สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

วิทยานิพนธ์ งานวิจัย

VM 124088

การพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่น สำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus)

นางสาวดลยา ดลแม้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
พ.ศ. 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ใบอนุมัติวิทยานิพนธ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

เรื่อง : การพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus)

ผู้วิจัย : นางสาวดลยา ดลแม้น

ได้รับอนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาชีววิทยาศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อัญญะโพธิ์)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สนิท ตีเมืองซ้าย)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์) ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ถุนาพรรณ์) กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธิวา แก้วมาตย์) กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี อินสำราญ) กรรมการ

ชื่อเรื่อง	:	การพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus)
ผู้วิจัย	:	นางสาวดลยา ดลแม้น
ปริญญา	:	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยาศึกษา) มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
อาจารย์ที่ปรึกษา	:	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธิวา แก้วมาตย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี อินสำราญ
ปีการศึกษา	:	2561

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus) โดยเลือกวัตถุดิบธรรมชาติ 3 ชนิด คือ แหนเป็ดเล็ก (Lemna Minor L.) ไข่น้ำ (Wolffia Globosa Hartog and Plas และใบหูกวาง (Terminalia Catappa L.) มาเป็นส่วนประกอบหลักในอาหารเม็ดสำเร็จรูป วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) หน่วยทดลองละ 3 ซ้ำ เพาะเลี้ยงเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ โดยกุ้งก้ามแดงมีน้ำหนักตัวเริ่มต้นเฉลี่ย 0.76±0.13 กรัม และขนาดความยาวเริ่มต้นเฉลี่ย 2.51±0.07 เซนติเมตร ผลการศึกษาเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั่วไป พบว่า กุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร มีอัตราการเจริญเติบโตที่น้อยกว่ากลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั่วไปและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีแหนเป็ดเล็กเป็นองค์ประกอบให้การเติบโตได้ดีกว่าอาหารดัดแปลงสูตรอื่น (น้ำหนักตัวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 8.69±0.46 กรัม ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 9.22±0.07 เซนติเมตร การเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 1.65±0.05% และอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 0.55±0.00 รองลงมาคือ อาหารสูตรที่มี ไข่น้ำและใบหูกวางเป็นองค์ประกอบตามลำดับ การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการทำอาหารเม็ดดัดแปลงพบว่า วัตถุดิบธรรมชาติที่เลือกมาศึกษาสามารถลดต้นทุนในการเลี้ยงกุ้งก้ามแดงได้

คำสำคัญ : อาหารเลี้ยงกุ้ง, การเจริญเติบโต, อัตราการแลกเนื้อ, กุ้งก้ามแดง (*Cherax Quadricarinatus*)

_____อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

TiTle : Delicatessen Feed Development with Local Natural Ingredients for Redclaw Crayfish (Cherax Quadricarinatus)

Author : Miss Dolaya Dolman

Degree : Master of Science (Biology Education)
Rajabhat Maha Sarakham University

Advisors : Assistant Professor Dr.Puntivar Kaewmad
Assistant Professor Dr.Yuwadee Insumran

Year : 2018

ABSTRACT

The effects of the modification of delicatessen feed for redclaw crayfish (Cherax Quadricarinatus) with local natural ingredients were examined. Three different natural materials including natural duckweed (Lemna Minor L.), water meal (Wolffia Globosa Hartog and Plas) and Indian almond (Terminalia Catappa L.) leaf were used as supplemented ingredients. The experiment was performed with completely randomized design (CRD) with three replications. Redclaw crayfish were used in each treatment and operated throughout 16 weeks of culture. Average of initial body weight of all specimens was 0.76±0.13 g, and initial body length was 2.51±0.07 cm. The results revealed that growths of each experimented group were significantly less than those of control group and were significantly different between each other ($p<0.05$). The modified diets with duckweed yielded the highest growth (the average final weight was 8.69±0.46 g, the final length was 9.22±0.07 cm, the specific growth rate was 1.65±0.05% and the feed conversion ratio was 0.55±0.00), followed by water meal and leaf of Indian almond groups, respectively. The analysis of cost unit suggested that local natural ingredients can reduce the cost of redclaw crayfish farming.

Keywords : Delicatessen feed, Growth, Feed conversion Ratio and Redclaw Crayfish (Cherax Quadricarinatus)

_____Major Advisor

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยความกรุณาและความช่วยเหลืออย่างสูงยิ่งจากท่านผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พันธิวา แก้วมาตย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุวดี อินสำราญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งกรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ต่างๆ ช่วยกระตุ้นให้ผู้วิจัยรักการทำงาน ตลอดจนให้กำลังใจเป็นอย่างดียิ่ง

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์ ประธานกรรมการสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มะลิวัลย์ ฤนาพรรณ์ กรรมการสอบ ที่กรุณาให้คำแนะนำและให้ข้อคิดที่เป็นประโยชน์ในการแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่สาขาชีววิทยาที่ช่วยให้คำปรึกษา แนะนำ และให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและอุปกรณ์การทำวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ๆน้องๆนักศึกษาปริญญาโทสาขาชีววิทยาศึกษาทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจ และความปรารถนาดีมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และสมาชิกในครอบครัว ผู้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสก้าวหน้าสู่ความสำเร็จในการทำวิจัยในครั้งนี้ ตลอดจนบุคคลที่เกี่ยวข้องที่ไม่ได้กล่าวทั้งหมด ซึ่งมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกถึงพระคุณบิดามารดาผู้ให้ชีวิต ให้การศึกษา ตลอดจนบูรพาอาจารย์และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้และอบรมสั่งสอนผู้วิจัยให้ประสบผลสำเร็จ และดลบันดาลให้พบแต่ความสุขตลอดไป

นางสาวดลยา ดลแม้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

หัวเรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อ ..... ค

ABSTRACT ..... ง

กิตติกรรมประกาศ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญแผนภาพ ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย 2

1.3 สมมติฐานการวิจัย 3

1.4 ขอบเขตการวิจัย 3

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 4

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ 5

บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม 6

2.1 อนุกรมวิธานและลักษณะทั่วไปของกุ้งก้ามแดง 6

2.2 วัตถุดิบธรรมชาติที่ใช้ในอาหารสำเร็จรูป 14

2.3 การเลี้ยงกุ้งก้ามแดงแบบชีววิถี 23

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 26

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 32

3.1 กลุ่มตัวอย่าง 32

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 32

3.3 วิธีดำเนินการวิจัย 33

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 36

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 37

บทที่ 4 ผลการวิจัย 40

4.1 ผลการพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่น 40

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หัวเรื่อง **หน้า**

4.2 ผลการศึกษาคุณภาพของเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง 42
4.3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร 46
4.4 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดง 60
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ 63
5.1 สรุปผล 63
5.2 อภิปรายผล 65
5.3 ข้อเสนอแนะ 68
บรรณานุกรม 70
ภาคผนวก 76
ภาคผนวก ก วัสดุอุปกรณ์ในการเตรียมสถานที่เลี้ยงและการเตรียมอาหารสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง 77
ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน 83
ภาคผนวก ค ข้อมูลผลการศึกษาและผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป 88
การเผยแพร่ผลงานวิจัย 109
ประวัติผู้วิจัย 110

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 องค์ประกอบสารอินทรีย์ของไข่น้ำในแหล่งน้ำ 16
2.2 คุณค่าทางอาหารของไข่น้ำที่กินได้ 100 กรัม (น้ำหนักสด) 17
2.3 องค์ประกอบสารอินทรีย์ของแหนเป็ดเล็กในแหล่งน้ำ 19
2.4 องค์ประกอบทางเคมีของใบหูกวาง 22
4.1 สูตรอาหารสำหรับการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 41
4.2 การวิเคราะห์โปรตีนในอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง ตามวิธีของ Kjeldahl Method..... 44
4.3 การวิเคราะห์โปรตีนในเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง ตามวิธีการของ Kjeldahl Method 45
4.4 น้ำหนักตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 47
4.5 ความยาวทั้งหมดเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 49
4.6 ความยาวลำตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 51
4.7 ความยาวส่วนหัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 54
4.8 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 57
4.9 อัตราการลอกคราบ อัตราการแลกเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่จากการทดลองเป็นเวลา 16 สัปดาห์ 59
4.10 การเจริญเติบโต ความถี่การลอกคราบ และอัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 61

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 เขตการกระจายตัวของกุ้งก้ามแดง 7
2.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกุ้งก้ามแดง 8
2.3 การจำแนกเพศของกุ้งก้ามแดง 9
2.4 การจำลองขณะตัวผู้ทำการส่งถ่ายถุงน้ำเชื้อ 10
2.5 การจำลองพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของกุ้งก้ามแดง 10
2.6 วงชีวิตของกุ้งก้ามแดง 12
2.7 การลอกคราบของกุ้งก้ามแดง 13
2.8 ไข่น้ำ (Wolffia Globosa Hartog and Plas.) 15
2.9 แหนในวงศ์ Lemnaceae 18
2.10 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของแหน 18
2.11 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นหูกวาง 21
2.12 เว็บไซต์ http://www.tantorathailand.com ที่จำหน่ายใบหูกวาง 23
2.13 เว็บไซต์ http://www.lovebettafish.com ที่จำหน่ายใบหูกวาง 23
3.1 การวัดขนาดของกุ้ง 36
4.1 อาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร 40
4.2 กุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง 43
4.3 เนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง 44
4.4 การวิเคราะห์โปรตีนในอาหารและโปรตีนเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง 45
4.5 น้ำหนักตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 48
4.6 ความยาวทั้งหมดเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 50
4.7 ความยาวลำตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 52
4.8 ความยาวส่วนหัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 55

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ **หน้า**

4.9 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 58

4.10 อัตราการลอกคราบ อัตราการแลกเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกุ้งก้ามแดงที่จากการทดลองเป็นเวลา 16 สัปดาห์ 60

4.11 การเจริญเติบโต ความถี่การลอกคราบ และอัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นเวลา 16 สัปดาห์ 62

ก.1 การเตรียมกุ้งก้ามแดงขนาดความยาวเฉลี่ย 1 นิ้ว หรือ 2.51 เซนติเมตร 78

ก.2 การเตรียมน้ำสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง 78

ก.3 การเตรียมน้ำสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง 79

ก.4 การเตรียมบ่อสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง 79

ก.5 การเตรียมอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดงทั้ง 3 สูตร 80

ก.6 การเตรียมอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดงทั้ง 3 สูตร 80

ก.7 การเตรียมอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดงทั้ง 3 สูตร 81

ก.8 อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง 81

ก.9 อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง 82

ข.1 บดอาหารที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 สูตรอาหาร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน ... 84

ข.2 เนื้อกุ้งส่วนลำตัว ทั้ง 4 สูตรอาหาร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน 84

ข.3 เนื้อกุ้งส่วนลำตัว ทั้ง 4 สูตรอาหาร นำไปอบที่ตู้อบลมร้อน 60 ^{o}C เป็นเวลา 1 วัน เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน 85

ค.1 ทำการวัดขนาดและชั่งน้ำของกกุ้งก้ามแดง 89

ค.2 การวัดขนาดความยาวของกุ้งก้ามแดง 89

ค.3 การชั่งน้ำหนักของกุ้งก้ามแดง 90

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

กุ้งก้ามแดง หรือที่หลายคนเรียกว่า กุ้งล็อบสเตอร์น้ำจืด เป็นกุ้งเครย์ฟิชสายพันธุ์ Cherax มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า Cherax Quadricarinatus ลักษณะสำคัญคือ มีก้ามขนาดใหญ่ ก้ามเรียบไม่มีหนาม เพศผู้มีแถบสีแดงที่ปลายก้ามด้านนอก กุ้งชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดในทวีปออสเตรเลีย เป็นกุ้งที่มีรสชาติดี นิยมเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจกันในหลายประเทศทั่วโลก ในประเทศไทยได้นำเข้ากุ้งชนิดนี้ มาตั้งแต่ ปี 2548 โดยเริ่มเลี้ยงเพื่อความสวยงามเท่านั้น ต่อมามีการทดลองเลี้ยงและเพาะพันธุ์ครั้งแรกโดยมูลนิธิโครงการหลวงดอยอินทนนท์ ร่วมกับศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดเชียงใหม่ กรมประมง หน่วยวิจัยประมงน้ำจืดบนพื้นที่สูงอินทนนท์ ทำการศึกษาทดลองเลี้ยง ซึ่งได้ผลผลิตเป็นที่น่าพึงพอใจ และมีการนำกุ้งที่เป็นผลผลิตจากการเลี้ยงในรุ่นแรกเป็นวัตถุดิบ มาใช้ปรุงเป็นอาหารในงานพระราชทานเลี้ยงพระราชอาคันตุกะ ในวโรกาสงาน ฉลองสิริราชสมบัติ 60 ปี ของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช เมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2549 หลังจากนั้นมา หน่วยวิจัยประมงน้ำจืดบนพื้นที่สูงอินทนนท์ก็ส่งเสริมให้เกษตรกรชาวไทยภูเขาเผ่ากะเหรี่ยง (ปกาเกอญอ) ที่บ้านแม่กลางหลวง ดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่ เลี้ยงกุ้งก้ามแดงในนาข้าว และจากการเลี้ยงในนาข้าวของเกษตรกรที่บ้านแม่กลางหลวงดอยอินทนนท์ นำมาสู่การเลี้ยงและขยายพันธุ์กุ้งก้ามแดงเพื่อจำหน่ายเป็นเชิงการค้าได้ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2550 เป็นต้นมา (วันทนา อยู่สุข และคณะ, 2555) ซึ่งก็เป็นการแสดงถึงคุณภาพของเนื้อกุ้งชนิดนี้ว่าเป็นวัตถุดิบชั้นดีมีคุณภาพสูงที่ใช้ในการประกอบอาหาร จึงกลายเป็นกุ้งเศรษฐกิจตัวใหม่ที่น่าลงทุนอย่างมาก อีกทั้งสภาพน้ำและภูมิอากาศที่เหมาะสมของประเทศไทยสามารถจะเพาะเองได้ สำหรับตลาดกุ้งก้ามแดงในประเทศไทย มี 3 รูปแบบ คือตลาดสัตว์สวยงาม ตลาดสายพันธุ์ และตลาดเนื้อ สำหรับตลาดสัตว์สวยงามนั้นมีมานานแล้วและยังคงได้รับความนิยมอยู่อย่างต่อเนื่อง ราคาตั้งแต่หลักร้อยจนถึงหลักพันขึ้นอยู่กับขนาดและสายพันธุ์ การเลี้ยงกุ้งก้ามแดงมีวิธีเพาะเลี้ยงหลายรูปแบบ อาจเลี้ยงโดยใช้บ่อเลี้ยงที่เป็นปูนหรือพลาสติก แต่ถ้าการเลี้ยงแบบลดต้นทุน ควรเลี้ยงแบบอินทรีย์หรือแบบชีววิถี กุ้งชนิดนี้ไวต่อสารเคมีมาก ในขั้นตอนการเลี้ยงจะต้องมั่นใจในอาหาร น้ำ และภาชนะว่าปราศจากสารเคมีตกค้าง สำหรับอาหารที่ใช้เลี้ยงนิยมใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูปและเสริมด้วยอาหารสด (สุธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย, 2558) ซึ่งอาหารสัตว์น้ำเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่สำคัญต่อผลสำเร็จของการ

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่
RAJABHAT CHIANG MAI UNIVERSITY

เพาะเลี้ยง โดยเฉพาะกลุ่มที่เพาะเลี้ยงเป็นอาชีพที่มีการให้อาหารสำเร็จรูปเป็นหลัก และมีความพยายามลดต้นทุนการเลี้ยงให้ต่ำลง โดยพิจารณาทบทวนหาแนวทางลดต้นทุนค่าอาหารสัตว์น้ำตลอดจนการจัดการให้อาหารสัตว์น้ำอย่างมีประสิทธิภาพและคุ้มค่าโดยการประยุกต์หลักวิชาการให้เหมาะสมกับโอกาสในแต่ละสถานการณ์โดยมุ่งหวังให้การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำในประเทศไทยเป็นอาชีพที่เกษตรกรสามารถดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืนในระยะยาว เป็นเหตุให้ธุรกิจอาหารสัตว์น้ำมีการพัฒนารูปแบบส่วนผสมต่าง ๆ จากวัตถุดิบทางการเกษตรเหลือใช้มากมาย เพื่อเป็นการลดต้นทุน ส่งเสริมการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด และเพิ่มคุณภาพทางโภชนาการของอาหารสัตว์ เช่นเดียวกับการพัฒนาอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดงโดยใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติในท้องถิ่น

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้สนใจที่จะศึกษาและพัฒนาอาหารสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดงโดยใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติในท้องถิ่นที่พบมากและสามารถหาได้ง่าย คือ ไข่น้ำและแหนเป็ดเล็ก ซึ่งเป็นพืชลอยน้ำขนาดเล็กจัดอยู่ในวงศ์ Lemnaceae เป็นอาหารเลี้ยงปลากินพืชได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง จากการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในไข่น้ำอบแห้งของ (สุขุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์, 2551) พบว่ามีค่าร้อยละ 35 นอกจากนี้ยังพบปริมาณเบต้า-แคโรทีน และกรดอะมิโนที่จำเป็นต่างๆสูงเช่นเดียวกัน และปริมาณโปรตีนของแหนเป็ดเล็ก พบว่ามีอยู่มากถึงร้อยละ 31ส่วนใบหูกวางแห้งจะมีสารเทนนิน และสารอื่นๆ อีกหลายชนิด ซึ่งสารเหล่านี้จะเข้าไปช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย รักษาแผลให้กุ้ง ช่วยให้เปลือกกุ้งแข็งเร็ว และลดความเครียดของกุ้ง (สมจินตนา พุทธมาตย์ และวรวัฒน์ สุวรรณสาร, 2550) มาเป็นส่วนผสมในการผลิตเป็นอาหารสำเร็จรูปด้วยขั้นตอนอย่างง่าย สำหรับนำไปใช้เลี้ยงกุ้งก้ามแดงทดแทนอาหารเม็ดสำเร็จรูป โดยการทดลองจะวิเคราะห์เปรียบเทียบสารอาหารในอาหารกุ้งสำเร็จรูปกับอาหารจากวัตถุดิบธรรมชาติมาทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดง และศึกษาการเพื่อจะนำผลจากการทดลองนี้ไปใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามแดงในเชิงพาณิชย์ และยังสามารถนำการศึกษานี้ไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ ซึ่งเป็นการศึกษาระยะการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่น คือ ไข่น้ำ แหนเป็ดเล็ก และใบหูกวางในการผลิตอาหารกุ้งก้ามแดง

1.2.2 เพื่อศึกษาคุณภาพของเนื้อกุ้งก้ามแดงที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงโดยอาหารเม็ดสำเร็จรูปกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร

1.3 สมมติฐานการวิจัย

กุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงโดยอาหารที่ได้จากแหนเป็ดเล็ก ไข่น้ำ และใบหูกวางแห้ง จะมีการเจริญเติบโตแตกต่างกัน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 กลุ่มตัวอย่าง กุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ขนาดความยาวเฉลี่ย 1 นิ้ว จากฟาร์มอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 120 ตัว

1.4.2 อาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง ที่มีส่วนผสมจากวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่น โดยใช้อัตราส่วนผสม 1:1

1.4.2.1 รำข้าวผสมกับแหนเป็ดเล็ก

1.4.2.2 รำข้าวผสมกับไข่น้ำ

1.4.2.3 รำข้าวผสมกับใบหูกวางแห้ง

1.4.3 สถานที่ในการเก็บข้อมูล

ทำการทดลองที่บ้านเลขที่ 351 ถนนโสมพะมิตร ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์ 46000

1.4.4 ระยะเวลาทำการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ตั้งแต่เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ถึง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.4.5 แผนการดำเนินการ

แผนการดำเนินการตลอดโครงการ เดือนกันยายน พ.ศ. 2559 ถึงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2560

แผนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินการ								
	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. รวบรวมข้อมูลเพื่อการศึกษา	⟷								
2. เตรียมอุปกรณ์ในการทดลอง	⟷								
3. ดำเนินการทดลอง			⟷						
4. รวบรวมผลการศึกษา							⟷		
5. เขียนรายงานสรุปผลการทดลอง								⟷	
6. นำเสนอรายงานผลการทดลอง								⟷	

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

“กุ้งก้ามแดง (Australian red Claw Crayfish, Cherax Quadricarinatus)” หมายถึง กุ้งเครย์ฟิชน้ำจืดอยู่ในวงศ์เครย์ฟิชออสเตรเลีย (Parastacidae) มีสีสันค่อนข้างหลากหลาย ตั้งแต่สีฟ้า, น้ำเงิน, น้ำเงินอมเขียว, น้ำตาลอมเขียว, สีเขียวหยก, น้ำตาลเข้ม มีลักษณะเด่น คือ มีก้ามที่เรียวยาว ไม่มีหนาม และมีแถบสีแดงที่ก้าม มีความยาวเต็มที่ตั้งแต่ประมาณ 8-12 นิ้ว

“รำข้าว (Rice Bran, Oryza sativa L. Var indica)” หมายถึง ส่วนที่ได้จากการขัดข้าวกล้องให้เป็นข้าวสาร ซึ่งประกอบด้วยชั้นเยื่อหุ้มเมล็ดและคัพภะเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งในการทดลองใช้รำละเอียดที่ได้จากการขัดขาวและขัดมัน

“ไข่น้ำ (Water Meal, Wolffia Globosa Hartog and Plas)” หมายถึง พืชมีดอกที่มีขนาดเล็กที่สุด จัดอยู่ในวงศ์ Lemnaceae อาศัยลอยอยู่บนผิวน้ำ ลอยอยู่เป็นกลุ่ม มีรูปร่างรี ๆ ค่อนข้างกลม มีขนาดยาวประมาณ 1 มิลลิเมตร แต่ละต้นมีสีเขียว ไม่มีราก ไม่มีใบ

“แหนเป็ดเล็ก (Duckweed, Lemna Minor L.)” หมายถึง พืชลอยน้ำขนาดเล็กจัดอยู่ในวงศ์ Lemnaceae ไม่มีราก ลำต้น และใบที่แท้จริง มี Thallus เล็ก ๆ สีเขียวอยู่เดี่ยว ๆ หรืออยู่ติดกันเป็นกลุ่ม เจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้ดีในน้ำนิ่ง เช่น หนอง บึง หรือสระน้ำทั่วไปที่มีธาตุอาหารและอินทรียวัตถุอุดมสมบูรณ์

“หูกวาง (Indian Almond, Terminalia Catappa L.)” หมายถึง เป็นใบเดี่ยว มีสีเขียวอ่อนเมื่อแตกใบใหม่ และเมื่อแก่จะออกสีเหลืองถึงน้ำตาล ใบจะแตกเรียงสลับบริเวณปลายกิ่ง มีรูปไข่กลับด้าน กว้างประมาณ 8-15 เซนติเมตร ยาวประมาณ 12-15 เซนติเมตร ปลายใบมีติ่งแหลม ส่วนโคนใบมีลักษณะสอบแคบ เว้า และมีต่อม 1 คู่ แผ่นใบมีลักษณะหนา และมีขนนุ่มปกคลุม ขอบใบเรียบ

“อาหารเม็ดสำเร็จรูป (Feed)” หมายถึง อาหารรูปแบบนี้เป็นอาหารที่ทำมาจากวัสดุอาหารชนิดต่าง ๆ ผสมคลุกเคล้าหรือบดให้เข้ากัน อาจต้องผสมน้ำเล็กน้อยเพื่อให้เปียกชื้น แล้วนำมาผ่านเครื่องอัดเม็ด อาหารจะอัดออกมาในลักษณะเป็นท่อน ๆ มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวตามที่ต้องการ

“เกษตรอินทรีย์ (Organic Farming)” หมายถึง เป็นระบบการเกษตรที่ผลิตอาหารด้วยความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อม สังคม และเศรษฐกิจ โดยเน้นหลักการปรับปรุงบำรุงดิน ลดการใช้ปัจจัยการผลิตจากภายนอก และไม่ใช้สารเคมีเพื่อการเกษตร ทั้งปุ๋ยเคมี ยากำจัดวัชพืชและศัตรูพืช รวมทั้งฮอร์โมนสังเคราะห์ที่กระตุ้นการเจริญเติบโตของพืชและสัตว์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.6.1 สามารถพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดง

1.6.2 สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์เพื่อลดต้นทุนในการขยายพันธุ์กุ้งก้ามแดง

1.6.3 สามารถนำความรู้จากการศึกษามาแนะนำให้แก่ชุมชน ผู้สนใจ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 2
การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus) ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 อนุกรมวิธานและลักษณะทั่วไปของกุ้งก้ามแดง

2.1.1 อนุกรมวิธาน

กุ้งก้ามแดง จัดเป็นสัตว์ในกลุ่มครัสเตเซียนที่มีการจัดลำดับทางอนุกรมวิธานไว้ดังแสดงต่อไปนี้

Phylum Arthropoda

Subphylum Crustacea

Class Malacostraca

Order Decapoda

Family Parastacidae

Genus Cherax

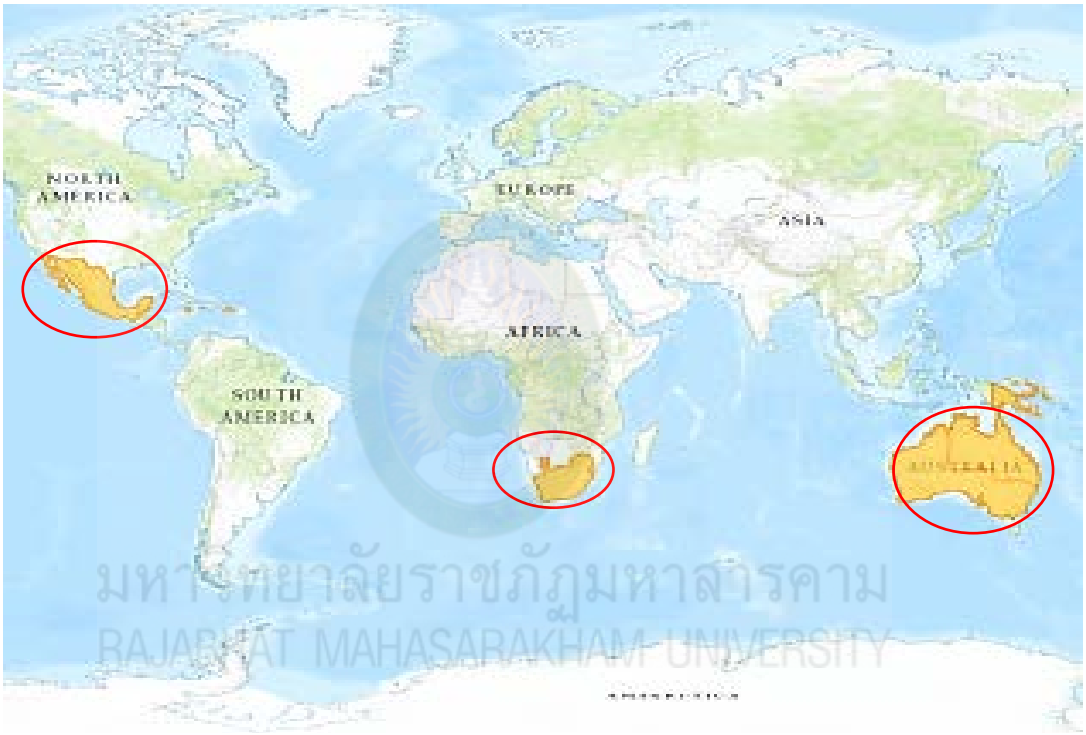
Species Cherax Quadricarinatus (Von Martens, 1868)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

กุ้งสายพันธุ์นี้มีถิ่นกำเนิดตามแหล่งน้ำจืดในทางตอนเหนือของรัฐควีนส์แลนด์ และทางตะวันออกเฉียงใต้ของประเทศปาปัวนิวกินี (Loya Javellana, 1993) มีการแพร่กระจายพันธุ์ไปในแอฟริกาใต้ เม็กซิโก จาเมกาและเปอร์โตริโก และเนื่องจากกุ้งก้ามแดงในสกุลนี้เป็นกุ้งก้ามแดงที่มีขนาดใหญ่สกุลหนึ่ง อีกทั้งมีก้ามที่เรียวยาว ไม่มีหนาม และมีแถบสีแดงที่ก้าม จึงมีชื่อสามัญว่า Redclaw Crayfish และมีชื่ออื่น ๆ ที่เรียกกันทั่วไปว่า กุ้งล๊อบสเตอร์น้ำจืด กุ้งก้ามแดงออสเตรเลีย กุ้งก้ามแดงควีนส์แลนด์ กุ้งสีน้ำเงินเขตร้อน กุ้งน้ำจืดสีน้ำเงิน เป็นต้น โดยทั่วไปแล้วกุ้งก้ามแดงเป็นสัตว์ที่ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่มีโครงสร้างยึดเกาะและป้องกันตัวห่อหุ้มอย่างแข็งแรงอยู่ภายนอกตัว ลักษณะตัวนั้นเป็นกุ้งที่มีขนาดใหญ่ มีขนาดความยาวประมาณ 8-12 นิ้ว ไม่รวมก้าม ลำตัวส่วนมากจะเป็นสีน้ำเงินอมเขียวหรือสีน้ำตาลอมเขียว และอาจมีสีน้ำตาลเข้มบ้าง ลักษณะเด่นของกุ้งก้ามแดงนั้น

คือ มีก้าม (Cheliped) เรียวยาวขนาดใหญ่ ไม่มีหนาม และมีแถบสีแดงที่ก้าม สามารถเอาไว้ใช้จับเหยื่อและขุดดินได้ดี ซึ่งในปัจจุบันมีการบรรยายอนุกรมวิธานของกุ้งเครย์ฟิชมากกว่า 500 ชนิด โดยมากกว่าร้อยละ 50 เป็นกุ้งเครย์ฟิชที่มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกาเหนือ สามารถแบ่งกุ้งเครย์ฟิช ออกตามถิ่นกำเนิดตามธรรมชาติ คือ

1. กลุ่ม Procambarus เรียกว่า สาย P มีถิ่นกำเนิดในทวีปอเมริกา และยุโรป
2. กลุ่ม Cherax เรียกว่า สาย C มีถิ่นกำเนิดในโซน ออสเตรเลีย ปาปัวนิวกินี และอินโดนีเซีย



ภาพที่ 2.1 เขตการกระจายตัวของกุ้งก้ามแดง. ปรับปรุงจาก *การเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชสาย Cherax จากประเทศออสเตรเลียที่น่าสนใจในคลังหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเทศไทย,* โดย กษิดิศ วรรณุรักษ์, 2558, สืบค้นจาก http://www.ebooks.in.th/thaiaquaclub.com.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.1.2 ลักษณะทั่วไปของกุ้งก้ามแดง

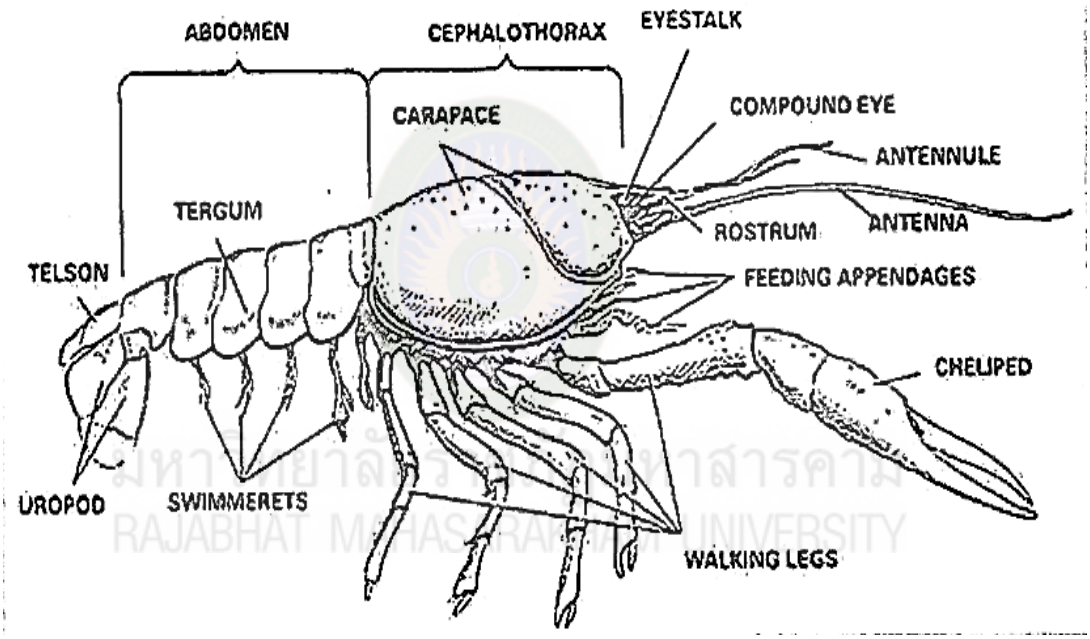
วงศ์ Parastacidae

สกุล Cherax

ชื่อวิทยาศาสตร์ Cherax Quadricarinatus

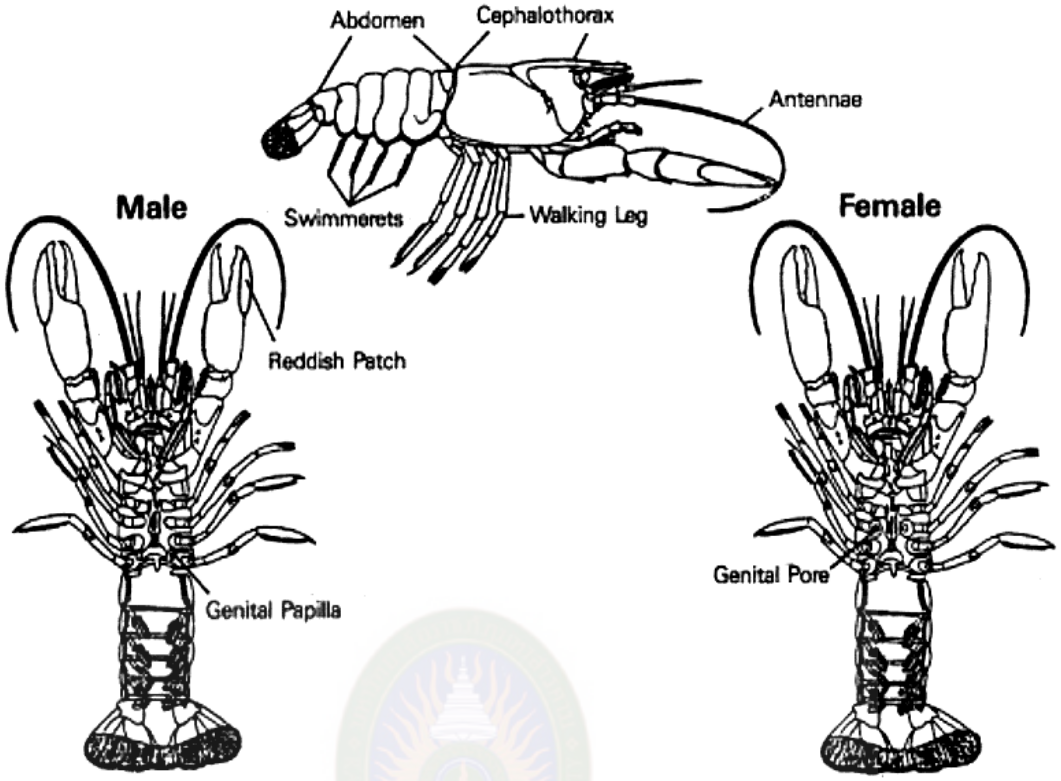
ชื่อสามัญ กุ้งล๊อบสเตอร์น้ำจืด กุ้งก้ามแดงออสเตรเลีย กุ้งเรนโบว์ Redclaw, Rainbow Crayfish, Blue Lobster

กุ้งก้ามแดงสายพันธุ์ Cherax มีก้ามขนาดใหญ่ เรียบไม่มีหนาม เพศผู้มีแถบสีแดงที่ปลายก้ามด้านนอก ร่างกายของกุ้งแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยมีส่วนหัวรวมกับส่วนอก เรียกว่า Cephalothorax มีจำนวนปล้อง 13 ปล้อง และส่วนท้องมีจำนวนปล้อง 6 ปล้อง ระยางค์ของลำตัวประกอบด้วย 1) ระยางค์ส่วนหัว มี 5 คู่ คือ หนวด 2 คู่ (Antenna and Antennule) ขากรรไกรล่าง (Mandible) 1 คู่ มีลักษณะเป็นฟันบดแข็ง ขากรรไกรบน (Maxilla) 2 คู่ ทำหน้าที่ช่วยจับอาหารเข้าปาก 2) ระยางค์ส่วนอกมี 8 คู่ คือ ระยางค์ที่ใช้ในการกิน (Maxilliped) ขนาดเล็ก 3 คู่ ขาเดิน 5 คู่ ขาเดินคู่แรกเปลี่ยนเป็นก้ามหนีบ (Cheliped) ใช้จับเหยื่อ 3) ระยางค์ส่วนท้อง มี 6 คู่ คือ ขาว่ายน้ำ (Pleopod หรือ Swimmeret) 5 คู่ ใช้ว่ายน้ำ คู่สุดท้ายเป็นแพนหาง (Uropod)



ภาพที่ 2.2 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของกุ้งก้ามแดง. ปรับปรุงจาก *แบบอย่างและวิธีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามแดงเคย์ฟิช,* โดย สุธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย, 2558, สมุทรสาคร : สำนักพิมพ์นาคา อินเตอร์มีเดีย.

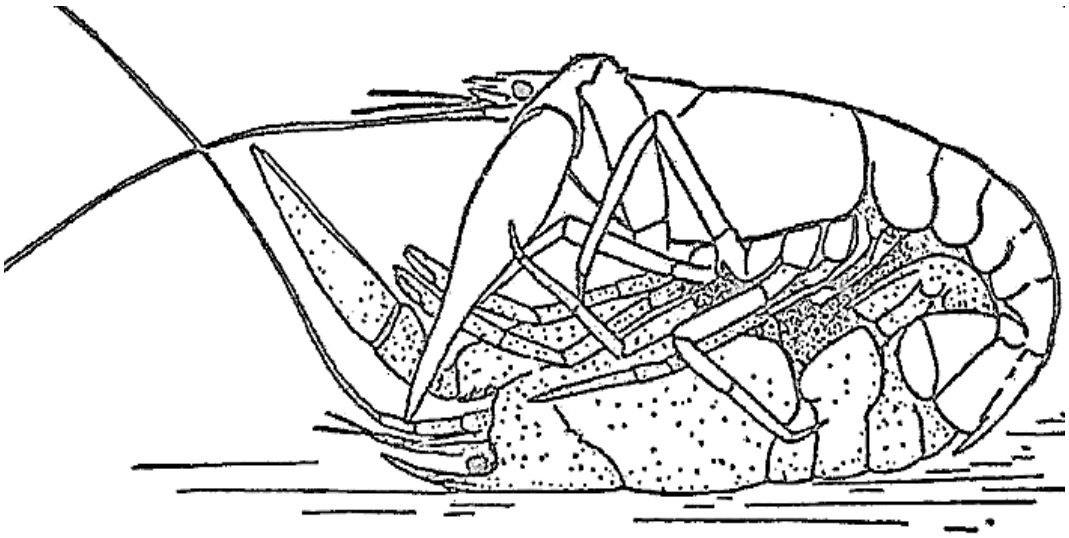
การจำแนกเพศ สามารถทำได้โดยจับกุ้งหงายท้องแล้วสังเกตอวัยวะสืบพันธุ์ที่ เรียกว่า Gonopods ที่ช่วงขาเดิน โดยกุ้งตัวผู้มีอวัยวะคล้ายตะขอบริเวณขาเดินคู่ที่2 และ 3 ซึ่งตะขอนี้มันจะเอาไว้เกี่ยวเกาะตัวเมียตอนผสมพันธุ์ สังเกตที่บริเวณขาเดิน ถ้าเป็นเพศผู้จะมีอวัยวะสืบพันธุ์ (Papillae) บริเวณขาเดินคู่สุดท้าย (คู่ที่ 4) ส่วนเพศเมียจะมีอวัยวะสืบพันธุ์ (Annulus Ventralis) เป็นแผ่นทรงวงรีสีขาว ๆ ขนาดประมาณ1-2 มิลลิเมตร บริเวณขาเดินคู่ที่ 3 นอกจากนี้บริเวณขาว่ายน้ำคู่แรกและคู่ที่ 2 ของตัวผู้จะถูกพัฒนาขึ้นเป็นแขน เล็ก ๆ สองข้าง (Petasma) มีไว้สำหรับส่งผ่านถุงน้ำเชื้อไปยังตัวเมีย



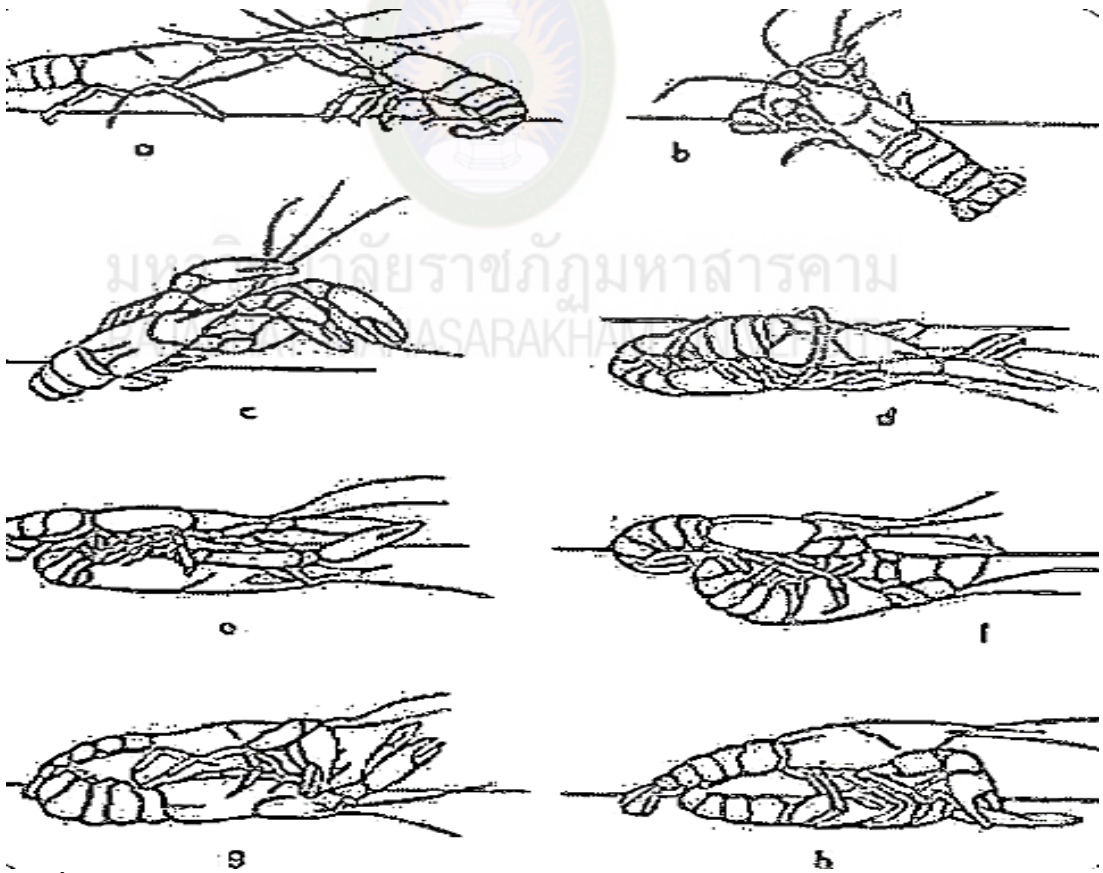
ภาพที่ 2.3 การจำแนกเพศของกุ้งก้ามแดง

2.1.3 การสืบพันธุ์ของกุ้งก้ามแดง

การสืบพันธุ์เริ่มโดยตัวผู้เข้าประกบตัวเมียทางด้านหลัง และพลิกลำตัวตัวเมียให้หงายท้อง แล้วตัวผู้เข้าประกบโดยใช้ตะขอพิเศษ เรียกว่า Gonopods อยู่บริเวณขาเดินคู่ที่2 และ 3 ล็อคตัวเมียเอาไว้ในท่าท้องชนท้อง หันหัวไปในทิศทางเดียวกัน หลังจากนั้นตัวผู้จะส่งผ่านถุงน้ำเชื้อไปบริเวณท้องของตัวเมีย กระบวนการที่กุ้งผสมพันธุ์กันใช้เวลา 1-2 นาที หลังจากนั้นผู้เลี้ยงสามารถย้ายกุ้งตัวเมียไปยังบ่ออนุบาล เพื่อเป็นการเตรียมที่อยู่สำหรับลูกกุ้งในอนาคต หลังจากนั้นตัวเมียจะคอยผลิตไข่ขึ้นมาไว้บริเวณขาว่ายน้ำเป็นกระจุก ๆ มองคล้ายพวงองุ่น หลังจากที่ไข่ได้รับการปฏิสนธิแล้ว ตัวเมียจะหาที่หลบซ่อนนอนนิ่งไม่ยอมกินอะไร ระยะเวลาที่ตัวอ่อนใช้ในการพัฒนารูปร่างนั้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ปริมาณอาหาร และคุณภาพน้ำด้วย แต่โดยเฉลี่ยไข่จะพัฒนาจนเป็นตัวอ่อนที่มีหน้าตาเหมือนโตเต็มวัยภายใน 3-4 สัปดาห์ (สุธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย, 2558)



ภาพที่ 2.4 การจำลองขณะตัวผู้ทำการส่งถ่ายถุงน้ำเชื้อ. ปรับปรุงจาก *แบบอย่างและวิธีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามแดงเครย์ฟิช,* โดย สุธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย, 2558, สมุทรสาคร : สำนักพิมพ์นาคา อินเตอร์มีเดีย.



ภาพที่ 2.5 การจำลองพฤติกรรมการผสมพันธุ์ของกุ้งก้ามแดง. ปรับปรุงจาก *แบบอย่างและวิธีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามแดงเครย์ฟิช,* โดย สุธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย, 2558, สมุทรสาคร : สำนักพิมพ์นาคา - อินเตอร์มีเดีย.

2.1.4 วงชีวิตของกุ้งก้ามแดง

ไข่กุ้งเมื่อปฏิสนธิและฟักเป็นตัวอ่อนจะมีขั้นตอนการพัฒนาเปลี่ยนรูปร่างจนเป็นตัวเต็มวัย หลายช่วงด้วยการลอกคราบ โดยทั่วไปกุ้งมีช่วงพัฒนาตัวอ่อน ซึ่งมีระยะหลัก 5 ระยะ คือ ระยะนอเพลียส ระยะซูเอีย ระยะไมซิส ระยะโพสต์ลาวา และระยะโตเต็มวัย

ระยะที่ 1 ระยะ Nauplius มีตัวย่อว่าระยะ N เป็นระยะแรกที่ฟักออกจากไข่ใหม่ ๆ มีขนาดเล็กมองด้วยตาเปล่าเกือบไม่เห็น กุ้งระยะนี้ลูกกุ้งมีรูปร่างคล้ายแมงมุม ส่วนหัวและลำตัวไม่แยกออกจากกันและยังไม่แบ่งเป็นปล้อง ยังไม่ต้องการอาหาร เนื่องจากมีถุงอาหารสำรอง (Yolk Sac) ที่ติดมากับตัว ลูกกุ้งดำรงชีวิตแบบแพลงก์ตอนประมาณ 2 วัน ระยะนี้ลอกคราบ 6 ครั้ง ภายใน 40-50 ชั่วโมง การลอกคราบแต่ละครั้งจะมีการพัฒนาขนาดลำตัวและเปลี่ยนรูปร่างก่อนเข้าระยะที่ 2

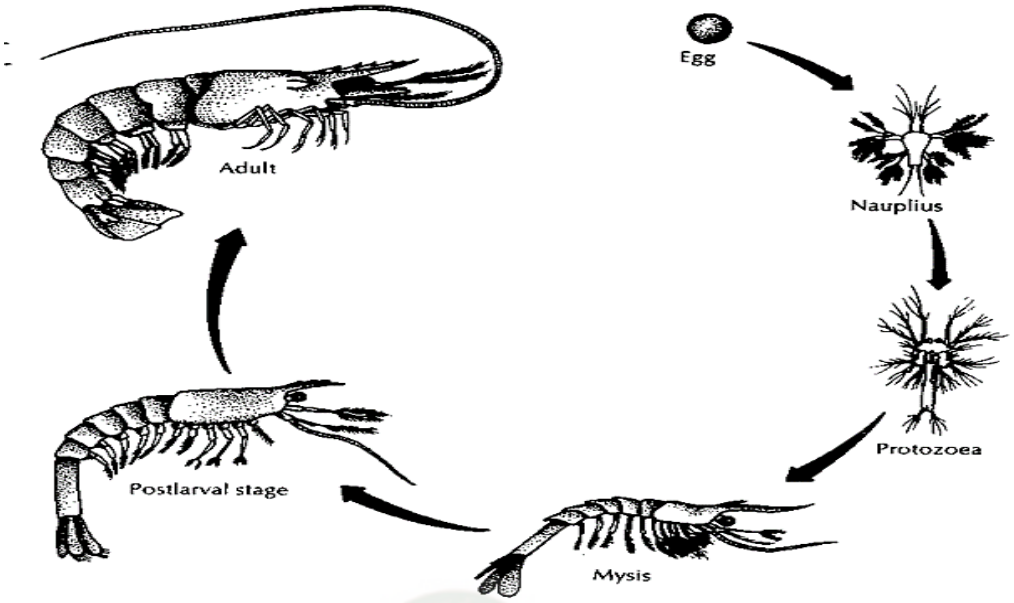
ระยะที่ 2 ระยะ Zoea มีตัวย่อว่า ระยะ Z ลูกกุ้งมีลำตัวยาวขึ้น ส่วนหัวและลำตัวแยกจากกันโดยเริ่มแบ่งเป็นปล้อง ระยะนี้มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างโดยลอกคราบ 3 ครั้ง ผู้เลี้ยงกุ้งเรียกระยะนี้ว่า กุ้งหงายตัว

ระยะที่ 3 ระยะ Mysis มีตัวย่อว่า ระยะ M ลูกกุ้งว่ายน้ำแบบหัวชี้ลง มีการพัฒนารูปร่างโดยลอกคราบ 3 ครั้ง ลักษณะเริ่มเปลี่ยนแปลงไปเหมือนพ่อแม่ ผู้เลี้ยงกุ้งเรียกระยะนี้ว่า กุ้งตะแคงตัว

ระยะที่ 4 ระยะ Postlarva มีตัวย่อว่าระยะ P เป็นระยะที่ลูกกุ้งมีลักษณะใกล้เคียงกับพ่อแม่มาก แต่ขนาดเล็กกว่า มีรยางค์ต่างๆครบทุกส่วนทำหน้าที่อย่างสมบูรณ์ และมีพัฒนาการไปเรื่อย ๆ จนเข้าสู่กุ้งวัยรุ่น (Juvenile) โดยแบ่งเป็น 25 ระยะ ภายใน 25 วัน เรียกว่า ระยะ P1-P25 เริ่มว่ายน้ำเฉียงขึ้นเหมือนพ่อแม่ ผู้เลี้ยงกุ้งเรียกระยะนี้ว่า กุ้งคว่ำ

ระยะที่ 5 ระยะโตเต็มวัย (Adult) มีการลอกคราบถึง 25 ครั้ง หลังการลอกคราบแต่ละครั้งรูปร่างจะสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 2.6 วงชีวิตกุ้งก้ามแดง

2.1.5 การลอกคราบของกุ้งก้ามแดง

ระยะก่อนการลอกคราบ (Premolt) กุ้งจะไม่กินอาหารจะสังเกตได้ว่ากุ้งเริ่มกินอาหารไม่หมด แต่กุ้งจะดึงสารอาหารและพลังงานจากอาหารที่สะสมไว้ที่ตับมาใช้แทน การสร้างคราบใหม่จะเริ่มสร้างไคตินจากอาหารที่สะสมไกลโคเจนที่ถูกสะลมไว้จะลดลงเนื่องจากถูกนำไปสร้างไคตินในการเปลี่ยนเป็นเปลือกใหม่ ในระยะนี้จะพัฒนาเข้าสู่ระยะลอกคราบเร็วหรือไม่ขึ้นอยู่กับปริมาณสารอาหารที่จะพัฒนาเป็นเปลือกใหม่ หากกุ้งได้รับสารอาหารและเปลี่ยนเป็นไคตินได้มากก็จะลอกคราบได้เร็ว แต่ในกรณีหากเกิดปัญหาการกินชะงัก หรือสารอาหารไม่เพียงพอที่จะเปลี่ยนให้อยู่ในรูปไคตินในเปลือกใหม่ ช่วงระยะเวลาในการลอกคราบก็จะยืดออกไป 3-5 วัน ระยะนี้ความต้องการออกซิเจนของเซลล์จะเพิ่มขึ้น จะมีการดูดซึมพวกแร่ธาตุและสารอินทรีย์ต่าง ๆ ที่สะสมอยู่ที่เปลือกเก่ากลับเข้าสู่ร่างกายโดยผ่านระบบเลือด ทำให้คราบเก่าอ่อนนุ่มลง

ระยะลอกคราบ (Intermolt) ในระยะนี้กุ้งจะหยุดการเคลื่อนไหว กิจกรรมต่างๆเริ่มลดลง ปริมาณกลูโคส โปรตีนและไขมันในเลือดจะเพิ่มสูงขึ้น รวมทั้งการรับออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายก็จะเพิ่มขึ้น เนื่องจากกุ้งต้องใช้พลังงานมากในการลอกคราบ เมื่อลอกคราบเสร็จแล้วจะมีการดูดซึมน้ำเข้าสู่ร่างกายเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยดูดซึมจากกระแสเลือดและเนื้อเยื่อของร่างกาย ระยะนี้จะสั้นมาก เพราะเป็นระยะที่อันตรายที่สุดในวงจรชีวิตมักพบการสูญเสียกับกุ้งที่สะสมสารอาหารไม่เพียงพอ กุ้งลอกคราบไม่ออก ลอกคราบติด เปลือกนิ่ม และมักกินกันเอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ระยะหลังการลอกคราบ (Postmolt) หลังจากการลอกคราบสมบูรณ์แล้ว การสะสมแคลเซียมก็เริ่มต้นทันทีเพื่อช่วยเร่งการแข็งตัวของเปลือก ระยะนี้จะมีการดึงน้ำและแร่ธาตุเข้าสู่ร่างกายมากที่สุดเพื่อเพิ่มขนาดและน้ำหนักตัวของร่างกาย มีดารสะสมแคลเซียมที่บริเวณคราบชั้นนอก เมื่อเปลือกเริ่มแข็งก็จะเริ่มมีการเคลื่อนไหวและเริ่มกินอาหารเพิ่มขึ้นหลังจากการระยะพักจากการลอกคราบ หรือคราบใหม่แข็ง

หลังการเจริญเติบโตของเนื้อเยื่อเสร็จสมบูรณ์ อาหารที่กุ้งกินในแต่ละวันจะเริ่มเพิ่มมากขึ้น อาหารที่กินเข้าไปจะถูกใช้ไปในการดำรงชีวิตประจำวัน ส่วนที่เหลือจะถูกเปลี่ยนไปสะสมในตับ อยู่ในรูปของสารอาหารพวกโปรตีน ไขมัน และไกลโคเจน เพื่อนเป็นอาหารและพลังงานสำรองในการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสารที่จำเป็นในการสร้างเปลือกใหม่อีกครั้ง ด้วยกลไกลทางธรรมชาติกุ้งจะรู้ตัวเองว่าสารอาหารต่างๆที่สะสมไว้เพียงพอสำหรับการลอกคราบแล้ว การกินอาหารจะเริ่มลดลงเล็กน้อยและเตรียมเข้าสู่ระยะลอกคราบอีกครั้งเป็นวัฏจักรเช่นนี้ตลอดวงชีวิตของกุ้ง

ช่วงความถี่ในการลอกคราบแต่ละครั้ง กุ้งจะมีความถี่และความห่างในการลอกคราบแต่ระยะแตกต่างกันตามอายุของกุ้ง ดังนี้

อายุ 1-30 วัน กุ้งมีน้ำหนักประมาณ 2-5 กรัม ช่วงการลอกคราบ 6-7 วัน/ครั้ง
อายุ 30-60 วัน กุ้งมีน้ำหนักประมาณ 6-9 กรัม ช่วงการลอกคราบ 7-8 วัน/ครั้ง
อายุ 60-90 วัน กุ้งมีน้ำหนักประมาณ 10-15 กรัม ช่วงการลอกคราบ 9-10 วัน/ครั้ง
อายุ 90-120 วัน กุ้งมีน้ำหนักประมาณ 16-22 กรัม ช่วงการลอกคราบ 12-13 วัน/ครั้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.7 การลอกคราบของกุ้งก้ามแดง. ปรับปรุงจาก *แบบอย่างและวิธีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามแดงเครย์ฟิช,* โดย สุธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย, 2558, สมุทรสาคร : สำนักพิมพ์นาคาอินเตอร์มีเดีย.

2.2 วัตถุดิบธรรมชาติที่ใช้ในอาหารสำเร็จรูป

2.2.1 ไข่น้ำ (Water Meal, Wolffia globosa Hartog and Plas)

วงศ์ Lemnaceae

สกุล Wolffia

ชื่อวิทยาศาสตร์ Wolffia globosa Hartog and Plas

ชื่อสามัญ ไข่น้ำ ผำ Water Meal, Swamp algae.

ไข่น้ำ ลักษณะสำคัญคือเป็นพืชสีเขียวลอยน้ำที่มีดอกขนาดเล็ก รูปร่างกลมหรือเกือบกลม มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 1 มิลลิเมตร ไม่มีราก อาจลอยอยู่เป็นกลุ่มล้วน หรือลอยปนกับพืชชนิดอื่น เช่น แหน, แหนแดงก็ได้ พบทั่วไปตามหนองบึง หรือที่มีน้ำขัง อาจเกิดเดี่ยวหรือติดกันเป็นคู่ ดอกมีขนาดเล็กออกเป็นช่อประกอบด้วย ดอกตัวผู้ 1 ดอก ดอกตัวเมีย 1 ดอก (สมศักดิ์ สันวิลาศ และอะโน สุขเจริญ, 2542) ไข่น้ำจัดอยู่ในวงศ์ Lemnaceae แบ่งออกเป็น 5 สกุล คือ Lemna spp., Landoltia spp., Spirodela spp., Wolffiella spp. And Wolffia spp. ไข่น้ำถูกจัดอยู่ในสกุล Wolffia spp. (Rothwell GW, Van Atta MR, Ballard Jr HE, and Stockey RA, 2004) ส่วนใหญ่จะพบในแหล่งน้ำในเขตร้อน (Tropical Zone) และกึ่งเขตร้อน (Subtropical Zone) จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในสภาพแวดล้อมที่มีไนโตรเจนและฟอสฟอรัสสูง (Fujita et al., 1999) ช่วงฤดูร้อนจะเป็นช่วงที่ไข่น้ำโดยเฉพาะไข่น้ำชนิดพันธุ์ Wolffia arrhiza จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและในขณะเดียวกันก็จะมีการดูดซับสารอาหารในปริมาณที่มาก ส่วนในช่วงฤดูหนาวและฤดูใบไม้ร่วงไข่น้ำมีการพักตัว เรียกในทางวิทยาศาสตร์ว่า Turion ซึ่งไข่น้ำในระยะนี้จะมีการสะสมแป้งเป็นจำนวนมากและเป็นช่วงที่ไข่น้ำจะจมลงเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นด้วยคุณสมบัติดังที่กล่าวมานี้ทำให้ไข่น้ำสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในสภาพอากาศที่หนาวเย็น แต่อย่างไรก็ตามระยะพักตัวของไข่น้ำนี้จะทำให้พืชชนิดนี้สามารถทนภาวะอากาศที่หนาวเย็นที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 5°C ได้นานหลายอาทิตย์ นอกจากนี้ไข่น้ำยังเป็นผู้ผลิตที่ให้แหล่งโปรตีนสามารถนำมาเป็นอาหารเลี้ยงปลากินพืชได้เป็นอย่างดี มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ราคาถูกหาได้ง่ายในท้องถิ่น ซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้ไข่น้ำในการผลิตแป้งที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ ผลิตอาหารมนุษย์ หรือเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมประเภทแอลกอฮอล์ รวมไปถึงเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลาสติกที่ย่อยสลายได้ (Biodegradable Plastics) (Tiefenbacher, 1993)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.8 ไข่น้ำ (Wolffia Globosa Hartog and Plas.)

2.2.1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

Hartog and Plas (1970) อธิบายถึงลักษณะของไข่น้ำชนิด Wolffia globosa ไว้ดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ราก ไม่มีส่วนของราก

ขนาด ไข่น้ำมีความยาวประมาณ 0.4-0.9 มิลลิเมตร หรือมีความยาวน้อยกว่า 1/25 นิ้ว ดังนั้นความยาวเฉลี่ยของไข่น้ำเท่ากับ 0.6 มิลลิเมตร หรือประมาณ 1/42 นิ้ว ส่วนความกว้างของไข่น้ำมีขนาดประมาณ 0.3 มิลลิเมตร หรือ 1/85 นิ้ว น้ำหนักของไข่น้ำประมาณ 150 ไมโครกรัม รูปร่าง ไข่น้ำมีรูปร่างรี ๆ ค่อนข้างกลม แต่ละต้นมีสีเขียว ไม่มีใบประกอบด้วยเซลล์ชนิดพาเรงคิมาเป็นส่วนใหญ่ มีช่องอากาศแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ ทำให้เห็นเป็นฟองน้ำและช่วยให้มีการลอยตัวอยู่ในน้ำได้ ไม่มีเนื้อเยื่อที่ทำหน้าที่ลำเลียงและอาหาร มีช่องให้อากาศเข้าออกได้อยู่ทางบนของต้น องค์ประกอบของเซลล์ ไข่น้ำจะมีองค์ประกอบภายในเซลล์ส่วนใหญ่เป็นน้ำ โดยมีจำนวนมากถึงร้อยละ 95 ในขณะที่ส่วนประกอบในเนื้อเยื่อจะมีสารประกอบอินทรีย์และเคมีดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1

องค์ประกอบสารอินทรีย์ของไข่น้ำในแหล่งน้ำ

ชนิดของสารประกอบอินทรีย์	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้ง (เปอร์เซ็นต์)
โปรตีนหยาบ (Crude protein)	38.70
ไขมัน (Fat)	4.90
เส้นใย (Fiber)	9.40
เถ้า (Ash)	15.00
คาร์โบไฮเดตร (Carbohydrate)	35.00
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	1.37
ไนโตรเจน (Kjeldahl nitrogen, as N)	5.91

2.2.1.2 การขยายพันธุ์ของไข่น้ำ

การขยายพันธุ์ของไข่น้ำมี 2 แบบ ได้แก่ 1) การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ (Sexual Reproduction) เนื่องจากไข่แหนเป็นพืชมีดอกขนาดเล็กที่สุด ดอกของไข่แหนจะเจริญเติบโตออกทางช่องข้างบนของต้น ดอกไม่มีกลีบดอก และไม่มีกลีบเลี้ยง ดอกตัวผู้จะมีเกสรตัวผู้ 1 อัน ประกอบด้วยอับละอองเรณู 2 อับ ดอกตัวเมียมีรังไข่ที่มี 1ช่องและมีไข่อยู่ 1 ใบ ก้านเกสรตัวเมียสั้น ยอดเกสรตัวเมียมีลักษณะแบน เมล็ดมีขนาดเล็ก กลมเกลี้ยง ยังไม่ปรากฏว่ามีไข่น้ำมีดอกในประเทศไทย มีแต่รายงานการพบเห็นในประเทศอื่นไข่น้ำจะมีดอกและเมล็ดในราว ๆ เดือนมิถุนายนถึงตุลาคม 2) การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ (Asexual Reproduction) โดยการแตกหน่อ ซึ่งมีผู้ทำการศึกษาการเจริญเติบโตแล้วพบว่า โดยเฉลี่ยแล้วไข่น้ำแต่ละต้นจะแตกหน่อให้ต้นใหม่ ทุก ๆ 5 วัน

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารในไข่น้ำอบแห้งพบว่าใน 100 กรัม ให้พลังงาน 8 กิโลแคลอรี โปรตีน 0.6 กรัม เส้นใย 0.3 กรัม แคลเซียม 59 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 25 มิลลิกรัม ธาตุเหล็ก 66 มิลลิกรัม และยังมีวิตามิน A, B, C และไนอาซีน (สุขุมและสุทิน, 2551) พบมากในภาคเหนือและภาคตะวันออก เฉียงเหนือ ส่วนในภาคกลางและภาคอื่นๆ นั้นยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก ไข่น้ำสามารถเพาะเลี้ยงได้ง่าย มีโปรตีนสูงถึง 6.8-45.0 เปอร์เซ็นต์ จึงจัดเป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงมนุษย์สนใจที่จะนำไข่น้ำมาเพาะเลี้ยงเป็นอาหารโดยเฉพาะทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียง - เหนือ นิยมนำมาประกอบอาหาร เช่น แกงคั่วไข่น้ำใส่หอยขม แกงอ่อมไข่น้ำใส่ปลา ห่อหมกไข่น้ำใส่ไข่ และแกงอ่อมไข่ผำใส่เห็ด เป็นต้น นอกจากนี้ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการศึกษาค้นคว้า และสกัดเอาสารอาหารที่เป็นประโยชน์มาเป็นอาหารแห้งสำหรับมนุษย์อวกาศ และใช้เป็นอาหารสัตว์ ไข่น้ำนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยมีโปรตีนและ แคลเซียมสูง (กระทรวงสาธารณสุข, กรมอนามัย, กองโภชนาการ, 2550) ดังแสดงในตารางที่ 2.2 โดยมีอัตราส่วนของแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่เหมาะสมที่ร่างกายจะนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย

ตารางที่ 2.2

คุณค่าทางอาหารของไข่น้ำที่กินได้ 100 กรัม (น้ำหนักสด)

ชนิดของสารประกอบอินทรีย์	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักสด
โปรตีนหยาบ (Crude Protein)	0.60 กรัม
ไขมัน (Fat)	0.10 กรัม
เส้นใย (Fiber)	0.30 กรัม
เถ้า (Ash)	0.70 กรัม
คาร์โบไฮเดตร (Carbohydrate)	1.50 กรัม
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	25 มิลลิกรัม
น้ำ (Water)	97.10 กรัม
แคลเซียม (Calcium, as Ca)	59 มิลลิกรัม

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *คุณค่าทางโภชนาการของไข่ผำ,* โดย กระทรวงสาธารณสุข, กรมอนามัย, กองโภชนาการ, 2550, กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2.2 แหนเป็ดเล็ก (Duckweed, Lemna minor L.)

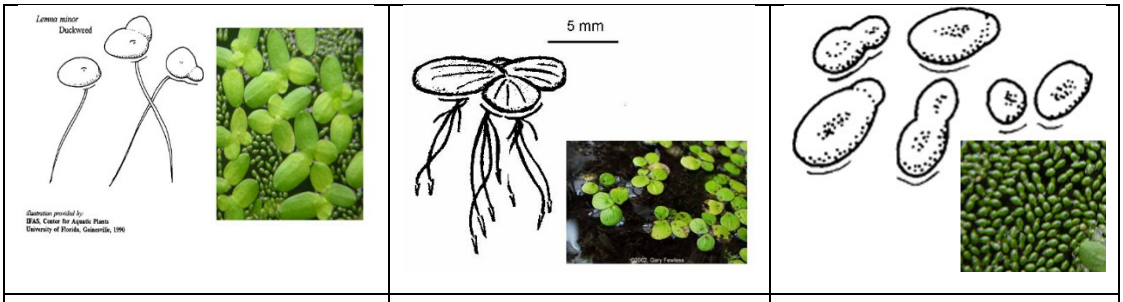
วงศ์ Lemnaceae

สกุล Lemna

ชื่อวิทยาศาสตร์ Lemna minor L.

ชื่อสามัญ แหนเป็ด Duckweed, Lesser Duckweed.

แหนเป็ดเล็ก เป็นพืชลอยน้ำขนาดเล็ก เจริญเติบโตและแพร่พันธุ์ได้ดีในน้ำนิ่ง เช่น หนอง บึง หรือสระน้ำทั่วไป ที่มีธาตุอาหารและอินทรียวัตถุอุดมสมบูรณ์ ค่าความเป็นกรด-เบสและ (pH) ของน้ำค่อนข้างเป็นกลาง แหนเป็ดเล็กจัดอยู่ในวงศ์ Lemnaceae สกุล Lemna ส่วนแหนที่พบในประเทศไทย (เต็ม สมิตินันทน์, 2557) มี 3 สกุล ได้แก่ 1) สกุล Lemna มี 3 ชนิด คือ Lemna Minor L., Lemna Perpusilla Torr. and Lemna Trisulca L. 2) สกุล Spirodela มี 1 ชนิด คือ Spirodela polyrrhiza (L.) Schleid. 3) สกุล Wolffia มี 1 ชนิด คือ Wolffia Globosa (Roxb.) Hartog and Plas



สกุล Lemna	สกุล Spirodela	สกุล Wolffia

ภาพที่ 2.9 แหนในวงศ์ Lemnaceae

2.2.2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ต้น มี Thallus เล็ก ๆ สีเขียว อยู่เดี่ยวๆ หรืออยู่ติดกันเป็นกลุ่มตั้งแต่ 1 ถึงหลาย Thallus ซึ่งส่วนนี้จะทำหน้าที่เป็นใบและลำต้นพร้อม ๆ กัน

ใบ มีลักษณะเป็นรูปรี เป็นเกล็ดเล็กประมาณ 0.2 ซม. สีเขียวเป็นมัน เชื่อมติดกันเป็นกระจุก 2-3 ใบ ใต้ใบมีรากฝอยเล็ก ๆ

ดอก ออกเป็นช่อเกิดอยู่ในช่องตรงขอบ Thallus มีเยื่อบางล้อมรอบช่อดอกไว้ ดอกตัวผู้ 1-2 อัน แต่ละอันมีอับเรณู 1-2 ช่อง ดอกตัวเมียมีเพียงรังไข่ที่ภายใน 1 ช่องและมีไข่อ่อนเพียง 1 ใบ

ผล เป็นแบบ utricle คือมีเมล็ดเดียวแก่แล้วไม่แตกและมีลักษณะคล้ายถุงเล็ก ๆ หรือกระเปาะเล็ก ๆ

เมล็ด เป็นแบบ Pericarp คือผนังเปลือกของผล ประกอบด้วยผนังผลชั้นนอก ผนังชั้นกลาง และผนังผลชั้นใน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 2.10 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของแหน

แหนขยายพันธุ์เพิ่มจำนวนได้ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศ แต่ส่วนใหญ่จะขยายพันธุ์ แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อหรือแตกแผ่นใบใหม่ ทำให้เจริญเติบโตและเพิ่มจำนวนได้อย่าง รวดเร็ว โดยทั่วไปว่าแหนเป็ดเล็กเป็นวัชพืชที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง มีโปรตีนประมาณ 20-40 % ใยประมาณ 4-6 % และยังเป็นพืชที่มีกรดไขมันอิสระอยู่อย่างสมบูรณ์ นิยมนำไปตากแห้งทำเป็นปุ๋ย เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์หรือผสมในอาหารของสัตว์ เช่น อาหารของเป็ด ห่าน ปลา ไก่ นกกระทา และสุกร เป็นต้น เนื่องจากแหนเป็ดเล็กเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้รวดเร็วจึงมีผู้ศึกษา ประสิทธิภาพในการใช้บำบัดน้ำเสีย เช่น การบำบัดน้ำเสียจากฟาร์มเป็ด พบว่า ในระยะเวลา 100 วัน สามารถดูดซับค่าปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด (TKN) ได้สูงสุดถึง 49.10% ดังนั้นจึงนิยมนำแหนเป็ดเล็กมาใช้เป็นอาหารโปรตีนราคาถูกสำหรับเลี้ยงเป็ดเทศ

นอกจากนี้มีการศึกษาประสิทธิภาพของในการดูดซับโลหะหนักจำพวกตะกั่วและแคดเมียมของแหนเป็ดเล็ก จากการทดลองในห้องปฏิบัติการ พบว่าที่ค่า pH 3.5 สามารถดูดซับตะกั่วได้สูงสุด 11.834 มิลลิกรัม/กรัมแหนเป็ด และมีจุดอิ่มตัวในการดูดซับที่ 20 นาที ส่วนแคดเมียมพบว่าที่ค่า pH 4 แหนเป็ดเล็กสามารถดูดซับได้สูงสุด 6.779 มิลลิกรัม/กรัมแหนเป็ด และมีจุดอิ่มตัวในการดูดซับที่ 3 นาที (สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์, 2545) โดยมีสารประกอบอินทรีย์และเคมีดังแสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3

องค์ประกอบสารอินทรีย์ของแหนเป็ดเล็กในแหล่งน้ำ

ชนิดของสารประกอบอินทรีย์	ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้ง (เปอร์เซ็นต์)
โปรตีนหยาบ (Crude Protein)	31.93
ไขมัน (Fat)	13.16
เส้นใย (Fiber)	10.15
เถ้า (Ash)	24.92
ฟอสฟอรัส (Phosphorus)	0.25
ไนโตรเจน (Kjeldahl nitrogen, as N)	3.71
โพแทสเซียม (Potassium)	35.00

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *การหาแหล่งอาหารพื้นบ้านเพื่อทดแทนราในอาหารสุกรพันธุ์ไทย,* 2556.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2.2.3 หูกวาง (Indian Almond, Terminalia Catappa L.)

วงศ์ Combretaceae

สกุล Terminalia

ชื่อวิทยาศาสตร์ Terminalia catappa L.

ชื่อสามัญ โคน ตาปัง ตาแปห์ Bengal Almond, Indian Almond, Sea Almond, Singapore Almond, Tropical Almond, Olive-Bark Tree, Umbrella Tree.

หูกวาง เป็นพืชที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทยอยู่ในวงศ์สมอ (Combretaceae) มีชื่อเรียกแตกต่างกันไปในแต่ละถิ่น ได้แก่ ตัดมือ ดัดมือ โคน ตาปัง ตาแปห์ หลุมปัง เป็นไม้ยืนต้น ผลัดใบ สูง 10-30 เมตร กิ่งอ่อนมีขนสีน้ำตาลเหลืองหนาแน่น ใบเดี่ยว เรียงสลับ รูปไข่กลับหรือรูปไข่แกรมวงรี ใบแก่กว้าง 4-12.5 เซนติเมตร ยาว 8-22 เซนติเมตร โคนใบสอบ และปลายเว้าเข้าเล็กน้อยคล้ายรูปหัวใจ เส้นใบ 9-11 คู่ ก้านใบยาว 5-12 มิลลิเมตร มีขนสั้นหนานุ่ม ใบมีสรรพคุณแก้ผิวหนังผื่นคัน ขับเหงื่อ รักษาโรคเรื้อน รักษาทอนซิลอักเสบ ลดน้ำตาลให้เป็นปกติ (นันทนา บุณยะประภัศร และอรนุช โชคชัยเจริญ, 2539)

2.2.3.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกเรียงเวียนสลับกันเป็นกระจุกหนาแน่นบริเวณปลายกิ่ง ลักษณะของใบเป็นรูปไข่กลับ ปลายใบแหลมเป็นติ่งสั้น ๆ (ปลายใบกว้างกว่าโคนใบ) โคนใบมนเว้าหรือแสอบแคบเป็นรูปลิ่ม และมีต่อมเล็ก ๆ หนึ่งคู่อยู่ที่โคนใบบริเวณท้องใบ ส่วนขอบใบเรียบเป็นคลื่นหยักเล็กน้อย ใบมีขนาดกว้างประมาณ 8-15 เซนติเมตร และยาวประมาณ 12-25 เซนติเมตร หลังใบและท้องใบมีขน เนื้อใบหนา ใบอ่อนเป็นสีเขียวอ่อน เมื่อแก่แล้วจะเปลี่ยนเป็นเขียวเข้ม แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีส้มแดงเมื่อใกล้ร่วงหรือผลัดใบ มีก้านใบยาวประมาณ 0.5-1.5 เซนติเมตร มีขนสั้นหนานุ่ม

ดอก เป็นช่อยาวแบบติดดอกสลับ โดยจะออกตามซอกใบ ลักษณะเป็นแท่งยาวประมาณ 8-12 เซนติเมตร มีดอกย่อยเป็นสีขาวหรือสีเหลืองอ่อน ดอกมีขนาดเล็กและมีกลิ่นฉุน ดอกเป็นแบบแยกเพศแต่อยู่ในช่อเดียวกัน ดอกเพศผู้จะอยู่บริเวณปลายช่อ ส่วนดอกเพศเมียจะอยู่บริเวณโคนช่อ ไม่มีกลีบดอก มีแต่กลีบเลี้ยงดอก 5 กลีบ โคนกลีบเชื่อมติดกัน ปลายแยกเป็นแฉกรูปสามเหลี่ยม 5 แฉก มีขนด้านนอก ดอกเกสรเพศผู้มี 10 ชั้น ดอกเมื่อบานเต็มที่จะมีขนาดกว้างประมาณ 0.4-0.6 เซนติเมตร

ผล เป็นผลเดี่ยวในแต่ละผลมีเมล็ด 1 เมล็ด ลักษณะของผลเป็นรูปทรงรีค่อนข้างแบนเล็กน้อย ผลแข็ง มีขนาดกว้างประมาณ 2-5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 3-7 เซนติเมตร ผลด้านข้างเป็นแผ่นหรือเป็นสันบาง ๆ นูนออกรอบผล ผลอ่อนเป็นสีเขียว เมื่อแก่แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองหรือสีเหลืองอมเขียว และมีกลิ่นหอม ผิวผลเรียบ ผลเมื่อแห้งจะเป็นสีดำคล้ำ เปลือกผลมีเส้นใย ภายในมีเมล็ดเดี่ยว เมล็ดมีขนาดใหญ่ เหนียว และเปลือกในแข็ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

เมล็ด ลักษณะของเมล็ดเป็นรูปไข่หรือรูปรี แบนป้อมเล็กน้อยคล้ายกับผล เมื่อเมล็ดแห้งจะเป็นสีน้ำตาล แข็ง ภายในมีเนื้อมาก

ภาพที่ 2.11 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของต้นหูกวาง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การใช้ใบหูกวางในการเลี้ยงปลากัดเป็นที่นิยมกันมานานหลายสิบปี จากการสอบถามจากเกษตรกรผู้เลี้ยงปลากัดได้รับข้อมูลว่าใช้เพื่อทำให้ปลากัดมีผิวหนังที่แข็งแรงขึ้น เมื่อนำไปกัดแข่งขันจะทำให้ชนะคู่ต่อสู้ และบาดเจ็บไม่มาก บาดแผลหายเร็ว นอกจากนี้เกษตรกรบางรายยังเชื่อว่าใบหูกวางมีสรรพคุณในการรักษาโรคและกระตุ้นให้ปลาผสมพันธุ์ ซึ่งเกษตรกรผู้เลี้ยงปลาสวยงามใน ต.สามควายเผือก จ.นครปฐม และผู้เลี้ยงปลาในเขตหนองแขม จ.กรุงเทพมหานคร ได้ให้ข้อมูลเพิ่มเติมว่าปลากัดในบ่อที่มีการใช้ใบหูกวางจะมีสุขภาพแข็งแรงทนทานต่อการเกิดโรคต่างๆได้ดีกว่าปลาในบ่อที่ไม่ใช้ใบหูกวาง เกษตรกรจึงเชื่อว่าใบหูกวางมีสรรพคุณเป็นยารักษาโรคปลาสวยงามได้ และพบการนำใบหูกวางมาใช้ในฟาร์มเลี้ยงปลาชนิดอื่นๆ เช่น ปลากา ปลาสอด ปลาบอลลูน เป็นต้น (อรัญญา พลพรพิสิฐ และคณะ, 2549) ใบหูกวางเมื่อนำมาแช่น้ำจะให้น้ำเป็นสีน้ำตาลเข้มที่ประกอบด้วยสารต่างๆ ที่มีแร่ธาตุหลายชนิด ทำให้ปลามีสุขภาพดี มีการเจริญพันธุ์ และเจริญเติบโตดีไม่เกิดโรค ยับยั้งการเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในปลา และช่วยให้ปลากัดมีสีสันสวยงาม สีเข้มสดใส รวมทั้งช่วยในเรื่องการพรางตัวของปลาและลดความเครียดของปลาได้ ซึ่งในใบหูกวางมีองค์ประกอบทางเคมีดังแสดงในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4

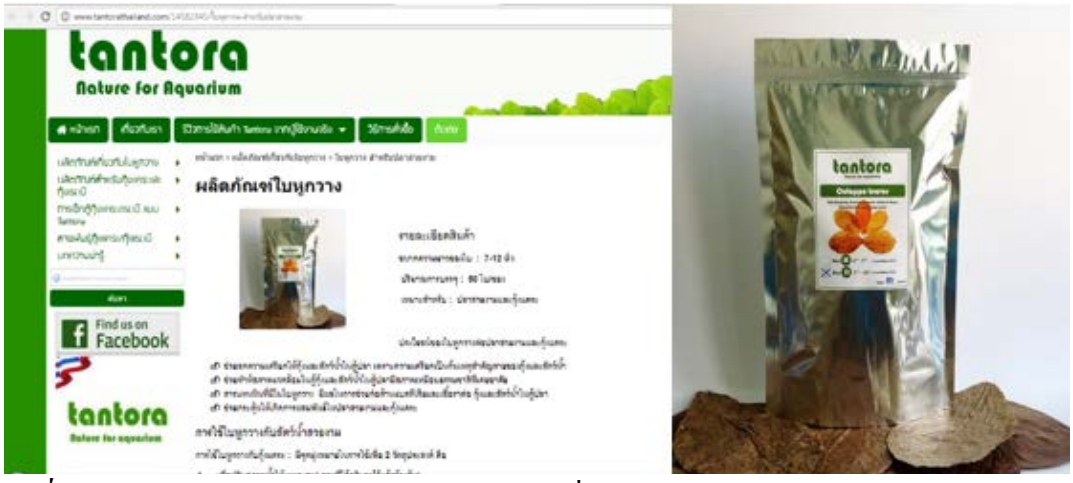
องค์ประกอบทางเคมีของใบหูกวาง

องค์ประกอบทางเคมี	ร้อยละ
เถ้า (สารประกอบอนินทรีย์ประเภท Silica)	25.76
Cellulose	41.93
Lignin	7.21
Pentosan	3.79
Alkaloid	3.95
Flavonoid	0.76
Saponin	1.38
Sterol	1.54
Tannin	12.67
Triterpenoid	0.23

หมายเหตุ. ปรับปรุงจาก *การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบหูกวาง (Terminalia Catappa L.) และผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและการยับยั้งแบคทีเรียในน้ำ*, 2550.

นอกจากนั้นยังช่วยรักษาระดับความเป็นกรด-ด่างของน้ำ รวมไปถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในการช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย รักษาแผลให้กุ้ง ช่วยให้เปลือกกุ้งแข็งเร็ว และลดความเครียดของกุ้งเช่นเดียวกับปลาสวยงาม ในปัจจุบันใบหูกวางได้มีการนำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม เช่น ปลากัด ปลาหางนกยูง ปลาสอด รวมถึงกุ้งเครย์ฟิช ปัจจุบันมีการซื้อขายผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ตมากมาย เช่นที่เว็บไซต์ http://www.tantorathailand.com และ http://www.lovebettafish.com เป็นต้น (กษิดิศ วรรณุรักษ์, 2558)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 2.12 เว็บไซต์ http://www.tantorathailand.com ที่จำหน่ายใบหูกวาง

ภาพที่ 2.13 เว็บไซต์ http://www.lovebettafish.com ที่จำหน่ายใบหูกวาง

2.3 การเลี้ยงกุ้งก้ามแดงแบบชีววิถี

2.3.1 ชีววิถีตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

ชีววิถี หมายถึง การดำเนินชีวิตในแบบหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง สามารถประยุกต์วัสดุวัตถุดิบที่มีอยู่ใกล้ตัวในท้องถิ่นนั้น ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยยึดประสิทธิภาพและคุณภาพตามมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ สามรถพัฒนาต่อยอดได้อย่างต่อเนื่อง แต่ต้องไม่ทำลายสภาพสภาวะแวดล้อม ธรรมชาติ สังคม และอื่น ๆ สามารถดำเนินกิจกรรมได้อย่างมั่นคง และยั่งยืนอย่างพอเพียง ตามพระราชดำรัสของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช พระราชทานเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม พ.ศ. 2540 ความว่า “สิ่งสำคัญคือเราพออยู่พอดิน อุ้มชูตัวเราได้ ให้มีความพอเพียงแก่ตนเอง

พึ่งพาตนเองได้ หมายความว่า ให้ดำรงชีวิตได้อย่างไม่เดือดร้อน มีความเป็นอยู่อย่างประมาณตน มีกินมีใช้ตามอัตภาพ แล้วที่เหลือจึงขายเป็นรายได้ต่อไป”

เศรษฐกิจพอเพียงเป็นปรัชญาที่พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดชทรงมีพระราชดำรัสชี้แนะแนวทางการดำเนินชีวิตแก่พสกนิกรชาวไทยมาตลอด 25 ปี ตั้งแต่ก่อนเกิดวิกฤติการณ์ทางเศรษฐกิจและเมื่อหลังได้ทรงเน้นย้ำแนวทางการแก้ไขเพื่อให้รอดพ้น สามารถดำรงอยู่ได้อย่างมั่นคงและยั่งยืน ภายใต้กระแสโลกาภิวัตน์และการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ในสังคมปัจจุบัน

ซึ่งแนวทางดำเนินวิถีชีวิตที่ได้ผล คือ การลดปัจจัยนำเข้าจากภายนอก ใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ให้คุ้มค่าเกิดประโยชน์สูงสุด พึ่งพาตนเอง ลดรายจ่าย เพิ่มรายได้ โดยการใช้ทฤษฎี 3 ห่วง 2 เงื่อนไข คือ องค์ประกอบหลัก 3 ประการของความหมายเศรษฐกิจพอเพียง ได้แก่ 1) ความพอประมาณ คือ ความพอดีที่ไม่น้อยเกินไปและไม่มากเกินไป โดยไม่เบียดเบียนตนเองและผู้อื่น เช่น การผลิตและบริโภคที่อยู่ในระดับพอประมาณ 2) ความมีเหตุผล คือ การตัดสินใจเกี่ยวกับระดับความพอเพียง จะต้องเป็นไปอย่างมีเหตุผล โดยพิจารณาจากเหตุปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนคำนึงถึงผลที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการกระทำนั้นๆอย่างรอบคอบ 3) การมีภูมิคุ้มกัน คือ การเตรียมตัวให้พร้อมรับผลกระทบและการเปลี่ยนแปลงด้านต่าง ๆ ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในอนาคตทั้งใกล้และไกล

ส่วน 2 เงื่อนไข คือ เงื่อนไขอันเป็นพื้นฐานในการคิดตัดสินใจทำกิจกรรมต่าง ๆ ให้อยู่ในระดับพอเพียงประกอบด้วย 2 เงื่อนไข ได้แก่ 1) คุณธรรม ประกอบด้วยมีความตระหนักในคุณธรรม มีความซื้อสัตย์สุจริต และมีความอดทน มีความเพียร ใช้สติปัญญาในการดำเนินชีวิต 2) ความรู้ ประกอบด้วยความรอบรู้เกี่ยวกับวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องอย่างรอบด้าน ความรอบคอบที่จะนำความรู้เหล่านั้นมาพิจารณาให้เชื่อมโยงกัน เพื่อประกอบการวางแผนและความระมัดระวังในขั้นปฏิบัติปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

สำหรับในสังคมไทยแล้วถือว่าเป็นแนวคิดที่ชวนผู้คนในสังคมกลับมามองดูตัวเอง รู้จักประเมินสถานการณ์ของตนว่าตอนนี้มีฐานะความเป็นอยู่ในระดับใด สภาพแวดล้อมที่เราอาศัยอยู่เป็นแบบไหน และเราควรต้องปฏิบัติตัวเช่นไร เพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสม นั่นคือหลักความพอเพียง (สุธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย และอภิชาติ ศรีสอาด, 2558)

2.3.2 ชีววิถีและเกษตรอินทรีย์กับกุ้งก้ามแดง

การทำเกษตรชีววิถีและเกษตรแบบอินทรีย์ จัดเป็นเกษตรกรรมทางเลือกที่เป็นแนวทางการเกษตรที่เน้นการให้ความอุดมสมบูรณ์กับผืนดินโดยวิธีธรรมชาติ หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีประเภทต่าง ๆ ทุกชนิดในการผลิต เพื่อความปลอดภัยในสุขภาพทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภค มุ่งใช้เศษซาก สิ่งเหลือจากพืชและสัตว์ในรูปอินทรียวัตถุ ใช้แร่ธาตุที่มีตามธรรมชาติในการบำรุงดิน ผสมผสานกับการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ที่หลากหลาย การป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยชีววิธีหรือใช้สิ่งมีชีวิตตามธรรมชาติช่วย

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ควบคุมและทำลายกันเอง ซึ่งหลักการและเงื่อนไขของเกษตรอินทรีย์นั้นหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีและสารเร่งการเจริญเติบโต ในการทำเกษตรอินทรีย์จะเพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดินด้วยการเติมอินทรียวัตถุและปุ๋ยอินทรีย์ การใช้วัตถุคลุมดิน การปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์แบบผสมผสาน การควบคุมป้องกัน กำจัดศัตรูพืชด้วยวิธีชีวภาพ รวมถึงการทำปศุสัตว์และการทำสัตว์น้ำอินทรีย์ จะเป็นการผลิตปศุสัตว์ สัตว์น้ำที่หลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีและฮอร์โมน จะส่งเสริมให้สัตว์มีสุขภาพดี เน้นการป้องกันโรคสัตว์ด้วยการจัดการฟาร์มที่ดีและเหมาะสมแทนการใช้ยารักษาโรค

กุ้งก้ามแดงเป็นกุ้งสามารถปรับตัวได้ดีในสภาวะแวดล้อมต่าง ๆ และมีความทนต่อสภาพแวดล้อมได้ดี จึงเป็นกุ้งที่สามารถเลี้ยงได้ในสภาพแวดล้อมทั่วไปได้ อีกทั้งกุ้งก้ามแดงกินอาการได้หลากหลาย โดยเฉพาะพืชน้ำในธรรมชาติ แต่ประเด็นสำคัญอย่างหนึ่งของกุ้งก้ามแดงคือ จะไวต่อสารเคมีมาก ถ้าได้รับสารเคมีจะตายทันที นั่นหมายถึงเป็นสัตว์น้ำที่เหมาะสมกับการเลี้ยงแบบอินทรีย์แบบชีววิถีเป็นอย่างมาก ซึ่งจะเป็นการลดต้นทุนให้เกษตรกรผู้เลี้ยงได้เป็นอย่างดี ซึ่งกุ้งก้ามแดงสามารถเลี้ยงร่วมกับกิจกรรมด้านเกษตรอื่นๆได้ เกื้อกูลกันในระบบนิเวศ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม

การเลี้ยงกุ้งก้ามแดงแบบชีววิถีไม่ได้มุ่งเน้นเลี้ยงกุ้งก้ามแดงเพียงอย่างเดียว แต่ต้องการให้ได้ผลผลิตหลากหลายมากกว่าที่จะได้กุ้งก้ามแดงเพียงอย่างเดียว เช่น คุณภาพชีวิต สังคม สิ่งแวดล้อม ธรรมชาติเกื้อกูลกันเอง โดยรูปแบบการเลี้ยงคือปล่อยให้กุ้ง หอย ปู ปลา สามารถอยู่ได้ และเจริญเติบโตแบบธรรมชาติ เพื่อให้ระบบนิเวศวิทยาสมดุล ทุกๆชีวิตช่วยเหลือเกื้อกูลกันเอง

องค์ประกอบสำคัญในนาหรือบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามแดงแบบชีววิถี มีดังนี้ 1) พืช จะต้องเป็นพืชที่คนกินได้ ขายได้ และเป็นอาหารให้สัตว์ที่เลี้ยงได้ในธรรมชาติ เช่น ข้าว ผักบุ้ง ผักกระเฉด จอกแหน สาหร่าย เตย เป็นต้น หรือพืชที่มีอยู่ในท้องถิ่นนั้น ๆ ในแต่ละภูมิภาค 2) ปลากินพืชที่ไม่กินกุ้งเป็นอาหาร สามารถเลี้ยงร่วมกันกับกุ้งได้ เช่น ปลานิล ปลาทับทิม ปลาสลิด ปลากระดี่ และปลาหางนกยูง เป็นต้น 3) ในนาหรือบ่อเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ต้องมีกุ้งไม่น้อยกว่า 2 ชนิด โดยเฉพาะกุ้งที่มีอยู่ในท้องถิ่นนั้น ๆ เช่น กุ้งฝอย ก้ามกราม เป็นต้น 4) หอยขม หอยโข่ง เพราะหอยจะช่วยกินเศษซากพืช ซากสัตว์ ขี้กุ้ง ขี้ปลา เป็นตัวช่วยรักษาความสะอาดของน้ำในบ่อเลี้ยง และเป็นตัวชี้วัดคุณภาพน้ำในนาหรือบ่อเลี้ยงที่ดี หากน้ำเสียหรือมีสิ่งตกค้างที่ก้นบ่อปริมาณมาก หอยจะลอยขึ้นมาเกาะที่ขอบบ่อด้านบน (ผิวน้ำ) ในช่วงเช้าและกลางวัน ซึ่งสังเกตจากปฏิกิริยาของหอยได้ 5) หลีกเลี่ยงการใช้อาหารสำเร็จรูปทุก ๆ ชนิด ทุกรูปแบบ ในการเลี้ยงกุ้งโดยเด็ดขาด ยกเว้นอาหารอินทรีย์ที่สามารถประกอบขึ้นเองจากวัตถุดิบใกล้ตัวที่มีอยู่ในท้องถิ่นนั้น ๆ และทุกขั้นตอนต้องสามารถตรวจสอบย้อยกลับได้เสมอ 6) หลีกเลี่ยงการใช้ยารักษาโรค หรือสารเร่งการเจริญเติบโต ยาต้านจุลชีพ ยาปฏิชีวนะและสารเคมีอื่น ๆ ทุกชนิดในนาหรือบ่อเลี้ยงทั้งทางตรงและทางอ้อม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ทั้งนี้ ปัจจุบันได้มีการรวมกลุ่มของเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้งก้ามแดงจากหลายภูมิภาค ในนามของสมาคมการค้ากุ้งก้ามแดง และมีข้อกำหนดในการเลี้ยงกุ้งก้ามแดงแบบชีววิถี เพื่อสร้างมาตรฐานและตลาดกุ้งเนื้อในอนาคตร่วมกัน โดยการเริ่มต้นเลี้ยงกุ้งชีววิถีในรูปแบบที่สมาคมกำหนด จะจัดการอบรมพื้นฐานการเลี้ยงกุ้งสำหรับผู้ที่ต้องการความรู้ และการสร้างมาตรฐานการเลี้ยงจะมีประโยชน์ในการทำตลาดกุ้งเนื้อ ซึ่งตลาดกุ้งก้ามแดงแบบชีววิถีส่วนใหญ่เป็นตลาดสินค้าสำหรับผู้รักสุขภาพ เพราะกุ้งที่เลี้ยงในแบบชีววิถี จะปลอดจากการปนเปื้อนสารเคมี และสารไม่พึงประสงค์ต่างๆที่ผู้คนกลุ่มนี้หลีกเลี่ยง ซึ่งในอนาคตอันใกล้นี้ความต้องการบริโภคจะเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งประเทศไทยสามารถผลิตส่งขายได้ตลอดทั้งปี จึงเป็นข้อได้เปรียบมากกว่าหลาย ๆ ประเทศ

จะเห็นได้ว่าเกษตรชีววิถี เกษตรอินทรีย์ มีความเชื่อมโยงกันและจะเป็นแนวทางร่วมที่สำคัญสำหรับผู้ที่จะเลี้ยงกุ้งก้ามแดงแบบต้นทุนต่ำ มีรายได้หลายทางจากการปลูกพืชและสัตว์น้ำ สอดคล้องกับการทำเกษตรแบบพอเพียง เพื่อมีผลผลิตที่ปลอดภัยไว้รับประทานเอง เหลือแล้วขายสร้างรายได้ ซึ่งปัจจุบันมีเกษตรกรหลายรายที่เป็นต้นแบบในการเลี้ยงกุ้งก้ามแดงแบบชีววิถี และประสบความสำเร็จสร้างรายได้อย่างงาม (ประทีป มายิ้ม, 2557)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศิริภาวี ศรีเจริญ และคณะ (2544) ทำการศึกษาการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (Wolffia Arrhiza) สำหรับการลดต้นทุนค่าอาหารปลาอัตราการเสริมไข่น้ำในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปเสริมด้วยไข่น้ำ ในอัตราส่วน 0, 15, 30 และ 45 ตามลำดับ พบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไข่น้ำในอัตราส่วน 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิลหรือลากินพืชชนิดอื่นๆเป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นสูตรอาหารที่สามารถลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้อย่างแตกต่างจากการเลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นทางเลือกใหม่อีกทางหนึ่งสำหรับผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเฉพาะปลากินพืชเป็นหลัก ที่สามารถนำไข่น้ำมาทดแทนอาหารสำเร็จรูปได้เป็นอย่างดี

จิราพร โรจน์ทินกร และอัญชลี ธำมรงค์คงสถิต (2549) ศึกษาการแช่รักษาโรคแอโรโมแนสในสัตว์น้ำโดยใช้สารสกัดเปลือกทับทิมและใบหูกวาง พบว่าสารสกัดใบหูกวางด้วยเอธานอล 50% ต้ม มีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อ Aeromonas Hydrophila มากที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดใบหูกวางด้วยเอธานอล 50% และสารสกัดเปลือกทับทิมด้วยเอธานอล 50% ต้ม ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรในการป้องกันและรักษาโรคแอโรโมแนสในปลานิล น้ำหนักเฉลี่ย 0.1-0.3 กรัม และกุ้ง

ก้ามกรามน้ำหนักเฉลี่ย 4-6 กรัม พบว่าสามารถใช้สารสกัดเปลือกทับทิมและใบหูกวางเพื่อป้องกันและรักษา โดยการแช่ระยะเวลายาวหรือสั้น หรือการจุ่ม ที่ความเข้มข้นที่เหมาะสม

กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง และสุขุม เร้าใจ (2552) ศึกษาการทดลองเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (Wolffia Arrhiza (L.) Wimm และการนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง พบว่าได้ผลผลิตไข่น้ำเฉลี่ยประมาณ 2.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร ปริมาณเบต้า-แคโรทีนในไข่น้ำที่มีอายุการเลี้ยง 24 วัน มีค่าเฉลี่ยประมาณ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และจากการศึกษาการเลี้ยงไข่น้ำแบบแบ่งชั้นเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่ให้มากขึ้น โดยการเลี้ยงในถังทดลองเรียงตามสูงสามชั้น แต่ละชั้นได้รับแสงต่างกัน ในการเลี้ยงเป็นเวลา 28 วัน พบว่า ได้ผลผลิตทั้งหมดประมาณ 4.6 กิโลกรัมน้ำหนักเปียก นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาเพื่อนำไข่น้ำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง โดยเลี้ยงลูกปลาทองด้วยอาหารผสมไข่น้ำอบแห้งที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ตามลำดับ พบว่า ลูกปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ให้ระดับความเข้มสีของลำตัวเฉลี่ยสูงสุดที่ระดับ 30 ซึ่งแตกต่างจากการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น ขณะที่การเลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตร ไม่มีผลให้ความแตกต่างในการเจริญเติบโตและอัตรารอดของลูกปลาทอง

บุญรัตน์ ประทุมชาติ (2553) ศึกษาผลของการใช้แป้งมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในสูตรอาหารกุ้ง ต่อการเจริญเติบโต ความแปรปรวนของขนาด อัตราการแลกเนื้อ ความถี่ในการลอกคราบ อัตราการรอด และดัชนีตับของกุ้งขาววัยรุ่น (Lipopenaeus Vannamei) พบว่า % ความยาวที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะด้านความยาวของทุกชุดการทดลอง และชุดควบคุมไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ส่วนกุ้งกลุ่มที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีแป้งมันสำปะหลังในสูตรระดับ 2.5%, 5.0% และชุดควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของน้ำหนัก การเจริญเติบโตต่อวัน และ % น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยกุ้งทั้ง 3 กลุ่มข้างต้น มีค่าพารามิเตอร์ดังกล่าวสูงกว่ากุ้งกลุ่มที่ได้อาหารสูตรที่ใช้แป้งมันสำปะหลัง 7.5% ในสูตร ($p<0.05$) ค่า % ความแปรปรวนของ ขนาดทั้งความยาวและน้ำหนัก อัตราการรอด และความถี่ในการลอกคราบ อัตราการแลกเนื้อ รวมทั้งค่าดัชนีตับของกุ้งทุกกลุ่มไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) อีกทั้งยังสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ 0.48 บาท/กิโลกรัม โดยการผลิตอาหารกุ้งมีกำลังการผลิตวันละ 100 ตัน/วัน จะสามารถลดต้นทุนการผลิตอาหารกุ้งได้ 48,000 บาท/วัน

ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ และคณะ (2553) ศึกษาชีววิทยาของกุ้งเครย์ฟิชน้ำจืดที่นำเข้ามาในประเทศไทย พบว่ากุ้งเครฟิชน้ำจืด (Freshwater Crayfish) 2 ชนิดคือ Red Lobster: (Procambarus Acutus) and Redclaw Crayfish : (Cherax Quadricarinatus) เป็นสัตว์น้ำอีกกลุ่มหนึ่งที่มีผู้นำเข้ามาในประเทศไทยเพื่อเป็นสัตว์น้ำสวยงามและเพาะเลี้ยงเพื่อการบริโภค อาจพัฒนาเป็นการเพาะเลี้ยงเพื่อเลี้ยงเป็นอุตสาหกรรมจากการศึกษา พบว่ากุ้งเครย์ฟิชน้ำจืดทั้งสองชนิดสามารถมีชีวิตรอดและเจริญเติบโตได้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ในภูมิอากาศของประเทศไทย การศึกษาเน้นทางด้านชีววิทยาพบว่านิสัยและพฤติกรรมของกุ้ง Red Lobster ชอบอยู่ในน้ำขุ่นพื้นเป็นดินเหนียวและขุดรูฝังตัวบริเวณชายน้ำ ในขณะที่กุ้ง Red Claw Crayfish ชอบอยู่ในน้ำใส พื้นมีก้อนหินและมีที่หลบซ่อน กุ้งเครฟิชทั้งสองชนิดชอบกินพืชน้ำและซากพืชสัตว์เน่าเปื่อย และสามารถใช้อาหารเม็ดเลี้ยงกุ้งสำเร็จรูปเลี้ยงให้เจริญเติบโตได้ แม่กุ้ง Red Claw Crayfish น้ำหนัก 60 กรัม สามารถออกไข่ได้ประมาณ 500 ฟอง อัตราการฟัก 80 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 35 วัน อัตราส่วนน้ำหนักเนื้อที่กินได้ต่อน้ำหนักตัว (±SD) ของ Red Lobster and Red Claw Crayfish มีค่า 15±4.5 เปอร์เซ็นต์ และ 28.5±2.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

วรรณชัย พรหมเกิด (2553) ศึกษาการใช้สาคูสดร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหารเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ (Oreochromis Niloticus Linn) ขนาดกลาง พบว่าน้ำหนักเฉลี่ยของปลาลดลงตามระดับสาคูที่เพิ่มสูงขึ้น โดยปลากลุ่มที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป 50% ต่อสาคู 50% ปลามีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากปลาที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป 100% และเมื่อเพิ่มระดับสาคูในสัดส่วนสูงขึ้นทำให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว และค่าประสิทธิภาพการใช้อาหาร (ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ)ลดลง เมื่อพิจารณาจากค่าน้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และการใช้ประโยชน์จากโปรตีนสุทธิ สรุปได้ว่าอาหารที่มีระดับสาคู 50% ต่ออาหารสำเร็จรูป 50% เป็นระดับที่ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากปลาที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป 100%

หับเส๊าะ หมัดเหม และคณะ (2553) ศึกษาการใช้สาหร่ายผมนาง (Gracilaria Fsheri) เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตและสารเหนียวในอาหารกุ้งก้ามกราม (Macrobrachium Rosenbergii) ซึ่งพบว่าสามารถใช้สาหร่ายผมนางเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตและสารเหนียวในอาหารกุ้งก้ามกรามได้ 0 – 15 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตรารอด รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งก้ามกราม

วีรเทพ ศรีปราชญ์ และคณะ (2554) ศึกษาการการใช้สาหร่ายผมนาง (Gracilaria Fisheri) เป็นวัตถุดิบ ในอาหารกุ้งกุลาดำ พบว่าการใช้สาหร่ายผมนางเป็นวัตถุดิบในอาหารกุ้งกุลาดำที่ระดับสาหร่ายผมนาง (Gracilaria Fisheri*)* ต่างกัน 6 ระดับ คือ ร้อยละ 0, 1.00, 2.00, 3.00, 4.00 และ 5.00 (สูตรที่ 1-6 ตามลำดับ) วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ประกอบด้วย 6 ทรีตเมนต์ จำนวน 5 ซ้ำ เลี้ยงกุ้งกุลาดำ 5 ตัว/ตะกร้า ทั้งหมด 30 ตะกร้า ทดลองเลี้ยงเป็นระยะเวลา 60 วัน ผลการศึกษา พบว่า กุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองที่มีสาหร่ายผมนางเป็นวัตถุดิบมีการเจริญเติบโตดีกว่าชุดควบคุม และพบว่าอาหารทดลองที่มีสาหร่ายผมนางอัตราส่วนร้อยละ 3.00 ให้ผลการเจริญเติบโตดีที่สุดในทุกด้าน (P0.05) ระหว่างการเลี้ยงด้วยอาหารทดลองแต่ละสูตรสรุปได้ว่า สาหร่ายผมนาง สามารถนำมาใช้เป็น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพระสุมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วัตถุดิบในอาหารกุ้งกุลาดำเพื่อเพิ่มสมรรถภาพการผลิตและประสิทธิภาพอาหารกุ้งกุลาดำได้ โดยมีระดับสาหร่ายผมนางที่เหมาะสมอยู่ที่อัตราส่วนร้อยละ 3.00

วัฒนา วัฒนกุล และคณะ (2554) การใช้น้ำนึ่งปลาและกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารกุ้งขาวแวนนาไมทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 50 เปอร์เซ็นต์ และมีการเสริมกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมัน 5 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร มีต้นทุนการผลิตกุ้งขาวแวนนาไมต่ำที่สุด โดยทำให้ราคาอาหารต่อกิโลกรัมลดลงประมาณ 24.26 บาท คิดเป็น 35.50 เปอร์เซ็นต์

อนุรักษ์ เขียวขจรเขต และคณะ (2555) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากแหนแดงอบแห้งในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ (Oreochromis Niloticus Linn) พบว่าการใช้แหนแดงในอาหารมีผลต่อน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม การเจริญเติบโตจำเพาะ ($P<0.05$) ยกเว้นเมื่อใช้ในระดับที่ 16 และ 26% อย่างไรก็ตาม ปริมาณอาหารที่กินและอัตราการรอดชีวิต ไม่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลอง ($P>0.05$) ด้านต้นทุนค่าอาหารต่อน้ำหนักเพิ่ม 1 กก. ของปลา เมื่อใช้แหนแดง 16, 26 และ 40% ในอาหาร ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม ด้วยเหตุนี้ แหนแดงจึงสามารถเป็นอาหารที่ต้นทุนต่ำ มีคุณค่าทางอาหารสูงพอสำหรับปลาสามารถใช้ในอาหารปลานิลแปลงเพศได้ถึง 26%

กฤษฎิ์พนธ์ พรรณรัตนชัย (2556) ศึกษาการพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ พบว่าในทางการประมงมีการนำไข่น้ำมาใช้เลี้ยงสัตว์น้ำ เช่น ปลาหมอข้างลาย ปลาตะเพียน ปลาแรด ปลานิล หรือใช้เป็นอาหารสัตว์บก เช่น สุกร เป็ด ไก่ อีกทั้งยังมีการนำเอาไข่น้ำมาผลิตเป็นปุ๋ยพืชสด (Green Manure) ไข่ผำรวมทั้งพืชน้ำในวงศ์ Lemnaceca ที่เพาะเลี้ยงในพื้นที่ประมาณ 1 เฮกแตร์ (100 x 100 ตารางเมตร) จะมีปริมาณของไข่น้ำมากเพียงพอสำหรับเป็นแหล่งโปรตีนของเป็ดมากกว่า 480 ตัวในช่วงฤดูร้อน นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าไข่ผำและพืชในวงศ์นี้ยังมีประโยชน์ต่อสัตว์น้ำทางอ้อม โดยการดูดซับสารประกอบประเภทแอมโมเนียซึ่งเป็นอันตรายสำหรับสัตว์น้ำได้

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และสุรัตน์ดา จินดาเพ็ชร (2556) ศึกษาผลของการใช้แหนแดงทดแทนอาหารกุ้งสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งเครฟิช (Procambanus sp.) เพื่อศึกษาการเติบโต อัตรารอด จำนวนเม็ดสี และคุณภาพน้ำ โดยวิเคราะห์โปรตีนในอาหารกุ้งสำเร็จรูป และแหนแดงที่ใช้มูลปลานิลเป็นธาตุอาหาร พบว่าแหนแดงสามารถใช้ทดแทนอาหารกุ้งสำเร็จรูปได้ โดยใช้แหนแดงสลับกับอาหารกุ้งสำเร็จรูปในการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช จะทำให้น้ำหนักและจำนวนเม็ดสีของกุ้งเครย์ฟิช เพิ่มมากกว่าการใช้อาหารกุ้งสำเร็จรูป หรือแหนแดงเพียงอย่างเดียว โดยคุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงอยู่ในระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช

ทรงทรัพย์ และคณะ (2560) ศึกษาระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดของกุ้งก้ามแดง โดยทดลอง ในกุ้งก้ามแดงน้ำหนักเริ่มต้น 1.24+0.26 กรัมต่อตัว ใช้อาหารระดับโปรตีนแตกต่างกัน 4 ระดับคือที่ระดับ 25, 30, 35 และ 40% ที่ระดับพลังงาน 2,789.28,

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

2,996.38, 3,083.16 และ 3,208.19 kcal/kg เป็นเวลา 60 วัน พบว่าน้ำหนักเมื่อสิ้นสุดการ ทดลองน้ำหนักสุดท้ายของกลุ่มที่ให้อาหารทดลองโปรตีน 35 และ 40% มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารโปรตีน 25 และ 30% อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P 0.05) ดังนั้นจากผลการศึกษาควรใช้อาหารระดับโปรตีนร้อย 35 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมในการ อนุบาลลูกกุ้งก้ามแดงวัยอ่อน โดยส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด ซึ่งมีต้นทุนการผลิตประมาณ 27.18 บาทต่อกิโลกรัม

Ogino (1980) ศึกษาความต้องการกรดอะมิโนที่จำเป็น (EAA) สำหรับปลาคาร์พ และเรนโบว์เทราท์ พบว่า เมื่อปลาถูกเลี้ยงในอาหารที่มีโปรตีนสูง ไม่มีความแตกต่างกันชัดเจนสำหรับความต้องการ EAA ในอาหารระหว่างปลาคาร์พและเรนโบว์เทราท์ องค์ประกอบโปรตีนที่จำเป็นในการตอบสนองความต้องการของปลาคาร์พและเรนโบว์เทราท์ เท่ากับ ลิวซีน 4.1, 4.4 ไอโซลิวซีน 2.3, 2.4 วาลีน 2.9, 3.1 เมทาโอนีน 3.3, 3.4 ฟีนิลลาลานีน 2.9, 3.1 ไทรอซิน 2.0, 2.1 ทริปโตเฟน 1.6, 1.8 ซีสตีน 0.8, 0.9 โพรไบโอ 0.6, 0.5 อาร์จินีน 3.8, 3.5 ฮิสติดีน 1.4, 1.6 และไลซีน 5.3% ตามลำดับ การเสริมโปรตีนในอาหารปลาปลาคาร์พและปลาเทราท์ในระดับที่สูง จะทำให้ความสามารถในการย่อยอาหารและอัตราการเจริญเติบโตลดลง

Leng et al. (1995) ศึกษาศักยภาพทรัพยากรอาหารที่มีโปรตีนสูงสำหรับสัตว์เลี้ยงและปลา พบว่า การผสมแหนเป็ดในอาหารสัตว์ ทำให้สัตว์เลี้ยง ปลาคาร์ฟและปลานิล เจริญเติบโตได้ดีใกล้เคียงกับการใช้กากถั่วเหลืองผสมในอาหารสัตว์ ในสัตว์ปีกสามารถใช้แหนเป็ดแทนผักและโปรตีนในเมล็ดธัญพืช ส่วนสุกรก็สามารถใช้แหนเป็ดเป็นแหล่งโปรตีน และพลังงานได้เช่นเดียวกัน

Fujita and Kodera (1998) ศึกษาประโยชน์จากไข่น้ำ พบว่าไข่น้ำเป็นพืชที่มีโปรตีนคุณภาพดีและคุณค่าทางอาหารสูง มีประโยชน์ในแง่เป็นอาหารของมนุษย์สำหรับผู้ที่นมวัว สามารถนำไข่น้ำมาประกอบอาหารรับประทาน และยังเป็นแหล่งโปรตีนชั้นดีสำหรับสัตว์ เช่น ปลานิล ปลาแรด และสัตว์บก เช่น หมู เป็ด เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น การผลิตแอลกอฮอล์และพลาสติก เป็นต้น

Chris (2004) ศึกษาสารประกอบและแร่ธาตุในใบหูกวางแห้งสำหรับการเพาะเลี้ยงปลากัด พบว่าเมื่อนำใบหูกวางแห้งมาแช่น้ำสำหรับเลี้ยงปลากัดจะให้น้ำเป็นสีน้ำตาลเข้ม ซึ่งสีที่ปล่อยออกมานี้เต็มไปด้วยกรดอินทรีย์ (Organic Acids) ที่ประกอบด้วยสารต่างๆที่มีแร่ธาตุหลายชนิดเป็นองค์ประกอบได้แก่ ซัลเฟอร์ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม คอปเปอร์ สังกะสี แคลเซียม ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย และช่วยลดความเครียดของปลาได้

Fiogbe et.al. (2004) ศึกษาการใช้แหนแดงเป็นส่วนประกอบหลักในอาหารสำหรับปลานิล ทำการทดลองเลี้ยงปลาในระบบน้ำหมุนเวียนและอาหารได้รับอาหารแตกต่างกัน 6 สูตร โดยการผสมแหนแดงแห้งในอาหารสัตว์ ในปริมาณ 0, 15, 20, 30, 40 และ45% พบว่าสามารถใช้แหนแดงผสมใน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

อาหารปลานิลได้ 15% ถ้าใช้มากกว่านี้ทำให้การเจริญเติบโตลดลง ถึงแม้ราคาอาหารจะถูกลง ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อระดับแหนแดงในอาหารเพิ่มขึ้น จะมีผลต่อการย่อยอาหารของปลา

Sithara and Kamalaveni (2008) ศึกษาสูตรอาหารที่มีต้นทุนต่ำโดยใช้แหนแดงเป็นอาหารเสริมโปรตีนในการเลี้ยงปลานิล เป็นเวลา 90 วัน พบว่าชุดทดลองที่มีการเสริมแหนแดงในอาหาร มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญมากกว่าชุดควบคุม ดังนั้นแหนแดงถือได้ว่าอาหารต้นทุนต่ำ ช่วยลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพอาหารสำหรับปลานิลได้ทุกสายพันธุ์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus) ได้ดำเนินการวิจัยตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ขนาดความยาวเฉลี่ย 1 นิ้ว จำนวน 120 ตัว จากอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม ที่ควบคุมตัวแปรทั้งหมด ดังนี้

3.1.1 ตัวแปรอิสระ คือ ชุดการทดลอง 4 ชุด ได้แก่ ชุดทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ชุดทดลองที่ 2 ชุดทดลองที่ 3 และชุดทดลองที่ 4

3.1.2 ตัวแปรตาม คือ การเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus)

3.1.3 ตัวแปรควบคุม คือ สภาพต่าง ๆ ในการทดลอง ได้แก่ น้ำ อุณหภูมิ ภาชนะที่ใช้เลี้ยง และจำนวนที่หลบซ่อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 กะละมังพลาสติกขนาด 59x46x19 เซนติเมตร จำนวน 12 ใบ

3.2.2 หัวทรายโปร่งและสายอากาศ จำนวน 12 หัว

3.2.3 ปั๊มออกซิเจน 3 ตัว

3.2.4 สวิงตักกุ้ง 1 อัน

3.2.5 ไม้บรรทัด

3.2.6 เวอร์เนียร์คาลิปเปอร์

3.2.7 ตู้อบลมร้อน (Hot air Oven)

3.2.8 เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง

3.3 ขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัย

ผู้วิจัยแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานเป็น 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมการทดลอง

1. การเตรียมกุ้งก้ามแดง ขนาดความยาวเฉลี่ย 1 นิ้ว จากฟาร์มอำเภอโกสุมพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 120 ตัว มาทำการเลี้ยงปรับสภาพในกะละมังพลาสติกขนาด 86 x 117 x 29 เซนติเมตร เติมน้ำระดับ 20 เซนติเมตร จากนั้นคลุมด้วยสแลนสีดำเพื่อลดแสง ลดสิ่งรบกวนจากภายนอก และป้องกันกุ้งกระโดดออกนอกกะละมัง และให้อากาศอย่างต่อเนื่องผ่านหัวทรายโปร่ง และให้อาหารสำเร็จรูปวันละ 2 ครั้ง ในเวลา 09.00 และ 18.00 นาฬิกา เป็นเวลา 3 วัน ทำการดูดตะกอนทุกวันก่อนให้อาหารกุ้งในมื้อของวันถัดไป

2. การเตรียมน้ำสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง ทำการเจือจางเกลือแกง จำนวน 1 กิโลกรัม ในน้ำปริมาตร 100 ลิตร ได้น้ำที่มีระดับความเค็ม 10 ppt ทำการเจือจางน้ำให้ได้ระดับความเค็มที่ 2.5 ppt ลงในโอ่งน้ำ 100 ลิตร

3. การเตรียมอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง โดยรวบรวมวัตถุดิบจากบริเวณอำเภอเมืองและอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม นำไปตากแห้งเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบผสมในอาหารเม็ดสำเร็จรูป โดยต้มผสมกับรำข้าว ตักใส่แม่พิมพ์กดออกมาเป็นก้อนขนาดเล็ก และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C เป็นเวลา 1 วัน เก็บใส่ขวดโหลสำหรับไว้ใช้เป็นอาหารกุ้งก้ามแดง

สูตรที่ 1 ใช้อัตราส่วนแหนเป็ดเล็กแห้ง 500 กรัม ต่อรำข้าว 500 กรัม และน้ำ 1 ลิตร

สูตรที่ 2 ใช้อัตราส่วนไข่น้ำแห้ง 500 กรัม ต่อรำข้าว 500 กรัม และน้ำ 1 ลิตร

สูตรที่ 3 ใช้อัตราส่วนใบหูกวางแห้ง 500 กรัม ต่อรำข้าว 500 กรัม และน้ำ 1 ลิตร

4. การวางแผนการทดลอง ซึ่งการทดลองครั้งนี้ ใช้การวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ประกอบด้วยชุดการทดลองดังนี้

ชุดทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูป จำนวน 3 กะละมัง

ชุดทดลองที่ 2 ให้รำข้าวผสมกับแหนเป็ดเล็ก จำนวน 3 กะละมัง

ชุดทดลองที่ 3 ให้รำข้าวผสมกับไข่น้ำ จำนวน 3 กะละมัง

ชุดทดลองที่ 4 ให้รำข้าวผสมกับใบหูกวางแห้ง จำนวน 3 กะละมัง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ขั้นตอนที่ 2 การศึกษาผลของอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นทั้ง3 สูตร

ดำเนินการทดลองตามแผนการทดลอง โดยมีวิธีดำเนินงานดังนี้

1. นำกุ้งก้ามแดงขนาดความยาวเฉลี่ย 1 นิ้ว ที่ผ่านการปรับสภาพมาแล้ว มาชั่งน้ำหนักและวัดความยาวของกุ้งทุกตัวในแต่ละซ้ำของทุกชุดการทดลอง ลงเลี้ยงในกะละมังขนาด 59x46x19 เซนติเมตร กะละมังละ 10 ตัว

2. ใส่น้ำในกะละมังให้มีระดับความสูงจากพื้นภาชนะ 10 เซนติเมตร ให้ออกซิเจนด้วยหัวทรายโปร่ง คลุมบ่อด้วยสแลนสีดำเพื่อลดแสงลดสิ่งรบกวนจากภายนอก และป้องกันกุ้งปีนออกนอกบ่อ

3. ให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่ใช้ทดสอบวันละ 2 ครั้ง ในเวลา 09.00 น. และ 18.00 น. อัตรา 5% ของน้ำหนักตัว ในการเลี้ยงกุ้งก้ามแดงเป็นเวลา 4 เดือน

4. ทำการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 50% ทุกๆ 2 สัปดาห์ พร้อมกับทำการวัดขนาดตัว และชั่งน้ำหนักกุ้งทุกชุดการทดลอง

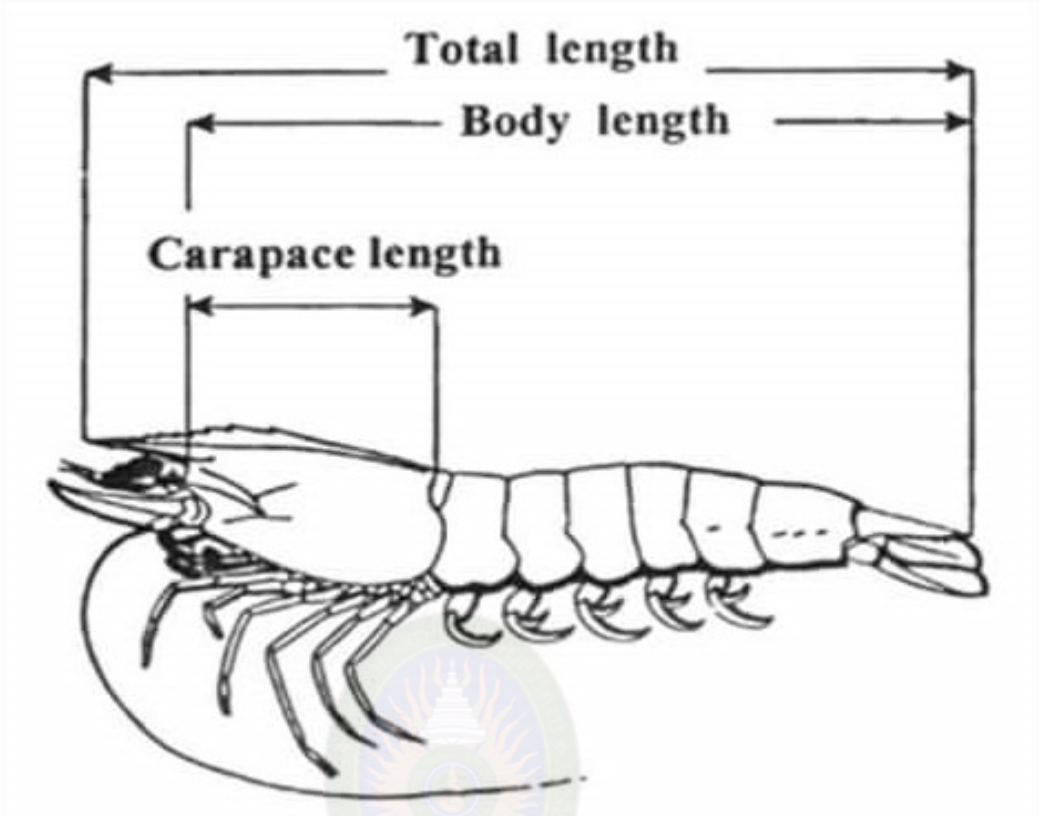
5. เก็บผลการทดลอง โดยการวัดการเจริญเติบโตของกุ้งโดยสุ่มวัด 5 ตัวในแต่ละซ้ำของทุกชุดการทดลอง ทุก 2 สัปดาห์ คือ น้ำหนักตัว (Body Weight) ความยาวทั้งหมด (Total Length) ความยาวลำตัว (Body Length) และความยาวของหัว (Carapace Length)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวอย่างตารางบันทึกผลการวัดขนาดของกุ้งก้ามแดง

ตัวที่	อาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม)				ชุดทดลองที่ 1			
	ความยาวทั้งหมด	ความยาวลำตัว	ความยาวของหัว	น้ำหนักตัว	ความยาวทั้งหมด	ความยาวลำตัว	ความยาวของหัว	น้ำหนักตัว
1								
2								
3								
4								
5								
ผลรวมเฉลี่ย								
ตัวที่	ชุดทดลองที่ 2				ชุดทดลองที่ 3			
	ความยาวทั้งหมด	ความยาวลำตัว	ความยาวของหัว	น้ำหนักตัว	ความยาวทั้งหมด	ความยาวลำตัว	ความยาวของหัว	น้ำหนักตัว
1								
2								
3								
4								
5								
ผลรวมเฉลี่ย								

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 3.1 การวัดขนาดของกุ้ง

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพอาหาร

วิเคราะห์โปรตีนส่วนผสมของอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีส่วนผสมจากวัตถุดิบธรรมชาติ ตามวิธีการของ Kjeldahl Method เป็นการวิเคราะห์โปรตีนในอาหาร โดยการวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในตัวอย่าง ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักคือ 1) การย่อยตัวอย่าง (Digestion) ด้วยกรดซัลฟูริกเข้มข้น ไนโตรเจนในตัวอย่างจะเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียมซัลเฟต $(NH_4)_2SO_4$ ภายใต้สภาวะอุณหภูมิสูงโดยมีสารเร่งปฏิกิริยา เช่น $CuSO_4$, Se, $HgSO_4$, HgO หรือ $FeSO_4$ 2) การกลั่นแอมโมเนีย (Distillation) โดยใช้ โซเดียมไฮดรอกไซด์ มาทำปฏิกิริยากับเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ได้จากการย่อยตัวอย่างแล้ว จะได้ก๊าซแอมโมเนีย ซึ่งจับก๊าซนี้ได้ด้วยสารละลายบอริค 3) การไตเตรตเพื่อหาปริมาณไนโตรเจน (Titration) เป็นการนำสารละลายกรดบอริค ซึ่งจับก๊าซแอมโมเนียไว้ มาไตเตรตกับสารละลายมาตรฐานกรดเกลือ (Hydrochloric Acid; HCl) 4) การคำนวณ นำปริมาณสารละลายมาตรฐานกรดเกลือ ที่ใช้ในการไตเตรต ไปคำนวณ หาปริมาณไนโตรเจน แล้วคูณกับ Kjeldahl Factor ซึ่งค่าเฉลี่ยของไนโตรเจนในโปรตีนอยู่ที่ร้อยละ 16 ได้เป็นค่าโปรตีนหยาบ (Crude Protein; CP)

3.4.2 การวิเคราะห์คุณภาพของกุ้งก้ามแดง

จะวิเคราะห์จากรูปร่างปกติและมีอวัยวะครบ (ยกเว้นหนวดกุ้ง) มีสีตามธรรมชาติของกุ้ง ส่วนหัวติดแน่นกับส่วนลำตัว เปลือกแข็ง เป็นเงามันตามธรรมชาติ เนื้อติดแน่นกับเปลือก เนื้อแน่นค่อนข้างใสและไม่ขุ่นขาว ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 7019-2556

3.4.3 อัตราการเจริญเติบโต (Growth rate)

การวัดความยาวสำหรับกุ้งสามารถวัดได้หลายค่า ได้แก่ Postorbital-Carapace Length วัดจากส่วน Posterior Middorsal ถึง Posteriormost Part of the Orbit, Total Carapace Length and Total Length ซึ่งเป็นการวัดจากส่วนปลายกรี (Rostrum) ถึงปลายหางส่วน Telson การวัดความยาวกุ้งแสดงดังภาพที่ 3.1

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.1 อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Arerage Daily Gain) กรัม/วัน (ปรีดา ภูมี, 2555)

$$ADG = \frac{w2 - w1}{t} \qquad (3\text{-}1)$$

โดยที่ W1 แทน น้ำหนักเฉลี่ย เมื่อเริ่มต้นการทดลอง (กรัม)
W2 แทน น้ำหนักเฉลี่ย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)
t แทน ระยะเวลาทดลอง (วัน)

3.5.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific Growth Rate) เปอร์เซ็นต์/วัน (ปรีดา ภูมี, 2555)

$$\%\,SGR = \frac{[\ln w2 - \ln w1]}{t} x100 \qquad (3\text{-}2)$$

โดยที่ W1 แทน น้ำหนักเฉลี่ย เมื่อเริ่มต้นการทดลอง (กรัม)
W2 แทน น้ำหนักเฉลี่ย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)
t แทน ระยะเวลาทดลอง (วัน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.5.3 น้ำหนักเฉลี่ย (Mean Weights) หาได้จากน้ำหนักรวมทั้งหมด (Total Weight) ซึ่งได้มาจากการชั่งน้ำหนักของกุ้งที่สุ่มได้ทั้งหมด เมื่อนำจำนวนกุ้งทั้งหมดมาหาร จะได้น้ำหนักเฉลี่ย (ชลี ไพบูลย์กิจกุล, 2548)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i:1}^{n} xi}{n} \qquad (3\text{-}3)$$

โดยที่ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของน้ำหนัก

$\sum_{i:1}^{n} xi$ แทน ผลรวมของน้ำหนัก

n แทน จำนวนกุ้งทั้งหมด

3.5.4 ความยาวเฉลี่ย (Mean Length) หาได้จากความยาวรวมทั้งหมด (Total Length) ซึ่งได้มาจากการวัดความยาวของกุ้งที่สุ่มได้ทั้งหมด เมื่อนำจำนวนกุ้งทั้งหมดมาหาร จะได้ความยาวเฉลี่ย (ชลี ไพบูลย์กิจกุล, 2548)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i:1}^{n} xi}{n} \qquad (3\text{-}4)$$

โดยที่ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ยของความยาว

$\sum_{i:1}^{n} xi$ แทน ผลรวมของความยาว

n แทน จำนวนกุ้งทั้งหมด

3.5.5 น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น (Weight Gain) จากวันที่ 0 ถึง วันที่ 120 (ชลี ไพบูลย์กิจกุล, 2548)

$$WG = w2 - w1 \qquad (3\text{-}5)$$

โดยที่ W1 แทน น้ำหนักเฉลี่ย เมื่อเริ่มต้นการทดลอง (กรัม)

W2 แทน น้ำหนักเฉลี่ย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)

3.5.6 ความยาวตัวเพิ่มขึ้น (Length Gain) จากวันที่ 0 ถึง วันที่ 120 (ชลี ไพบูลย์กิจกุล, 2548)

$$LG = L2 - L1 \qquad (3\text{-}5)$$

โดยที่ L1 แทน ความยาวเฉลี่ย เมื่อเริ่มต้นการทดลอง (เซนติเมตร)

L2 แทน ความยาวเฉลี่ย เมื่อสิ้นสุดการทดลอง (เซนติเมตร)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

3.5.7 ความถี่ในการลอกคราบ (Molting Frequency) ครั้ง/ตัว (พรเทพ เนียมพิทักษ์, 2560)

$$\text{Molting Frequency} = \frac{\text{จำนวนการลอกคราบทั้งหมด (ครั้ง)}}{\text{จำนวนตัว}} \quad (3\text{-}5)$$

3.5.8 อัตราการแลกเนื้อ (Food Conversion Ratio, FCR) อัตราการแลกเนื้อ หรืออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก จะหาได้จากปริมาณอาหารที่กินได้ (Feed Intake; FI) ต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่ม (Body Weight Grain; BWG) (ปรีดา ภูมี, 2555)

$$\text{FCR} = \frac{\text{FI(kg)}}{\text{BWG(kg)}} \quad (3\text{-}6)$$

โดยที่ FI แทน ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม)

BWG แทน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)

*ค่า FCR คือน้ำหนักอาหารที่ใช้เพื่อเปลี่ยนมาเป็นน้ำหนักสัตว์ 1 กิโลกรัม

3.5.9 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein Efficiency Ratio, PER) หาได้จากน้ำหนักตัวที่เพิ่ม (Body Weight Grain; BWG) หารด้วยปริมาณอาหารที่กิน (Feed Intake; FI) และนำค่าที่ได้ไปคูณด้วย 100 จะมีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ (ปรีดา ภูมี, 2555)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

$$\%\text{PER} = \frac{\text{BWG(kg)}}{\text{FI(kg)}} \text{x} 100 \quad (3\text{-}7)$$

โดยที่ FI แทน ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม)

BWG แทน น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กิโลกรัม)

วิเคราะห์ข้อมูลการเจริญเติบโต และอัตราการแลกเนื้อ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลอง CRD (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างชุดทดลองโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์สำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผลการวิจัยเรื่อง การพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus) ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่น

จากการเตรียมอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง โดยรวบรวมวัตถุดิบจากบริเวณอำเภอเมือง และอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม นำไปตากแห้งเพื่อนำมาเป็นวัตถุดิบผสมในอาหารเม็ดสำเร็จรูป โดยต้มผสมกับรำข้าว ตักใส่แม่พิมพ์กดออกมาเป็นก้อนขนาดเล็ก และนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C เป็นเวลา 1 วัน เก็บใส่ขวดโหลสำหรับไว้ใช้เป็นอาหารกุ้งก้ามแดง

สูตรที่ 1 ใช้อัตราส่วนแหนเป็ดเล็กแห้ง 500 กรัม ต่อรำข้าว 500 กรัม และน้ำ 1 ลิตร

สูตรที่ 2 ใช้อัตราส่วนไข่น้ำแห้ง 500 กรัม ต่อรำข้าว 500 กรัม และน้ำ 1 ลิตร

สูตรที่ 3 ใช้อัตราส่วนใบหูกวางแห้ง 500 กรัม ต่อรำข้าว 500 กรัม และน้ำ 1 ลิตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.1 อาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร

4.1.1 อัตราการคุ้มทุน

เมื่อพิจารณาต้นทุนในการผลิตอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดงครั้งนี้ (ตารางที่ 4.1) พบว่า อาหารเม็ดดัดแปลงที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร มีต้นทุนเท่ากับ 10-15 บาทต่อ 1 กิโลกรัม ซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งมีต้นทุนเท่ากับ 160 บาทต่อ 1 กิโลกรัม ถึงแม้ว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปมีส่วนประกอบและปริมาณโปรตีนสูงกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร (ตารางที่ 4.2) ซึ่งจากการทดลองจะเห็นได้ว่ากุ้งก้ามแดงสามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารเพาะเลี้ยงอย่างง่าย สามารถช่วยลดต้นทุนในการเพาะเลี้ยงของเกษตรกรได้

ตารางที่ 4.1

สูตรอาหารสำหรับการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) เป็นเวลา 16 สัปดาห์

วัตถุดิบ	ชุดการทดลอง			
	ชุดควบคุม (%)	สูตรที่ 1 (%)	สูตรที่ 2 (%)	สูตรที่ 3 (%)
ปลาป่น	20	-	-	-
แป้งสาลี	4	-	-	-
กากถั่วเหลืองป่น	5	-	-	-
ปลายข้าว	25	-	-	-
รำข้าว	10	50	50	50
เปลือกกุ้งป่น	25	-	-	-
น้ำมันปลา	6	-	-	-
วิตามิน	2	-	-	-
แร่ธาตุ	3	-	-	-
แหนเป็ดเล็ก	-	50	-	-
ไข่น้ำ	-	-	50	-
ใบหูกวางแห้ง	-	-	-	50
รวม	100	100	100	100
ราคาอาหาร (บาท/กิโลกรัม)	160	10	15	10

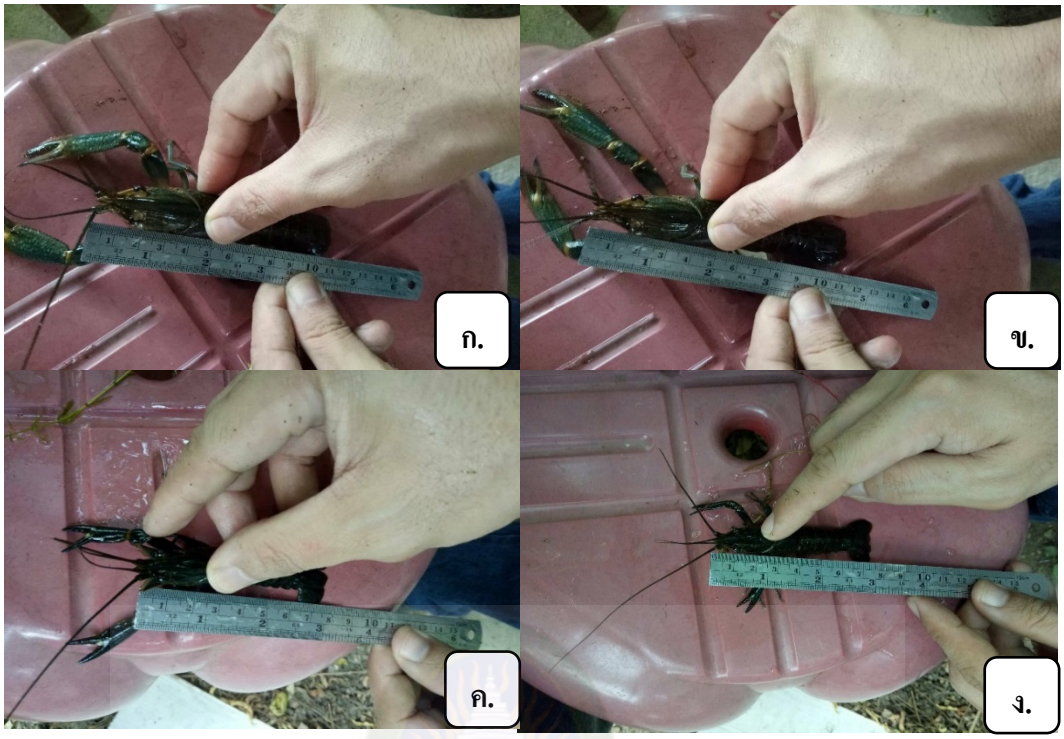
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
MAHABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.2 ผลการศึกษาคุณภาพของเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง

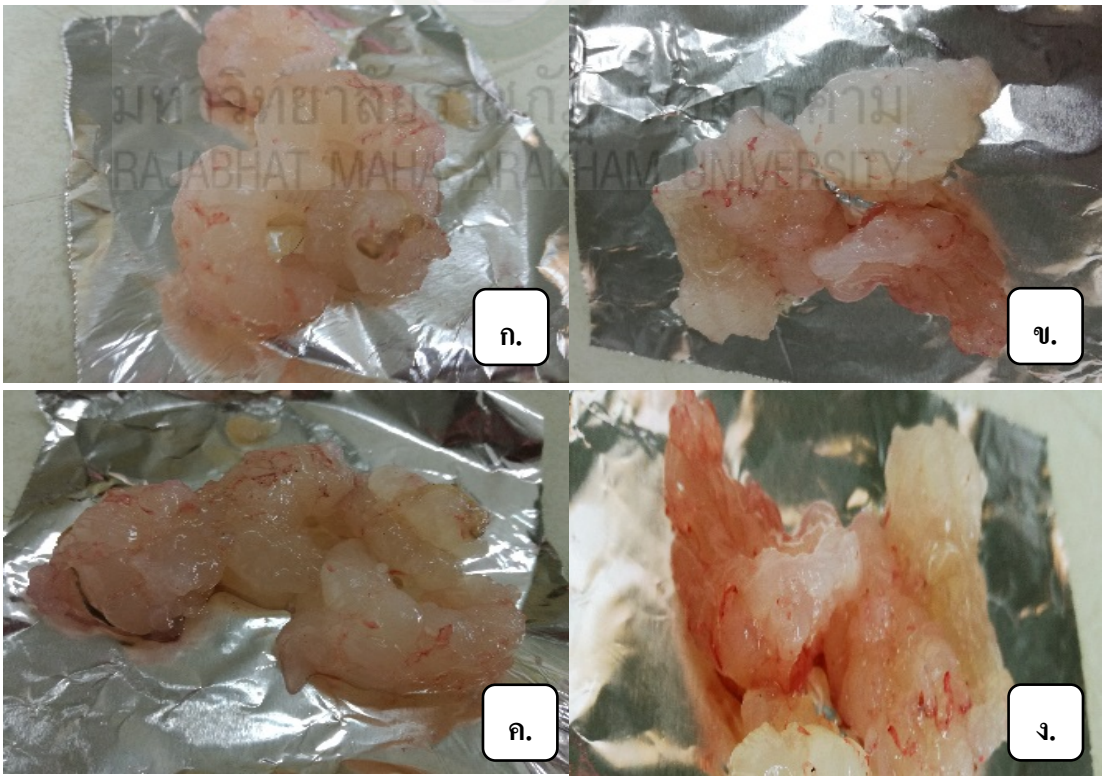
4.2.1 รูปร่างและลักษณะภายนอกของกุ้งก้ามแดง

หลังจากทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร ซึ่งประกอบด้วย อาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) อาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงโดยมีส่วนผสมของแหนเป็ดเล็กและรำข้าว (สูตรที่ 1) อาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงโดยมีส่วนผสมของไข่น้ำและรำข้าว (สูตรที่ 2) และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงโดยมีส่วนผสมของใบหูกวางแห้งและรำข้าว (สูตรที่ 3) ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ เมื่อนำมาศึกษารูปร่างและลักษณะภายนอกของกุ้งก้ามแดง พบว่าจากการวิเคราะห์กุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร มีลักษณะภายนอกที่สมบูรณ์ คือ กุ้งก้ามแดงมีรูปร่างปกติและมีอวัยวะครบ มีสีน้ำตาลอมเขียวตามธรรมชาติของกุ้ง ส่วนหัวติดแน่นกับส่วนลำตัว เปลือกแข็งเป็นเงามันตามธรรมชาติ เนื้อติดแน่นกับเปลือก เนื้อแน่น ค่อนข้างใส สะอาด ไม่มีตำหนิที่เห็นได้ชัดเจน เช่นแผลตามลำตัว หรือความพิการ ปราศจากปรสิตหรือร่องรอยที่เกิดจากการติดเชื้อหรือเป็นโรคเมื่อตรวจสอบด้วยตา (ภาพที่ 4.2) ปราศจากกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 7019-2556 และเมื่อพิจารณาสีของเนื้อกุ้ง มีสีชมพูใส (ภาพที่ 4.2)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.2 กุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง



ภาพที่ 4.3 เนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง

4.2.2 คุณภาพของอาหารและเนื้อกุ้งก้ามแดง

ทำการศึกษาปริมาณโปรตีนในอาหารสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตร โดยวิธีการของ Kjeldahl Method (Thiex and Manson, 2002;Thiex *et al*., 2002) เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์อัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามแดง ผลดังตารางที่ 4.2 เมื่อทราบปริมาณโปรตีนในอาหารแล้วนำไปเลี้ยงกุ้งก้ามแดงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ เมื่อครบกำหนดเวลาดังกล่าวนำกุ้งมาศึกษารูปร่าง ลักษณะภายนอก และนำเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งตามวิธีการของ Kjeldahl Method (Thiex and Manson, 2002;Thiex *et al*., 2002) โดยศึกษาปริมาณโปรตีนทั้งในเนื้อกุ้งสด และในเนื้อกุ้งแห้ง (นำเนื้อกุ้งสดไปอบที่อุณหภูมิ 60 ^{o}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง) เพื่อทำให้ปราศจากความชื้น ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน พบว่าเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปชุดควบคุม และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีส่วนผสมจากวัตถุดิบธรรมชาติทั้ง 3 สูตร มีปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2

การวิเคราะห์โปรตีนในอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง ตามวิธีของ Kjeldahl Method

ชุดการทดลอง	ปริมาณโปรตีนของน้ำหนักแห้ง (เปอร์เซ็นต์)
ชุดควบคุม	42.00[a]
สูตรที่ 1	16.31[b]
สูตรที่ 2	12.56[c]
สูตรที่ 3	10.19[d]

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร [a,b,c] และ [d] ในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ DMRT ($p<0.05$) : ชุดควบคุม อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม

สูตรที่ 1 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก

สูตรที่ 2 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ

สูตรที่ 3 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.3

การวิเคราะห์โปรตีนในเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง ตามวิธีการของ Kjeldahl Method

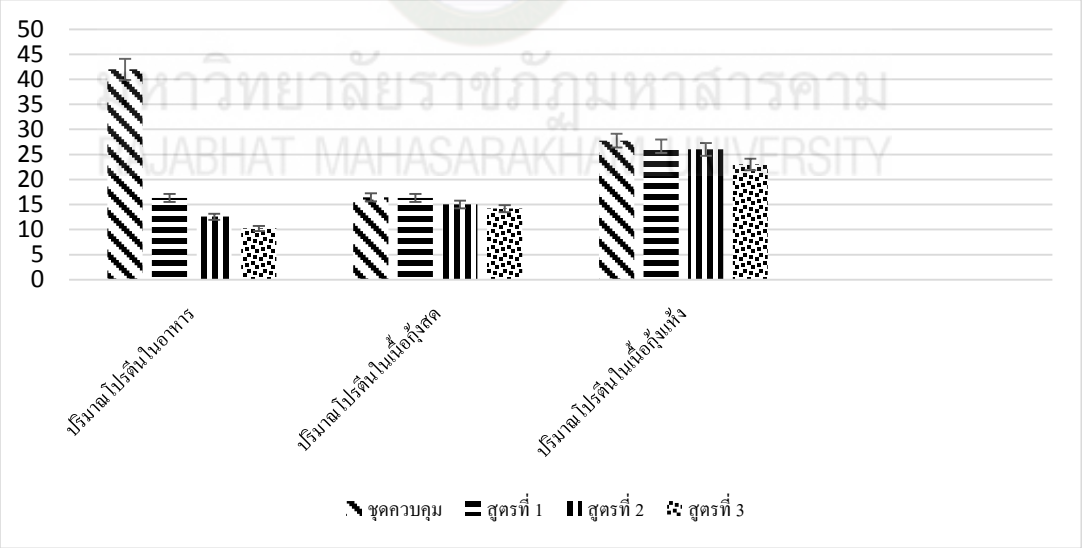
ชุดการทดลอง	ปริมาณโปรตีนของน้ำหนักสด (เปอร์เซ็นต์)	ปริมาณโปรตีนของน้ำหนักแห้ง (เปอร์เซ็นต์)
ชุดควบคุม	16.44[a]	27.75[a]
สูตรที่ 1	16.31[a]	26.63[b]
สูตรที่ 2	15.00[b]	26.00[c]
สูตรที่ 3	14.19[c]	23.00[d]

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร [a,b,c] และ [d] ในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ DMRT ($p<0.05$) : ชุดควบคุม อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม

สูตรที่ 1 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก

สูตรที่ 2 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ

สูตรที่ 3 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง



ภาพที่ 4.4 การวิเคราะห์โปรตีนในอาหารและโปรตีนเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง

4.3 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร

4.3.1 น้ำหนักตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป 4 สูตรอาหาร ประกอบด้วยอาหารม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร โดยใช้ตัวอย่างกุ้งน้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 0.76±0.13 กรัม เมื่อทำการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม ซึ่งเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 11.11±0.44 กรัม

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 0.73±0.11 กรัม ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่ากุ้งมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 8.69±0.46 กรัม (ตารางที่ 4.4)

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 0.67±0.10 กรัม ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 6.77±0.30 กรัม

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 0.65±0.10 กรัม ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่ากุ้งมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 5.58±0.09 กรัม

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงด้านน้ำหนักตัว พบว่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเพิ่มมากที่สุด เท่ากับ 11.11±0.44 กรัม แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติ พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 8.69±0.46 กรัม รองลงมาคืออาหารสูตรที่ 2 และอาหารสูตรที่ 3 เท่ากับ 6.77±0.30 และ 5.58±0.09 กรัม ตามลำดับ เมื่อทดสอบผลทางสถิติแล้ว พบว่ากุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรอาหาร มีการเจริญเติบโตด้านน้ำหนักตัวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.4)

ตารางที่ 4.4

น้ำหนักตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

วันที่ทำการทดลอง (สัปดาห์)	น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กรัม)			
	ชุดควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
0	0.76±0.13[a]	0.73±0.11[a]	0.67±0.10[a]	0.65±0.10[a]
2	1.76±0.13[a]	1.43±0.11[b]	1.18±0.09[b]	0.87±0.06[c]
4	3.75±0.12[a]	3.14±0.11[b]	2.66±0.11[c]	2.25±0.10[d]
6	4.75±0.12[a]	3.83±0.11[b]	3.32±0.14[c]	2.60±0.16[d]
8	4.95±0.41[a]	4.52±0.11[b]	3.92±0.14[c]	3.04±0.14[d]
10	6.14±0.40[a]	5.32±0.11[b]	4.52±0.14[c]	3.52±0.11[d]
12	7.64±0.40[a]	6.22±0.11[b]	5.22±0.14[c]	4.12±0.11[d]
14	9.04±0.12[a]	7.22±0.11[b]	5.99±0.17[c]	4.72±0.10[d]
16	11.11±0.44[a]	8.69±0.46[b]	6.77±0.30[c]	5.58±0.09[d]

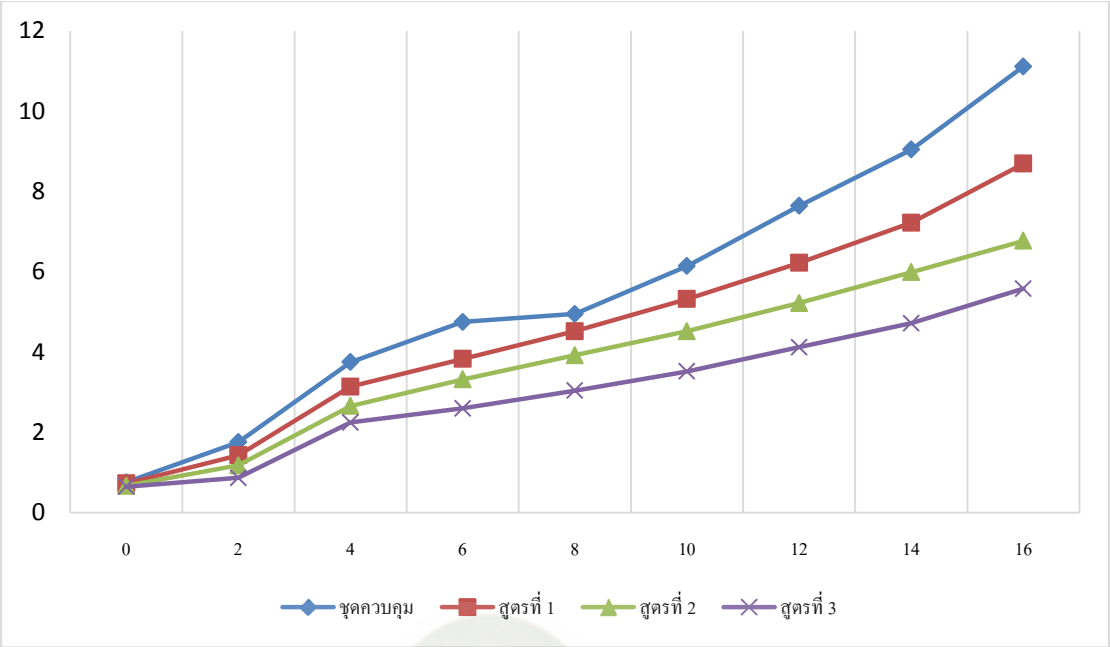
หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร [a,b,c] และ [d] ในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ DMRT ($p<0.05$) : ชุดควบคุม อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม

สูตรที่ 1 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก

สูตรที่ 2 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ

สูตรที่ 3 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.5 น้ำหนักตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

4.3.2 ความยาวทั้งหมดเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป 4 สูตรอาหาร ประกอบด้วยอาหารกุ้งสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร โดยใช้ตัวอย่างกุ้งที่มีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 2.51±0.07 เซนติเมตร เมื่อทำการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม ซึ่งเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเพิ่มเป็น 11.99±0.24 เซนติเมตร

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก ความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 2.51±0.07 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเพิ่มเป็น 9.22±0.08 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.5)

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ ความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 2.49±0.06 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเพิ่มเป็น 7.81±0.07 เซนติเมตร

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง ความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 2.49±0.06 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเพิ่มเป็น 6.28±0.04 เซนติเมตร

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงด้านความยาวทั้งหมดเฉลี่ย พบว่าความยาวทั้งหมดเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเพิ่มมากที่สุด เท่ากับ 11.99±0.24 เซนติเมตร แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติ พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 9.22±0.08 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตรที่ 2 และอาหารสูตรที่ 3 เท่ากับ 7.81±0.07 และ 6.28±0.04 เซนติเมตรตามลำดับ เมื่อทดสอบผลทางสถิติแล้ว พบว่ากุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรอาหาร มีการเจริญเติบโตด้านความยาวทั้งหมดเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.5)

ตารางที่ 4.5

ความยาวทั้งหมดเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

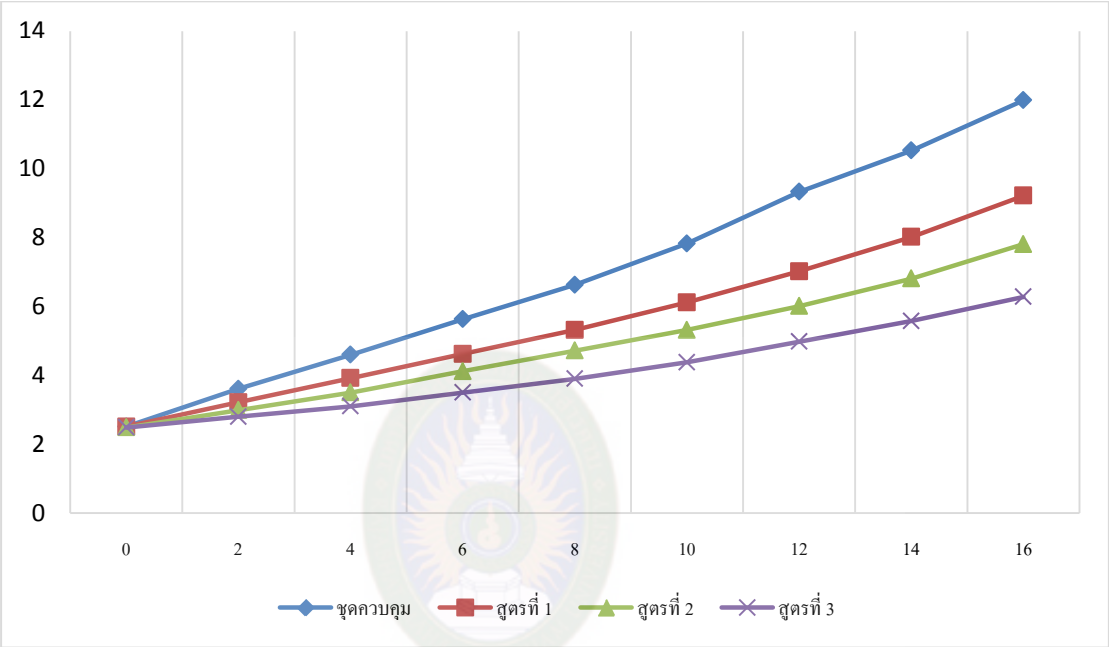
วันที่ทำการทดลอง (สัปดาห์)	ความยาวทั้งหมดเฉลี่ย (เซนติเมตร)			
	ชุดควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
0	2.51±0.07[a]	2.51±0.07[a]	2.49±0.06[a]	2.49±0.06[a]
2	3.61±0.07[a]	3.22±0.07[b]	2.99±0.06[c]	2.80±0.06[d]
4	4.60±0.21[a]	3.92±0.07[b]	3.50±0.07[c]	3.10±0.06[d]
6	5.63±0.21[a]	4.62±0.07[b]	4.12±0.07[c]	3.50±0.06[d]
8	6.63±0.21[a]	5.32±0.07[b]	4.72±0.07[c]	3.90±0.06[d]
10	7.83±0.21[a]	6.12±0.07[b]	5.32±0.07[c]	4.38±0.04[d]
12	9.33±0.21[a]	7.02±0.07[b]	6.01±0.07[c]	4.98±0.04[d]
14	10.53±0.21[a]	8.02±0.07[b]	6.81±0.07[c]	5.58±0.04[d]
16	11.99±0.24[a]	9.22±0.08[b]	7.81±0.07[c]	6.28±0.04[d]

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร [a,b,c] และ [d] ในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ DMRT ($p<0.05$) : ชุดควบคุม อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม

สูตรที่ 1 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก

สูตรที่ 2 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ

สูตรที่ 3 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง



ภาพที่ 4.6 ความยาวทั้งหมดเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

4.3.3 ความยาวลำตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป 4 สูตรอาหาร ประกอบด้วยอาหารกุ้งสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร โดยใช้ตัวอย่างกุ้งที่มีความยาวลำตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 1.27±0.06 เซนติเมตร เมื่อทำการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม ซึ่งเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวลำตัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 7.27±0.21 เซนติเมตร

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก ความยาวลำตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 1.27±0.05 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวลำตัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 4.69±0.08 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.6)

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ ความยาวลำตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 1.25±0.05 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวลำตัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 4.45±0.12 เซนติเมตร

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง ความยาวลำตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 1.24±0.05 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวลำตัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 3.23±0.13 เซนติเมตร

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงด้านความยาวลำตัวเฉลี่ย พบว่าความยาวลำตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีความยาวลำตัวเฉลี่ยเพิ่มมากที่สุด เท่ากับ 7.27±0.21 เซนติเมตร แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติ พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีความยาวลำตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 4.69±0.08 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตรที่ 2 และอาหารสูตรที่ 3 เท่ากับ 4.45±0.12 และ 3.23±0.13 เซนติเมตรตามลำดับ เมื่อทดสอบผลทางสถิติแล้ว พบว่ากุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรอาหาร มีการเจริญเติบโตด้านความยาวลำตัวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.6)

ตารางที่ 4.6

ความยาวลำตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

วันที่ทำการทดลอง (สัปดาห์)	ความยาวลำตัวเฉลี่ย (เซนติเมตร)			
	ชุดควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
0	1.27±0.06[a]	1.27±0.05[a]	1.25±0.05[a]	1.24±0.05[a]
2	2.09±0.17[a]	1.77±0.09[b]	1.53±0.04[c]	1.47±0.05[d]
4	2.47±0.09[a]	2.21±0.14[b]	2.01±0.02[c]	1.61±0.05[d]
6	3.21±0.24[a]	2.45±0.08[b]	2.11±0.05[c]	1.98±0.07[d]
8	4.05±0.08[a]	2.85±0.11[b]	2.43±0.07[c]	2.00±0.07[d]
10	5.10±0.10[a]	3.18±0.08[b]	2.88±0.12[c]	2.40±0.08[d]
12	5.10±0.08[a]	4.01±0.17[b]	3.09±0.08[c]	2.55±0.06[d]
14	6.35±0.15[a]	4.53±0.07[b]	3.49±0.06[c]	3.04±0.07[d]
16	7.27±0.21[a]	4.69±0.08[b]	4.45±0.12[c]	3.23±0.13[d]

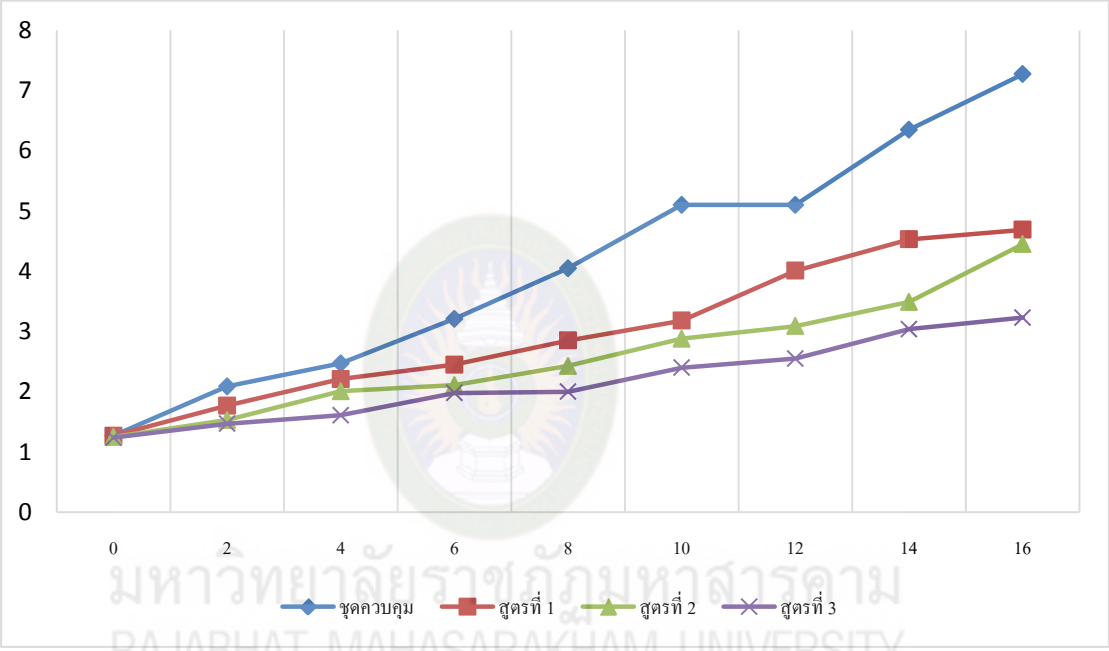
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร [a,b,c] และ [d] ในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ DMRT ($p<0.05$) : ชุดควบคุม อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม

สูตรที่ 1 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก

สูตรที่ 2 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ

สูตรที่ 3 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ 4.7 ความยาวลำตัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

4.3.4 ความยาวส่วนหัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป 4 สูตรอาหาร ประกอบด้วยอาหารกุ้งสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร โดยใช้ตัวอย่างกุ้งที่มีความยาวส่วนหัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 1.26±0.06 เซนติเมตร เมื่อทำการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม ซึ่งเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวส่วนหัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 4.76±0.17 เซนติเมตร

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก ความยาวส่วนหัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 1.26±0.05 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวส่วนหัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 4.53±0.06 เซนติเมตร (ตารางที่ 4.7)

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ ความยาวส่วนหัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 1.23±0.05 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวส่วนหัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 3.37±0.10 เซนติเมตร

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง ความยาวส่วนหัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 1.23±0.04 เซนติเมตร ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีความยาวส่วนหัวเฉลี่ยเพิ่มเป็น 3.05±0.13 เซนติเมตร

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงด้านความยาวส่วนหัวเฉลี่ย พบว่าความยาวส่วนหัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีความยาวส่วนหัวเฉลี่ยเพิ่มมากที่สุด เท่ากับ 4.76±0.17 เซนติเมตร แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติ พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีความยาวส่วนหัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นมากที่สุด เท่ากับ 4.53±0.06 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตรที่ 2 และอาหารสูตรที่ 3 เท่ากับ 3.37±0.10 และ 3.05±0.13 เซนติเมตรตามลำดับ เมื่อทดสอบผลทางสถิติแล้ว พบว่ากุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรอาหาร มีการเจริญเติบโตด้านความยาวส่วนหัวเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.7)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.7

ความยาวส่วนหัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

วันที่ทำการทดลอง (สัปดาห์)	ความยาวส่วนหัวเฉลี่ย (เซนติเมตร)			
	ชุดควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
0	1.26±0.06[a]	1.26±0.06[a]	1.23±0.05[a]	1.23±0.04[a]
2	1.51±0.06[a]	1.46±0.05[b]	1.46±0.05[b]	1.33±0.05[c]
4	2.17±0.15[a]	1.71±0.20[b]	1.49±0.08[c]	1.49±0.05[c]
6	2.39±0.09[a]	2.17±0.11[b]	2.01±0.06[c]	1.52±0.07[d]
8	2.58±0.18[a]	2.47±0.08[b]	2.29±0.06[c]	1.90±0.07[d]
10	2.94±0.22[a]	2.73±0.06[b]	2.44±0.07[c]	1.98±0.07[d]
12	4.23±0.18[a]	3.01±0.10[b]	2.92±0.07[c]	2.43±0.07[d]
14	4.19±0.19[a]	3.49±0.06[b]	3.33±0.08[c]	2.54±0.05[d]
16	4.76±0.17[a]	4.53±0.06[b]	3.37±0.10[c]	3.05±0.13[d]

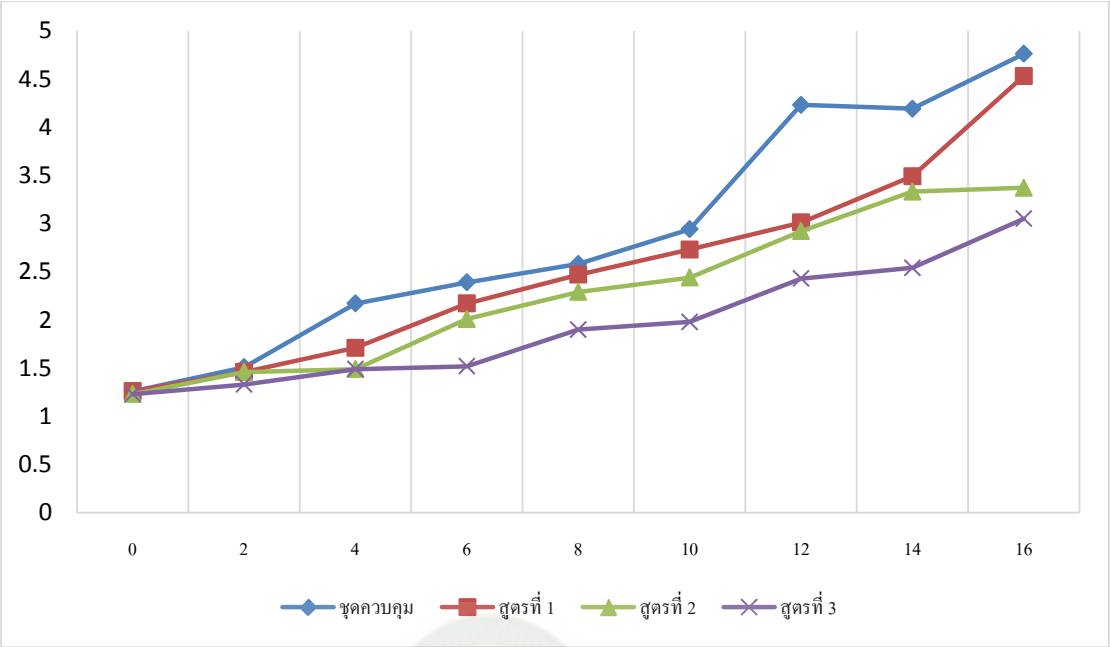
หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร [a,b,c] และ [d] ในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ DMRT ($p<0.05$) : ชุดควบคุม อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม

สูตรที่ 1 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก

สูตรที่ 2 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ

สูตรที่ 3 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.8 ความยาวส่วนหัวเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

4.3.5 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

จากการทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูป 4 สูตรอาหาร ประกอบด้วยอาหารกุ้งสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร โดยใช้ตัวอย่างกุ้งที่มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 0.76±0.13 กรัม และมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 2.51±0.07 เซนติเมตร เมื่อทำการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม ซึ่งเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 11.71±2.41 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 1 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 0.73±0.11 กรัม และมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเริ่มต้นเท่ากับ 2.51±0.07 เซนติเมตร เมื่อทำการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม ซึ่งเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 9.27±1.51 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน (ตารางที่ 4.8)

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 2 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 0.67±0.10 กรัม และมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 2.49±0.06 เซนติเมตร เมื่อทำการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม ซึ่งเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 7.85±1.46 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน

ตัวอย่างกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรที่ 3 เป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปจากส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง น้ำหนักตัวเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 0.65±0.10 กรัม และมีความยาวทั้งหมดเฉลี่ยเริ่มต้น เท่ากับ 2.49±0.06 เซนติเมตร เมื่อทำการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุม ซึ่งเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า กุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 6.53±1.11 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงด้านอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของกุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารสูตรควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 11.71±2.41 เซนติเมตร แต่เมื่อเปรียบเทียบกับสูตรอาหารดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติ พบว่ากุ้งที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 9.27±1.51 เซนติเมตร รองลงมาคืออาหารสูตรที่ 2 และอาหารสูตรที่ 3 เท่ากับ 7.85±1.46 และ 6.53±1.11 เซนติเมตรตามลำดับ เมื่อทดสอบผลทางสถิติแล้ว พบว่ากุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรอาหาร มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.8)

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.8

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

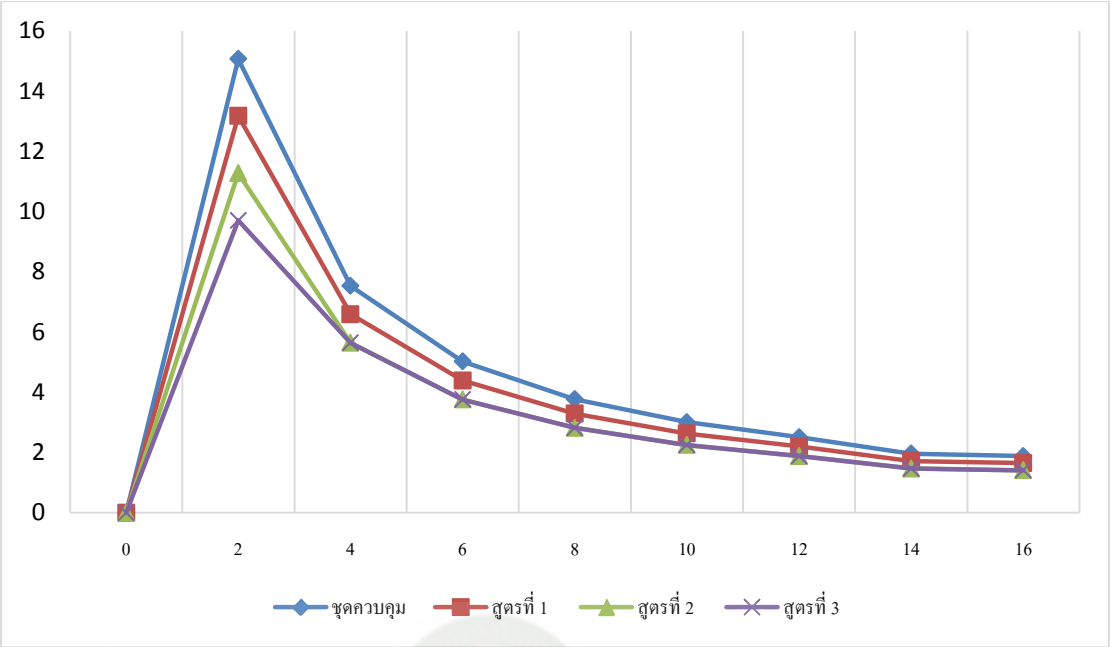
วันที่ทำการทดลอง (สัปดาห์)	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์/วัน)			
	ชุดควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
0	-	-	-	-
2	15.06±0.29[a]	13.17±0.41[b]	11.27±0.49[c]	9.70±0.24[d]
4	7.53±0.15[a]	6.59±0.21[b]	5.64±0.24[c]	4.85±0.12[d]
6	5.02±0.10[a]	4.39±0.14[b]	3.76±0.16[c]	3.23±0.08[d]
8	3.77±0.07[a]	3.29±0.10[b]	2.82±0.12[c]	2.42±0.06[d]
10	3.01±0.06[a]	2.63±0.08[b]	2.25±0.10[c]	1.94±0.05[d]
12	2.51±0.05[a]	2.20±0.07[b]	1.88±0.08[c]	1.62±0.04[d]
14	1.96±0.04[a]	1.72±0.05[b]	1.47±0.06[c]	1.27±0.03[d]
16	1.88±0.04[a]	1.65±0.05[b]	1.41±0.06[c]	1.21±0.03[d]

หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร [a,b,c] และ [d] ในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ DMRT ($p<0.05$) : ชุดควบคุม อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม

สูตรที่ 1 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก

สูตรที่ 2 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ

สูตรที่ 3 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง



ภาพที่ 4.9 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปและอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

4.3.5 อัตราการลอกคราบ อัตราการแลกเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

ผลการศึกษาอัตราการลอกคราบเมื่อเทียบกับชุดควบคุมมีความถี่ในการลอกคราบ เท่ากับ 2.14±0.40 เมื่อเปรียบเทียบกับกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 และสูตรที่ 3 มีความถี่ของการลอกคราบ เท่ากับ 1.62±0.11, 1.62±0.18 และ 1.02±0.09 ครั้ง/ตัว เมื่อทดสอบทางสถิติแล้ว พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.9)

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง กุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารชุดควบคุม มีอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุด เท่ากับ 0.44±0.00 แสดงว่ามีความสามารถในการเปลี่ยนโปรตีนเป็นเนื้อได้สูงที่สุด คือน้ำหนักอาหารที่ใช้เพื่อเปลี่ยนมาเป็นน้ำหนักตัวของกุ้งใน 1 กิโลกรัม และเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติ พบว่า อาหารสูตรที่ 1 มีอัตราการแลกเนื้อมากกว่าอาหารสูตรที่ 2 และอาหารสูตรที่3 มีอัตราการแลกเนื้อ เท่ากับ 0.55±0.00, 0.66±0.00 และ 0.79±0.00 ตามลำดับ เมื่อทดสอบทางสถิติแล้ว พบว่ามีความแตกต่างทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.9)

ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนเป็นการวัดคุณภาพของโปรตีนในอาหารต่อความต้องการกรดอะมิโนจำเป็น (Essential Amino Acid) ของกุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 4 สูตร พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีน เท่ากับ 0.52±0.02 ซึ่งกุ้งที่ได้รับอาหารสูตรควบคุม มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงที่สุด แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มของอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร พบว่า กุ้งที่ได้รับอาหารสูตรที่ 1 มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนสูงกว่าอาหารสูตรที่2 และอาหารสูตรที่ 3 เท่ากับ 0.40±0.02, 0.30±0.01 และ 0.22±0.00 ตามลำดับ และเมื่อคิดราคาอาหารต่อกิโลกรัมของอาหารทดลองแต่ละสูตร พบว่า อาหารสูตรที่ 1 อาหารสูตรที่ 2 อาหารสูตรที่ 3 และอาหารเม็ดสำเร็จรูป มีราคาเท่ากับ 10, 15, 10 และ 160 บาท/กิโลกรัม ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9

อัตราการลอกคราบ อัตราการแลกเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่จากการทดลองเป็นเวลา 16 สัปดาห์

ชุดการทดลอง	อัตราการลอกคราบ (ครั้ง/ตัว)	อัตราการแลกเนื้อ	ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน
ชุดควบคุม	2.14±0.40[a]	0.44±0.00[d]	0.52±0.02[a]
สูตรที่ 1	1.62±0.11[b]	0.55±0.00[c]	0.40±0.02[b]
สูตรที่ 2	1.62±0.18[b]	0.66±0.00[b]	0.30±0.01[c]
สูตรที่ 3	1.02±0.09[c]	0.79±0.00[a]	0.22±0.00[d]

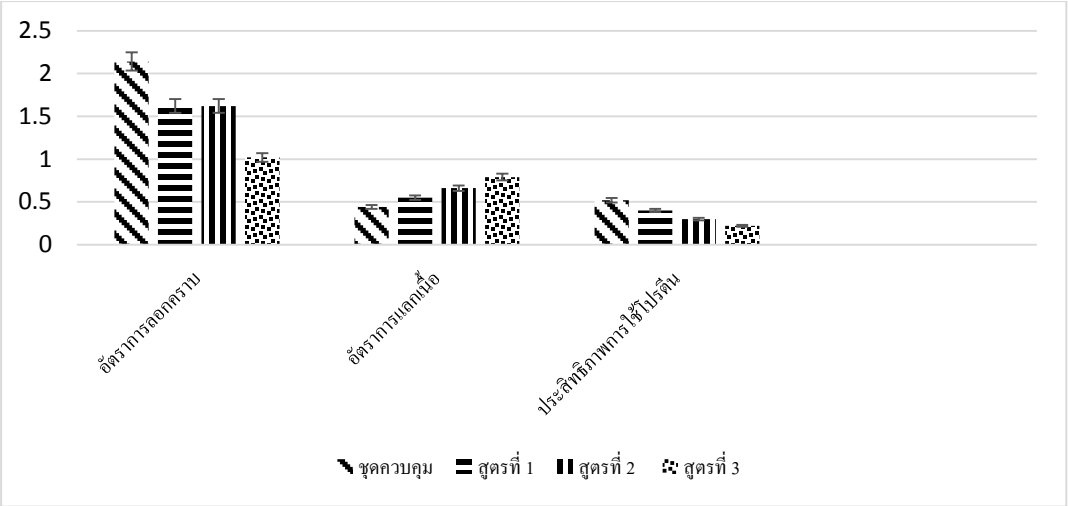
หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร [a,b,c] และ [d] ในแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ DMRT ($p<0.05$) : ชุดควบคุม อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม

สูตรที่ 1 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก

สูตรที่ 2 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ

สูตรที่ 3 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ 4.10 อัตราการลอกคราบ อัตราการแลกเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่จากการทดลองเป็นเวลา 16 สัปดาห์

4.4 เปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดง

หลังจากทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปทั้ง 4 สูตรอาหาร ซึ่งประกอบด้วย อาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) อาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงโดยมีส่วนผสมของแหนเป็ดเล็กและรำข้าว อาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงโดยมีส่วนผสมของไข่น้ำและรำข้าว และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงโดยมีส่วนผสมของใบหูกวางแห้งและรำข้าว ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 16 สัปดาห์ ผลการศึกษาเมื่อเทียบกับชุดควบคุม พบว่าการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารดัดแปลงทั้ง 3 สูตร เจริญเติบโตน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาในกลุ่มของอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติ พบว่าอาหารดัดแปลงที่มีแหนเป็ดเล็กเป็นองค์ประกอบ สามารถให้อัตราการเจริญเติบโตสูงสุด คือ มีน้ำหนักตัวเฉลี่ย น้ำหนักตัวเฉลี่ยต่อวัน ความยาวทั้งหมดเฉลี่ย และการเจริญเติบโตจำเพาะ เท่ากับ 8.69±0.46 กรัม/ตัว 0.09±0.00 กรัม/ตัว/วัน 9.22±0.08 กรัม/ตัว และ 1.65±0.05 เปอร์เซ็นต์/กรัม/ตัว ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีไข่น้ำและใบหูกวางแห้งเป็นส่วนประกอบ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 4.10

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางที่ 4.10

การเจริญเติบโต ความถี่การลอกคราบ และอัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

ตัวแปร	ชุดการทดลอง			
	ชุดควบคุม	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
น้ำหนักตัวสุดท้ายเฉลี่ย (ก.)	11.11±0.44[a]	8.69±0.46[b]	6.77±0.30[c]	5.58±0.09[d]
ความยาวทั้งหมดสุดท้ายเฉลี่ย (ซม.)	11.99±0.24[a]	9.22±0.08[b]	7.81±0.07[c]	6.28±0.04[d]
ความยาวลำตัวสุดท้ายเฉลี่ย (ซม.)	7.27±0.21[a]	4.69±0.08[b]	4.45±0.12[c]	3.23±0.13[d]
ความยาวส่วนหัวสุดท้ายเฉลี่ย (ซม.)	4.76±0.17[a]	4.53±0.06[b]	3.37±0.10[c]	3.05±0.13[d]
น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ก.)	10.35±0.14[a]	7.93±0.11[a]	6.01±0.06[a]	4.82±0.03[a]
ความยาวทั้งหมดเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ซม.)	9.47±0.24[a]	6.70±0.01[b]	5.33±0.06[c]	3.79±0.05[d]
ความยาวลำตัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ซม.)	6.00±0.20[a]	3.43±0.07[b]	3.20±0.12[c]	1.99±0.15[d]
ความยาวส่วนหัวเพิ่มขึ้นเฉลี่ย (ซม.)	3.50±0.19[a]	3.27±0.07[a]	2.13±0.12[b]	1.82±0.13[b]
น้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น (%/วัน)	11.71±2.41[a]	9.27±1.51[b]	7.85±1.46[c]	6.53±1.11[d]
ความยาวทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น (%/วัน)	3.14±0.12[a]	2.22±0.07[b]	1.79±0.05[c]	1.27±0.05[d]
ความยาวลำตัวเพิ่มขึ้น (%/วัน)	3.95±0.21[a]	2.26±0.11[b]	2.14±0.13[c]	1.34±0.13[d]
ความยาวส่วนหัวเพิ่มขึ้น (%/วัน)	2.32±0.20[a]	2.16±0.12[b]	1.44±0.12[c]	1.24±0.10[d]
การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ก./วัน)	0.12±0.02[a]	0.09±0.02[b]	0.08±0.01[b]	0.07±0.01[b]
การเจริญเติบโตจำเพาะ (%/วัน)	1.88±0.04[a]	1.65±0.05[b]	1.41±0.06[c]	1.21±0.03[d]
ความถี่การลอกคราบ (ครั้ง/ตัว)	2.14±0.40[a]	1.62±0.11[b]	1.62±0.18[b]	1.02±0.09[c]
ปริมาณโปรตีนในอาหาร (%)	42.00[a]	16.31[b]	12.56[c]	10.19[d]
ปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งสด (%)	16.44[a]	16.13[a]	15.00[b]	14.19[c]
ปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งแห้ง (%)	27.75[a]	26.63[a]	26.00[b]	23.00[c]
อัตราการแลกเนื้อ (ก.)	0.44±0.00[d]	0.55±0.00[c]	0.66±0.00[b]	0.79±0.00[a]

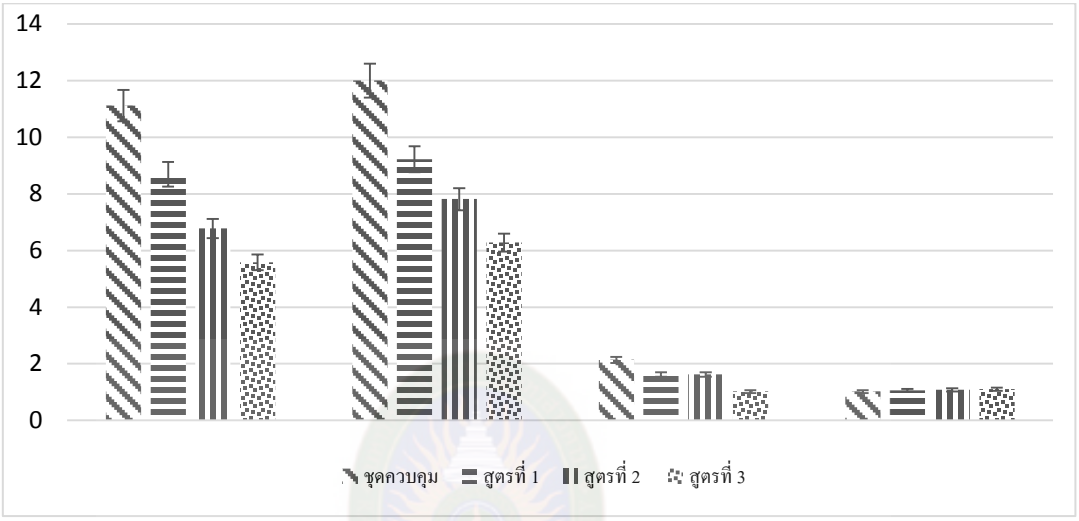
หมายเหตุ. ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษร [a,b,c] และ [d] ในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ DMRT ($p<0.05$) : ชุดควบคุม อาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นชุดควบคุม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สูตรที่ 1 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและแหนเป็ดเล็ก

สูตรที่ 2 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและไข่น้ำ

สูตรที่ 3 อาหารที่มีส่วนผสมของรำข้าวและใบหูกวางแห้ง



ภาพที่ 4.11 การเจริญเติบโต ความถี่การลอกคราบ และอัตราการแลกเนื้อของกุ้งก้ามแดง (C. Quadricarinatus) ที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลอง เป็นเวลา 16 สัปดาห์

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

จากภาพที่ 4.11 การทดลองเลี้ยงกุ้งก้ามแดงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีแหนเป็ดเล็ก ไข่น้ำ และใบหูกวางเป็นองค์ประกอบ ในระยะเวลา 16 สัปดาห์ พบว่า การเลี้ยงกุ้งก้ามแดงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีแหนเป็ดเล็กเป็นส่วนผสมร่วมกับรำข้าว ทำให้กุ้งก้ามแดงมีอัตราการเจริญเติบโต คือ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 8.68±0.46 กรัม ความยาวทั้งหมดที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 9.22±0.08 เซนติเมตร ความยาวลำตัวที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 4.69±0.08 เซนติเมตร และความยาวส่วนหัวที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 4.53±0.06 อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) เท่ากับ 0.09±0.00 กรัม/วัน อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) เท่ากับ 9.27±1.51 เปอร์เซ็นต์/วัน อัตราการลอกคราบอยู่ที่ 1.62±0.11 ครั้ง/ตัว และมีอัตราการแลกเนื้ออยู่ที่ 0.55±0.00 สำหรับการใช้วัตถุดิบธรรมชาติท้องถิ่นเป็นส่วนประกอบในอาหารดัดแปลงเพื่อใช้ในการเลี้ยงกุ้งก้ามแดงไม่ว่าจะเป็นแหนเป็ดเล็ก ไข่น้ำ หรือใบหูกวางสามารถลดต้นทุนอาหารในการผลิตอาหารสัตว์น้ำได้จริง

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus) ซึ่งมีขั้นตอนสรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผล

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus) สรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ผลการพัฒนาอาหารเม็ดสำเร็จรูปที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่น ได้แก่แหนเป็ดเล็ก ไข่น้ำ และใบหูกวางแห้ง ในการผลิตอาหารกุ้งก้ามแดง พบว่าสามารถนำวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นทั้ง 3 อย่างผลิตเป็นอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทั้ง 3 สูตร และสามารถเป็นอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามแดงในการทดลองได้จริง เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิต พบว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร มีต้นทุนเท่ากับ 10-15 บาทต่อ 1 กิโลกรัม ซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งมีต้นทุนเท่ากับ 160 บาทต่อ 1 กิโลกรัม การวิเคราะห์ต้นทุนต่อหน่วยในการทำอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง พบว่าวัตถุดิบธรรมชาติที่เลือกมาศึกษาสามารถลดต้นทุนในการเลี้ยงกุ้งก้ามแดงได้

5.1.2 ผลการศึกษาคุณภาพของเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลง พบว่าด้านรูปร่างและลักษณะของกุ้งก้ามแดงมีรูปร่างปกติและมีอวัยวะครบ มีสีน้ำตาลอมเขียวตามธรรมชาติของกุ้ง ส่วนหัวติดแน่นกับส่วนลำตัว เนื้อติดแน่นกับเปลือก เนื้อแน่นค่อนข้างใส ตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 7019-2556 ด้านคุณภาพของเนื้อกุ้งก้ามแดง พบว่าจากการวิเคราะห์โปรตีนเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปชุดควบคุม และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีส่วนผสมจากวัตถุดิบธรรมชาติ สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 27.75, 26.63, 26.00 และ 23.00 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ และเมื่อนำอาหารไปวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนพบว่าจากการวิเคราะห์โปรตีนในอาหารเม็ดสำเร็จรูปชุดควบคุม และอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีส่วนผสมจากวัตถุดิบธรรมชาติ สูตรที่ 1, 2 และ 3 มีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 42.00, 16.31, 12.56 และ 10.19 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนและอัตราการ

แลกเนื้อจะคำนวณจากปริมาณอาหารที่กิน/น้ำหนักของสัตว์ที่เพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการแลกเนื้อของกุ้งทั้ง 4 ชุดการทดลอง พบว่ากุ้งก้ามแดงที่ได้รับอาหารชุดควบคุม มีอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุด เท่ากับ 0.44±0.00 แสดงถึงความสามารถในการเปลี่ยนโปรตีนเป็นเนื้อได้สูงที่สุด คือปริมาณโปรตีนในอาหารเพื่อเปลี่ยนมาเป็นน้ำหนักตัวของกุ้งใน 1 กิโลกรัม และเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติ พบว่าอาหารสูตรที่ 1 มีอัตราการแลกเนื้อมากกว่าอาหารสูตรที่ 2 และอาหารสูตรที่3 มีอัตราการแลกเนื้อ เท่ากับ 0.55±0.00, 0.66±0.00 และ 0.79±0.00 ตามลำดับ ซึ่งอัตราการแลกเนื้อเป็นค่าที่สามารถบ่งบอกถึงความสารถของสัตว์ที่ใช้โปรตีนในอาหารเพื่อเปลี่ยนไปเป็นโปรตีนในเนื้อกุ้ง

5.1.3 จากการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงจากสูตรอาหารทั้ง 4 สูตร ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่นำมาเป็นกลุ่มควบคุมให้ผลการเจริญเติบโตที่ดีกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติทั้ง 3 สูตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มของอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีแหนเป็ดเล็กเป็นองค์ประกอบให้การเติบโตได้ดีกว่าอาหารดัดแปลงสูตรอื่น พบอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยแหนเป็ดเล็ก คือ น้ำหนักตัวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 8.69±0.46 กรัม ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 9.22±0.07 เซนติเมตร การเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 1.65±0.05 เปอร์เซ็นต์ อัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 0.55±0.00 และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน เท่ากับ 0.40±0.02 รองลงมาคืออาหารสูตรที่มีไข่น้ำเป็นองค์ประกอบ พบอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดง คือ น้ำหนักตัวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 6.77±0.30 กรัม ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 7.81±0.07 เซนติเมตร การเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 1.41±0.06 เปอร์เซ็นต์ อัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 0.66±0.00 และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน เท่ากับ 0.30±0.01 และอาหารที่มีใบหูกวางเป็นองค์ประกอบ พบอัตราการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดง คือ น้ำหนักตัวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 5.58±0.09 กรัม ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 6.28±0.04 เซนติเมตร การเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 1.21±0.03 เปอร์เซ็นต์ อัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 0.79±0.00 และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน เท่ากับ 0.22±0.02

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง การพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus) พบว่า

5.2.1 การพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่น 3 ชนิดได้แก่ แหนเป็ดเล็ก ไข่น้ำ และใบหูกวางแห้ง สามารถนำมาขึ้นรูปเป็นอาหารเม็ด โดยนำมาผสมกับรำข้าวในอัตราส่วน 1:1 นำไปอบไล่ความชื้นเพื่อยืดระยะเวลาในการเก็บรักษา และสามารถนำมาเป็นอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามแดงได้ เมื่อเลี้ยงกุ้งก้ามแดงเป็นเวลา 16 สัปดาห์แล้ว นำมาตรวจสอบลักษณะภายนอกด้วยตาเปล่าพบว่า กุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 4 สูตร (รวมสูตรควบคุม) มีลักษณะภายนอกปกติทั้งส่วนประกอบ และสีตัวเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 7019-2556 เมื่อพิจารณาต้นทุนการผลิต พบว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร มีต้นทุนในการผลิตเท่ากับ 10-15 บาทต่อ 1 กิโลกรัม ซึ่งมีต้นทุนต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีต้นทุนเท่ากับ 160 บาทต่อ 1 กิโลกรัม ซึ่งจะเห็นได้จากงานวิจัย บุญรัตน์ ประทุมชาติ (2553) ได้ใช้แป้งมันสำประหลังทดแทนการใช้ปลายข้าวและข้าวสาลีเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารกุ้งสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ 0.48 บาท/กิโลกรัม โดยการผลิตอาหารกุ้งมีกำลังการผลิตวันละ 100 ตัน/วัน จะสามารถลดต้นทุนการผลิตอาหารกุ้งได้ 48,000 บาท/วัน การใช้วัตถุดิบธรรมชาติท้องถิ่นเป็นส่วนประกอบของอาหารในการเลี้ยงกุ้งนั้นสามารถใช้ลดต้นทุนในการผลิตอาหารสัตว์ได้ ทั้งยังเป็นแนวทางในการผลผลิตทางการเกษตรที่เหลือใช้ วัชพืชต่าง ๆ ในธรรมชาติมาแปรรูปเป็นส่วนประกอบของอาหารสัตว์ได้ และยังเป็นการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่ามีการใช้วัตถุดิบในท้องถิ่นมาเป็นส่วนประกอบสำหรับการเลี้ยงสัตว์น้ำเพิ่มขึ้นโดยส่วนใหญ่นำมาใช้ทดแทนแหล่งคาร์โบไฮเดรต เช่น สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และสุรัตน์ดา จินดาเพ็ชร (2556) ที่ใช้แหนแดงทดแทนอาหารกุ้งสำเร็จรูปได้ โดยใช้แหนแดงสลับกับอาหารกุ้งสำเร็จรูปในการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิช (Procambanus sp.) และงานวิจัยของหับเส๊าะ หมัดเหม และคณะ (2553) ใช้สาหร่ายผมนาง (Gracilaria Fsheri) เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารกุ้งก้ามกราม (Macrobrachium Rosenbergii) ซึ่งพบว่าสามารถใช้สาหร่ายผมนางเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารกุ้งก้ามกราม

เมื่อพิจารณาอัตราการแลกเนื้อ ซึ่งเป็นค่าที่บ่งบอกความสามารถในการเปลี่ยนโปรตีนในอาหารไปเป็นโปรตีนในเนื้อกุ้ง พบว่ากุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมมีอัตราการแลกเนื้อสูงที่สุดคือ 0.44±0.00 หากพิจารณาในกลุ่มอาหารทีมีวัตถุดิบธรรมชาติ ทั้ง 3 ชนิด เป็นส่วนประกอบพบว่าอาหารสูตรที่มีแหนเป็ดเล็กเป็นองค์ประกอบมีอัตราการแลกเนื้อดีกว่ากลุ่มอื่น ๆ บ่งชี้ให้เห็นว่า

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

แหนเป็ดเล็กมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาเป็นส่วนประกอบในการแปรรูปเป็นอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามแดงมากกว่าไข่น้ำ และใบหูกวาง เมื่อวิเคราะห์ถึงปัจจัยที่เป็นองค์ประกอบของอาหารจะพบว่าในอาหารสูตรควบคุมจะมีส่วนประกอบของอาหารที่เป็นทั้งแหล่งโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และวิตามินอยู่หลายชนิด ทำให้กุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงได้รับสารอาหารที่มีส่วนผสมหลากหลายส่งผลให้การเจริญเติบโตดีกว่า แตกต่างจากกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงทีมีวัตถุดิบธรรมชาติทั้ง 3 ชนิด เป็นส่วนประกอบ ซึ่งภายในอาหารมีส่วนผสมเฉพาะรำข้าว และวัตถุดิบธรรมชาติเท่านั้น ดังเช่นงานวิจัยของสมชาย หวังวิบูลย์กิจ และสุรัตน์ดา จินดาเพ็ชร (2556) ที่ใช้แหนแดงทดแทนอาหารกุ้งสำเร็จรูป พบว่าการใช้แหนแดงสลับกับอาหารกุ้งสำเร็จรูปในการเลี้ยงกุ้งเคร์ย์ฟิช (Procambanus sp.) จะทำให้น้ำหนักและจำนวนเม็ดสีของกุ้งเคร์ย์ฟิชเพิ่มมากกว่าการใช้อาหารกุ้งสำเร็จรูป หรือแหนแดงเพียงอย่างเดียว เช่นเดียวกับงานวิจัยของบุญรัตน์ ประทุมชาติ (2553) ได้ใช้แป้งมันสำประหลังเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตทดแทนการใช้ปลายข้าวและข้าวสาลีในอาหารกุ้ง พบว่าการเปลี่ยนแหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารนี้ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต ความแปรปรวนของขนาด อัตราการแลกเนื้อ ความถี่ในการลอกคราบ และอัตราการรอดของกุ้ง และยังส่งผลดีในแง่ของการลดต้นทุนการผลิตได้ นอกจากนี้หับเส๊าะ หมัดเหม และคณะ (2553) ใช้สาหร่ายผมนาง (Gracilaria Fsheri) เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารกุ้งก้ามกราม (Macrobrachium Rosenbergii) พบว่าสามารถใช้สาหร่ายผมนางเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในอาหารกุ้งก้ามกรามได้ 0 – 15 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต อัตราการแลกเนื้อ อัตรารอด รวมทั้งองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งก้ามกราม จากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้วัตถุดิบธรรมชาติมาเป็นส่วนประกอบในอาหารสามารถลดต้นทุน และส่งเสริมการเจริญเติบโตของกุ้งกรามแดงได้ตามปกติ และเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ควรนำไปเป็นส่วนประกอบหลักในอาหาร เช่นทดแทนแหล่งคาร์โบไฮเดรตจะทำให้การเจริญเติบสูงขึ้น ซึ่งเมื่อพิจารณาวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดที่นำมาวิจัยพบว่า แหนเป็ดเล็กเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตหลักในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามแดง

5.2.2 การศึกษาวิเคราะห์ลักษณะภายนอกและเนื้อกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 4 สูตร (รวมสูตรควบคุม) มีลักษณะภายนอกปกติทั้งส่วนประกอบ และสีตัวเป็นไปตามมาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 7019-2556 เช่นเดียวกับคุณภาพเนื้อกุ้งก้ามแดงที่มีสีชมพูใส พบว่าปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้ง (น้ำหนักสด) ที่เลี้ยงด้วยอาหารในชุดควบคุม และสูตรที่ 1 มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด เท่ากับ 16.44 และ 16.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มของอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีแหนเป็ดเล็กเป็นองค์ประกอบมีปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้ง (น้ำหนักสด) สูงกว่าอาหารดัดแปลงสูตรอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้ง (น้ำหนักแห้ง) พบว่าปริมาณ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

โปรตีนในเนื้อกุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารในชุดควบคุมมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด เท่ากับ 27.75 เปอร์เซ็นต์ และเมื่อเปรียบเทียบเฉพาะกลุ่มของอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีแหนเป็ดเล็กเป็นองค์ประกอบมีปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้ง (น้ำหนักแห้ง) สูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เนื่องจากปริมาณโปรตีนในอาหารเป็นตัวกระตุ้นให้กุ้งมีการเจริญเติบโต ส่งผลให้กุ้งที่ได้รับอาหารแต่ละสูตรในการทดลองมีน้ำหนัก ขนาดตัว รวมถึงปริมาณโปรตีนที่สะสมในเนื้อแตกต่างกันด้วยเช่นกัน ซึ่งสอดคล้องกับทรงทรัพย์ อรุณกมล และคณะ (2560) พบว่าระดับโปรตีนที่เหมาะสมในอาหารต่ออัตราการเจริญเติบโตและอัตรารอดของกุ้งก้ามแดง ควรใช้อาหารระดับโปรตีนร้อย 35 ซึ่งเป็นระดับที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามแดงวัยอ่อน โดยส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตดีที่สุด

เมื่อพิจารณาถึงส่วนผสมของอาหารเม็ดสำเร็จรูปชุดควบคุมมีส่วนผสมถึง 9 ชนิด จึงมีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 42.00 เปอร์เซ็นต์ สูงกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติทั้ง 3 สูตร แต่เมื่อพิจารณาในกลุ่มของอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบธรรมชาติ พบว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีแหนเป็ดเล็กเป็นองค์ประกอบ มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีไข่น้ำและใบหูกวางเป็นองค์ประกอบ เท่ากับ 16.31, 12.56 และ 10.19 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) สอดคล้องกับการทดลองของวีรเทพ ศรีปราชญ์ และคณะ (2554) โดยการศึกษาการใช้สาหร่ายผมนางเป็นวัตถุดิบในอาหารกุ้งกุลาดำที่ระดับสาหร่ายผมนาง (Gracilaria Fisheri) ต่างกัน 6 ระดับ พบว่าสาหร่ายผมนาง สามารถนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในอาหารกุ้งกุลาดำเพื่อเพิ่มสมรรถภาพการผลิตและประสิทธิภาพอาหารกุ้งกุลาดำได้ โดยมีระดับสาหร่ายผมนางที่เหมาะสมอยู่ที่อัตราส่วนร้อยละ 3.00 และการทดลองของกันย์สินี พันธ์วนิช ดำรง และสุขุม เร้าใจ (2552) ศึกษาการนำไข่น้ำไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง โดยเลี้ยงลูกปลาทองด้วยอาหารผสมไข่น้ำอบแห้งที่ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 ตามลำดับ พบว่าลูกปลาทองที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไข่น้ำอบแห้งร้อยละ 15 ให้ระดับความเข้มสีของลำตัวเฉลี่ยสูงสุดที่ระดับ 30 ซึ่งแตกต่างจากการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรอื่น ขณะที่การเลี้ยงด้วยอาหารแต่ละสูตร ไม่มีผลให้ความแตกต่างในการเจริญเติบโตและอัตรารอดของลูกปลาทอง เช่นเดียวกับการทดลองของ ศิริภาวี เจริญวัฒนศักดิ์ และคณะ (2544) ทำการศึกษาการเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (Wolffia Arrhiza) สำหรับการลดต้นทุนค่าอาหารปลา ด้วยการเสริมไข่น้ำในสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิล โดยการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปเสริมด้วยไข่น้ำ ในอัตราส่วน 0, 15, 30 และ 45 ตามลำดับ พบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมไข่น้ำในอัตราส่วน 15 เปอร์เซ็นต์ เป็นสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปลานิลและลดต้นทุนค่าอาหารปลาได้ดีที่สุด

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.2.3 การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงจากสูตรอาหารทั้ง 4 สูตร ในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารสำเร็จรูปที่นำมาเป็นกลุ่มควบคุมให้ผลการเจริญเติบโตที่ดีกว่าอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติทั้ง 3 สูตร อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะกลุ่มของอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงจากวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นทั้ง 3 สูตร พบว่ากุ้งที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงที่มีแหนเป็ดเล็กเป็นองค์ประกอบให้การเติบโตได้ดีกว่าอาหารดัดแปลงสูตรอื่น น้ำหนักตัวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 8.69±0.46 กรัม ความยาวสุดท้ายเฉลี่ยเท่ากับ 9.22±0.07 เซนติเมตร การเจริญเติบโตจำเพาะเท่ากับ 1.65±0.05 เปอร์เซ็นต์ และอัตราการแลกเนื้อเท่ากับ 0.55±0.00 รองลงมาคือ อาหารสูตรที่มีไข่น้ำ และใบหูกวางเป็นองค์ประกอบตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับ อนุรักษ์ และคณะ (2555) พบว่าการใช้แหนแดงอบแห้งเป็นแหล่งโปรตีนร่วมกลุ่มอาหารกลุ่มอื่น ๆ สำหรับเลี้ยงปลานิลแปลงเพศมีผลต่อน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม การเจริญเติบโตจำเพาะ ($P<0.05$) แหนแดงจึงสามารถเป็นอาหารที่ต้นทุนต่ำ มีคุณค่าทางอาหารสูงพอสำหรับปลา และพบว่าควรใช้แหนแดงเป็นอาหารเสริมที่สามารถลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้อาหารของสัตว์น้ำได้ เช่นเดียวกับ วรรณชัย พรหมเกิด (2553) พบว่าการใช้สาคูสดร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหารเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ (Oreochromis Niloticus Linn) ขนาดกลาง ทำให้ปลานิลแดงที่ได้รับอาหารที่มีระดับสาคู 50 เปอร์เซ็นต์ต่ออาหารสำเร็จรูป 50 เปอร์เซ็นต์ เป็นระดับที่ทำให้ปลามีการเจริญเติบโตสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากปลาที่ได้รับอาหารสำเร็จรูป 100 เปอร์เซ็นต์ จากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการใช้วัตถุดิบธรรมชาติมาเป็นส่วนประกอบในอาหารสามารถลดต้นทุน และส่งเสริมการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงได้ตามปกติ ซึ่งเมื่อพิจารณาวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดที่นำมาวิจัยพบว่า แหนเป็ดเล็กเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมต่อการนำไปพัฒนาเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตหลักในอาหารเลี้ยงกุ้งก้ามแดง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus) ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะที่อาจเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

5.3.1 ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงชนิดและรูปแบบของอาหารให้มีความหลากหลายมากกว่านี้

5.3.2 ควรมีการศึกษาการเพิ่มโปรตีนในอาหารเม็ดดัดแปลง โดยการนำหอยเชอรี่ เปลือกหอย เปลือกไข่ หรือไส้เดือน มาเป็นส่วนผสมเพิ่มเติมนอกเหนือจากวัตถุดิบธรรมชาติ เพื่อเพิ่มสารอาหารให้แก่อาหารสัตว์สำเร็จรูปที่พัฒนาขึ้น

5.3.3 ควรมีการศึกษาวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่น หรือวัตถุดิบเหลือใช้จากการเกษตร เพื่อนำมาปรับปรุงสูตรอาหารที่มีส่วนผสมแตกต่างกัน และใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามแดงในเชิงพาณิชย์ อีกทั้งยังสามารถนำนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษาระยะการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

บรรณานุกรม

กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย. (2550). *คุณค่าทางโภชนาการของไข่ผำ.* กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

กฤษฎิ์พนธ์ พรรณรัตนชัย. (2556). *การพัฒนาชุดเพาะเลี้ยงไข่น้ำ* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). เพชรบูรณ์ : มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

กษิดิศ วรรณุรักษ์. (2557). *แนวทางการเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชแห่งพื้นที่ อินโด ออสเตรเลีย และนิวกินี.* ใน*คลังหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเทศไทย.* สืบค้นจาก http://www.ebooks.in.th/thaiaquaclub.com.

กษิดิศ วรรณุรักษ์. (2558). *การเลี้ยงกุ้งเครย์ฟิชสาย Cherax จากประเทศออสเตรเลียที่น่าสนใจในคลังหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ประเทศไทย.* สืบค้นจาก http://www.ebooks.in.th/thaiaquaclub.com.

กันย์สินี พันธ์วนิชดำรง และสุขุม เร้าใจ. (2552). *การศึกษาทดลองเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (Wolffia arrhiza (L.)* Wimm.*) และการนำไปใช้ปรับปรุงคุณภาพสีปลาทอง* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกรียงไกร ยอดชมภู. (2556). *แนวทางและแบบอย่างการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคนเมืองทำเงินในรั้วบ้าน*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์นาคาอินเตอร์มีเดีย.

จิราพร โรจน์ทินกร และ อัญชลี ธำมรงค์คงสถิต. (2549). *การแช่รักษาโรคแอโรโมแนสในสัตว์น้ำโดยใช้สารสกัดเปลือกทับทิมและใบหูกวาง* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ชลี ไพรบูลย์กิจกุล, บัลลังก์ เนื่องแสง, บัญชา นิลเกิด, วศิน ยุวนะเตมีย์ และ เบ็ญจมาศ ไพบูลย์กิจกุล. (2548). การพัฒนาอาหารกุ้งกุลาดำโดยใช้กล้วยเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตและสารเหนียว. *วารสารแก่นเกษตร*, (35), 215-226.

เต็ม สมิตินันท์. (2557). ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทยฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2557. กรุงเทพฯ : สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช.

ทรงทรัพย์ อรุณกมล, สาริณี บุตรดาวงศ์ และ นพรัตน์ พัชณีย์ (2560). ระดับโปรตีนที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอดของกุ้งก้ามแดงวัยอ่อน (Cherax quadricarinatus, Von Martens 1868). *วารสารแก่นเกษตร*, 45(1), 896-902.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

นันทนา บุณยะประภัศร และ อรนุช โชคชัยเจริญพร. (2539). *สมุนไพรพื้นบ้าน เล่ม 5.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

นิจศิริ เรืองรังษี และธวัชชัย มังคละคุปต์. *สมุนไพรไทย เล่ม 1.* กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยมหิดล.

บุญรัตน์ ประทุมชาติ. (2553). ผลของการใช้แป้งมันสำปะหลังเพื่อเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในสูตรอาหารกุ้งต่อการเจริญเติบโต ความแปรปรวนของขนาด อัตราการแลกเนื้อ ความถี่ในการลอกคราบ อัตราการรอด และดัชนีตับของกุ้งขาววัยรุ่น (Litopenaeus Vannamei). *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา,* 15(2), 29-36.

ปกรณ์ อุ่นประเสริฐ, วิรัตดา สีตะสิทธิ์ และ อานนท์ สิริสุริยกมลชัย. (2553). *ศึกษาชีววิทยาของกุ้งเครฟิชน้ำจืดที่นำเข้ามาในประเทศไทย.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ประทีป มายิ้ม. (2551). *การเรียนรู้ชีววิถีเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง.* [เอกสารอัดสำเนา]. ชลบุรี: ศูนย์การเรียนรู้บ้านมายิ้ม.

ปรีดา ภูมี. (2555). *อาหารและการให้อาหารสัตว์น้ำ.* [เอกสารอัดสำเนา]. ตรัง: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

พงษ์ชาญ ณ ลำปาง. (2556). *การหาแหล่งอาหารพื้นบ้านเพื่อทดแทนรำในอาหารสุกรพันธุ์ไทย.* นครราชสีมา : มหาวิยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พรเทพ เนียมพิทักษ์, สุธี วงศ์มณีประทีป, ศิริภาวี เจริญวัฒนศักดิ์ และประภาษณ์ ยศวิจิตร. (2557). *ผลของระดับความเค็มต่อการเจริญเติบโต อัตราการรอดตาย และการลอกคราบของกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus)* (วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต). ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พัชรี สำโรงเย็น. (2558). *แนวทางการแก้ปัญหาการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง 5 ภาค เล่ม 2.* กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์นาคาอินเตอร์มีเดีย.

มูลนิธิชัยพัฒนา. (2552). *การดำเนินชีวิตตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง.* สืบค้นจาก http://www.chaipat.or.th.

วรรณชัย พรหมเกิด. (2553). *การใช้สาคูสดร่วมกับอาหารเม็ดสำเร็จรูปเป็นแหล่งอาหารเลี้ยงปลานิลแดงแปลงเพศ (Oreochromis Niloticus Linn) ขนาดกลาง.* นครศรีธรรมราช : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

วัฒนา วัฒนกุล, อุไรวรรณ วัฒนกุล และเจษฎา อิสเหาะ. (2554). *ระดับที่เหมาะสมของน้ำนึ่งปลาและกากเนื้อเมล็ดในปาล์มน้ำมันในอาหารกุ้งขาวแวนนาไม* (*Litopenaeus Vannamei*). ตรัง : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วันทนา อยู่สุข, อนุวัฒน์ นทีวัฒนา, จารุวัฒน์ นภีตะกัฏ, ชะลอ ลิ้มสุวรรณ และปกรณ์ อุ่นประเสริฐ. (2555). นก. ใน *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนโดยพระราชประสงค์ในพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ฉบับเสริมการเรียนรู้ เล่ม 18* (พิมพ์ครั้งที่ 1) (น.164-168). กรุงเทพฯ : โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน.

วีรเทพ ศรีปราชญ์, วิโรจน์ กิติคุณ, ภัคพงศ์ ปวงสุข และธวัชชัย ศุภดิษฐ์. (2554). การใช้สาหร่ายผมนาง (Gracilaria Fisheri) เป็นวัตถุดิบในอาหารกุ้งกุลาดำ. *วารสารแก่นเกษตร*, 39(2), 159-170.

ศิริภาวี ศรีเจริญ, นำชัย เจริญเทศประสิทธิ์, วิรัช จิ๋วแหยม, พีระพงษ์ แพงไพรี และรัศมี ชูชีพ. (2554). การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (Wolffia Arrhiza) สำหรับการลดต้นทุนค่าอาหารปลา. *วารสารแก่นเกษตร*, 6(2), 6-15.

ศูนย์การเรียนรู้กุ้งเครย์ฟิช Yabby House. (2556). *กุ้งเครฟิช*. สืบค้นจากhttps://www.aqua.club.net.

สมจินตนา พุทธมาตย์ และ วรวัฒน์ สุวรรณสาร. (2550). *การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของใบหูกวาง (Terminalia Catappa* L.) *และผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำและการยับยั้งแบคทีเรียในน้ำ*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และสุรัตน์ดา จินดาเพ็ชร. (2556). *ผลของการใช้แหนแดงทดแทนอาหารกุ้งสำเร็จรูปสาหรับเลี้ยงกุ้งเครฟิช (Procambanus sp.)*. (วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมศักดิ์ สันวิลาศ. (2542). *การเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ (Wolffia Arrhiza* (Linn) Wimm.*) ที่เพาะเลี้ยงด้วยสูตรอาหารและระดับความเข้มแสงต่างกัน ในสภาพกลางแจ้ง*. (วิทยานิพนธปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

สุขุม เร้าใจ และสุทิน สมบูรณ์. (2551). การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza* (L.) Wimm.). *วารสารการประมง,* 60(5), 405-413.

สุธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย. (2558). *แบบอย่างและวิธีการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามแดงเครย์ฟิช*. สมุทรสาคร : สำนักพิมพ์นาคา อินเตอร์มีเดีย.

สุธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย. (2559). *หลากหลายวิธีการเลี้ยงกุ้งก้ามแดงชีววิถีต้นทุนต่ำ*. สมุทรสาคร : สำนักพิมพ์นาคา อินเตอร์มีเดีย.

สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์. (2545). การบำบัดน้ำเสียที่มีตะกั่วและแคดเมียมปนเปื้อนโดยใช้แหนเป็ดเล็ก (*Lemna perpusilla* Torr.). *วารสารเกษตรพระจอมเกล้า*, 20(3), 1-11.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

หับเส๊าะ หมัดเหม, ธัญญา ดวงจินดา และสุภฎา ศีรีรัฐนิคม (2553). การใช้สาหร่ายผมนาง (Gracilaria Fisheri) เป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต และสารเหนียวในอาหารกุ้งก้ามกราม (Macrobrachium Rosenbergii). *วารสารมหาวิทยาลัยทักษิณ,* 13(1), 31-39.

อนุรักษ์ เขียวขจรเขต, อมรรัตน์ วันอังคาร, กุลยาภัสร์ วุฒิจารี, ณัฐมนตรี คงกระพันธ์ และณัฐพงศ์ วงศ์ใหญ่. (2555). *การใช้ประโยชน์จากแหนแดงอบแห้งในอาหารปลานิลแดงแปลงเพศ (Oreochromis Niloticus* L.) พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อรัญญา พลพรพิสิฐ, จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์, นันทริกา ชันซื่อ, วีณา เคยพุดซา และณิฏฐารัตน์ ปภาวสิทธิ์. (2549). *การใช้ใบหูกวาง (Terminalia Catappa* L.*) เพื่อรักษาโรคในปลากัด (Betta splendens) และปลาหางนกยูง (Poecilia Reticulata).* กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อะโน สุขเจริญ. (2542). *การเจริญเติบโตและปริมาณโปรตีนของไข่น้ำ (Wolffia Arrhiza (*L.*)* Wimm.*) ที่เพาะเลี้ยงในชนิดอาหาร และระดับความเข้มแสงต่างกันในสภาพกลางแจ้ง* (วิทยานิพนธ์ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต). มหาสารคาม : มหาวิทยาลัย มหาสารคาม.

Chyau, C., Tsai, S., Ko, P. and Mau, J. (2002). Antioxidant properties of solvent extracts from *Terminalia catappa* leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 78, 483 – 488.

Fiogbe, E. D., Micha, J.C. and Van Hove, C. (2004). Use of a natural aquatic fern, *Azolla microphylla*, as a main component in food for the omnivorous phytoplanktonophagous tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Journal of Applied Ichthyology.* 20: 517–520.

Fujita A, Tonouchi A, Hiroko T, Inose F, Nagashima T, Satoh R, and Tanaka S. (1999). Hsl7p, a negative regulator of Ste20p protein kinase in the Saccharomyces cerevisiae filamentous growth-signaling pathway. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America.* 96(15), 8522-7.

Fujita, H., Kamiguchi, K., Cho, D., Shibanuma, M., Morimoto, C. and Tachibana, K**.** (1998). Interaction of Hic-5, a senescence-related protein, with focal adhesion kinase. *J. Biol. Chem.* 273, 26516-26521.

Fujita, M. , Mori, K and Kodera, T. (1998). Nutrient Removal and Starch Production through Cultivation of Wolffia arrhiza. *Bioscience and Bioengineering Journal*, 2(87), 194-198.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Leng, R. A., Stambolie, J. H. and Bell, R. (1995). Duckweed – a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. *Livestock Research for Rural Development*. 7(1), 244-248.

Loya Javellana G.N., Fielder D.R.O., and Thorne M.J. (1993). *Aquaculture* 118, 299-308.

Ogino, C. (1980). Requirements of carp and rainbow trout for essential amino acids. *Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish*. 46, 171–174.

Rothwell G.W, Van Atta, M.R, Ballard, J.r HE and Stockey, RA. (2004). Molecular phylogenetic relationships among Lemnaceae and Araceae using the chloroplast *trnL-trnF* intergenic spacer. *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 30, 378-385.

Rusoff, L.L, Blakeney, E.W and Culley, D.D. (1980). Duckweeds (Lemnaceae Family): A Potential Source of Protein and Amino Acids. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (28), 848-50.

Sithara, K. and Kamalaveni, K. (2008). Formulation of low-cost feed using *Azolla* as a protein supplement and its influence on feed utilization in fishes. *Curentbiotica*. 2, 212-219.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ก

วัสดุอุปกรณ์ในการเตรียมสถานที่เลี้ยง และการเตรียมอาหาร สำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ก.1 การเตรียมกุ้งก้ามแดงขนาดความยาวเฉลี่ย 1 นิ้ว หรือ 2.51 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ก.2 การเตรียมน้ำสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง

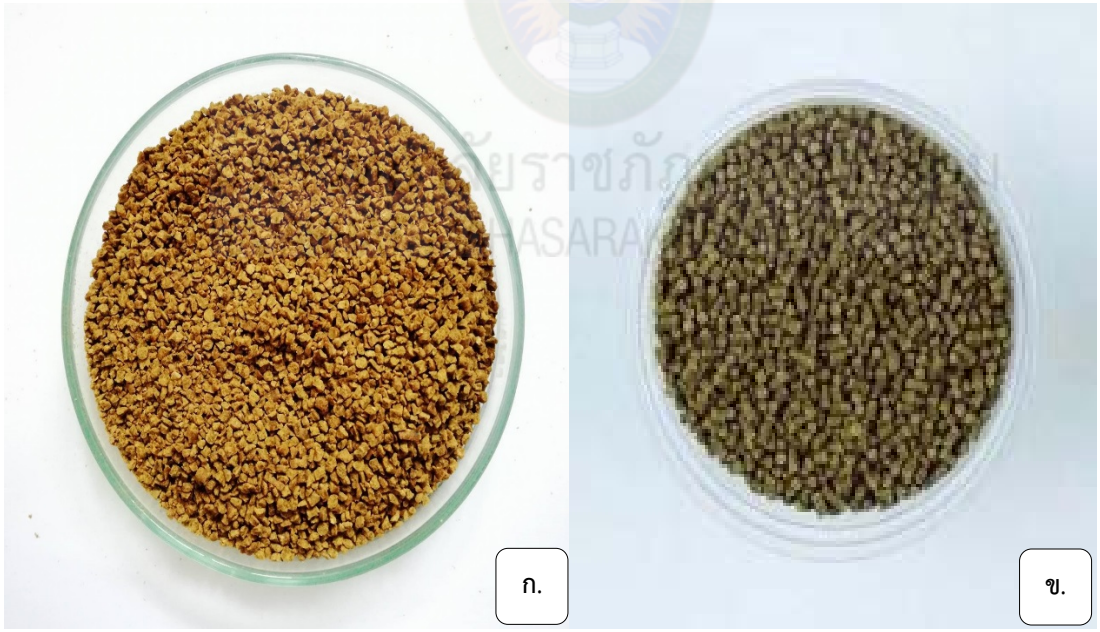
ภาพที่ ก.3 การเตรียมน้ำสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง

ภาพที่ ก.4 การเตรียมบ่อสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง

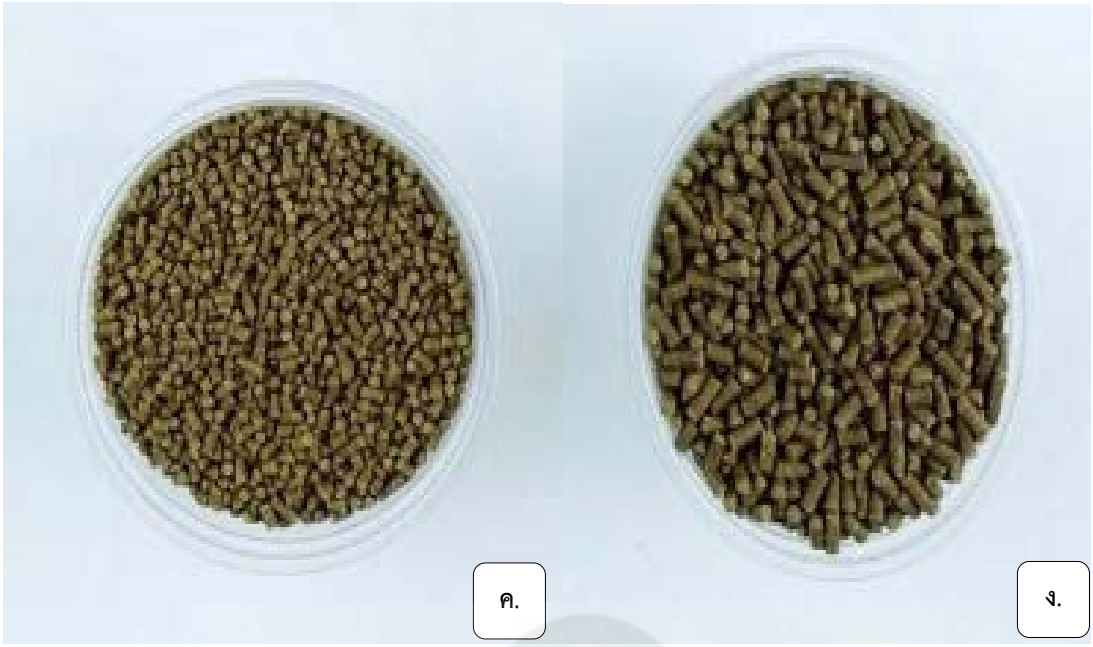
ภาพที่ ก.5 การเตรียมอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดงทั้ง 3 สูตรอาหาร

ภาพที่ ก.6 การเตรียมอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดงทั้ง 3 สูตรอาหาร

ภาพที่ ก.7 การเตรียมอาหารเม็ดสำเร็จรูปดัดแปลงสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดงทั้ง 3 สูตรอาหาร



ภาพที่ ก.8 อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง



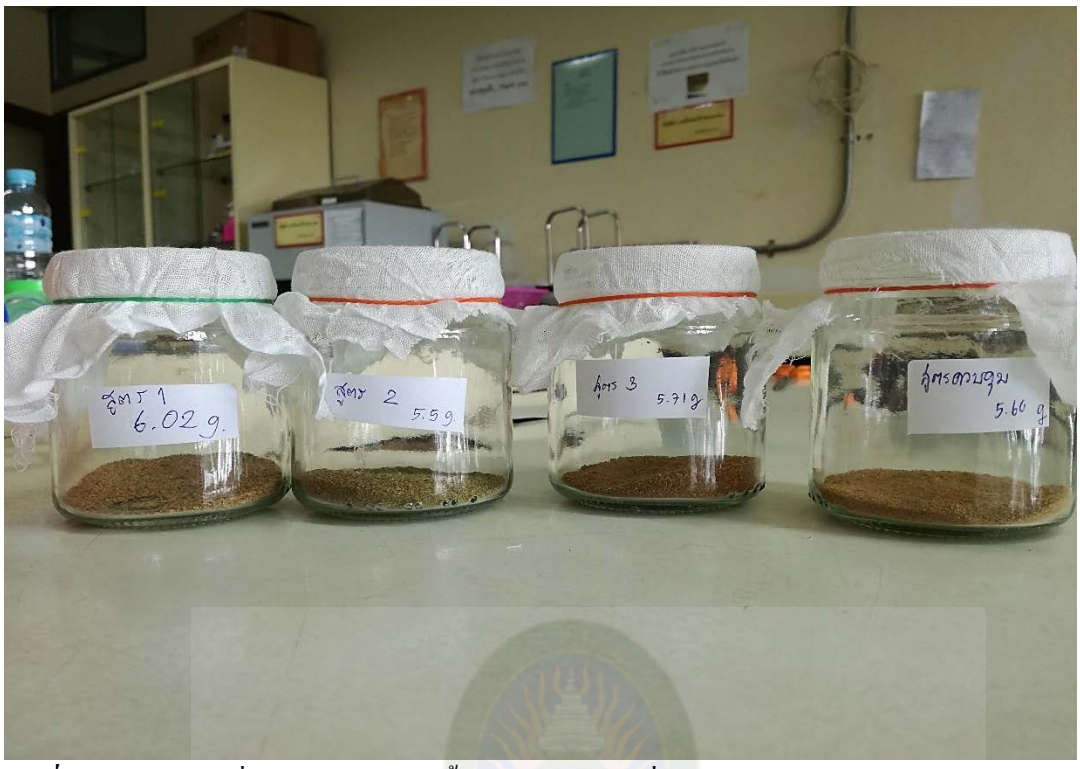
ภาพที่ ก.9 อาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงกุ้งก้ามแดง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

ผลการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



ภาพที่ ข.1 บดอาหารที่ใช้ในการทดลองทั้ง 4 สูตรอาหาร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ข.2 เนื้อกุ้งส่วนลำตัว ทั้ง 4 สูตรอาหาร เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน

ภาพที่ ข.3 เนื้อกุ้งส่วนลำตัว ทั้ง 4 สูตรอาหาร นำไปอบที่ตู้อบลมร้อน 60 ^{o}C เป็นเวลา 1 วัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตารางการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในเนื้อกุ้งก้ามแดง และอาหารเม็ดสำเร็จรูป ทั้ง 4 ชุดการทดลอง

ตัวอย่าง	รหัส	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตรสุดท้าย(ml)	ปริมาตรที่ใช้กลั่น (ml)	ปริมาณ HCl ที่ใช้ (0.0198 N) (ml)	S-B			%N
เนื้อกุ้งชุดควบคุม (กุ้งสด)	1.1	1.09	100	10	10.75	10.25	0.028413	2.6067	2.6271
	1.2	1.0371	100	10	10.45	9.95	0.027581	2.6595	
	1.3	1.06	100	10	10.5	10	0.02772	2.6151	
เนื้อกุ้งชุดทดลองที่ 1 (กุ้งสด)	2.1	1.0907	100	10	10.5	10	0.02772	2.5415	2.6075
	2.2	1.091	100	10	10.75	10.25	0.028413	2.6043	
	2.3	1.0304	100	10	10.45	9.95	0.027581	2.6768	
เนื้อกุ้งชุดทอลองที่ 2 (กุ้งสด)	3.1	1.0801	100	10	9.55	9.05	0.025087	2.3226	2.4037
	3.2	1.0802	100	10	10.05	9.55	0.026473	2.4507	
	3.3	1.0802	100	10	10	9.5	0.026334	2.4379	
เนื้อกุ้งชุดทดลอง3 (กุ้งสด)	4.1	1.11	100	10	9.55	9.05	0.025087	2.2601	2.2654
	4.2	1.1	100	10	9.5	9	0.024948	2.2680	
	4.3	1.1	100	10	9.5	9	0.024948	2.2680	
เนื้อกุ้งชุดควบคุม (อบแห้ง)	5.1	0.5011	100	5	19.1	18.6	0.103118	20.5784	17.7550
	5.2	0.5004	100	5	15.5	15	0.08316	16.6187	
	5.3	0.5003	100	5	15	14.5	0.080388	16.0680	
เนื้อกุ้งชุดทดลองที่ 1 (อบแห้ง)	6.1	1.0071	100	5	34.5	34	0.188496	18.7167	17.0323
	6.2	1.0005	100	5	29.4	28.9	0.160222	16.0142	
	6.3	1.001	100	5	30.05	29.55	0.163825	16.3662	
เนื้อกุ้งชุดทดลองที่ 2 (อบแห้ง)	7.1	1.0106	100	5	32.55	32.05	0.177685	17.5821	16.6160
	7.2	1.002	100	5	29.5	29	0.160776	16.0455	
	7.3	1.01	100	5	30.05	29.55	0.163825	16.2203	
เนื้อกุ้งชุดทดลองที่ 3 (อบแห้ง)	8.1	1.0411	100	10	62.45	61.95	0.171725	16.4946	14.6953
	8.2	1.0104	100	10	53	52.5	0.14553	14.4032	
	8.3	1.0089	100	10	48.5	48	0.133056	13.1882	
อาหารชุดควบคุม	9.1	1.001	100	5	14.2	13.7	0.075953	7.5877	6.7216
	9.2	1.0005	100	5	13.4	12.9	0.071518	7.1482	
	9.3	1.0008	100	5	10.3	9.8	0.054331	5.4288	

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวอย่าง	รหัส	น้ำหนัก (กรัม)	ปริมาตรสุดท้าย(ml)	ปริมาตรที่ใช้กลั่น (ml)	ปริมาณ HCl ที่ใช้ (0.0198 N) (ml)	S-B			%N
อาหารชุดทดลองที่ 1	10.1	1.0029	100	5	5	4.5	0.024948	2.4876	2.6108
	10.2	1.0103	100	5	5.7	5.2	0.028829	2.8535	
	10.3	1.0014	100	5	5	4.5	0.024948	2.4913	
อาหารชุดทดลองที่ 2	11.1	1.0001	100	5	4	3.5	0.019404	1.9402	2.0132
	11.2	1.0006	100	5	4.2	3.7	0.020513	2.0500	
	11.3	1.0009	100	5	4.2	3.7	0.020513	2.0494	
อาหารชุดทดลองที่ 3	12.1	1.01	100	5	4.9	4.4	0.024394	2.4152	1.6311
	12.2	1	100	5	4.2	3.7	0.020513	2.0513	
	12.3	1.002	100	5	4.35	3.85	0.021344	0.4269	
Blank			100	10	0.5				

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ค

ข้อมูลผลการศึกษา และผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ค.1 ทำการวัดขนาดและชั่งน้ำของกกุ้งก้ามแดง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาพที่ ค.2 การวัดขนาดความยาวของกุ้งก้ามแดง

ภาพที่ ค.3 การชั่งน้ำหนักของกุ้งก้ามแดง

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การเก็บข้อมูลทุก 15 วัน

โดยทำการเก็บข้อมูล การชั่งน้ำหนักและวัดขนาดความยาวของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารเม็ด

สำเร็จรูป 4 ชุดการทดลอง

เวลาที่เก็บข้อมูล 10.00 นาฬิกา

ตารางการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดควบคุม

ตัวที่	ความยาวทั้งหมดต่อสัปดาห์ (ซม.)									ความยาวที่เพิ่มขึ้น	ความยาวลำตัวต่อสัปดาห์ (ซม.)									ความยาวลำตัวที่เพิ่มขึ้น
	0	2	4	6	8	10	12	14	16		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
	2.50	3.80	4.80	5.80	6.80	8.00	9.50	10.70	11.50	9.00	1.20	2.30	2.50	3.30	4.00	5.00	5.00	6.00	6.80	5.60
	2.60	3.60	4.60	5.60	6.60	7.80	9.30	10.50	12.00	9.40	1.30	2.10	2.50	3.30	4.00	5.00	5.10	6.50	7.20	5.90
	2.40	3.50	4.50	5.50	6.50	7.70	9.20	10.40	11.90	9.50	1.20	2.00	2.50	3.20	4.00	5.20	5.00	6.30	7.00	5.80
	2.50	3.90	4.90	5.90	6.90	8.10	9.60	10.80	12.30	9.80	1.30	2.30	2.50	3.40	4.10	5.10	5.10	6.30	7.50	6.20
	2.50	3.90	4.80	5.80	6.80	8.00	9.50	10.70	12.20	9.70	1.30	2.30	2.50	3.40	4.10	5.20	5.20	6.50	7.50	6.20
	2.40	3.60	4.60	5.60	6.60	7.80	9.30	10.50	12.00	9.60	1.20	2.10	2.50	3.30	4.00	5.00	5.00	6.50	7.00	5.80
	2.50	3.50	4.50	5.50	6.50	7.70	9.20	10.40	11.90	9.40	1.30	2.00	2.50	3.20	4.00	5.20	5.10	6.30	7.10	5.80
	2.60	3.80	4.80	5.80	6.80	8.00	9.50	10.70	12.20	9.60	1.30	2.30	2.50	3.40	4.10	5.00	5.20	6.50	7.50	6.20
	2.60	3.30	4.30	5.30	6.30	7.50	9.00	10.20	11.70	9.10	1.40	1.80	2.30	2.90	4.00	5.00	5.00	6.20	7.20	5.80
	2.50	3.40	4.40	5.40	6.40	7.60	9.10	10.30	11.80	9.30	1.20	2.00	2.30	3.00	4.00	5.20	5.10	6.20	7.30	6.10
	2.50	3.30	4.30	5.30	6.30	7.50	9.00	10.20	11.70	9.20	1.30	1.80	2.30	2.50	4.00	5.00	5.10	6.20	7.30	6.00
	2.50	3.70	4.70	5.70	6.70	7.90	9.40	10.60	12.10	9.60	1.20	2.10	2.50	3.20	4.30	5.00	5.20	6.40	7.40	6.20
	2.40	3.50	4.50	5.50	6.50	7.70	9.20	10.40	11.90	9.50	1.20	2.00	2.50	3.20	4.00	5.20	5.10	6.30	7.20	6.00
	2.60	3.40	4.90	5.90	6.90	8.10	9.60	10.80	12.30	9.70	1.30	2.00	2.50	3.40	4.10	5.30	5.10	6.50	7.50	6.20
	2.60	3.90	4.90	5.90	6.90	8.10	9.60	10.80	12.30	9.70	1.30	2.30	2.60	3.40	4.10	5.10	5.20	6.50	7.50	6.20
ฉลี่ย	**2.51**	**3.61**	**4.63**	**5.63**	**6.63**	**7.83**	**9.33**	**10.53**	**11.99**	**9.47**	**1.27**	**2.09**	**2.47**	**3.21**	**4.05**	**5.10**	**5.10**	**6.35**	**7.27**	**6.00**
ค่าฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=9.47											ค่าฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=6.00									
	1.30	1.50	2.30	2.50	2.80	3.00	4.50	4.70	4.70	3.40	0.90	1.90	3.90	4.90	5.90	7.10	8.60	9.80	11.60	10.70
	1.30	1.50	2.10	2.30	2.60	2.80	4.20	4.00	4.80	3.50	0.68	1.68	3.68	4.68	5.68	6.80	8.30	9.50	11.50	10.82
	1.20	1.50	2.10	2.30	2.50	2.50	4.20	4.10	4.90	3.70	0.65	1.65	3.60	4.60	5.60	6.80	8.30	9.50	10.80	10.15
	1.20	1.60	2.40	2.50	2.80	3.00	4.50	4.50	4.80	3.60	0.85	1.85	3.82	4.82	4.82	6.02	7.52	8.75	11.00	10.15
	1.20	1.60	2.30	2.40	2.70	2.80	4.30	4.20	4.90	3.70	0.93	1.93	3.90	4.90	4.90	6.10	7.60	8.80	11.50	10.57
	1.20	1.50	2.10	2.30	2.60	2.80	4.30	4.00	5.00	3.80	0.85	1.85	3.85	4.85	4.85	6.05	7.55	9.75	11.50	10.65
	1.20	1.50	2.00	2.30	2.50	2.50	4.10	4.10	4.80	3.60	0.87	1.85	3.80	4.80	4.80	6.00	7.50	8.70	10.87	10.00
	1.40	1.50	2.30	2.40	2.70	3.00	4.30	4.20	4.90	3.50	0.75	1.75	3.75	4.75	4.75	5.90	7.40	9.60	10.86	10.11
	1.30	1.50	2.00	2.40	2.30	2.50	4.00	4.00	4.50	3.20	0.55	1.55	3.58	4.58	4.58	5.78	7.28	8.48	10.48	9.93
	1.30	1.40	2.10	2.40	2.40	2.40	4.00	4.10	4.50	3.20	0.81	1.81	3.80	4.80	4.80	6.00	7.50	8.70	11.70	11.18
	1.20	1.50	2.00	2.30	2.30	2.50	3.90	4.00	4.40	3.20	0.80	1.52	3.52	4.52	4.52	5.72	7.22	9.42	10.84	10.04
	1.30	1.60	2.20	2.50	2.40	2.90	4.20	4.20	4.90	3.40	0.62	1.62	3.60	4.60	4.60	5.80	7.30	8.50	10.50	9.38
	1.20	1.50	2.00	2.30	2.50	2.50	4.10	4.10	4.70	3.50	0.71	1.71	3.70	4.70	4.70	5.90	7.40	8.60	10.89	10.18
	1.30	1.40	2.40	2.50	2.80	2.80	4.50	4.30	4.80	3.50	0.52	1.81	3.80	4.80	4.81	6.00	7.50	8.70	10.70	9.89
	1.30	1.60	2.30	2.50	2.80	3.00	4.40	4.30	4.80	3.50	0.92	1.92	3.90	4.90	4.90	6.10	7.60	8.80	11.85	10.93
ฉลี่ย	**1.26**	**1.51**	**2.17**	**2.39**	**2.58**	**2.73**	**4.23**	**4.19**	**4.76**	**3.49**	**0.76**	**1.76**	**3.75**	**4.75**	**4.95**	**6.14**	**7.64**	**9.04**	**11.11**	**10.31**
ค่าฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=3.49											ค่าฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=10.31									

การเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดทดลองที่ 1

ตัวที่	ความยาวทั้งหมดต่อสัปดาห์ (ซม.)									ความยาวที่เพิ่มขึ้น	ความยาวลำตัวต่อสัปดาห์ (ซม.)									ความยาวลำตัวที่เพิ่มขึ้น
	0	2	4	6	8	10	12	14	16		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
1.	2.50	3.20	3.90	4.60	5.30	6.10	7.00	8.00	9.20	6.70	1.20	1.90	2.40	2.30	2.80	3.10	4.00	4.50	4.70	3.50
2.	2.60	3.30	4.00	4.70	5.40	6.20	7.10	8.10	9.30	6.70	1.30	1.80	2.10	2.40	3.00	3.20	4.10	4.60	4.80	3.50
3.	2.40	3.10	3.80	4.50	5.20	6.00	6.90	7.90	9.10	6.70	1.20	1.60	2.30	2.50	2.80	3.20	3.70	4.50	4.70	3.50
4.	2.40	3.10	3.80	4.50	5.20	6.00	6.90	7.90	9.10	6.70	1.20	1.60	2.30	2.50	2.80	3.10	3.70	4.50	4.60	3.40
5.	2.60	3.30	4.00	4.70	5.40	6.20	7.10	8.10	9.30	6.70	1.30	1.80	2.00	2.50	3.00	3.10	4.10	4.60	4.80	3.50
6.	2.50	3.20	3.90	4.60	5.30	6.10	7.00	8.00	9.20	6.70	1.20	1.80	2.30	2.30	2.80	3.10	4.10	4.40	4.60	3.40
7.	2.50	3.20	3.90	4.60	5.30	6.10	7.00	8.00	9.20	6.70	1.30	1.80	2.30	2.30	2.80	3.10	4.00	4.60	4.60	3.30
8.	2.50	3.20	3.90	4.60	5.30	6.10	7.00	8.00	9.20	6.70	1.30	1.80	2.40	2.50	2.70	3.20	4.00	4.50	4.70	3.40
9.	2.60	3.30	4.00	4.70	5.40	6.20	7.10	8.10	9.30	6.70	1.30	1.80	2.00	2.50	3.00	3.30	4.10	4.60	4.70	3.40
10.	2.60	3.30	4.00	4.70	5.40	6.20	7.10	8.10	9.30	6.70	1.30	1.80	2.10	2.50	3.00	3.30	4.20	4.60	4.70	3.40
11.	2.40	3.10	3.80	4.50	5.20	6.00	6.90	7.90	9.10	6.70	1.20	1.60	2.30	2.50	2.80	3.10	3.7	4.50	4.60	3.40
12.	2.50	3.20	3.90	4.60	5.30	6.10	7.00	8.00	9.20	6.70	1.30	1.80	2.30	2.50	2.70	3.10	4.00	4.50	4.60	3.30
13.	2.50	3.20	3.90	4.60	5.30	6.10	7.00	8.00	9.20	6.70	1.30	1.80	2.30	2.50	2.70	3.10	4.10	4.40	4.70	3.40
14.	2.60	3.30	4.00	4.70	5.40	6.20	7.10	8.10	9.30	6.70	1.30	1.80	2.00	2.50	2.90	3.30	4.10	4.60	4.80	3.50
15.	2.60	3.30	4.00	4.70	5.40	6.20	7.10	8.10	9.30	6.70	1.30	1.80	2.10	2.50	2.90	3.20	4.20	4.60	4.80	3.50
เฉลี่ย	**2.52**	**3.22**	**3.92**	**4.62**	**5.32**	**6.12**	**7.02**	**8.02**	**9.22**	**6.70**	**1.27**	**1.77**	**2.21**	**2.45**	**2.85**	**3.18**	**4.01**	**4.53**	**4.69**	**3.43**
ค่าเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=**6.70**											ค่าเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=**3.43**									
1.	1.30	1.40	1.50	2.30	2.50	3.00	3.00	3.50	4.50	3.20	0.75	1.45	3.15	3.85	4.45	5.25	6.15	7.15	9.15	8.40
2.	1.30	1.50	1.90	2.30	2.40	3.00	3.00	3.50	4.50	3.20	0.80	1.50	3.20	3.90	4.60	5.40	6.30	7.30	9.30	8.50
3.	1.20	1.50	1.50	2.00	2.40	2.80	3.20	3.40	4.40	3.20	0.61	1.31	3.10	3.80	4.50	5.30	6.20	7.20	8.20	7.59
4.	1.20	1.50	1.50	2.00	2.40	2.90	3.20	3.40	4.50	3.30	0.65	1.35	3.05	3.75	4.45	5.25	6.15	7.15	8.15	7.50
5.	1.30	1.50	2.00	2.20	2.40	2.90	3.00	3.50	4.50	3.20	0.90	1.60	3.30	4.00	4.70	5.50	6.40	7.40	9.40	8.50
6.	1.30	1.40	1.60	2.30	2.50	3.00	2.90	3.60	4.60	3.30	0.60	1.30	3.00	3.70	4.40	5.20	6.10	7.10	9.10	8.50
7.	1.20	1.40	1.60	2.30	2.50	3.00	3.00	3.40	4.60	3.40	0.77	1.47	3.17	3.77	4.47	5.27	6.17	7.17	8.90	8.13
8.	1.20	1.40	1.50	2.10	2.60	2.90	3.00	3.50	4.50	3.30	0.65	1.35	3.05	3.75	4.45	5.25	6.15	7.15	8.97	8.32
9.	1.30	1.50	2.00	2.20	2.40	2.90	3.00	3.50	4.60	3.30	0.80	1.50	3.20	3.90	4.60	5.40	6.30	7.30	8.95	8.15
10.	1.30	1.50	1.90	2.20	2.40	2.90	2.90	3.50	4.60	3.30	0.70	1.40	3.10	3.80	4.50	5.30	6.20	7.20	9.00	8.30
11.	1.20	1.50	1.50	2.00	2.40	2.90	3.20	3.40	4.50	3.30	0.80	1.50	3.20	3.90	4.60	5.40	6.30	7.30	8.30	7.50
12.	1.20	1.40	1.60	2.10	2.60	3.00	3.00	3.50	4.60	3.40	0.68	1.38	3.08	3.78	4.48	5.28	6.18	7.18	8.18	7.50
13.	1.30	1.40	1.60	2.10	2.60	3.00	2.90	3.60	4.50	3.20	0.52	1.22	2.92	3.62	4.32	5.12	6.02	7.02	8.02	7.50
14.	1.30	1.50	2.00	2.20	2.50	2.90	3.00	3.50	4.50	3.20	0.85	1.55	3.25	3.95	4.65	5.45	6.35	7.35	8.30	7.45
15.	1.30	1.50	1.90	2.20	2.50	3.00	2.90	3.50	4.50	3.20	0.90	1.60	3.30	4.00	4.70	5.50	6.40	7.40	8.45	7.55
เฉลี่ย	**1.26**	**1.46**	**1.71**	**2.17**	**2.47**	**2.94**	**3.01**	**3.49**	**4.53**	**3.27**	**0.73**	**1.43**	**3.14**	**3.83**	**4.52**	**5.32**	**6.22**	**7.22**	**8.69**	**7.96**
ค่าเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=**3.27**											ค่าเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=**7.96**									

ตารางการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดทดลองที่ 2

ตัวที่	ความยาวทั้งหมดต่อสัปดาห์ (ซม.)									ความยาวที่เพิ่มขึ้น	ความยาวลำตัวต่อสัปดาห์ (ซม.)									ความยาวลำตัวที่เพิ่มขึ้น
	0	2	4	6	8	10	12	14	16		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
1.	2.50	3.00	3.50	4.10	4.70	5.30	6.00	6.80	7.80	5.30	1.20	1.50	2.00	2.10	2.50	2.80	3.00	3.50	4.30	3.10
2.	2.50	3.00	3.50	4.10	4.70	5.30	6.00	6.80	7.80	5.30	1.30	1.50	2.10	2.00	2.40	2.80	3.10	3.50	4.40	3.10
3.	2.40	2.90	3.40	4.00	4.60	5.20	5.90	6.70	7.70	5.30	1.20	1.50	2.00	2.10	2.30	2.70	3.00	3.50	4.40	3.20
4.	2.50	3.00	3.50	4.10	4.70	5.30	6.00	6.80	7.80	5.30	1.30	1.50	2.00	2.10	2.50	2.80	3.20	3.40	4.40	3.10
5.	2.40	2.90	3.40	4.10	4.70	5.30	6.00	6.80	7.80	5.30	1.20	1.50	2.00	2.10	2.40	2.80	3.10	3.40	4.30	3.10
6.	2.50	3.00	3.50	4.10	4.70	5.30	6.00	6.80	7.80	5.30	1.20	1.50	2.00	2.10	2.50	2.80	3.00	3.40	4.30	3.10
7.	2.50	3.00	3.50	4.10	4.70	5.30	6.00	6.80	7.80	5.30	1.30	1.50	2.00	2.10	2.40	2.80	3.20	3.50	4.40	3.10
8.	2.50	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.10	6.90	7.90	5.40	1.30	1.60	2.00	2.20	2.50	3.00	3.10	3.50	4.50	3.20
9.	2.40	2.90	3.40	4.10	4.70	5.30	6.00	6.80	7.80	5.30	1.20	1.50	2.00	2.10	2.50	3.00	3.10	3.40	4.30	3.10
10.	2.50	3.00	3.50	4.20	4.80	5.40	6.10	6.90	7.90	5.40	1.20	1.60	2.00	2.20	2.50	3.00	3.20	3.50	4.60	3.40
11.	2.50	3.00	3.60	4.20	4.80	5.40	6.10	6.90	7.90	5.40	1.20	1.50	2.00	2.10	2.40	3.00	3.10	3.60	4.60	3.40
12.	2.60	3.10	3.60	4.20	4.80	5.40	6.10	6.90	7.90	5.40	1.30	1.60	2.00	2.10	2.40	3.00	3.20	3.60	4.50	3.20
13.	2.60	3.10	3.60	4.20	4.80	5.40	6.10	6.90	7.90	5.40	1.30	1.60	2.00	2.20	2.50	3.00	3.10	3.50	4.70	3.40
14.	2.50	3.00	3.50	4.00	4.60	5.20	5.90	6.70	7.70	5.40	1.30	1.50	2.00	2.10	2.30	2.70	3.00	3.50	4.50	3.20
15.	2.40	2.90	3.40	4.10	4.70	5.30	5.90	6.70	7.70	5.30	1.20	1.50	2.00	2.10	2.40	3.00	3.00	3.50	4.50	3.30
เฉลี่ย	**2.49**	**2.99**	**3.50**	**4.12**	**4.72**	**5.32**	**6.01**	**6.81**	**7.81**	**5.34**	**1.25**	**1.53**	**2.01**	**2.11**	**2.43**	**2.88**	**3.09**	**3.49**	**4.45**	**3.20**
ค่าเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง= **5.34**											ค่าเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง= **3.20**									
1.	1.20	1.50	1.50	2.00	2.20	2.50	3.00	3.30	3.50	2.30	0.50	1.00	2.50	3.10	3.70	4.30	5.00	5.70	6.50	6.00
2.	1.20	1.50	1.40	2.10	2.30	2.50	2.90	3.30	3.40	2.20	0.61	1.11	2.51	3.11	3.71	4.30	5.01	5.70	6.71	6.10
3.	1.20	1.40	1.40	1.90	2.30	2.50	2.90	3.20	3.30	2.10	0.65	1.15	2.65	3.25	3.85	4.45	5.15	5.85	6.80	6.15
4.	1.20	1.50	1.50	2.00	2.20	2.50	2.80	3.40	3.40	2.20	0.70	1.20	2.70	3.30	3.90	4.50	5.20	5.90	6.85	6.15
5.	1.20	1.40	1.40	2.00	2.30	2.50	2.90	3.40	3.50	2.30	0.50	1.00	2.50	3.10	3.70	4.30	5.00	5.80	6.50	6.00
6.	1.30	1.50	1.50	2.00	2.20	2.50	3.00	3.40	3.50	2.20	0.60	1.10	2.60	3.20	3.80	4.40	5.10	5.90	6.89	6.29
7.	1.20	1.50	1.50	2.00	2.30	2.50	2.80	3.30	3.40	2.20	0.80	1.30	2.80	3.50	4.10	4.70	5.40	6.20	6.20	5.40
8.	1.20	1.40	1.60	2.00	2.30	2.40	3.00	3.40	3.40	2.20	0.65	1.15	2.65	3.30	3.90	4.55	5.25	6.05	7.05	6.40
9.	1.20	1.40	1.40	2.00	2.20	2.30	2.90	3.40	3.40	2.20	0.77	1.27	2.77	3.47	4.07	4.67	5.37	6.17	6.17	5.40
10.	1.30	1.40	1.50	2.00	2.30	2.40	2.90	3.40	3.40	2.10	0.70	1.20	2.70	3.40	4.00	4.60	5.30	6.10	7.10	6.40
11.	1.30	1.50	1.60	2.10	2.40	2.40	3.00	3.30	3.30	2.00	0.75	1.25	2.75	3.45	4.05	4.65	5.35	6.15	7.15	6.40
12.	1.30	1.50	1.60	2.10	2.40	2.40	2.90	3.30	3.40	2.10	0.68	1.18	2.68	3.38	3.98	4.58	5.28	6.08	7.08	6.40
13.	1.30	1.50	1.60	2.00	2.30	2.40	3.00	3.40	3.20	1.90	0.52	1.22	2.52	3.22	3.82	4.42	5.12	5.92	6.92	6.40
14.	1.20	1.50	1.50	1.90	2.30	2.50	2.90	3.20	3.20	2.00	0.80	1.30	2.80	3.50	4.10	4.70	5.40	6.20	6.87	6.06
15.	1.20	1.40	1.40	2.00	2.30	2.30	2.90	3.20	3.20	2.00	0.75	1.25	2.75	3.45	4.05	4.65	5.35	6.15	6.73	5.98
เฉลี่ย	**1.23**	**1.46**	**1.49**	**2.01**	**2.29**	**2.44**	**2.92**	**3.33**	**3.37**	**2.13**	**0.67**	**1.18**	**2.66**	**3.32**	**3.92**	**4.52**	**5.22**	**5.99**	**6.77**	**6.10**
ค่าเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง= **2.13**											ค่าเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง= **6.10**									

ตารางการเจริญเติบโตของกุ้งก้ามแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารชุดทดลองที่ 3

ตัวที่	ความยาวทั้งหมดต่อสัปดาห์ (ซม.)									ความยาวที่เพิ่มขึ้น	ความยาวลำตัวต่อสัปดาห์ (ซม.)									ความยาวลำตัวที่เพิ่มขึ้น
	0	2	4	6	8	10	12	14	16		0	2	4	6	8	10	12	14	16	
1.	2.50	2.80	3.10	3.50	3.90	4.40	5.00	5.60	6.30	3.80	1.20	1.50	1.60	2.00	2.00	2.40	2.50	3.00	3.30	2.10
2.	2.50	2.80	3.10	3.50	3.90	4.40	5.00	5.60	6.30	3.80	1.30	1.40	1.50	1.90	2.00	2.40	2.60	3.00	3.30	2.00
3.	2.40	2.90	3.20	3.60	4.00	4.40	5.00	5.60	6.30	3.90	1.20	1.50	1.70	2.10	2.10	2.50	2.60	3.00	3.30	2.10
4.	2.50	2.80	3.10	3.50	3.90	4.40	5.00	5.60	6.30	3.80	1.20	1.40	1.60	2.00	2.00	2.50	2.70	3.10	3.20	2.00
5.	2.50	2.80	3.10	3.50	3.90	4.40	5.00	5.60	6.30	3.80	1.30	1.50	1.60	1.90	2.00	2.30	2.60	3.10	3.10	1.80
6.	2.60	2.90	3.20	3.60	4.00	4.40	5.00	5.60	6.30	3.70	1.30	1.50	1.70	2.10	2.00	2.30	2.50	3.10	3.10	1.80
7.	2.50	2.80	3.10	3.50	3.90	4.40	5.00	5.60	6.30	3.80	1.20	1.50	1.60	1.90	1.90	2.50	2.60	3.00	3.40	2.20
8.	2.50	2.80	3.10	3.50	3.90	4.40	5.00	5.60	6.20	3.70	1.30	1.50	1.60	1.90	1.90	2.40	2.50	3.10	3.40	2.10
9.	2.40	2.70	3.00	3.40	3.80	4.30	4.90	5.50	6.20	3.80	1.20	1.40	1.60	2.00	1.90	2.30	2.50	2.90	3.30	2.10
10.	2.40	2.70	3.00	3.40	3.80	4.30	4.90	5.50	6.30	3.90	1.20	1.40	1.60	2.00	1.90	2.30	2.50	2.90	2.90	1.70
11.	2.50	2.80	3.10	3.50	3.90	4.40	5.00	5.60	6.30	3.80	1.20	1.50	1.60	1.90	2.10	2.40	2.50	3.10	3.20	2.00
12.	2.50	2.80	3.10	3.50	3.90	4.40	5.00	5.60	6.30	3.80	1.20	1.50	1.60	2.00	2.10	2.40	2.50	3.10	3.20	2.00
13.	2.40	2.70	3.00	3.40	3.80	4.30	4.90	5.50	6.20	3.80	1.20	1.40	1.60	2.00	2.00	2.30	2.60	3.00	3.40	2.20
14.	2.50	2.80	3.10	3.50	3.90	4.40	5.00	5.60	6.30	3.80	1.30	1.50	1.60	1.90	2.10	2.50	2.60	3.10	3.20	1.90
15.	2.60	2.90	3.20	3.60	4.00	4.40	5.00	5.60	6.30	3.70	1.30	1.50	1.70	2.10	2.00	2.50	2.50	3.10	3.20	1.90
ฉลี่ย	**2.49**	**2.80**	**3.10**	**3.50**	**3.90**	**4.38**	**4.98**	**5.58**	**6.28**	**3.79**	**1.24**	**1.47**	**1.61**	**1.98**	**2.00**	**2.40**	**2.55**	**3.04**	**3.23**	1.99
ค่าฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=**3.79**											ค่าฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=**1.99**									
1.	1.20	1.40	1.60	1.60	1.90	2.00	2.40	2.60	3.00	1.30	0.50	0.80	2.10	2.50	2.90	3.40	4.00	4.60	5.40	4.90
2.	1.20	1.40	1.50	1.50	1.90	1.90	2.40	2.60	3.00	1.30	0.61	0.91	2.20	2.60	3.00	3.50	4.10	4.70	5.50	4.89
3.	1.20	1.40	1.50	1.50	1.90	1.90	2.30	2.50	3.10	1.40	0.60	0.90	2.20	2.60	3.00	3.50	4.10	4.70	5.70	4.80
4.	1.20	1.30	1.50	1.60	1.90	2.10	2.40	2.50	3.20	2.00	0.50	0.80	2.10	2.50	2.90	3.40	4.00	4.60	5.60	5.10
5.	1.30	1.40	1.50	1.50	2.00	2.10	2.50	2.50	3.20	1.90	0.60	0.90	2.20	2.60	3.00	3.50	4.10	4.70	5.50	4.90
6.	1.20	1.30	1.50	1.60	2.00	1.90	2.40	2.60	2.90	1.70	0.65	0.95	2.25	2.29	2.89	3.39	3.99	4.59	5.59	4.94
7.	1.20	1.30	1.50	1.60	2.00	2.00	2.50	2.50	2.90	1.70	0.65	0.95	2.25	2.29	2.89	3.39	3.99	4.59	5.59	4.94
8.	1.20	1.30	1.40	1.40	1.90	2.00	2.40	2.60	2.90	1.70	0.80	0.80	2.40	2.80	3.40	3.50	4.10	4.70	5.70	4.90
9.	1.20	1.30	1.40	1.40	1.90	2.00	2.40	2.60	3.30	2.10	0.77	0.87	2.37	2.77	3.17	3.67	4.27	4.87	5.60	4.83
10.	1.20	1.30	1.50	1.60	1.80	2.00	2.50	2.50	3.10	1.90	0.75	0.75	2.35	2.75	3.15	3.65	4.25	4.85	5.65	4.90
11.	1.30	1.30	1.50	1.50	1.80	2.00	2.50	2.50	3.10	1.80	0.65	0.95	2.25	2.65	3.05	3.55	4.15	4.75	5.55	4.60
12.	1.20	1.30	1.40	1.40	1.80	2.00	2.30	2.50	2.80	1.60	0.70	0.92	2.30	2.70	3.10	3.60	4.20	4.80	5.60	4.90
13.	1.20	1.30	1.50	1.60	1.80	1.90	2.40	2.50	3.10	1.90	0.61	0.91	2.21	2.61	3.01	3.61	4.21	4.80	5.60	4.99
14.	1.30	1.40	1.50	1.50	2.00	1.90	2.50	2.50	3.10	1.90	0.80	0.90	2.40	2.80	3.20	3.70	4.30	4.90	5.70	4.90
ฉลี่ย	**1.23**	**1.33**	**1.49**	**1.52**	**1.90**	**1.98**	**2.43**	**2.54**	**3.05**	**1.73**	**0.65**	**0.87**	**2.25**	**2.60**	**3.04**	**3.52**	**4.12**	**4.72**	**5.58**	4.89
ค่าฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=**1.73**											ค่าฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลอง=4.89									

ตารางอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ย (เปอร์เซ็นต์/วัน)

ตัวที่	น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักตัวสุดท้าย (กรัม)	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 10	สัปดาห์ที่ 12	สัปดาห์ที่ 14	สัปดาห์ที่ 16
อาหารชุดควบคุม										
1	0.90	10.70	15.22	7.61	5.07	3.80	3.04	2.54	1.98	1.90
2	0.68	10.82	15.44	7.72	5.15	3.86	3.09	2.57	2.01	1.93
3	0.65	10.15	15.01	7.50	5.00	3.75	3.00	2.50	1.96	1.88
4	0.85	10.15	14.87	7.43	4.96	3.72	2.97	2.48	1.94	1.86
5	0.93	10.57	15.11	7.55	5.04	3.78	3.02	2.52	1.97	1.89
6	0.85	10.65	15.22	7.61	5.07	3.80	3.04	2.54	1.98	1.90
7	0.87	10.00	14.74	7.37	4.91	3.69	2.95	2.46	1.92	1.84
8	0.75	10.11	14.91	7.45	4.97	3.73	2.98	2.48	1.94	1.86
9	0.55	9.93	14.92	7.46	4.97	3.73	2.98	2.49	1.95	1.87
10	0.81	9.89	14.71	7.35	4.90	3.68	2.94	2.45	1.92	1.84
11	0.80	10.04	14.82	7.41	4.94	3.71	2.96	2.47	1.93	1.85
12	0.62	9.88	14.84	7.42	4.95	3.71	2.97	2.47	1.94	1.85
13	0.71	10.18	14.99	7.49	5.00	3.75	3.00	2.50	1.95	1.87
14	0.52	11.18	15.78	7.89	5.26	3.94	3.16	2.63	2.06	1.97
15	0.92	10.93	15.36	7.68	5.12	3.84	3.07	2.56	2.00	1.92
ค่าเฉลี่ย	0.76	10.35	15.06	7.53	5.02	3.77	3.01	2.51	1.96	1.88
S.D.	0.13	0.42	0.29	0.15	0.10	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04
อาหารชุดทดลองที่ 1										
1	0.75	8.40	13.56	6.78	4.52	3.39	2.71	2.26	1.77	1.70
2	0.80	8.50	13.61	6.80	4.54	3.40	2.72	2.27	1.77	1.70
3	0.61	7.59	12.95	6.48	4.32	3.24	2.59	2.16	1.69	1.62
4	0.65	7.50	12.83	6.41	4.28	3.21	2.57	2.14	1.67	1.60
5	0.90	8.50	13.52	6.76	4.51	3.38	2.70	2.25	1.76	1.69
6	0.60	8.50	13.78	6.89	4.59	3.44	2.76	2.30	1.80	1.72
7	0.77	8.13	13.31	6.65	4.44	3.33	2.66	2.22	1.74	1.66
8	0.65	8.32	13.58	6.79	4.53	3.40	2.72	2.26	1.77	1.70
9	0.80	8.15	13.30	6.65	4.43	3.32	2.66	2.22	1.73	1.66
10	0.70	8.30	13.52	6.76	4.51	3.38	2.70	2.25	1.76	1.69
11	0.80	7.50	12.68	6.34	4.23	3.17	2.54	2.11	1.65	1.59
12	0.68	7.50	12.80	6.40	4.27	3.20	2.56	2.13	1.67	1.60
13	0.52	7.50	12.95	6.48	4.32	3.24	2.59	2.16	1.69	1.62
14	0.85	7.45	12.58	6.29	4.19	3.15	2.52	2.10	1.64	1.57
15	0.90	7.55	12.63	6.32	4.21	3.16	2.53	2.11	1.65	1.58
ค่าเฉลี่ย	0.73	7.96	13.17	6.59	4.39	3.29	2.63	2.20	1.72	1.65
S.D.	0.11	0.45	0.41	0.21	0.14	0.10	0.08	0.07	0.05	0.05
อาหารชุดทดลองที่ 2										
1	0.50	6.00	11.36	5.68	3.79	2.84	2.27	1.89	1.48	1.42
2	0.61	6.10	11.35	5.68	3.78	2.84	2.27	1.89	1.48	1.42
3	0.65	6.15	11.36	5.68	3.79	2.84	2.27	1.89	1.48	1.42

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ตัวที่	น้ำหนักตัวเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักตัวสุดท้าย (กรัม)	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 4	สัปดาห์ที่ 6	สัปดาห์ที่ 8	สัปดาห์ที่ 10	สัปดาห์ที่ 12	สัปดาห์ที่ 14	สัปดาห์ที่ 16
4	0.70	6.15	11.30	5.65	3.77	2.83	2.26	1.88	1.47	1.41
5	0.50	6.00	11.36	5.68	3.79	2.84	2.27	1.89	1.48	1.42
6	0.60	6.29	11.59	5.80	3.86	2.90	2.32	1.93	1.51	1.45
7	0.80	5.40	10.17	5.09	3.39	2.54	2.03	1.70	1.33	1.27
8	0.65	6.40	11.66	5.83	3.89	2.92	2.33	1.94	1.52	1.46
9	0.77	5.40	10.22	5.11	3.41	2.55	2.04	1.70	1.33	1.28
10	0.70	6.40	11.60	5.80	3.87	2.90	2.32	1.93	1.51	1.45
11	0.75	6.40	11.54	5.77	3.85	2.89	2.31	1.92	1.51	1.44
12	0.68	6.40	11.63	5.81	3.88	2.91	2.33	1.94	1.52	1.45
13	0.52	6.40	11.81	5.91	3.94	2.95	2.36	1.97	1.54	1.48
14	0.80	6.07	11.08	5.54	3.69	2.77	2.22	1.85	1.45	1.39
15	0.75	5.98	11.03	5.51	3.68	2.76	2.21	1.84	1.44	1.38
ค่าเฉลี่ย	0.67	6.10	11.27	5.64	3.76	2.82	2.25	1.88	1.47	1.41
S.D.	0.10	0.33	0.49	0.24	0.16	0.12	0.10	0.08	0.06	0.06
อาหารชุดทดลองที่ 3										
1	0.50	4.90	9.88	4.94	3.29	2.47	1.98	1.65	1.29	1.23
2	0.50	4.90	9.88	4.94	3.29	2.47	1.98	1.65	1.29	1.23
3	0.61	4.89	9.69	4.85	3.23	2.42	1.94	1.62	1.26	1.21
4	0.60	5.10	10.03	5.01	3.34	2.51	2.01	1.67	1.31	1.25
5	0.50	5.10	10.17	5.09	3.39	2.54	2.03	1.70	1.33	1.27
6	0.60	4.90	9.72	4.86	3.24	2.43	1.94	1.62	1.27	1.22
7	0.65	4.94	9.71	4.85	3.24	2.43	1.94	1.62	1.27	1.21
8	0.65	4.94	9.71	4.85	3.24	2.43	1.94	1.62	1.27	1.21
9	0.80	4.90	9.41	4.70	3.14	2.35	1.88	1.57	1.23	1.18
10	0.77	4.83	9.34	4.67	3.11	2.34	1.87	1.56	1.22	1.17
11	0.75	4.90	9.49	4.74	3.16	2.37	1.90	1.58	1.24	1.19
12	0.65	4.90	9.65	4.82	3.22	2.41	1.93	1.61	1.26	1.21
13	0.70	4.90	9.57	4.78	3.19	2.39	1.91	1.59	1.25	1.20
14	0.61	4.99	9.85	4.92	3.28	2.46	1.97	1.64	1.28	1.23
15	0.80	4.90	9.41	4.70	3.14	2.35	1.88	1.57	1.23	1.18
ค่าเฉลี่ย	0.65	4.93	9.70	4.85	3.23	2.42	1.94	1.62	1.27	1.21
S.D.	0.10	0.08	0.24	0.12	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ITL	c	15	2.5133	.07432	.01919	2.4722	2.5545	2.40	2.60
	t1	15	2.5200	.07746	.02000	2.4771	2.5629	2.40	2.60
	t2	15	2.4867	.06399	.01652	2.4512	2.5221	2.40	2.60
	t3	15	2.4867	.06399	.01652	2.4512	2.5221	2.40	2.60
	Total	60	2.5017	.07009	.00905	2.4836	2.5198	2.40	2.60
IBL	c	15	1.2667	.06172	.01594	1.2325	1.3008	1.20	1.40
	t1	15	1.2667	.04880	.01260	1.2396	1.2937	1.20	1.30
	t2	15	1.2467	.05164	.01333	1.2181	1.2753	1.20	1.30
	t3	15	1.2400	.05071	.01309	1.2119	1.2681	1.20	1.30
	Total	60	1.2550	.05344	.00690	1.2412	1.2688	1.20	1.40
ICL	c	15	1.2600	.06325	.01633	1.2250	1.2950	1.20	1.40
	t1	15	1.2600	.05071	.01309	1.2319	1.2881	1.20	1.30
	t2	15	1.2333	.04880	.01260	1.2063	1.2604	1.20	1.30
	t3	15	1.2267	.04577	.01182	1.2013	1.2520	1.20	1.30
	Total	60	1.2450	.05344	.00690	1.2312	1.2588	1.20	1.40
IBW	c	15	.7607	.13333	.03443	.6868	.8345	.52	.93
	t1	15	.7320	.11353	.02931	.6691	.7949	.52	.90
	t2	15	.6653	.10274	.02653	.6084	.7222	.50	.80
	t3	15	.6460	.10259	.02649	.5892	.7028	.50	.80
	Total	60	.7010	.12050	.01556	.6699	.7321	.50	.93
FTL	c	15	11.9867	.24746	.06389	11.8496	12.1237	11.50	12.30
	t1	15	9.2200	.07746	.02000	9.1771	9.2629	9.10	9.30
	t2	15	7.8133	.07432	.01919	7.7722	7.8545	7.70	7.90
	t3	15	6.2800	.04140	.01069	6.2571	6.3029	6.20	6.30
	Total	60	8.8250	2.12265	.27403	8.2767	9.3733	6.20	12.30
FBL	c	15	7.2667	.22254	.05746	7.1434	7.3899	6.80	7.50
	t1	15	4.6933	.07988	.02063	4.6491	4.7376	4.60	4.80
	t2	15	4.4467	.12459	.03217	4.3777	4.5157	4.30	4.70
	t3	15	3.2333	.13452	.03473	3.1588	3.3078	2.90	3.40
	Total	60	4.9100	1.48811	.19211	4.5256	5.2944	2.90	7.50
FCL	c	15	4.7600	.17238	.04451	4.6645	4.8555	4.40	5.00
	t1	15	4.5267	.05936	.01533	4.4938	4.5595	4.40	4.60
	t2	15	3.3667	.10465	.02702	3.3087	3.4246	3.20	3.50
	t3	15	3.0467	.13558	.03501	2.9716	3.1217	2.80	3.30
	Total	60	3.9250	.74802	.09657	3.7318	4.1182	2.80	5.00

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
FBW	c	15	11.1060	.45344	.11708	10.8549	11.3571	10.48	11.85
	t1	15	8.6913	.47393	.12237	8.4289	8.9538	8.02	9.40
	t2	15	6.7680	.30681	.07922	6.5981	6.9379	6.17	7.15
	t3	15	5.5787	.09576	.02472	5.5256	5.6317	5.40	5.70
	Total	60	8.0360	2.13914	.27616	7.4834	8.5886	5.40	11.85
TLG	c	15	9.4733	.23745	.06131	9.3418	9.6048	9.00	9.80
	t1	15	6.7000	.00000	.00000	6.7000	6.7000	6.70	6.70
	t2	15	5.3267	.05936	.01533	5.2938	5.3595	5.20	5.40
	t3	15	3.7933	.04577	.01182	3.7680	3.8187	3.70	3.90
	Total	60	6.3233	2.11029	.27244	5.7782	6.8685	3.70	9.80
BLG	c	15	6.0000	.20354	.05255	5.8873	6.1127	5.60	6.20
	t1	15	3.4267	.07037	.01817	3.3877	3.4656	3.30	3.50
	t2	15	3.2000	.11952	.03086	3.1338	3.2662	3.10	3.40
	t3	15	1.9933	.14864	.03838	1.9110	2.0757	1.70	2.20
	Total	60	3.6550	1.47837	.19086	3.2731	4.0369	1.70	6.20
CLG	c	15	3.5000	.18516	.04781	3.3975	3.6025	3.20	3.80
	t1	15	3.2667	.07237	.01869	3.2266	3.3067	3.20	3.40
	t2	15	2.1333	.11751	.03034	2.0683	2.1984	1.90	2.30
	t3	15	1.8200	.13202	.03409	1.7469	1.8931	1.60	2.10
	Total	60	2.6800	.73434	.09480	2.4903	2.8697	1.60	3.80
BWG	c	15	10.3453	.42264	.10913	10.1113	10.5794	9.88	11.18
	t1	15	7.9593	.44642	.11527	7.7121	8.2066	7.45	8.50
	t2	15	6.1027	.32801	.08469	5.9210	6.2843	5.40	6.40
	t3	15	4.9327	.07573	.01955	4.8907	4.9746	4.83	5.10
	Total	60	7.3350	2.09116	.26997	6.7948	7.8752	4.83	11.18
TLGD	c	15	3.1440	.12322	.03181	3.0758	3.2122	2.92	3.33
	t1	15	2.2180	.06879	.01776	2.1799	2.2561	2.15	2.33
	t2	15	1.7880	.05557	.01435	1.7572	1.8188	1.70	1.88
	t3	15	1.2747	.04340	.01121	1.2506	1.2987	1.19	1.35
	Total	60	2.1062	.69602	.08986	1.9264	2.2860	1.19	3.33
BLGD	c	15	3.9547	.21078	.05442	3.8379	4.0714	3.45	4.31
	t1	15	2.2573	.10491	.02709	2.1992	2.3154	2.12	2.43
	t2	15	2.1420	.12520	.03233	2.0727	2.2113	1.99	2.36
	t3	15	1.3440	.13442	.03471	1.2696	1.4184	1.15	1.53
	Total	60	2.4245	.96987	.12521	2.1740	2.6750	1.15	4.31
CLGD	c	15	2.3213	.19939	.05148	2.2109	2.4318	2.05	2.64
	t1	15	2.1647	.12287	.03173	2.0966	2.2327	2.05	2.36
	t2	15	1.4467	.11574	.02988	1.3826	1.5108	1.22	1.60

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
	t3	15	1.2380	.10591	.02735	1.1793	1.2967	1.09	1.46
	Total	60	1.7927	.48348	.06242	1.6678	1.9176	1.09	2.64
BWGD	c	15	11.7053	2.40950	.62213	10.3710	13.0397	9.47	17.92
	t1	15	9.2667	1.50867	.38954	8.4312	10.1021	6.99	12.02
	t2	15	7.8493	1.46046	.37709	7.0406	8.6581	5.63	10.26
	t3	15	6.5247	1.11315	.28742	5.9082	7.1411	5.10	8.50
	Total	60	8.8365	2.54241	.32822	8.1797	9.4933	5.10	17.92

Test of Homogeneity of Variances

	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
ITL	.654	3	56	.584
IBL	.720	3	56	.544
ICL	2.059	3	56	.116
IBW	.910	3	56	.442
FTL	15.664	3	56	.000
FBL	5.573	3	56	.002
FCL	3.877	3	56	.014
FBW	17.654	3	56	.000
TLG	23.046	3	56	.000
BLG	5.984	3	56	.001
CLG	1.988	3	56	.126
BWG	16.620	3	56	.000
TLGD	7.972	3	56	.000
BLGD	1.101	3	56	.356
CLGD	5.022	3	56	.004
BWGD	2.958	3	56	.040

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ITL	Between Groups	.014	3	.005	.936	.430
	Within Groups	.276	56	.005		
	Total	.290	59			
IBL	Between Groups	.009	3	.003	.992	.403
	Within Groups	.160	56	.003		
	Total	.169	59			
ICL	Between Groups	.014	3	.005	1.670	.184
	Within Groups	.155	56	.003		
	Total	.169	59			
IBW	Between Groups	.132	3	.044	3.408	.024
	Within Groups	.724	56	.013		
	Total	.857	59			
FTL	Between Groups	264.790	3	88.263	4740.483	.000
	Within Groups	1.043	56	.019		
	Total	265.833	59			
FBL	Between Groups	129.401	3	43.134	1927.244	.000
	Within Groups	1.253	56	.022		
	Total	130.654	59			
FCL	Between Groups	32.137	3	10.712	684.796	.000
	Within Groups	.876	56	.016		
	Total	33.013	59			
FBW	Between Groups	262.510	3	87.503	656.040	.000
	Within Groups	7.469	56	.133		
	Total	269.979	59			
TLG	Between Groups	261.879	3	87.293	5631.814	.000
	Within Groups	.868	56	.016		
	Total	262.747	59			
BLG	Between Groups	127.790	3	42.597	2058.755	.000
	Within Groups	1.159	56	.021		
	Total	128.949	59			
CLG	Between Groups	30.825	3	10.275	580.827	.000
	Within Groups	.991	56	.018		
	Total	31.816	59			
BWG	Between Groups	251.126	3	83.709	681.603	.000
	Within Groups	6.877	56	.123		
	Total	258.004	59			
TLGD	Between Groups	28.233	3	9.411	1512.639	.000
	Within Groups	.348	56	.006		
	Total	28.582	59			
BLGD	Between Groups	54.250	3	18.083	811.123	.000
	Within Groups	1.248	56	.022		
	Total	55.498	59			
CLGD	Between Groups	12.679	3	4.226	212.732	.000
	Within Groups	1.113	56	.020		
	Total	13.791	59			
BWGD	Between Groups	221.015	3	73.672	25.728	.000
	Within Groups	160.354	56	2.863		
	Total	381.369	59			

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

ITL

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05
		1
t2	15	2.4867
t3	15	2.4867
c	15	2.5133
t1	15	2.5200
Sig.		.243

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

IBL

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05
		1
t3	15	1.2400
t2	15	1.2467
c	15	1.2667
t1	15	1.2667
Sig.		.220

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

ICL

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05
		1
t3	15	1.2267
t2	15	1.2333
t1	15	1.2600
c	15	1.2600
Sig.		.118

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

IBW

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
t3	15	.6460	
t2	15	.6653	
t1	15	.7320	.7320
c	15		.7607
Sig.		.054	.493

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

FTL

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	6.2800			
t2	15		7.8133		
t1	15			9.2200	
c	15				11.9867
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

FBL

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	3.2333			
t2	15		4.4467		
t1	15			4.6933	
c	15				7.2667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

FCL

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	3.0467			
t2	15		3.3667		
t1	15			4.5267	
c	15				4.7600
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

FBW

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	5.5787			
t2	15		6.7680		
t1	15			8.6913	
c	15				11.1060
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

TLG

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	3.7933			
t2	15		5.3267		
t1	15			6.7000	
c	15				9.4733
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

BLG

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	1.9933			
t2	15		3.2000		
t1	15			3.4267	
c	15				6.0000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

CLG

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	1.8200			
t2	15		2.1333		
t1	15			3.2667	
c	15				3.5000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

BWG

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	4.9327			
t2	15		6.1027		
t1	15			7.9593	
c	15				10.3453
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

TLGD

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	1.2747			
t2	15		1.7880		
t1	15			2.2180	
c	15				3.1440
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

BLGD

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	1.3440			
t2	15		2.1420		
t1	15			2.2573	
c	15				3.9547
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

CLGD

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	1.2380			
t2	15		1.4467		
t1	15			2.1647	
c	15				2.3213
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

BWGD

Duncan[a]

group	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
t3	15	6.5247			
t2	15		7.8493		
t1	15			9.2667	
c	15				11.7053
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15.000.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

ดลยา ดลแม้น, พันธิวา แก้วมาตย์ และยุวดี อินสำราญ. (2561). *การพัฒนาอาหารสัตว์สำเร็จรูปร่วมกับวัตถุดิบธรรมชาติในท้องถิ่นสำหรับการเลี้ยงกุ้งก้ามแดง (Cherax Quadricarinatus).* การจัดการประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยบัณฑิตศึกษาระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ครั้งที่ 3. มหาสารคาม : มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ สกุล	นางสาวดลยา ดลแม้น
วัน เดือน ปี เกิด	2 กรกฎาคม 2532
ที่อยู่ปัจจุบัน	351 ถนนโสมพะมิตร ตำบลกาฬสินธุ์ อำเภอเมือง จังหวัดกาฬสินธุ์
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2554	วิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) ชีววิทยา มหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2561	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) ชีววิทยาศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY