ชื่องานวิจัย ผลของสารสกัดหยาบใบหูกวางต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียน

ผู้วิจัย วิณากร ที่รัก และ ทนงศักดิ์ ธนูทอง

คณะ เทคโนโลยีการเกษตร

ปี 2558

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลการใช้สารสกัดหยาบจากใบหูกวางระดับต่างกันในอาหารต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียน ซึ่งเป็นการวิจัยเชิงทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) มี 4 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ หน่วยทดลองคือ กุ้งก้ามกรามที่ผ่านการอนุบาล จำนวน 240 ตัว นำมาเลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียน ในถัง 500 ลิตร จำนวนถังละ 20 ตัว โดยสุ่มเลี้ยงแบบคละเพศ ใช้ระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์ โดยให้อาหารไม่ผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง (ชุดควบคุม) และผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางระดับ 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร พบว่า อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วน น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหารมีค่าดังกล่าวดีกว่าชุดการทดลองที่ไม่ผสม (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ผสมระดับ 0.5 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของสูตรอาหาร สรุปได้ว่าควรใช้สารสกัดหยาบระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีความเหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียนมากที่สุด

เลข Bib# 1140570
วันที่ 13 ก.ค. 2560
เลขเรียกหนังสือ 639.6
ว38ผ
ค.2

คำสำคัญ สารสกัดหยาบใบหูกวาง การเจริญเติบโต อัตราการรอด กุ้งก้ามกราม

Research Title Effect of sea almond leaf (*Terminalia catappa* L.) crude extract supplement on growth and survival rate of Giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) in recirculation water system

Researcher Winakron Theerak and Thanongsak Thanuthong

Faculty Agricultural Technology

Year 2016

Abstract

The objective of this study is to compare the effect of using sea almond leaf crude extract in different supplementation level on growth and survival rate of giant freshwater prawn cultivated in recirculation water system. The experimental research planed using completely randomized design; CRD) with 4 treatments, each which triplication is used. The treatment unit consists of 240 nursed prawns cultivated in 500-liter recirculation tank each with 20 prawns, randomized mixed sex and 12 weeks of cultivation, fed by non-crude extract (control) and mixed with crude extract at 0.5, 1.0 and 2.0 % w/w. The results showed that increased body weight ratio, survival rate and FCR are not difference significantly ($P>0.05$) while final weight, increasing growth, growth ration and protein efficiency ratio are difference significantly ($P<0.05$). The treatment fed with 1% crude extract in feed gave better results of said parameters than non-crude extract (control), 0.5% and 2.0 %. As the results, it should be concluded that feed included with 1% crude extract from sea almond leaf was an appropriate feed formulation for using in circulation water system of giant freshwater prawn.

Keywords: Sea almond leaf crude extract, Growth, Survival ratio, Giant freshwater prawn

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา ที่สนับสนุนทุนวิจัยเรื่อง ผลการเสริมสารสกัดหยาบจากใบหูกวางในอาหารต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียน ซึ่งทำให้เกิดองค์ความรู้มาใช้ในการพัฒนาดำเนินงานวิจัยจนสำเร็จ ขอบคุณเพื่อนร่วมงานที่สร้างแรงบันดาลใจให้เกิดการคิดงานวิจัย ขอบคุณเจ้าหน้าที่ คนงาน และนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตรที่ให้การช่วยเหลือ และให้ความร่วมมือในการทำงานวิจัยนี้ จนงานวิจัยสำเร็จด้วยดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อ	(1)
Abstract	(2)
กิตติกรรมประกาศ	(3)
สารบัญตาราง	(4)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	5
บทที่ 3 การทดลอง	19
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล	25
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	31
เอกสารอ้างอิง	32
ภาคผนวก	35
ประวัติผู้วิจัย	42

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้าที่
2.1 อัตราการให้อาหารของกุ้งทะเล	6
2.2 ขนาดเม็ดอาหารกุ้ง	6
2.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดใบหูกวางต่อเชื้อ *A. hydrophila* และความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ	14
2.4 สารออกฤทธิ์ในใบหูกวางที่สกัดด้วยน้ำ	15
3.1 วัตถุดิบอาหารกุ้งก้ามกราม และคุณค่าทางอาหารจากการวิเคราะห์	21
4.1 คุณภาพน้ำในถังเลี้ยงกุ้งก้ามกราม	26
4.2 การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกราม	27
4.3 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกุ้งก้ามกราม	29

ตารางภาคผนวกที่

1 น้ำหนักกุ้งก้ามกรามเริ่มต้นการทดลอง และน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง	36
2 อาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามตลอดการทดลอง	36
3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารที่ใช้ทดลอง	37

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้าที่**

-

ภาพภาคผนวกที่

1 การสกัดหยาบสารจากใบหูกวาง 38

2 การผสมวัสดุดิบอาหารกุ้งก้ามกราม 38

3 การอัดเม็ดอาหารกุ้งก้ามกรามแบบอย่างง่าย 39

4 ระบบบ่อที่ใช้ในการทดลอง 39

5 บ่อเลี้ยงระบบน้ำหมุนเวียน 40

6 ขนาดลูกกุ้งก้ามกรามเริ่มทดลอง 40

7 ขนาดกุ้งก้ามกรามสิ้นสุดทดลอง 41

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 1
บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดขนาดใหญ่ที่อาศัยในน้ำกร่อยในช่วงเจริญพันธุ์ และเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยในน้ำจืด ในธรรมชาติภาคใต้พบที่แม่น้ำปัตตานี แม่น้ำตาปี และพบมากในทะเลสาบสงขลา นครศรีธรรมราช และพัทลุง (บรรจง, 2535) กุ้งก้ามกรามเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่นิยมเลี้ยงเนื่องจากมีราคาดี และเป็นที่ต้องการของตลาด ปี 2557 ประมาณการผลิตกุ้งก้ามกรามที่เพาะเลี้ยงมีประมาณ 18,000 ตัน และมีมูลค่า 4,950 ล้านบาท ซึ่งลดลงอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี 2548-2556 โดยแนวโน้มลดลงระหว่างปีประมาณ 1.1-19.3 เปอร์เซ็นต์ และระหว่างปี 2556-2557 แนวโน้มลดลงประมาณ 2.7 เปอร์เซ็นต์ แต่แนวโน้มราคากุ้งก้ามกรามไม่มีการลดลงตาม ซึ่งประเทศไทยมีฟาร์มผลิตทั้งหมด 5,640 ฟาร์มที่กระจายอยู่ทั่วประเทศ (วชิราภรณ์, 2557) อาจเป็นเพราะการเลี้ยงแบบหนาแน่น 60,000 ตัวต่อไร่ในระบบที่พัฒนาที่มีการใช้เครื่องเติมอากาศ (นวลจิรา และคณะ, 2548) ทำให้สภาพแวดล้อมน้ำในบ่อเสื่อมโทรมได้ง่าย คุณสมบัติของน้ำที่เปลี่ยนแปลง เกิดของเสียในบ่อสูง กุ้งเครียดอ่อนแอ เกิดปัญหาด้านโรคตามมา ภาวการณ์เกิดโรคเป็นปัญหาสำคัญในการเพาะเลี้ยง กุ้งก้ามกราม ทำให้สูญเสียและผลผลิตต่ำ ซึ่งโรคที่สำคัญของการเลี้ยงกุ้งชนิดนี้มาจากเชื้อแบคทีเรีย *Aeromonas hydrophila* ที่ก่อให้เกิดโรคเสี้ยนดำ โรคจุดดำบนเปลือกกุ้ง (shell disease) *Vibrio parahaemolyticus* ก่อให้เกิดโรคเปลือกกร่อน โรคขี้ขาว โรคตับอักเสบ ทำให้มีการใช้สารปฏิชีวนะในการเพาะเลี้ยง ซึ่งเป็นสาเหตุเกิดสารตกค้างในตัวกุ้ง และสภาพแวดล้อม ในปี 2545 ประเทศออสเตรเลียตรวจพบยาคลอแรมเฟนิคอลในเนื้อกุ้ง และหสภาพยุโรปตรวจพบสารไนโตรฟูแรม จึงเริ่มมีการรณรงค์ให้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำระบบปลอดสาร (organic product) และพัฒนามาใช้ในระบบ CoC และ GAP เพื่อแก้ปัญหาการใช้สารปฏิชีวนะ (จิราพร และคณะ, 2552) ทำให้เกิดการพัฒนาระบบการเพาะเลี้ยงในรูปแบบเพื่อป้องกันการเกิดโรค เช่น การพัฒนาสายพันธุ์ การใช้ระบบ Bio-secure การเลี้ยงโดยการเสริมวิตามิน สารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน รวมทั้งการนำสมุนไพรมาประยุกต์ใช้ในการเลี้ยง เพื่อกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เป็นสารเร่งประสิทธิภาพการผลิตป้องกันและกำจัดเชื้อก่อโรคในกุ้งก้ามกรามและสัตว์อื่น (จิราพร, 2555: ชนกันต์, 2013) ในการเลี้ยงกุ้งและสัตว์น้ำอื่นๆ การจัดการระบบการเลี้ยงมีความสำคัญอย่างมากต่อการเจริญเติบโต และการลดปัญหาเรื่องเชื้อก่อโรค ทำให้มีการจัดการระบบการเลี้ยงอย่างมากมายรวมทั้งการจัดการคุณภาพน้ำ ในการจัดการคุณภาพน้ำก็มีอยู่หลายวิธี เช่น การใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำ การใช้สารเคมี และการ

จัดการด้วยระบบน้ำหมุนเวียน ซึ่งระบบน้ำหมุนเวียนเป็นระบบที่ทำให้น้ำสะอาดตามหลักการจัดการคุณภาพน้ำโดยเน้นการจัดการเชิงชีวภาพที่ประกอบด้วยระบบการกรอง ระบบจุลินทรีย์ เพื่อให้ได้น้ำหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ ระบบนำหมุนเวียนยังช่วยป้องกันเชื้อโรคจากกระบวนการเลี้ยงได้ ดังนั้นเมื่อน้ำสะอาดคุณภาพน้ำเหมาะสมสัตว์น้ำย่อมเจริญเติบโตดี (เกรียงศักดิ์, 2548: สุรังษี, 2548)

สมุนไพรเป็นพืชที่มีสรรพคุณในการรักษาโรค หรืออาการเจ็บป่วยต่างๆ สมุนไพรมีการใช้มานานในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แต่ใช้อย่างจริงจังตั้งแต่ ปี 2545 ที่มีการห้ามใช้สารปฏิชีวนะ โดยการใช้มีหลายรูปแบบ อาทิ ผสมอาหารให้กิน แช่ในน้ำบ่อเลี้ยง โดยการใช้หลักจะมุ่งไปที่ตัวของสัตว์น้ำ รองลงมาคือการจัดการคุณภาพน้ำ เพื่อส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ (จิราพร, 2555) ซึ่งหูกวาง (*Terminalia catappa* L.) เป็นพืชชนิดหนึ่งที่มีสรรพคุณแก้ผิวหนังผื่นคัน ขับเหงื่อ รักษาโรคเรื้อน และทอนซิลอักเสบ ลดน้ำตาลในเลือด ในสัตว์น้ำโดยส่วนใหญ่จะใช้ในวงการปลาสวยงามโดยเฉพาะปลากัด ส่วนของต้นหูกวางนิยมใช้กันมากคือส่วนของใบ ซึ่งใบหูกวางช่วยในการสมานแผล ป้องกันและรักษาโรคจากเชื้อราและแบคทีเรีย ประเทศสิงคโปร์ สหรัฐอเมริกา และเยอรมนี มีการจำหน่ายในตลาดปลาสวยงามในรูปของใบหูกวางแห้ง และสารสกัดน้ำจากใบหูกวาง (อรัญญา และคณะ, 2549) แต่ในกลุ่มของสัตว์น้ำเศรษฐกิจไม่มีรายงานการใช้ที่ชัดเจน ส่วนใหญ่เป็นการนำสารสกัดจากใบหูกวางทดสอบเชื้อก่อโรคในกุ้งและสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ

ใบหูกวาง จะมีสารประกอบสำคัญที่มีฤทธิ์ทางยา คือแทนนิน (tannins) ซึ่งใบสีเหลืองมีแทนนินประมาณ 14.5 เปอร์เซ็นต์ และ ใบสีแดง 16.7 เปอร์เซ็นต์ และสารชนิดอื่นๆเช่น น้ำมันหอมระเหย ฟลาโวนอยด์ และแคโรทีนอยด์ เป็นต้น (อรัญญา และคณะ, 2549) สารกลุ่มนี้จะมีคุณสมบัติกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เป็นสารเร่งการเกิดสีในเนื้อและผิวหนังในสัตว์น้ำ สารเสริมสมรรถภาพการผลิต กระตุ้นการกินอาหาร และการยับยั้งการเจริญเติบโตและป้องกันการเกิดโรคจากแบคทีเรีย และเชื้อรา แทนนินเป็นสารประกอบฟีนอล ที่มีคุณสมบัติจับตัวกับโปรตีนของเชื้อบริเวณผิวเซลล์ ส่งผลให้การส่งผ่านสารอาหาร ผนังเซลล์เกิดความผิดปกติ หรือเป็นพิษต่อเซลล์ ทำให้กระบวนการเมทอบอลิซึมทำงานผิดปกติ รวมทั้งทำให้แบคทีเรียไม่สามารถสร้างสารพันธุกรรมได้ ทั้งนี้แทนนินจึงส่งผลให้แบคทีเรียไม่สามารถขยายพันธุ์และตายไป (Scalbert, 1991; Akiyama และคณะ, 2001) และแทนนินยังช่วยในเรื่องของการจัดการคุณภาพน้ำ จึงเป็นที่มาของการศึกษาผลการเสริมสารสกัดหยาบจากใบหูกวางในอาหารต่อประสิทธิภาพการผลิตกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียน เพื่อเป็นแนวทางการใช้สมุนไพรไทยในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยเฉพาะกุ้งก้ามกรามที่นิยมเลี้ยงในประเทศไทย และแถบลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ที่นิยมเพราะเลี้ยงเป็นอันดับสองรองจากกุ้งขาวแวนนาไม นแกจากนี้ใบหูกวางเป็นพืชที่หาง่ายในท้องถิ่น และยังมีงานวิจัยเกี่ยวกับการ

ประยุกต์ใช้ในการเพาะเลี้ยงกุ้งน้อยมาก เพื่อช่วยกระตุ้นการกินอาหาร เร่งประสิทธิภาพการผลิต และการจัดการคุณภาพน้ำ จึงเป็นที่มาของการศึกษาครั้ง เพื่อเป็นองค์ความรู้ ส่งเสริมการใช้สมุนไพรจากใบหูกวางเพื่อลดการใช้สารปฏิชีวนะ และเป็นทางเลือกในการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามและกุ้งชนิดอื่นๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- เพื่อเปรียบเทียบผลการใช้สารสกัดหยาบจากใบหูกวางระดับต่างกันในอาหารต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถอธิบายได้ดังนี้

1. ด้านข้อมูลและการวิจัย

1.1 เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานให้กับนักวิจัยในการพัฒนาสูตรอาหารในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

1.2 เพื่อนำความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยเป็นแนวทางในการส่งเสริมและพัฒนาการกระบวนการเลี้ยงและการให้อาหารกุ้งก้ามกราม

2. ด้านการถ่ายทอดสู่ชุมชนและการศึกษา

2.1 เพื่อนำความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยถ่ายทอดกลับสู่ชุมชน และผู้ที่สนใจในการพัฒนาระบบการผลิตอาหารกุ้งโดยใช้ใบหูกวางหรือสมุนไพรเป็นส่วนผสม

2.2 นำข้อมูลที่ได้ประกอบการสอนในวิชาที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงกุ้งก้ามกรามและกุ้งชนิดอื่นๆ

ขอบเขตการวิจัย

ทำการศึกษาผลของสารสกัดหยาบใบหูกวางต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียนมีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของอาหาร เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต อัตราการรอด และคุณภาพน้ำในการเลี้ยงกุ้งในระบบน้ำหมุนเวียน ใช้ระยะเวลาการทดลอง 90 วัน จึงสรุปผลการศึกษา

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. สารสกัดหยาบใบหูกวาง หมายถึง สารสกัดจากใบหูกวางที่ได้จากการสกัดขั้นตอนเดียว โดยใช้ตัวทำละลายชนิดเดียว คือน้ำสะอาด สารสกัดที่ได้จะมีสาระสำคัญหรือสารออกฤทธิ์หลายชนิดปะปนกันอยู่

2. การเจริญเติบโต หมายถึง กระบวนการเปลี่ยนแปลงอย่างค่อยเป็น ค่อยไป อย่างมีระเบียบของสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดเป็นเนื้อเยื่อที่มีความซับซ้อนและสมบูรณ์ ทั้งในด้านโครงสร้างและการทำงานของโครงสร้างนั้น ตัวชี้วัดการเจริญเติบโต ซึ่งประกอบด้วย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น ความยาวที่เพิ่มขึ้น อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อประสิทธิภาพการใช้

3. อัตราการรอด หมายถึง การมีชีวิตอยู่ของสัตว์เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง คิดจากจำนวนสัตว์สิ้นสุดการเลี้ยงคูณ 100 หารด้วย จำนวนสัตว์เริ่มต้นการเลี้ยง

4. กุ้งก้ามกราม หมายถึง กุ้งน้ำจืดขนาดใหญ่ที่อาศัยในน้ำกร่อยในช่วงเจริญพันธุ์ และเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยในน้ำจืด ในธรรมชาติภาคใต้พบที่แม่น้ำปัตตานี แม่น้ำตาปี และพบมากในทะเลสาบสงขลา นครศรีธรรมราช และพัทลุง (บรรจง, 2535) กุ้งก้ามกราม (Giant malaysian prawn หรือ Giant Freshwater prawn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium rosenbergii* (กรมประมง, 2545)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

บทที่ 2
ทฤษฎี

การศึกษาผลของสารสกัดหยาบใบหูกวางต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียนมีเนื้อหาวิชาการที่สอดคล้องเกี่ยวกับ กุ้งก้ามกราม ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับสมุนไพร ใบหูกวาง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

กุ้งก้ามกราม

กุ้งก้ามกรามเป็นกุ้งน้ำจืดขนาดใหญ่ที่อาศัยในน้ำกร่อยในช่วงเจริญพันธุ์ และเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยในน้ำจืด ในธรรมชาติภาคใต้พบที่แม่น้ำปัตตานี แม่น้ำตาปี และพบมากในทะเลสาบสงขลา นครศรีธรรมราช และพัทลุง (บรรจง, 2535) กุ้งก้ามกราม (Giant malaysian prawn หรือ Giant Freshwater prawn) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Macrobrachium rosenbergii* (กรมประมง, 2545)

1. อาหารและการให้อาหาร

กุ้งหรือสัตว์น้ำเป็นสัตว์ที่ต้องกินอาหารเพื่อการดำรงชีพ การเจริญเติบโต และพัฒนาระบบสืบพันธุ์ โดยที่กุ้งจะกินอาหารจนได้รับพลังงานที่พอกับความต้องการจึงจะหยุดกินอาหาร จึงถือว่าปริมาณพลังงานในอาหารเป็นตัวกำหนดปริมาณอาหารที่กิน ถ้าพลังงานในอาหารมีสูงอัตราการกินอาหารของกุ้งหรือสัตว์น้ำอื่นๆต่ำ แต่ถ้าพลังงานในอาหารมีน้อยอัตราการกินอาหารจะสูง ในการให้อาหารต้องมีการควบคุมระดับพลังงานไม่ให้สูงหรือต่ำไป ถ้าอาหารมีระดับพลังงานมากไปจะทำให้ได้รับโปรตีนและสารอาหารอื่นๆต่ำลง เป็นสาเหตุให้กุ้งโตช้าได้ โดยที่ระดับโปรตีนในอาหารที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามอยู่ระหว่าง 25-50 เปอร์เซ็นต์ในอาหาร ลูกกุ้งก้ามกรามช่วงหลังคว่ำจนถึงวัยรุ่นจะต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูงกว่ากุ้งระยะเจริญพันธุ์ โดยอาหารกุ้งทั่วไปจะมีโปรตีนมากกว่า 30 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร โดยที่อาหารที่นิยมใช้เลี้ยงกุ้งคืออาหารสำเร็จรูปทางการค้า อาหารผสม ปลาเป็ด และแมลงต่างๆ (เวียง, 2543: ชูศักด์, ม.ป.ป. และบุญชัย, 2530) อรพินท์ และคณะ (2547) พบว่าหอยเชอรี่สามารถใช้ทดแทนปลาป่นในการเลี้ยงกุ้งได้ โดยเสริมในสูตรอาหารไม่ควรเกิน 50 เปอร์เซ็นต์ของปลาป่นที่ใช้

ลูกกุ้งก้ามกรามช่วงหลังคว่ำจนถึงขนาดวัยรุ่นควรให้อาหารประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน หลังจาก 3-4 เดือนขึ้นไปควรให้อาหาร 25-30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน หรือน้อยกว่าก็ได้ขึ้นอยู่ที่พฤติกรรมการกินอาหารด้วย (สุภาพร, 2552) โดยการ

กินอาหารของกุ้งก้ามกรามไม่ได้แตกต่างจากการกินอาหารของกุ้งทะเลมากนัก แต่จำนวนครั้งการให้อาหารจะเหมือนหรือคล้ายกัน ดังแสดงในตารางที่ 1 และขนาดของเม็ดอาหารยังมีความสำคัญต่อการกินอาหารของกุ้ง โดยขนาดอาหารของกุ้งจะแตกต่างกันตามขนาดของตัวกุ้งดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2.1 อัตราการให้อาหารของกุ้งทะเล

ขนาดกุ้ง (กรัม)	อาหาร (เปอร์เซ็นต์)	จำนวนครั้งต่อวัน
P15-P30	30-20	6
P30-0.5	20-15	4
0.5-2	15-12	3-4
2-5	12-8	3
5-10	8-6	3
10-20	6-4	2-3
มากกว่า 20	4-3	2-3

ที่มา: ดัดแปลงจาก เวียง (2543): Lim และ Persyn (1989)

ตารางที่ 2.2 ขนาดเม็ดอาหารกุ้ง

ขนาดกุ้ง (กรัม)	ขนาดอาหาร (มิลลิเมตร)
P15-P30	น้อยกว่า 0.5
P30-0.5	0.5-0.8
0.5-2	1-2
2-5	2
5-10	2-3
มากกว่า 10	3-4

ที่มา: ดัดแปลงจาก เวียง (2543)

อาหารเป็นสิ่งที่สำคัญในการเลี้ยงกุ้งและตัวน้ำอื่น ถ้าอาหารมีความยาบหรือแข็งหรือละเอียดจนเกินไป จะมีผลต่อการกินอาหารและการใช้ประโยชน์ของอาหาร สัตว์ที่มีลำไส้สั้นแบบกุ้งต้องให่อาหารที่มีความละเอียดในกรณีอาหารผสมหรืออาหารสำเร็จรูป เนื่องจากระบบ

การย่อยสั้นอาหารที่รับเข้าไปต้องง่ายต่อการย่อย ต่างจากปลาที่สามารถให้อาหารที่มีความยาบได้มากกว่า การที่ต้องให้อาหารกุ้งบ่อยกว่าปลาเพาะกุ้งไม่มีระบบกระเพาะพักอาหาร จึงต้องกินบ่อยครั้ง และสารอาหารหรือระดับโปรตีนที่ให้ยังมากกว่าปลา การให้อาหารสัตว์น้ำรวมทั้งกุ้งต้องคำนึงถึงอุณหภูมิรอบวัน เพราะถ้าอุณภูมิต่ำจะกินอาหารได้น้อยกว่าอุณหภูมิสูง ฉะนั้นการให้อาหารกุ้งจึงควรให้บ่อยครั้งในรอบวัน และให้อาหารเวลาเดิม ตำแหน่งเดิมในทุกๆ มื้ออาหาร (Lim และ Persyn, 1989: สุภาพร, 2552)

2. สภาพแวดล้อมในการเลี้ยงกุ้ง

สภาพแวดล้อมมีผลต่อผลผลิตการเลี้ยงกุ้ง ผลผลิตสูงหรือต่ำจะขึ้นกับสภาพแวดล้อมการเลี้ยงไม่น้อยไม่กว่าคุณสมบัติทางเคมีของอาหารที่ให้ต่อวัน

2.1 อุณหภูมิ (Temperature) เป็นปัจจัยที่มีผลมากอีกปัจจัยหนึ่ง โดยอุณหภูมิของน้ำมีผลต่อการกินอาหาร การเจริญเติบโต การหายใจ การย่อยและการดูดซึมอาหาร รวมถึงพฤติกรรม ถ้าอุณหภูมิของน้ำสูงหรือต่ำเกินไปทำให้ปลาเครียดหรือตายได้ อุณหภูมิยังเกี่ยวข้องกับสารเคมีและความเป็นพิษและสารพิษด้วย เมื่ออุณหภูมิสูงการละลายและปฏิกิริยาเคมีของสารมักเกิดขึ้นได้รวดเร็ว เช่น การละลายของปุ๋ยเคมีหรือยากำจัดศัตรูพืช ส่วนใหญ่การดูดซึมและการแพร่กระจายจะได้ผลดีเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้การกำจัดพาหะในน้ำก่อนปล่อยสัตว์น้ำมีประสิทธิภาพมาก อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสัตว์น้ำจะอยู่ที่ 25–30 องศาเซลเซียส (นิวุฒิ, 2549: โชคชัย, 2548) และอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดต่อการเลี้ยงกุ้งกรามกรามอยู่ที่ 28–31 องศาเซลเซียส (New และ Valenti, 2000)

2.2 ปริมาณออกซิเจนในน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) เป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีพ เนื่องจากต้องใช้ออกซิเจนในกระบวนการหายใจเพื่อการเจริญเติบโตความสามารถละลายน้ำของออกซิเจนขึ้นอยู่กับความดันอากาศ ต่อน้ำ อุณหภูมิ ปริมาณเกลือแร่ ถ้าการผลิตออกซิเจนมากเกินไป จากกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว ก็เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำ เช่น ทำให้เกิดฟองอากาศในเลือด ปกติแล้วค่าออกซิเจนในน้ำที่เหมาะสมกับการดำรงชีพของกุ้งอยู่ระหว่าง 5-8 มิลลิกรัมต่อลิตร ถ้าต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร จะมีต่อการลอกคราบและการแข็งของเปลือกกุ้ง ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีการเปลี่ยนแปลงในรอบวัน ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชน้ำหรือ แพลงก์ตอนพืช และกระบวนการทางเคมีของแร่ธาตุในน้ำ หรือแม้แต่อุณหภูมิยังมีผลต่อปริมาณออกซิเจน ถ้าออกซิเจนในน้ำต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ปลาและกุ้งมีอัตราการฟักไข่ต่ำ เจริญเติบโตช้า อ่อนแอ ติดเชื้อโรคได้ง่าย ในกุ้งน้ำจืดสกุล *Macrobrachium* ใช้ออกซิเจนในอัตรา 200-400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อชั่วโมง ในการเลี้ยงกุ้ง

ก้ามกรามจึงแนะนำให้ออกซิเจนไม่น้อยกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (เกรียงศักดิ์, 2548: Boyd, 1990: New and Valenti, 2000)

2.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในของน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมควรมีค่าระหว่าง 6.5-8 น้ำเป็นกรด คือมีค่าความเป็นกรด–ด่างน้อยกว่า 7 จะทำให้น้ำเชื้ออ่อนแอ ค่าความเป็นกรด–ด่างของแหล่งน้ำทั่วไปมีค่า 5-9 ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและภูมิประเทศ และจะผันแปรตามค่าความเป็นกรด–ด่างของดิน ถ้าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อความเป็นพิษเพิ่มมากขึ้นของแอมโมเนีย ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตและการลอกคราบของกุ้ง โดยที่ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อกุ้งอยู่ที่ 7.0-8.5 (เกรียงศักดิ์, 2548: สุรังษี, 2548)

2.4 แอมโมเนีย (Ammonia) เป็นสารพิษซึ่งเกิดจากการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งได้แก่ เศษอาหารเหลือจำพวกโปรตีน ซากสิ่งมีชีวิต และสิ่งขับถ่ายจากสัตว์ การเน่าสลายเกิดขึ้นจากกิจกรรมของแบคทีเรียโดยกระบวนการแอนโมนิฟิเคชัน แอมโมเนียที่ได้จากกระบวนการนี้อาจถูกดูดซึมไป เป็นแร่ธาตุให้แก่แพลงก์ตอนพืชบางชนิด หรือถูกย่อยสลายให้เป็นไนไตรต์และไนเตรทต่อไปโดยพวกแบคทีเรีย การแตกตัวของแอมโมเนียขึ้นอยู่กับค่า pH และอุณหภูมิน้ำ หาก pH ลดลง เปอร์เซ็นต์การแตกตัวก็จะมีมากขึ้น ทำให้ความเป็นพิษลดลง หรืออาหารที่เหลือมากเกินไปก็จะทำให้ปริมาณแอมโมเนียสูงขึ้น และอาจเป็นอันตรายแก่ตัวกุ้ง จึงควรให้อาหารปริมาณเหมาะสมกับการกินของกุ้งหรือสัตว์น้ำ การวิเคราะห์ปริมาณแอมโมเนียในน้ำบางครั้งจึงมีความจำเป็น ยิ่งการเลี้ยงกุ้งแบบหนาแน่นยิ่งควรกระทำเป็นประจำ ระดับความเข้มข้นของแอมโมเนียที่จะไม่เป็นอันตรายต่อกุ้งไม่ควรเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของ Un-Ionized From แอมโนเนียจะมีผลโดยตรงต่อเนื้อเยื่อกุ้ง ถ้ากุ้งได้รับแอมโมเนียสูงจะมีสีดำเกิดขึ้นตามตัว และจะมีอาการชักกระตุก ลำตัวมีสีขาวขุ่น ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามควรควบคุมแอมโมเนียในรูป Un-Ionized From ไม่ควรเกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และ Ionized From ไม่ควรเกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตรจะทำให้การเจริญเติบโตดี (เกรียงศักดิ์, 2548: โชคชัย, 2548: สุรังษี, 2548)

สรุปคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐาน GAP สรุปได้ดังนี้ (กรมประมง, ม.ป.ป.)

1) ออกซิเจนที่ละลายน้ำ	มากกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร
2) pH	7.5-8.5
3) แอมโมเนียรวม (TAN)	น้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร
4) ค่าอัลคาไลน์	มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร
5) ความกระด้าง	มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร
6) ความโปรงแสง	30-40 เซนติเมตร

3. โรค และการป้องกัน (อุตสาหกรรมกุ้งไทย, ม.ป.ป.)

การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่จะประสบผลสำเร็จ นอกจากการคัดเลือกกุ้งที่มีสายพันธุ์ที่ดี โตเร็ว การให้อาหารที่มีคุณภาพ การจัดการด้านคุณภาพน้ำ แล้วยังต้องมีการจัดการและป้องกันการเกิดโรคด้วย ซึ่งสาเหตุของโรคมีด้วยกันหลายกลุ่ม เช่น โรคจากปริสิต เชื้อรา แบคทีเรีย และไวรัส โดยแต่ละแหล่งของโรคจะแสดงอาการต่างกัน โดยโรคที่สำคัญมีดังนี้

3.1 โรคกุ้งหลังขาว ทำความเสียหายให้แก่การอนุบาลลูกกุ้งมาก เพราะเมื่อสังเกตเห็นลูกกุ้งเกิดอาการหลังขาวมักจะทยอยตายจนหมดบ่อ อาการของลูกกุ้งที่เป็นหลังขาว คือลำตัวมีสีขาวขุ่น สีเหมือนเมล็ดข้าวเหนียว ในขณะที่ลูกกุ้งที่ไม่ป่วย กล้ามเนื้อจะใสเหมือนเมล็ดข้าวเจ้า พบมากในบ่อที่มีการอนุบาลลูกกุ้งอย่างหนาแน่นมาก ปริมาณอาหารที่ให้ลูกกุ้งจะมากตามไปด้วย ในที่สุดระดับแอมโมเนียจะสูงมาก ลูกกุ้งจะเริ่มมีอาการหลังขาวการป้องกัน ที่ดีที่สุดคือไม่อนุบาลลูกกุ้งหนาแน่นมากเกินไป และต้องมีน้ำที่สะอาดเปลี่ยนถ่ายให้เพียงพอในระหว่างการอนุบาลลูกกุ้งก่อนที่ลูกกุ้งแสดงอาการหลังขาว

3.2 โปรโตซัว ในบ่อที่มีอาหารเหลือมาก และมีสิ่งหมักหมมมากที่พื้นบ่ออนุบาลมักจะมีโปรโตซัวเกาะตามระยางค์ของลูกกุ้ง ที่พบมากได้แก่ ซูโอแทมเนียม (Zoothamnium) และอีพิสไตลิส (Epistylis) การป้องกัน ควบคุมปริมาณอาหารและทำความสะอาดพื้นและขอบบ่อก่อนดูดเปลี่ยนถ่ายน้ำ จะช่วยลดโอกาสการมีโปรโตซัวเกาะตามลำตัวและระยางค์ของลูกกุ้ง

3.3 โรคเรืองแสง ในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามในระยะแรกที่น้ำยังมีความเค็มประมาณ 15 พีพีที มีโอกาสที่จะเกิดโรคแบคทีเรียเรืองแสงได้ ซึ่งเป็นแบคทีเรียชนิดเดียวกันกับที่พบในโรงเพาะฟักในการอนุบาลลูกกุ้งกุลาดำ และในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำคือ วิบริโอ ฮาวีอาย (Vibrio harveyi) การป้องกัน การใช้คลอรีนฆ่าเชื้อในน้ำต้องใช้ความระมัดระวัง โดยเฉพาะในขั้นตอนที่ดูดน้ำส่วนที่ใสเข้าไปเก็บไว้ในบ่อพักน้ำ ถ้าดูดตะกอนที่ตกลงมาที่พื้นบ่อเข้าไปมาก มีโอกาสที่จะเกิดแบคทีเรียเรืองแสงในระหว่างการอนุบาลช่วงแรกๆ ได้ แต่เมื่อความเค็มลดลงมาในช่วงหลังจากที่ลูกกุ้งคว่ำแล้ว โอกาสเกิดโรคเรืองแสงมีน้อยมาก

3.4 เหงือกดำ เป็นปัญหาที่พบบ่อยที่สุด มีความสัมพันธ์กับความเน่าเสียของพื้นบ่อ เนื่องจากการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามส่วนใหญ่ยังมีการใช้เครื่องให้อากาศน้อย แม้ในฟาร์มที่มีการใช้เครื่องให้อากาศก็มีเพียง 1 เครื่องต่อบ่อ ถ้าการเตรียมบ่อไม่ดีโดยเฉพาะเป็นบ่อเก่าที่เลี้ยงมาเป็นเวลานานและไม่มีการนำเลนพื้นบ่อออกไปหลังจาจับกุ้งแต่ละรอบโอกาสที่การเลี้ยงในช่วงท้ายๆ จะพบกุ้งมีปัญหาเหงือกดำได้ แต่การเตรียมบ่อที่ดีและเลี้ยงโดยวิธีย้ายบ่อเป็นช่วงๆ จะสามารถลดปัญหาเหงือกดำได้มาก

3.5 กุ้งมีซูโอแทมเนียมบนเปลือก พบในบ่อที่กุ้งไม่แข็งแรง อาจมาจากพีเอชของน้ำตอนบ่ายสูงมากเกิน 8.5 ซึ่งน้ำมักจะมีสีเข้มจัด ถ้าค่าความเป็นด่างหรืออัลคาไลน์สูงมากด้วย เช่น มากกว่า 150 พีพีเอ็ม กุ้งจะไม่ลอกคราบ จะพบว่ามีซูโอแทมเนียมเกาะบนเปลือกมาก แต่หลังจากที่กุ้งลอกคราบแล้วซูโอแทมเนียมก็จะหลุดออกไปกับเปลือกเก่า นอกจากนั้นในบ่อที่พื้นไม่สะอาดมีอาหารเหลือมาก แม้ว่าระดับพีเอชและค่าอัลคาไลน์เป็นปกติ กุ้งในบ่อบางตัวจะมีซูโอแทมเนียมบนเปลือก สังเกตเห็นเป็นขุยบนเปลือก การป้องกัน ถ้าสีน้ำเข้มจัดมีพีเอชสูงถ่ายน้ำให้ปริมาณแพลงก์ตอนลดลงสีน้ำจะจางลง ลดอาหารและเติมจุลินทรีย์ลงไปในบ่อ เปิดเครื่องให้อากาศมากขึ้น เมื่อพื้นบ่อสะอาดขึ้น ปัญหาซูโอแทมเนียมจะหายไปเอง

ระบบน้ำหมุนเวียน

ระบบน้ำหมุนเวียน (Recirculaton Water System) เป็นระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำแบบหนึ่งเพื่อให้สามารถหมุนกลับมาใช้ได้อีก การปรับปรุงคุณภาพน้ำสามารถจำแนกได้เป็น 4 กระบวนการใหญ่ๆ (เกรียงศักดิ์, 2538: สุรังษี, 2548) ดังนี้

1. กระบวนการทางกายภาพ (Physical unit processes) คือการกำจัดหรือแยกของแข็งที่ไม่ละลายน้ำที่จมตัวหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำออก ขั้นตอนนี้มักเป็นขั้นตอนแรกของการปรับปรุงคุณภาพน้ำ โดยอาศัยหลักการกรองด้วยตะแกรง (screening) การตกตะกอน (sedimentation) การกวน (mixing) การทำให้ลอย (floatation) การกวาด (skimming) การแยกด้วยแรงเหวี่ยง (centrifugation) หรือการอัดอากาศเข้าไปเพื่อให้ฟองอากาศยึดเกาะกับอนุภาคของสาร

2. กระบวนการทางเคมี (Chemical unit processes) คือวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมี เช่นการทำให้เป็นกลาง (neutralization) การทำให้ตกตะกอน (precipitation) การกำจัดจุลินทรีย์ก่อโรค (disinfection) การปรับค่ากรด-ด่าง (pH adjustment) ข้อเสียของกระบวนการทางเคมี คือการเติมสารเคมีลงในน้ำแล้วอาจก่อให้เกิดผลกระทบในด้านอื่นๆ ได้ อีกทั้งมีความยุ่งยากและซับซ้อน

3. กระบวนการทางชีวภาพ (Biological unit processes) กระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยวิธีทางชีวภาพเป็นวิธีที่ประหยัด และไม่ยุ่งยากเมื่อเทียบกับกระบวนการอื่น จุดประสงค์หลักของกระบวนการเพื่อกำจัดหรือเปลี่ยนแปลงสภาพของสารอินทรีย์ในน้ำ โดยอาศัยจุลินทรีย์ภายใต้สภาวะที่ใช้ออกซิเจน (aerobic) และสภาวะไร้ออกซิเจน (anaerobic) กระบวนการประกอบด้วยระบบกรองไหลผ่าน (tricking filter) ระบบแผ่นหมุนชีวภาพ (rotating biological contractor; RBC) ระบบเอเอส (activated sludge) และระบบบ่อธรรมชาติ (natural pond) เป็นต้น

4. กระบวนการทางกายภาพเคมี (Physicochemical unit processes) คือวิธีการที่อาศัยทั้งทางกายภาพและทางเคมี เพื่อกำจัดสารอนินทรีย์และสารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำ โดยวิธีนี้ต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูง ได้แก่ การใช้สารดูดซับ (carbon adsorption) การแลกเปลี่ยนประจุ (ion exchange) การกรองแบบ Ultrafiltration เป็นต้น

ระบบน้ำหมุนเวียนในการเลี้ยงสัตว์น้ำมีการทดลองและศึกษาหลายรูปแบบการให้ตามกระบวนการทั้ง 4 กระบวนการ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

Menasveta *et al.* (1991) เลี้ยงกุ้งกุลาดำในระบบหมุนเวียนน้ำทะเลแบบปิด โดยใช้ตัวกรองชีวภาพ คือทรายหยาบ ถ่านไม้ เปลือกหอยนางรม และวงแหวนพีวีซี พบว่าการใช้ทรายหยาบ ถ่านไม้ และเปลือกหอยนางรม แอมโนเนีย และไนไตรท์ไม่แตกต่างกัน แต่ที่ใช้วงแหวนพีวีซีมีค่าเฉลี่ยสูงกว่าตัวกรองอื่นๆ แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม

สมชาย (2540) ศึกษาการใช้วัสดุกรองต่างกันในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ โดยใช้ ทรายละเอียด ทรายหยาบ อิฐมอญ ถ่าน ปะการังเล็ก ปะการังใหญ่ กาบมะพร้าว กระสอบป่าน และวัสดุทุกชนิดรวมกัน พบว่าไม่มีความแตกต่างกันกันในทุกวัสดุกรอง

สุรังษี (2548) ศึกษาวัสดุกรองที่เหมาะสมในการอนุบาลลูกกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในระบบน้ำหมุนเวียน โดยใช้ ตาข่ายพรางแสง ตาข่ายพรางแสงกับเปลือกหอย ตาข่ายพรางแสงกับถ่าน และตาข่ายพรางแสงกับทราย พบว่าตาข่ายพรางแสงกับเปลือกหอยเป็นวัสดุกรองสามารถเกิดกระบวนการไนตริฟิเคชั่นได้ดีที่สุด

สมุนไพร และการใช้ประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

สมุนไพร หมายถึงพืชที่มีสรรพคุณในการรักษาโรค หรืออาการเจ็บป่วยต่างๆ ป้องกันการเกิดโรค กินเพื่อเจริญอาหาร เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยและดูดซึมสารอาหาร กระตุ้นภูมิคุ้มกัน เป็นต้นสิ่งที่เรียกว่าสมุนไพรได้แก่ พืช สัตว์ แร่ธาตุต่างๆ สมุนไพรมีการใช้มานานในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ แต่ใช้อย่างจริงจังตั้งแต่ ปี 2545 ที่มีการห้ามใช้สารปฏิชีวนะ โดยการใช้มีหลายรูปแบบ อาทิ ผสมอาหารให้กิน แช่ในน้ำบ่อเลี้ยง โดยการใช้หลักจะมุ่งไปที่ตัวของสัตว์น้ำ รองลงมาคือการจัดการคุณภาพน้ำ เพื่อส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ (จิราพร, 2555) โดยวิธีการใช้สมุนไพรทำได้หลายวิธี เช่น การต้ม การชง กินสด อบแห้งบดผสมอาหาร การสกัด ซึ่งการสกัดจะทำให้ได้สารออกฤทธิ์ที่มีความเข้มข้น หรือชนิดของสารที่ต้องการออกมา การสกัดมีหลักๆ 2 แบบ (จิราพร, 2555) คือ

1) การสกัดหยาบ คือสารสกัดที่ได้จากการสกัดขั้นตอนเดียว โดยใช้ตัวทำละลายชนิดเดียว สารสกัดที่ได้จะมีสาระสำคัญหรือสารออกฤทธิ์หลายชนิดปะปนกันอยู่

2) การสกัดบริสุทธิ์ คือสารสกัดที่ได้จากตัวทำละลายและนำเข้ากระบวนการแยกสารหลายขั้นตอน สารสกัดที่ได้จะมีชนิดเดียว

สารสกัดสมุนไพรหรือพืชได้สารที่มีประสิทธิภาพสูงปริมาณการใช้ในการผสมอาหารน้อย ในการผสมสารสกัดสามารถผสมได้ในปริมาณมากโดยไม่กระทบกับสูตรอาหาร ต่างจากการใช้พืชสมุนไพรโดยตรงที่ต้องมีการคำนวณในสูตรอาหาร เนื่องจากพืชมีคุณค่าทางโภชนาการเช่นเดียวกับเนื้อสัตว์ ทำให้ยุ่งยากในการคำนวนสูตรอาหาร สารที่เป็นตัวทำละลายที่ใช้สกัดสมุนไพรมีหลายชนิด ได้แก่ (จิราพร, 2555)

1) ตัวทำละลายที่เป็นสารอนินทรีย์ เช่น น้ำ น้ำมันเบนซิน เป็นต้น

2) ตัวทำละลายที่เป็นสารอินทรีย์ เช่น เอทิลแอลกอฮอล์หรือเอธานอล น้ำมันสน เป็นต้น

ตัวทำละลายที่นิยมใช้ในการสกัดได้แก่ น้ำ เอทิลแอลกอฮอล์ และอะซิโตน จากการศึกษาของ ฤทัยรัตน์ (2551) ในการสกัดแทนนินจากใบมันสำปะหลัง โดยใช้น้ำกลั่น เอทิลแอลกอฮอล์ และอะซิโตน พบว่า เอทิลแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์ และการใช้อะซิโตน 60 เปอร์เซ็นต์ ผสมกับเอทิลแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ อัตราส่วน 1:1 โดยการแช่ 5 ชั่วโมงให้ปริมาณแทนนินมากกว่าการใช้ตัวทำละลายชนิดเดียว

การสกัดสามารถสังเกตว่าสารออกฤทธิ์ละลายในตัวทำละลายได้อย่างไร คือการสังเกตสีของตัวทำละลายที่เปลี่ยนไปจากเดิม สมุนไพรหรือพืชหลายชนิดมีประสิทธิภาพในการกระตุ้นการกินอาหารและเร่งการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ คือสารจะช่วยในการกระตุ้นน้ำย่อยทำให้มีความอยากในการกินอาหารเพิ่มขึ้น และการย่อยดีขึ้น จึงเร่งการเจริญเติบโต และเพิ่มความแข็งแรงให้สัตว์น้ำและกุ้ง ชนกันต์ (2013) กล่าวว่า กุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารผสมตั้วอึ้ง (*Rheum officinale*) 0.1-0.2 เปอร์เซ็นต์ ช่วยป้องกันความเครียดของอุณหภูมิที่สูงขึ้น และยังกล่าวว่าการใช้สารสกัดจากพืชผสมในอาหารสัตว์น้ำ 0.1-10 เปอร์เซ็นต์ 14-70 วัน มีผลต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน การยับยั้งการเกิดโรค และการเจริญเติบโต และยังมีการศึกษาของนักวิจัยในการใช้สมุนไพรอาทิ

นิวุฒิ และคณะ (2548) เลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารผสมสารสกัดจากชาเขียว พบว่ากุ้งน้ำหนักเพิ่มขึ้น 10 เปอร์เซ็นต์ แต่อัตราแลกเนื้อ (FCR) ลดลง 40 เปอร์เซ็นต์

จิราพร และคณะ (2552) เลี้ยงปลาบู่ที่กินอาหารผสมสารสกัดกระเทียม 3-5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการกินอาหารสูงขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และอัตราการแลกเนื้อลดลง

จรัญศักดิ์ และคณะ (2553) เลี้ยงปลานิลด้วยอาหารผสมสารสกัดฟ้าทะลายโจรด้วยสุรา 40 ดีกรี พบว่าลูกปลามีอัตรารอดและอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่ให้อาหารปกติ

เกรียงศักดิ์ และสุธิดา (2551) เลี้ยงปลานิลเพศเมียในฤดูหนาวด้วยอาหารผสมกาวเครือขาว พบว่าปลามีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่ากลุ่มที่กินอาหารปกติ 10-15 เปอร์เซ็นต์

สมุนไพรจะมีสารออกฤทธิ์หลายชนิดที่ทำหน้าที่ต่างกัน ได้แก่ ฟลาโวนอยด์ ช่วยต้านอนุมูลอิสระ เสริมภูมิคุ้มกัน แทนนิน ช่วยกำจัดแบคทีเรีย ปรสิต แบคทีเรีย ลดการอักเสบของระบบทางเดินอาหาร สมานแผล แคโรทีนอยด์ ช่วยสร้างเม็ดสี กระตุ้นภูมิคุ้มกัน เสริมการเจริญเติบโต ฟีนอล ช่วยกำจัดแบคทีเรียในทางเดินอาหาร น้ำมันหอมระเหย ช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน กระตุ้นการกินอาหาร เพิ่มการเจริญเติบโต และไตรเทอร์ปีน ช่วยกระตุ้นการกินอาหาร ซึ่งพืชในสกุล *Terminalia* และในใบหูกวางประกอบด้วยสารออกฤทธิ์หลายชุด ได้แก่ ฟีนอล (phenolics) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) แทนนิน (tennins) น้ำมันหอมระเหย ไตรเทอร์ปีน และแคโรทีนอยด์ (carotenoid) เป็นต้น โดยเฉพาะแทนนินจะมีปริมาณที่สูง ซึ่งสารกลุ่มนี้ช่วยในเรื่องของการสร้างเม็ดสี กำจัดเชื้อก่อโรค กระตุ้นภูมิคุ้มกัน กระตุ้นการกินอาหาร เป็นสารเสริมประสิทธิภาพการผลิต และยังมีผลต่อคุณภาพน้ำในการเลี้ยงสัตว์น้ำ การที่สัตว์น้ำจะเจริญเติบโตได้ดีระบบภูมิคุ้มกันต้องดี ไม่มีแบคทีเรียก่อโรคในร่างกาย หากสัตว์น้ำมีระบบเช่นนี้จะส่งผลต่อการกินอาหารที่ดีขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตดี (สุวรงค์, 2536: สุรังษี, 2548: จิราพร, 2555)

ใบหูกวาง

หูกวาง มีชื่ออังกฤษ: Tropical almond, Bengal almond, Indian almond, Sea almond และ Beach almond ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Terminalia catappa* เป็นไม้ยืนต้นประเภทผลัดใบ มีความสูงประมาณ 8-25 เมตร มีเปลือกเรียบ กิ่งแตกรอบลำต้นตามแนวนอนเป็นชั้น ๆ คล้ายฉัตร ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเวียนสลับถี่ตอนปลายกิ่ง ใบเป็นรูปไข่ ปลายใบแหลมเป็นติ่งสั้น ๆ โคนใบสอบแคบ เว้าออกดอกเป็นช่อตามซอกใบ ขนาดเล็ก มีสีขาวนวล ออกดอกช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน ผลเป็นรูปไข่หรือรูปรีป้อม ๆ แบนเล็กน้อยคล้ายเมล็ดอัลมอนด์ มีขนาดกว้างประมาณ 2-5 เซนติเมตร และยาวประมาณ 3-7 เซนติเมตร มีสีเขียว เมื่อแห้งมีสีดำคล้ำ นิยมปลูกเป็นไม้ประดับ (วิกิพีเดีย, ม.ป.ป.)

"ใบหูกวาง" ใบเป็นใบเดี่ยว ออกเรียงเวียนสลับก้นเป็นกระจุกหนาแน่นบริเวณปลายกิ่ง ลักษณะของใบเป็นรูปไข่กลับ ปลายใบแหลมเป็นติ่งสั้นๆ (ปลายใบกว้างกว่าโคนใบ) โคนใบมนเว้าหรือแคบเป็นรูปลิ่ม และมีต่อมเล็กๆ หนึ่งคู่อยู่ที่โคนใบบริเวณท้องใบ ส่วนขอบใบเรียบเป็นคลื่นหยักเล็กน้อย ใบมีขนาดกว้างประมาณ 8-15 เซนติเมตร และยาวประมาณ 12-25 เซนติเมตร หลังใบและท้องใบมีขน เนื้อใบหนา ใบอ่อนเป็นสีเขียวอ่อน เมื่อแก่แล้วจะเปลี่ยนเป็นเขียวเข้ม แล้วจะเปลี่ยนเป็นสีส้มแดงเมื่อใกล้ร่วงหรือผลัดใบ มีก้านใบยาวประมาณ 0.5-1.5 เซนติเมตร มีขน มัก

ผลัดใบในช่วงฤดูหนาวในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนพฤศจิกายน (นิรนาม, 2015) อรัญญา และคณะ (2549) ศึกษา ใบหูกวาง พบว่ามีสารประกอบสำคัญที่มีฤทธิ์ทางยา คือแทนนิน (tannins) ซึ่งใบสีเหลืองมีแทนนิน ประมาณ 14.5 เปอร์เซ็นต์ และ ใบสีแดง 16.7 เปอร์เซ็นต์ และสารชนิดอื่นๆเช่น น้ำมันหอมระเหย ฟลาโวนอยด์ และแคโรทีนอยด์ เป็นต้น (อรัญญา และคณะ, 2549)

1. วิธีการสกัดใบหูกวาง

การสกัดใบหูกวางก็ไม่แตกต่างจากการสกัดพืชชนิดอื่นๆ ซึ่งสารที่ใช้สกัดก็เป็นสารกลุ่มเดียวที่ใช้สกัดสมุนไพร จากการศึกษาพบว่าวิธการสกัดและอัตราส่วนในการสกัดจะมีความแตกต่างกันของแต่ละนักวิจัย โดย อรัญญา และคณะ (2549) ได้ทำการสกัดใบหูกวาง 2 ชนิด ด้วยน้ำ คือใบสีแดงและสีเหลือง โดยใช้ใบหูกวาง 500 กรัม แช่น้ำปราศจากคลอรีน 500 ลิตร เป็นเวลา 3 วัน สามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคในปลากัดและปลาหางนกยุงได้ทั้งใบสีแดงและสีเหลือง แต่ปริมาณที่ต่างกัน วัชริยา และนนทวิทย์ (2006) ทำการสกัดใบหูกวางด้วยน้ำ เอทิลแอลกอฮอล์ 70 และ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยอัตราส่วนใบหูกวางแห้ง 1ส่วน ต่อ ตัวทำละลาย 10 ส่วน หมักทิ้งไว้ 3 วัน แล้วทำการระเหยตัวทำละลายออก พบว่า การใช้น้ำสกัดสามารถยับยั้งเชื้อ และมีค่าความเป็นพิษต่อลูกปลากัดต่ำที่สุด จิราพร และ อัญชลี (2549) ทำการสกัดใบหูกวาง ด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เอธานอล 50% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แช่ด้วยเอธานอล 50% เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปต้ม ที่อุณหภูมิ 70 ^{0}C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ใช้อัตราส่วนสมุนไพร 5 กรัม/สารละลาย 30 มล. พบว่า การสกัดด้วยน้ำมีความเป็นพิษต่อลูกปลานิล และลูกกุ้งก้ามกรามน้อยที่สุด และความเป็นพิษของใบหูกวางแสดงในตารางที่ 3 และจากตารางที่ 3 น้ำสามารถนำมาเป็นตัวทำละลายในการสกัดใบหูกวางได้ดีที่สุด

ตารางที่ 2.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดใบหูกวางต่อเชื้อ *A. hydrophila* และความเป็นพิษต่อสัตว์น้ำ

สมุนไพร	น้ำหนัก(กรัม)		วิธี	pH	MIC	MBC	LC_{50} (ppt)	
	สด	แห้ง			(ppt)	(ppt)	ปลา	กุ้ง
ใบหูกวาง (*Terminalia catappa* L.)	130	45	น้ำกลั่น	5.80	45	60	9.71	35.30
			เอธานอล 50%	4.88	10	40	2.16	4.92
			เอธานอล 50% ต้ม	4.92	20	30	3.31	3.10

ที่มา: ดัดแปลงจาก จิราพร และ อัญชลี (2549)

2. สาระสำคัญในใบหูกวาง

สาระสำคัญ คือสารที่มีฤทธิ์ในการป้องกันและยับยั้งการเกิดโรค กระตุ้นภูมิคุ้มกัน เสริมสมรรถภาพการผลิต ยับยั้งเชื้อก่อโรค และอื่นๆ ได้แก่ สารออกฤทธิ์ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2.4 สารออกฤทธิ์ในใบหูกวางที่สกัดด้วยน้ำ

สารที่สกัดได้	ชนิดใบ	
	ใบเหลือง	ใบแดง
กรดแทนนิค (เปอร์เซ็นต์)	14.50	16.70
รูติน (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	20.00	42.50
ไซเคอร์ซิตริน (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	12.00	25.00
ทองแดง (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	0.40	0.46
สังกะสี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	2.56	2.37

ที่มา: ดัดแปลงจาก อรัญญา และคณะ (2549)

ใบหูกวางที่สกัดด้วยตัวทำละลาย Aceton และ Hexane พบว่ามีสารประกอบสำคัญ คือ Violalalaxanthin, Latein, Epoxide และ Latein B-cryptoxanthin ใบหูกวางยังมีสารต้านการอักเสบ (Anti-Infilammatory) ได้แก่ triterperoic acid-ursolic และ 2-alpha 3-bata 23–trihydroxyurs-12-en-28-oic acid จากการศึกษาพบว่าใบหูกวางสีแดงจะมีสารต้านการอักเสบมากกว่าสีเหลือง และสีเหลืองมากกว่าสีเขียว (Lopez-Hernandez, 2536: Fan, 2547: Wang, 2543 อ้างโดย ภาวิดา และคณะ, 2554)

3. ประโยชน์ของหูกวางโดยทั่วไป

เมล็ดหูกวางสามารถนำมารับประทานได้ และยังมีโปรตีนที่ให้ประโยชน์แก่ร่างกายของเราอีกด้วย คุณค่าทางโภชนาการของเมล็ดหูกวาง ต่อ 100 กรัม ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ประกอบไปด้วย พลังงาน 594 แคลอรี น้ำ 4% โปรตีน 20.8 กรัม ไขมัน 54 กรัม คาร์โบไฮเดรต 19.2 กรัม ใยอาหาร 2.3 กรัม วิตามินบี1 0.32 มิลลิกรัม วิตามินบี2 0.08 มิลลิกรัม วิตามินบี3 0.6 มิลลิกรัม แคลเซียม 32 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 789 มิลลิกรัม และธาตุเหล็ก 9.2 มิลลิกรัม เมล็ดสามารถนำเอาไปทำเป็นน้ำมันเพื่อนำไปใช้บริโภค (คล้ายน้ำมัน อัลมอนด์) หรือทำเครื่องสำอางได้ เปลือกและผลมีสารฝาดมาก สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมย้อมสีผ้า ฟอกหนังสัตว์ และทำหมึกได้ ในอดีตมีการนำเอาเปลือกผลซึ่งมีสารแทนนินมาใช้ในการย้อมหวาย และได้มีการทดลองใช้ใบ

เพื่อย้อมสีเส้นไหม พบว่าสีที่ได้คือสีเหลือง สีเขียวขี้ม้า หรือสีน้ำตาลเขียว เนื้อไม้หูกวาง สามารถนำมาใช้ในการก่อสร้าง ทำบ้านเรือน หรือเครื่องเรือนได้ดี เพราะเป็นไม้ที่ไม่มีมอดและแมลงมารบกวน หรือนำมาใช้ทำฟืนและถ่านก็ได้ ในปัจจุบันต้นหูกวางเป็นพรรณไม้ที่นิยมปลูกกันมาก เพื่อเป็นไม้ประดับตามข้างทางหรือตามสถานที่ต่างๆ เช่น สวนสาธารณะ สถานที่ราชการ ริมถนน สวนป่า หรือปลูกในที่โล่งต่างๆ เป็นต้น โดยเป็นต้นไม้ที่ปลูกเลี้ยงง่าย โตเร็ว ทนแล้ง ทนน้ำขังแฉะ แต่โดยมากจะนิยมปลูกเป็นไม้เพื่อให้ร่มเงามากกว่าเป็นไม้ประดับ เพราะมีกิ่งเป็นชั้นๆ เรือนยอดหนาแน่น และหากต้องการให้ต้นหูกวางแผ่ร่มเงาออกไปกว้างขวาง ก็ต้องตัดยอดออกเมื่อได้เรือนยอดหรือกิ่งประมาณ 3-4 ชั้น ซึ่งจะทำให้เรือนยอดแตกกิ่งใบออกทางด้านข้าง (ไม่ควรนำมาปลูกใกล้บริเวณตัวอาคารบ้านเรือน เนื่องจากหูกวางเป็นไม้โตเร็ว รากจะดันตัวอาคารทำให้อาคารบ้านเรือนแตกร้าวเสียหายได้ (นิรนาม, 2015) และยังมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับหูกวาง เช่น

พาณี (ม.ป.ป.) ศึกษาสมบัติทางกายภาพและเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของใบหูกวางสีแดงและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชาชงที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานเพื่อการส่งออก ผลการทดลองพบว่า ชาใบหูกวางสีแดงมีสารต้านอนุมูลอิสระ เช่น carilagin , total phenolic compounds , tannin ชนิดสลายตัวง่ายและชนิดรวมตัวแน่นเป็นองค์ประกอบ เมื่อศึกษาชาใบหูกวาง 1 กรัม (1 ซอง) ชงแช่เป็นเวลา 5 นาที พบมีปริมาณ corilagin 2.09±0.01 มิลลิกรัม, total phenolic compounds ในสารสกัดน้ำร้อน 498.53±7.96 GAE/g dry mass และค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity; TEAC) และค่า EC50 เท่ากับ 154.75 mg,trolox/100ml และ 0.51 ml ตามลำดับ ซึ่งค่าเหล่านี้สามารถอธิบายได้ว่าชาใบหูกวางสามารถให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระได้

Kandil (2542) อ้างโดย ภาวิดา และคณะ (2554) การศึกษาสารแทนนินจากใบหูกวาง พบว่าส่วนประกอบสารแทนนิน กลุ่ม Puniclagin สามารถต้าน Ehrlish ascila carcinoma cell ที่จะกลายเป็นเซลล์มะเร็งได้

4. ประโยชน์ของหูกวางในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

หูกวางใช้ในในการเลี้ยงสัตว์น้ำมายาวนาน แต่ส่วนใหญ่ใช้ในการวงการสัตว์น้ำสวยงาม โดยที่ใบแก่นำมาแช่น้ำใช้รักษาบาดแผลของปลาสวยงาม อย่างเช่น ปลากัด ปลาหางนกยูง ได้ อีกทั้งยังช่วยบำรุงสุขภาพปลาและสีสันของปลา ช่วยทำให้ตับของปลานั้นดีขึ้น จึงส่งผลให้ปลาแข็งแรง โตเร็ว ช่วยป้องกันไม่ให้ปลาเป็นโรค (นิรนาม, 2015) ใบหูกวางยังช่วยกระตุ้นภูมิคุ้มกัน กระตุ้นการผสมพันธุ์ ทำให้สัตว์น้ำแข็งแรงทดต่อโรค และการใช้ใบหูกวาง 10-20 ใบ แช่ในน้ำ 20 ลิตร 2-3 วัน เป็นการช่วยพรางตัว และลดความเครียดของสัตว์น้ำ และจากการศึกษาการใช้ใบหู

กวาง (*Terminalia catappa*) เพื่อรักษาโรคปลากัด (*Betta splendens*) และปลาหางนกยูง (*Poecilia reticulata*) เป็นการศึกษาทางวิทยาศาสตร์เพื่อสนับสนุนแนวคิดและภูมิปัญญาท้องถิ่นของไทยที่สำคัญที่มีการใช้ใบหูกวางในการเลี้ยงปลากัดมาเป็นเวลานาน การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำสกัดใบหูกวางต่อการรักษาแผลและโรคติดเชื้อเตตร้าไฮมีนาที่ผิวหนังปลากัดและปลาหางนกยูง การสกัดใบหูกวางแห้งด้วยน้ำเป็นเวลา 3 วัน ที่อุณหภูมิ 28 องศาเซลเซียส จะได้สารละลายใสสีน้ำตาลเหมือนสีชา กลิ่นชา รสฝาด มีปริมาณสารสกัดด้วยน้ำทั้งหมด 15.15 เปอร์เซ็นต์ปริมาณสารสกัดด้วยเอทานอลทั้งหมด 11.53 เปอร์เซ็นต์ องค์ประกอบที่สำคัญทางเคมีที่ตรวจพบในใบหูกวางสีเหลือง ได้แก่ กรดแทนนิค 14.5±3.2 เปอร์เซ็นต์ รูติน 20±1.6 มิลลิกรัม/100 กรัม ไอโซเคอร์ซิตริน 12±1.6 มิลลิกรัม/100 กรัม ทองแดง 0.40±0.12 มิลลิกรัม/100 กรัม และสังกะสี 2.56±0.71 มิลลิกรัม/100 กรัม ในขณะที่ใบสีแดงพบองค์ประกอบต่าง ๆ ในสัดส่วนที่มากกว่า ได้แก่ กรดแทนนิค 16.7±2.6 เปอร์เซ็นต์ รูติน 42.5±5.8 มิลลิกรัม/100 กรัม ไอโซเคอร์ซิตริน 25±2.99 มิลลิกรัม/100 กรัม ทองแดง 0.46±0.1 มิลลิกรัม/100 กรัม และสังกะสี 2.37±0.34 มิลลิกรัม/100 กรัม การสกัดใบหูกวางด้วยน้ำที่อุณหภูมิดังกล่าวเป็นเวลา 3 วันจะได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นรสเปรี้ยว และมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย 10 [superscript 7] cfu/mL น้ำสกัดใบหูกวางมีความเป็นพิษของต่อปลากัดและปลาหางนกยูงที่ระดับความเข้มข้น 6,760 พีพีเอ็ม และ 5,281 พีพีเอ็มตามลำดับ โดยระดับความเข้มข้นที่น้ำสกัดใบหูกวางสามารถยับยั้งแบคทีเรียชนิดแอร์โรโมแนส สเตรปโตคอคคัส และโปรโตซัวชนิดเตตร้าไฮมีนาเท่ากับ 1,000, 4,000 และ 2,000 พีพีเอ็ม ตามลำดับ น้ำสกัดใบหูกวางที่ระดับความเข้มข้น 1,000 พีพีเอ็ม มีประสิทธิภาพในการรักษาโรคติดเชื้อแบคทีเรียชนิดสเตรปโตคอคคัสในปลากัด 88 ปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ระดับความเข้มข้น 10 พีพีเอ็ม ประสิทธิภาพในการรักษาโรคติดเชื้อสเตรปโตคอคคัสในปลาหางนกยูง 83.33 เปอร์เซ็นต์ ใบหูกวางหรือน้ำสกัดใบหูกวางที่ระดับความเข้มข้น 1,000 พีพีเอ็ม สามารถนำมาใช้ในการสมานแผลปลากัดและปลาหางนกยูงที่มีบาดแผลที่ผิวหนังเพียงเล็กน้อยได้ และการใช้น้ำสกัดใบหูกวางที่ระดับความเข้มข้น 50-200 พีพีเอ็ม ช่วยทำให้ปลากัดและปลาหางนกยูงที่ติดเชื้อเตตร้าไฮมีนาในห้องปฏิบัติการมีอัตรารอดเพิ่มขึ้นแต่ไม่สามารถกำจัดเชื้อที่มีในตัวปลาหางนกยูงทั้งหมด การใช้ใบหูกวางที่ความเข้มข้น 1,000–3,000 พีพีเอ็มร่วมกับเกลือแกงที่ความเข้มข้น 0.5 – 1 เปอร์เซ็นต์เพื่อรักษาแผลและลดการติดเชื้อเตตร้าไฮมีนาที่เกิดการระบาดขึ้นในฟาร์มเลี้ยงปลาหางนกยูงช่วยลดอัตราการตายได้มากกว่าการไม่ใช้หรือการใช้ใบหูกวางเพียงชนิดเดียว (อรัญญา และคณะ, 2549)

จิราพร และ อัญชลี (2549) ทำการทดสอบประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อ *Aeromonas hydrophila* โดยใช้สารสกัดเปลือกทับทิมและใบหูกวาง ด้วยน้ำกลั่น, เอธานอล 50%, เอธานอล 50% สารสกัดใบหูกวางด้วยเอธานอล 50% ต้ม มีประสิทธิภาพยับยั้งเชื้อ *A. hydrophila* มากที่สุด

รองลงมาคือ สารสกัดใบหูกวางด้วยเอธานอล 50% และสารสกัดเปลือกทับทิมด้วยเอธานอล 50% ต้ม ศึกษาค่าต่ำสุดของความเข้มข้นของสารที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อแบคทีเรีย (MIC/MBC) โดยวิธี broth dilution พบว่า สารสกัดเปลือกทับทิมด้วยเอธานอล 50% (MIC = 9 ppt; MBC = 15 ppt) มีค่าต่ำสุด รองลงมาคือ สารสกัดเปลือกทับทิมที่สกัดด้วยเอธานอล 50% ต้ม (MIC = 10 ppt; MBC = 20 ppt) และสารสกัดใบหูกวางด้วยเอธานอล 50% (MIC = 10 ppt; MBC = 40 ppt) ผลการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดสมุนไพรต่อปลานิลอายุ 14 วัน พบว่า สารสกัดเปลือกทับทิมด้วยเอธานอล 50% มีพิษต่อปลามากที่สุด (LC_{50} 96 h =1.05 ppt) รองลงมาคือ สารสกัดเปลือกทับทิมด้วยน้ำกลั่น (LC_{50} 96 h = 1.47 ppt) และสารสกัดเปลือกทับทิมด้วยเอธานอล 50% ต้ม (LC_{50} 96 h = 1.50 ppt) และผลการทดสอบความเป็นพิษของสารสกัดสมุนไพรต่อกุ้งก้ามกราม (PL15) พบว่าสารสกัดเปลือกทับทิมด้วยเอธานอล 50% ต้ม มีพิษต่อกุ้งมากที่สุด (LC_{50} 96 h = 3.05 ppt) รองลงมาคือสารสกัดหยาบใบหูกวางด้วยเอธานอล 50% ต้ม (LC_{50} 96 h = 3.10 ppt) และสารสกัดเปลือกทับทิมด้วยเอธานอล 50% (LC_{50} 96 h = 4.30 ppt) ส่วนการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดสมุนไพรในการป้องกันและรักษาโรคแอโรโมแนสในปลานิล น้ำหนักเฉลี่ย 0.1-0.3 กรัม และกุ้งก้ามกรามน้ำหนักเฉลี่ย 4-6 กรัม พบว่าสามารถใช้สารสกัดเปลือกทับทิมและใบหูกวางเพื่อป้องกันและรักษา โดยการแช่ระยะเวลายาวหรือสั้น หรือการจุ่ม ที่ความเข้มข้นที่เหมาะสม

นันทริกา และจิรศักดิ์ (2547) ศึกษาประสิทธิภาพของน้ำแช่ใบหูกวางแห้งและสารสกัดฟ้าทะลายโจรต่อการงอกของหางปลาคาร์ฟ พบว่าการใช้พืช 2 ชนิดนี้ไม่มีความแตกต่างกันในแง่ของประสิทธิภาพการงอกของหางและการอัดแน่นของเม็ดเลือดแดง

บทที่ 3

การทดลอง

การศึกษาผลการเสริมสารสกัดหยาบจากใบหูกวางในอาหารต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียน มีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

รูปแบบการวิจัย

การวิจัยเชิงทดลอง วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design: CRD) มี 4 ชุดการทดลอง แต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ หน่วยทดลองคือ กุ้งก้ามกรามที่ผ่านการอนุบาล จำนวน 240 ตัว (ที่ความหนาแน่น 38[1] ตัวต่อตารางเมตร) นำมาเลี้ยงในระบบน้ำหมุนเวียน ในถัง 500 ลิตร จำนวนถังละ 20 ตัว โดยสุ่มเลี้ยงแบบคละเพศ ใช้ระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์ โดยให้อาหารทดลอง (ชุดการทดลอง) ดังต่อไปนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อาหารไม่ผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง (ชุดควบคุม)

ชุดการทดลองที่ 2 อาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง 0.5 เปอร์เซ็นต์ของอาหารที่ให้

ชุดการทดลองที่ 3 อาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง 1 เปอร์เซ็นต์ของอาหารที่ให้

ชุดการทดลองที่ 4 อาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง 2 เปอร์เซ็นต์ของอาหารที่ให้

หมายเหตุ [1]นวลจิรา และคณะ (2548)

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิจัย

1. เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย

1) เครื่องมือและสารเคมีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ชุดวิเคราะห์ค่าอัลคาไลน์แบบสำเร็จรูป

ชุดวิเคราะห์ค่าแอมโมเนียแบบสำเร็จรูป

เครื่องวิเคราะห์ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ และ pH

เทอร์โมมิเตอร์

ไม้วัดความโปร่งแสงของน้ำ

2) เครื่องมือและสารเคมีการวิเคราะห์และทำอาหาร

เครื่องผสมอาหาร

เครื่องอัดเม็ดอาหารอย่างง่าย

เครื่องวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารสัตว์ครบชุด ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย ความชื้น และเถ้าตามหลัก AOAC 1990

สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารสัตว์ตามหลัก AOAC 1990

เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 1, 2 และ 4 ตำแหน่ง

3) เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมีในการสกัด

เครื่องบดหยาบอาหารสัตว์ (เครื่องบดหญ้า)

เครื่องอบ

เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 และ 4 ตำแหน่ง

ใบหูกวางแห้ง

ขวดรูปชมพู่ขนาด 3 และ 5 ลิตร

กระดาษกรองเบอร์ 1

กระบอกตวง

เครื่องระเหยแบบหมุน (Rotary evaporation)

ตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Hot air Oven)

2. อุปกรณ์ และสารเคมีที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

ถังขนาด 500 ลิตร จำนวน 12 ถัง

ชุดระบบน้ำหมุนเวียนครบชุด

ถังขนาด 3,500 ลิตร 2 ถัง

คลอรีนผง

ปูนแคลเซียมคาร์บอเนต

อุปกรณ์ตักกุ้ง (สวิง)

วิธีการวิจัย

1. ขั้นเตรียมการก่อนการทดลอง มีขั้นตอนดังนี้

1) การเตรียมสัตว์ทดลอง

เลือกลูกกุ้งก้ามกรามจากแหล่งที่เชื่อถือได้มาอนุบาลในถัง 3,500 ลิตร ให้อาหารสำเร็จรูปทางการค้า และใช้สีน้ำเทียมในการพรางแสง ทำการอนุบาล (ชำ) ลูกกุ้งระยะหลังคว่ำ 30 วัน จึงทำการแยกกุ้งที่มีขนาดตัวใกล้เคียงกันแยกให้อาหารตามรายละเอียดต่อไปนี้

-วันที่ 2-5 ให้อาหารผสมอาหารชุดควบคุม อัตราส่วน 75:25

-วันที่ 6-7 ให้อาหารให้ผสมอาหารชุดควบคุม อัตราส่วน 50:50

-วันที่ 8-10 ให้อาหารให้ผสมอาหารชุดควบคุม อัตราส่วน 25:75

-วันที่ 10-15 ให้อาหารชุดควบคุม 100 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ เพื่อปรับพฤติกรรมการกินอาหารและสุขภาพของกุ้งก่อนการทดลอง

2) การเตรียมสารสลัดหยาบใบหูกวาง

(1) ทำใบหูกวางแห้งมาทำความสะอาดโดยการล้างด้วยน้ำเปล่า ผึ่งลมพอหมาด แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 6 ชั่วโมง

(2) นำใบหูกวางมาบดด้วยเครื่องบดหยาบอาหารสัตว์

(3) หมักใบหูกวางบด 1 ส่วนต่อน้ำสะอาดปราศจากคลอรีน 10 ส่วน ใช้ระยะเวลาการหมัก 3 วัน (วัชริยา และนนทวิทย์, 2006)

(4) หลังจากหมักนำมากรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 และทำการระเหยตัวทำละลายด้วยเครื่องระเหยแบบหมุนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จนได้ของเหลวที่มีความเข้มข้น

หมายเหตุ ใช้ใบหูกวางสีน้ำตาล เนื่องจากหาง่ายและมีปริมาณมาก

3) การเตรียมอาหารทดลอง

(1) สูตรอาหารที่ใช้ทดลอง

ตารางที่ 3.1 วัตถุดิบอาหารกุ้งก้ามกราม และคุณค่าทางอาหารจากการวิเคราะห์

ชนิดวัตถุดิบ	ทรีตเมนต์ที่ (เปอร์เซ็นต์)			
	1	2	3	4
ปลาป่น	30	30	30	30
กากถั่วเหลือง	40	40	40	40
แกลบกุ้ง	5	5	5	5
แป้งมัน	14.925	14.425	13.925	12.925
Tuna oil	3	3	3	3
น้ำมันถั่วเหลือง	4	4	4	4
สารสกัดหยาบ	0	0.5	1	2
P18	1	1	1	1
พรีมิกซ์	1.5	1.5	1.5	1.5
เกลือ	0.5	0.5	0.5	0.5
วิตามินซี	0.075	0.075	0.075	0.075

รวมวัตถุดิบ	100	100	100	100
	คุณค่าทางอาหารจากการวิเคราะห์			
โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	38.59	38.44	38.40	38.27
ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	9.66	9.58	9.42	9.39
เยื่อใย (เปอร์เซ็นต์)	4.91	4.61	4.80	4.67
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	5.39	5.74	5.56	5.48
เถ้า (เปอร์เซ็นต์)	16.11	16.35	16.82	16.83

ที่มา: ดัดแปลงสูตรจาก อรพินท์ และคณะ (2547)

(2) การผสมอาหารและศึกษาคุณค่าทางอาหาร

นำวัตถุดิบแต่ละชนิดผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสม และอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดอย่างง่าย ก่อนนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 5-6 ชั่วโมง เก็บไว้ในถุงกระสอบในที่แห้ง และนำบางส่วนสุ่มวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และความชื้น โดยวิธี AOAC (1990)

4) การเตรียมระบบน้ำหมุนเวียน

ระบบที่ใช้จะอาศัยกระบวนการทางกายภาพ (Physical unit processes) คือการกำจัดหรือแยกของแข็งที่ไม่ละลายน้ำที่จับตัวหรือแขวนลอยอยู่ในน้ำออก โดยอาศัยหลักการกรองด้วยตะแกรง (screening) การตกตะกอน (sedimentation) การกวน (mixing) การทำให้ลอย (floatation) การกวาด (skimming) การแยกด้วยแรงเหวี่ยง (centrifugation) หรือการอัดอากาศเข้าไปเพื่อให้ฟองอากาศยึดเกาะกับอนุภาคของสาร โดยมีจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนเป็นตัวย่อยในกระบวนการไนตริฟิเคชั่น และใช้พืชน้ำเป็นตัวดูดซับแอมโมเนีย

5) วิธีการให้อาหารกุ้ง

ให้อาหารกุ้งกินจนกว่าจะอิ่ม และคำนวณน้ำหนักเฉลี่ยของกุ้ง 2 สัปดาห์ต่อครั้ง โดยใช้กุ้งเป็นตัวแทนในการประเมินน้ำหนักเพื่อให้อาหารโดยสุ่ม 5 เปอร์เซ็นต์ของกุ้งในแต่ละซ้ำ แบ่งให้อาหารตามแบบในตารางที่ 1 โดยกำหนดเวลาการให้คือ มื้อที่ 1 เวลา 07.00-08.00 น. มื้อที่ 2 เวลา 11.00-12.00 น. มื้อที่ 3 เวลา 15.00-16.00 น. และมื้อที่ 4 เวลา 19.00-20.00 น. ให้อาหารโดยวิธีการหว่านอาหารลงน้ำทีละน้อยจนอาหารหมดตามที่กำหนด (อรพินท์ และคณะ, 2547: เวียง, 2543: Lim และ Persyn, 1989)

6) การจัดเก็บข้อมูล ทำการเก็บข้อมูลดังนี้

1) ชั่งน้ำหนักและวัดความยาวกุ้งทุกตัว ในแต่ละซ้ำของชุดการทดลอง โดยชั่งก่อนการทดลองและระหว่างการทดลองทุก 14 วัน และเมื่อสิ้นสุดการทดลองหาค่าเฉลี่ย แล้วนำค่าเฉลี่ยมาคำนวณหาค่าสมรรถภาพการผลิตดังต่อไปนี้

-น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain : WG ; กรัม)

WG = น้ำหนักสุดท้าย (กรัม) – น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)

-ความยาวที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)

= ความยาวสุดท้าย - ความยาวเริ่มต้น

-อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain ratio : WGR ; %)

$$WGR = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}} \times 100$$

-อัตราการเจริญเติบโต (Average daily growth : ADG ;กรัม/ตัว/วัน)

$$ADG = \frac{\text{น้ำหนักสุดท้าย (กรัม)} - \text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{จำนวนวันที่ทำการทดลอง}}$$

2) บันทึกปริมาณอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งทุกๆวัน ตลอดการทดลอง เพื่อใช้หาค่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน

-อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio : FCR)

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ให้ทั้งหมด (กรัม)}}{\text{น้ำหนักกุ้งที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}$$

-ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน (Protein efficiency ratio : PER)

$$PER = \frac{\text{น้ำหนักกุ้งที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}{\text{ปริมาณโปรตีนที่กิน (\%)**}}$$

** ปริมาณโปรตีนที่กิน คำนวณจากโปรตีนในอาหารที่ได้จากการวิเคราะห์

3) บันทึกจำนวนกุ้งที่ตายในแต่ละวัน เพื่อนำมาคำนวณค่าอัตราการรอดตาย (Survival ratio : SR ; %) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยใช้สูตร

$$SR = \frac{\text{จำนวนกุ้งที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (ตัว)}}{\text{จำนวนกุ้งเริ่มต้น (ตัว)}} \times 100$$

4) คุณภาพน้ำ ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนการทดลองและทุก 15 วัน ระหว่างการทดลอง เพื่อเป็นการประเมินสภาพแวดล้อมในการเลี้ยงกุ้งว่าส่งผลต่อการเลี้ยงหรือไม่ โดยตรวจสอบคุณภาพน้ำดังต่อไปนี้

(1) อุณหภูมิน้ำ และอากาศ โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์

(2) ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยใช้เครื่องยี่ห้อ WTW รุ่น Multi 3430 SET F

(3) ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) โดยใช้เครื่องยี่ห้อ WTW รุ่น Multi 3430 SET F

(4) ปริมาณแอมโมเนียที่ละลายในน้ำ และอัลคาไลน์โดยใช้ชุดทดสอบ

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลด้านประสิทธิภาพการผลิตที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของข้อมูลต่างๆ ระหว่างชุดการทดลอง ด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

สถานที่ที่ใช้ทดลองและเก็บข้อมูล

สถานที่ใช้ในการทดลอง อาคารปฏิบัติการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

สถานที่วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอาหารสัตว์น้ำ

วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เคมีเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ระยะเวลาในการทดลอง

ระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การศึกษาผลการเสริมสารสกัดหยาบจากใบหูกวางในอาหารต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียน โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 4 ชุดการทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ ดังนี้

ชุดทดลองที่ 1 อาหารไม่ผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง (ชุดควบคุม)

ชุดทดลองที่ 2 อาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง 0.5 เปอร์เซ็นต์ของอาหารที่ให้

ชุดทดลองที่ 3 อาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง 1 เปอร์เซ็นต์ของอาหารที่ให้

ชุดทดลองที่ 4 อาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง 2 เปอร์เซ็นต์ของอาหารที่ให้

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 คุณภาพน้ำในถังเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

ตอนที่ 2 การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกราม

ตอนที่ 3 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกุ้งก้ามกราม

2
636.6
23/
ก-2

- 3 ก.ค. 2559

4.1 ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 คุณภาพน้ำในถังเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

คุณภาพน้ำในถังเลี้ยงกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับต่างกันในระบบน้ำหมุนเวียนเดียวกัน โดยมีระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณภาพน้ำในถังเลี้ยงกุ้งก้ามกราม

ช่วงสัปดาห์ที่	คุณภาพน้ำ					
	อุณหภูมิอากาศ (^{0}C)	อุณหภูมิน้ำ (^{0}C)	อัลคาไลน์ (mg/L)	DO (mg/L)	pH	แอมโมเนีย (mg/L)
ก่อนทดลอง	30	29	120	6.82	8.13	0.31
1	32	31	117	6.53	7.94	0.24
2	30	28	107	6.53	7.66	0.43
3	35	31	98	7.31	7.82	0.20
4	31	29	95	6.87	7.93	0.18
5	34	32	101	7.60	8.01	0.66
6	29	28	95	6.55	7.79	0.26
7	31	30	94	6.71	8.32	0.71
8	30	29	96	7.01	7.89	0.11
9	28	28	98	6.32	7.95	0.17
10	30	29	98	6.54	7.65	0.42
11	31	31	95	7.31	7.98	0.16
12	29	27	97	6.68	7.31	0.34

จากตารางที่ 4.1 การตรวจคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงกุ้งทดลองตลอดการทดลอง พบว่าคุณภาพน้ำในถังเลี้ยงด้วยระบบน้ำหมุนเวียน ในช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างมีค่าใกล้เคียงกัน สรุปได้ดังนี้ อุณหภูมิอากาศ 28-35 องศาเซลเซียส อุณหภูมิน้ำ อยู่ระหว่าง 27-32 องศาเซลเซียส ค่าอัลคาไลน์ อยู่ระหว่าง 95-120 mg/L ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) อยู่ระหว่าง 6.32-7.31 mg/L ค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ (pH) อยู่ระหว่าง 7.31-8.82 และแอมโมเนียละลายน้ำ อยู่ระหว่าง

0.16-0.71 mg/L ดังนั้นสรุปได้ว่ามีคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์น้ำ จากรายงานของกรมประมง (ม.ป.ป.), เกรียงศักดิ์ (2548), โชคชัย (2548) และ สุรังสี (2548) กล่าวว่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมในการเลี้ยงสัตว์น้ำ คือ อุณหภูมิน้ำ อยู่ระหว่าง 25-30 องศาเซลเซียส ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO) ไม่น้อยกว่า 3.0 mg/L ค่าความเป็นกรด/ด่างของน้ำ (pH) อยู่ระหว่าง 6.50-9.00 และ ค่าอัลคาไลน์ มากกว่า 60 mg/L

ตอนที่ 2 การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกราม

การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับต่างกันในระบบน้ำหมุนเวียนเดียวกัน โดยมีระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งก้ามกราม

สิ่งที่ศึกษา	อาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง (%)				P-Value
	0	0.5	1	2	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัมต่อตัว)	0.46±0.16	0.49±0.19	0.44±0.11	0.52±0.13	0.939
น้ำหนักสุดท้าย (กรัมต่อตัว)	17.10±0.20^{c}	18.60±0.52^{b}	19.75±0.30^{a}	18.11±0.77^{bc}	0.003
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัมต่อตัว)	16.64±0.18^{c}	18.11±0.36^{b}	19.31±0.30^{a}	17.59±0.64^{b}	0.001
อัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)	3,617.25±1,729.51	3,696.46±1,271.11	4,389.13±1,024.15	3,383.56±955.27	0.893
อัตราการเจริญเติบโต (กรัมต่อตัวต่อวัน)	0.20±0.00^{c}	0.22±0.00^{b}	0.23±0.00^{a}	0.21±0.01^{bc}	0.002
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	88.33±2.58	93.33±2.58	96.67±2.58	90.00±4.47	0.080

หมายเหตุ -ค่าเฉลี่ย±SD

- ^{abc} คือค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่ากุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารทดลองมีการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย สรุปได้ดังนี้

2.1 น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับ 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีน้ำหนักเริ่มต้น เท่ากับ 0.46±0.16, 0.49±0.19, 0.44±0.11 และ 0.52±0.13 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

2.2 น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับ 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีน้ำหนักสุดท้าย เท่ากับ 17.10±0.20, 18.60±0.52, 19.75±0.30 และ 18.11±0.77 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวสุดท้ายมากที่สุด

2.3 น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับ 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 16.64±0.18, 18.11±0.36, 19.31±0.30 และ 17.59±0.64 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด

2.4 อัตราน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับ 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีอัตราน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น เท่ากับ 3,617.25±1,729.51, 3,696.46±1,271.11, 4,389.13±1,024.15 และ 3,383.56±955.27 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

2.5 อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับ 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีอัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 0.20±0.00, 0.22±0.00, 0.23±0.00 และ 0.21±0.01 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตมากที่สุด

2.6 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับ 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีอัตราการรอดตาย เท่ากับ 88.33±2.58, 93.33±2.58, 96.67±2.58 และ 90.00±4.47 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตอนที่ 3 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกุ้งก้ามกราม

ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับต่างกันในระบบน้ำหมุนเวียนเดียวกัน โดยมีระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของกุ้งก้ามกราม

สิ่งที่ศึกษา	อาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง (%)				P-Value
	0	0.5	1	2	
ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กรัมต่อตัว)	47.44±1.93[a]	51.51±2.71[a]	58.28±2.63[b]	52.23±3.23[a]	0.014
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	2.85±0.09	2.84±0.11	3.02±0.10	2.97±0.09	0.211
ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน	0.43±0.00[c]	0.47±0.01[b]	0.50±0.01[a]	0.46±0.02[b]	0.001

หมายเหตุ -ค่าเฉลี่ย±SD

- [abc] คือค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

จากตารางที่ 4.3 พบว่ากุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารทดลองมีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน สรุปได้ดังนี้

3.1 ปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด (กรัม/ตัว) ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับ 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมด เท่ากับ 47.44±1.93, 51.51±2.71, 58.28±2.63 และ 52.23±3.23 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณอาหารที่กินทั้งหมดมากที่สุด

3.2 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับ 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

เท่ากับ 2.85±0.09, 2.84±0.11, 3.02±0.10 และ 2.97±0.09 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

3.3 ประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ของกุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับ 0 (ชุดควบคุม), 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีประสิทธิภาพการใช้โปรตีน เท่ากับ 0.43±0.00, 0.47±0.01, 0.50±0.01 และ 0.46±0.02 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางระดับ 1 เปอร์เซ็นต์มีประสิทธิภาพการใช้โปรตีนมากที่สุด

4.2 วิจารณ์ผล

จากการศึกษาสรุปได้ว่า กุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหาร (ชุดการทดลองที่ 3) มีผลทำให้น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าที่ไม่ผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง (ชุดควบคุม) และที่ผสม 0.5 (ชุดการทดลองที่ 2) และ 2 เปอร์เซ็นต์ (ชุดการทดลองที่ 4) ตามลำดับ (P<0.05) และส่งผลต่อปริมาณอาหารที่กิน และประสิทธิภาพการใช้อาหาร โดยที่ผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง 3 เปอร์เซ็นต์ (P<0.05) อาจเป็นเพราะใบหูกวางมี สารทีฟีนอล (phenolics) ฟลาโวนอยด์ (flavonoids) สารแทนนิน (tennins) น้ำมันหอมระเหยไตรเทอร์ปีน และ แคโรทีนอยด์ (carotenoid) โดยเฉพาะสารแทนนินมีปริมาณที่สูง ซึ่งสารกลุ่มเหล่านี้ช่วยในเรื่องของการสร้างเม็ดสี กำจัดเชื้อก่อโรค กระตุ้นภูมิคุ้มกัน กระตุ้นการกินอาหาร ส่งผลให้เจริญเติบโตได้ดี (สุวรงค์, 2536 และจิราพร, 2555) ซึ่งการที่ผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ การเจริญเติบโตดีกว่าระดับอื่นๆ อาจเป็นเพราะสัตว์น้ำแต่ละชนิดมีความสามารถในการรับสารสมุนไพรแตกต่างกัน สอดคล้องกับรายงานของ ชนกันต์ (2013) กล่าวว่า การใช้สารสกัดจากพืชผสมในอาหารสัตว์น้ำ 0.1-10 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 14-70 วัน มีผลต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกัน การยับยั้งการเกิดโรค และการเจริญเติบโต ส่วนอัตราการรอดที่ไม่แตกต่างกัน (P>0.05) อาจเป็นเพราะสารสกัดหยาบใบหูกวาง ส่งผลต่อการกระตุ้นการกินอาหาร ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้โปรตีน ส่งผลให้การเจริญเติบโตดี และอาจเป็นเพราะคุณภาพน้ำในการเลี้ยงไม่มีความแตกต่างกันก็อาจเป็นได้ ซึ่งไม่สอดคล้องกับการศึกษาของ จรัญศักดิ์ และคณะ (2553) ที่เลี้ยงปลานิลด้วยอาหารผสมสารสกัดฟ้าทะลายโจร พบว่าลูกปลามีอัตรารอดตายกลุ่มที่ให้อาหารปกติ แต่ถ้าดูจากข้อมูลโดยไม่ดูค่าทางสถิติพบว่ากลุ่มที่ผสมสารสกัดหยาบใบหูกวาง 1 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารมีแนวโน้มอัตราการรอดตายดีกว่ากลุ่มอื่นๆ

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลการเสริมสารสกัดหยาบจากใบหูกวางในอาหารต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกรามในระบบน้ำหมุนเวียน สามารถสรุปผลการศึกษาและมีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการทดลองพบว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางที่ระดับต่างกัน 4 ระดับ คือ ชุดการทดลองที่ไม่ผสม 0.5, 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ในสูตรอาหารตามลำดับ โดยทำการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า ชุดการทดลองที่ผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางระดับ 1 เปอร์เซ็นต์ มี น้ำหนักตัวสุดท้าย น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต มากกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ($P<0.05$) และประสิทธิภาพการใช้โปรตีนดีกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ($P<0.05$) ดังนั้นสรุปได้ว่าการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารผสมสารสกัดหยาบใบหูกวางในระบบน้ำหมุนเวียนเดียวกันควรใช้ที่ระดับ 1 เปอร์เซ็นต์

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1) การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาการใช้สารสกัดหยาบใบหูกวางในระบบน้ำหมุนเวียน ถ้าผู้สนใจจะนำไปใช้อาจไม่ใช่ใช้ในระบบน้ำหมุนเวียนก็ได้ เพียงแต่จัดการคุณภาพน้ำให้เป็นไปตามค่ามาตรฐานเท่านั้น

2) สารสมุนไพรไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคกุ้งก้ามกราม แต่ผู้ที่นำไปใช้เพื่อให้เกิดความปลอดภัย ควรงดใช้อาหารผสมสารสกัดใบหูกวางก่อนจับกุ้งบริโภค หรือจำหน่ายอย่างน้อย 7 วัน

5.2.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการศึกษาระบบภูมิคุ้มกันของกุ้งก้ามกรามเพิ่มเติม เพื่อให้การรายงานข้อมูลครบทุกมุมมากกว่านี้

2) ควรมีการศึกษาทดลองนำสารสกัดใบหูกวางทดลองกับกุ้งก้ามกรามระยะวัยอ่อน หรือการอนุบาลลูกกุ้ง

3) ควรมีการศึกษาทดลองในสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลเปรียบเทียบ

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. 2545. กุ้งก้ามกราม. จาก http://www.fisheries.go.th/if-m_sarakham/scrab-k.php สืบค้นเมื่อ 19 มิถุนายน 2558

กรมประมง. ม.ป.ป. การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามตามมาตรฐาน GAP. จาก http://www.fisheries.go.th/train-gr/km_freshwater/index.htm สืบค้นเมื่อ 19 มิถุนายน 2558

เกรียงศักดิ์ เม่งอำพัน. (2548). หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่.

เกรียงศักดิ์ สีตะพันธุ์ และสุธิดา โส้ะบีน. 2551. ผลของกาวเครือขาวต่อการเจริญเติบโตของปลานิลเพศเมียในฤดูหนาว. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 2 (1) มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่

เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์. 2539. การบำบัดน้ำเสีย. สำนักพิมพ์มิตรนราการพิมพ์. กรุงเทพ

จิราพร โรจน์ทินกร. 2555. คู่มือสารสกัดสมุนไพรสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

จิราพร โรจน์ทินกร จงกล พรมยะ และศรีกาญจนา คล้ายเรือง. 2552. สมุนไพรไทยทดแทนยาปฏิชีวนะในการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้ เชียงใหม่

จิราพร โรจน์ทินกร ประจวบ ฉายบุ และ ศุภลักษณ์ ฤทธิแผลง. 2552. การใช้สารธรรมชาติเร่งการเจริญเติบโตในปลาบู่. โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. รหัสโครงการ MRG-WI525S119.

จิราพร โรจน์ทินกร และ อัญชลี ธำมรงค์คงสถิต. 2549. การแช่รักษาโรคแอโรโมแนสในสัตว์น้ำโดยใช้สารสกัดเปลือกทับทิมและใบหูกวาง. การประชุมวิชาการประมง ปี 2549 กรมประมง. กรุงเทพฯ

จรัญศักดิ์ แสงรัตนกุล สมพงษ์ ดุลจินดาชบาพรม ชงโค แซ่ตั้ง และละอองทิพย์ มัทธุรศ. 2553. การอนุบาลลูกปลานิล โดยการใช้สารสกัดฟ้าทะลายโจรด้วยกรรมวิธีการสกัดที่ต่างกัน. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง 4 (1) มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่

ชนกันต์ จิตมนัส. 2013. ผลของผลิตภัณฑ์จากพืชสมุนไพรต่อการกระตุ้นภูมิคุ้มกันสัตว์น้ำ. KUU Rse.J.2013; 18 (2)

ชูศักดิ์ แสงธรรม. ม.ป.ป. กุ้งก้ามกราม. พิมพ์ครั้งที่ 4 สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพ

โชคชัย เหลืองธุรปราณีต. 2548. หลักการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. สำนักพิมพ์โฟร์เฟซ. กรุงเทพมหานคร.

ฤทัยรัตน์ น้อยคนดี. 2551. สารสกัดแทนนินจากใบมันสำปะหลังเพื่อการบำบัดคุณภาพน้ำเสีย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ

นิวุฒิ หวังชัย. 2549. โภชนาศาสตร์สัตว์น้ำ. คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทางน้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดชียงใหม่

นิวุฒิ หวังชัย ชนกันต์ จิตมนัส ทิพพ์สุคนธ์ พิมพิมล และ Masatoshi Mutsumura. 2548. ผลการเสริมสารสกัดชาเขียวในอาหารเม็ดต่อการเจริญเติบโตและอัตราการรอดของกุ้งก้ามกราม. วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 27 (ฉบับพิเศษ 1)

นันทริกา ชันชื่อ และจิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจ์. 2547. การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำแช่ใบหูกวางแห้งและสารสกัดฟ้าทะลายโจรต่อการงอกของหางปลาคาร์พ. จาก http://www.koi-keeper.net/index.php?topic=729.0 สืบค้น 22 มิถุนายน 2558

นวลจิรา พานทอง ชะลอ ลิ้มสุวรรณ สมหมาย เจนกิจการ และนิติ ชูเชิด. 2548. การศึกษาเปรียบเทียบการเลี้ยงกุ้งกรามกรามแบบดั่งเดิมและแบบพัฒนา. คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพ

บรรจง เทียนส่งรัศมี. 2535. หลักการเลี้ยงกุ้งก้ามกราม. กรุงเทพ ปริษัท ที พี พริ้นท์ จำกัด

บัญชัย กิจสัมฤทธิ์โรจน์. 2530. อาหารปลา-กุ้ง. สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม. กรุงเทพ

พาณี ศิริสะอาด. ม.ป.ป. **ชาใบหูกวาง: ทางเลือกใหม่ของผู้รักสุขภาพ**. ประชาคมวิจัย ฉบับที่ 97. จาก http://rescom.trf.or.th/display/keydefault.aspx?id_colum=2675 สืบค้น 22 มิถุนายน 2558

ภาวิดา มั่นใจสัจจาะรรม เดชา ศรีสุวรรณ และ ยิ่งลักษณ์ เหล่าทอง. 2554. ผลิตภัณฑ์จากสารสกัดใบหูกวาง. คณะพานิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

วชิราภรณ์ ไกรอ่ำ. 2557. สถานการณ์กุ้งก้ามกราม ปี 2557. ส่วนเศรษฐกิจการประมง กรมประมง. จาก http://fishco.fisheries.go.th/fisheconomic/ สืบค้นเมื่อ 16 มิถุนายน 2558

วิกิพีเดีย. ม.ป.ป. หูกวาง. จาก https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%AB%E0%B8%B9%E0%B8%81%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%87 สืบค้น 22 มิถุนายน 2558

วัชริยา ภูรีวิโรจน์กุล และนนทวิทย์ อารีย์ชน. 2006. ความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากปลากัดและความเป็นพิษของสารสกัดใบหูกวางต่อปลากัด. จาก www.lib.ku.ac.th/kuconf/kc4404014.pdf สืบค้น 22 มิถุนายน 2558

เวียง เชื้อโพธิ์หัก. 2543. โภชนาศาสตร์และการให้อาหารสัตว์น้ำ. พิมพ์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ

สุภาพร สุกสีเหลือง. 2552. การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ. บริษัท พิมดี จำกัด กรุงเทพ

สุรังสี ทัพพะรังสี. 2548. การอนุบาลกุ้งก้ามกรามวัยอ่อนในระบบน้ำหมุนเวียน. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ

สุวรงค์ วงษ์ศิริ. 2536. การสกัดแทนนินจากเปลือกเงาะ. วิทยานิพนธ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพ

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. 2540. การใช้วัสดุกรองน้ำเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ. รายงานวิจัยภาควิชาวิทยาศาสตร์การประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโนลีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพ

อรัญญา พลพรพิสิฐ จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ นันทริกา ชันซื่อ วีณา เคยพุดซา และณัฏฐารัตน์ ปราวสิทธิ์. 2549. การใช้ใบหูกวางเพื่อรักษาโรคในปลากัด และปลาหางนกยูง. รายงานวิจัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพ

อุตสาหกรรมกุ้งไทย. ม.ป.ป. โรคกุ้งก้ามกราม. จาก http://www.thailandshrimp.org/agriculture_giant2_5.html สืบค้น 10 มิถุนายน 2558

อรพินท์ จินตสถาพร ประทักษ์ ตาบทิพย์วรรณ และสุธาจรี เย็นมาก. 2547. การใช้หอยเชอรี่ทดแทนปลาป่นในอาหารกุ้งก้ามกราม. ภาควิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพ

_____.2015. หูกวาง. จาก http://frynn.com/%E0%B8%AB%E0%B8%B9%E0%B8%81%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%87/ สืบค้น 22 มิถุนายน 2558

Akiyama,H,. Fuji, K., Yamasaki, O., Oono, T. and Iwatsuki, K. 2001. Antidacterial action of several tannins against *Staphylococcus aureus*. L. Antimicrobial Chemotherapy.

Boyd C.E. 1990. Weter Quality in Ponds for Aquaculture. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University

Lim C. and A. Persyn. 1989. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold, New York.

Menasveta, P., Fast A. W., Piyatitivorakul, S. and Rungsupa, S. 1991. An improved, Closed Seawater Recirculation Maturation System for Giant Tiger Prawn. Aquaculture Engineering 10

New M.B. and W.C. Valenti. 2000. Freshwater Prawn Culture the Farming of *Macrobrachium rosenbergii.* Blackwell Science, Inc., USA

Scalbert, A. 1991. Antimicrobial properties of tannins. Phytochchemistry.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ตารางภาคผนวกที่ 1 น้ำหนักกุ้งก้ามกรามเริ่มต้นการทดลอง และน้ำหนักสิ้นสุดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ (T)	ซ้ำที่(R)	น้ำหนักกุ้ง (กรัมต่อตัว)	
		เริ่มต้น	สิ้นสุด
1	1	0.61	17.35
	2	0.27	17.03
	3	0.51	16.91
2	1	0.61	18.64
	2	0.24	17.99
	3	0.61	19.16
3	1	0.37	19.37
	2	0.36	20.02
	3	0.58	19.87
4	1	0.35	17.12
	2	0.64	18.56
	3	0.57	18.66

ตารางภาคผนวกที่ 2 อาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้งก้ามกรามตลอดการทดลอง

ชุดการทดลองที่ (T)	ซ้ำที่ (R)	ปริมาณอาหาร (กรัมต่อตัว)
1	1	49.22
	2	48.07
	3	45.05
2	1	52.78
	2	48.05
	3	53.68
3	1	54.89
	2	60.09
	3	59.87
4	1	48.52

	2	52.42
	3	55.74

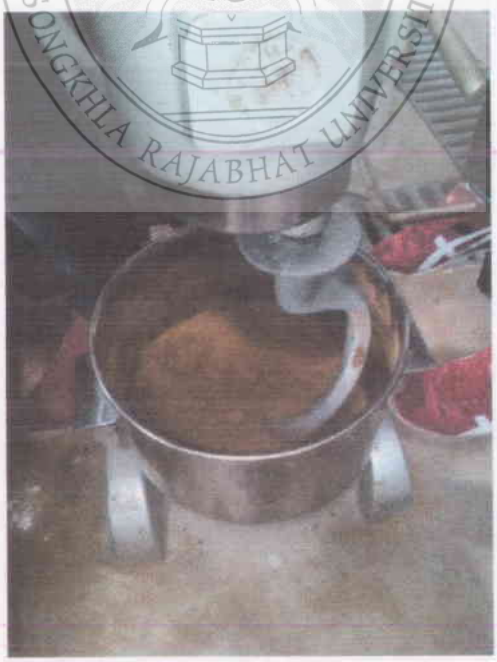
ตารางภาคผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารที่ใช้ทดลอง

ชุดการทดลองที่ (T)	ซ้ำที่ (R)	ค่าที่วิเคราะห์ (%)				
		ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย	เถ้า
1	1	5.14	38.82	9.32	5.13	15.84
	2	5.94	38.61	9.64	4.94	16.23
	3	5.09	38.34	10.02	4.67	16.27
2	1	5.85	38.46	10.13	4.76	16.24
	2	5.66	38.32	9.58	4.69	16.29
	3	5.70	38.55	9.02	4.38	16.52
3	1	5.45	38.57	9.60	4.80	16.80
	2	5.63	38.26	9.21	4.99	16.73
	3	5.60	38.38	9.45	4.60	16.94
4	1	5.54	38.46	9.66	4.36	16.85
	2	5.47	38.38	9.19	4.92	16.92
	3	5.44	37.98	9.32	4.72	16.71

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาคผนวก ข

ภาพภาคผนวกที่ 1 การสกัดหยาบสารจากใบหูกวาง



ภาพภาคผนวกที่ 2 การผสมวัสดุดิบอาหารกุ้งก้ามกราม

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพภาคผนวกที่ 3 การอัดเม็ดอาหารกุ้งก้ามกรามแบบอย่างง่าย

ภาพภาคผนวกที่ 4 ระบบบ่อที่ใช้ในการทดลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพภาคผนวกที่ 5 บ่อเลี้ยงระบบน้ำหมุนเวียน

ภาพภาคผนวกที่ 6 ขนาดลูกกุ้งก้ามกรามเริ่มทดลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

ภาพภาคผนวกที่ 7 ขนาดกุ้งก้ามกรามสิ้นสุดทดลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY