 บ่อ เพื่อทำการศึกษากายใต้กล้องจุลทรรศน์หาขั้นตอนการเจริญเติบโต (stages of development) ตามวิธีการของลิง (Ling, 1969 : 589 - 606) และวัดความยาวของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนภายใต้กล้องจุลทรรศน์

3.1.2 เมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งที่คาดว่าทุกตัวจะถูกนับเพื่อหาอัตราการรอด

3.2 เก็บรวบรวมข้อมูลของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น กระทำดังนี้

3.2.1 ลุ่มตัวอย่างลูกกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นครั้งละ 50 ตัว หรือ 33.33 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนกุ้งในแต่ละบ่อ เพื่อวัดความยาวเหยียด และชั่งน้ำหนัก

3.2.2 เก็บตะกอนที่เหลือในแต่ละสัปดาห์ไว้เพื่อหาอัตราการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็นเนื้อกุ้ง และเมื่อสิ้นสุดการทดลองกุ้งทุกตัวจะถูกนับเพื่อหาอัตราการรอด



ภาพประกอบ 9 แสดงอุปกรณ์และวิธีการวัดความยาวของกึ่งก้ามกรามวัยรุ่น

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

4.1 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเจริญเติบโตกับอายุ ความยาวกับอายุ และ ขั้นตอนการเจริญเติบโตกับความยาว ของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนโดยใช้ linear regression analysis

4.2 วิเคราะห์หาความแตกต่างและนัยสำคัญของการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน สำหรับอาหาร 3 ชนิด โดยใช้ analysis of covariance และถ้าพบความแตกต่างจะทำการเปรียบเทียบค่า F เพื่อหาความแตกต่างเป็นรายคู่

4.3 วิเคราะห์หาความแตกต่างและนัยสำคัญของเปอร์เซ็นต์รอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน สำหรับอาหาร 3 ชนิด โดยใช้ one way analysis of variance และถ้าพบว่ามี ความแตกต่างกัน จะใช้ q-statistic โดยวิธีของ Newman-Kuels Test เพื่อทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่

4.4 วิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างความยาวกับระยะเวลาที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น โดยใช้ linear regression analysis และวิเคราะห์หาความแตกต่างและนัยสำคัญของการเจริญเติบโตโดยความยาวของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นสำหรับอาหาร 2 ชนิด โดยใช้ one way analysis of variance

4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและระยะเวลาที่ทดลองของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น หาได้โดยใช้ exponential growth law

4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักตัวของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น หาได้โดยใช้ cube law

4.7 คำนวณอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อกุ้ง (Food Conversion ratio) จากสูตร

$$\text{Food Conversion} = \frac{F}{W_1 - W_0}$$

เมื่อ	F	คือน้ำหนักอาหารที่ให้กุ้งทั้งหมด เป็นกรัม
	W_0	คือน้ำหนักกุ้งเมื่อเริ่มการทดลอง เป็นกรัม
	W_1	คือน้ำหนักกุ้ง เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง เป็นกรัม

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

1. ผลการทำ bioassay ของฮอร์โมนลอกคราบ

1.1 การสร้างกราฟมาตรฐานของฮอร์โมนลอกคราบ เบต้า-เอคโตโน

ทำการศึกษาโดยเตรียมเบต้า-เอคโตโนความบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน แล้วนำไปทดสอบกับหนอนแมลงวันบ้าน ตามวิธีของคาร์ลสัน และ คอปแลนด์ และคนอื่น ๆ เพื่อหาเปอร์เซ็นต์การตอบสนอง โดยผลการทดลองดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงผลการทำ bioassay ของฮอร์โมนลอกคราบเบต้า-เอคโตโน

ปริมาณของเบต้า-เอคโตโน ($\mu\text{g} / 3 \mu\text{l}$)	เปอร์เซ็นต์การตอบสนอง
0.003	20.75 $\pm$ 9.38
0.004	24.41 $\pm$ 5.34
0.005	30.05 $\pm$ 4.44
0.006	41.87 $\pm$ 1.99
0.007	38.02 $\pm$ 9.79
0.008	47.91 $\pm$ 9.78
0.012	61.50 $\pm$ 12.53

จากตาราง 4 นำมาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเบต้า-เอคโตโน กับเปอร์เซ็นต์การตอบสนอง พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง โดยมีสมการ เส้นตรงดังนี้

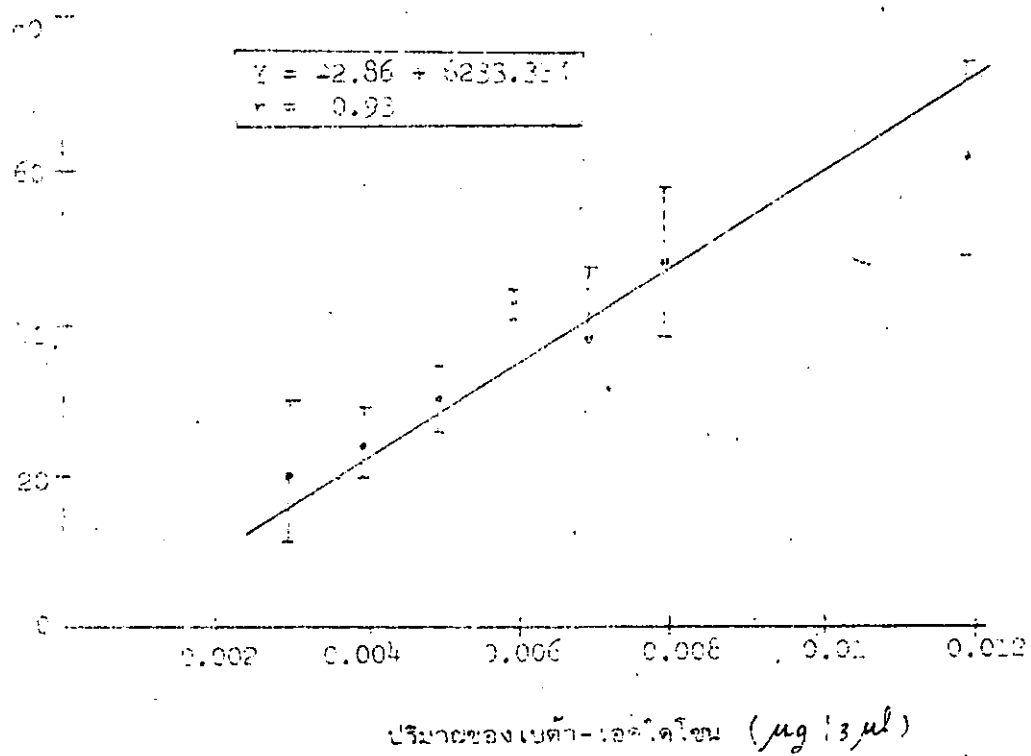
$$Y = -2.86 + 6233.33X \quad , \quad r = 0.93 \quad ; \quad t = 5.65 \quad (df = 5)$$

เมื่อ Y คือเปอร์เซ็นต์การตอบสนอง

X คือปริมาณของ เบต้า-เอคโตโซน

แสดงถึงความสัมพันธ์ที่ได้จากภาพประกอบ 10

เปอร์เซ็นต์การตอบสนอง



ภาพประกอบ 10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์การตอบสนองของตัวหนอน

ที่เลี้ยงด้วยเบต้า-เอคโตโซน 3 ไม่ได้อธิบายต่อปริมาณของเบต้า-เอคโตโซนที่ใช้

1.2 การหาความบริสุทธิ์ของเอคโตสเทอโรน

การหาความบริสุทธิ์ของเอคโตสเทอโรนจากต้นไข่น้ำ โดยนำเปอร์เซ็นต์การตอบสนองที่ได้มาเทียบค่าปริมาณกับกราฟมาตรฐานของ เบต้า-เอคโตโดน ปรากฏผลการทดลองดังนี้
เอคโตสเทอโรนปริมาณ 0.004 ไมโครกรัม/3 ไมโครลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การตอบสนอง
ซึ่งเทียบกับกราฟมาตรฐานแล้วตรงกับปริมาณเบต้า-เอคโตโดน 0.0039 ไมโครกรัม/3 ไมโครลิตร
และ เมื่อเทียบความบริสุทธิ์ของเอคโตสเทอโรนจากต้นไข่น้ำ พบว่ามีความบริสุทธิ์ 93.29 เปอร์เซ็นต์

2. การวิเคราะห์หาค่าทางอาหารของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อน

ผลการวิเคราะห์หาค่าทางอาหารของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อนที่ใช้ พบว่าอาหารสูตร Mp และ
อาหารสูตร MpH มีคุณค่าทางอาหารดังตาราง 5

ตาราง 5 คุณค่าทางอาหารของอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

คุณค่าทางอาหาร	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)
ความชื้น	55.8
โปรตีน	26.7
ไขมัน	10.93
คาร์โบไฮเดรต	5.4
เถ้า	9.08

3. ผลของอาหารต่อการเจริญเติบโตของกิ้งก่ามกราคมวัยอ่อน

ผลของอาหารสูตรต่อขั้นตอนการเจริญของกิ้งก่ามกราคมวัยอ่อน การทดลองนี้ใช้อาหาร 3 ชนิด คือ อาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และ อาหารสูตร MpH โดยสังเกตผลตั้งแต่เริ่มให้อาหารสูตร คือกิ้งก่ามกราคมวัยอ่อนมีอายุ 8 วัน จนถึงกิ้งเจริญถึงขั้นตอนที่ 8 แล้ว 80 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลอง ดังตาราง 6 และภาพประกอบ 11พบว่าระยะเวลาของการเจริญของกิ้งก่ามกราคมวัยอ่อนมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงกับขั้นตอนการเจริญ ดังสมการ

$$\text{อาร์ทีเมีย} \quad Y = 4.246 + 0.109X, \quad r = 0.75, \quad t = 19.59$$

$$\text{อาหารสูตร Mp} \quad Y = 3.489 + 0.159X, \quad r = 0.81, \quad t = 29.64$$

$$\text{อาหารสูตร MpH} \quad Y = 3.160 + 0.184X, \quad r = 0.93, \quad t = 52.65$$

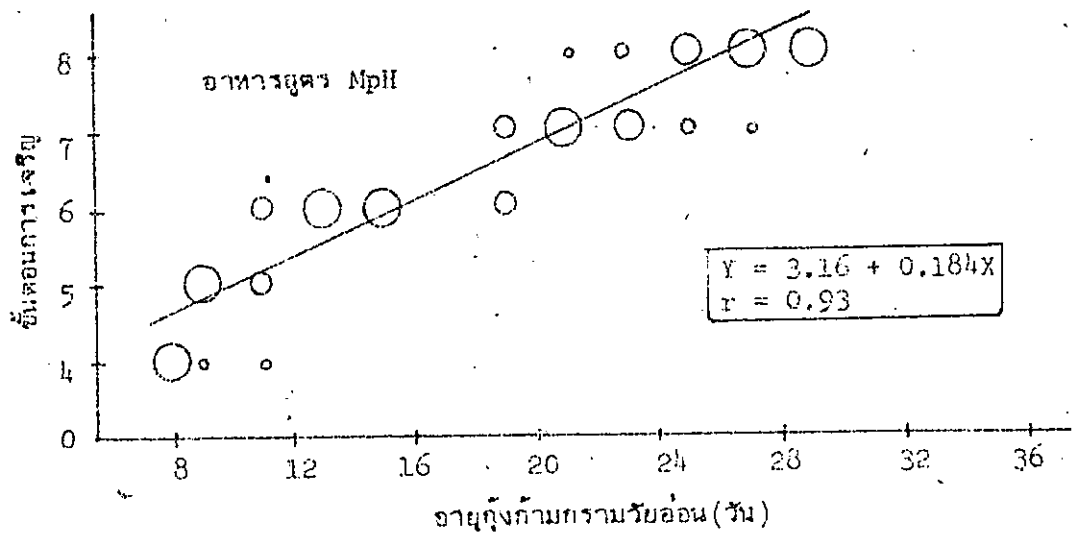
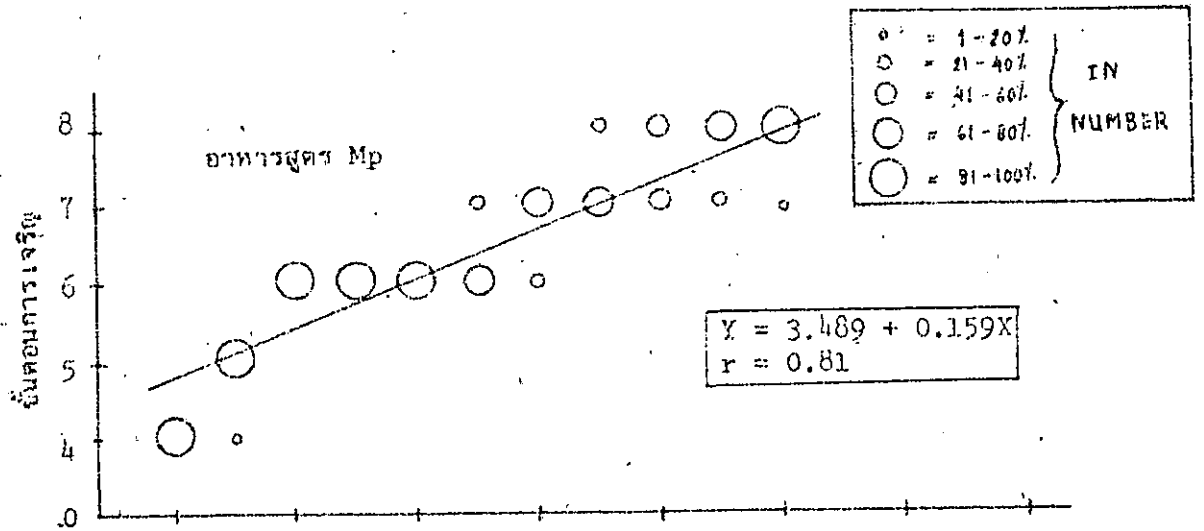
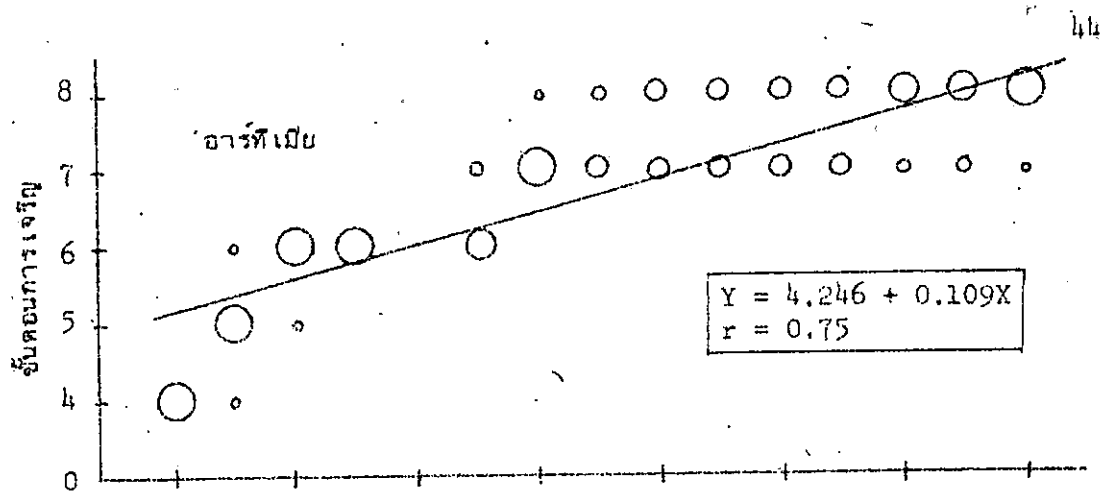
เมื่อ Y คือการเจริญเติบโตของกิ้งก่ามกราคมตามขั้นตอนของการพัฒนา

X คืออายุของกิ้งเป็นวัน

แสดงให้เห็นว่ากิ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH มีสัมประสิทธิ์การเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญ สูงที่สุด คือ 0.184 และกิ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียมีสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญ ต่ำที่สุดคือ 0.109

ตาราง 6 ขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp
และอาหารสูตร MpH

อาร์ทีเมีย			อาหารสูตร Mp			อาหารสูตร MpH		
อายุ (วัน)	ขั้นตอน	เปอร์เซ็นต์	อายุ (วัน)	ขั้นตอน	เปอร์เซ็นต์	อายุ (วัน)	ขั้นตอน	เปอร์เซ็นต์
8	IV	100	8	IV	100	8	IV	100
10	IV	10	10	IV	4	9	IV	11
	V	83		V	96		V	89
	VI	7		VI	-		VI	-
12	IV	-	12	IV	-	11	IV	5
	V	13		V	-		V	42
	VI	87		VI	100		VI	53
14	VI	100	14	VI	100	13	VI	100
18	VI	63	18	VI	71	15	VI	100
	VII	37		VII	29			
20	VII	87	20	VII	36	19	VI	58
	VIII	13		VIII	64		VII	42
22	VII	60	22	VII	71	21	VII	89
	VIII	40		VIII	29		VIII	11
24	VII	50	24	VII	47	23	VII	64
	VIII	50		VIII	53		VIII	36
26	VII	50	26	VII	36	25	VII	22
	VIII	50		VIII	64		VIII	78
28	VII	47	28	VII	11	27	VII	4
	VIII	53		VIII	89		VIII	96
30	VII	57	30	VII	4	29	VII	-
	VIII	43		VIII	96		VIII	100
32	VII	30	32	VII	4			
	VIII	70		VIII	96			
34	VII	21	34	VII	-			
	VIII	79		VIII	100			



ภาพประกอบ 11 แสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน
ที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

การวิเคราะห์ผลของอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH ต่อขั้นตอนการเจริญด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ปรากฏผลดังตาราง 7 พบว่าอัตราการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 ชนิดนี้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

ชนิดของอาหาร	Reg. Coef.	Deviation from regression		
		df	SS	MS
อาร์ทีเมีย	0.019	289	174.541	0.589
อาหารสูตร Mp	0.161	448	222.201	0.496
อาหารสูตร MpH	0.184	433	89.537	0.206
		1179	486.279	0.412
Pooled		1181	537.857	0.455
difference between slopes		2	51.578	25.789
Comparison of slopes		F = 62.526**		

** นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

และเพื่อหาความแตกต่างของขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนกับอาหารแต่ละคู่ จึงทำการเปรียบเทียบค่า F-test ของความแปรปรวนร่วม ดังตาราง 8 พบว่าขั้นตอนการเจริญของกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย มีความแตกต่างกับอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp มีขั้นตอนการเจริญแตกต่างกับอาหารสูตร MpH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 8 การเปรียบเทียบค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของขั้นตอนการเจริญของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

ชนิดของอาหาร	อาร์ทีเมีย	อาหารสูตร Mp	อาหารสูตร MpH
อาร์ทีเมีย	-		
อาหารสูตร Mp	40.59 ^{**}		
อาหารสูตร MpH	137.08 ^{**}	15.363 ^{**}	

^{**} มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ :01

3.2 ผลของอาหารสูตรต่อความยาวของกึ่งก้ามกรามวัยอ่อน ความยาวของกึ่งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH ปรากฏผลดังตาราง 9

ตาราง 9 ความยาวของกึ่งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

อาร์ทีเมีย		อาหารสูตร Mp		อาหารสูตร MpH	
อายุ (วัน)	ความยาว (มิลลิเมตร)	อายุ (วัน)	ความยาว (มิลลิเมตร)	อายุ (วัน)	ความยาว (มิลลิเมตร)
8	3.09 ± 0.11	8	3.09 ± 0.11	9	3.57 ± 0.24
10	3.74 ± 0.22	10	3.63 ± 0.27	11	4.15 ± 0.33
12	4.23 ± 0.36	12	4.48 ± 0.30	13	4.15 ± 0.41
14	4.99 ± 0.47	14	5.10 ± 0.37	15	5.43 ± 0.48
16	-	16	5.75 ± 0.55	17	-
18	6.49 ± 0.63	18	6.15 ± 0.75	19	6.55 ± 0.44
20	7.06 ± 0.77	20	6.66 ± 0.48	21	7.43 ± 0.37
22	7.71 ± 0.93	22	7.45 ± 0.65	23	7.77 ± 0.39
24	7.93 ± 0.90	24	8.04 ± 0.52	25	8.25 ± 0.45
26	7.85 ± 0.80	26	8.29 ± 0.58	27	8.46 ± 0.42
28	7.83 ± 0.83	28	8.64 ± 0.46	29	8.70 ± 0.28
30	7.82 ± 0.94	30	8.69 ± 0.45	31	8.93 ± 0.39
32	8.27 ± 0.85	32	9.08 ± 0.43	33	9.08 ± 0.32
34	8.67 ± 0.79	34	9.10 ± 0.48	35	9.13 ± 0.37

จากตาราง 9 พบว่าอายุของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนมีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรงกับความยาว ดังภาพประกอบ 12 และมีสมการเส้นตรงดังนี้

อาร์ทีเมีย $Y = 2.137 + 0.197X$, $r = 0.87$, $t = 31.03$

อาหารสูตร Mp $Y = 0.924 + 0.289X$, $r = 0.96$, $t = 71.62$

อาหารสูตร MpH $Y = 0.859 + 0.297X$, $r = 0.98$, $t = 105.20$

เมื่อ Y คือความยาวเป็นมิลลิเมตร

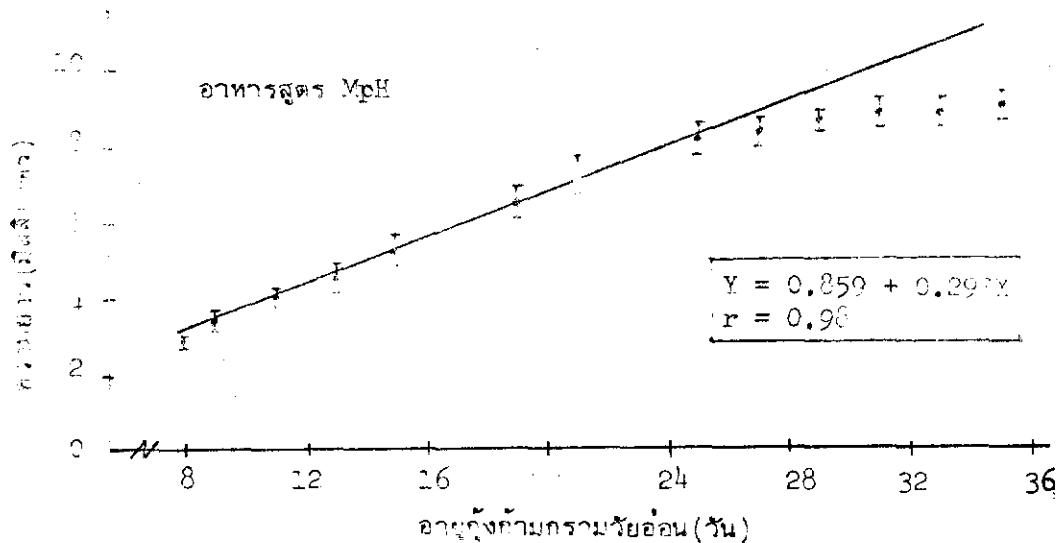
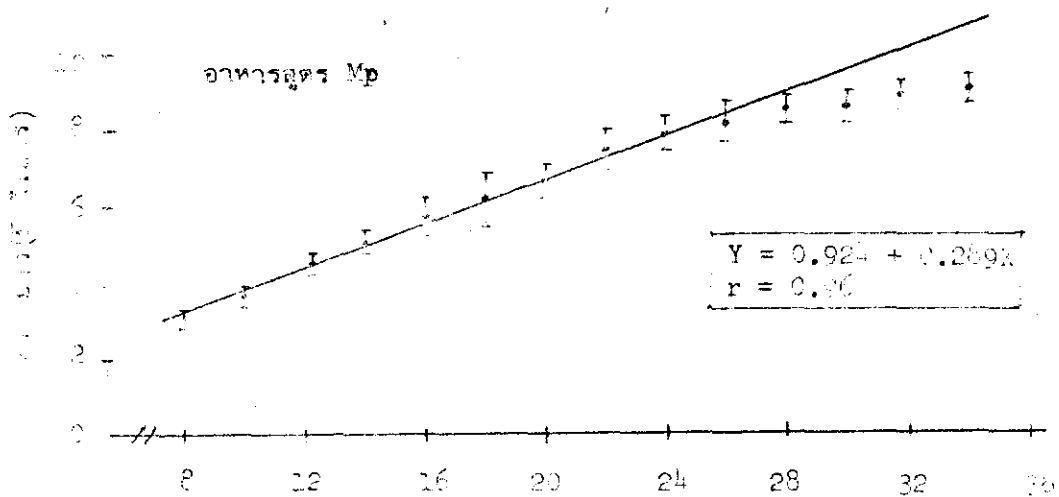
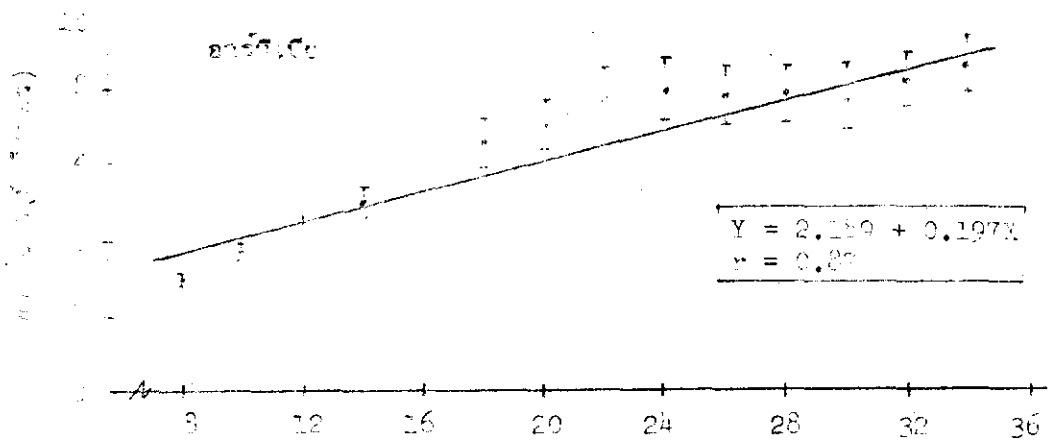
X คืออายุของกุ้งเป็นวัน

การวิเคราะห์ผลของอาหารทั้ง 3 ชนิด ต่อความยาวของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม ปรากฏผลดังตาราง 10

ตาราง 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อหาความแตกต่างของความยาวของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

ชนิดของอาหาร	Reg. Coef.	Deviation from regression		
		df	SS	MS
อาร์ทีเมีย	0.197	298	225.841	0.757
อาหารสูตร Mp	0.289	448	125.145	0.279
อาหารสูตร MpH	0.297	433	59.205	0.136
		1179	410.192	0.347
Pooled		1181	521.632	0.441
difference between slopes		2	111.440	55.720
Comparison of slopes		$F = 160.16^{**}$		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



ภาพประกอบ 12 แสดงการเจริญเติบโตของกุ้งข้ามกรรมวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหาร
อาหารเม็ด อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

จากตาราง 10 พบว่าความยาวของกึ่งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และพบว่ากึ่งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH มีแนวโน้มให้ความยาวดีที่สุด ($b = 0.297$) และจากการวิเคราะห์เพื่อหาความแตกต่างของความยาวของกึ่งก้ามกรามวัยอ่อนกับอาหารแต่ละคู่ ด้วยการเปรียบเทียบค่า F-test ของความแปรปรวนร่วม ปรากฏผลดังตาราง 11 พบว่า กึ่งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียจะมีความยาวแตกต่างจากที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และความยาวของกึ่งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH แตกต่างกันอย่างไรไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ตาราง 11 การเปรียบเทียบค่า F จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความยาวของ กึ่งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

ชนิดของอาหาร	อาร์ทีเมีย	อาหารสูตร Mp	อาหารสูตร MpH
อาร์ทีเมีย	-		
อาหารสูตร Mp	158.24**		
อาหารสูตร MpH	230.95**	3.242	..

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

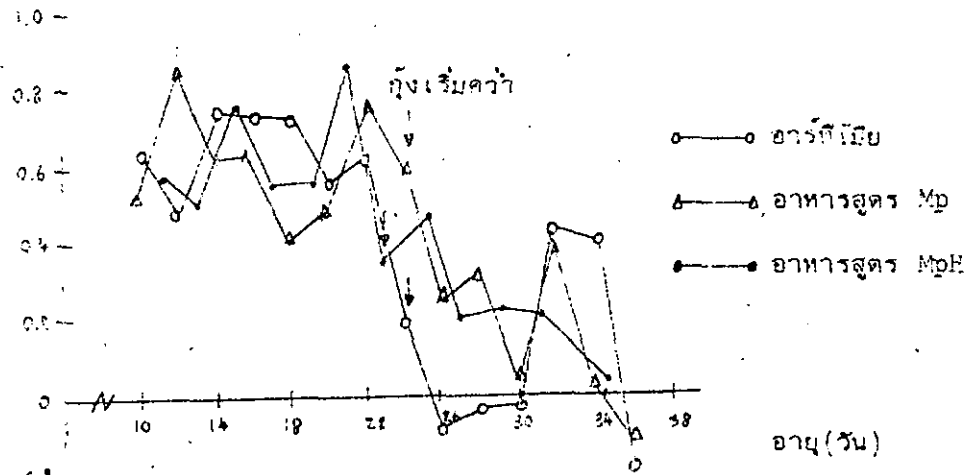
อัตราการเจริญเติบโตโดยความยาวที่เพิ่มขึ้นของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหาร
อาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH ปรากฏผลดังตาราง 12 และภาพประกอบ 13
และ 14

ตาราง 12 อัตราการเจริญเติบโตโดยความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วย
อาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

อาร์ทีเมีย			อาหารสูตร Mp			อาหารสูตร MpH		
อายุ (วัน)	ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่ม		อายุ (วัน)	ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่ม		อายุ (วัน)	ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่ม	
	มิลลิเมตร	ร้อยละ		มิลลิเมตร	ร้อยละ		มิลลิเมตร	ร้อยละ
10	0.65	17.34	10	0.54	17.47	11	0.58	16.24
12	0.49	11.62	12	0.85	23.41	13	0.51	12.29
14	0.76	18.00	14	0.62	13.84	15	0.77	16.52
16	0.75	15.03	16	0.65	12.74	17	0.56	10.31
18	0.75	15.03	18	0.40	6.95	19	0.56	10.31
20	0.57	8.78	20	0.51	8.29	21	0.88	13.43
22	0.65	9.20	22	0.79	11.86	23	0.34	4.57
24	0.22	2.89	24	0.59	7.92	25	0.48	6.27
26	-0.08	-1.00	26	0.25	3.11	27	0.21	2.54
28	-0.02	-0.25	28	0.35	4.22	29	0.24	2.83
30	-0.01	-0.12	30	0.05	0.58	31	0.23	2.67
32	0.45	5.75	32	0.39	4.48	33	0.15	1.69
34	0.40	4.84	34	0.02	0.22	35	0.05	0.51
36	-0.19	-2.19	36	-0.10	-1.10			

ความยาวที่เพิ่ม

(มิลลิเมตร)

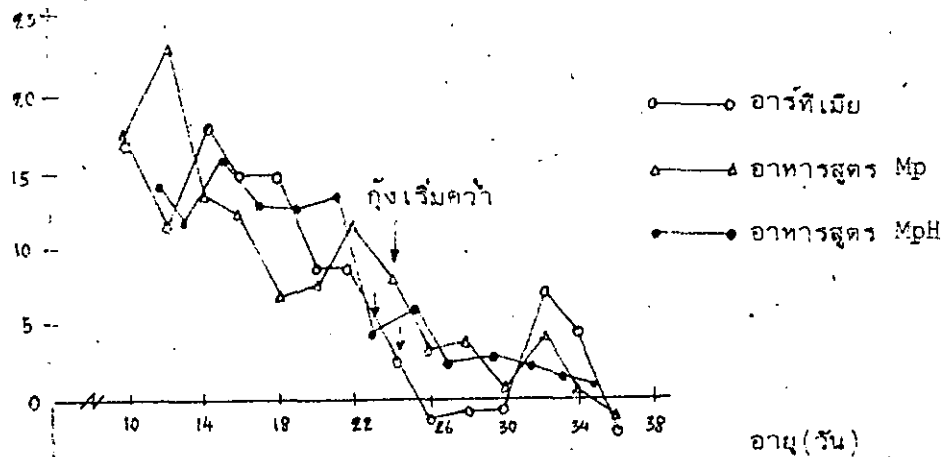


ภาพประกอบ 13 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

ตามความยาวที่เพิ่ม ที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

ความยาวที่เพิ่ม

(ร้อยละ)



ภาพประกอบ 14 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน

(เปอร์เซ็นต์ความยาวที่เพิ่ม) ที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp

และอาหารสูตร MpH

3.3 ผลความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเจริญกับความยาวของกิ่งก้านกรรมวัยอ่อน พบว่ามีความสัมพันธ์เป็นแบบเส้นตรง ซึ่งปรากฏผลทั้งตาราง 13 และภาพประกอบ 15 และสามารถเขียนเป็นสมการได้ว่า

อาร์ทีเมีย $Y = -3.230 + 1.449X$, $r = 0.94$, $t = 46.47$

อาหารสูตร Mp $Y = -3.255 + 1.465X$, $r = 0.95$, $t = 64.54$

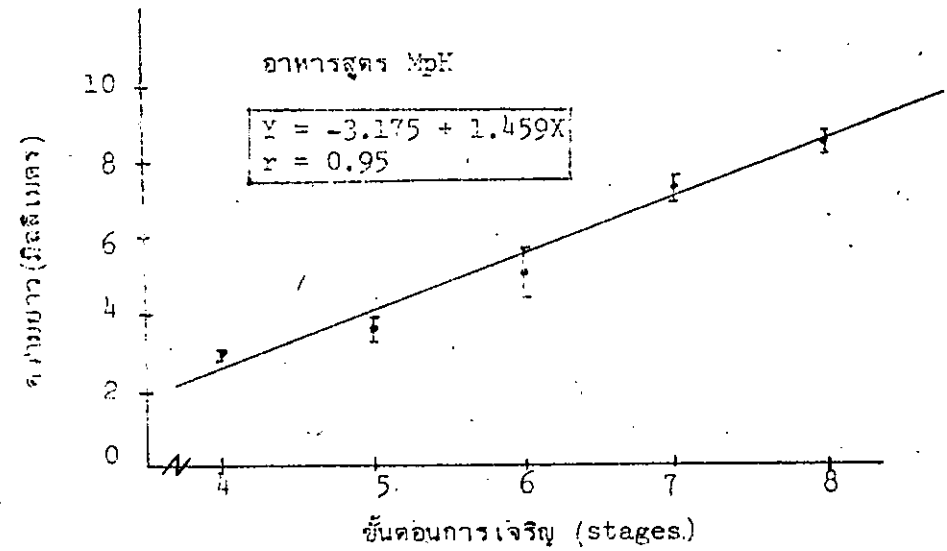
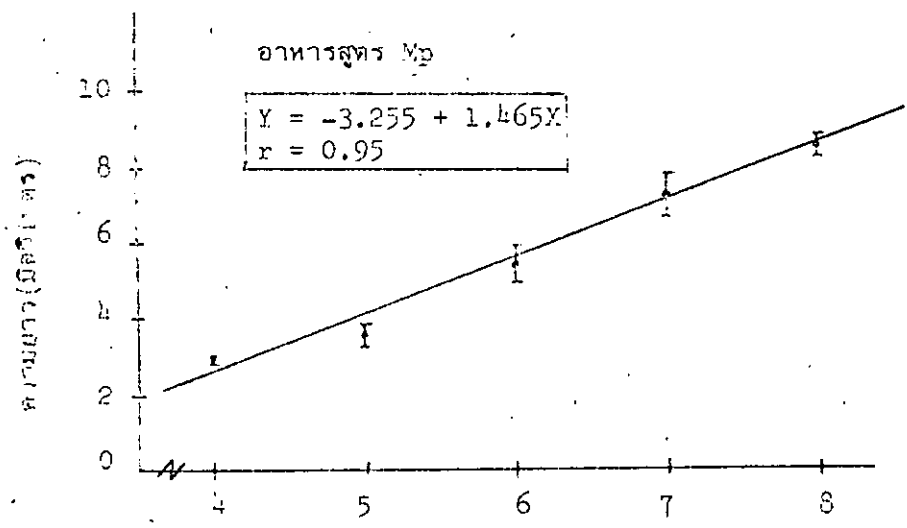
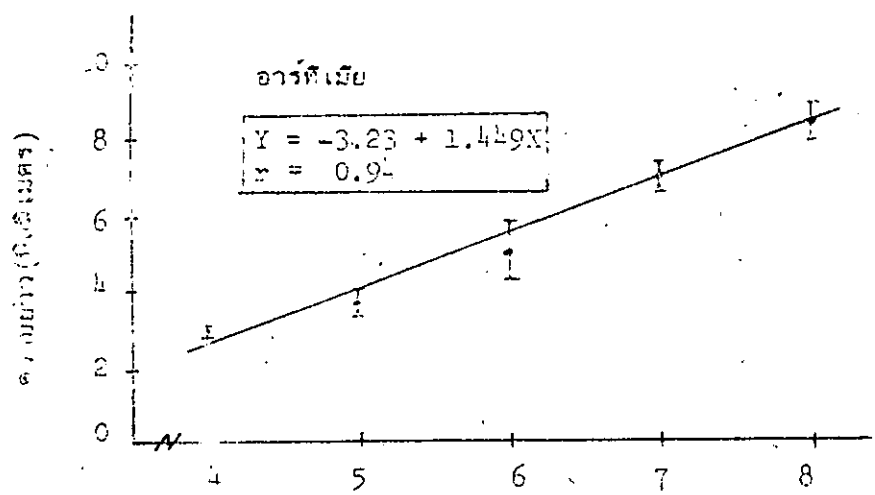
อาหารสูตร MpH $Y = -3.175 + 1.459X$, $r = 0.95$, $t = 61.99$

เมื่อ Y คือความยาวเป็นมิลลิเมตร

X คือการเจริญเติบโตของกิ่งก้านกรรมตามขั้น ตอนของการพัฒนา

ตาราง 13 ขั้นตอนการเจริญเติบโตและความยาวของกิ่งก้านกรรมวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

ขั้นตอน	ความยาว (มิลลิเมตร)		
	อาร์ทีเมีย	อาหารสูตร Mp	อาหารสูตร MpH
4	3.11 ± 0.14	3.08 ± 0.11	3.086 ± 0.11
5	3.73 ± 0.21	3.66 ± 0.22	3.75 ± 0.25
6	5.02 ± 0.80	5.50 ± 0.69	5.15 ± 0.77
7	7.07 ± 0.44	7.72 ± 0.58	7.36 ± 0.33
8	8.47 ± 0.50	8.51 ± 0.30	8.39 ± 0.30



ภาพประกอบ 15. แสดงความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการเจริญกับความยาวของ
กุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ติเมีย อาหารสูตร Mp และ MpH

วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของชั้นตอนการเจริญเติบโตและความยาว ซึ่งมีค่าผันแปรไปตามชนิดของอาหารที่เลี้ยง ปรากฏผลดังตาราง 14 พบว่าอัตราการเปลี่ยนชั้นตอนการเจริญเติบโตและความยาวของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน ที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของชั้นตอนการเจริญเติบโตและความยาวตามชนิดของอาหารที่เลี้ยง

ชนิดของอาหาร	Reg. Coef.	Deviation from regression		
		df	SS	MS
อาร์ทีเมีย	1.449	298	115.749	0.338
อาหารสูตร Mp	1.465	448	151.811	0.338
อาหารสูตร MpH	1.459	433	162.515	0.375
		1179	430.075	0.3647
Pooled		1181	430.139	0.3642
difference between slopes		2	0.064	0.0320
Comparison of slopes :		F = 0.0879		

4. ผลของอาหารสูตรต่อเปอร์เซ็นต์การรอดของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อน

เปอร์เซ็นต์การรอดของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH ปรากฏผลดังตาราง 15 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเปอร์เซ็นต์การรอดของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อนเมื่อสิ้นสุดการทดลองของอาหารทั้ง 3 ชนิดมีค่าแตกต่างกัน กิ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียมีเปอร์เซ็นต์การรอดต่ำที่สุด และกิ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH มีเปอร์เซ็นต์การรอดสูงที่สุด

ตาราง 15 เปอร์เซ็นต์การรอดของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

ชนิดของอาหาร	จำนวนกิ้งคว่ำ				กิ้งคว่ำตัวแรก อายุ (วัน)
	ผลผลิต (ตัว)	การรอด (%)	จำนวนไม่คว่ำ (ตัว)	สัดส่วนกิ้ง คว่ำ/ไม่คว่ำ	
อาร์ทีเมีย	448.5	4.48	218.5	2.05 : 1	24
อาหารสูตร Mp	1360.3	13.60	41.66	32.60 : 1	24
อาหารสูตร MpH	1746.6	17.46	22.00	79.40 : 1	24

เพื่อที่จะได้ทราบว่าเปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้ง เนื่องจากชนิดของอาหารนั้น มีความแตกต่างกันจริง จึงได้ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน ปรากฏผลดังตาราง 16 พบว่าเปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ เปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	205.54	2	102.77	14.16**
ภายในกลุ่ม	36.23	5	7.24	
รวมทั้งหมด	241.77	7		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เมื่อทดสอบความแตกต่างของ เปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนกับอาหารแต่ละคู่ โดยใช้ q-statistic ปรากฏผลดังตาราง 17 พบว่าเปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียมีความแตกต่างจากที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ .01 ตามลำดับ เปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 17 เปรียบเทียบชนิดของอาหารที่ทำให้เปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน
แตกต่างกันเป็นรายคู่

ชนิดของอาหาร	อาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp อาหารสูตร MpH			
	$\bar{X}$	4.48	13.60	17.46
อาร์ทีเมีย	4.48	-	9.12*	12.98**
อาหารสูตร Mp	13.60		-	3.86
อาหารสูตร MpH	17.46			-

* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5. การตรวจสอบคุณภาพของน้ำในระบบเลี้ยง

ตรวจสอบคุณภาพของน้ำทางสภาวะ ได้แก่ อุณหภูมิ และความเค็ม ตลอดจนการทดลองพบว่า
อุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง $26.0 \sim 27.0^{\circ}\text{C}$. ส่วนความเค็มคงที่ที่ 12 ส่วนในพันส่วน

6. การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่ใช้ พบว่าอาหารผสมฮอร์โมน
ลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบมีคุณค่าทางอาหารดังตาราง 18

ตาราง 18 คุณค่าทางอาหารของกึ่งก้ามกรามวัยรุ่น

คุณค่าทางอาหาร	ปริมาณ (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)
ความชื้น	0.89
โปรตีน	23.25
ไขมัน	18.32
คาร์โบไฮเดรต	22.63
เถ้า	34.89

7. ผลของอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบต่อการเจริญเติบโตของกึ่งก้ามกรามวัยรุ่น

ผลของอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบต่อการเจริญเติบโตโดยความยาว ของกึ่งก้ามกรามวัยรุ่น ได้ทำการทดลองเป็นเวลา 9 สัปดาห์ ปรากฏผลดังตาราง 19 และภาพประกอบ 16 แสดงให้เห็นว่ากึ่งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ จะมีการเจริญเติบโตเป็นแบบสมการเส้นตรงทั้งนี้ กึ่งที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ

$$Y = 1.228 + 0.2397X, \quad r = 0.75, \quad t = 67.48$$

กึ่งที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ

$$Y = 1.251 + 0.1929X, \quad r = 0.74, \quad t = 64.85$$

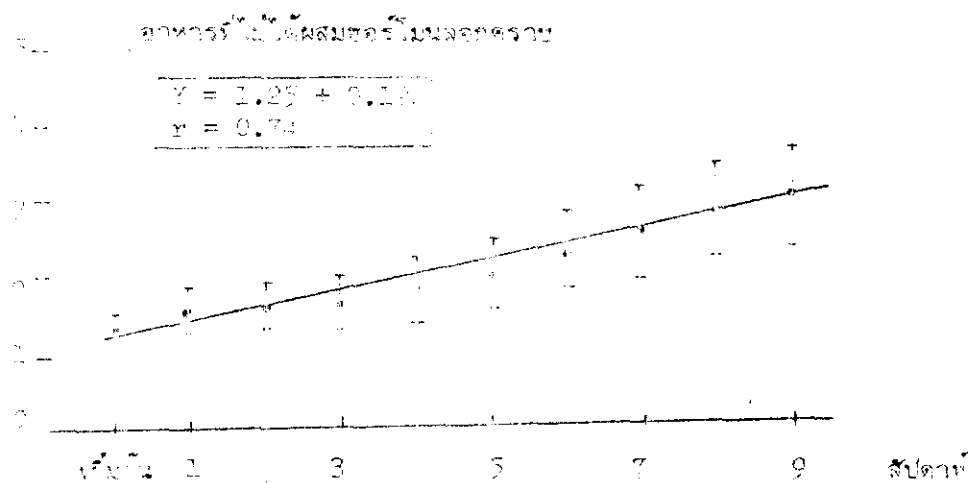
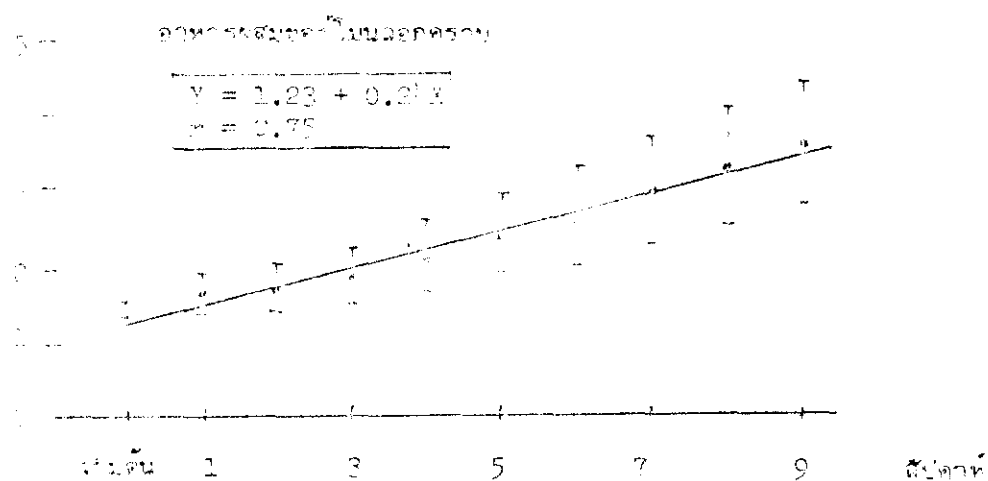
เมื่อ Y คือความยาวเป็นเซนติเมตร

X คือระยะเวลาเป็นสัปดาห์

ตาราง 19 ความยาวของกึ่งกำมกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ

เวลา (สัปดาห์)	ความยาว (เซนติเมตร)	
	อาหารผสมฮอร์โมน	อาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมน
เริ่มต้นทดลอง	1.29 ± 0.26	1.32 ± 0.24
1	1.63 ± 0.31	1.62 ± 0.28
2	1.71 ± 0.35	1.63 ± 0.32
3	1.81 ± 0.37	1.70 ± 0.37
4	2.05 ± 0.48	1.85 ± 0.43
5	2.34 ± 0.53	2.10 ± 0.50
6	2.63 ± 0.67	2.37 ± 0.55
7	2.90 ± 0.75	2.63 ± 0.63
8	3.21 ± 0.82	2.87 ± 0.66
9	3.50 ± 0.86	3.08 ± 0.69

ภาพประกอบ 16
(หน่วยเป็นกรัม)



ภาพประกอบ 16 แสดงการเจริญเติบโตของทั้งตัวมกราคมที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมซอร์โมน
ลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมซอร์โมนลอกคราบ

การวิเคราะห์ผลของอาหารผสมฮอร์โมนลอกกราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกกราบต่อการเจริญเติบโตของกิ้งก่ามกรมวัยรุ่นด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวน ปรากฏผลดังตาราง 20 พบว่าการเจริญเติบโตของกิ้งก่ามกรมวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 2 ชนิด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนเพื่อหาความแตกต่างของการเจริญเติบโตของกิ้งก่ามกรมวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกกราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกกราบ

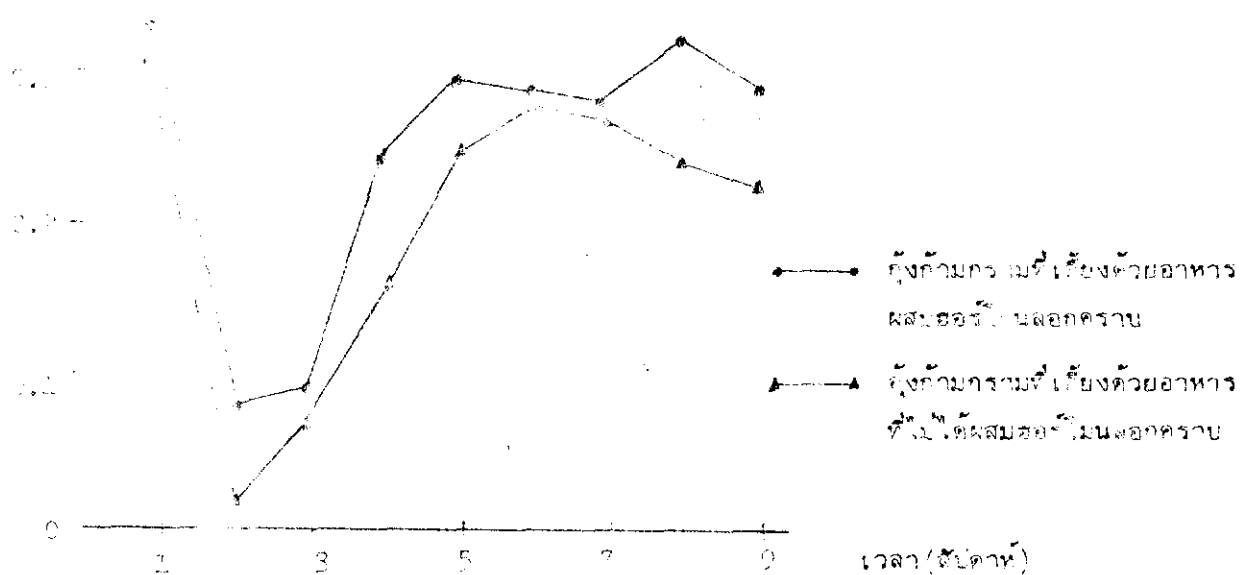
แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F
ระหว่างกลุ่ม	3479.89	1	3479.805	50.368**
ภายในกลุ่ม	276125.69	3998	69.06	
รวมทั้งหมด	279605.49	3999		

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

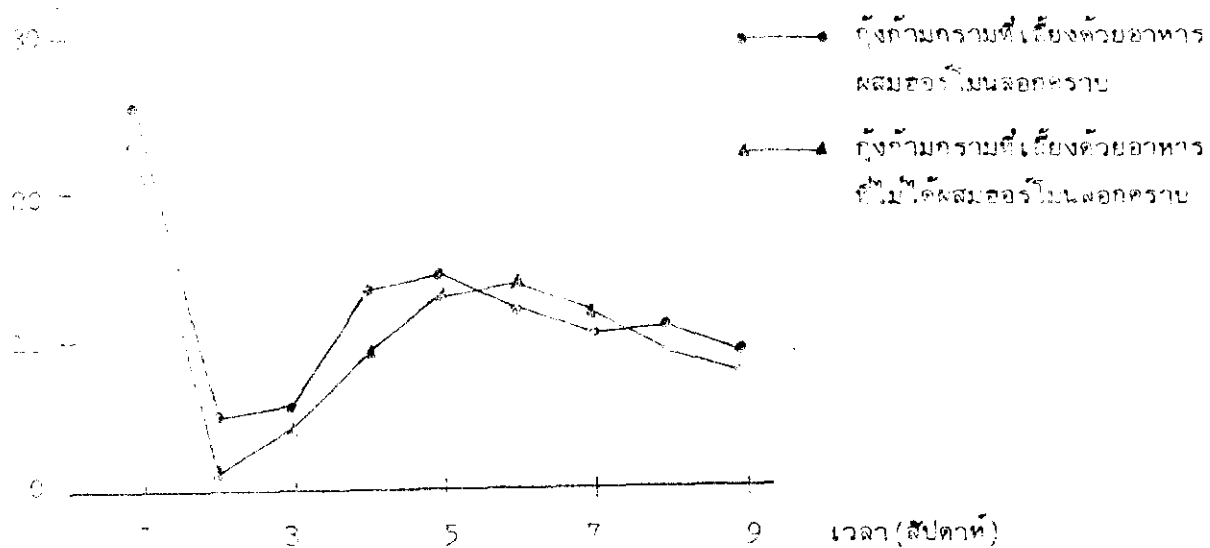
อัตราการเจริญเติบโตโดยความยาวเหยียดที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหาร
ผสมชอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมชอร์โมนลอกคราบ ปรากฏผลดังตาราง 21 และ
ภาพประกอบ 17 และ 18

ตาราง 21 การเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นโดยความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในแต่ละสัปดาห์

สัปดาห์ที่	อาหารผสมชอร์โมน ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่ม		อาหารที่ไม่ได้ผสมชอร์โมน ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่ม	
	มิลลิเมตร	ร้อยละ	มิลลิเมตร	ร้อยละ
1	0.33	25.66	0.31	23.40
2	0.08	5.27	0.01	0.61
3	0.09	5.39	0.06	4.01
4	0.24	13.22	0.15	9.00
5	0.29	14.36	0.24	13.04
6	0.28	12.24	0.27	13.03
7	0.27	10.30	0.26	11.10
8	0.32	10.99	0.23	8.91
9	0.28	8.64	0.21	7.52



ภาพประกอบ 17. เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นตามความยาวเหยียด
ที่เพิ่มขึ้น ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมวิตามินบี12 0.5% ในลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมวิตามินบี12 0.5% ในลอกคราบ



ภาพประกอบ 18. เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น (เปอร์เซ็นต์ของ
ความยาวเหยียดที่เพิ่มขึ้น) ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมวิตามินบี12 0.5% ในลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมวิตามิน
บี12 0.5% ในลอกคราบ

7.2 ผลของอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบต่อการเจริญเติบโตโดยน้ำหนัก ของกิ้งก่ามกรามวัยรุ่น ปรากฏผลดังตาราง 22

ตาราง 22 น้ำหนักของกิ้งก่ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ

วันที่ทดลอง	น้ำหนัก (กรัม)	
	อาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ	อาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ
1	0.0129 ± 0.0067	0.0129 ± 0.0002
14	0.0370 ± 0.0038	0.0336 ± 0.0087
21	0.0527 ± 0.0073	0.0359 ± 0.0072
28	0.0883 ± 0.0122	0.0599 ± 0.0071
31	0.1020 ± 0.0043	0.0785 ± 0.0172
35	0.1181 ± 0.0077	0.0758 ± 0.0132
38	0.1468 ± 0.0041	0.1106 ± 0.0181
42	0.1581 ± 0.0247	0.1073 ± 0.0071
45	0.1833 ± 0.0129	0.1407 ± 0.0215
49	0.2442 ± 0.0271	0.1733 ± 0.0282
52	0.2496 ± 0.0306	0.1900 ± 0.0334
56	0.2777 ± 0.0225	0.1912 ± 0.0100
59	0.3396 ± 0.0229	0.2330 ± 0.0199

จากตาราง 22 เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาคำนวณตาม exponential growth law (Snedecor and Cochran. 1967) ในรูปของสมการ

$$W = Ae^{bx}$$

จะเห็นว่า การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักตัวของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบเป็นดังนี้

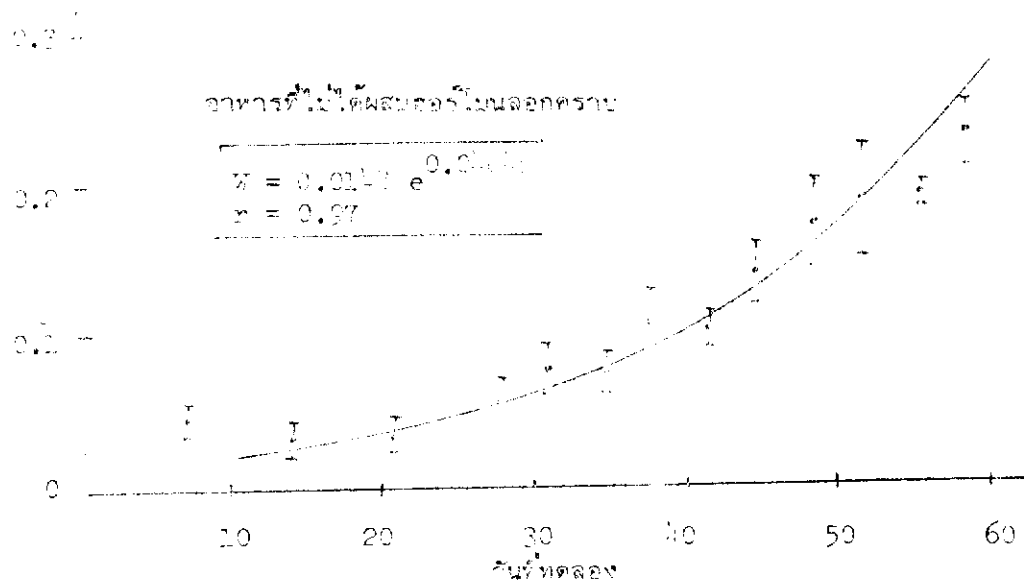
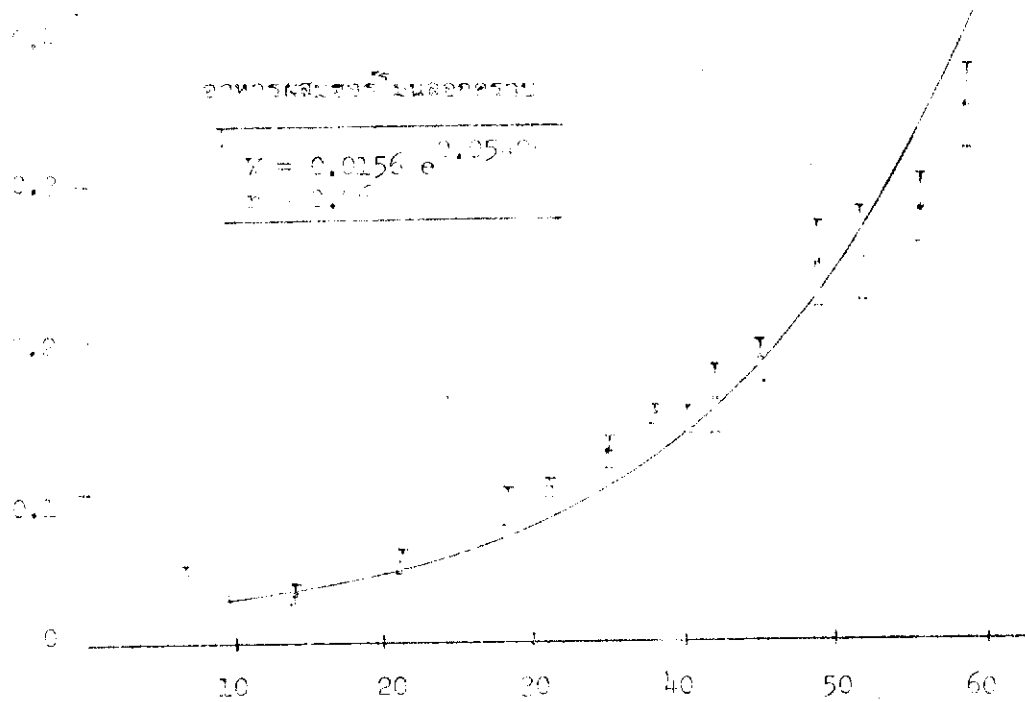
อาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ $W = 0.0156 e^{0.0549x}, r = 0.96$

อาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ $W = 0.0148 e^{0.0484x}, r = 0.97$

เมื่อ W คือน้ำหนักตัว (กรัม)

x คือเวลา (วัน)

และแสดงได้ทั้งภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 แสดงการเจริญเติบโตโดยน้ำหนักของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วย
อาหารผสมสอร์จินนอลอคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมสอร์จินนอลอคราบ

7.3 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักตัวของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ ปรากฏผลดังตาราง 23 และภาพประกอบ 20

ตาราง 23 แสดงน้ำหนักและความยาวของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ

เวลา (สัปดาห์)	อาหารผสมฮอร์โมน		อาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมน	
	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)	ความยาว (เซนติเมตร)	น้ำหนัก (กรัม)
5	2.341 ± 0.020	0.102 ± 0.004	2.097 ± 0.123	0.078 ± 0.017
6	2.627 ± 0.068	0.146 ± 0.004	2.371 ± 0.095	0.110 ± 0.018
7	2.898 ± 0.066	0.183 ± 0.013	2.869 ± 0.124	0.140 ± 0.021
8	3.216 ± 0.096	0.259 ± 0.030	2.869 ± 0.126	0.190 ± 0.038
9	3.494 ± 0.056	0.339 ± 0.023	3.085 ± 0.069	0.233 ± 0.019

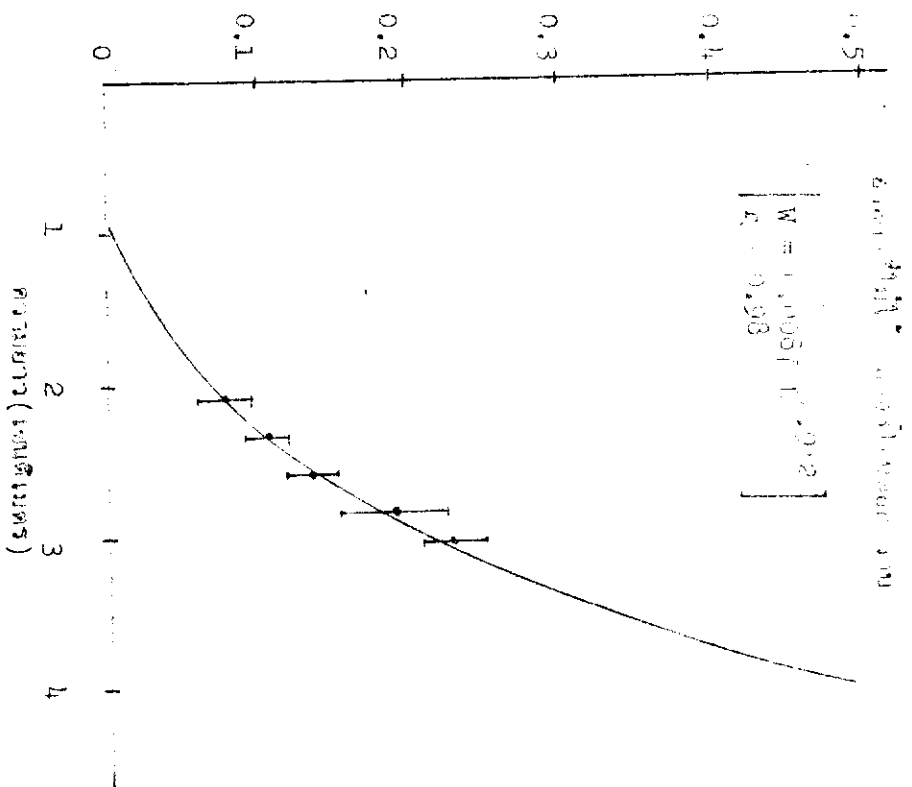
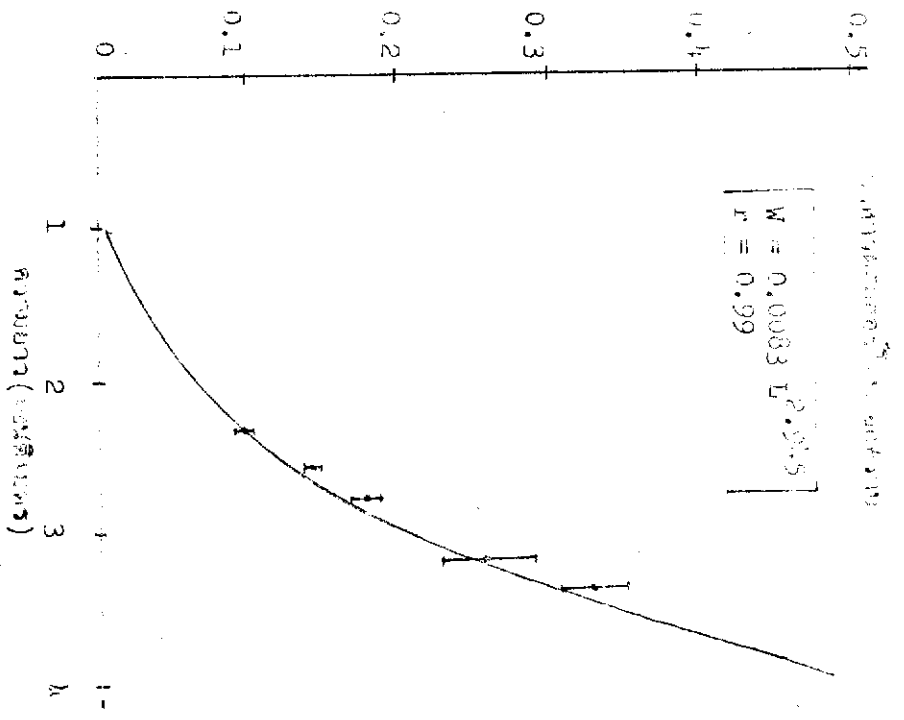
จากตาราง 23 พบว่าน้ำหนักและความยาวของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นมีความสัมพันธ์เป็นไปตามกฎกำลังสาม (cube law) ซึ่งได้ว่า

$$\text{อาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ} \quad W = 0.00831L^{2.945}$$

$$\text{อาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ} \quad W = 0.00869L^{2.914}$$

$$\text{เมื่อ} \quad W = \text{น้ำหนักตัวเป็นกรัม}$$

$$L = \text{ความยาวเหยียดเป็นเซนติเมตร}$$



ภาพที่ 20 แสดงความหนาแน่นของน้ำในดินตามความชื้นในดิน

วิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความยาวเหยียดและน้ำหนักตัวของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น
ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ ปรากฏผลดัง
ตาราง 24 พบว่าความยาวเหยียดและน้ำหนักตัวของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 2 ชนิดนี้
ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมของความยาวเหยียดและน้ำหนักตัวของกุ้งก้ามกราม
วัยรุ่น ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ

ชนิดของอาหาร	Reg. Coef.	Deviation from regression		
		df	SS	MS
อาหารผสมฮอร์โมน	2.945	18	0.0695	0.0038
อาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมน	2.914	18	0.0918	0.0051
		36	0.1614	0.0044
Pooled		37	0.1618	0.0043
difference between slopes		1	0.0004	0.0004
difference of slopes			F = 0.097	

8. เปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น

ในการทดลองครั้งนี้ได้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการรอดเพียงครั้งเดียว เมื่อสิ้นสุดการทดลองปรากฏผลดังตาราง 25 และเมื่อทดสอบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอริโมนลอกคราบและอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอริโมนลอกคราบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตาราง 25 เปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอริโมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอริโมนลอกคราบ

ชนิดของอาหาร	การทดลองที่	จำนวนเริ่ม (ตัว)	การรอด (ตัว)	อัตราการรอด (เปอร์เซนต์)
อาหารผสมฮอริโมน ลอกคราบ	1	150	89	59.33
	2	150	116	77.33
	3	150	108	72.00
	4	150	105	70.00
เฉลี่ย			104.5	69.66
อาหารที่ไม่ได้ผสม ฮอริโมนลอกคราบ	1	150	95	63.33
	2	150	106	70.66
	3	150	107	71.33
	4	150	96	64.00
เฉลี่ย			101	67.33

9. อัตราการเปลี่ยนน้ำนํักอาหารเป็นเนื้อกึ่งก้ามกรามวัยรุ่น

อัตราการเปลี่ยนน้ำนํักอาหารเป็นเนื้อกึ่งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสม
ฮอโมนลอกคราบ และอาหารที่ผสมฮอโมนลอกคราบ ในแต่ละสัปดาห์ ปรากฏผลดังตาราง 26
และตาราง 27

ตาราง 26 อัตราการเปลี่ยนน้ำนํักอาหารเป็นเนื้อกึ่งก้ามกรามในแต่ละสัปดาห์ของกึ่งก้ามกราม
ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอโมนลอกคราบ

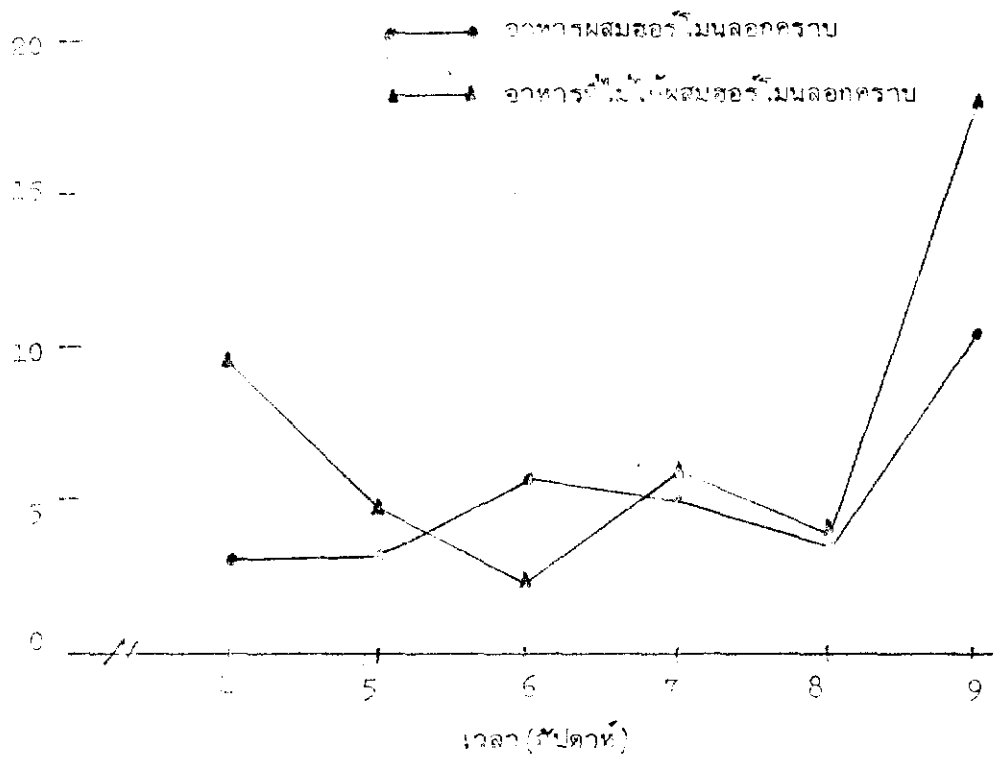
สัปดาห์	น้ำหนักกึ่ง เริ่มต้น (เฉลี่ย) (กรัม)	น้ำหนักกึ่ง หลังทดลอง (เฉลี่ย) (กรัม)	น้ำหนักอาหารรวม ตลอดสัปดาห์ (กรัม)	อัตราการเปลี่ยน เนื้ออาหาร เป็นเนื้อกึ่ง
3-4	0.033	0.039	0.050	9.47
4-5	0.039	0.059	0.095	4.55
5-6	0.059	0.076	0.155	2.04
6-7	0.076	0.107	0.179	5.80
7-8	0.107	0.173	0.244	3.67
8-9	0.173	0.191	0.316	17.63

ตาราง 27 อัตราการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็นเนื้อกึ่งกัมกรามในแต่ละสัปดาห์ของกึ่งกัมกราม
ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ

สัปดาห์	น้ำหนักกึ่ง เริ่มต้น (เฉลี่ย) (กรัม)	น้ำหนักกึ่ง หลังทดลอง (เฉลี่ย) (กรัม)	น้ำหนักอาหารรวม ตลอดสัปดาห์ (กรัม)	อัตราการเปลี่ยน เนื้ออาหาร เป็นเนื้อกึ่ง
3-4	0.037	0.054	0.052	3.01
4-5	0.54	0.088	0.100	2.95
5-6	0.088	0.118	0.165	5.55
6-7	0.118	0.158	0.195	4.89
7-8	0.158	0.244	0.264	3.06
8-9	0.244	0.277	0.340	10.16

จากตาราง 26 และ 27 เพื่อให้เห็นชัดเจนขึ้นจึงแสดงดังภาพประกอบ 21 พบว่ากึ่งกัมกรามวัยรุ่น
ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบมีแนวโน้มในการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็นเนื้อกึ่งได้ดีกว่า
กึ่งกัมกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ และเมื่อทดสอบความแตกต่างของอาหาร
เป็นเนื้อกึ่งของการเลี้ยงด้วยอาหาร 2 ชนิดนี้ โดยใช้ t-test พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ($t=0.87$, $df=10$)

อัตราการเปลี่ยนแปลง
เป็นร้อยละ



ภาพประกอบ 21 แสดงอัตราการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักอาหารเป็นร้อยละในแต่ละชั่วโมง

10. การตรวจสอบคุณภาพของน้ำในระบบเลี้ยง

ในการทดลองนี้ คุณภาพของน้ำทางสกายะ ได้แก่ pH และอุณหภูมิ นั้น ได้รับการตรวจสอบเป็นระยะ ๆ ตลอดการทดลอง ส่วนคุณภาพของน้ำทางเคมี ได้แก่ การวัดปริมาณแอมโมเนีย และไนไตรท์ จะกระทำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ซึ่งผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำแสดงดังตาราง 28

ตาราง 28 ผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำทางสกายะและทางเคมีในระบบที่เลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น

องค์ประกอบที่ศึกษา	ค่าที่วัดได้
$\text{NH}_3\text{-N}$ (ppm.)	0.4
$\text{NO}_2\text{-N}$ (ppm.)	0.3
pH	7.0-8.15
อุณหภูมิ	26.0-27.5

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

1. ฮอว์โมนลอกกราบเอคโดสเทอโรนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีความบริสุทธิ์ 93.29 เปอร์เซ็นต์
2. กุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH มีการเจริญเติบโตโดยขั้นตอนการเจริญและความยาว แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH ให้ผลการเจริญเติบโตดีที่สุด กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียให้ผลการเจริญเติบโตต่ำที่สุด
3. เปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH ให้เปอร์เซ็นต์การรอดดีกว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย และอาหารสูตร Mp กุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียให้เปอร์เซ็นต์การรอดต่ำที่สุด
4. การเจริญเติบโตโดยความยาวและน้ำหนักของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอว์โมนลอกกราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอว์โมนลอกกราบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอว์โมนลอกกราบมีแนวโน้มเจริญเติบโตโดยความยาวและน้ำหนักดีกว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอว์โมนลอกกราบ
5. เปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอว์โมนลอกกราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอว์โมนลอกกราบ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีเปอร์เซ็นต์การรอด 69.99 และ 67.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

1. การทดสอบฮอร์โมนลอกคราบโดยทำ bioassay กับหนอนแมลงวันบ้านเป็นวิธีการทดสอบที่ให้ผลเร็วและมีประสิทธิภาพ ผลการทดลองเพื่อหาความบริสุทธิ์ของเอคโตสเทโรนจากต้นไช้ นำ โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานเบต้า-เอคโตโซนที่มีความบริสุทธิ์ 95 เปอร์เซ็นต์ พบว่าเอคโตสเทโรนจากต้นไช้ มีความบริสุทธิ์ 93.29 เปอร์เซ็นต์

2. คุณค่าทางอาหารของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงครั้งนี้ พบว่าปริมาณ-ไขมันค่อนข้างสูงถึง 10.93 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับอาหารสูตร Mp(p.o.)ของเพียร์คีย์ ปีเยธีธีธีวาร์กุล (เพียร์คีย์ ปีเยธีธีธีวาร์กุล 2524 : 49) ซึ่งมีปริมาณไขมันเพียง 1.68 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้คงเนื่องมาจากน้ำมันตับปลาที่ใช้แทนน้ำมันปาล์ม มีปริมาณไขมันสูง ทำให้อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH มีปริมาณไขมันสูง ชิคุโน (Shigueno. 1971 : 129 - 137) รายงานว่าไขมัน 8.8 เปอร์เซ็นต์ในอาหารกิ้งไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของกิ้ง ซึ่งนิว (New. 1967 : 101 - 144) สรุปว่ากิ้งมีความต้องการไขมันจากอาหารไม่มากนัก และระดับไขมันที่เหมาะสมในอาหารกิ้งควรอยู่ในระดับ 5 - 10 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนัก

3. การเจริญเติบโตของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อน

3.1 การศึกษาขั้นตอนการเจริญของกิ้งก่ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH (ดังตาราง 6) พบว่ากิ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH มีขั้นตอนการเจริญถึงขั้นตอนที่ 8 ได้เร็วกว่าลูกกิ้งที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย และอาหารสูตร Mp กล่าวคือเมื่อลูกกิ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH มีอายุ 25 วัน มีขั้นตอนการเจริญถึงขั้นตอนที่ 8 แล้ว 78 เปอร์เซ็นต์ ส่วนลูกกิ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp และอาร์ทีเมีย เมื่ออายุ 26 วัน เจริญถึงขั้นตอนที่ 8 เพียง 64 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของฮอร์โมนลอกคราบในอาหารสูตร MpH ที่ช่วยให้กิ้งมีการลอกคราบเร็วขึ้น และการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญของกิ้งจะขึ้นอยู่กับ การลอกคราบ ซึ่งลิง (Ling. 1969 : 589 - 606) กล่าวว่ากิ้งก่ามกรามวัยอ่อนตั้งแต่ฟักออกเป็นตัวจนถึงระยะว่าเป็นโพลทลาฟี จะมีการลอกคราบ 11 ครั้ง แต่มีเพียง 8 ขั้นเท่านั้นที่แสดงความแตกต่างอย่างชัดเจน

เจ็คลา คอสท์โลว (Jegla and Costlow. 1970 : 295 - 302) พบว่าไฟโตเอคโตโซนที่สกัดได้จาก yew, Taxus จะเร่งการลอกคราบในขั้นตอนที่ 1 ของการเจริญของปูวัยอ่อน Limulus polyphemus ซึ่งผลของไฟโตเอคโตโซนนี้จะต้องขึ้นอยู่กับปริมาณที่ใช้

และเวลาของการฉีดในระหว่าง intermolt cycle

โลว์ ฮอร์น และ กัลเบรธ (Lowe, Horn and Galbraith. 1966 : 518 - 519) พบว่าครัสเตอไดโชน 0.0125 - 0.05 เปอร์เซ็นต์ สามารถย่นระยะเวลาในการลอกคราบของกุ้ง crayfish, Procambarus simulans ที่ไม่มีก้านตาในช่วง early pre-molt ได้

กาโกเซียน และคนอื่น ๆ (Gagosian and others. 1974 : 723 - 724) พบว่าเอคโตสเทอโรนโดยตัวมันเอง หรือรวมกับเอคโตไคโชนตัวอื่น ๆ จะมีบทบาทสำคัญในขบวนการลอกคราบของล็อบสเตอร์ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของฟลินท์ (Flint. 1972 : 1229) พบว่าเมื่อฉีดเอคโตสเทอโรนเข้าไปในล็อบสเตอร์ทั้งที่ปกติ และที่ไม่มีก้านตา ในช่วงระหว่างการลอกคราบน้ำมัน จะชักนำให้เกิดการลอกคราบขึ้นก่อนกำหนด

กุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียมันจะมีขั้นตอนการเจริญช้าที่สุดเมื่อเทียบกับอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH แสดงให้เห็นว่าอาหารสูตรที่ใช้มีดีกว่าอาร์ทีเมียอย่างเดียว

คินเน (Kinne. 1979 : 1293) กล่าวว่าการใช้ single component diets เลี้ยงพวกครัสเตเชียส่วนใหญ่มักมีคุณค่าทางอาหารไม่ครบถ้วนเหมือน multiple diets และอาจเป็นเหตุร้ายด้วยโรคขาดอาหาร

สัดส่วนกุ้งตัวต่อกุ้งไม่ควรว่า (ดังตาราง 15) แสดงให้เห็นว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH สามารถเจริญเติบโตเป็นกุ้งวัยรุ่นได้เร็วที่สุด รองลงมาคืออาหารสูตร Mp ส่วนอาร์ทีเมียมันมีการเจริญเติบโตเป็นกุ้งวัยรุ่นช้าที่สุด

3.2 การศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนโดยความยาว พบว่ากุ้งก้ามกรามวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH อาหารสูตร Mp และอาร์ทีเมียอย่างเดียวนั้นมีความยาวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH และ Mp มีแนวโน้มที่จะให้ความยาวดีกว่าอาร์ทีเมีย ซึ่งฮอร์โมนลอกคราบอาจจะไปช่วยเร่งให้กุ้งลอกคราบได้เร็วขึ้น ซึ่งการลอกคราบก็จะเป็นการเพิ่มขนาดให้ใหญ่ขึ้นด้วย

คริสนาคุมาราน และ ชไนเดอร์แมน (Krishnakuranam and Schneiderman. 1969 : 515 - 518) ศึกษาพบว่าเอคโตสเทอโรนชักนำให้เกิดการลอกคราบได้เช่นใดนั้นอธิบายได้ 2 ทางคือ 1. การฉีดเอคโตสเทอโรนจะป้องกัน X-organ-sinus gland complex จากการสังเคราะห์หรือปล่อย molt-inhibiting hormone

2. อธิบายได้ว่า เอคไดสเทอโรนอาจไปกระตุ้น ecdysial glands ของครัสเตเชียให้ปลดปล่อยฮอร์โมนลอกคราบทั้งทางตรงและทางอ้อม

อัตราการเจริญเติบโตโดยความยาวที่เพิ่มขึ้น (ดังตาราง 12) พบว่าอัตราการเจริญเติบโตโดยความยาวที่เพิ่มขึ้นจะลดลงเรื่อย ๆ จนถึงระยะที่กุ้งเริ่มคว่ำ อายุ 24 วัน แสดงให้เห็นว่าเมื่อถึงก้ำกักราบวัยอ่อนมีอายุมากขึ้น อัตราการเจริญเติบโตโดยความยาวที่เพิ่มขึ้นจะลดลง หลังจากที่ยังเริ่มคว่ำแล้วพบว่าความยาวที่เพิ่มขึ้นมีค่าติดลบ ซึ่งอธิบายได้ว่าความยาวที่วัดได้เป็นความยาวของกุ้งที่ไม่คว่ำ ส่วนกุ้งที่คว่ำแล้วไม่ได้นำมาวัด จึงทำให้ความยาวที่เพิ่มขึ้นนี้ไม่ใช่ค่าที่แท้จริง

3.3 การศึกษาความสัมพันธ์ของขั้นตอนการเจริญเติบโตและความยาวของกุ้งวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหาร 3 ชนิด พบว่ามีความสัมพันธ์กันเป็นแบบเส้นตรง และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ดังตาราง 14) พบว่าอัตราการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญเติบโตและความยาวของกุ้งก้ำกักราบวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

เปอร์เซ็นต์การรอดของกุ้งก้ำกักราบวัยอ่อน พบว่าอาหารทั้ง 3 ชนิดคืออาร์ทีเมีย อาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH ให้เปอร์เซ็นต์การรอดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อาหารสูตร MpH ให้เปอร์เซ็นต์การรอดที่ดีที่สุด อาร์ทีเมียให้เปอร์เซ็นต์การรอดต่ำที่สุด

ในการทดลองครั้งนี้พบว่าบ่อที่เลี้ยงลูกกุ้งด้วยอาหารสูตร Mp และอาหารสูตร MpH เมื่อลูกกุ้งมีอายุ 23 วัน ลูกกุ้งทุกบ่อเริ่มตาย และตายเพิ่มมากขึ้นเมื่ออายุ 24-27 วัน หลังจากนั้นการตายลดลง ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวนี้เป็นระยะที่ลูกกุ้งมีการเปลี่ยนขั้นตอนการเจริญ จากขั้นตอนที่ 7 มาถึงขั้นตอนที่ 8 และจากขั้นตอนที่ 8 เป็นกุ้งคว่ำ การตายที่เกิดขึ้นอาจเนื่องมาจากลูกกุ้งไม่สามารถสลัดคราบเก่าออกได้อย่างสมบูรณ์ หรืออาจเนื่องจากคุณภาพของน้ำในบ่อเลี้ยง เพราะในช่วงดังกล่าวนี้ น้ำในบ่อเลี้ยงนั้น อันเนื่องจากอาหารที่ให้ แม้ว่าจะมีการหมุนเวียนของน้ำในบ่อเลี้ยงตลอดเวลาก็ตาม สาเหตุอีกประการหนึ่งอาจเนื่องจากปริมาณอาร์ทีเมีย (ให้ตอนกลางคืน) มากเกินไปในช่วงดังกล่าว โกपालาคริสนัน (Gopalakrishnan. 1976 : 145 - 154) พบว่าการเลี้ยงกุ้งวัยอ่อนของ Penaeus marginatus ด้วยอาร์ทีเมียมากเกินไปจะทำให้การเจริญลดลง หรืออาจทำให้เกิดการตายอย่างรุนแรงได้ เพียร์คิริ ปิยะธีรธิตาวกุล (เพียร์คิริ ปิยะธีรธิตาวกุล 2524 : 93) พบว่าเมื่อเลี้ยงกุ้งจนถึงขั้นตอนที่ 8 ลูกกุ้งจะมีการตายเกิดขึ้นในบางบ่อที่เลี้ยง ซึ่งหาสาเหตุไม่ได้ว่าเกิดขึ้นได้อย่างไร

สำหรับบ่อที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมีย ไม่พบว่าในช่วงเวลาดังกล่าวลูกกุ้งตาย แต่เปอร์เซ็นต์รอดตํานั้น เนื่องมาจากการกินกันเอง หรือเนื่องจากลูกกุ้งเมื่อมีขนาดใหญ่ขึ้นการจับอาร์ทีเมีย ซึ่งมีขนาดเล็กทำได้ยากกว่าการจับลูกกุ้งด้วยกันเองกิน โกपालาคีร์สนัน (Gopalakirsnan. 1976 : 145 - 154) พบว่าในการเลี้ยงกุ้งวัยอ่อนของ Penaeus marginatus ลูกกุ้งมีอัตราการตายสูงขึ้นเมื่อให้อาหารไม่เพียงพอและทำให้เกิดการกินกันเอง

5. คุณภาพของน้ำในระบบเลี้ยง พบว่าอุณหภูมิในระหว่างการทดลองไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก คืออยู่ในช่วง $26.0 - 27.0^{\circ}\text{C}$. ความเค็มคงที่ที่ 12 ส่วนในพันส่วนตลอดการทดลอง

6. คุณค่าทางอาหารของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าระดับโปรตีนค่อนข้างต่ำ คือ 23.25 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามควรอยู่ในระดับ 35 เปอร์เซ็นต์ (Balazs and Ross. 1976 : 299 - 313) อาหารที่ใช้เลี้ยงค่อนข้างแห้งมีความชื้นเพียง 0.89 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เนื่องจากทำอาหารครั้งเดียวตลอดการทดลอง อาหารที่ทำจริงต้องแห้งเพื่อกันราขึ้น นิว (New. 1976 : 101 - 144) รายงานว่าอาหารที่มีความชื้น จะมีประสิทธิภาพมากกว่าอาหารที่มีลักษณะแห้ง ทั้งนี้เพราะอาหารชื้นจะย่อยและบดได้ง่ายกว่า ไขมันและถั่วมีระดับค่อนข้างสูง คือ 18.32 เปอร์เซ็นต์ และ 34.89 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

7. การเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น ศึกษาการเจริญเติบโตโดยความยาวของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ (ดังตาราง 19) พบว่ามีความสัมพันธ์กับเวลาเป็นแบบสมการเส้นตรง และเมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อหาความแตกต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ แสดงให้เห็นว่าฮอร์โมนลอกคราบที่ผสมลงไปในการอาหารนั้นมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น และในเวลาเท่ากันกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ จะมีการเจริญเติบโตโดยความยาวดีกว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ

การทดลองในช่วงสัปดาห์ที่ 1 - 2 พบว่าความยาวที่เพิ่มขึ้นของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่นเพิ่มขึ้นน้อยมาก (ดังตาราง 21) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณอาหารที่ให้น้อย คือให้ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวกุ้ง ดังนั้นในสัปดาห์ที่ 3 เพิ่มอาหารเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวกุ้ง ซึ่งทำให้ความยาวที่เพิ่มขึ้นในช่วงสัปดาห์ที่ 2-3 เพิ่มขึ้น ในสัปดาห์ที่ 4 จนถึงสิ้นสุดการทดลองให้อาหารกุ้ง

15 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวกุ้ง ทั้งนี้เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการขาดอาหาร ซึ่งจะทำให้กุ้งหยุดการเจริญเติบโตได้ และก็พบว่าอัตราการเจริญเติบโตโดยเพิ่มความยาวจะเพิ่มสูงขึ้น จนถึงสัปดาห์ที่ 5 จากนั้นอัตราการเพิ่มความยาวจะลดลง แสดงว่ากุ้งก้ามกรามวัยรุ่นจะมีการเจริญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 5 สัปดาห์ของการทดลอง จากนั้นการเจริญเติบโตโดยความยาวที่เพิ่มขึ้นก็จะน้อยลง

ดอล และ บาร์เคล (Dall and Barclay. 1977 : 323 - 334) ได้ทดลองฉีดเบต้า-เอคโดโซน 2 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยน้ำหนัก เข้าไปในลอบสเตอร์วัยรุ่น Panulirus longipes พบว่าสามารถชักนำให้เกิดการลอกคราบได้สำเร็จ

คานาซาวา ทานากะ และ คาชิวาดะ (Kanazawa, Tanaka and Kashiwada. 1972 : 1069 - 1073) พบว่าการลอกคราบใน prawns, Panaeus japonicus ถูกชักนำโดยอาหารที่ประกอบด้วย 0.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ฮีโนโคสเตอรอน ไฮแอสเตอรอน หรือ เอคโดสเตอรอน แต่อัตราการเติบโตจะช้ากว่ากลุ่มควบคุมที่ให้อาหารที่มีเอคโดโซน ปริมาณฮอร์โมนจำนวนนี้ไม่เป็นผลร้ายต่อการมีชีวิตรอด การเพิ่มไฮแอสเตอรอน 2.5 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ทำให้ความถี่การลอกคราบเพิ่มมากที่สุด

เฮอร์แมน (Hernan. 1972 : 301 - 395) พบว่าในปริมาณที่ต่ำ (5 - 10 ไมโครกรัมต่อกรัม) ของฮอร์โมนลอกคราบจากพืช 5 ชนิด ได้แก่ ไฮแอสเตอรอน โพนัสเตอรอน-เอ ฮีโนโคสเตอรอน อัลฟา-เอคโดโซน และเอคโดสเตอรอน นั้นสามารถเริ่มต้นการลอกคราบในแมงดาทะเล Limulus polyphemus พบว่าเอคโดสเตอรอนเมื่อให้ติดต่อกันในปริมาณต่ำ 0.01 ไมโครกรัมต่อกรัม ก็ยังมีผล แต่ถ้าต่ำ 0.001 ไมโครกรัมต่อกรัม ไม่มีผล และสัตว์ที่ถูกฉีดนี้จะมีขั้นตอนในการลอกคราบไม่สมบูรณ์

การเจริญเติบโตโดยน้ำหนักของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น พบว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบมีแนวโน้มที่จะให้น้ำหนักตัวสูงกว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ

18. อัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามวัยรุ่น พบว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบมีอัตราการรอดใกล้เคียงกัน คือ 69.66 และ 67.33 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ในช่วง 2 สัปดาห์แรก พบว่ามีกุ้งตายทุกบ่อ อาจเนื่องมาจากการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมใหม่ และอาจเนื่องมาจากอาหารที่ให้ไม่เพียงพอจึงมีการกินกันเองบ้าง แต่ในสัปดาห์ต่อมาไม่พบกุ้งตายอีก

ดอลล์ และ บาร์เคลย์ (Dall and Barclay. 1977 : 323 - 334) ได้ทดลอง ฝึกรับประทานอาหารของกุ้งก้ามกราม Panulirus longipes ที่ขั้นตอนการลอกคราบต่าง ๆ ไม่พบความแตกต่างของอัตราการรอดของการทดลองนี้

9. อัตราการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็นเนื้อ เป็นค่าที่บอกถึงประสิทธิภาพการกินอาหาร ของกุ้งก้ามกราม ถ้าค่านี้มีค่าต่ำ แสดงว่ากุ้งสามารถนำเอาอาหารที่ใช้เลี้ยงไปเสริมสร้าง ช่วยในการเติบโตได้เป็นอย่างดี ในทางตรงกันข้ามถ้าอัตราการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็น น้ำหนักกุ้งมีค่าสูง แสดงว่าการนำอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตมีประสิทธิภาพต่ำ (สมบุรณ์ อนันตลาโพชัย 2523 : 94)

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ค่าอัตราการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็นน้ำหนักกุ้งโดยเฉลี่ย ตลอดการทดลอง เท่ากับ 4.64 และ 6.61 สำหรับกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบ และอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบตามลำดับ

10. คุณภาพของน้ำในระบบเลี้ยง คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเข้มข้นของไนโตรเจน และ แอมโมเนีย อยู่ในระดับ 0.3 ppm. และ 0.4 ppm. ตามลำดับ วิกกินส์ (Wickins. 1976 : 19 - 37) รายงานว่าระดับความเข้มข้นของไนโตรเจน และ แอมโมเนีย ที่มีผลต่อกุ้งก้ามกราม ระยะยาวมีค่าเท่ากับ 6.4 ppm. และ 0.45 ppm. ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าระดับไนโตรเจน ของน้ำที่ใช้เลี้ยงนี้มีค่าต่ำกว่าระดับที่จะเกิดอันตราย แต่ความเข้มข้นของแอมโมเนียของน้ำที่ใช้เลี้ยง มีค่าอยู่ใกล้ระดับความเข้มข้นที่จะเกิดอันตรายในระยะยาว

วิกกินส์ (Wickins. 1976 : 19 - 37) พบว่าความเข้มข้นของแอมโมเนีย 0.09 และ 0.11 ppm. จะทำให้การเจริญเติบโตของกุ้งทะเลที่เลี้ยงในเวลา 3 สัปดาห์ ลดลง และกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงในน้ำจืด 6 สัปดาห์ พบว่าการเจริญเติบโตจะลดลง 60 - 70 เปอร์เซ็นต์ ในน้ำที่มีแอมโมเนีย 0.16 ppm แต่ในน้ำที่มีแอมโมเนีย 0.09 ppm. ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต

คุณภาพของน้ำทางสภาวะ พบว่า pH มีค่าค่อนข้างเป็นด่างอ่อน ๆ อยู่ในช่วง 7.9 - 8.15 อุณหภูมิอยู่ในช่วง 26 - 27.5 °C.

ดอลล์ และ บาร์เคลย์ (Dall and Barclay, 1977 : 323 - 334) ได้ทำการทดลองกับลอบสเตอร์วัยรุ่นของ Panulirus longipes พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อการตายของกุ้ง โดยพบว่าเมื่อฉีดเอคโตโซนปริมาณ 4 ไมโครกรัมต่อกรัม เข้าไปในกุ้งชนิดนี้ที่อุณหภูมิ 20.5 °ซ. พบว่ามีการตายเกิดขึ้น : ในขณะที่เดียวกันถ้าฉีดคริสเอคโตโซนปริมาณเท่ากันที่อุณหภูมิ 23 - 24 °ซ. ไม่พบว่ามีพิษแต่อย่างใด และเขายังให้เหตุผลว่า อุณหภูมิสูงจะทำให้กลไกการทำงานต่าง ๆ ของเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้เซลล์สามารถตอบสนองได้รวดเร็วต่อคริสเอคโตโซน หรือในอีกทางหนึ่งก็คือ ทำให้สามารถทนต่อปริมาณที่สูงนี้ได้

โรเบิร์ต ได้รายงานว่าการเพิ่มอุณหภูมิจะเป็นการเร่งให้ปู Pachygrapsus crassipes มีการลอกคราบเร็วขึ้น และถ้าลดอุณหภูมิลง จะทำให้การลอกคราบช้าลงด้วย (ธีระ แล็กขลยุทธ 2518 : 73 อ้างอิงมาจาก Robert, 1975)

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. การทำ bioassay โดยใช้หนอนแมลงวันบ้าน ควรทำให้สถานที่ที่อุณหภูมิคงที่
2. การเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนโดยใช้ระบบเลี้ยงแบบระบบน้ำหมุนเวียนปิดที่ใช้ในการทดลองนี้ คิดว่าไม่เหมาะนักสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนด้วยอาหารที่มีปริมาณไขมันสูง เพราะจะทำให้ไขมันลอยอยู่ที่ผิวน้ำของน้ำ และน้ำไม่ใส คุณภาพของน้ำเริ่มไม่ดี ซึ่งถ้าไม่มีการถ่ายน้ำออก ก็อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้กุ้งตายได้ อาจแก้ไขได้โดยใช้อัตราการหมุนเวียนของน้ำให้เร็วขึ้น
3. ควรจะได้มีการศึกษาถึงผลของฮอร์โมนลอกคราบต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในระบบการเพาะเลี้ยงแบบต่าง ๆ
4. ควรจะได้มีการศึกษาถึงผลของฮอร์โมนลอกคราบในความเข้มข้นต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและวัยรุ่น
5. ควรจะได้มีการศึกษาถึงผลของฮอร์โมนลอกคราบในช่วงอุณหภูมิต่าง ๆ ต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและวัยรุ่น
6. ควรจะได้มีการศึกษาถึงปริมาณของฮอร์โมนลอกคราบในกุ้งก้ามกรามว่ามีหรือไม่ และถ้าจะมีจะมามากน้อยเพียงใด

7. ควรจะได้มีการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำทางเคมีเป็นระยะ ๆ ตลอดการทดลอง
8. ควรจะได้มีการศึกษาทดลองฉีดฮอร์โมนลอกคราบเข้าไปในช่วงระยะต่าง ๆ ของการลอกคราบของกุ้งก้ามกราม เพื่อดูว่าในช่วงระยะใดให้การตอบสนองต่อฮอร์โมนลอกคราบมาก

מדחן רד

บรรณานุกรม

- ชูชาติ ชัยรัตน์ และ ประสิทธิ์ อินทร์โชติ "การศึกษาอาหารในกระเพาะของกุ้งก้ามกราม
ในทะเลสาบสงขลา" รายงานประจำปี 2514 - 2515 สถานีประมงทะเล สงขลา
กรุงเทพมหานคร กรมประมง หน้า 185 - 202, 2515
- ชูชื่น สันต์วุฒิ และ พยุรัตน์ เทพมงคล กัญชารักษา ภาควิชาจุลชีววิทยา คลินิก คณะเทคนิค
การแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล หน้า 66 - 70, 2521
- ธวัช รักศีล สัตววิทยา โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง 2520, 321 หน้า
- ธีระ เล็กชลยุทธ การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ Penaeus monodon FABRICIUS
ในบ่อซีเมนต์ขนาดเล็ก วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2518, 73 หน้า
ยัดสำเนา
- ประสิทธิ์ เกษลัญชัย และ วิโรจน์ สุขสุชีพ "การทดลองเพาะฟักกุ้งก้ามกราม" รายงาน
ประจำปี 2514 แผนกทดลองและเพาะเลี้ยง กองบำรุงพันธุ์สัตว์น้ำ กรมประมง หน้า
121 - 124, 2514
- เปี่ยมศักดิ์ แมนะแควด "ปัญหาการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม" การประมง 5(33) : 567 -
569, 2523
- เพียรศิริ ปิยะธีรธิดารกุล ผลของอาหารผสมชนิดต่าง ๆ ที่มีต่อการรอดและขั้นตอนการเจริญ
ของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน (Macrobrachium rosenbergii de Man) วิทยานิพนธ์ วท.ม.
(วิทยาการสัตวศาสตร์ทางทะเล) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2524, 129 หน้า
- ไพโรจน์ พรหมานนท์ และ ทรงชัย สหวัชรินทร์ "การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม" เอกสารคำแนะนำ
สถานีประมงจังหวัดสงขลา กรมประมง 2523, 19 หน้า
- ไพโรจน์ พรหมานนท์ และ อำพล พงศ์สุวรรณ "การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับวิวัฒนาการของ
ลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อน" รายงานประจำปี 2509 - 2510 สถานีประมงทะเลสงขลา
กรุงเทพมหานคร กรมประมง หน้า 174 - 188, 2510
- เลาจน่า อีรภัทรสกุล "ชีพจักรและการเลี้ยงแมลงวันในท้องปฏิบัติการ" กรมวิทยาศาสตร์การ
แพทย์ 4(21) : 251 - 255, 2522

- วิเชียร เกตุสิงห์ สถิติวิเคราะห์สำหรับการวิจัย ม.ป.ท. 2521, 164 หน้า อัดสำเนา
- วิเชียร สาคเรศ การเจริญเติบโตและอัตราอยู่รอดของกุ้งแชบ๊วยวัยรุ่น *Penaeus merguensis* de Man ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมที่มีโปรตีน 4 ระดับ วิทยานิพนธ์ วท.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2521, 86 หน้า
- สมเกียรติ ปิยะธีรธิตาวกุล ผลของความหนาแน่นของลูกกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* de Man วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2522, 169 หน้า
- สมบูรณ์ อนันตลาโภชัย ผลของความหนาแน่นของลูกกุ้งก้ามกราม *Macrobrachium rosenbergii* de Man ที่เลี้ยงในบ่อดินแบบพื้นบ้านต่อการเติบโตและผลผลิต วิทยานิพนธ์ วท.ม. (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523, 128 หน้า
- สุจิตต์ วิทยุโยียง และ ประสิทธิ์ เอกอุรุ "ข้อสังเกตชีวประวัติของกุ้งก้ามกราม" วารสารประมง 15(2) : 115 - 121, 2505
- เสงี่ยม พงษ์บุตรอด ไม้เทศเมืองไทย โรงพิมพ์ไทยเทอคธรรม 2508, 596 หน้า
- Adisukresno, S. and A. Purnomo. "Mass Production of *Macrobrachium rosenbergii* Fry in Indonesia : Problem and Prospects." In First Asean Meeting of Experts on Aquaculture Technical Report. p. 55-67 Semarang, Indonesia, 31 Jan. - 6 Feb, 1977.
- Andrews, J.W., L.V. Sick and G.J. Baptist. "The Influence of Dietary Protein Energy Levels on Growth and Survival of *Penaeid* Shrimp." Aquaculture. 1 : 341 - 347, 1972.
- Balazs, G.H. and E. Ross. "Effect of Protein Source and Level on Growth and Performance of the Captive Freshwater Prawn *Macrobrachium rosenbergii*." Aquaculture. 7 : 299 - 313, 1976.
- Balazs, G.H., E. Ross and C.C. Brooks. "Preliminary Studies on the Preparation and Feeding of Crustacean Diets." Aquaculture. 2 : 369 - 377, 1973.
- Blanchet, M.F., P. Porcheron and F. Dray. "Study of the Variation of Ecdysone Contents During the Molt cycle in the Males of *Orchestia gammarella* Pallas (Amphipoda Crustacea) by Radioimmunoassay." Chemical Abstracts. 85 : 189578p., 1976.
- Bligh, E.G. and Dyer, W.J. "A rapid method of total lipid Extraction and Purification." Can. J. Biochem. Physiol. 37 : 911 - 917, 1959.

- Burdette, W.J. Invertebrate Endocrinology and Hormonal Heterophyll. New York. Springer-Verlog, 1974. 473 p.
- Burns, B.G. and M.W. Gilgan. "The Isolation and Identification of Makisterone A from the Yew, Taxus cuspidata." Can. J. Chem. 55 : 1129 - 1134, 1977.
- Dall, W. and M.C. Barclay. "Induction of Viabie in the Western Rock Lobster by 20 - Hydroxyecdysone." Gen. Comp. Endocrinol. 31 : 323 - 334, 1977.
- Faux, A., D.H.S. Horn and E.J. Middleton. "Molting Hormones of a Crab During Ecdysis." Chem. Commun. 4 : 175 - 176, 1969.
- Flint, R.W. "Effects of Eyestalk Removal and Ecdysterone Infusion on Molting in Homarus americanus." Chemical Abstracts. 77 : 160339k., 1972.
- Forster, J.R.M. and T.W. Beard. "Experiments to Assess the Suitability of Nine Species of Prawns for Intensive Cultivation." Aquaculture. 3 : 355 - 368, 1974.
- Gagosian, R.B. and R.A. Bourbonniere. "Isolation and purification of the Lobster Molting Hormones from the American Lobster (Homarus americanus)." Comp. Biochem. Physiol. 53B : 155 - 161, 1976.
- Gagosians, R.B. and others. "Lobster Molting Hormones : Isolation and Biosynthesis of Ecdysterone." Experientia. 15 : 723 - 724, 1974.
- Galbraith, M.N., and D.H.S. Horn. "Insect Moulting Hormone Crustecdysone (20-Hydroxyecdysone) from Podocarpus elatus." Aust. J. Chem. 22 : 1045 - 1057, 1969.
- Galbraith, M.W., D.H.S. Horn and E.H. Middleton. "Structure of Decy-crustecdysone, a Second Crustacean Moulting Hormone." Chem. Commun. 2 : 83 - 85, 1968.
- Gilgan, M.W. and B.G. Burns. "The Successful Induction of Molting in the Adult Male Lobster (Homarus americanus) with a Slow-Release from of Ecdysterone." Steroids. 27 : 571 - 580, 1976.
- Gilgan, M.W. and M.E. Zinck. "Respond of the Adult Lobster (Homarus americanus) to Graded and Multiple Doses of Ecdysterone." Comp. Biochem. Physiol. A. 52A : 261 - 264, 1975.
- Gopalakrishnan, K. "Larval Rearing of Red Shrimp, Penaeus marginatus." Aquaculture. 9 : 145 - 154, 1976.
- Hamshire, F. and D.H.S. Horn. "Structure of Crustecdysone, a Crustacea moulting Hormone." Chem. Commun. 2 : 37 - 38, 1966.

- Herman, W.S. "Molt Initiation in Response to Phytoecdysones and Low Doses of Animal Ecdysones in the Chelicerate Arthropod, Limulus polyphemus." Gen. Comp. Endocrinol. 18(2) : 301 - 305, 1972.
- Horn, D.H.S. and others. "Isolation of Curstecdysone (20R-Hydroxyecdysone) from a Crayfish (Jasus lalandei H Milne-Edwards)." Biochem. J. 109 : 399 - 406, 1968.
- Imai, S., E. Murata and S. Fujioka. "Structure of Ajugasterone C, a Phytoecdysone with an 11-Hydroxygroup." Chem. Commun. 10 : 546 - 547, 1969.
- Jegla, T.C. and J.D. Costlow. "Induction of Molting in Horseshoe Crab Larvae by Polyhydroxy Steroids." Gen. Comp. Endocrinol. 14 : 295 - 302, 1970.
- Jegla, J.C., J.D. Costlow and J. Alsbaugh. "Effects of Ecdysones and Some Synthetic Analogs on Horseshoe Crab Larvae." Gen. Comp. Endocrinol. 19(1) : 159 - 166, 1972.
- Joseph, J.D. and J.E. Williams. "Shrimp Head Oil: A Potential Feed Additive for Mariculture." Proc. World Maricult. Soc., 6.
- Kanazawa, A., N. Tanaka and L. Kashiwada. "Nutritional requirements of prawn. IV. Dietary Effect of Ecdysones." Chemical Abstracts. 78 : 79965k., 1973.
- Kaplanis, J.N. and others. "Ecdysones from the Pupa of the Tobacco Hornworm, Manduca sexta (Johannson)." Steroids. 8 : 605 - 623, 1966.
- Kaplanis, J.N. and others. "Insect Hormones : Alpha Ecdysone and 20-Hydroxyecdysone in Bracken Fern." Science. 157 : 1436 - 1438, 1967.
- Karlson, P. "Biochemical Studies on Insect Hormones." Vitamins and Hormones. 14 : 227 - 266, 1956.
- Kinne, O. Marine Ecology. Vol. III, John Wiley and Sons, New York. 1967. 1293 p.
- Krishnakumaran, A. and H.A. Schneiderman. "Induction of Molting in Crustacea by an Insect Molting Hormone." Gen. Comp. Endocrinol. 12 : 515 - 518, 1969.
- Ling, S.W. "The General Biology and Development of Macrobrachium rosenbergii (de Man)." In Proceeding of the World Scientific Conference on the Biology and Culture of Shrimps and Prawns, F.A.O. Fisheries Report. 3 : 589 - 606, 1969.
- _____. "The Commercial Fish Farmer and Aquaculture News." Aquaculture. 3(2) : 8-9, 1977.

- Ling, S.W. and T.J. Costello. "Review of Culture of Freshwater Prawns." Paper Presented to the F.A.O. Technical Conference on Aquaculture, Kyoto, Japan, 26 May - 2 June 1976. (mimeographed)
- Ling, S.W. and A.B.O. Merican. "Note on the Life and Habits of the Adults and Larval Stages of Macrobrachium rosenbergii (de Man)." In Proceeding of the Indo. Pacific Fisheries Council. 9(2) : 55 - 60, 1961.
- Lowe, M.E. and D.H.S. Horn. "Role of Crustecdysone in the Molting and Gastrolith Formation in the Crayfish Procambarus simulans." Chemical Abstracts. 71 : 10740w., 1969.
- Lowe, M.E., D.H.S. Horn and M.N. Galbraith. "The Role of Crustecdysone in the Molting Crayfish," Experientia. 24 : 518 - 519, 1968.
- Mc Whinnie, M.A. and others. "Crustecdysone mediated changes in crayfish." Am. Zool. 12 : 357 - 372, 1972.
- Meglitch, P.A. Invertebrate Zoology. New York : Oxford University Press, 1967. 961 p.
- Menasveta, P. and Piyatiratitivorakul, S. "A Comparative Study on Larviculture Techniques for the Giant Freshwater Prawn, Macrobrachium rosenbergii (de Man)." Aquaculture. 20 : 239 - 249, 1980.
- New, M.B. "A Review of Dietary Studies with Shrimps and Prawns." Aquaculture. 9 : 101 - 144, 1976.
- Novak, V.J.A. "Hormonal Control of the Molting Process in Arthropods." Gen. Comp. Endocrinol. Suppl. 2 : 439 - 450, 1969.
- Passano, L.M. "Molting and Its Control". In The Physiology Crustacea. T.H. Waterman, Academic Press, N.Y. 1 : 473 - 534, 1960.
- Rao, R.K., M. Fingerman and C. Hays. "Comparison of the Abilities of α - Ecdysone and 20-Hydroxyecdysone to Induce Precocious Proecdysis and Ecdysis in the Fiddler Crab, Uca pugilator." Chemical Abstracts. 78 : 119539h., 1973.
- Sandifer, P.A., J.S. Hopkins and T.I.J. Smith. "Observations on Salinity Tolerance and Osmoregulation in Laboratory Reared Macrobrachium rosenbergii Postlarvae (Crustacea : Caridae)." Aquaculture. 6 : 103 - 114, 1975.
- Sato, Y. and others. "Ecdysone Activity of Plant-Originated Molting Hormones Applied on the Body Surface of Lepidopterous Larvae." Chemical Abstracts. 71 : 1143b., 1969.
- Schneiderman, H.A. and Gilbert, L.I. "Control of Growth and Development in Insects." Science. 143 : 325 - 333, 1964.

- Schooley, D.A., G. Weiss and K. Nakanishi. "A Simple and General Extraction Procedure for Phytoecdysones Based on Reversed Phase Absorption Chromatography." Steroids. 19 : 377 - 383, 1972.
- Shigueno, K. and others. "Studies on formula feed for Kuruma prawn-IV : On the Growth Promoting Effects of Both Squid Liver Oil and Cholesterol." Bull Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 65 : 129 - 137, 1971.
- Sick, L.V. "Nutritional Effect of Species of Marine Algae on the Growth, Development and Survival of the Brine Shrimp, Artemia salina." Mar. Bilo. 31(4) : 309 - 318, 1975.
- Sick, L.V. and H. Beaty. "Culture Technique and Nutrition Studies for Larval Stages of the Giant Prawn, Macrobrachium rosenbergii." In Technical Report Series. University of Georgia, Marine Science Center. p. 74 - 75, 1974.
- Siddall, J.B. "Chemical Aspects of Hormonal Interactions." Chemical Abstracts. 75 : 126281, 1971.
- Snedecor, G.M. and W.G. Cochren. Statistical Methods. Iowa : The Iowa State University Press, 1967.
- Stephen, G.J. "Introduction of Molting in the Crayfish Cambarus by Modification of daily photoperiod." Bilo. Bull. 108 : 235 - 241, 1955.
- Stevenson, J.R. and J.A. Tschantz. "Acceleration by Ecdysterone of Premoult Substages in the Crayfish." Nature. 242 : 133 - 134, 1973.
- Takemoto, T. and others. "Isolation of Insect Moulting Substances from Matteuccia struthiopteris, Lastrea thelypteris, and Onoclea sensibilis." Chem. Pharm. Bull. 15 : 1816, 1967.
- Thompson, M.J. and others. "20,26-Dihydroxyecdysone, a New Steroid with Molting Hormone Activity from the Tobacco Hornworm, Manduca sexta (Johannson)." Chem. Commun. 13 : 650 - 653, 1967.
- Turner, C.D. General Endocrinology. W.B. Saunders Company Philadelphia London. 1966. 579 p.
- Wickins, J.F. "The Tolerance of Warm-water Prawns to Recirculated Water." Aquaculture. 9 : 19 - 37, 1976.
- Willing, A. and R. Keller. "Moulting Hormones Content, Cuticle Growth and Gastrotith Growth in the Molt Cycle of the Crayfish Orconectes limulus." J. Comp. Physiol. 86(4) : 377 - 388. 1973.

ภาคผนวก

ภาคผนวก

วิธีวิเคราะห์ทางสถิติ

1. ค่ากลางเลขคณิต (mean value, $\bar{X}$)

$$\bar{X} = X_1 + X_2 + \dots + X_n \dots\dots\dots(1)$$

เมื่อ n คือจำนวนตัวอย่าง

X_n คือตัวข้อมูลที่ผันแปร

2. ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของ ตัวอย่าง (sample standard deviation, S)

$$S = \frac{(X_1 - \bar{X})^2}{n - 1} \dots\dots\dots(2)$$

3. ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 สิ่ง

- 3.1 ความสัมพันธ์ของข้อมูลแบบเส้นตรง (linear regression) มีสมการทั่วไปคือ

$$Y = a + bX \dots\dots\dots(3)$$

Y คือสัดส่วนที่แปรผันกับ X

a คือ interception ของ Y

b คือ regression coefficient หรือ slope

และ X คือข้อมูลที่ผันแปร

การหาค่า a และ b หาได้จากสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$b = \frac{\sum XY}{\sum X^2} \dots\dots\dots(4)$$

$$\sum xy = \sum XY - \frac{1}{n} \sum X \sum Y$$

$$\sum x^2 = \sum X^2 - \frac{1}{n} (\sum X)^2$$

$$\sum y^2 = \sum Y^2 - \frac{1}{n} (\sum Y)^2$$

$$a = \bar{Y} - b\bar{X} \dots\dots\dots(5)$$

3.2 การหาความสัมพันธ์ของสมการเส้นตรง

3.2.1 linear correlation coefficient (r)

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} \dots\dots\dots(6)$$

3.2.2 t-test

$$t = r \sqrt{\frac{N-2}{1-r^2}} \quad , \quad df = N-2 \quad \dots\dots\dots(7)$$

4. การวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance)

$$F = MS_A / MS_w$$

Summary table

Source of variation	df	Sum of Squares	Mean Squares	F
Treatments (A)	a-1	$SS_A = \sum_{j=1}^a T_j^2 / n_j = T^2 / N$	$MS_A = SS_A / a-1$	MS_A / MS_w
Within-groups (w)	N-a	$SS_w = SS_T - SS_A$		
Total	N-1	$SS_T = \sum_{j=1}^a n_j \bar{x}_j^2 - T^2 / N$		

ถ้า F มีนัยสำคัญทางสถิติก็ทำการทดสอบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยใช้ q-statistic

โดยวิธีของ Newman-Kuels test $q \sqrt{MS_w / \tilde{n}}$

$$\tilde{n} = \frac{k}{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} + \dots\dots\dots \frac{1}{n_k}}$$

5. การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (analysis of covariance)

Summary table

Source of variation (treatment)	df	x^2	xy	y^2	b	Deviation from Regression		
						df	SS	MS
1	a-1				b_1	a-2	SS_1	$SS_1/a-2$
2	b-1				b_2	b-2	SS_2	$SS_2/b-2$
.	.				.	.	.	.
.	.				.	.	.	.
.	.				.	.	.	.
k	j-1				b_k	j-2	SS_k	$SS_k/j-2$
						n-2k	$\sum SS$	$\sum SS/n-2k$
Pooled	n-k	$\sum x^2$	$\sum xy$	$\sum y^2$	b_p	n-k-1	SS_p	$SS_p/n-k-1$
difference between slopes						k-1	$SS_p - \sum SS$	$(SS_p - \sum SS)/k-1$

Comparison of slopes
$$F = \frac{(SS_p - \sum SS)/k-1}{\sum SS/n-2k}$$

เมื่อ
$$SS = \text{sum of square of deviation} = \sum y^2 - \frac{(\sum xy)^2}{x^2}$$

$$MS = \text{mean square of deviation} = SS/df$$

6. ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและอายุของกุ้ง หากจากกฎกำลังสามได้คือ

$$W = Ae^{bx}$$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวกุ้ง (กรัม)

x = อายุของกุ้ง

A และ b เป็นค่าคงที่

และสามารถเปลี่ยนสมการ $W = Ae^{bx}$ ให้อยู่ในรูปสมการเส้นตรงได้คือ

$$\ln W = \ln A + bx$$

7. ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเหยียดและน้ำหนักตัวของกุ้ง ดำเนินตามกฎกำลังสาม (Cube law) คือ

$$W = cL^n$$

เมื่อ W = น้ำหนักของกุ้ง (กรัม)

L = ความยาวเหยียด (เซนติเมตร)

c = ค่าคงที่ หรือค่า Coefficient of condition
หรือ length-weight factor

n = ค่าคงที่ ซึ่งเป็นค่าการเปลี่ยนแปลงระหว่างน้ำหนักและ
ความยาว

และจากสมการ $W = cL^n$ นี้สามารถเปลี่ยนให้อยู่ในรูปสมการเส้นตรงได้คือ

$$\ln W = \ln c + n \ln L$$

การศึกษาผลของฮอร์โมนลอกทรابينต่อการรอดและการเจริญ
ของกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนและวัยรุ่น

บทคัดย่อ

ของ

พัทธัญญา เลขวัต

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต

ตุลาคม 2525

การศึกษาค้างมีงูที่จะศึกษาถึงผลของฮอร์โมนลอกคราบต่อการรอดและการเจริญเติบโตของกิ้งก่ามกราคมวัยอ่อนและวัยรุ่น ฮอร์โมนลอกคราบที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ คือ เอกโดสเทอโรน ที่สกัดจากต้นไข่น้ำ (*Vitex glabrata*) และหาความบริสุทธิ์โดยทำ bioassay กับหนอนแมลงวันบ้าน (*Musca domestica* L.) พบว่ามีความบริสุทธิ์ 93.29 เปอร์เซ็นต์ ความเข้มข้นของเอกโดสเทอโรนที่ใช้ในการทดลองนี้ใช้ความเข้มข้นเดียว คือ 2.3 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักรอาหาร ได้ผลจากการศึกษาเลี้ยงกิ้งก่ามกราคมดังนี้ เลี้ยงกิ้งก่ามกราคมวัยอ่อนด้วยอาหาร 3 ชนิด คือ อาหารสูตร Mp อาหารสูตร MpH (ผสมฮอร์โมนลอกคราบ) และอาร์ทีเมีย ผลปรากฏว่ากิ้งก่ามกราคมวัยอ่อนที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร MpH นั้นจะมีขั้นตอนการเจริญ ความยาว และเปอร์เซ็นต์การรอดสูงกว่ากิ้งก่ามกราคมที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตร Mp และอาร์ทีเมีย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ลูกกิ้งก่าที่เลี้ยงด้วยอาร์ทีเมียมีการเจริญเติบโต และอัตราการรอดต่ำที่สุด

เลี้ยงกิ้งก่ามกราคมวัยรุ่นด้วยอาหารสำเร็จรูป 2 ชนิด คืออาหารที่ผสมฮอร์โมนลอกคราบ กับอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ พบว่ากิ้งก่ามกราคมวัยรุ่นที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบจะมีการเจริญเติบโตโดยความยาวและน้ำหนักดีกว่ากิ้งก่ามกราคมที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบ กิ้งก่าที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมฮอร์โมนลอกคราบและเลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่ได้ผสมฮอร์โมนลอกคราบมีอัตราการรอดร้อยละ 69.66 และ 67.33 ตามลำดับ อัตราการเปลี่ยนน้ำหนักอาหารเป็นเนื้อกิ้งเท่ากับ 4.64 และ 6.61 ตามลำดับ

A STUDY OF THE EFFECTS OF MOLTING HORMONE
ON THE SURVIVAL AND THE DEVELOPMENT
OF GIANT FRESHWATER PRAWN LARVAE
AND POSTLARVAE

AN ABSTRACT

BY

PATANANYA LEKHAVAT

Present in partial fulfillment of the requirements
for the Master of Education degree
at Srinakharinwirot University

October 1982

The purpose of this thesis was to study the effects of molting hormone on the survival and the development of giant freshwater prawns larvae and postlarvae. Ecdysterone with extract from Vitex glabrata was used in this study. The purity of ecdysterone which identified by housefly assay, was 93.29 percent. The concentration of ecdysterone in this study was 2.3 mg% by weight. The larvae fed with compound diet, compound diet with ecdysterone and Artemia nauplii. The results showed significantly difference in growth and survival among these three different diets. The compound diet with ecdysterone gave better growth and survival. The larvae fed with Artemia had the lowest growth and survival.

The postlarvae fed with two artificial diets. The diets containing ecdysterone and without ecdysterone gave comparable results on growth. There was a significantly difference in the increment of length and body weight of the prawns. The survival rates were 69.66 and 67.33% and the food conversion efficiency were 4.64 and 6.61 respectively.