



ผลของการเสริมสมุนไพร 3 ชนิด ในอาหารสำเร็จรูปที่มีต่อการเจริญเติบโต  
และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*)  
Effects of Adding Three kinds of Plants as Supplementation  
on Growth and Survival Rate of *Penaeus vannamei*

ศิรินทร ทองชุม

สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ  
วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์  
สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้  
ปีการศึกษา 2564



## ใบรับรองโครงการ

เทคโนโลยีบัณฑิต (ทล.บ.)

สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เรื่อง ผลของการเสริมสมุนไพร 3 ชนิด ในอาหารสำเร็จรูปที่มีต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*)  
Effects of Adding Three kinds of Plants as Supplementation on Growth and Survival Rate of *Penaeus vannamei*

โดย นางสาวศิรินทร ทองชุม

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

..... ประธานกรรมการ

(นายกรீธา ดิษโสภา)

..... กรรมการ

(นางพัชริดา ขำขจร)

..... ประธานหลักสูตร

(นางกฤษณี วงศ์วุฒิวัดน์) ทำหน้าที่ กรรมการและเลขานุการ

วันที่ 29 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564

วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์

สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้

ปีการศึกษา 2564

เรื่อง	ผลของการเสริมสมุนไพร 3 ชนิด ในอาหารสำเร็จรูปที่มีต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม ( <i>Penaeus vannamei</i> ) Effects of Adding Three kinds of Plants as Supplementation on Growth and Survival Rate of <i>Penaeus vannamei</i>
โดย	ศรินทร ทองชุม
สาขาวิชา	เทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ
อาจารย์ที่ปรึกษา	อนุสรณ์ ช่วยทอง
ที่ปรึกษาร่วมโครงการ	มายมูเนาะ มิตคาคี

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของการเสริมสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ใบไมยราบยักษ์ป่น ใบหม่อนป่น และใบมันสำปะหลังป่น ด้วยวิธีการเคลือบบนเม็ดอาหาร ที่ส่งผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*) โดยเคลือบใบไมยราบยักษ์ป่น ใบหม่อนป่น และใบมันสำปะหลังป่น ในอัตราส่วนปริมาณ 10 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม โดยทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสต์ลาร์วาร์ (PL12) การทดลอง พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม) น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (กรัม) ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย (เซนติเมตร) ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อตัวต่อวัน) และอัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม ( $P > 0.05$ ) แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม ( $P < 0.05$ ) แต่ในทางความเป็นไปได้ การเสริมใบหม่อนป่นมีค่าน้ำหนักสูงสุด ทำให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงสุด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำ ดังนั้น ใบหม่อนจึงมีศักยภาพมากที่สุดที่จะนำมาปรับใช้ในการเสริมทดแทนในอาหารกุ้ง หรือสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ต่อไป

## กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก อาจารย์อนุสรณ์ ช่วยทอง และอาจารย์มายมูเนาะ มิดคาตี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่กรุณาให้คำปรึกษา และให้กำลังใจ ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่เป็นอย่างดี ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจ และความทุ่มเทของอาจารย์ที่ปรึกษา ตั้งแต่กระบวนการวางแผนการทดลองตลอดจนสิ้นสุดการทดลอง ให้สำเร็จลุล่วง ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอกราบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ในหลักสูตรเทคโนโลยีบัณฑิต ที่ถ่ายทอดองค์ความรู้ เพื่อใช้ในการทำโครงการในครั้งนี้ และให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน ในการทดลองตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทดลอง ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ อาคารเพาะพืชสัตว์น้ำกร่อย เอื้อเพื่อสถานที่ และวัสดุอุปกรณ์ในการทดลองงานวิจัยในครั้งนี้

อนึ่ง ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านอยู่ไม่น้อย จึงขอมอบส่วนดีให้แก่เหล่าคณาจารย์ที่ได้รับประสิทธิ์ประสาทวิชา จนทำให้ผลงานเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่านทุกท่าน ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ในการอบรมเลี้ยงดู ที่ได้ให้โอกาส และสนับสนุนทุนทรัพย์ในการศึกษาตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา รวมทั้งเพื่อนๆ และพี่ๆ ทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้ความช่วยเหลือในการแก้ปัญหา อุปสรรคต่างๆ และสุดท้ายขอขอบพระคุณทุกท่านที่ไม่ได้เอ่ยนามที่ได้ให้การช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้า จนทำให้โครงการวิจัยฉบับนี้ ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี และข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นนั้น ผู้วิจัยน้อมรับผิดแต่เพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำชี้แนะจากทุกท่านที่เข้ามาศึกษาโครงการวิจัยฉบับนี้ เพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนาต่อไป ขอขอบพระคุณ ณ ที่นี้

นางสาวศรินทร ทองชุม

สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ สถาบันการอาชีวศึกษาเกษตรภาคใต้

29 ตุลาคม 2564

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
<b>บทนำ</b>	
ที่มาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์	2
<b>การตรวจเอกสาร</b>	
เอกสารวิชาการ	3
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	32
<b>วิธีการดำเนินงาน</b>	
วัสดุอุปกรณ์	37
การวางแผนการทดลอง	38
วิธีการทดลอง	38
<b>ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง</b>	
ผลการทดลอง	43
วิจารณ์ผลการทดลอง	46
<b>สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</b>	
สรุปผลการทดลอง	48
ข้อเสนอแนะ	48
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>49</b>
<b>ภาคผนวก</b>	<b>52</b>
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ผลทางสถิติ	53

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม	12
2	แสดงค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล	13
3	แสดงระดับโปรตีนในอาหารกุ้งขาวแวนนาไม	14
4	แสดงระดับไขมันในอาหารกุ้งขาวแวนนาไม	15
5	แสดงอัตราการให้อาหารที่กำหนดตามน้ำหนักกุ้ง	17
6	แสดงโภชนาศาสตร์ของไมยราบยักษ์	22
7	แสดงโภชนาศาสตร์ของหม่อน	27
8	แสดงคุณค่าทางโภชนะของไบมันสำปะหลังแห้ง	28
9	แสดงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	40
10	แสดงค่าน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย และน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกุ้งขาวแวนนาไมที่ให้อาหารเคลือบด้วยสมุนไพรที่ต่างกัน เป็นเวลา 30 วัน	43
11	แสดงค่าความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย และความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกุ้งขาวแวนนาไมที่ให้อาหารเคลือบด้วยสมุนไพรที่ต่างกันเป็นเวลา 30 วัน	44
12	แสดงค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่อวันของกุ้งขาวแวนนาไมที่ให้อาหารเคลือบด้วยสมุนไพรที่ต่างกันเป็นเวลา 30 วัน	45

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงภาพกุ้งขาวแวนนาไม ( <i>Penaeus vannamei</i> )	4
2	แสดงขั้นตอนการพัฒนาของตัวอ่อน	8
3	แสดงต้นไมยราบยักษ์	18
4	แสดงต้นหม่อน	23
5	แสดงต้นมันสำปะหลัง	26

## บทนำ

### ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีทั่วทุกภูมิภาคของโลก ได้มีการพัฒนาขยายตัวอย่างรวดเร็ว เนื่องจากประชากรโลกที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เกิดความต้องการทางด้านอาหารจากสัตว์น้ำสูงขึ้นตามไปด้วย โดยเฉพาะกุ้งทะเลที่กำลังเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งประเทศไทยจัดเป็นอันดับต้นๆ ที่มีกำลังผลิตสินค้ากุ้ง ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีความอุดมสมบูรณ์ทางด้านทรัพยากรน้ำที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ มีความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีที่ช่วยเสริมให้การนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ทำได้ง่ายขึ้น ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงกุ้งทะเล ซึ่งผลผลิตกุ้งทะเลจากการเลี้ยงส่วนใหญ่นำมาแปรรูป เพื่อการส่งออกสร้างรายได้ให้กับประเทศไทยเป็นจำนวนมาก เมื่อพิจารณาถึงการส่งออกกุ้งขาวแวนนาไม ปี พ.ศ. 2563 มีปริมาณการส่งออก 114,398.93 ตัน มูลค่า 34,096.17 ล้านบาท หรือคิดเป็น 76.53 และ 76.68 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณ มูลค่าการส่งออกกุ้งทะเลทั้งหมด เมื่อเทียบกับปีก่อนการส่งออกมีปริมาณมูลค่าลดลง 15.09 และ 14.37 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ หากพิจารณาจากสัดส่วนมูลค่าการส่งออกพบว่า ตลาดหลัก คือ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น จีน เกาหลีใต้ และประเทศอื่นๆ (จิตรลดา, 2563) ในอนาคตคาดว่าผลผลิตกุ้งขาวแวนนาไมของประเทศไทยมีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกัน การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมอาหารนับได้ว่าเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดปัจจัยหนึ่ง เนื่องจากต้นทุนในการเลี้ยงสูง ซึ่งจะตกอยู่ประมาณ 50 ถึง 70 เปอร์เซ็นต์ของต้นทุนทั้งหมด ปัจจุบันสถานการณ์การเพาะเลี้ยงกุ้งทะเลของประเทศไทยต้องเผชิญกับปัญหาหลายด้าน เช่น โรคกุ้ง การค้ามนุษย์ การใช้แรงงานเด็ก หรือแรงงานบังคับ การบิดเบือนข้อมูลบนฉลากสินค้าอาหารทะเล การตรวจสอบมาตรฐานสินค้าของประเทศคู่ค้า ปัญหาการทำประมงผิดกฎหมายขาดการรายงาน ไร้การควบคุม ในอุตสาหกรรมประมงไทย รวมทั้งการถูกประเทศคู่ค้าสำคัญอย่างสหภาพยุโรปตัดสิทธิพิเศษทางภาษีศุลกากร ส่งผลกระทบต่ออุตสาหกรรมกุ้งไทย ตลอดจนห่วงโซ่การผลิตที่ทำให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกุ้งประสบภาวะขาดทุน ผลผลิตกุ้งทะเลลดลง บางแห่งต้องหยุดกิจการชั่วคราว หรือถาวร เกิดปัญหาการเลิกจ้างแรงงานตามมา (ชัยพร, 2561)

อย่างไรก็ตาม เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำก็ยังคงควบคุมคุณภาพ และประสิทธิภาพในการผลิตสินค้า ผลิตภัณฑ์ให้ได้อยู่เสมอ ดังนั้น ความสำคัญอีกประการหนึ่ง คือ การสร้างสูตรอาหาร หรือการเลือกวัตถุดิบ เพื่อทำอาหารสัตว์น้ำ ผู้เลี้ยงจะต้องคำนึงถึงคุณภาพ หรือคุณค่าทางอาหารของวัตถุดิบนั้นด้วยว่าสัตว์น้ำมีความสามารถในการย่อยได้มากน้อยเพียงใด สามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่อร่างกายได้มากน้อยเพียงใด อาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำในปัจจุบันส่วนใหญ่นิยมใช้



อาหารผสมสำเร็จรูปเป็นหลักในการเลี้ยง และในการผลิตอาหารประเภทนี้สิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึงคือ ปริมาณโปรตีนในอาหารแหล่งของโปรตีนในอาหารที่นำมาใช้เลี้ยงสัตว์มี 2 ประเภท คือ โปรตีนจากสัตว์ โปรตีนจากพืช โดยโปรตีนจากสัตว์จะแตกต่างจากโปรตีนจากพืช เนื่องจากชนิด ปริมาณของกรดอะมิโนที่แตกต่างกันในการให้อาหารสัตว์น้ำ สัตว์น้ำจะโตเร็ว จะขึ้นอยู่กับคุณภาพอาหารที่ได้รับต้องให้ในปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการ นับได้ว่าโปรตีนเป็นสารอาหารที่ช่วยในการเจริญเติบโตอย่างแท้จริง ปัจจุบันมีนักวิจัย นักวิชาการ เกษตรกรหลายท่านพยายามลดต้นทุนด้านอาหารแต่ยังคงคุณประโยชน์ของสารอาหารที่สัตว์น้ำควรได้รับไม่ว่าจะเป็นโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ เป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า พืช ผัก สมุนไพรไทยหลายชนิดมีโปรตีนสูง เหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้ในอาหารสัตว์น้ำ ไม่ว่าจะเป็นการทดแทนหรือการเสริมอาหารเพื่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย

ผู้วิจัยกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจึงได้มีแนวคิดที่จะศึกษาผลของการเสริมใบไมยราบยักษ์ป่น ใบหม่อนป่น และใบมันสำปะหลังป่น เป็นพืชที่มีคุณค่าทางด้านโภชนศาสตร์สูง ที่มีส่วนช่วยในด้านการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายสูง กระตุ้นการอยากอาหาร มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันการอักเสบ ด้วยวิธีการเคลือบบนเม็ดอาหาร ก่อให้เกิดประโยชน์ ซึ่งเป็นแนวทางให้เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ได้นำไปประยุกต์ใช้ในด้านอาหารสัตว์น้ำ เพื่อลดต้นทุนทางด้านการผลิตสัตว์น้ำต่อไป

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลของการเสริมใบไมยราบยักษ์ป่น ใบหม่อนป่น และใบมันสำปะหลังป่น โดยการเคลือบบนเม็ดอาหารต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*)

## การตรวจเอกสาร

ศึกษาผลของการเสริมสมุนไพร 3 ชนิด โดยการเคลือบบนเม็ดอาหาร เพื่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*) ระยะโพสต์ลาร์วาร์ (PL12) เป็นงานวิจัยเชิงทดลอง ได้แก่ ใบไมยราบยักษ์ ใบหม่อน และใบมันสำปะหลัง ซึ่งเป็นพืชที่มีโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต มีส่วนช่วยในด้านการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตาย กระตุ้นการอยากอาหาร มีสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยป้องกันการอักเสบ มีเอกสารวิชาการ และงานวิชาการ ดังนี้

### เอกสารวิชาการ

#### 1. กุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*)

กุ้งขาวแวนนาไม หรือกุ้งขาวแปซิฟิก (Pacific white shrimp) ถูกค้นพบโดย Boone ในปี ค.ศ. 1931 มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Penaeus vannamei* ชื่อสามัญที่ FAO รับรอง ใช้เรียกกันทั่วโลก คือ white leg shrimp หรือ Pacific white shrimp มีการเลี้ยงอย่างแพร่หลาย ในทวีปอเมริกาเหนือ และอเมริกาใต้ ได้แก่ เอกวาดอร์ เม็กซิโก บราซิล ฯลฯ ส่วนในทวีปเอเชีย มีการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมในหลายประเทศ ได้แก่ ไต้หวัน จีน อินโดนีเซีย เวียดนาม สำหรับประเทศไทยกรมประมงอนุญาตให้นำพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวแวนนาไมที่ปลอดเชื้อ (Specific Pathogen Free, SPF) จากต่างประเทศเข้ามาทดลองเลี้ยงในปี พ.ศ. 2545 โดยอนุญาตให้นำพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวแวนนาไมได้จากแหล่งที่กรมประมงรับรองแล้วเท่านั้น (มาลินี และสมยศ, 2548; ชะลอ และคณะ, 2548) ซึ่งในขณะนั้นการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในประเทศไทยกำลังประสบปัญหากุ้งโตช้า ไม่ได้ขนาดตัวที่ต้องการ เกิดโรคระบาด เกษตรกรที่เลี้ยงกุ้งกุลาดำส่วนใหญ่ประสบปัญหาขาดทุนในขณะเดียวกันมีเกษตรกรบางส่วนทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมให้ผลค่อนข้างดีทำให้เกษตรกรจำนวนมากหันมาเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมกันมากขึ้น (ชะลอ และพรเลิศ, 2547)

การเลี้ยงกุ้งให้ประสบความสำเร็จ นอกจากปัจจัยในเรื่องคุณภาพลูกกุ้ง และการจัดการฟาร์มอาหารที่ใช้เลี้ยงกุ้ง ถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญ เนื่องจากกุ้งเป็นสัตว์ที่ต้องการอาหารที่มีโภชนาการสูง ทั้งปริมาณ และคุณภาพ ดังนั้น อาหารกุ้งที่ดีต้องประกอบด้วยวัตถุดิบคุณภาพสูง และยังมีสารดึงดูดให้กุ้งเข้ามากินอาหาร การตัดสินใจว่าอาหารที่ให้นั้นจะทำให้กุ้งกินดี หรือไม่ ต้องสังเกตจากภายในลำไส้กุ้งมีอาหารเต็ม และการเจริญเติบโตของกุ้ง (เบทาโกร, 2557)

### 1.1 อนุกรมวิธานของกุ้งขาวแวนนาไม

Kingdom: Animalia

Phylum: Arthropoda

Class: Crustacea

Sub-class: Malacostraca

Order: Decapoda

Family: Penaeidae

Genus: *Penaeus*

Species: *vannamei*

ที่มา: กมลศิริ, 2564



ภาพที่ 1 แสดงภาพกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*)

ที่มา: สยามรัฐ, 2564

### 1.2 ชีวิตวิทยาและแหล่งอาศัยของกุ้งขาวแวนนาไม

กุ้งขาวแวนนาไม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Penaeus vannamei* ชื่อสามัญว่า Pacific white shrimp โดยกุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งพื้นเมืองของทวีปอเมริกาใต้สามารถพบทั่วไปบริเวณชายฝั่งมหาสมุทรแปซิฟิกตะวันออก พบได้ในอุณหภูมิจนถึง 22 องศาเซลเซียส อาศัยอยู่ตามแนวชายฝั่งจนถึงบริเวณที่มีความลึก 72 เมตร กุ้งขาวแวนนาไมเมื่อมีการเจริญเติบโตสูงสุด มีความยาวประมาณ 9 นิ้ว ลักษณะทั่วไปลำตัวมี 8 ปล้อง มีสีขาวย หน้อกใหญ่ การเคลื่อนไหวเร็ว ส่วนหัวมี 1 ปล้อง กรีด้านบน มี 8 ฟัน เปลือกหัวมีสีขาวยอมชมพูถึงแดง ส่วนตัวมี 6 ปล้อง ส่วนหางมี 1 ปล้อง ปลายหางมีสีแดงเข้ม ขนาดตัวที่โตสมบูรณ์เต็มที่ของกุ้งสายพันธุ์นี้จะมีขนาดเล็กกว่ากุ้งกุลาดำ หากินทุกระดับความลึกของน้ำ กุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่เลี้ยงง่ายมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (ปิยะบุตร, 2545)

### 1.3 ถิ่นที่อยู่อาศัยและการแพร่กระจาย

กิ้งขาวแวนนาไม่เป็นกิ้งพื้นเมืองที่กระจายอยู่ในทะเลของประเทศกลุ่มแปซิฟิก จากนอกชายฝั่งทางเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ถึงชายฝั่งแปซิฟิกของทวีปอเมริกาเหนือถึงทวีปอเมริกาใต้ โดยปกติแล้วจะพบมากในแถบประเทศปานามา และพบการกระจายทั่วไปตามชายฝั่งตะวันออกเฉียงของมหาสมุทรแปซิฟิกจากเม็กซิโกไปถึงตอนเหนือของประเทศเปรู มีรายงานว่า พ่อแม่พันธุ์ที่นำมาเพาะเลี้ยงพบได้ตั้งแต่ไหล่ทวีปจนถึงความลึก 72 เมตร

### 1.4 วงจรชีวิตและการสืบพันธุ์

ในธรรมชาติของกิ้งขาวแวนนาไม่ จะมีอายุขัยประมาณเกือบ 36 เดือน โดยจะวางไข่ที่ระดับน้ำลึกประมาณ 30 ถึง 60 มิลลิเมตร ไข่ที่ฟักแล้วแม่กิ้งขนาด 60 ถึง 120 กรัม จะวางไข่ประมาณ 150,000 ถึง 250,000 ฟอง ส่วนแม่กิ้งขนาด 30 ถึง 45 กรัม จะวางไข่ประมาณไม่เกิน 100,000 ฟอง (ปิยะบุตร, 2545) โดยจะวางไข่ในตอนกลางคืนบนพื้นแม่กิ้งจะว่ายน้ำอย่างรวดเร็วอยู่ประมาณ 45 ถึง 60 วินาที แล้วจึงเริ่มออกไข่ขณะที่ลดความเร็วลงอย่างช้าๆ เนื่องจากลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์เพศเมียของกิ้งขาวแวนนาไม่ จะมีลักษณะเป็นแบบเปิด (Opened Thelycum) ปกติแล้วกิ้งขาวแวนนาไม่ จะผสมพันธุ์ในเวลากลางวัน หลังจากมีการลอกคราบของตัวเมีย จะมีการเกี่ยวพาราสิ ผสมพันธุ์กันที่ความลึก 10 ถึง 50 เมตร ในธรรมชาติแม่กิ้งที่มีไข่แก่พร้อมที่จะวางไข่นั้น จะสังเกตได้จากจะเห็นรังไข่ เป็นลำที่มีสีเขียวเกือบดำอยู่บนแถบหลังของลำตัวตั้งแต่บริเวณหลัง ไปจรดหาง ตรงบริเวณด้านข้างของลำตัว ตรงปล้องที่ 1 ถึง 2 จะเห็นรังไข่แผ่ออกไปเป็นหยักๆ โค้งลงมาทางด้านข้างของลำตัวทั้งสองข้าง โดยมีพฤติกรรมในการผสมพันธุ์แบ่งได้เป็น 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 ตัวเมียจะว่ายน้ำขนานไปกับตัวผู้ ตัวเมียจะว่ายน้ำสูงกว่าประมาณ 30 ถึง 40 เซนติเมตร แล้วว่ายน้ำวกกลับมาสลับกับการหยุดพักที่พื้นเป็นระยะๆ มักจะมีตัวผู้ว่ายน้ำไล่ตามหลายตัว แต่จะมีเพียงตัวเดียวที่สามารถว่ายน้ำเข้ามาขนานซ้อนอยู่ด้านล่างของตัวเมียพอดีแล้วตัวเมียจะค่อยๆ ใช้ขาเดินโอบริดที่ส่วนหัว (Carapace) ของตัวผู้ ถ้าตัวผู้สามารถจัดตำแหน่งได้เหมาะสมใช้เวลาประมาณ 15 ถึง 20 นาที แต่ถ้ายังจัดตำแหน่งไม่เหมาะสม มีการหยุดพักนานอาจใช้เวลานานมากกว่า 1 ชั่วโมง ระยะที่ 2 ตัวผู้จะพลิกตัวค่อยๆ หายขึ้นมาติดตัวเมีย พอทั้งคู่ประกบกันได้ตัวผู้จะแนบส่วนต่อของอกกับท้องเข้ากับส่วนนอกด้านล่างของตัวเมีย ซึ่งจะทำให้ตัวผู้ตัวอื่นๆ หหมดโอกาสในการเข้าผสมพันธุ์กับตัวเมีย ในจังหวะนี้แต่ถ้าในระยะนี้ตัวผู้ยังเข้าทำไม่ได้ไม่สำเร็จตัวผู้จะกลับมาอยู่ในท่าคว่ำ แล้วจะพยายามว่ายน้ำขนานกับตัวเมียเพื่อสร้างโอกาสใหม่อีกครั้ง และระยะที่ 3 ตัวผู้จะทำตัวเกือบตั้งฉากกับตัวเมียหลังจากจังหวะที่ประกบตัวได้แล้วตัวผู้จะใช้ขาเดินคู่ที่ 5 เชี่ยวัยวะสืบพันธุ์ Petasma ซึ่งเห็นงายอยู่ด้านข้างเป็นคู่มีลักษณะคล้ายตะขออยู่ที่ขาว่ายน้ำคู่ที่ 1 ซึ่งเป็นอวัยวะที่ช่วยในการปล่อยน้ำเชื้อแล้วจับ Petasma ยัดเข้าไปที่ Thelycum ของตัวเมียซึ่งลักษณะเป็นรูปคล้ายผีเสื้อกางปีกมีรูเปิดอยู่ตรงกลางยาวลงไปเป็นร่องเหมือนรังกระดุมสี่เหลี่ยมอยู่ตรงกลางระหว่างขาว่ายน้ำคู่ที่ 1 กับขาเดินคู่ที่ 5 ซึ่งเป็นอวัยวะที่มีไว้สำหรับเก็บน้ำเชื้อของกิ้งตัวผู้ ภายหลัง

การเกาะติดแน่นมากเหมือนทากแล้วตัวผู้จะโค้งรอบตัวเมีย แล้วกระตุกหัว และหางเป็นจังหวะอย่างต่อเนื่อง เพื่อบีบน้ำเชื้อออกมาตัวเมียจะเก็บน้ำเชื้อเข้าไปแล้วปล่อยไข่เลยซึ่งในกึ่งขาววนนาไม่ไข่ของตัวเมียจะอยู่ข้างในส่วนของน้ำเชื้อที่เข้าไปจะอยู่ด้านนอก ซึ่งปากของ Thelycum ต้องเปิดก่อนถึงจะเก็บน้ำเชื้อที่ได้รับมาทำให้ปริมาณของเชื้อตัวผู้ที่เข้าปฏิสนธิกับไข่ เป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ จึงทำให้โอกาสในการได้ไข่ที่ได้รับการผสมแล้วเจริญต่อไปเป็นตัวอ่อนน้อยกว่ากรณีของกึ่งกุลาดำ กึ่งแซบวัย จากนั้นจึงค่อยแยกตัวออกจากกันแล้วว่ายน้ำออกไปในเวลา 2 ถึง 3 วินาที รวมเวลาทั้งสิ้นในการผสมพันธุ์ทั้งหมดประมาณ 1 ถึง 3 ชั่วโมง แล้วแม่กึ่งทำการปล่อยไข่ ขณะที่ลดความเร็วการว่ายน้ำลงอย่างช้าๆ ออกทางช่องเปิดบริเวณโคนขาเดินคู่ที่ 3 ประมาณ 45 ถึง 60 วินาที การวางไข่จะใช้เวลา 3 ถึง 5 นาที ถ้ากึ่งวางไข่จะสามารถสังเกตเห็นคราบไขมันลอยอยู่บริเวณใกล้เคียง หรือติดกับขอบบ่อที่ทำการเพาะฟัก (ปิยะบุตร, 2545)

#### 1.5 การวิวัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของกึ่ง

ตัวอ่อนของกึ่งขาววนนาไม่ มีการพัฒนา และการเปลี่ยนแปลงไปตามช่วงการลอกคราบ โดยไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิจะมีลักษณะกลม มีเมือกห่อหุ้ม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.22 มิลลิเมตร ไข่จะจมลงสู่พื้น เพราะหนักกว่าน้ำทะเลเล็กน้อย ปกติไข่กึ่งจะฟักเป็นตัวในบริเวณที่วางไข่ จากนั้นลูกกึ่งวัยอ่อนจะเคลื่อนย้ายเข้าสู่บริเวณชายฝั่งในย่านน้ำกร่อย ซึ่งเป็นบริเวณที่มีอาหารธรรมชาติสมบูรณ์ลูกกึ่งจะเลี้ยงตัวเองอยู่บริเวณนี้จนถึงขั้นพ่อแม่พันธุ์ จึงค่อยอพยพสู่ทะเลลึกเพื่อทำการสืบพันธุ์วางไข่ต่อไป การพัฒนาตัวอ่อนระยะของกึ่งขาววนนาไม่ เมื่อไข่ที่ได้รับการปฏิสนธิแล้วภายใน 12 ถึง 14 ชั่วโมง ก็จะฟักเป็นตัวอ่อน ในระยะนอเพเลียส (Nauplius) ลูกกึ่งที่ฟักออกมาเป็นตัวนี้จะมีการพัฒนา และการเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปจนกระทั่งเหมือนตัวเต็มวัย ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็นระยะต่างๆ ดังต่อไปนี้

1.5.1 ลูกกึ่งวัยอ่อนในระยะที่ 1 (ระยะนอเพเลียส) เป็นลูกกึ่งที่ฟักออกจากไข่ใหม่ๆ จะขนาดเล็ก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างทั้งหมด 6 ครั้งภายใน 40 ถึง 50 ชั่วโมง ระยะนี้ลูกกึ่งยังไม่กินอาหาร แต่จะได้อาหารส่วนใหญ่จากถุงอาหารที่ติดตัวมา และจะมีชีวิตส่วนใหญ่อยู่ตามหน้าดิน

1) นอเพเลียสที่ 1 ขนาดลำตัวประมาณ 0.30 มิลลิเมตร รูปร่างค่อนข้างกลม หัวโต เรียวเล็กไปทางด้านหาง มีระยะ 3 คู่ มีตาอันเดียวอยู่ระหว่างระยะคู่ที่ 1

2) นอเพเลียสที่ 2 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.30 ถึง 0.36 มิลลิเมตร ระยะคู่เริ่มแบ่งออกเป็นปล้อง หงายหางใหญ่ และยาวออก

3) นอเพเลียสที่ 3 ลำตัวยาวประมาณ 0.36 ถึง 0.38 มิลลิเมตร เริ่มปรากฏฐานของระยะคู่ท้อง ปลายหางเรียวเล็ก มีหงาย 3 คู่

4) นอเพเลียสที่ 4 ลำตัวยาวประมาณ 0.36 ถึง 0.40 มิลลิเมตร ปลายของระยะคู่ท้องแยกออกเป็นสองแฉก มีหงายที่ปลายหาง 4 คู่

5) นอเพลีสที่ 5 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.40 ถึง 0.44 มิลลิเมตร เริ่มมีเปลือกหัว ขากรรไกรกลม ลำตัวยาวออก ปลายหางแยกเป็น 2 แฉก

6) นอเพลีสที่ 6 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 0.42 ถึง 0.50 มิลลิเมตร เปลือกหัวใหญ่ขึ้น ขากรรไกรยาวออกมีหนามที่ปลายหาง 7 คู่

1.5.2 ลูกกุ้งวัยอ่อนระยะที่ 2 (ระยะโปรโตซูเอีย) มีลำตัวยาวขึ้นส่วนหัวเห็นได้ชัด ลูกกุ้งจะค่อยๆ ลอยตัวขึ้นสู่มิวน้ำ เริ่มกินอาหาร อาหารของลูกกุ้งในระยะนี้ ส่วนใหญ่เป็นพวกแพลงก์ตอน และพืชเล็กๆ ลูกกุ้งจะเริ่มเดินทางเข้าหาฝั่ง จะอยู่ในระยะที่ 2 ประมาณ 4 วัน มีการเปลี่ยนแปลงลอกคราบ 3 ครั้ง แต่ละครั้งจะมีรูปร่าง ดังนี้

1) โปรโตซูเอียที่ 1 ขนาดลำตัวยาว 0.85 ถึง 1.00 มิลลิเมตร ลำตัวแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง ส่วนอกแยกเป็น 6 ปล้อง ส่วนหัวมีเปลือกคลุมตลอด ตาอยู่ภายในเปลือกมองเห็นเป็นจุดดำ แยกออกเป็น 2 ตา แต่ยังไม่มีการมองเห็น ระบายค้ำคู้ที่ 3 เปลี่ยนหน้าที่จากการช่วยในการว่ายน้ำมาทำหน้าที่ช่วยในการกินอาหาร ปลายหางมีหนาม 7 คู่

2) โปรโตซูเอียที่ 2 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 1.20 ถึง 1.40 มิลลิเมตร ตาโผล่พ้นเปลือกหัว มีก้านตายาว กริแหลมยื่นไปข้างหน้า จุ่มลงด้านล่างเล็กน้อย ระหว่างตามีหนาม 1 คู่ บนเปลือกหัว เปลือกหัวเริ่มขยายออกคลุมส่วนอก และที่ส่วนท้องเริ่มแบ่งเป็น 5 ปล้อง ส่วนหางแยกเป็นสองแฉก และมีขนข้างละ 7 เส้น

3) โปรโตซูเอียที่ 3 ขนาดลำตัวยาวประมาณ 1.50 ถึง 2.00 มิลลิเมตร แพนหางขึ้นนอกมีขนาดใหญ่กว่าแพนหางอันในรอบๆ แพนหางมีขน มีระยางค์ว่ายน้ำเกิดขึ้นที่ปล้องออก ทั้ง 5 ปล้อง

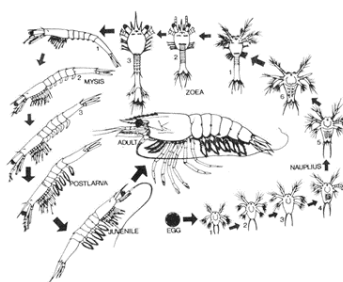
1.5.3 ลูกกุ้งวัยอ่อนระยะที่ 3 (ระยะไมซิส) ลูกกุ้งในระยะนี้มีลักษณะคล้ายพ่อแม่มากขึ้น สามารถมองเห็นได้ชัด จะอยู่ในระยะนี้ประมาณ 7 วัน มีการเปลี่ยนแปลง 3 ระยะ คือ

1) ปลายระยางค์แบ่งเป็น 2 แฉก ส่วนท้องแบ่งออกเป็น 6 ปล้องหนามบนปล้องท้องที่ 1 และ 2 หายไป ปลายหางมีหนาม 8 คู่ หนวดคู่ที่ 1 เริ่มแบ่งเป็น 3 ปล้องปลายหางเป็น 2 แฉก ลำตัวมีความยาวประมาณ 2.50 ถึง 3.00 มิลลิเมตร

2) ไมซิสที่ 2 ส่วนหัวกับส่วนอกเชื่อมติดกันอย่างสมบูรณ์ มีเปลือกหัวคลุมตลอดระยางค์คู้ที่ 1 ถึง 3 ตรงปลายเปลี่ยนเป็นก้ามหนีบ ระยางค์ว่ายน้ำที่ปล้องท้องเจริญขึ้นหนามบนปล้องที่ 3 หายไป หางเว้าเล็กน้อย ลำตัวมีความยาวประมาณ 3.00 ถึง 3.45 มิลลิเมตร

3) ไมซิสที่ 3 ขาวว่ายน้ำเจริญขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ปล้อง มีพนักกรี 1 ถึง 2 อันที่สันกรีบ ลำตัวมีความยาวประมาณ 4.04 ถึง 4.50 มิลลิเมตร

1.5.4 ลูกกุ้งวัยอ่อนระยะที่ 4 (ระยะโพสต์ลิวาร์) คือ ระยะตัวอ่อนขั้นสุดท้าย ระยะนี้ กุ้งจะมีความยาวประมาณ 5.50 มิลลิเมตร ลูกกุ้งมีระยางค์ครบเหมือนกุ้งเต็มวัย ลูกกุ้งจะวิวัฒนาการไปเรื่อยๆ จนเข้าสู่กุ้งวัยรุ่น โดยแบ่งเป็น 25 ระยะ ภายใน 25 วัน เรียกว่า โพสต์ลิวาร์ที่ 1 (PL1) เรื่อยไปจนถึงโพสต์ลิวาร์ที่ 25 (PL25) หลังการลอกคราบแต่ละครั้ง รูปร่างลักษณะเปลี่ยนแปลงสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ลูกกุ้งจะมีสีเหลืองใส มีลาย หรือจุดเกิดขึ้น กริยาวอก หนามบนลำตัวหายไปหมด ลูกกุ้งจะเลี้ยงตัวอยู่บริเวณป่าไม้ ชายเลน ในแหล่งน้ำกร่อยประมาณ 3 ถึง 4 เดือน ก็จะเติบโตเป็นกุ้งวัยรุ่น เมื่ออายุได้ประมาณ 6 เดือน กุ้งจะเดินทางสู่ทะเลเพื่อผสมพันธุ์ต่อไป (สมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทย, 2564) ลูกกุ้งระยะนี้มีลักษณะใกล้เคียงกับลูกกุ้งวัยรุ่นมากขึ้น มีอวัยวะต่างๆ เกือบครบทุกส่วน และพัฒนาการไปเรื่อยๆ จนเข้าสู่ระยะกุ้งวัยรุ่น (ในการเพาะเลี้ยง ในบ่อดิน หากอนุบาลลูกกุ้งให้โตไปจนถึงช่วงโพสต์ลิวาร์ PL15 เป็นต้นไปก็สามารถที่จะใช้เป็นพันธุ์ สำหรับปล่อยเลี้ยงได้ที่ประเทศเม็กซิโกมีการอนุบาลไปจนถึงขนาด PL45) ลูกกุ้งในระยะโพสต์ลิวาร์นี้ จะมีขาเดิน 3 คู่ คู่แรกมองเห็นเป็นก้ามชัดเจน หางแคบเข้าเป็นระยะมีระยางค์ครบมีขากรรไกร (Mandible) ชัดเจน ขาวายน้ำเจริญให้เห็นชัดเจนขึ้น กรีสั้นกว่าดวงตา ระยะระหว่างตากางออก มองเห็นได้ชัดเจน ลักษณะลำตัวสั้นป้อมจะมีลักษณะใส มีเส้นสีน้ำตาลพาดยาวจากบริเวณหนวดถึง หางโดยปล้องท้องปล้องที่ 6 จะยาวกว่าปล้องหัวเล็กน้อยกุ้งวัยรุ่นลูกกุ้งจะมีขนาดตัวโตขึ้น โดยมีการเจริญของเหงือกที่สมบูรณ์ กุ้งในระยะนี้จะมีการพัฒนาของกรืออย่างเต็มที่ มองเห็นกริด้านบนมี 8 ถึง 9 ฟัน ค่ากลางที่พบประมาณ 8 ฟัน และกริด้านล่างมี 1 ถึง 2 ฟัน ค่ากลางที่พบประมาณ 2 ฟัน ความยาวกริ จะสั้นกว่า Exopodite ของหนวดปลายกริเรียวยาว การเคลื่อนไหวจะคล้ายกับกุ้งที่โตเต็มที่แล้ว คือ ใช้ขาเดิน และขาวายน้ำ



ภาพที่ 2 แสดงขั้นตอนการพัฒนาของตัวอ่อน

ที่มา: aquatic, 2559

## 1.6 ลักษณะอุปนิสัย

กุ้งขาวเป็นกุ้งที่มีการปรับตัวต่อสิ่งแวดล้อมได้ดี โดยเฉพาะสามารถปรับตัวในช่วงความเค็มกว้างตั้งแต่ 0 ถึง 50 พีพีที โดยมีการเจริญเติบโตดี ลอกคราบบ่อย จึงต้องการแร่ธาตุสูง โดยเฉพาะแมกนีเซียม และแคลเซียม กุ้งขาวแวนนาไมเคลื่อนตัวได้เร็ว ว่ายน้ำอยู่ตลอดเวลา ต้องการออกซิเจนค่อนข้างสูง ทำร้ายกุ้งตัวอื่น กินอาหารได้หลายชนิดที่มีอยู่ในธรรมชาติในทุกระดับความลึกชอบว่ายน้ำ และไม่หมกตัว

## 1.7 คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

1.7.1 อุณหภูมิ กุ้งขาวแวนนาไมเป็นสัตว์เลือดเย็น ที่ร่างกายมีอุณหภูมิเดียวกับกับสิ่งแวดล้อม อุณหภูมิเป็นตัวกำหนดกระบวนการทางชีวเคมีในตัวกุ้ง อุณหภูมิเพิ่มขึ้น 10 องศาเซลเซียส ระดับกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตจะเพิ่มขึ้น 2 เท่า ในทางตรงกันข้าม ระดับกิจกรรมของสิ่งมีชีวิตจะลดลง 2 เท่า ถ้าอุณหภูมิลดลง 10 องศาเซลเซียส ระดับอุณหภูมิเหมาะสมกับกุ้งขาวแวนนาไม คือ 28 ถึง 32 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงเกินระดับที่เหมาะสม ระดับกิจกรรมของกุ้งจะลดลง มีกิจกรรมของกุ้งที่เปลี่ยนแปลงเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ เช่น อัตราการกินอาหาร อัตราการใช้ออกซิเจน อัตราการขับแอมโมเนียออกจากร่างกาย อุณหภูมิต่ำประมาณ 15 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่สูง ประมาณ 35 ถึง 40 องศาเซลเซียส มีผลทำให้กุ้งตาย ประเทศไทยจะมีระดับอุณหภูมิของน้ำ ที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตที่ดีที่สุดตลอดทั้งปีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในรอบวันไม่ควรเกิน 4 องศาเซลเซียส การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิจะทำให้กุ้งเครียด

1.7.2 ออกซิเจนละลายน้ำ ออกซิเจนมีความจำเป็นสำหรับการหายใจของกุ้ง การเผาผลาญอาหารเพื่อให้ได้พลังงาน และการเจริญเติบโตต้องใช้ออกซิเจน ระดับออกซิเจนที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมโดยเฉพาะการเลี้ยงแบบพัฒนา คือ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ออกซิเจนไม่พอเพียงจะกระทบต่อการเจริญเติบโต และอัตราแลกเนื้อ ออกซิเจนในบ่อเลี้ยงที่ต่ำกว่า 3 มิลลิกรัมต่อลิตร เกษตรกรต้องรีบแก้ไขปัญหานี้ โดยเร็วมิฉะนั้นจะเกิดปัญหาต่อเนื่องตามมา ระดับออกซิเจนที่ทำให้กุ้งตาย คือ น้อยกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร การละลายของออกซิเจนในน้ำขึ้นกับอุณหภูมิ ความเค็ม และระดับความสูงจากน้ำทะเล ซึ่งเมื่อเพิ่มขึ้นการละลายของออกซิเจนในน้ำจะลดลง เมื่อออกซิเจนละลายในน้ำจืดอิ่มตัว 100 เปอร์เซ็นต์ การแพร่ของออกซิเจนจากน้ำสู่อากาศ และอากาศสู่น้ำจะเท่ากัน การใช้ออกซิเจนของกุ้ง แบคทีเรีย และแพลงก์ตอนพืช จะทำให้ออกซิเจนในน้ำน้อยลงต่ำกว่าจุดอิ่มตัว แต่การสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืชก็จะทำให้เกิดสภาวะออกซิเจนละลายเกินจุดอิ่มตัว ในบ่อเลี้ยงกุ้ง กิจกรรมของสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนในรอบวัน คือ การหายใจ และการสังเคราะห์แสง ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มของสีน้ำ น้ำที่มีแพลงก์ตอนพืชในปริมาณมาก จะมีการสังเคราะห์แสง ทำให้น้ำในบ่อมีออกซิเจนสูงมาก และการหายใจในเวลากลางคืนทำให้มีการใช้ออกซิเจนให้หมดไปอย่างรวดเร็ว ออกซิเจนจึงเข้มข้นต่ำสุดในเวลาเช้าตรู่ ทำให้การเปลี่ยนแปลงออกซิเจนในรอบวันมีในช่วงกว้าง น้ำที่มีแพลงก์ตอนพืช



ไม่มาก อัตราการสังเคราะห์แสง การหายใจในน้ำจะน้อยกว่า การแกว่งตัวของออกซิเจนในรอบวัน ก็จะแคบลง ปริมาณออกซิเจนในบ่อเลี้ยงกุ้งต้องมีการวัดอย่างสม่ำเสมออย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าออกซิเจนในน้ำมีความเข้มข้นที่เหมาะสม หรือไม่ ถ้าหากออกซิเจนในน้ำมีต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร ปัญหาเกี่ยวกับออกซิเจนจะหมดไป ถ้ามีเครื่องเพิ่มออกซิเจนที่มีประสิทธิภาพอย่างเพียงพอ ความเข้าใจเบื้องต้นสำหรับเกษตรกร คือ เมื่อเพิ่มปริมาณอาหารในบ่อ ก็ต้องเพิ่มการให้ออกซิเจนในน้ำให้มากขึ้น

1.7.3 ความเป็นกรด-ด่าง เป็นคุณภาพที่บ่งบอกปริมาณกรดในน้ำ กุ้งสามารถทนทานพีเอชในช่วง 7 ถึง 9 สภาพที่เป็นกรดมากเกินไป (น้อยกว่า 6.5) เป็นด่างมากเกินไป (มากกว่า 10) จะเป็นอันตรายต่อเหงือกกุ้ง ทำให้อัตราการเติบโตต่ำลง ความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมสำหรับกุ้งขาวแวนนาไม จะอยู่ในช่วง 7.4 ถึง 7.8 เพราะเป็นช่วงที่แอมโมเนียมีพิษน้อย (ปริมาณแอมโมเนียอิสระในน้ำน้อยกว่า 5 เปอร์เซ็นต์) และแบคทีเรียในกลุ่ม Nitrifying เจริญเติบโต และทำงานได้ดี ความเป็นกรด-ด่าง มีการเปลี่ยนแปลงในรอบวันขึ้นอยู่กับอัตราการสังเคราะห์แสง และการหายใจเช่นกัน ในการหายใจสิ่งมีชีวิต จะมีปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาละลายน้ำ เกิดกรดคาร์บอนิก ( $H_2CO_3$ ) ทำให้ความเป็นกรด-ด่าง ต่ำลงส่วนการสังเคราะห์แสง แผลงกักตอนพืชจะนำเอาคาร์บอนไดออกไซด์จากน้ำไปใช้ทำให้มีกรดคาร์บอนิกลดลง ทำให้ความเป็นกรด-ด่างแกว่งตัวสูงขึ้น ในกรณีน้ำมีค่าความเป็นด่างรวมต่ำ ความเป็นกรด-ด่างในช่วงเวลากลางวันที่มีการสังเคราะห์แสงสูงอาจจะขึ้นไปได้ถึง 9 ค่าความเป็นกรด-ด่างที่แกว่งเกิน 0.5 จะทำให้กุ้งเครียด และการย่อยสลายของเสียของแบคทีเรียในกลุ่ม Nitrifying จะลดลง

1.7.4 คาร์บอนไดออกไซด์ การหายใจของสิ่งมีชีวิตต่างๆ ในบ่อเลี้ยงกุ้งเป็นแหล่งสำคัญในการผลิตก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การที่บ่อมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากจะทำให้กุ้งแลกเปลี่ยนออกซิเจนกับน้ำลดลง ลดความทนทานของกุ้งในสภาวะออกซิเจนต่ำคาร์บอนไดออกไซด์ในตัวกุ้งจะแลกเปลี่ยนกับน้ำผ่านทางเหงือกกุ้ง ถ้าหากว่าในน้ำมีคาร์บอนไดออกไซด์น้อย ออกซิเจนสูง จะทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซได้ดี ถ้าหากกุ้งไม่สามารถขับคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกายได้ ความเป็นกรด-ด่าง ในเลือดกุ้งก็จะต่ำลงทำให้ความสามารถในการแลกเปลี่ยนออกซิเจนของกุ้งลดลง กุ้งสามารถทนคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงถึง 20 มิลลิกรัมต่อลิตร โตได้ดีที่ระดับต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกรณีที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ สูงในบ่อการตีก๊าซ โดยการใช้เครื่องเพิ่มออกซิเจนเพิ่มพื้นที่ผิวของน้ำจะทำให้คาร์บอนไดออกไซด์แพร่จากน้ำออกสู่อากาศได้ดีขึ้น ในกรณีฉุกเฉินการใช้ปูนร้อน (CaO) เข้าไปจับตัวกับคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้เกิดสารประกอบไฮดรอกไซด์แต่ต้องค่อยๆ ใส่เพื่อไม่ให้ความเป็นกรด-ด่างเพิ่มเร็วเกินไป

1.7.5 ความเค็ม ความเค็มของน้ำสำหรับกุ้งขาวแวนนาไม กุ้งขาวสามารถเจริญเติบโตได้ในความเค็มตั้งแต่ 2 ถึง 35 ส่วนในพันส่วน กรณีที่เลี้ยงในพื้นที่การเลี้ยงความเค็มต่ำ ถึงแม้ว่ากุ้งขาวแวนนาไมจะเจริญได้ในน้ำจืดต่ำ แต่การเลี้ยงกุ้งขาวเพื่อให้ได้ผลผลิตในพื้นที่ความเค็มต่ำนั้น

ไม่ควรต่ำกว่า 10 ถึง 30 ส่วนในพัน ถ้าเลี้ยงกุ้งในน้ำที่มีความเค็มต่ำ จำเป็นต้องเติมเกลือแร่เพื่อรักษาระดับแร่ธาตุให้เหมาะสมกับกุ้ง

1.7.6 ความกระด้างของน้ำ เป็นการวัดค่ารวมของธาตุโลหะที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด เช่น แมกนีเซียม แคลเซียม โซเดียม โพแทสเซียม เป็นต้น ธาตุโลหะละลายน้ำเหล่านี้สามารถแลกเปลี่ยนกับกุ้งได้ทางเหงือก มีประโยชน์ต่อทั้งการรักษาคุณภาพน้ำ และเป็นแร่ธาตุจำเป็นสำหรับกุ้ง ค่าเหมาะสม ในบ่อเลี้ยงกุ้ง คือ ไม่น้อยกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูป  $\text{CaCO}_3$  การเลี้ยงกุ้งในน้ำความเค็มต่ำกุ้งขาวแวนนาไมอาจจะขาดเกลือแร่ทำให้วิธีเสริมเกลือแร่ให้กับกุ้ง นอกจากจะเติมลงไป ในอาหารแล้วยังสามารถเติมลงไป ในน้ำ แล้วให้กุ้งดูดซึมเข้าทางเหงือก

1.7.7 ค่าความเป็นด่าง ในน้ำที่เลี้ยงกุ้งต้องมีค่าความเป็นด่างที่เหมาะสม เพื่อเป็นระบบบัฟเฟอร์ การเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรด-ด่าง ค่าความเป็นด่างที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิต การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง ต้องมากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูป  $\text{CaCO}_3$

1.7.8 ความโปร่งแสงของน้ำ ในบ่อเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ควรมีความโปร่งแสงอยู่ระหว่าง 20 ถึง 40 เซนติเมตร นอกจากความโปร่งแสงของน้ำที่เหมาะสมแล้ว สีน้ำ และความนิ่งของสีน้ำในระดับความโปร่งใสที่เหมาะสม มีความสำคัญมากเพราะแสดงให้เห็นถึงสมดุลของแพลงก์ตอนพืชในบ่อเลี้ยงกุ้งจะสามารถทำให้คุณภาพน้ำเปลี่ยนแปลงช้า ความโปร่งแสงของน้ำที่เปลี่ยนเพิ่มขึ้นระหว่างการเลี้ยงแสดงให้เห็นถึงการขาดปุ๋ยที่เป็นอาหารของแพลงก์ตอนพืช หรือมีแพลงก์ตอนสัตว์ สิ่งมีชีวิตที่กินแพลงก์ตอนพืชมากเกินไป ความโปร่งใสที่เปลี่ยนแปลงลดลงแสดงให้เห็นว่าในบ่อนั้นมีสารอินทรีย์ในปริมาณมาก มีการใช้ออกซิเจนในการย่อยสลายมากแต่สภาวะเช่นนี้เสี่ยงต่อการขาดแคลนออกซิเจน และทำให้บ่อมีความเป็นกรด-ด่างแกว่งในช่วงกว้าง

1.7.9 แอมโมเนีย เป็นสารประกอบไนโตรเจนที่เป็นพิษกับกุ้ง เกิดจากการขับถ่ายของกุ้งและการย่อยสลายสารอินทรีย์ของแบคทีเรียและจุลินทรีย์ ยิ่งให้อาหารมากโอกาสที่แอมโมเนียจะสะสมในบ่อเลี้ยงก็มีได้มาก แอมโมเนียเมื่อละลายในน้ำ จะมีความเป็นพิษลดลง แต่ถ้าความเป็นกรด-ด่าง และอุณหภูมิสูงขึ้น ความเป็นพิษของแอมโมเนียมีมากขึ้น เช่น ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสปริมาณแอมโมเนียอิสระที่ความเป็นกรด-ด่าง 7 เท่ากับ 0.8 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณแอมโมเนียรวม และที่ความเป็นกรด-ด่าง 9.0 ปริมาณแอมโมเนียอิสระเท่ากับ 44.9 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียอิสระที่เป็นพิษทำให้ลูกกุ้งขาวแวนนาไมตายภายใน 96 ชั่วโมง ลูกกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ที่ระดับ 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร เท่ากับ 0.95 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับลูกกุ้งน้ำหนัก 4.87 กรัม ระดับของแอมโมเนียอิสระที่ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตอยู่ที่ 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับที่เริ่มมีผลกระทบต่อกุ้งขาวแวนนาไมอยู่ที่ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร พิษระยะยาวของแอมโมเนียทำให้อัตราการเจริญเติบโตลดลง และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเพิ่มขึ้น แอมโมเนียในปริมาณสูงจะทำลายเหงือก ทำให้เหงือกบวม น้ำ การแลกเปลี่ยนออกซิเจนลดลง แอมโมเนียในน้ำสูง

จะทำให้แอมโมเนียในเลือดสูงตาม ลดความสามารถของเม็ดเลือดในการนำออกซิเจนเข้าสู่เซลล์ ทำให้กึ่งขาดออกซิเจนได้ง่าย ทำให้ความต้านทานโรคลดลง

1.7.10 ไนโตรท์ กุ้งสามารถทนไนโตรท์ได้สูงถึง 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้สูงกว่าปลา ยังไม่มีปัญหาในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม ในการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมแบบหนาแน่นในระบบเรซเวีย ค่าไนโตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้งให้ต่ำกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

1.7.11 ไฮโดรเจนซัลไฟด์ เป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นเหม็นเหมือนไข่เน่า เกิดจากการย่อยสลาย สารอินทรีย์ในสภาวะที่ไร้อากาศ หรือจากปฏิกิริยา Sulfate reductio ไฮโดรเจนซัลไฟด์อิสระจะมีพิษมากกว่าไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ละลายน้ำ สภาวะที่ทำให้ไฮโดรเจนซัลไฟด์มีพิษมากขึ้นคือ ความเป็นกรด-ด่างต่ำ และอุณหภูมิสูง ที่ความเป็นกรด-ด่าง 7.5 น้ำมีไฮโดรเจนซัลไฟด์รูปที่มีพิษ 14 เปอร์เซ็นต์ ถ้าความเป็นกรด-ด่าง 7.2 น้ำมีไฮโดรเจนซัลไฟด์รูปที่มีพิษ 24 เปอร์เซ็นต์ ระดับไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ไม่เป็นอันตรายต่อการเลี้ยงกุ้ง คือ 0.002 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 1 แสดงคุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไม

คุณภาพน้ำ	ระดับที่เหมาะสม
อุณหภูมิ	28 ถึง 32 องศาเซลเซียส
ออกซิเจนละลายน้ำ	≥ 5 มิลลิกรัมต่อลิตร
คาร์บอนไดออกไซด์	≤ 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
ความเป็นกรดเป็นด่าง	7.5 ถึง 8.0
ความเค็ม	2 ถึง 35 ส่วนในพันส่วน
ความกระด้างรวม	≥ 150 ส่วนในล้านส่วน
ความเป็นด่างรวม	≥ 100 ส่วนในล้านส่วน
แอมโมเนียอิสระ	≤ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร
ไนโตรท์	≤ 200 มิลลิกรัมต่อลิตร
ไนเตรท	≤ 60 มิลลิกรัมต่อลิตร
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	≤ 2 ส่วนในพันล้านส่วน
ความโปร่งแสงของน้ำ	20 ถึง 40 เซนติเมตร

ที่มา : กรมประมง, 2563

## ตารางที่ 2 แสดงค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงกุ้งทะเล

ค่าดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง
ความเป็นกรด-ด่าง	6.5-9.0
บีโอดี	ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
สารแขวนลอย	ไม่เกิน 70 มิลลิกรัมต่อลิตร
แอมโมเนียอิสระ	ไม่เกิน 1.1 มิลลิกรัมต่อลิตร
ฟอสฟอรัสรวม	ไม่เกิน 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร
ไฮโดรเจนซัลไฟด์	ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร
ไนโตรเจนรวม	ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร
ความเค็ม	จะมีค่าสูงกว่าความเค็มของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง ในขณะนั้นได้ไม่เกินร้อยละ 50

### 1.8 สภาพแวดล้อมในการเลี้ยง

เป็นกุ้งที่เลี้ยงได้ทั้งระบบธรรมชาติ และระบบกึ่งหนาแน่น ลักษณะพิเศษของ กุ้งขาวแวนนาไม คือ สามารถสร้างความคุ้นเคย ปรับลักษณะนิสัยภายใต้ระบบการเพาะเลี้ยงได้ เช่น สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในน้ำที่มีระดับความเค็มที่ 5 ถึง 35 ส่วนในพันส่วน และระดับความเค็มต่ำ 0 ถึง 5 ส่วนในพันส่วน แต่ระดับความเค็มที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี คือ 10 ถึง 22 ส่วนในพันส่วน ส่วนอุณหภูมิที่สามารถเจริญเติบโตได้ดี คือ 26 ถึง 29 องศาเซลเซียส แต่สามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ที่อุณหภูมิ 25 ถึง 35 องศาเซลเซียส ระดับออกซิเจนที่ละลายในน้ำควรมีค่า 4 ถึง 9 มิลลิกรัมต่อลิตร และสำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ควรอยู่ระหว่าง 7.2 ถึง 8.6 ซึ่งสามารถทำการเพาะเลี้ยงได้ทั้งในบริเวณพื้นที่ชายฝั่ง หรือบริเวณพื้นที่ ที่มีความเค็มต่ำ กุ้งขาวแวนนาไม ชอบน้ำกระด้างที่มีความกระด้างรวม 120 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าอัลคาไลน์ในช่วง 80 ถึง 150 มิลลิกรัมต่อลิตร มีนิสัยที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงสภาวะของน้ำในบ่อเพาะเลี้ยง (ปิยบุตร, 2545)

### 1.9 อาหารและการให้อาหาร

1.9.1 อาหารกุ้ง อาหารเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการเลี้ยงกุ้งให้ประสบผลสำเร็จ การเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา นิยมใช้อาหารเม็ดสำเร็จรูป ความเสื่อมโทรมของบ่อเลี้ยงกุ้งเกิดจากการจัดการให้อาหารไม่ดีจนเกิดการสะสมของของเสียจากเศษอาหารเหลือตกค้าง และสิ่งขับถ่าย เกิดปัญหาต่อเนื่องถึงการจัดการเลี้ยง และการเตรียมบ่อให้มีสภาพแวดล้อมเหมาะสม นอกจากนี้ ต้นทุนการผลิตกุ้งมาจากอาหารประมาณ 50 ถึง 60 เปอร์เซ็นต์ การจัดการอาหารผิดพลาดที่ทำให้ได้อัตราแลกเนื้อสูงเกินไปทำให้ต้นทุนอาหารสูงขึ้น ดังนั้นการจัดการให้อาหารกุ้งที่ดีจึงมีความจำเป็นเพื่อให้การผลิตกุ้งได้ประสิทธิภาพมากที่สุด กุ้งขาวแวนนาไม สามารถกินอาหารได้หลายชนิด

ตั้งแต่แป้งท่อนพีช แป้งท่อนสัตว์ ซากแป้งท่อน ตะกอน สารอินทรีย์ เป็นต้น การเลี้ยงกุ้งในความหนาแน่นต่ำสามารถใช้อาหารธรรมชาติที่เกิดขึ้นในบ่อได้โดยไม่ต้องให้อาหารเพิ่มเติมในการเลี้ยงกุ้งเชิงพาณิชย์นิยมใช้อาหารสำเร็จที่ผสมจากวัตถุดิบมีคุณภาพมีโภชนาการครบถ้วน มีกลิ่นในการดึงดูดให้กุ้งเข้ามากินได้เร็วมีขนาดเหมาะสม ย่อย และดูดซึมง่าย

1) โปรตีน อาหารกุ้งที่ใช้ในการเลี้ยงกุ้งแบบพัฒนา มีโปรตีนระหว่าง 35 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ถ้าอาหารมีโปรตีนน้อยไป การเจริญเติบโตจะช้า และกุ้งจะผอม เนื่องจากโปรตีนในกล้ามเนื้อมาใช้ทดแทนอาหารที่มีโปรตีนสูงเกินไปก็ไม่เหมาะสมเช่นกัน เนื่องจากโปรตีนส่วนเกินถูกใช้เป็นพลังงาน และไนโตรเจนขจัดออกมาในรูปของแอมโมเนียลูกกุ้งวัยรุ่นมีความต้องการอาหารที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนสูง และกุ้งขนาดใหญ่ขึ้นมีความต้องการอาหารที่มีเปอร์เซ็นต์โปรตีนน้อยลง โปรตีนที่เหมาะสมกับกุ้งขาวในแต่ละขนาดดังนี้

**ตารางที่ 3** แสดงระดับโปรตีนในอาหารกุ้งขาวแวนนาไม

ขนาดของกุ้ง (กรัม)	ระดับโปรตีนที่แนะนำ
0.002 ถึง 0.25	50 เปอร์เซ็นต์
0.25 ถึง 1.0	45 เปอร์เซ็นต์
1.0 ถึง 3.0	40 เปอร์เซ็นต์
>3.0	35 เปอร์เซ็นต์

ที่มา: กรมประมง, (2563)

2) ไขมัน เป็นกลุ่มของสารอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดไขมัน ฟอสโฟไลปิด ไทรกลีเซอไรด์ น้ำมัน ไข และสเตียรอยด์ ที่เป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของกุ้ง เป็นองค์ประกอบสำคัญของผนังเซลล์ช่วยเสริมกระบวนการเผาผลาญไขมัน เป็นสารตั้งต้นในกระบวนการลอกคราบ และการสืบพันธุ์ ระดับไขมันที่กุ้งขาวแวนนาไมต้องการแตกต่างกันตามขนาด ดังนี้

#### ตารางที่ 4 แสดงระดับไขมันในอาหารกุ้งขาวแวนนาไม

ขนาดของกุ้ง (กรัม)	ระดับไขมันที่แนะนำ
0.002 ถึง 0.2	15 เปอร์เซ็นต์
0.2 ถึง 1.0	9 เปอร์เซ็นต์
1.0 ถึง 3.0	7.5 เปอร์เซ็นต์
>3.0	6.5 เปอร์เซ็นต์

ที่มา: กรมประมง, (2563)

3) คาร์โบไฮเดรต เป็นแหล่งพลังงานที่มีราคาถูกในอาหารกุ้ง เช่น แป้ง น้ำตาล และเยื่อใย แต่สัตว์น้ำแต่ละกลุ่มมีความสามารถในการใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานได้ต่างกัน สัตว์กินเนื้อไม่มีแนวโน้มในการใช้โปรตีนเป็นแหล่งพลังงาน และไม่สามารถเผาผลาญคาร์โบไฮเดรตได้อย่างมีประสิทธิภาพ สัตว์น้ำที่กินซาก และกินพืช สามารถใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นแหล่งพลังงานได้ดีขึ้นในกุ้งที่สามารถย่อยคาร์โบไฮเดรตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ถ้าปรับระดับคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสม จะสามารถช่วยลดระดับความต้องการโปรตีนของกุ้งได้

4) วิตามิน เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีความจำเป็น แต่ต้องการในปริมาณน้อย เพื่อให้มีการเจริญเติบโตดี เป็นสารช่วยในกระบวนการเผาผลาญอาหารหลายชนิด ความต้องการวิตามินในกุ้งขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นๆ เช่น ขนาด อายุ อัตราการเจริญเติบโต และปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม กุ้งขนาดเล็กต้องการระดับวิตามินสูงกว่ากุ้งขนาดใหญ่ การเลี้ยงกุ้งหนาแน่นสูงต้องการระดับวิตามินที่สูงกว่าการเลี้ยงความหนาแน่นต่ำ อาการขาดวิตามินในกุ้ง เช่น การเปลี่ยนแปลงรูปร่างของอวัยวะ การว่ายน้ำที่ผิดปกติ โตช้า หรือตาย การทำอาหารสำเร็จผู้ผลิตจะผสมวิตามินลงไปในระดับเกินความต้องการของกุ้งเพื่อชดเชยการสูญเสียวิตามินในระหว่างกระบวนการผลิต หรือระหว่างการเก็บก่อนที่นำอาหารไปใช้วิตามินที่ละลายน้ำ เช่น วิตามินซีมักสูญเสียไปในหลังการหว่าน และระหว่างการกินอาหารของกุ้งเนื่องจากกุ้งเป็นสัตว์ที่กินอาหารช้า

5) เกลือแร่ เป็นสารอนินทรีย์ที่มีความจำเป็นในกระบวนการเผาผลาญอาหาร หลากหลาย เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม โซเดียม โปแตสเซียม คลอไรด์ และซัลเฟอร์ แคลเซียม มีความจำเป็นสำหรับการสร้างเปลือก การยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อ และการควบคุมสมดุลเกลือแร่ แต่กุ้งสามารถดูดซึมแคลเซียมได้โดยตรงจากน้ำทะเลที่เลี้ยงในน้ำทะเล ไม่จำเป็นต้องผสมแคลเซียมลงในสูตรอาหาร การเลี้ยงในน้ำความเค็มต่ำ อาหารกุ้งควรเติมแคลเซียม 2.5 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณแคลเซียมที่มากเกินไปจะทำให้ฟอสฟอรัสอยู่ในรูปที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ฟอสฟอรัส นอกจากจะใช้ในการสร้างเปลือก ยังเป็นองค์ประกอบของสารชีวเคมีสำคัญหลายชนิด

สารตัวกลางในกระบวนการเผาผลาญอาหาร และตัวเร่งปฏิกิริยาเอนไซม์ กุ้งไม่สามารถดูดซึม ฟอสฟอรัสในน้ำมาใช้ประโยชน์ได้ ปริมาณฟอสฟอรัสในอาหารที่ทำให้กุ้งมีการเจริญเติบโตดี แนะนำ คือ 0.34 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีเกลือแร่ปริมาณน้อย เช่น เหล็ก ไอโอดีน แมงกานีส ทองแดง โคบอลต์ สังกะสี เซลีเนียม โมลิบดีนัม ฟลูออไรน์ อลูมิเนียม นิเกิล แวนนาเดียม ซิลิกอน และโครเมียม ซึ่งจะมีการผสมลงไปในรูปแบบของเกลือแร่ผสมล่วงหน้า

การผลิตอาหารกุ้งที่ดี วัตถุประสงค์ต้องบดอย่างละเอียดผสมทั้งให้เข้ากันดี เพื่อให้องค์ประกอบของอาหารทุกเม็ดมีคุณค่าใกล้เคียงกันขนาดเม็ดที่เหมาะสมสำหรับกุ้งแต่ละช่วง น้ำหนัก และต้องจมน้ำเร็ว เพื่อให้กุ้งสามารถเข้าถึงอาหารได้อย่างรวดเร็ว และต้องคงสภาพในน้ำได้นานเพียงพอจนกุ้งกินได้หมด

### 1.9.2 การให้อาหาร

หลักเกณฑ์ที่ใช้ต้องทำให้กุ้งได้กินอาหารในปริมาณที่พอดี ในเวลาที่เหมาะสม ทุกมื้อตลอดระยะเวลาเลี้ยง อัตราการให้อาหารขึ้นอยู่กับความปริมาณการกิน อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการตายของกุ้ง การให้อาหารปริมาณน้อยเกินไป ทำให้กุ้งโตช้า และทำให้เกิดการกินกันเองโดยเฉพาะการเลี้ยงกุ้งความหนาแน่นสูง การให้อาหารมากเกินไป ทำให้คุณภาพน้ำในระหว่างเลี้ยงเสื่อมโทรมลง สารอินทรีย์จากอาหารจะกระตุ้นให้เกิดจุลินทรีย์ย่อย และปล่อยแอมโมเนียออกมาทำให้กุ้งเครียดอ่อนแอ โอกาสติดเชื้อโรคกุ้งสูงขึ้น และแบคทีเรียที่เจริญเติบโตใช้ออกซิเจนในน้ำจนไม่เพียงพอสำหรับการเจริญเติบโตของกุ้ง

1) ปัจจัยกำหนดปริมาณการกินอาหารของกุ้ง การกินอาหารของมีปัจจัยต่างๆ เข้ามาเป็นตัวแปรกำหนดปริมาณความต้องการกินอาหารในแต่ละมื้อ ปัจจัยเหล่านั้น ได้แก่ ประเภทของอาหาร ขนาดกุ้ง อุณหภูมิ ความหนาแน่น ภูมิอากาศ คุณภาพน้ำ และสุขภาพของกุ้ง ตัวอย่าง เช่น อุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญ และเปลี่ยนแปลงได้ง่ายเกษตรกรไม่สามารถควบคุมได้ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการกินอาหารอยู่ในช่วง 27 ถึง 31 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิน้ำลดต่ำลงถึง 24 องศาเซลเซียส การกินอาหารของกุ้งจะลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ และจะไม่กินอาหารเลย เมื่ออุณหภูมิน้ำลดถึง 20 องศาเซลเซียส

2) การกำหนดปริมาณอาหารที่ให้ มีหลายวิธี เช่น การกำหนดปริมาณอาหารตามตาราง การให้อาหาร หรือการให้กินตามปริมาณความต้องการในแต่ละมื้อ การให้อาหารตามตารางที่กำหนดปริมาณความต้องการอาหารคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวต่อวัน กุ้งขนาดเล็กต้องให้อาหารเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตัวที่สูงกว่ากุ้งขนาดใหญ่ เพราะกุ้งขนาดเล็กมีอัตราการเผาผลาญอาหารที่สูงกว่ากุ้งขนาดใหญ่ (กรมประมง, 2563)

3) การให้อาหารตามปริมาณความต้องการของกุ้งในแต่ละมื้อ การคำนวณอาหารจากตารางเป็นการให้อาหารในสภาพที่กุ้งมีความต้องการกินอาหารปกติ ไม่มีการรบกวนจากปัจจัยอื่นๆ เป็นแนวทางเบื้องต้นในการกำหนดปริมาณอาหาร ในสภาวะแวดล้อมปกติที่กุ้งแข็งแรง

แต่ในความเป็นจริง ถ้าสภาวะแวดล้อมเปลี่ยนแปลงไปปริมาณอาหารที่คำนวณอาจมากเกินไป เช่น สภาวะที่น้ำมีออกซิเจนต่ำ กุ้งกินอาหารลดลง การให้ตามตารางที่กำหนดไว้ จะทำให้มีอาหารเหลือ ดังนั้น เกษตรกรจึงนิยมให้อาหารตามปริมาณความต้องการของกุ้งในบ่อ กล่าวคือ ถ้ากุ้งขาวแวนนาไม่ต้องการกินอาหารในปริมาณมากมาก เราก็เพิ่มปริมาณอาหารที่ให้ในบ่อต่อไป ถ้ากุ้งกินอาหารลดลงเกษตรกรต้องลดปริมาณอาหารที่ให้ทันที เพื่อป้องกันไม่ให้มีอาหารเหลือในบ่อ และทำให้ผลการเลี้ยงมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ดี

#### ตารางที่ 5 แสดงอัตราการให้อาหารที่กำหนดตามน้ำหนักกุ้ง

น้ำหนักกุ้ง เฉลี่ย (กรัม)	อัตราการให้อาหาร (เปอร์เซ็นต์ของ น้ำหนักต่อวัน)	น้ำหนักกุ้ง เฉลี่ย (กรัม)	อัตราการให้อาหาร (เปอร์เซ็นต์ของ น้ำหนักต่อวัน)	น้ำหนักกุ้ง เฉลี่ย (กรัม)	อัตราการให้อาหาร (เปอร์เซ็นต์ของ น้ำหนักต่อวัน)
<1	35-25	5.0-5.9	5.5-5.0	13.0-13.9	3.0-2.75
0.1-0.24	25-20	6.0-6.9	5.0-4.5	14.0-14.9	2.75-2.5
0.25-0.49	20-15	7.0-7.9	4.5-4.25	15.0-15.9	2.5-2.3
0.5-0.9	15-11	8.0-8.9	4.25-4.0	16.0-16.9	2.3-2.1
1.0-1.9	11-8	9.0-9.9	4.0-3.75	17.0-17.9	2.1-2.0
2.0-2.9	8-7	10-10.9	3.75-3.5	18.0-18.9	2.0-1.9
3.0-3.9	7-6	11.0-11.9	3.5-3.25	19.0-19.9	1.9-1.8
4.0-4.9	6-5.5	12.0-12.9	3.25-3.0	20.0-20.9	1.8-1.7

ที่มา: ราชันฟาร์ม ฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวชีวาภาพ, (2010.)

#### 1.10 การเจริญเติบโตและการลอกคราบ

อัตราการเจริญเติบโตของกุ้งขึ้นอยู่กับปัจจัย 2 ปัจจัย คือ ความถี่ในการลอกคราบ และขนาดที่เพิ่มขึ้น เพราะตัวกุ้งจะถูกห่อหุ้มด้วยเปลือกที่มีโครงสร้างแข็งแรง จึงต้องลอกคราบเก่าออก และสร้างคราบใหม่ที่ใหญ่ขึ้นเพื่อรองรับการขยายขนาดที่เพิ่มขึ้น ในช่วงก่อนการลอกคราบกุ้งจะสร้างคราบใหม่ที่ยังมีอยู่ภายในชั้น Cuticle และ Intercalary sclerite เมื่อถึงเวลาลอกคราบกุ้งจะสลัดตัวหลุดออกจากคราบเก่าโดยใช้หาง คราบใหม่ที่ยังมีอยู่ในช่วงแรกก็จะแข็งขึ้นเรื่อยๆ พร้อมกับขนาดของกุ้งที่มีขนาดใหญ่ขึ้น การลอกคราบยังขึ้นอยู่กับอายุของสัตว์ อุณหภูมิ น้ำ ความอุดมสมบูรณ์ของอาหาร (ประจวบ, 2527)



### 1.11 การคัดเลือกลูกกุ้ง

สำหรับการเพาะเลี้ยงที่ระดับความเค็ม 10 ส่วนในพันส่วน ลักษณะของลูกกุ้งที่เหมาะสมต้องเป็นลูกกุ้งที่ได้รับการปรับสภาพเพื่อเลี้ยงที่ระดับความเค็มที่ 10 ส่วนในพันส่วน จากโรงเพาะฟักที่เป็นบ่อปูน ลูกกุ้งที่มีขนาดระหว่างระยะโพสต์ลาร์วาร์ PL12 ถึง PL15 จะมีลักษณะของพุ่มเหงือกพัฒนาครบสมบูรณ์ มีหลอดสีแดงทั่วทั้งเส้น สีแดงของหลอดต้องไม่แดงเป็นปด้อยๆ ปลายกรีตรงไม่งอนขึ้น ตาโต ลำตัวอ้วน และสั้นหน้าอกใหญ่ การเคลื่อนไหวเร็ว และมีชีวิตรอดหลังจากที่ผ่านการทดสอบการลงน้ำจากบ่อทดสอบเตรียมไว้มากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ในเวลา 48 ชั่วโมง ส่วนลักษณะของลูกกุ้งที่ไม่เหมาะสมในการเพาะเลี้ยง คือ ลูกกุ้งที่มีลำตัวยาว ผอม ปลายกรีงอนขึ้น ตาเล็ก หนวดมีสีแดงเป็นปด้อย พบว่า เมื่อลูกกุ้งลงบ่อดินได้ประมาณ 1 เดือน หากนำมาทดสอบกับน้ำที่มีความเค็มต่ำกว่า 5 ส่วนในพันส่วน ลูกกุ้งจะทยอยตาย

ปัจจุบันมีนักวิจัย นักวิชาการ และเกษตรกรหลายท่านพยายามลดต้นทุนด้านอาหารแต่ยังคงคุณภาพประโยชน์ของสารอาหารที่สัตว์น้ำควรได้รับ ไม่ว่าจะเป็นโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของสัตว์น้ำ และเป็นที่ทราบกันดีแล้วว่า พืช ผัก สมุนไพรหลากหลายชนิดมีโปรตีนสูง เหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้ในอาหารสัตว์น้ำ ไม่ว่าจะเป็นการทดแทน หรือการเสริมอาหารเพื่อการเจริญเติบโต พืชสมุนไพรที่มีผลดีต่อสัตว์น้ำนั้น มีหลายชนิด ทั้งพืชที่มีโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรตช่วยในด้านการเจริญเติบโต และการให้พลังงาน ช่วยกระตุ้นความอยากอาหาร ต้านทานเชื้อก่อโรคต้านอนุมูลอิสระ ทั้งนี้ผู้จัดทำการวิจัยได้เลือกพืชมา 3 ชนิด คือ ใบไมยราบยักษ์ ใบหม่อน และใบมันสำปะหลัง มีเอกสารวิชาการดังนี้

## 2. ไมยราบยักษ์ *Mimosa pigra*

ไมยราบยักษ์ ชื่อวิทยาศาสตร์: *Mimosa pigra* เป็นพืชดอกมีลักษณะเป็นไม้พุ่มในวงศ์ถั่ว เป็นวัชพืชต่างถิ่น ประเภทรุกรานที่มีความรุนแรง เนื่องจากสามารถเติบโต และแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีความทนต่อสภาพน้ำท่วม และแห้งแล้งได้ดี



ภาพที่ 3 แสดงต้นไมยราบยักษ์  
ที่มา: บริษัททบก้าจำกัด, 2563

## 2.1 ข้อมูลด้านพฤกษศาสตร์

จากการศึกษาของ จำรัส (2520 อ้างโดยธนากร และคณะ, 2555) กล่าวว่า ไมยราบยักษ์ เป็นไม้พุ่มยืนต้นขนาดกลาง ต้นสูงประมาณ 1 ถึง 5 เมตร ลักษณะลำต้น ใบ และดอกคล้ายต้นกระถิน ต่างกันที่ไมยราบยักษ์มีดอกสีชมพูปนม่วง และมีหนามแหลมคมทั้งที่ใบ และลำต้น ต้นอ่อนมีสีเขียวจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่ออายุมากขึ้น มีหนามตามผิวลำต้น เนื้อไม้ค่อนข้างแข็ง และเหนียว

2.1.1 ใบ เรียงตัวแบบสลับแต่ละใบมีหูสีน้ำตาล 1 คู่ เป็นใบประกอบ 2 ชั้น ยาวประมาณ 13.5 ถึง 17 เซนติเมตร ก้านใบยาว 0.9 ถึง 1.3 เซนติเมตร มีหนามแหลมคมยาวในแนวตั้ง ระหว่างคู่มีใบย่อยคู่ละ 1 อัน และมีหนามเล็กๆ ในแนวนอนอยู่ในช่วงใบย่อย ช่วงละ 2 อัน ใบย่อยชั้นแรก มี 8 ถึง 13 คู่ ยาว 2.5 ถึง 6.5 เซนติเมตร ใบย่อยชั้นสองมีประมาณ 32 ถึง 50 คู่เป็นใบแบบ Linear oblong ปลายยาว 0.2 ถึง 0.9 เซนติเมตร กว้าง 0.06 ถึง 0.15 เซนติเมตร มีเส้นใบขนานกัน ขอบใบมีขนสีเหลืองอ่อนเรียงอยู่ห่างๆ

2.1.2 ดอก เป็นช่อแบบ Head สีชมพูอ่อนประกอบด้วยดอกย่อย ประมาณ 100 ดอก รูปทรงแบบ Actinomorphic มีกลีบดอก กลีบเลี้ยงอย่างละ 4 กลีบเกสรตัวผู้มี 8 อัน สั้น 4 ยาว 4 ก้านชูอับเรณูมีสีชมพู ส่วนกระเปาะหุ้มอับเรณูมีสีเหลือง กระเปาะนี้จะแตกออกตามยาว เมื่อละอองเรณูสุก เกสรตัวเมีย 1 อัน ประกอบด้วยรังไข่แบบ Hypogynous 1 อัน รูปร่างยาว ภายในมีไข่อ่อนเรียงตัวอยู่เป็นแถวประมาณ 16 ถึง 24 อัน ไข่อ่อนยึดติดกับผนังข้างของรังไข่

2.1.3 ผล เป็นผลเดี่ยวชนิดแห้ง ลักษณะเป็นฝักแบนยาวประมาณ 3.5 ถึง 7.5 เซนติเมตร กว้าง 1.0 ถึง 1.2 เซนติเมตร มีขนหยาบยาวปกคลุมอยู่ทั่ว ปกติข้อหนึ่งจะติดฝัก 5 ถึง 13 ฝักแต่ละฝักมีเมล็ด 13 ถึง 24 เมล็ด ฝักอ่อนกำลังเจริญมีสีเขียวอ่อน เมื่อแก่ หรือสุกจะแห้งกลายเป็นสีดำ และหักออกเป็นท่อนๆ ตรงช่องตามขวางระหว่างเมล็ด เมล็ดจะร่วงไปก่อนขณะที่ขอบฝักติดต้นอยู่อีกกระยะหนึ่ง

2.1.4 เมล็ด เมล็ดมีสีเขียวจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวน้ำตาลเมื่อแก่จัด เมล็ดยาว 0.4 ถึง 0.6 เซนติเมตร กว้าง 0.2 ถึง 0.3 เซนติเมตร ปลายข้างหนึ่งแหลมมีไฮลุ่มอยู่ เวลางอกใบเลี้ยงจะโผล่ขึ้นมาเหนือดิน

## 2.2 ข้อมูลด้านชีววิทยา

ไมยราบยักษ์ มีการขยายพันธุ์แบบอาศัยเพศแต่รายละเอียดเรื่องการผสมพันธุ์ ยังไม่เป็นที่แน่ชัด ไมยราบยักษ์จะมีดอกทุกเดือนแต่ดอก และเมล็ดที่สมบูรณ์จะขึ้นอยู่กับหน้าฝนเป็นหลัก ระยะเวลาจากการเปลี่ยนช่อดอกไปสู่ระยะออกดอก ใช้เวลา 7 ถึง 9 วัน และเป็นฝักที่สมบูรณ์ใช้เวลา 28 ถึง 30 วัน บนฝักของไมยราบยักษ์มีลักษณะเป็นขนหยาบแข็ง และการแตกออกของฝักจะแตกเป็นบางส่วนเท่านั้น แต่ละส่วนมีเมล็ด เมล็ดเหล่านี้จะกระจายไปตามท่อน้ำ ลำธารต่างๆ หรือมีสัตว์เป็นตัวนำพาไป

### 2.3 ข้อมูลด้านนิเวศวิทยาและการเจริญเติบโต

ไพฑูรย์ (2521 อ้างโดยธนกร และคณะ, 2555) กล่าวว่า สภาพทั่วไปของประเทศไทยเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชชนิดนี้ ประกอบกับไมยราบยักษ์มีความสามารถที่จะปรับตัวให้ดำรงชีวิตอยู่ในดินแทบทุกชนิดจึงพบเห็นได้ทั่วไป เช่น ภูเขา ถนน แม่น้ำลำคลอง ไร่นา และที่ว่างเปล่า ทำให้การขยายตัวเกิดขึ้นได้รวดเร็วมาก โดยขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด ซึ่งปีหนึ่งจะเริ่มออกดอกตั้งแต่เดือนพฤษภาคมไปเรื่อยๆ จนถึงเดือนกันยายน และเมล็ดจะเริ่มติดฝักตั้งแต่ปลายเดือนพฤษภาคม ฝักจะเริ่มแก่ตั้งแต่เดือนกรกฎาคม เป็นต้นไป ประมาณว่าจะออกดอก และผลิตเมล็ดได้นานถึง 7 เดือนภายใน 1 ปี โดยเริ่มจากอายุ 6 เดือน ก็เริ่มติดฝัก และออกดอกได้แล้ว ไมยราบยักษ์ 1 ต้นจะผลิตเมล็ดได้สูงถึง 42,098 เมล็ดต่อปี เมล็ดจะร่วงลงสู่ดินสามารถฝังตัวอยู่ในดินได้นานหลายๆ ปี เมื่อได้รับความชื้น แสงแดด และออกซิเจนก็จะเจริญเติบโตเป็นต้นอ่อนภายในระยะเวลาไม่นานนัก ส่วนเมล็ดที่จมน้ำก็จะคงความงอกอยู่ได้นานถึง 2 ปี ต้นอ่อนสามารถเจริญได้ในทุกสภาพแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นที่ลุ่ม หรือน้ำท่วมเป็นครั้งคราวก็ตาม ต้นไมยราบยักษ์ที่ขึ้นในที่ลุ่มหรือน้ำขังจะปรับตัวเองโดยสร้างระบบรากให้เหมาะสมกับสภาพน้ำขัง ซึ่งมีออกซิเจนสำหรับหายใจน้อยโดยสร้างเซลล์ที่รากบริเวณโคนต้นให้โปร่ง เพื่อกักเก็บออกซิเจนไว้ให้รากหายใจ ส่วนไมยราบยักษ์ที่ขึ้นในที่แห้งแล้งดินที่มีความสมบูรณ์ จะมีระบบรากที่ยาวกว่าปกติเพื่อแสวงหาความชุ่มชื้น นอกจากนี้ยังสามารถผลิตปมเพื่อช่วยเสริมสร้างธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตกับตัวเองได้อีกด้วย เมื่อมีอายุประมาณ 1 ปี จะเริ่มออกดอก ขนาดโตเต็มที่สูงเฉลี่ย 4.0 ถึง 4.5 เมตร จะมีอายุยืนมากจะตายก็ต่อเมื่อได้รับภัยธรรมชาติอย่างร้ายแรง หรือถูกมนุษย์ทำลาย

### 2.4 คุณสมบัติทางเภสัชวิทยาของไมยราบยักษ์

ฤทธิ์ต้านพิษงูเห่าสารสกัดน้ำจากรากไมยราบยักษ์ แสดงฤทธิ์ต้านพิษงูเห่า เมื่อทดลองด้วยวิธีการหาขนาดพิษงูเห่าที่ทำให้หนูถีบจักรตายจำนวนครึ่งหนึ่ง (LD50) ศึกษาความเป็นพิษต่อกล้ามเนื้อโดยวัดการทำงานของเอนไซม์ครีเอทีน ฟอสโฟโคเนส และวัดการทำงานของเอนไซม์ต่างๆ ที่ส่งผลต่อความเป็นพิษของพิษงูเห่า เมื่อบ่มสารสกัดไมยราบยักษ์กับพิษงูเห่าที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วฉีดเข้าเส้นเลือดดำที่หางหนูมีผลเพิ่มขนาดพิษงูเห่าที่ทำให้หนูตายครึ่งหนึ่ง (LD50) ประมาณ 3 เท่า เมื่อบ่มสารสกัดกับพิษงูเห่าที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที แล้วฉีดเข้ากล้ามเนื้อขาหนูพบว่า มีผลป้องกันพิษงูเห่าที่เพิ่มระดับเอนไซม์ CPK ในพลาสมา เมื่อบ่มสารสกัดกับพิษงูเห่าที่ 37 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการทำงานของเอนไซม์ชนิดต่างๆ ที่ส่งผลต่อความเป็นพิษของพิษงูเห่า พบว่า มีผลยับยั้งฤทธิ์ของเอนไซม์โปรทีเอส ฟอสโฟไลเปสเอ 2 และอะเซทิลโคลีนเอสเตอเรส

สารสกัดด้วยเอทานอลจากใบ มีฤทธิ์แก้ปวดต้านการอักเสบ รายงานการศึกษาวิจัยทางคลินิกเกี่ยวกับฤทธิ์ลดการอักเสบ คือ มีการศึกษาในคนทั้งเพศชาย และเพศหญิง โดยให้รับประทานยาตำรับ ซึ่งมีสารสกัดใบไมยราบยักษ์ หรือสวนทางทวารหนัก พบว่า สามารถลด

การอักเสบได้สารสกัดด้วยน้ำจากใบมีฤทธิ์ขับปัสสาวะ สารสกัดเอทานอลจากทั้งต้นมีฤทธิ์ลดไขมัน สารสกัดจากราก และส่วนเหนือดินด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์ คลอโรฟอร์ม และเมทานอลมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รายงานการศึกษาวิจัยทางเภสัชวิทยาอื่นๆ อีก เช่น ฤทธิ์ปกป้องตับ สารสกัดเมทานอลจากรากไมยราบขนาด 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถป้องกันพิษต่อตับได้ จากค่าการทำงานของตับ ได้แก่ SGOT, SGPT และบิลิรูบินในซีรัม ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) เมื่อเทียบกับ Silymarin ส่วนสารสกัดด้วยเมทานอลจากใบมีฤทธิ์ปกป้องกันพิษต่อตับได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ซึ่งเห็นได้จากแนวโน้ม Activity ของเอนไซม์ในซีรัม เมื่อเทียบกับ Silymarin ฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด สารสกัดด้วยน้ำจากใบไมยราบขนาด 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถลดระดับน้ำตาลในหนูปกติได้ดีที่กว่ายา Glibenclamide อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$  และ  $P \leq 0.01$ ) ส่วนในหนูเบาหวานสารสกัดไมยราบขนาด 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ใกล้เคียงกับ Insulin และสามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้ดีที่กว่ายา Glibenclamide ในชั่วโมงที่ 3 และ 4 ของการทดลองได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P \leq 0.05$  และ  $P \leq 0.01$ ) สารสกัดด้วยเอทานอลจากใบมีฤทธิ์ลดระดับน้ำตาลในเลือดในหนูเบาหวาน โดยการฉีดเข้าทางช่องท้อง ขนาด 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถลดระดับน้ำตาลในเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) โดยมีค่าใกล้เคียงกับหนูเบาหวานที่ได้รับยา Metformin ส่วนสารสกัดด้วยเอทานอลจากใบขนาด 250 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีฤทธิ์ในการเพิ่มระดับน้ำตาลในเลือดของหนูถีบจักรปกติได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) และสารสกัดจากต้นไมยราบยังมีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรียในระบบทางเดินอาหาร เช่น *Escherichia coli*, *Bacillus cereus* และ *Pseudomonas aeruginosa*

## 2.5 การศึกษาทางพิษวิทยา

มาลินี และคณะ (2525 อ่างโดยธนากร และคณะ, 2555) รายงานว่า ใบไมยราบยักษ์ ไร่หนาม และใบกระถินมีสารมิโมซิน (Mimosin) ชาญชัย (2523) พบว่า ใบไมยราบยักษ์มีมิโมซินอยู่ร้อยละ 2.12 ของน้ำหนักแห้ง ส่วน Vearasilp (1981) ได้ส่งตัวอย่างใบไมยราบยักษ์ และใบกระถินไปวิเคราะห์ที่ประเทศเยอรมันตะวันตก พบว่า ใบไมยราบยักษ์มีมิโมซินอยู่ร้อยละ 1.2 ของน้ำหนักแห้ง แต่ไม่พบมิโมซินในใบไมยราบยักษ์ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ สุมนทิพย์ (2525) ซึ่งได้ทำการศึกษาหาปริมาณของมิโมซินในทุกๆ ส่วนของต้นไมยราบยักษ์ พบว่า ไม่พบมิโมซินซึ่งเป็นสารพิษในต้นใบ และเมล็ดของไมยราบยักษ์ ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการหามิโมซินในต้นกระถินด้วย พบว่า ปริมาณมิโมซินจะพบสูงที่สุดในเมล็ด รองลงมาก็เป็นใบอ่อน และใบแก่ ตามลำดับ

## 2.6 องค์ประกอบทางเคมีของใบไมยราบยักษ์

พบองค์ประกอบทางเคมีหลายชนิดประกอบด้วยสารกลุ่ม Glycosides, Flavonoids, Tannins, Saponins Phenolic และ Alkaloids เป็นต้น โดยมี Mimosin , Norepinephrine และ Glycoside Mimosid เป็นองค์ประกอบหลัก

นรินทร์ และคณะ (2522) รายงานว่าจากการนำเอาไมยราบยักษ์ไปวิเคราะห์หาส่วนประกอบทางเคมี พบว่า ไมยราบยักษ์ที่ประกอบไปด้วยความชื้น 5.27 เปอร์เซ็นต์ มีโปรตีน 19.85 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 17.32 เปอร์เซ็นต์ เถ้า 5.84 เปอร์เซ็นต์ แคลเซียม 2.64 เปอร์เซ็นต์ และฟอสฟอรัส 0.35 เปอร์เซ็นต์

#### ตารางที่ 6 แสดงโภชนาศาสตร์ของไมยราบยักษ์

ส่วนประกอบ	ไมยราบยักษ์
โปรตีนรวม	18.02-23.69
พลังงานรวม	4,280-5,320
ไขมัน	3.60-9.32
คาร์โบไฮเดรต	37.06-46.67
เยื่อใย	17.34-32.46
เถ้า	4.12-9.74

ที่มา: ดัดแปลงจากเทอดชัย (2524 อ้างโดยธนกรและคณะ, 2555)

#### 2.7 ประโยชน์ของไมยราบยักษ์

ด้านอาหารสัตว์น้ำ เสริมผงไมยราบยักษ์ในอาหารสัตว์ เพื่อเป็นแหล่งโปรตีนเสริมแทนปลาป่น ด้านการเลี้ยงผึ้ง เป็นแหล่งพืชอาหารสำคัญที่ให้เกสรในการผลิตรอลย์ลเยลลี่ทางภาคเหนือของประเทศไทย ด้านเชื้อเพลิง เมื่อถึงฤดูแล้งสามารถนำกิ่งที่แห้งมาทำเป็นฟืนได้ ด้านยารักษา ในแอฟริกา ไมยราบยักษ์ถูกใช้เป็นยาชูกำลัง และเป็นยาสำหรับโรคท้องร่วง โรคหนองใน และเลือดเป็นพิษในแทนซาเนีย ใบที่ถูกบดเป็นผงจะนำไปรวมกับน้ำเพื่อบรรเทาอาการบวม ในแซมเบียนำรากมาใช้โรยบนผิวหนังที่เป็นโรคเรื้อน ส่วนเมล็ดนำมาใช้ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับฟืน การควบคุมการกัดเซาะ สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาการกัดเซาะของน้ำในที่สูงชันได้นำมาใช้เป็นพืชคลุมดินได้

#### 2.8 ผลกระทบจากไมยราบยักษ์

ไมยราบยักษ์ทำลายความหลากหลายทางชีวภาพโดยการเข้าไปแทนที่พื้นที่ชุ่มน้ำ รุกล้ำพื้นที่ปศุสัตว์ และพื้นที่ของชนพื้นเมือง อีกทั้งยังบดบังทัศนียภาพของแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ เป็นวัชพืชที่มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วแต่กำจัดได้ยาก จึงแย่งที่อยู่ และอาหารของพืชพื้นเมือง ทำให้พืชพื้นเมืองมีจำนวนลดน้อยลง

### 3. ต้นหม่อน

หม่อน ชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus* spp. จัดเป็นไม้พุ่มขนาดกลาง หรือไม้ยืนต้นขนาดเล็ก มีลำต้นตั้งตรง สูงได้ประมาณ 2.5 เมตร บางพันธุ์สูงได้ประมาณ 3 ถึง 7 เมตร แตกกิ่งก้านไม่มากนัก เปลือกลำต้นเรียบเป็นสีน้ำตาลแดง สีขาวปนสีน้ำตาล หรือสีเทาปนขาว ส่วนเปลือกกรากเป็นสีน้ำตาลแดงหรือสีเหลืองแดง มีเส้นร้อยแตกที่เปลือกผิว พบได้ทั่วไปในป่าดิบ ในประเทศไทยปลูกกันมากทางภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



ภาพที่ 4 แสดงต้นหม่อน

ที่มา : Medthai, 2560

#### 3.1 ข้อมูลด้านพฤกษศาสตร์

3.1.1 ใบหม่อน ใบเป็นใบเดี่ยวเรียงสลับ ลักษณะของใบเป็นรูปไข่ หรือรูปไข่กว้างปลายใบแหลมยาวโคนใบเว้าเป็นรูปหัวใจ หรือค่อนข้างตัด ขอบใบเรียบ หยักเว้าเป็นพู ใบอ่อนขอบใบจักเป็นพูสองข้างไม่เท่ากัน ขอบพู่จักเป็นซี่ฟัน ใบมีขนาดกว้างประมาณ 8 ถึง 14 เซนติเมตร ยาวประมาณ 12 ถึง 16 เซนติเมตร แผ่นใบเป็นสีเขียวเข้มเรียบเงา ท้องใบเป็นสีเขียวอ่อน ใบค่อนข้างหนา หลังใบสากระคายมือ เส้นใบมี 3 เส้น ออกจากโคนยาวไปถึงกลางใบ และเส้นใบออกจากเส้นกลางใบอีก 4 คู่ เส้นร่างแหเห็นได้ชัดเจนจากด้านล่าง ก้านใบเรียวยาวประมาณ 1 ถึง 1.5 เซนติเมตร มีหูใบเป็นรูปแถบแคบปลายแหลมยาวได้ประมาณ 0.2 ถึง 0.5 เซนติเมตร (วิชุดา, 2561)

3.1.2 ดอกหม่อน ดอกเป็นช่อตามซอกใบ ปลายยอด ดอกเป็นแบบแยกเพศแต่อยู่บนต้นเดียวกันลักษณะของดอกเป็นรูปทรงกระบอก ช่อดอกเพศผู้ และช่อดอกเพศเมียจะอยู่ต่างช่อกัน ดอกย่อยมีขนาดเล็กวงกลีบรวมเป็นสีขาวหม่น หรือเป็นสีขาวแกมสีเขียว ช่อดอกเป็นหางกระรอก ยาวได้ประมาณ 2 เซนติเมตร ดอกเพศผู้ วงกลีบรวมมีแฉก 4 แฉก กลี้อยู่

ส่วนดอกเพศเมีย วงกลีบรวมมีแฉก 4 แฉก เกสรตัวผู้ ขอบมีขน เมื่อเป็นผลจะอวบน้ำ รังไข่เกลี้ยง ก้านเกสรเพศเมียมี 2 อัน (วิชุดา, 2561)

3.1.3 ผลหม่อน เป็นผลที่เกิดจากช่อดอก เป็นผลรวมอยู่ในกระจุกเดียวกัน โดยจะออกตามซอกใบลักษณะของผลเป็นรูปทรงกระบอก ยาวประมาณ 1 ถึง 2.5 เซนติเมตร ผลเป็นสีเขียว เมื่อผลสุกแล้วจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดงเข้ม หรือสีม่วงดำ เกือบดำ เนื้อนุ่ม ฉ่ำน้ำ และมีรสหวานอมเปรี้ยว (วิชุดา, 2561)

### 3.2 ข้อมูลทางเภสัชวิทยาของหม่อน

ลดคลอเรสเตอรอล และระดับน้ำตาลในเลือด ป้องกันการเสื่อมของระบบประสาท และหลอดเลือดหัวใจ เป็นสารต้านอนุมูลอิสระระดับเซลล์ ต้านการอักเสบ ป้องกันการเกิดลิ่มเลือด ต้านแบคทีเรีย ไวรัส กระตุ้นการสร้างภูมิคุ้มกัน และเพิ่มการสังเคราะห์โปรตีน เร่งการสร้างกล้ามเนื้อ (วิชุดา, 2561)

3.2.1 เปลือกของต้นหม่อน พบว่ามีสาร Betulinic acid Mulberrin, Mulberrochromene, B-amyirin, Cyclomulberrin, Cyclomulberrochromene, Undecaprenol, Dodecaprenol, ยาง, น้ำตาลกลูโคส เป็นต้น

3.2.2 กิ่งหม่อน พบว่ามีสาร Morin, Maclurin, 4-tetrahydroxybenzophenone, กลูโคส และ Adenine เป็นต้น

3.2.3 ใบหม่อน พบว่ามีสาร Adenine, Amylase, Choline, Crocarotene, Isoquercutrin, Succinic acid, Trigonelline, วิตามินเอ, วิตามินบี, วิตามินบี 2, วิตามินซี, แร่ธาตุ, แคลเซียม, กลูโคส, แทนนิน เป็นต้น ยังพบสาร Bioflavonoid และสาร Glycoprotein, Moran A เป็นสารลดน้ำตาลในเลือด ส่วนอีกข้อมูลหนึ่งระบุว่าใบหม่อนในกลุ่มอัลคาลอยด์ ได้แก่ Calystegin B-2, 1-deoxy ribitol, Fagomine, Nojirimycin, Zeatin Riboside, สารในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ได้แก่ Albafuran C, Astragalin, Aromadendrin, Chalcomoracin, Kaempferol, Kuwanol, Kuwanon, Quercetin, Quercitrin, Moracetin, Morin, Rutin, สารในกลุ่มคูมาริน ได้แก่ Bergapten, Marmesin, Scopoletin, Umbelliferone, สารในกลุ่ม ลิกแนน ได้แก่ Broussonin A, Broussonin B

3.2.4 ผลหม่อน พบว่า มีสาร Saccharides 27 เปอร์เซนต์, Citric acid 3 เปอร์เซนต์, กลูโคส, แทนนิน, เกสอแร่, วิตามินเอ, วิตามินบี, วิตามินซี, แคลเซียม, และ Cyanidin เป็นต้น ส่วนเมล็ดหม่อนพบ Urease

3.2.5 เนื้อไม้พบสาร Morin ส่วนลำต้นประกอบไปด้วย SteroidalSapogenin เปลือกพบ alpha-amyirin

3.2.6 สาร GABA (Gamma Amino Butyric Acid) ซึ่งจะช่วยลดความดันโลหิต ซึ่งพบว่า ใบหม่อน 100 กรัม มีสาร GABA 230 มิลลิกรัม

3.2.7 สาร Deoxy nojirimycin ช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ในใบหม่อนแห้ง มีอยู่ประมาณ 0.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสารนี้มีเฉพาะในใบหม่อนเท่านั้น ออกฤทธิ์ในการยับยั้งเอนไซม์ที่ย่อยน้ำตาลจากลำไส้ ทำให้สารนี้มีผลในการลดระดับน้ำตาลในเลือด สำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน

3.2.8 สาร Phytosterol นั้นจะช่วยลดระดับคอเลสเตอรอล และป้องกันการจับตัวกันของลิ้มเลือดจึงช่วยป้องกันโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตัน ในใบหม่อน 100 กรัม มีสาร Sitosterol ซึ่งเป็นสาร Phytosterol ชนิดหนึ่งอยู่ 46 มิลลิกรัม ซึ่งมากกว่าชาเขียวถึง 3.3 เท่า

3.2.9 สารสกัดจากใบหม่อนมีฤทธิ์ยับยั้งสารก่อกลายพันธุ์มะเร็งเต้านมในสัตว์ทดลอง

3.2.10 สาร Mulberofuran A มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของรา สาร Sangenone C มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย

### 3.3 ประโยชน์ของหม่อน

3.3.1 ใบอ่อน และใบแก่ สามารถนำมาทำเป็นชาเขียว ชาจีน หรือชาฝรั่งชงกับน้ำดื่มได้ โดยมีสรรพคุณช่วยลดระดับน้ำตาลในเลือด ลดไขมันในเลือด ลดความดันโลหิตสูงได้ เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการแปรรูปใบหม่อนเป็นผลิตภัณฑ์ชา ทั้งชาเขียว และชาดำ ที่ใช้ชงกับน้ำดื่มเช้า และเย็นใบหม่อนเป็นพืชอาหารที่วิเศษสุดสำหรับตัวไหม หนอนไหมที่เจริญเติบโตเต็มที่ที่จะนำไปโปรตีนที่ได้จากใบหม่อนไปสร้างเป็นโปรตีนแล้วผลิตเป็นเส้นไหม ซึ่งเส้นไหมจะเป็นวัตถุดิบในการผลิตผ้าไหมที่มีความสวยงามได้อีกต่อหนึ่ง โดยใบหม่อนประมาณ 108 ถึง 120 กิโลกรัม สามารถเปลี่ยนเป็นรังไหมพันธุ์ไทยพื้นบ้านได้ประมาณ 10 ถึง 2 กิโลกรัม นอกจากนี้ใบหม่อนยังสามารถนำมาใช้เป็นส่วนผสมในอาหารสำหรับสัตว์เอื้องได้บางชนิด และนำไปใช้เลี้ยงปลาได้อีกด้วย และวัควายที่กินใบหม่อนจะทำให้มีน้ำนมเพิ่มขึ้น (ภาวิณี, 2564)

3.3.2 เนื้อไม้มีสีเหลือง เนื่องจากมีสาร Morin สามารถนำมาใช้ย้อมผ้าไหม ผ้าแพรได้ เยื่อจากเปลือกของลำต้น และกิ่งมีเส้นใย สามารถนำมาเป็นกระดาษได้สวยงาม เช่น กระดาษสา

3.3.3 ลำต้น และกิ่ง นำมาใช้เป็นไม้ในการสร้างผลิตภัณฑ์บางชนิดได้ นำต้นหม่อนมาใช้ในการปลูกเพื่อจัด และประดับสวน เพื่อให้มีภูมิทัศน์ที่ดี เมื่อแตกกิ่งใหม่ กิ่งจะย่อยหย้อยลงตามแรงโน้มถ่วง ไม่ได้ตั้งตรงขึ้นไปเช่นพันธุ์ไม้อื่น ดูเป็นพุ่มสวยงาม และต้นหม่อนยังทนต่อการตัดแต่งหลังการตัดแต่งแล้วจะมีการแตกกิ่ง และเจริญเติบโตเร็ว (ภาวิณี, 2564)

### 3.4 สรรพคุณของหม่อน

3.4.1 ผลหม่อน เป็นผลหม่อนมีลักษณะสีแดง สีม่วงแดง และสุกจัดจะออกสีม่วงดำ หรือสีดำ พบสารในกลุ่ม Anthocyanin ที่มีฤทธิ์ต่อต้านอาการขาดเลือดในสมอง ต่อต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนั้นยังพบวิตามินซี ในปริมาณสูง ช่วยป้องกันเลือดออกตามไรฟันอีกด้วย

3.4.2 ใบหม่อน ช่วยในการผ่อนคลาย แก้อ่อนใน กระจายน้ำ ลดไข้หวัด ลดอาการปวดหัว ช่วยแก้อาการวิงเวียนศีรษะ แก้อาไอ แก้อาเจ็บคอ แก้อาแก้แหว่ง ต้านอนุมูลอิสระ ลดการเสื่อมสภาพของเซลล์



ช่วยลดน้ำตาลในเลือด และช่วยทุเลาอาการจากโรคเบาหวานลดระดับคลอเลสเตอรอลในเลือด ป้องกันโรคหัวใจ และหลอดเลือด ช่วยลดความดันเลือด และต้านแบคทีเรียช่วยแก้อาการท้องเสีย

3.4.3 กิ่ง ลำต้น พบสารหลายชนิดที่กล่าวในข้างต้น ทำหน้าที่ออกฤทธิ์ต่อต้านการสร้างเมลานินที่เป็นสารสร้างเม็ดสี จึงมีการสกัดสารดังกล่าวมาใช้ในเครื่องสำอาง เพื่อความสวยงามทำให้ผิวขาวนวล ผลจากฤทธิ์ทางยาอย่างอื่นมีการศึกษาพบช่วยบรรเทาอาการปวดข้อ กล้ามเนื้อลดอาการมือเท้าเป็นตะคริว

ตารางที่ 7 แสดงโภชนาศาสตร์ของใบหม่อน

ส่วนประกอบ	ใบหม่อน
คาร์โบไฮเดรต	42.25 เปอร์เซ็นต์
ไขมัน	4.57 เปอร์เซ็นต์
ใยอาหารและเถ้า	24.03 เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	6.55 เปอร์เซ็นต์
โปรตีนโดยประมาณของน้ำหนักแห้ง	18-28.8 เปอร์เซ็นต์

ที่มา : ภาวิณี, 2564

#### 4. มันสำปะหลัง

มันสำปะหลังเป็นพืชหัวชนิดหนึ่ง ชื่อวิทยาศาสตร์ *Manihot esculenta* (L.) Crantz มีชื่อสามัญสามารถเรียกหลายชื่อตามภาษาต่างๆ ที่ได้ยินกันมาก ได้แก่ Cassava, Yuca, Mandioa, Manioc, Tapioca มันสำปะหลังมีแหล่งกำเนิดแถบที่ลุ่มเขตร้อน (Lowland tropics) มีหลักฐานแสดงว่าปลูกกันในโคลัมเบีย และเวเนซุเอลา มานานกว่า 3,000 ถึง 7,000 ปีมาแล้ว



ภาพที่ 5 แสดงต้นมันสำปะหลัง

ที่มา: เทคโนโลยีเกษตร, 2564

#### 4.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

4.1.1 ใบมันสำปะหลัง ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงสลับ เวียนสลับรอบลำต้น ลักษณะของใบเป็นรูปโล่ ขอบใบแยกเป็นแฉกประมาณ 3 ถึง 9 แฉก เว้าลึกเกือบถึงโคนใบ ในแต่ละแฉกมีลักษณะเป็นรูปขอบขนานแกมรูปไข่กลับ แกมรูปใบหอก หรือแกมรูปดาบ ปลายใบแหลม โคนใบขอบใบเรียบ มีขนาดกว้างประมาณ 3 ถึง 5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 10 ถึง 15 เซนติเมตร ด้านบนเกลี้ยง บางที่เป็นสีแดง ส่วนด้านล่างเป็นสีเขียวนวล และอาจมีขนเล็กน้อยตามเส้นใบ ก้านใบเป็นสีแดงเข้ม ยาวประมาณ 5 ถึง 30 เซนติเมตร ที่โคนก้านใบติดกับลำต้นมีหูใบ หูใบเป็นแฉกรูปหอก 3 ถึง 5 แฉก ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร ร่วงได้ง่าย (Medthai, 2564)

4.1.2 ต้นมันสำปะหลัง จัดเป็นไม้พุ่ม มีลำต้นตั้งตรง เป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความสูงของลำต้นประมาณ 1 ถึง 5 เมตร มีการแตกกิ่ง กิ่งที่แตกจากลำต้นหลักเรียกว่า กิ่งชุดแรก ส่วนกิ่งที่แตกจากกิ่งชุดแรกเรียกว่า กิ่งชุดที่สอง ต้นมันสำปะหลังจะแตกกิ่งเป็นแบบ 2 กิ่ง หรือ 3 กิ่ง ตามลำต้นจะเห็นรอยก้านใบที่หลุดร่วงไปเรียกว่า รอยแผลใบ และในระหว่างแผลใบจะเรียกว่า ความยาวของชิ้นส่วนที่อยู่เหนือรอยแผลใบมีตา ทุกส่วนของต้นเมื่อนำมาสับจะมีน้ำยางสีขาวไหลออกมา และรากสะสมอาหารเป็นแห่งหนาอยู่ใต้ดิน มีประมาณ 5 ถึง 10 รากต่อต้น (Medthai, 2564)

4.1.3 รากมันสำปะหลัง ระบบรากเป็นแบบรากฝอย รากจะเกิดจากข้อของลำต้นที่ใช้ปลูก และขยายใหญ่เป็นหัว โดยหัวมันสำปะหลัง เมื่อนำมาตัดตามขวางจะมีส่วนประกอบดังนี้ เปลือกชั้นนอก เปลือกชั้นใน และส่วนสะสมแป้ง หรือที่เรียกว่าไส้กลาง ส่วนอีกข้อมูลหนึ่ง ระบุว่า รากจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ รากจริง และรากสะสมอาหาร ที่มีปริมาณแป้งประมาณ 15 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ รากสะสมอาหารจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 ถึง 15 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15 ถึง 100 เซนติเมตร (Medthai, 2564)

4.1.4 ดอกมันสำปะหลัง ออกดอกเป็นช่อ โดยจะออกตามซอกใบ ปลายกิ่งยาวประมาณ 3 ถึง 10 เซนติเมตร ช่อดอกเพศผู้ และเพศเมียอยู่บนต้นเดียวกัน แต่อยู่คนละตำแหน่ง ใบประดับเป็นรูปยาวแคบ ร่วงง่าย ในแต่ละช่อจะมีดอกย่อยจำนวนมาก โดยช่อดอกจะเป็นแบบ Panicle ดอกเพศผู้มีก้านดอกยาวประมาณ 0.5 ถึง 1 เซนติเมตร มีกลีบเลี้ยงดอกยาว 3 ถึง 8 มิลลิเมตร เชื่อมติดกันเป็นรูปประฆัง ที่ปลายแยกเป็นแฉกสามเหลี่ยม 5 แฉก แต่ไม่มีกลีบดอก ภายในดอกเพศผู้มีก้านเกสรเพศผู้ อับละอองเกสรเพศผู้ เกสรเพศผู้มี 10 อัน เรียงเป็น 2 วง สั้น และยาวสลับกัน ก้านเกสรไม่ติดกัน อับเรณูมีขนาดเล็ก ส่วนดอกเพศเมียจะมีขนาดใหญ่กว่าดอกเพศผู้ มีก้านดอกยาวประมาณ 1 ถึง 2.5 เซนติเมตร มีกลีบเลี้ยง 5 กลีบ ติดกันที่โคนเพียงเล็กน้อย ยาวประมาณ 1 เซนติเมตร รังไข่มีสัน 6 สัน และไม่มีขน ยาวประมาณ 3 ถึง 4 มิลลิเมตร ท่อรังไข่เชื่อมติดกัน ปลายแยกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มจะแยกเป็นแขนงเล็กๆ น้อยๆ (Medthai, 2564)

4.1.5 เมล็ดมันสำปะหลัง เมล็ดเป็นสีน้ำตาลลายดำ ลักษณะคล้ายเมล็ดละหู่ แต่มีขนาดเล็กกว่า เมล็ดมีลักษณะรี ยาวประมาณ 12 มิลลิเมตร รอยของก้านออวุลที่เหลืออยู่ มีลักษณะเป็นสันนูนขึ้นทางด้านหนึ่งของเมล็ด ส่วนด้านล่างของเมล็ดมีลักษณะคล้ายฟองน้ำ มีสีขาวย สีมพู หรือสีม่วง (Medthai, 2564)

#### 4.2 คุณค่าทางโภชนาของไขมันสำปะหลังแห้ง

สำหรับคุณค่าทางโภชนาของไขมันสำปะหลังจะผันแปรตามปริมาณส่วนใบกับก้าน และลำต้นที่ติดมา ถ้ามีส่วนใบมากโปรตีนก็จะสูง โดยคุณค่าทางโภชนาของไขมันสำปะหลังแห้ง แสดงในตารางที่ 8 แม้ว่าไขมันสำปะหลังจะมีสารพิษสำคัญ 2 ชนิด คือ กรดไฮโดรไซยานิก และสารแทนนิน แต่ในไขมันแห้งจะมีกรดไฮโดรไซยานิกเหลืออยู่ในระดับต่ำมากไม่เกิน 30 ส่วนในล้านส่วน เช่นเดียวกับ ในมันเส้นที่สารพิษระเหยออกไประหว่างผึ่งแดด จนเหลือในระดับที่ไม่เป็นอันตรายสำหรับสัตว์ และกรดไฮโดรไซยานิกในระดับต่ำดังกล่าวนี้กลับช่วยกระตุ้นให้เกิดระบบที่ทำให้สัตว์ มีความต้านทานโรค เพิ่มขึ้นด้วย ส่วนปริมาณแทนนินที่มีอยู่ในระดับต่ำ 14.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ก็มีประโยชน์สามารถ ควบคุมพยาธิในสัตว์ได้ด้วยนอกจากนี้ไขมันสำปะหลังแห้งยังสามารถใช้เป็นแหล่งของวิตามินเอ (แคโรทีน) และสารสีแซนโทฟิลล์ให้กับสัตว์โดยมีปริมาณสูงกว่า คือ ประมาณ 660 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เทียบกับ 318 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่มีอยู่ในใบกระถิน

#### ตารางที่ 8 แสดงคุณค่าทางโภชนาของไขมันสำปะหลังแห้ง

โภชนาของไขมันสำปะหลัง	เปอร์เซ็นต์
ความชื้น	8.76
โปรตีน	19.69
ไขมัน	3.68
เยื่อใย	22.78
เถ้า	8.56
แคลเซียม	1.69
ฟอสฟอรัส	0.20

ที่มา: สุกัญญา และวราพันธ์, 2564

#### 4.3 สารพิษในไขมันสำปะหลัง

ไขมันสำปะหลังมีกรดไฮโดรไซยานิกอยู่ในปริมาณค่อนข้างสูง คือ ในใบประมาณ 83 ถึง 873 มิลลิกรัม ในขณะที่เปลือกหุ้มหัวมีกรดไฮโดรไซยานิกอยู่ 150 ถึง 1,110 มิลลิกรัม

และในเนื้อห้วมันมี 5 ถึง 490 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักสด ซึ่งระดับของกรดไฮโดรไซยานิกในส่วนต่างๆ นี้ จะแตกต่างกันไปตามพันธุ์ นอกจากนี้ปริมาณสารพิษในใบ และในก้านใบยังแตกต่างกันตามอายุความอ่อนแก่ของใบ ปริมาณกรดไฮโดรไซยานิกลดลง เมื่ออายุของมันเป็นป่าหลังมากขึ้น และก้านใบอ่อนจะมีปริมาณสารพิษสูงกว่าใบอ่อน แต่เมื่ออายุมากขึ้นสารพิษในใบจะมากกว่าก้าน การลดพิษในใบมันสำปะหลังทำได้เช่นเดียวกับห้วมันสำปะหลัง เช่น การหมักจะทำให้สารพิษลดลงมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ คือ เหลือประมาณ 50 ส่วนในล้านส่วน แต่วิธีที่สะดวก ประหยัด คือ การตากแดดให้แห้ง ซึ่งจะช่วยให้การลดพิษ ง่ายต่อการเก็บรักษา ทั้งนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการตากที่มีต่อปริมาณกรดไฮโดรไซยานิก การผึ่งแดดจำเป็นต้องผึ่งแดดจัดอย่างน้อย 1 วัน จึงจะสามารถลดพิษลงได้ และการอบที่อุณหภูมิ 36 องศาเซลเซียส จะมีผลในการลดพิษได้อย่างดี ดังนั้น การนำใบมันสำปะหลังมาเลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องผึ่งแดดอย่างน้อย 1 ถึง 2 แดดจนใบแห้งกรอบจึงใช้ได้ โดยไม่มีผลเสียจากการเป็นพิษของกรดไฮโดรไซยานิก

#### 4.4 ข้อมูลทางเภสัชวิทยาของมันสำปะหลัง

4.4.1 สารสำคัญที่พบ ได้แก่ Amento flavone, Linamarin, Linustatin, Glucoside, Querecetin, Yucalexin

4.4.2 ฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาที่พบ มีฤทธิ์ต้านเชื้อแบคทีเรีย และไวรัส ยับยั้งคอเลสเทอรอลในเลือดสูง และการมีไขมันในเลือดสูง ยับยั้งการสร้างเอนไซม์ของคอเลสเทอรอล

4.4.3 เมื่อปี พ.ศ. 2528 มีการทดลองในกระต่าย โดยให้กระต่ายกินรำกมันสำปะหลังเป็นอาหาร หลังการทดลอง พบว่า กระต่ายมีระดับไขมันในเลือดลดลง

4.4.4 เมื่อปี พ.ศ. 2525 ที่ประเทศอินเดีย ได้ทำการศึกษาทดลองในหนูทดลองที่ถูกกระตุ้นให้มีไขมันในเลือดสูง ด้วยการให้รำกมันสำปะหลังเป็นอาหารหลังการทดลอง พบว่า หนูทดลองมีระดับไขมันในเลือดลดลง

4.4.5 เมื่อปี พ.ศ. 2545 ที่ประเทศเกาหลี ได้ทำการศึกษาทดลองผลการลดไขมันในเลือดของมันสำปะหลัง ด้วยการนำแป้งที่ได้จากรำกมันสำปะหลังกับไอ้ตไฟเบอร์ โดยทำการทดลองในหนูแฮมสเตอร์ที่ถูกให้อ้วน (ให้อาหารที่มีไขมัน 17 เปอร์เซ็นต์, คอเลสเทอรอล 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 20 วัน) นำหนูดังกล่าวมาให้มันสำปะหลัง พบว่า หนูทดลองในกลุ่มที่ให้มันสำปะหลังสามารถลดคอเลสเทอรอลได้ โดยให้มันสำปะหลัง 916 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และข้าวโอ้ต 964 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร พบว่า สามารถลดระดับคอเลสเทอรอลได้ถึง 32.4 เปอร์เซ็นต์ ในกลุ่มที่ให้มันสำปะหลัง และลดไขมันได้ 51.7 เปอร์เซ็นต์ ในกลุ่มที่ให้ข้าวโอ้ต

4.4.6 เมื่อปี พ.ศ. 2550 ที่ประเทศบราซิล ได้ทำการศึกษาทดลองผลในการลดไขมันของใบมันสำปะหลัง จากการทดลองพบสาร Polyphenol และสาร Saponins ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และลดไขมันจำพวกไตรกลีเซอไรด์ คอเลสเทอรอล และไขมันอื่นๆ โดยทำการศึกษาดทดลองกับหนูวิสตราเพศผู้ เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ ด้วยการนำใบมันสำปะหลังมาอบแห้งที่อุณหภูมิ

30 ถึง 35 องศาเซลเซียส และนำไขมันสำปะหลังในขนาด 5, 10, 15 เปอร์เซ็นต์ มาผสมในอาหารที่ให้หนูทดลองกิน ผลการทดลอง พบว่า ในขนาด 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ สามารถช่วยลดไขมันในเลือดได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

#### 4.5 การใช้ประโยชน์

4.5.1 เป็นอาหารมนุษย์ โดยนำหัวสดไปต้ม นึ่ง ปิ้ง เผา หรือเชื่อม สำหรับประเทศที่บริโภคมันสำปะหลังเป็นอาหารหลักจะมีวิธีการปรุงแต่งโดยเฉพาะ เช่น Gari อาหารของชาวไนจีเรีย หรือ Bononoka ของชาวมาดากัสกา นอกจากนี้ยังนำแห้งมันสำปะหลังไปปรุงเป็นอาหารทั้งคาว และหวานอีกหลายชนิด

4.5.2 เป็นอาหารสัตว์ ประเทศไทยส่งออกผลิตภัณฑ์มันสำปะหลังในรูปแบบเส้นและมันอัดเม็ด ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์ ของผลิตภัณฑ์ส่งออกทั้งหมด เพื่อการเลี้ยงสัตว์ของประเทศในกลุ่มประชาคมยุโรปสำหรับการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยใช้มันสำปะหลังน้อยมาก แม้ว่ามันสำปะหลังสามารถใช้เลี้ยงสัตว์ทุกชนิด แต่ผู้ใช้จะต้องปรับสูตรอาหารให้เหมาะสมกับการเลี้ยงสัตว์แต่ละชนิด ข้อดีของการใช้มันสำปะหลังเป็นอาหารสัตว์ คือ ราคาถูก และยังไม่เคยพบสาร Aflatoxin จึงปลอดภัยต่อการบริโภคแต่มีข้อเสียบ้างที่ว่า การใช้มันสำปะหลังต้องป่นให้ละเอียดต้องผสมกากน้ำตาลซึ่งวิธีการผสมค่อนข้างยุ่งยาก

4.5.3 ด้านอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะนำแป้งดิบ มาใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปอื่นๆ เช่น ผลิตผงชูรส และไลซีน สารให้ความหวาน เช่น Glucose, Dextrose, Sorbital, Mannitol และ Inositol สร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ เช่น สารดูดน้ำ พลาสติกที่สลายได้ทางชีวภาพ ผลิตเชื้อไรโซเบียม ผลิต Flexible foam สำหรับทำที่นอน และเฟอร์นิเจอร์ ผลิต Rigid foam เพื่อการบรรจุหีบห่อ ตกแต่งภายใน นอกจากนี้ยังนำไปผลิตแป้งแปรรูป โดยการนำเอาแป้งดิบมาผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงโมเลกุลของแป้ง ให้เหมาะสมกับอุตสาหกรรมเฉพาะอย่าง เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมสิ่งทอ อุตสาหกรรมทำกาวย และอุตสาหกรรมอาหาร และเครื่องดื่ม

#### 4.6 โทษของมันสำปะหลัง

4.6.1 มันสำปะหลังชนิดหวานจะมีพิษน้อยกว่าชนิดขมที่ปลูกกันอยู่ทั่วไป ถ้ากินแบบดิบๆ ระบบย่อยจะดูดซึมพิษไซยาไนด์ โดยไซยาไนด์จะอยู่ในรากที่เป็นกรดไฮโดรไซยานิก (HCN) หรือกรดพรัสซิก (Prussic acid) ซึ่งมีความเป็นพิษ และจะมีอยู่มากในเปลือกมากกว่าเนื้อ การนำมาแช่น้ำ และการนำมาต้ม จะทำให้กรดเหล่านี้ระเหยไปได้ โดยสารไซยาไนด์ชนิดนี้จะเป็นสาเหตุของ Cyanogens พิษของรากมันสำปะหลัง หากไม่นำมาปรุงให้สุกจะมีพิษ การนำมาปรุงอาหารก็ต้องเอาเปลือกออก ส่วนการต้มโดยเฉพาะในส่วนของรากควรต้มประมาณ 30 ถึง 40 นาที แล้วทิ้งน้ำที่ต้ม ถ้าเป็นส่วนของใบให้ต้มมากกว่า 10 นาที ยิ่งถ้าเป็นใบแก่ก็ยิ่งต้องต้มนานมากขึ้น (Medthai, 2564)

4.6.2 ต้น ราก ใบ และหัวมันสำปะหลังดิบมีสารพิษที่ชื่อว่า Cyanogenic Glycoside เป็นสารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบไหลเวียนของเลือด ทำให้ออกซิเจนเข้าสู่เซลล์สมองได้น้อยลง เมื่อกินพืชที่มีสารชนิดนี้มากๆ จะทำให้เกิดอาการอาเจียน หายใจลำบาก กล้ามเนื้ออ่อนเปลี้ย กล้ามเนื้อทำงานไม่ประสานกัน กล้ามเนื้อกระตุก มีอาการมึนงง ไม่รู้ตัว มีอาการชักก่อนจะหมดสติ มีอาการขาดออกซิเจน ตัวเขียว ลมหายใจมีกลิ่นไซยาไนด์ หากได้รับเข้าไปในปริมาณมากจะมีอาการ โคม่าภายใน 10 ถึง 15 นาที และทำให้เสียชีวิตได้ และยังพบอาการเป็นพิษแบบเฉียบพลัน คือ อาการเวียนศีรษะ ปวดศีรษะ อาเจียน ปวดท้อง และอุจจาระร่วง โดยทั่วไปอาการที่พบมี 2 อาการสำคัญ คือ อาการ Konzo หรือ Tied legs (อัมพาตฉับพลันที่ขาทั้งสองข้าง เป็นโรคที่เกิดจากความบกพร่องในการควบคุมการเคลื่อนไหวของประสาทสวนบน) และอาการ Tan หรือ Tropical ataxic neuropathy (อาการที่เกิดจากพิษของมันสำปะหลัง โดยมีอาการชา ความรู้สึกผิดปกติ สูญเสียการมองเห็น ตาพร่ามัว หูหนวก ชาลิบ สูญเสียการทรงตัว) (Medthai, 2564)

## 5. วิธีเตรียมพืชแบบผงแห้ง

5.1 การเก็บพืช สมุนไพรสด การเก็บพืช หรือสมุนไพรถือว่าเป็นขั้นตอนหนึ่งที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะมีผลต่อปริมาณสารสำคัญ และสรรพคุณทางยาของสมุนไพร เพื่อให้การเตรียมพืช สมุนไพรมีความถูกต้องตามหลักวิชาการ และภูมิปัญญาพื้นบ้าน ผู้แปรรูปควรมีความรู้ในการเก็บ สมุนไพรสด ดังนี้

5.1.1 อายุพืช หากไม่มีการศึกษาเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างสารสำคัญ อายุพืช ขณะเก็บเกี่ยว ให้เก็บเกี่ยวสมุนไพรที่มีอายุโตเต็มที่

5.1.2 ช่วงระยะเวลาที่เก็บ ศึกษาข้อมูลเฉพาะถิ่นจากตำรา การศึกษาวิจัย หรือยึดหลักของแผนโบราณ ดังนี้

1) พืชที่ใช้ใบ หรือทั้งต้นเป็นยา เมื่อพืชโตเต็มที่แล้วสามารถเก็บได้ทั้งปี ให้เก็บใบที่โตเต็มที่โดยวิธีเด็ด ยกเว้นพืชบางชนิดที่ใช้ใบ หรือยอดอ่อน

2) พืชที่ใช้ดอกเป็นยา เก็บในช่วงที่ดอกเริ่มบาน บางชนิดจะเก็บในช่วงดอกตูม เช่น กานพลู สำหรับดอกที่มีน้ำมันหอมระเหยปริมาณมาก และต้องการกลิ่นหอมด้วย ควรเก็บในช่วงค่ำประมาณ 18.00 ถึง 19.00 นาฬิกา เก็บในช่วงเช้ามีดขณะที่พระอาทิตย์ยังไม่ขึ้น เพราะปริมาณน้ำมันหอมระเหยจะมากกว่า

3) พืชที่ใช้ผลเป็นยา ให้เก็บผลที่แก่เต็มที่แต่ยังไม่สุก ยกเว้นที่กำหนดอายุ เช่น ผลฝรั่งดิบ

4) พืชที่ใช้เปลือกต้น หรือเปลือกกรากเป็นยา เก็บในช่วงปลายฤดูร้อนต่อกับฤดูฝน เพราะเปลือกจะลอกออกง่าย การเลือกกิ่งที่ลอกควรเป็นกิ่ง หรือแขนงย่อยที่โตเต็มที่

ไม่ลอกจากลำต้นใหญ่ เพราะอาจทำให้พืชตายได้ง่าย วิธีลอก ควรลอกออกครึ่งลำต้น อย่าลอกกรากลำต้น เพราะจะกระทบกระเทือนต่อระบบการลำเลียงอาหารของพืช

5) พืชที่ใช้แก่นเป็นยา มักเก็บในฤดูร้อนควรเก็บกิ่ง หรือแขนงย่อยที่โตเต็มที่ และไม่ควรรโค่นลำต้น

6) พืชที่ใช้ราก หรือหัว เก็บช่วงที่พืชหยุดการเจริญเติบโต ใบร่วงหมด ซึ่งมักเป็นช่วงต้นฤดูหนาวถึงปลายฤดูร้อน เช่น กระจाय กระจาอ ชำ เป็นต้น

5.2 การล้างสมุนไพรให้สะอาด โดยเฉพาะส่วนที่ขุดจากดิน เช่น เหง้า ราก ต้องล้างดินออกให้หมด ผึ่งในแดด ตะแกรงโปร่ง ที่มีรูขนาดกลางเพื่อระบายน้ำให้สะอาด น้ำ หั่นให้มีขนาดเล็กกว่าวัสดุที่ใช้เป็นภาชนะรอง ได้แก่ ภาชนะแตนเลสเจาะรู กระด้งที่มีรูขนาดกลาง แคร่ไม้ไผ่ที่สะอาด

5.3 อบหรือตากแห้ง ใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

5.3.1 ผึ่งให้แห้ง เหมาะสำหรับพืชที่มีน้ำมันหอมระเหย เช่น กะเพรา โหระพา มักใช้วิธีผึ่งเป็นมัดเล็กๆ แขนงที่เชือก หรือใส่กระด้ง กระจาดที่มีรูวางไว้ในที่โปร่งไม่โดนแดดส่องถึง โดยตรงมีลมพัดผ่านเกือบตลอดเวลา (ไม่สามารถทำได้ในภาคใต้เนื่องจากความชื้นในอากาศสูงพืชแห้งช้าจะขึ้นราได้ง่าย) ใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

5.3.2 ตู้อบแสงอาทิตย์ประหยัดพลังงาน แต่มีข้อเสีย คือ ต้องได้รับแสงแดดโดยตรง ซึ่งอาจทำลายสารสำคัญบางชนิด

5.3.3 ตู้อบลมร้อนพลังงานไฟฟ้า แก๊ส ถ่าน ไม้ หรือแอลกอฮอล์ คือ อุณหภูมิสม่ำเสมอ แต่ราคาตู้อบค่อนข้างแพง

5.4 การอบเป็นผง อาจใช้เครื่องมืออบได้หลายชนิด เช่น ครกหิน ครกบดยาชนิดบดด้วยมือ หรือเครื่องบดไฟฟ้าขนาดเล็ก ระดับอุตสาหกรรม หลังจากผ่านเข้าเครื่องบดแล้วให้นำไปร่อนเพื่อแยกผงยาที่มีความละเอียดสม่ำเสมอไปดำเนินการต่อ ความละเอียดของผงยาที่ใช้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ใช้เป็นผงในเครื่องสำอางผ่านร่อนเบอร์ 60 ขึ้นไป ใช้สำหรับสกัดให้บดหยาบไม่จำเป็นต้องผ่านร่อน หากใช้เครื่องบดที่มีตะแกรง ต้องใช้ตะแกรงหยาบที่สุด โดยใช้ตะแกรงขนาดไม่เกินเบอร์ 20 (กรมประมง, 2556)

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บรรเจิด (2551) ได้ทำการศึกษาการใช้ ใบไมยราบยักษ์แห้งปนในอาหารปลาตุ๊กตากลูผสมที่ระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ โดยศึกษาผลของอาหารต่อการเจริญเติบโตของปลาอัตรารอดตาย และอัตรากการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ผลการทดลอง พบว่า การตอบสนองด้านการเจริญเติบโตของปลาทดลองที่เลี้ยงในแต่ละหน่วยทดลอง ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์ความแปรปรวน และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างหน่วย

การทดลองทำให้ทราบว่าน้ำหนัก และความยาวเฉลี่ยของปลาตุ๊กถูกผสมทุกชุดการทดลอง มีค่าใกล้เคียงกัน และไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แสดงว่าปลาตุ๊กถูกผสมสามารถใช้ อาหารที่มีส่วนผสมของใบไมยราบยักษ์ได้ในระดับที่สูงที่สุด คือ 20 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหาร โดยไม่แตกต่างจากอาหารสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงาน

สุธิรา และคณะ (2562) ได้ศึกษาการทดแทนปลาป่นด้วยใบหม่อนป่นในสูตรอาหาร ปลา น้ำจืดเศรษฐกิจ จากการแทนที่ปลาป่นด้วยใบหม่อนในอาหารปลานิล และปลาสร้อยนั้น ใบหม่อนสามารถใช้แทนที่ในอาหารปลานิลได้ดีที่ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการแลกเนื้อต่ำที่สุด (1.62) ปลาสร้อยสามารถใช้ใบหม่อนแทนที่ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การใช้ใบหม่อนหมักสามารถ แทนที่ปลาป่นได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารปลานิล มีค่าน้ำหนักสุดท้าย (15.55) และอัตราการ เจริญเติบโตจำเพาะสูงสุด (4.05) และอัตราการแลกเนื้อต่ำสุด (2.47) นอกจากนี้ยัง พบว่า ใบหม่อนหมักสามารถแทนที่ปลาป่นในสูตรอาหารปลาสร้อยได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจาก มีค่าการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่มทดลอง และไม่พบความแตกต่างของกิจกรรมเอนไซม์ ในระหว่างกลุ่มทดลองอีกด้วย ดังนั้น การใช้ใบหม่อนเป็นแหล่งโปรตีนแทนปลาป่นในอาหารปลา สามารถทำได้ เพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิตปลาบริโภคอย่างมีประสิทธิภาพ และปลอดภัย ต่อสิ่งแวดล้อม

วิไลลักษณ์ และคณะ (2562) ได้ทำการศึกษาคุนสมบัติในการยับยั้งเชื้อ และประสิทธิภาพ ของใบหม่อนในการเป็นอาหารเสริมต่อการเจริญเติบโต และความต้านทานเชื้อ *Aeromonas hydrophila* ในปลานิล ผลการทดลอง พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการแลกเนื้อ ประสิทธิภาพ การใช้อาหาร อัตราการรอดตาย อัตราส่วนประสิทธิภาพของโปรตีน และค่าดัชนีดีบี ในทุก ชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) นอกจากนี้ ผลการทดลองต่อความต้านทาน เชื้อ *A. hydrophila* พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารผสมใบหม่อน 15 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการตายต่ำสุด แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างชุดการทดลอง ( $P<0.05$ ) และมีเปอร์เซ็นต์การรอดตาย สัมพันธ์ของปลา (RPS) สูงสุด

เขมชาติ (2538) ได้ศึกษาผลของความถี่ของการให้อาหาร และระดับไขมันสำปะหลัง ที่เป็นส่วนผสมในอาหารต่อการใช้ประโยชน์ และการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารเลี้ยงปลานิลทดลอง กับปลานิลที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.57 กรัม ให้อาหารที่มีระดับโปรตีน และพลังงานเท่ากัน โดยมีระดับ โปรตีน 33 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 340 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม ตามลำดับ ใช้ไขมัน สำปะหลังเป็นส่วนผสมในอาหาร 4 ระดับ คือ 0, 10, 20 และ 30 เปอร์เซ็นต์ พบว่า การใช้ ไขมันสำปะหลังเป็นส่วนผสมในอาหาร 10 เปอร์เซ็นต์ ที่ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวัน เหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโต และการใช้ประโยชน์จากอาหารปลานิล

พิสมัย และยงยุทธ (2557) ได้ศึกษาการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารที่มีการใช้สารเสริม 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 2 ระดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ในระยะเวลา 3 สัปดาห์แรกของการเสริม



ฮอร์โมนในอาหาร 0.04 และ 0.06 เปอร์เซ็นต์ ทำให้กึ่งกำมกรามีค่าน้ำหนักเฉลี่ย และน้ำหนักเพิ่มต่อตัวไม่แตกต่างจากชุดควบคุมแต่ที่ 6 สัปดาห์ของการเสริมฮอร์โมนในอาหาร 0.06 เปอร์เซ็นต์ แนวนอนมีค่าดีที่สุดแต่ไม่แตกต่างจากชุดการทดลองอื่นๆ ( $P>0.05$ ) ขณะที่สัปดาห์ที่ 9 ของการได้รับอาหารเสริมมีค่าน้ำหนักเฉลี่ย และน้ำหนักเพิ่มต่อตัวไม่แตกต่างจากชุดควบคุม ยกเว้นที่ได้รับการเสริมฮอร์โมนในอาหาร 0.04 เปอร์เซ็นต์ และที่เสริมไบหม่อน 16 เปอร์เซ็นต์ มีค่าด้อยกว่า และใน 3 สัปดาห์สุดท้ายของการได้รับอาหารทดลอง พบว่า น้ำหนักเพิ่มต่อตัว มีค่าไม่แตกต่างกัน ( $P<0.05$ ) แต่เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า กึ่งกำมกรามที่ได้รับอาหารเสริมไบหม่อน 16 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย และความยาวเฉลี่ยเมื่อสิ้นสุดการทดลองด้อยกว่าแตกต่างจากชุดทดลองอื่นๆ ( $P<0.05$ ) ขณะที่ชุดควบคุมมีค่าน้ำหนักเฉลี่ย เมื่อสิ้นสุดการทดลองดีกว่าไม่แตกต่างจากที่มีการเสริมฮอร์โมน และสาหร่ายสไปรูลิน่าทั้ง 2 ระดับ และไบหม่อน 8 เปอร์เซ็นต์ ( $P>0.05$ ) แต่พบว่า อัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมียมีค่าสูงสุดในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ และมีค่ามากกว่า 3 เท่าของกึ่งที่ได้รับอาหารชุดควบคุม และชุดที่เสริมไบหม่อนทั้ง 2 ระดับ และค่าอัตราส่วนของความยาวส่วนลำตัว มากกว่าความยาวส่วนหัว มีค่าสูงสุดความยาวส่วนตัวเท่ากับความยาวส่วนหัวมีค่าต่ำสุด ในชุดที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ และพบว่าค่าความยาวส่วนหัวมากกว่าความยาวส่วนลำตัวมีค่าสูงสุดในกึ่งชุดควบคุม และไม่พบในกึ่งชุดที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอัตราการกินอาหาร ค่าอัตราการรอดตาของกึ่ง ทุกชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) แต่ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และค่าประสิทธิภาพของโปรตีนของกึ่งที่ได้รับอาหารเสริมไบหม่อน 16 เปอร์เซ็นต์ ด้อยกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ ) จากค่าอัตราส่วนเพศผู้ต่อเพศเมีย เมื่อนำมาคำนวณผลต่างของเพศกึ่งกำมกรามที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่า พบว่า ผลต่างมีค่าสูงที่สุด คือ 333 เปอร์เซ็นต์ ในกึ่งที่ได้รับอาหารเสริมไบหม่อน 16 เปอร์เซ็นต์ และผลตอบแทนการเลี้ยงต่อไร่สูงสุดในกึ่งที่ได้รับอาหารเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าชนิด และความเข้มข้นของสารเสริมมีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการเปลี่ยนเพศกึ่งกำมกราม และการเสริมสาหร่ายสไปรูลิน่า 0.2 เปอร์เซ็นต์ ส่งผลให้ได้เพศผู้สูงสุด

สุภาวีย์ และคณะ (2521) ศึกษาและทำการทดลองใช้ไบโอมยราบยักซ์ผสมอาหารเลี้ยงไก่ (โรตอร์แลนด์) ตั้งแต่อายุแรกเกิดจนถึง 8 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบไบกระถิน และไบหางนกยูง ในระดับต่างๆ กัน ผลปรากฏว่า ไก่กลุ่มที่กินอาหารมีไบโอมยราบยักซ์ระดับ 4 มีน้ำหนักตัวเพิ่มสูงสุด (277.6 กรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับไก่กลุ่มกินอาหารที่มีไบหางนกยูง และไบกระถินในระดับเดียวกัน มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นรองลงมาตามลำดับ (209.4 กรัม และ 206.4 กรัม) แต่ในกรณีของ เทอดชัย (2524) ได้รายงานว่าการนำไบโอมยราบยักซ์มาเลี้ยงในไก่กระถินโดยผสมอาหารในระดับ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับไบกระถิน 4 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ ผลปรากฏว่า น้ำหนักของตัวไก่เมื่อสิ้นสุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่พวกที่ได้รับอาหารผสมไบโอมยราบยักซ์

4 เปอร์เซ็นต์ และใบกระถิน 4 เปอร์เซ็นต์ จะมีประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่าพวกที่ได้รับอาหารผสมใบไมยราบยักษ์ 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งมีผลใกล้เคียงกับการทดลองของนรินทร์ และคณะ (2522) ที่ได้ทำการทดลองใช้ใบไมยราบยักษ์เลี้ยงนกกกระทาไข่ม้วนอายุประมาณ 2 เดือน โดยใช้อาหารผสมใบไมยราบยักษ์ 2 ระดับ คือ 3 และ 6 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับอาหารผสมที่มีใบกระถินแห้ง 3 เปอร์เซ็นต์ ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 10 สัปดาห์ ผลการทดลอง ปรากฏว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติในด้านจำนวนไข่ต่อตัวต่อสัปดาห์ น้ำหนักต่อตัวต่อสัปดาห์ ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร (น้ำหนักอาหารต่อน้ำหนักไข่อสุติ) สีของไข่แดง และจำนวนสัตว์ทดลองที่ตาย

กฤตภาค และมนตรี (2559) ได้ศึกษาผลของการใช้ไมยราบยักษ์ที่ระดับต่างกันเพื่อทดแทนกากถั่วเหลืองต่อลักษณะการเจริญเติบโต ซาก และคุณภาพเนื้อบางประการของนกกกระทาไข่ม้วน ผลการทดลอง พบว่า นกกกระทาไข่ม้วนกลุ่ม T2, T3 และ T4 มีสมรรถภาพการเจริญเติบโตไม่แตกต่างจากกลุ่มควบคุมในทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) น้ำหนักมีชีวิตรก่อนฆ่าของนกกกระทาไข่ม้วนกลุ่ม T1 มีค่ามากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ขณะที่นกกกระทาไข่ม้วนกลุ่ม T3 แสดงแนวโน้มที่จะมีเปอร์เซ็นต์ซากสูงกว่ากลุ่มอื่นๆ เนื้อของนกกกระทาไข่ม้วนกลุ่ม T2 มีค่า  $L^*$  มากที่สุด ขณะที่เนื้อของนกกกระทาไข่ม้วนกลุ่ม T3 มีค่า  $a^*$  และ  $b^*$  มากที่สุด ( $P < 0.05$ ) เมื่อพิจารณาความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ พบว่า เนื้อของนกกกระทาไข่ม้วนกลุ่ม T3 และ T4 มีค่าการสูญเสียน้ำขณะเก็บค่าการสูญเสียน้ำหลังจากการละลายต่ำที่สุดตามลำดับ ( $P < 0.05$ ) ผลการศึกษาครั้งนี้ แสดงให้เห็นว่าการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยไมยราบยักษ์แห้งปนที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มที่จะช่วยให้ลักษณะซาก และคุณภาพเนื้อดีที่สุด โดยไม่ส่งผลเสียต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของนกกกระทาไข่ม้วนผลใกล้เคียงกับ วีระชัย (2562) ได้ศึกษาผลการใช้ไมยราบยักษ์เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนในอาหารต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต และคุณภาพเนื้อนกกกระทา จากการศึกษา พบว่าการใช้ไมยราบยักษ์ที่ระดับ 7 ถึง 33.33 เปอร์เซ็นต์ มีผลทำให้น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น และน้ำหนักตัวเมื่อสิ้นสุดการทดลองเพิ่มขึ้นแตกต่างจากกลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ทดแทนในระดับอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) สีผิวหนังบริเวณหน้าอกมีความเข้มข้นตามระดับการใช้ไมยราบยักษ์ทดแทนในสูตรอาหาร ดังนั้นสามารถใช้ไมยราบยักษ์ ทดแทนในสูตรอาหารได้ตั้งแต่ 7 ถึง 33.33 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ควรพิจารณาอายุที่ใช้ในการเริ่มการทดลองระยะเวลาที่ใช้เลี้ยง และระดับโปรตีนรวมในสูตรอาหารร่วมด้วยเช่นเดียวกับ ธนาธร และคณะ (2555) ที่ได้ทำการศึกษาผลของการใช้ไมยราบยักษ์แห้งปนทดแทนโปรตีนจากถั่วเหลืองในสูตรอาหารของนกกกระทาเนื้อ แต่ผลการศึกษากลับ พบว่า ปริมาณการกินอาหาร ประสิทธิภาพการใช้อาหาร น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเฉลี่ยต่อวัน (กรัม) อัตราการตาย น้ำหนักตัวยังมีชีวิตร (กรัม) น้ำหนักตัวหลังเอาเครื่องในออก (กรัม) เกรดซาก (คะแนน) สีแข็ง และเปอร์เซ็นต์ซาก เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

พบว่า ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ดังนั้น จะเห็นได้ว่าสามารถใช้ไมยราบยักษ์แห้งป่นทดแทนการใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองได้ที่ระดับ 14 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารนกกะทาเนื้อ

มลิวรรณ์ และยุภา (2561) ทำการศึกษาผลของการใช้ใบหม่อนแห้งเสริมในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตไก่ลูกผสมพื้นเมืองสามสายมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาระดับการใช้ใบหม่อนแห้งที่เหมาะสมในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิต ลดต้นทุนค่าอาหาร ผลการทดลอง พบว่า สมรรถภาพการผลิต ได้แก่ น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 1.48, 1.55, 1.60 และ 1.57 กิโลกรัมต่อตัว ตามลำดับ อัตราการเจริญเติบโต เท่ากับ 19.57, 20.32, 20.75 และ 20.96 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ประสิทธิภาพการใช้อาหารเท่ากับ 2.53, 2.47, 2.27 และ 2.35 ตามลำดับ ปริมาณอาหารที่กินเท่ากับ 7.36, 7.69, 7.31 และ 7.74 กิโลกรัม ตามลำดับ และต้นทุนราคาอาหารของไก่ลูกผสมพื้นเมืองสามสายที่ผสมใบหม่อนทั้ง 3 ระดับกับกลุ่มควบคุมไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ( $P>0.05$ ) เท่ากับ 96.17, 91.88, 91.89 และ 93.62 บาท ตามลำดับ ยกเว้น ปริมาณอาหารที่กิน เท่ากับ 3.76, 3.84, 3.65 และ 3.70 กิโลกรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ ( $P<0.05$ ) ผลการศึกษาไปในทิศทางเดียวกันกับของอุษณีย์ภรณ์ (2563) ที่ศึกษาการใช้ใบหม่อนบดผงในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตไก่ดำบ้านเชิงหวาย ผลการทดลอง พบว่า น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการรอดชีวิตไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) แต่ไก่ดำที่ได้รับใบหม่อนในสูตรอาหาร 15 เปอร์เซ็นต์ มีแนวโน้มอัตราการเปลี่ยนอาหารดีที่สุดเท่ากับ 1.88 ( $P<0.05$ ) การวัดคุณภาพซาก และเปอร์เซ็นต์ซากมีเปอร์เซ็นต์ของเนื้ออกปีก น่องกับสะโพก กิน ไขมันช่องท้อง ไม่แตกต่างกัน ( $P>0.05$ ) ยกเว้นส่วนของตับไก่ดำที่ได้รับอาหารที่ไม่มีส่วนประกอบของใบหม่อน มีเปอร์เซ็นต์สูงที่สุดคือร้อยละ 3.66 ดังนั้น การใช้ใบหม่อนบดผงในสูตรอาหารไก่ดำเชิงหวายที่ระดับ 15 เปอร์เซ็นต์ ในสูตรอาหารส่งผลต่ออัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีที่สุด

## วิธีการดำเนินการ

ศึกษาผลของการเสริมสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ใบไมยราบยักษ์ ใบหม่อน ใบมันสำปะหลัง โดยการเคลื่อนอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*) มีวัสดุ อุปกรณ์ การวางแผนการทดลอง และวิธีการทดลอง ดังนี้

### วัสดุและอุปกรณ์

1) กุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสต์ลาร์วาร์ (PL12)	จำนวน 9,000 ตัว
2) อาหารกุ้งเบอร์ 1	จำนวน 1 กระสอบ
3) ใบไมยราบยักษ์	จำนวน 1 กิโลกรัม
4) ใบหม่อน	จำนวน 1 กิโลกรัม
5) ใบมันสำปะหลัง	จำนวน 1 กิโลกรัม
6) เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง	จำนวน 1 เครื่อง
7) เครื่องปั่นละเอียด	จำนวน 1 เครื่อง
8) ตะแกรงร่อนละเอียด 20-100 เส้น	จำนวน 1 อัน
9) ถังพลาสติกสำหรับใส่อาหาร	จำนวน 3 ถัง
10) กระจุกพลาสติกสำหรับใส่ใบพืชปั่น	จำนวน 3 ใบ
11) สารเหนียว	จำนวน 1 กิโลกรัม
12) บ่อเตรียมน้ำขนาด 2 ตัน	จำนวน 2 บ่อ
13) ถังพลาสติกเหลี่ยม ขนาด 200 ลิตร	จำนวน 12 ถัง
14) ระบบให้อากาศ	จำนวน 24 ชุด
15) อุปกรณ์ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	
- เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว	จำนวน 1 แท่ง
- ชุดทดสอบแอมโมเนีย	จำนวน 1 ชุด
- เครื่องวัดความเค็ม	จำนวน 1 เครื่อง
- ชุดทดสอบความเป็นกรด-ด่าง	จำนวน 1 ชุด
- ชุดทดสอบความเป็นด่าง	จำนวน 1 ชุด
- ชุดทดสอบปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	จำนวน 1 ชุด
- ชุดทดสอบไนไตรท์	จำนวน 1 ชุด

16) กะละมัง	จำนวน 5 ใบ
17) สวิง	จำนวน 3 อัน
18) สายยาง	จำนวน 3 เส้น
19) ถังน้ำ	จำนวน 4 ถัง

### การวางแผนการทดลอง

ศึกษาผลของใบไมยราบยักษ์ปน ใบหม่อนปน และใบมันสำปะหลังปน โดยการเสริมอาหารเม็ดสำเร็จรูปต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม (*Penaeus vannamei*) โดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง (Treatment) ในแต่ละชุดการทดลองมี 3 ซ้ำ (Replication) ดังนี้

- ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม)
- ชุดการทดลองที่ 2 อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100 กรัม เคลือบใบไมยราบยักษ์ปน 10 กรัม
- ชุดการทดลองที่ 3 อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100 กรัม เคลือบใบหม่อนปน 10 กรัม
- ชุดการทดลองที่ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูป 100 กรัม เคลือบใบมันสำปะหลังปน 10 กรัม

### วิธีการทดลอง

#### 1. การเตรียมการทดลอง

##### 1.1 การเลือกสถานที่และเตรียมวัสดุอุปกรณ์

เลือกสถานที่ในการทำการทดลอง จัดเตรียมถังไฟเบอร์ ขนาด 200 ลิตร 12 ถัง ระบบการให้อากาศ หัวทราย และสายยาง จำนวน 24 ชุด

##### 1.2 ทำความสะอาดสถานที่และวัสดุอุปกรณ์

ทำความสะอาดบริเวณสถานที่ทำการทดลอง อาทิ เช่น บ่อพักน้ำขนาด 2 ตันจำนวน 4 บ่อ และถังไฟเบอร์ ขนาด 200 ลิตร จำนวน 12 ถัง โดยทำความสะอาดด้วยน้ำยาล้างจานผสมโซเดียมไฮโปคลอไรต์ และน้ำสะอาด อัตราส่วน 1:1:20

##### 1.3 ติดตั้งระบบการให้อากาศ

โดยใช้ท่อ พีวีซี เจาะรูให้มีขนาดเท่ากับหัวปรับความแรงของออกซิเจน และเสียบเข้ากับสายออกซิเจน หัวทราย และทดสอบระบบการเดินอากาศ

#### 1.4 การเตรียมน้ำ

เตรียมน้ำที่ความเค็ม 15 พีพีที โดยดึงน้ำมาจากบ่อกักน้ำใหญ่มาลงในบ่อขนาด 2 ตัน ฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน 45 พีพีเอ็ม ให้อากาศเป็นระยะเวลาติดต่อกัน 48 ชั่วโมง จนกระทั่งคลอรีน สลายตัว เติมโซเดียมไบคาร์บอเนต 400 กรัม ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้ตกตะกอน จากนั้นทำการวัดค่า ความเป็นกรด-ด่าง เมื่อได้ค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสม จึงสามารถนำน้ำไปใช้ในการทดลองได้

#### 1.5 การเตรียมกุ้งทดลอง

นำลูกกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสต์ลาร์วาร์ (PL12) มาปรับอุณหภูมิ และสภาพ ที่เหมาะสมก่อนเริ่มการทดลอง เป็นระยะเวลา 6 ชั่วโมง โดยปรับสภาพในบ่อขนาด 2 ตัน ในน้ำ ความเค็ม 15 พีพีที จากนั้น คัดเลือกกุ้งขาวแวนนาไม ชั่งน้ำหนักรวม สุ่มวัดความยาวลูกกุ้ง ปล่อยลงในถังทดลองที่เตรียมไว้ขนาด 200 ลิตร ด้วยน้ำความเค็ม 15 พีพีที ปริมาตร 150 ลิตร ถึงละ 750 ตัว (ความหนาแน่น 5 ตัวต่อลิตร) จำนวน 12 ถัง

#### 1.6 การเตรียมพืชที่ใช้เสริมอาหาร

เก็บใบพืช 3 ชนิด ได้แก่ ใบไมยราบยักษ์ ใบหม่อน ใบมันสำปะหลัง ในส่วน ที่ต้องการ นำมาล้างทำความสะอาด ผึ่งในแดด หรือตะแกรงโปร่ง ที่มีรูขนาดกลาง เพื่อระบายน้ำให้ สะเด็ดน้ำ เมื่อพืชแห้งแล้ว หั่นให้มีขนาดเล็กลง แล้วนำมาอบ หรือตากแห้ง ใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส ในกรณีนี้ใช้ตู้อบลมร้อนพลังงานไฟฟ้า เพราะสามารถควบคุมอุณหภูมิ ให้สม่ำเสมออยู่ตลอดเวลา แต่ในกรณีของเกษตรกรนั้นควรใช้วิธีการตากให้แห้ง โดยการใส่ตะกร้า หรือกระจาดที่มีรูวางไว้ในที่โปร่ง โดนแดดส่องถึงโดยตรง ใช้ระยะเวลาในการตาก 1 ถึง 2 แดด มิลมพัดผ่านเกือบตลอดเวลา เมื่อมั่นใจว่าพืชแห้งสนิท ไม่มีความชื้นแล้ว ให้นำมาบดให้ละเอียดด้วย ครกบดยาชนิดบดด้วยมือ หลังจากผ่านการบดแล้วให้นำไปร่อน เพื่อแยกผงที่มีความละเอียด สม่ำเสมอไปดำเนินการต่อ ความละเอียดของผงที่ใช้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ การใช้เป็นผง ในการเสริมอาหารสัตว์น้ำให้ร้อนผ่านตะแกรงเบอร์ 60 ขึ้นไปแล้วใส่ถังพลาสติกปิดฝาแยกไว้ ให้ห่างจากความชื้น

#### 1.7 การเตรียมอาหารทดลอง

เตรียมใบไมยราบยักษ์ป่น ใบหม่อนป่น และใบมันสำปะหลังป่น ชนิดละ 10 กรัมต่ออาหารสำเร็จรูป 100 กรัม ต่อชุดการทดลอง แล้วทำการเคลือบพืชป่นบนอาหาร เม็ดสำเร็จรูปให้ติดกันโดยใช้สารเหนียวละลายด้วยน้ำกลั่น สเปรย์ลงบนอาหาร 2 มิลลิลิตร ต่ออาหารสำเร็จรูป 100 กรัม ใส่ถังอาหารแยกไว้สำหรับชุดการทดลอง

## 2. การจัดการระหว่างการเลี้ยง

### 2.1 การให้อาหาร

ต้องให้กุ้งได้กินอาหารในปริมาณที่พอดี ในเวลาที่เหมาะสม ทุกมื้อตลอดระยะเวลาเลี้ยง อัตราการให้อาหารขึ้นอยู่กับความปริมาณการกิน อัตราการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งจะให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปที่เคลือบด้วยไบฟิซ 3 ชนิด โดยให้อาหาร 5 มื้อต่อวัน ตั้งแต่เวลา 06.00 10.00 14.00 18.00 และ 22.00 นาฬิกา

### 2.2 การเปลี่ยนถ่ายน้ำและดูดตะกอน

ในระหว่างการทดลองมีการดูดตะกอนทุกๆ วัน ในช่วงเย็นเวลา 17.00 นาฬิกา มีการเปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 2 วัน ในช่วงเย็น เวลา 17.00 นาฬิกา โดยมีการเปลี่ยนถ่ายน้ำ 30 ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งการเปลี่ยนถ่ายน้ำต้องขึ้นอยู่กับปริมาณตะกอนภายในถังทดลอง

### 2.3 การตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ในระหว่างการทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน มีการตรวจวัดคุณภาพน้ำเบื้องต้นตลอดการทดลอง ได้แก่ ความเป็นกรดต่าง ความเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ความเค็ม อุณหภูมิ เป็นประจำทุกวัน ตรวจวัดค่าแอมโมเนีย และไนไตรท์ทุกๆ 3 วัน โดยมีอุปกรณ์ดังนี้

#### ตารางที่ 9 แสดงการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

คุณภาพน้ำ	การวิเคราะห์
ความเป็นกรด - ต่าง	วิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบความเป็นกรด - ต่าง
ความเป็นด่าง	วิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบความเป็นด่าง
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	วิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
ความเค็ม	วิเคราะห์ด้วยเครื่อง Refractometer
อุณหภูมิ	เทอร์โมมิเตอร์แบบแท่งแก้ว
แอมโมเนีย	วิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบแอมโมเนีย
ไนไตรท์	วิเคราะห์ด้วยชุดทดสอบไนไตรท์

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

นับจำนวน และชั่งน้ำหนักกุ้งขาวแวนนาไมในถังเลี้ยง ทุกๆ 15 วัน ตลอดการทดลอง ในแต่ละการทดลอง และคำนวณการหาค่าต่างๆ ดังนี้

#### 3.1. อัตราด้านการเจริญเติบโต

##### 3.1.1 น้ำหนักเฉลี่ย (Average Weight)

$$= \frac{\text{น้ำหนักสัตว์น้ำรวม}}{\text{จำนวนสัตว์น้ำที่เหลือทั้งหมด}}$$

##### 3.1.2 น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (Weight Gain; WG)

$$= \text{น้ำหนักเฉลี่ยสัตว์น้ำเมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยสัตว์น้ำเริ่มต้น}$$

##### 3.1.3 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Growth; ADG)

$$= \frac{(\text{น้ำหนักเฉลี่ยสัตว์น้ำเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักเฉลี่ยสัตว์น้ำเริ่มต้น})}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง}}$$

##### 3.1.4 ความยาวเฉลี่ย (Average Length)

$$= \frac{\text{ความยาวสัตว์น้ำรวม}}{\text{จำนวนสัตว์น้ำที่เหลือทั้งหมด}}$$

##### 3.1.5 ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (Length Gain)

$$= \text{ความยาวเฉลี่ยสัตว์น้ำสิ้นสุดการทดลอง} - \text{ความยาวเฉลี่ยสัตว์น้ำเริ่มต้น}$$

#### 3.2 อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์ Survival Rate)

$$= \frac{\text{จำนวนสัตว์น้ำที่เหลือเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนสัตว์น้ำที่เริ่มต้นการทดลอง}} \times 100$$

#### 3.3 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Ratio)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่สัตว์น้ำกิน}}{\text{น้ำหนักสัตว์น้ำที่เพิ่ม}}$$



#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยหาค่าความแปรปรวน (One-way ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละทรีตเมนต์ จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละทรีตเมนต์ โดยวิธีการของ Duncan's Test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 95 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

## ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

### ผลการทดลอง

การศึกษาผลของการเสริมไบโอมัยราบยักษ์ป่น ไบหม่อนป่น และไบมันสำปะหลังป่น โดยการเคลือบบนเมล็ดอาหารต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสต์ลาร์วาร์ (PL12) โดยแบ่งเป็น 4 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ประกอบด้วย ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 อาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบไบโอมัยราบยักษ์ป่น ชุดการทดลองที่ 3 อาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบไบหม่อนป่น ชุดการทดลองที่ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบไบมันสำปะหลังป่น ในแต่ละชุดการทดลอง ใช้อาหารสำเร็จรูป 100 กรัม เคลือบพีซป่น 10 กรัม ทำการทดลองในถังพลาสติกเหลี่ยมขนาด 200 ลิตร ด้วยน้ำความเค็ม 15 พีพีที ปริมาตร 150 ลิตร ถึงละ 750 ตัว (ความหนาแน่น 5 ตัวต่อลิตร) จำนวน 12 ถึง มีผลการทดลอง ดังนี้

#### 1. การเจริญเติบโตและอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม

ตารางที่ 10 แสดงค่าน้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย และน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของ กุ้งขาวแวนนาไมที่ให้อาหารเคลือบด้วยสมุนไพรที่ต่างกัน เป็นเวลา 30 วัน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ S.D.)

ชุดการทดลอง	น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (กรัม)
ชุดการทดลองที่ 1	0.06 $\pm$ 0.00	3.19 $\pm$ 0.00	3.13 $\pm$ 0.00
ชุดการทดลองที่ 2	0.06 $\pm$ 0.00	3.19 $\pm$ 0.00	3.13 $\pm$ 0.00
ชุดการทดลองที่ 3	0.06 $\pm$ 0.00	3.20 $\pm$ 0.00	3.14 $\pm$ 0.00
ชุดการทดลองที่ 4	0.06 $\pm$ 0.00	3.19 $\pm$ 0.01	3.13 $\pm$ 0.00
ผลการวิเคราะห์	0.878	0.156	0.132

1.1 น้ำหนัก เมื่อเริ่มต้นการทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยการเสริมไบโอมัยราบยักษ์ป่น ไบหม่อนป่น และไบมันสำปะหลังป่น โดยการเคลือบบนเมล็ดอาหาร น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้นอยู่ที่ 0.06 $\pm$ 0.00 กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม ( $P>0.05$ ) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายของกุ้งขาวแวนนาไมของชุดการทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ย

สูงที่สุดเท่ากับ  $3.20 \pm 0.00$  กรัม และค่าน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในชุดการทดลองที่ 3 มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ  $3.14 \pm 0.00$  กรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลอง ( $P > 0.05$ ) (ตารางที่ 10)

**ตารางที่ 11** แสดงค่าความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย และความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกุ้งขาวแวนนาไมที่ให้อาหารเคลือบด้วยสมุนไพรที่ต่างกันเป็นเวลา 30 วัน (ค่าเฉลี่ย  $\pm$  S.D.)

ชุดการทดลอง	ความยาวเฉลี่ย เริ่มต้น (เซนติเมตร)	ความยาวเฉลี่ย สุดท้าย (เซนติเมตร)	ความยาวเฉลี่ย ที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)
ชุดการทดลองที่ 1	$1.48 \pm 0.02$	$5.04 \pm 0.04$	$3.56 \pm 0.03$
ชุดการทดลองที่ 2	$1.47 \pm 0.02$	$5.03 \pm 0.02$	$3.57 \pm 0.04$
ชุดการทดลองที่ 3	$1.47 \pm 0.01$	$5.00 \pm 0.02$	$3.53 \pm 0.01$
ชุดการทดลองที่ 4	$1.46 \pm 0.02$	$5.03 \pm 0.02$	$3.57 \pm 0.03$
ผลการวิเคราะห์	0.388	0.297	0.355

1.2 ความยาวกุ้ง เมื่อเริ่มต้นการทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยการเสริมไปไมยราบยักษ์ปนใบหม่อนปน และใบมันสำปะหลังปน โดยการเคลือบบนเม็ดอาหาร ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้นของกุ้งขาวแวนนาไม อยู่ในช่วง  $1.46 \pm 0.02$  ถึง  $1.48 \pm 0.02$  เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม ( $P > 0.05$ ) เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ความยาวเฉลี่ยสุดท้ายของกุ้งขาวแวนนาไมในชุดควบคุมมีค่าเฉลี่ยสูงที่สุด  $5.04 \pm 0.04$  เซนติเมตร และค่าความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นในชุดการทดลองที่ 2 มีค่าสูงที่สุด  $3.57 \pm 0.04$  เซนติเมตร ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลอง ( $P > 0.05$ ) (ตารางที่ 11)

ตารางที่ 12 แสดงค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการรอดตาย และอัตราการเปลี่ยนอาหาร เป็นเนื้อของกึ่งขาวแวนนาไมที่ให้อาหารเคลื่อนด้วยสมุนไพรที่ต่างกันเป็นเวลา 30 วัน (ค่าเฉลี่ย±S.D.)

ชุดการทดลองที่	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อตัวต่อวัน)	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการเปลี่ยนอาหาร เป็นเนื้อ
ชุดการทดลองที่ 1	0.104±0.0001	75.78±0.28	1.65±0.00 <sup>a</sup>
ชุดการทดลองที่ 2	0.104±0.0001	75.64±0.54	1.67±0.00 <sup>b</sup>
ชุดการทดลองที่ 3	0.105±0.0001	75.56±0.43	1.67±0.00 <sup>b</sup>
ชุดการทดลองที่ 4	0.104±0.0002	75.69±0.54	1.68±0.00 <sup>c</sup>
ผลการวิเคราะห์ผล	0.150	0.943	0.000

1.3 อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Gain; ADG) เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงกึ่งขาวแวนนาไมด้วยการเสริมไบโอมยราบยักซ์ป่น ไบหม่อนป่น และไบมันสำปะหลังป่นโดยการเคลื่อนบนเม็ดอาหาร พบว่า อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน ในชุดการทดลองที่ 3 ค่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงสุด 0.105±0.0001 กรัมต่อตัวต่อวัน ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม ( $P>0.05$ ) (ตารางที่ 12)

1.4 อัตราการรอดตาย (Survival rate) เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงกึ่งขาวแวนนาไม ด้วยการเสริมไบโอมยราบยักซ์ป่น ไบหม่อนป่น และไบมันสำปะหลังป่น โดยการเคลื่อนบนเม็ดอาหาร พบว่า อัตราการรอดตาย ในชุดการทดลองที่ 1 (ชุดควบคุม) มีค่าสูงสุด 75.78±0.28 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลอง ( $P>0.05$ ) (ตารางที่ 12)

1.5 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio; FCR) เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงกึ่งขาวแวนนาไมด้วยการเสริมไบโอมยราบยักซ์ป่น ไบหม่อนป่น และไบมันสำปะหลังป่นโดยการเคลื่อนบนเม็ดอาหาร พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อในชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุมค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุด 1.65±0.00 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลอง ( $P<0.05$ ) (ตารางที่ 12)

## วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาผลของการเสริมไมยราบยักษ์ป่น ไบหม่อนป่น และไขมันสำปะหลังป่น โดยการเคลือบบนเม็ดอาหารต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสต์ลาร์วาร์ (PL12) ประกอบด้วย ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 อาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบไบไมยราบยักษ์ป่น ชุดการทดลองที่ 3 อาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบไบหม่อนป่น ชุดการทดลองที่ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบไขมันสำปะหลังป่น เป็นระยะเวลา 30 วัน

ด้านการเจริญเติบโต น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น ความยาวเฉลี่ยสุดท้าย ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) จากการสืบค้นงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ชัดแย้งกับพิสมัย และยงยุทธ (2557) ศึกษาการเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารที่มีการใช้สารเสริม 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 2 ระดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า กุ้งก้ามกรามที่ได้รับอาหารเสริมไบหม่อน 16 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักเฉลี่ย และความยาวเฉลี่ย เมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P<0.05$ ) สอดคล้องกับบรรเจิด (2551) ศึกษาการใช้ไบไมยราบยักษ์แห้งป่นในอาหารปลาตุ๊กตากลุ่มผสมที่ระดับ 10 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ศึกษาผลของอาหารต่อการเจริญเติบโตของปลา พบว่า การเจริญเติบโตของปลา ทดลองที่เลี้ยงในแต่ละหน่วยทดลองมีน้ำหนัก และความยาวเฉลี่ยของปลาตุ๊กตากลุ่มผสมทุกชุด การทดลองมีค่าใกล้เคียงกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) สอดคล้องกับสุธิธา และคณะ (2562) ศึกษาการทดแทนปลาป่นด้วยไบหม่อนป่นในสูตรอาหารปลาน้ำจืดเศรษฐกิจ พบว่า ไบหม่อนสามารถใช้แทนที่ในอาหารปลานิลได้ดีที่ 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหาร เป็นเนื้อต่ำที่สุด 1.62 ปลาสามารถใช้เวลาใช้ไบหม่อนแทนที่ได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จากงานวิจัย พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมด้วยการเสริม ไบไมยราบยักษ์ป่น ไบหม่อนป่น และไขมันสำปะหลังป่น โดยการเคลือบบนเม็ดอาหาร พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ในชุดการทดลองที่ 1 ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำที่สุด  $1.66\pm 0.001$  ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดการทดลอง ( $P>0.05$ ) นอกจากนี้ ยังพบว่า ไบหม่อนหมักสามารถแทนที่ปลาป่นในอาหารปลาสวายได้ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากการเจริญเติบโต ไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่มทดลอง ( $P>0.05$ ) วิไลลักษณ์ และคณะ (2562) ศึกษาคุณสมบัติ ในการยับยั้งเชื้อ และประสิทธิภาพของไบหม่อนในการเป็นอาหารเสริมต่อการเจริญเติบโต ความต้านทานเชื้อ *Aeromonas hydrophila* ในปลานิล พบว่า อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $P>0.05$ ) จากรายงานเขมชาติ (2538)

ศึกษาผลของความถี่ของการให้อาหาร และระดับไขมันสำปะหลังที่เป็นส่วนผสมในอาหารต่อการใช้ประโยชน์ และการย่อยได้ของโปรตีนในอาหารเลี้ยงปลาชนิด ทดลองกับปลานิลที่มีน้ำหนักเฉลี่ย 1.57 กรัม ให้อาหารที่มีระดับโปรตีน และพลังงานเท่ากันโดยมีระดับโปรตีน 33 เปอร์เซ็นต์ และพลังงาน 340 กิโลแคลอรีต่ออาหาร 100 กรัม พบว่า ความถี่ในการให้อาหาร 3 ครั้งต่อวันเหมาะสมที่สุดสำหรับการเจริญเติบโต และการใช้ประโยชน์จากอาหารปลาชนิด

การจัดการให้อาหารกุ้งที่ดี จึงมีความจำเป็นเพื่อให้การผลิตกุ้งได้ประสิทธิภาพมากที่สุด กุ้งขาวแวนนาไมเป็นกุ้งที่สามารถกินอาหารได้หลายชนิด ตั้งแต่แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ซากแพลงก์ตอน ตะกอน สารอินทรีย์ เป็นต้น การเลี้ยงกุ้งในความหนาแน่นต่ำสามารถใช้อาหารธรรมชาติ ที่เกิดขึ้นในบ่อได้โดยไม่ต้องให้อาหารเพิ่มเติม ในการเลี้ยงกุ้งเชิงพาณิชย์นิยมใช้อาหารสำเร็จที่ผสมจากวัตถุดิบมีคุณภาพมีโภชนาการครบถ้วน โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน เกลือแร่ ต้องมีกลิ่นในการดึงดูดให้กุ้งเข้ามากินได้เร็วมีขนาดเหมาะสม ย่อย และดูดซึมง่าย การผลิตอาหารกุ้งที่ดี วัตถุดิบต้องบดอย่างละเอียดผสมทั้งให้เข้ากันดี เพื่อให้องค์ประกอบของอาหารทุกเม็ดมีคุณค่าใกล้เคียงกัน ขนาดเม็ดที่เหมาะสมสำหรับกุ้งแต่ละช่วงน้ำหนัก และต้องจมน้ำเร็ว เพื่อให้กุ้งสามารถเข้าถึงอาหารได้อย่างรวดเร็ว และต้องคงสภาพในน้ำได้นานเพียงพอจนกุ้งกินได้หมด

## สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

### สรุปผลการทดลอง

การศึกษาผลของการเสริมไบโอมยราบักซ์ป่น ไบหม่อนป่น และไบมันสำปะหลังป่น เคลือบเม็ดอาหารต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสต์ลาร์วาร์ (PL12) ประกอบด้วย 4 ชุดการทดลอง ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 อาหารเม็ดสำเร็จรูป (ชุดควบคุม) ชุดการทดลองที่ 2 อาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบไบโอมยราบักซ์ป่น ชุดการทดลองที่ 3 อาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบไบหม่อนป่น และชุดการทดลองที่ 4 อาหารเม็ดสำเร็จรูปเคลือบไบมันสำปะหลังป่น พบว่า การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมเป็นเวลา 30 วัน ด้วยการเคลือบพีชีบนเม็ดอาหาร ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (กรัม) ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร) อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (กรัมต่อตัวต่อวัน) และอัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์) โดยทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P > 0.05$ ) แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ดังนั้น สรุปได้ว่า การเคลือบไบโอมยราบักซ์ป่น ไบหม่อนป่น และไบมันสำปะหลังป่น ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของกุ้งขาวแวนนาไมระยะโพสต์ลาร์วาร์ (PL12) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม แต่ในทางความเป็นไปได้ การเสริมไบหม่อนป่นมีค่าน้ำหนักกุ้งดีที่สุดที่สุด ทำให้อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันสูงสุด และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อต่ำ ดังนั้น ไบหม่อนจึงมีศักยภาพมากที่สุดที่จะนำมาปรับใช้ในการเสริมทดแทนในอาหารกุ้ง หรือสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ต่อไป

### ข้อเสนอแนะ

1. การทดลองครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาพีชีพื้นบ้านชนิดอื่นๆ ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เช่น โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และเกลือแร่
2. ศึกษาระยะเวลาของกุ้งขาวแวนนาไม อาจจะเป็นเพราะว่ากุ้งขาวแวนนาไม ระยะโพสต์ลาร์วาร์ (PL12) ไม่เหมาะกับการทดลองข้างต้น จึงทำให้แต่ละชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน
3. การเลือกใช้สารเคลือบอาหารสัตว์น้ำ ต้องคำนึงถึงการลดการสูญเสียของเม็ดอาหารเมื่อสัมผัสน้ำ ทำให้อาหารเม็ดคงสภาพ ยืดหยุ่นเวลาอยู่ในน้ำได้นาน และไม่แตก

## เอกสารอ้างอิง

- กรมประมง. 2555. **การแปรรูปสมุนไพรมะพร้าว**. (ออนไลน์). สืบค้นจาก :  
[https://www4.fisheries.go.th/local/file\\_document/20161208140607\\_file.pdf](https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20161208140607_file.pdf)  
(22 สิงหาคม 2564).
- กรมประมง. 2563. **การจัดการความรู้การเลี้ยงกุ้งขาวแวนนาไมตามมาตรฐาน จีเอพี** (ออนไลน์).  
สืบค้นจาก: <https://www.fisheries.go.th/training/coastal/002/GuidelineFGAP.pdf>  
(12 สิงหาคม 2564).
- กมลศิริ พันธนียะ. 2564. **กุ้งขาวลิโทพีเนียส แวนนาไม** (ออนไลน์) สืบค้นจาก :  
<https://www.shrimpcenter.com/> (30 กรกฎาคม 2564).
- กองนโยบาย และยุทธศาสตร์พัฒนาการประมง. 2561. **การศึกษาห่วงโซ่คุณค่าเพื่อพัฒนาคลัสเตอร์กุ้ง**.  
กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 104 หน้า.
- กฤตภาค บุรณวิทย์ และ มนตรี ปัญญาทอง. 2559. ผลของการทดแทนกากถั่วเหลืองด้วยไมยราบยักษ์  
ต่อลักษณะการเจริญเติบโต คุณภาพซากและเนื้อของนกกกระโทกญี่ปุ่น. **วารสารเกษตร**.  
32(3): 391-400. หน้า.
- เขมชาติ จิวประสาท. 2538. **ผลของความถี่ของการให้อาหารต่อการใช้ประโยชน์และการย่อยได้  
ของโปรตีนในอาหารปลาชนิดที่มีไขมันต่ำปะหลังเป็นส่วนผสมในปริมาณต่างๆ กัน**.  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย. กรุงเทพฯ. 90 หน้า.
- จิตรลดา ศรีตระกูล และพัชรินทร์ ลังกาปอน. 2563. **สถานการณ์สินค้ากุ้งทะเลและผลิตภัณฑ์ปี  
2563** กลุ่มเศรษฐกิจการประมง กองนโยบายและแผนพัฒนาการประมง. 14 หน้า.
- ชลอ ลี้มสุวรรณ, นิตี ชูเชิด, ทิมโมทีวิลเลียมเฟลเกิล, ภิญญไญเกียรติภิญญไญ และบริษัทชายอากาศควา  
สยามจำกัด. 2548. **รายงานการวิจัยการศึกษาการขยายพันธุ์พ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวแวนนาไม  
ปลอดเชื้อ**. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ.
- ชลอ ลี้มสุวรรณ และพรเลิศ จันทร์รัชชกุล. 2547. **อุตสาหกรรมเพาะเลี้ยงกุ้งในประเทศไทย**.  
บริษัทเมจิคพับลิเคชันจำกัด. กรุงเทพฯ. 206 หน้า.
- เทอดชัย เวียรศิลป์, บุญลือ เผือกผ่อง และ สิ้นชัย เรืองไพบูลย์. 2524. **การใช้ไมยราบยักษ์แทน  
ใบกระถินในอาหารสุกร**. การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 3-5 กุมภาพันธ์ 2524. 21 หน้า.
- ไทยรัฐออนไลน์. 2564. **มันสำปะหลัง** (ออนไลน์). สืบค้นจาก :  
<https://www.thairath.co.th/> มันสำปะหลัง/. (30 กรกฎาคม 2564).



- ธนากร ยศยิ่ง, สุรียา ละครพล และ วรชัย นครภักดี. 2555. **ผลของการใช้ไมยราบยักษ์แห่งปันทดแทนโปรตีนจากถั่วเหลืองในสูตรอาหารนกกระทาเนื้อ**. มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี. จังหวัดอุดรธานี. 35 หน้า.
- นรินทร์ ทองวิทยา, สุภากร อีสริโยดม, จิระพันธ์ เมนะคงคา และ วาด วาณิช. 2522. **ผลของการใช้ใบไมยราบยักษ์ในอาหารนกกระทาไข่**. ในการประชุมทางวิชาการเกษตรศาสตร์และชีววิทยาแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 2-7 กุมภาพันธ์ 2522. 519-524. หน้า.
- น้องกุ้งไทย. 2563. **ราชันฟาร์ม ฟาร์มเลี้ยงกุ้งขาวชีวภาพ จ.ตราด** (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <http://www.farmrachan.com/shrimpnews/มาตรฐานจีเอพี-GAP-ตอนที่9.html>. (15 สิงหาคม 2564).
- บรรณเจิต สอนสุภาพ. 2551. **ผลของการใช้ใบไมยราบยักษ์ในอาหารปลาตุ๊กตากลผสม.วารสารวิจัยและพัฒนา**. บทความวิจัย. 3(1): 1-16 หน้า.
- บริษัทบัก้าจำกัด. 2563. **ไมยราบยักษ์**. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <https://baka.co.th/weeds/broadleaved-weeds> (15 กรกฎาคม 2564).
- เบทาโกร. 2557. **คู่มือการเลี้ยงกุ้งขาว** (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <https://betagrofeed.com/community/wp-content/uploads/2014/12คู่มือการเลี้ยงกุ้งขาว.pdf> (15 พฤศจิกายน 2564).
- ประจวบ หล้าอุบล. 2537. **สรีรวิทยาของกุ้ง**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ คณะประมง ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล. กรุงเทพฯ. 312 หน้า.
- ปิยะบุตร วาณิชพงษ์พันธ์. 2545. **ศาสตร์ของกุ้งขาวลิทอพีเนียสแวนนาไม (ตอนที่ 1).วารสารสัตว์น้ำ**. 14(158): 87-90 หน้า.
- พิสมัย สมสืบ และยงยุทธ ทักษิณ. 2555. **การเลี้ยงกุ้งก้ามกรามด้วยอาหารที่มีการใช้สารเสริม 3 ชนิดที่ความเข้มข้น 2 ระดับ.วารสารการประมง**. 57(6): 523 หน้า.
- ภาวิณี อาสน์สุวรรณ 2564 **หม่อนสารพัดประโยชน์** (ออนไลน์). สืบค้นจาก: [https://www.opsmoac.go.th/surin-local\\_wisdom-files-422891791798](https://www.opsmoac.go.th/surin-local_wisdom-files-422891791798) (15 กรกฎาคม 2564).
- มลิวรรณ์ สังฆะภูมิ และ ยุภา นาหนองตุม. 2561. **ผลของการใช้ใบหม่อนแห้งเสริมในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตไข่ลูกผสมพื้นเมืองสามสาย.วารสารวิชาการสถาบันการอาชีวศึกษาเกษตร**. 2(1): 66-71 หน้า
- มาลินี วิชชาวุธ และสมยศ สิทธิโชคพันธ์. 2548. **การนำเข้าพ่อแม่พันธุ์กุ้งขาวตามระเบียบกรมประมง.วารสารการประมง**. 58(2): 170-171 หน้า.

- รัชณีกรณ มาพะเนา, วิไลลักษณ์ เครือเนตร และ ญัฐฐา นิธิกุลวรรณศ์. 2562. คุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อและประสิทธิภาพของไบโหม่อนในการเป็นอาหารเสริมต่อการเจริญเติบโตและความต้านทานเชื้อ *Aeromonas hydrophila* ในปลานิล. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 21(2): 1-9 หน้า
- วิชุดา จันทรข้างแรม. 2561. ฤทธิ์ทางชีวภาพของสารสกัดหยาบเอทานอลจากหม่อน (*Morus alba* Linn.) และกาไหม (*Bombyx mori*) เพื่อการตั้งสูตรตำรับผลิตภัณฑ์บำรุงผิวขาว. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: [https://dspace.lib.buu.ac.th/bitstream/1234567890/3481/3/2562\\_022.pdf](https://dspace.lib.buu.ac.th/bitstream/1234567890/3481/3/2562_022.pdf) (15 กรกฎาคม 2564).
- วีระชัย นามบุตตี. 2560. ผลการใช้ไมยราบยักษ์เป็นแหล่งโปรตีนทดแทนในอาหารต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพเนื้อ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <http://www.agri.ubu.ac.th/mis/seminar/upload/93.pdf> (12 สิงหาคม 2564).
- สมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทย. 2564. Shrimp. (ออนไลน์). สืบค้นจาก : <https://www.thai-frozen.or.th/index.php/product-gallery/shrimp> (1 สิงหาคม 2564).
- สยามรัฐ. 2561. หลัก “3 สะอาด”เคล็ดลับสร้างความสำเร็จที่ยั่งยืนให้คนเลี้ยงกุ้งไทย (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <https://siamrath.co.th/n/54176> (15 กรกฎาคม 2564).
- สภากัญญา จัดตุพรพงษ์ และวราพันธ์ุ จินตณวิชญ์ 2564 การใช้ไขมันสำปะหลังแห้งเป็นอาหารสัตว์หน่วยงาน ศูนย์ค้นคว้าและพัฒนาวิชาการอาหารสัตว์ สถาบันสุวรรณวาทกสิกิจ ฯ (ออนไลน์). สืบค้นจาก: [http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/51/Trade/trade\\_05-01/trade\\_05\\_1.htm](http://www3.rdi.ku.ac.th/exhibition/51/Trade/trade_05-01/trade_05_1.htm) (15 กรกฎาคม 2564).
- สุธิรา พลเจริญ, วรวิทย์ มณีพิทักษ์สันติ, วิโรจน์แก้วเรือง ทิพรณิ, เสนะวงศ์ เสาวณีย์, อภิญญา นุวัฒน์ และ วรณพร ทะพิงค์แก การทดแทนปลาป่นด้วยไบโหม่อนป่นในสูตรอาหารปลาน้ำจืดเศรษฐกิจ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมหม่อนไหม. 25 หน้า.
- สุภาวัลย์ บรรเลงทอง และสมคิด พรหมมา. 2521. การใช้ไมยราบยักษ์ในอาหารไก่. สำนักวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตรแม่โจ้ 37-43 หน้า.
- อุษณีย์ภรณ์ สร้อยเพชร. 2563. การใช้ไบโหม่อนบดผงในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตไก่ดำบ้านเชิงหวาย. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 51(1): 386-390 หน้า.
- Aquatic. 2016. Pacific white Shrimp (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <https://aquatic.goat.me/3PRgufyY> (7 กรกฎาคม 2564).
- Medthai. 2560. มันสำปะหลัง สรรพคุณและประโยชน์ของมันสำปะหลัง 12 ข้อ. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <https://medthai.com/มันสำปะหลัง> (15 กรกฎาคม 2564).
- Medthai. 2564. หม่อน สรรพคุณและประโยชน์ของต้นหม่อน ไบโหม่อน 50 ข้อ. (ออนไลน์). สืบค้นจาก: <https://medthai.com/หม่อน/> (15 กรกฎาคม 2564).

ภาคผนวก

ภาคผนวก  
การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

## 1. ด้านน้ำหนัก

ชุดการทดลอง	น้ำหนักเฉลี่ยต้น (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ยสิ้นสุด (กรัม)	น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (กรัม)
T1R1	0.06	3.19	3.13
T1R2	0.06	3.19	3.13
T1R3	0.06	3.20	3.14
T2R1	0.06	3.19	3.13
T2R2	0.06	3.19	3.13
T2R3	0.06	3.19	3.13
T3R1	0.06	3.20	3.14
T3R2	0.06	3.20	3.14
T3R3	0.06	3.19	3.14
T4R1	0.06	3.19	3.13
T4R2	0.06	3.19	3.13
T4R3	0.06	3.20	3.14

## Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
น้ำหนัก เฉลี่ยเริ่มต้น	1	3	.0603	.00058	.00033	.0589	.0618	.06	.06
	2	3	.0600	.00000	.00000	.0600	.0600	.06	.06
	3	3	.0603	.00153	.00088	.0565	.0641	.06	.06
	4	3	.0607	.00115	.00067	.0578	.0635	.06	.06
	Total	12	.0603	.00089	.00026	.0598	.0609	.06	.06
น้ำหนัก เฉลี่ยสิ้นสุด	1	3	3.1950	.00100	.00058	3.1925	3.1975	3.19	3.20
	2	3	3.1910	.00265	.00153	3.1844	3.1976	3.19	3.19
	3	3	3.1973	.00321	.00186	3.1893	3.2053	3.20	3.20
	4	3	3.1913	.00551	.00318	3.1777	3.2050	3.19	3.20
	Total	12	3.1937	.00405	.00117	3.1911	3.1962	3.19	3.20
น้ำหนัก เฉลี่ยที่ เพิ่มขึ้น	1	3	3.1343	.00153	.00088	3.1305	3.1381	3.13	3.14
	2	3	3.1310	.00265	.00153	3.1244	3.1376	3.13	3.13
	3	3	3.1367	.00208	.00120	3.1315	3.1418	3.14	3.14
	4	3	3.1307	.00503	.00291	3.1182	3.1432	3.13	3.14
	Total	12	3.1332	.00371	.00107	3.1308	3.1355	3.13	3.14

## ANOVA

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
น้ำหนักเฉลี่ย เริ่มต้น	Between	(Combined)	.000	3	.000	.222	.878
	Groups	Linear Term	.000	1	.000	.267	.620
		Contrast	.000	2	.000	.200	.823
	Deviation		.000	2	.000	.200	.823
	Within Groups		.000	8	.000		
Total			.000	11			
น้ำหนักเฉลี่ย สิ้นสุด	Between	(Combined)	.000	3	.000	2.283	.156
	Groups	Linear Term	.000	1	.000	.268	.618
		Contrast	.000	2	.000	3.290	.091
	Deviation		.000	2	.000	3.290	.091
	Within Groups		.000	8	.000		
Total			.000	11			
น้ำหนักเฉลี่ยที่ เพิ่มขึ้น	Between	(Combined)	.000	3	.000	2.519	.132
	Groups	Linear Term	.000	1	.000	.438	.527
		Contrast	.000	2	.000	3.559	.078
	Deviation		.000	2	.000	3.559	.078
	Within Groups		.000	8	.000		
Total			.000	11			

## Homogeneous Subsets

## น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> 2	3		.0600
1	3		.0603
3	3		.0603
4	3		.0607
Sig.			.463

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## น้ำหนักเฉลี่ยสิ้นสุด

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> 2	3		3.1910
4	3		3.1913
1	3		3.1950
3	3		3.1973
Sig.			.070

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



## น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> 4	3		3.1307
2	3		3.1310
1	3		3.1343
3	3		3.1367
Sig.			.058

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## 2. ด้านความยาว

ชุดการทดลอง	ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น (เซนติเมตร)	ความยาวเฉลี่ยสิ้นสุด (เซนติเมตร)	ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น (เซนติเมตร)
T1R1	1.493	5.017	3.523
T1R2	1.497	5.087	3.590
T1R3	1.460	5.030	3.570
T2R1	1.453	5.057	3.603
T2R2	1.483	5.017	3.533
T2R3	1.460	5.020	3.560
T3R1	1.483	5.017	3.533
T3R2	1.470	4.987	3.517
T3R3	1.467	5.010	3.543
T4R1	1.440	5.030	3.590
T4R2	1.477	5.020	3.543
T4R3	1.463	5.050	3.587

## Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
ความยาว เฉลี่ยเริ่มต้น	1	3	1.48333	.020306	.011724	1.43289	1.53378	1.460	1.497
	2	3	1.46533	.015695	.009062	1.42634	1.50432	1.453	1.483
	3	3	1.47333	.008505	.004910	1.45221	1.49446	1.467	1.483
	4	3	1.46000	.018682	.010786	1.41359	1.50641	1.440	1.477
	Total	12	1.47050	.016758	.004838	1.45985	1.48115	1.440	1.497
ความยาว เฉลี่ยสิ้นสุด	1	3	5.04467	.037233	.021497	4.95217	5.13716	5.017	5.087
	2	3	5.03133	.022279	.012863	4.97599	5.08668	5.017	5.057
	3	3	5.00467	.015695	.009062	4.96568	5.04366	4.987	5.017
	4	3	5.03333	.015275	.008819	4.99539	5.07128	5.020	5.050
	Total	12	5.02850	.025773	.007440	5.01212	5.04488	4.987	5.087
ความยาว เฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น	1	3	3.56100	.034395	.019858	3.47556	3.64644	3.523	3.590
	2	3	3.56533	.035303	.020382	3.47763	3.65303	3.533	3.603
	3	3	3.53100	.013115	.007572	3.49842	3.56358	3.517	3.543
	4	3	3.57333	.026312	.015191	3.50797	3.63870	3.543	3.590
	Total	12	3.55767	.029644	.008558	3.53883	3.57650	3.517	3.603

## ANOVA

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
ความยาวเฉลี่ย เริ่มต้น	Between Groups	(Combined)	.001	3	.000	1.147	.388
		Linear Term Contrast	.001	1	.001	2.136	.182
		Deviation	.000	2	.000	.653	.546
	Within Groups		.002	8	.000		
	Total		.003	11			
ความยาวเฉลี่ย สิ้นสุด	Between Groups	(Combined)	.003	3	.001	1.458	.297
		Linear Term Contrast	.001	1	.001	.935	.362
		Deviation	.002	2	.001	1.719	.239
	Within Groups		.005	8	.001		
	Total		.007	11			
ความยาวเฉลี่ย ที่เพิ่มขึ้น	Between Groups	(Combined)	.003	3	.001	1.247	.355
		Linear Term Contrast	.000	1	.000	.001	.972
		Deviation	.003	2	.002	1.869	.216
	Within Groups		.007	8	.001		
	Total		.010	11			

## Homogeneous Subsets

## ความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> 4	3		1.46000
2	3		1.46533
3	3		1.47333
1	3		1.48333
Sig.			.141

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## ความยาวเฉลี่ยสิ้นสุด

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> 3	3		5.00467
2	3		5.03133
4	3		5.03333
1	3		5.04467
Sig.			.095

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

ความยาวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้น

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup>	3	3	3.53100
	1	3	3.56100
	2	3	3.56533
	4	3	3.57333
Sig.			.128

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

3. อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย

ชุดการทดลอง	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน(กรัม)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)
T1R1	0.1045	1.65	75.47
T1R2	0.1044	1.65	76.00
T1R3	0.1045	1.65	75.87
T2R1	0.1045	1.67	75.07
T2R2	0.1043	1.67	75.73
T2R3	0.1043	1.67	76.13
T3R1	0.1046	1.67	75.87
T3R2	0.1045	1.67	75.07
T3R3	0.1045	1.67	75.73
T4R1	0.1043	1.68	75.60
T4R2	0.1042	1.68	76.27
T4R3	0.1045	1.68	75.20

## Descriptives

		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum
						Lower Bound	Upper Bound		
						อัตราการใช้ เจริญเติบโต เฉลี่ยต่อวัน	1		
	2	3	.104367	.0001155	.0000667	.104080	.104654	.1043	.1045
	3	3	.104533	.0000577	.0000333	.104390	.104677	.1045	.1046
	4	3	.104333	.0001528	.0000882	.103954	.104713	.1042	.1045
	Total	12	.104425	.0001215	.0000351	.104348	.104502	.1042	.1046
อัตราการใช้ เปลี่ยน อาหารเป็น เนื้อ	1	3	1.6511	.00027	.00013	1.6504	1.6518	1.65	1.65
	2	3	1.6416	.000006	.00003	1.6714	1.6717	1.67	1.67
	3	3	1.6714	.00081	.00047	1.6694	1.6735	1.67	1.67
	4	3	1.69267	.00050	.00029	1.6808	1.6833	1.68	1.68
	Total	12	1.6690	.01172	.00338	1.6616	1.6765	1.65	1.68
อัตรา การรอดตาย	1	3	75.7800	.27622	.15948	75.0938	76.4662	75.47	76.00
	2	3	75.6433	.53529	.30905	74.3136	76.9731	75.07	76.13
	3	3	75.5567	.42724	.24667	74.4953	76.6180	75.07	75.87
	4	3	75.6900	.54065	.31214	74.3470	77.0330	75.20	76.27
	Total	12	75.6675	.39925	.11525	75.4138	75.9212	75.07	76.27

## ANOVA

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
อัตราการใช้ เจริญเติบโต เฉลี่ยต่อวัน	Between Groups	(Combined)	.000	3	.000	2.333	.150	
		Linear Term	Contrast	.000	1	.000	.754	.411
			Deviation	.000	2	.000	3.123	.099
	Within Groups		.000	8	.000			
	Total		.000	11				
อัตราการเปลี่ยน อาหารเป็นเนื้อ	Between Groups	(Combined)	.002	3	.001	2044.912	.000	
		Linear Term	Contrast	.001	1	.001	5243.372	.000
			Deviation	.000	2	.000	445.682	.000
	Within Groups		.000	8	.000			
	Total		.002	11				
อัตราการรอด ตาย(เปอร์เซ็นต์)	Between Groups	(Combined)	.078	3	.026	.124	.943	
		Linear Term	Contrast	.019	1	.019	.091	.770
			Deviation	.059	2	.030	.141	.871
	Within Groups		1.675	8	.209			
	Total		1.753	11				

## Homogeneous Subsets

## อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup>	4	3	.104333
	2	3	.104367
	1	3	.104467
	3	3	.104533
	Sig.		.058

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
Duncan <sup>a</sup>	1	3	1.6511	
	2	3		1.6714
	3	3		1.6716
	4	3		1.6821
	Sig.		1.000	0.786
				1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.



## อัตราการรอดตาย

Treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> 3	3		75.5567
2	3		75.6433
4	3		75.6900
1	3		75.7800
Sig.			.588

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## 4. คุณภาพน้ำ

ชุดการทดลอง	DO (mg/l)	pH	Temperature (°c)	Alkalinity (mg/l)	Salinity (ppt)	NH3 (mg/l)	Nitrite (mg/l)
1	5.40	8.23	26.57	211.47	15	0.05	0.27
2	5.36	8.23	26.50	211.13	15	0.05	0.26
3	5.39	8.17	26.53	211.20	15	0.05	0.27
4	5.36	8.22	26.53	211.47	15	0.05	0.27

### Descriptives

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean		Minimum	Maximum	
					Lower Bound	Upper Bound			
DO	1	3	5.4000	.12166	.07024	5.0978	5.7022	5.32	5.54
	2	3	5.3633	.13051	.07535	5.0391	5.6875	5.26	5.51
	3	3	5.3867	.12503	.07219	5.0761	5.6973	5.30	5.53
	4	3	5.3567	.10970	.06333	5.0842	5.6292	5.27	5.48
	Total	12	5.3767	.10560	.03048	5.3096	5.4438	5.26	5.54
pH	1	3	8.2267	.04933	.02848	8.1041	8.3492	8.17	8.26
	2	3	8.2267	.04163	.02404	8.1232	8.3301	8.18	8.26
	3	3	8.1733	.08021	.04631	7.9741	8.3726	8.09	8.25
	4	3	8.2233	.05033	.02906	8.0983	8.3484	8.17	8.27
	Total	12	8.2125	.05429	.01567	8.1780	8.2470	8.09	8.27
Temperature	1	3	26.5667	.46501	.26847	25.4115	27.7218	26.10	27.03
	2	3	26.5000	.43000	.24826	25.4318	27.5682	26.07	26.93
	3	3	26.5333	.43501	.25115	25.4527	27.6140	26.10	26.97
	4	3	26.5300	.50000	.28868	25.2879	27.7721	26.03	27.03
	Total	12	26.5325	.39167	.11306	26.2836	26.7814	26.03	27.03
Alkalinity	1	3	2.1147E2	1.10151	.63596	208.7304	214.2030	210.20	212.20
	2	3	2.1114E2	.83267	.48074	209.0682	213.2051	210.47	212.07
	3	3	2.1120E2	.51565	.29771	209.9190	212.4810	210.67	211.70
	4	3	2.1146E2	1.46401	.84525	207.8265	215.1001	210.13	213.03
	Total	12	2.1132E2	.89959	.25969	210.7451	211.8882	210.13	213.03
Salinity	1	3	15.0000	.00000	.00000	15.0000	15.0000	15.00	15.00
	2	3	15.0000	.00000	.00000	15.0000	15.0000	15.00	15.00
	3	3	15.0000	.00000	.00000	15.0000	15.0000	15.00	15.00
	4	3	15.0000	.00000	.00000	15.0000	15.0000	15.00	15.00
	Total	12	15.0000	.00000	.00000	15.0000	15.0000	15.00	15.00
NH3 (ppm)	1	3	.0500	.01000	.00577	.0252	.0748	.04	.06
	2	3	.0533	.00577	.00333	.0390	.0677	.05	.06
	3	3	.0533	.00577	.00333	.0390	.0677	.05	.06
	4	3	.0533	.00577	.00333	.0390	.0677	.05	.06

	Total	12	.0525	.00622	.00179	.0486	.0564	.04	.06
	1	3	.2667	.00577	.00333	.2523	.2810	.26	.27
	2	3	.2600	.01000	.00577	.2352	.2848	.25	.27
Nitrite	3	3	.2667	.00577	.00333	.2523	.2810	.26	.27
	4	3	.2667	.00577	.00333	.2523	.2810	.26	.27
	Total	12	.2650	.00674	.00195	.2607	.2693	.25	.27

## ANOVA

				Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
DO	Between Groups	(Combined)		.004	3	.001	.082	.968
		Linear Term	Contrast	.002	1	.002	.115	.744
			Deviation	.002	2	.001	.066	.937
	Within Groups			.119	8	.015		
	Total			.123	11			
pH	Between Groups	(Combined)		.006	3	.002	.625	.619
		Linear Term	Contrast	.001	1	.001	.183	.680
			Deviation	.006	2	.003	.846	.464
	Within Groups			.026	8	.003		
	Total			.032	11			
Temperature	Between Groups	(Combined)		.007	3	.002	.011	.998
		Linear Term	Contrast	.001	1	.001	.004	.950
			Deviation	.006	2	.003	.014	.986
	Within Groups			1.681	8	.210		
	Total			1.687	11			
Alkalinity	Between Groups	(Combined)		.270	3	.090	.083	.967
		Linear Term	Contrast	.000	1	.000	.000	.985
			Deviation	.270	2	.135	.125	.884
	Within Groups			8.632	8	1.079		
	Total			8.902	11			
Salinity	Between Groups	(Combined)		.000	3	.000	.	.
		Linear Term	Contrast	.000	1	.000	.	.
			Deviation	.000	2	.000	.	.
	Within Groups			.000	8	.000		
	Total			.000	11			
NH3 (ppm)	Between Groups	(Combined)		.000	3	.000	.167	.916
		Linear Term	Contrast	.000	1	.000	.300	.599
			Deviation	.000	2	.000	.100	.906
	Within Groups			.000	8	.000		
	Total			.000	11			

Nitrite	Between Groups	(Combined)	.000	3	.000	.667	.596
		Linear Term	Contrast	.000	1	.000	.724
			Deviation	.000	2	.000	.432
	Within Groups		.000	8	.000		
	Total		.000	11			

### Homogeneous Subsets

#### DO

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> 4	3	5.3567	
2	3	5.3633	
3	3	5.3867	
1	3	5.4000	
Sig.		.692	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## pH

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> 3	3		8.1733
4	3		8.2233
1	3		8.2267
2	3		8.2267
Sig.			.314

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## Temperature

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup> 2	3		26.5000
4	3		26.5300
3	3		26.5333
1	3		26.5667
Sig.			.870

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## Alkalinity

treatment	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Duncan <sup>a</sup> 2	3	211.1367
3	3	211.2000
4	3	211.4633
1	3	211.4667
Sig.		.723

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## NH3 (ppm)

treatment	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Duncan <sup>a</sup> 1	3	.0500
2	3	.0533
3	3	.0533
4	3	.0533
Sig.		.600

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## Nitrite

treatment	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan <sup>a</sup>	2	3	.2600
	1	3	.2667
	3	3	.2667
	4	3	.2667
Sig.			.308

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

## คุณภาพน้ำ

ชุดการทดลอง	DO (mg/l)	pH	Temperature (°c)	Alkalinity (mg/l)	Salinity (ppt)	NH3 (mg/l)	Nitrite (mg/l)
1	5.40±0.12	8.23±0.04	26.57±0.46	211.47±1.10	15±0.00	0.05±0.01	0.27±0.00
2	5.36±0.13	8.23±0.04	26.50±0.43	211.13±0.33	15±0.00	0.05±0.00	0.26±0.01
3	5.39±0.12	8.17±0.08	26.53±0.43	211.20±0.51	15±0.00	0.05±0.00	0.27±0.00
4	5.36±0.10	8.22±0.05	26.53±0.50	211.47±1.46	15±0.00	0.05±0.00	0.27±0.00
ผลการวิเคราะห์	0.968	0.619	0.998	0.967		0.916	0596