การใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารกบนา

REPLACING FISH MEAL PROTEIN WITH CRICKET MEAL IN COMMON LOWLAND FROG, *Rana rugulosa* (Weigmann)

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AG-M-031-126

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารกบนา

REPLACING FISH MEAL PROTEIN WITH CRICKET MEAL IN COMMON LOWLAND FROG, *Rana rugulosa* (Weigmann)

สมหมาย เรียงสันเทียะ

SOMMAIY RIANGSUNTIA

สาขหมู่.....
เลขทะเบียน 148466
วัน,เดือน,ปี 30 ต.ค. 2560

.b.....
.l.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2558

KMITL-2015-AG-M-081-196

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REPLACING FISH MEAL PROTEIN WITH CRICKET MEAL IN COMMON LOWLAND FROG, *Rana rugulosa* (Weigmann)

SOMMAIY RIANGSUNTIA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN FISHERIES SCIENCE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2015

KMITL-2015-AG-M-081-196

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2015

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารกบนา

Replacing fish meal protein with cricket meal in common lowland frog, *Rana rugulosa* (Weigmann)

นักศึกษา นายสมหมาย เรียงสันเทียะ

รหัสประจำตัว 53640910

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การประมง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.อัจฉรี เรืองเดช

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม -

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.สมชาย	หวังวิบูลย์กิจ	
ดร.พิกุล	จิรวาณิชไพศาล	
ผศ.ดร.อัจฉรี	เรืองเดช	
ผศ.ดร.อนัญญา	เจริญพรนิพัทธ	
รศ.ดร.นงนุช	เลาหะวิสุทธิ์	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 24 กรกฎาคม 2558

สถานที่สอบ ห้องประชุม A 209 (ชั้น 2 ตึกเจ้าคุณทหาร)

คณบดีรับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มณฑล แก่นมณี)

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร

วันที่ 27 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Replacing fish meal protein with cricket meal in common lowland Frog *Rana rugulosa* (Weigmann)
Student	Mister Sommaiy Riangsuntia
Student ID.	53640910
Degree	Master of Science
Program	Fisheries Science
Year	2015
Thesis advisor	Assist. Prof. Dr. Uscharee Ruangdej

ABSTRACT

Fish meal is a main ingredient for feed production began to decline with higher price. The alternative choice is to use other new material. Effect of partial and total replacement of fish meal (0, 25, 50, 75 and 100 %) on growth and body composition of frog fed by cricket meal were studied. 20 frogs with average initial weight 17.00 ± 0.50 g, initial length 7.00 ± 0.50 cm, were cultured in a cage size 0.50 x 0.50 x1.00 m^3 in total 20 cages for 12 weeks. The experimental diets with 35% crude protein fed *ad lib* twice a day (08.00 and 16.00). The results showed that frog fed by 100% cricket meal had the best specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR) and protein content in carcass 1.86±0.10g/d, 1.31 and 73.88±2.22 %, orderly. Whereas the lowest growth indices were found in 25% cricket meal diet the SGR, FCR and protein content in carcass were 0.70±0.05 g/d, 2.63and 66.51±1.82 %, respectively with statistical significant ($p<0.05$). Our results indicate that cricket meal could be used as 100% alternative protein source as fish meal in frog diet with high protein retention. The cost of feed is cheaper than control formula at 2 baht per kilogram.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้ สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. อัจฉรี เรืองเดช ที่ให้ความช่วยเหลือให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีและข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. สมชาย หวังวิบูลย์กิจ และ รศ.ดร. นุงนุช เลาหะวิสุทธิ์ กรรมการสอบหัวข้อ และ โครงร่างวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนข้อชี้แนะ จนในที่สุดทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. อนัญญา เจริญพรนิพัทธ และ ดร.พิกุล จิรวานิชไพศาล กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์

ขอขอบคุณ คุณบุปผา จงพัฒน์ นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการสถาบันเทคโนพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่คอยให้คำแนะนำในการวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีต่าง ๆ ของกบ

สุดท้ายต้องขอขอบคุณ คณะครูอาจารย์วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสระแก้วที่คอยให้คำแนะนำในการคิดวิเคราะห์การเขียนโครงร่าง การใช้ระบบอินเตอร์เน็ต

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดการวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ที่ถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

สมหมาย เรียงสันเทียะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1ลักษณะทั่วไปของกบนา	3
2.2 การเพาะพันธุ์กบ	4
2.3 ระยะการพัฒนาของกบ	5
2.4 การเลี้ยงกบในกระชัง	8
2.5 อาหารและการให้อาหารกบ	8
2.6 การใช้โปรตีนทดแทนในอาหารกบ	10
2.7 ลักษณะทั่วไปของจิ้งหรีด	12
2.8 วงจรชีวิตของจิ้งหรีดและการวางไข่	14
2.9 คุณค่าทางอาหารของจิ้งหรีด	14
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	16
3.1 สัตว์ทดลอง	16
3.2 วางแผนการทดลอง	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3 อุปกรณ์และสารเคมี 16
3.4 วิธีการทดลอง 17
3.5 การบันทึกผลการทดลอง 20
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล 20
3.7 สถานที่ทำการวิจัย 20
3.8 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย 20

บทที่ 4 ผลการทดลอง 21
4.1 การเจริญเติบโต 21
4.2 อัตรารอด 25
4.3 องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกบ 26
4.4 คุณภาพน้ำ 27
4.5 ต้นทุนอาหาร 31

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง 33

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 38

บรรณานุกรม 40

ภาคผนวก 43

ประวัติผู้เขียน 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	สูตรอาหารผสม สปช.12	10
2.2	สูตรอาหารผสมของกบที่ประกอบด้วยโปรตีนระดับต่างๆ	11
2.3	เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของจิ้งหรีดและแมลงชนิดอื่นๆ	15
3.1	คุณค่าทางอาหารของวัตถุดิบอาหารสัตว์	18
3.2	องค์ประกอบวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในการทดลอง	18
4.1	แสดงการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และอัตรารอดของกบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์	26
4.2	องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกบนา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง	27
4.3	ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยเฉลี่ยในกระชังเลี้ยงกบ ในแต่ละชุดการทดลองตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์	31
4.4	ราคาต้นทุนของอาหารทดลองในแต่ละระดับความเข้มข้น	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะทั่วไปของกบนา.....	3
2.2	การพัฒนาของกบในระยะต่างๆ.....	7
2.3	ลักษณะทั่วไปของจิ้งหรีด.....	13
4.1	น้ำหนักของกบนาที่กินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 สัปดาห์.....	21
4.2	เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มของกบนาที่กินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 สัปดาห์.....	22
4.3	แสดงปริมาณอาหารที่กบกิน จากอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์.....	23
4.4	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของกบนากินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0,25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์.....	24
4.5	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของกบนากินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0,25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์.....	24
4.6	อัตรารอดของกบนาที่กินอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่น.....	25
4.7	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์...	28
4.8	อุณหภูมิน้ำในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์.....	28
4.9	ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์.....	29
4.10	ปริมาณแอมโมเนียในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์.....	29
4.11	ปริมาณไนไตรท์ในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์.....	30
4.12	ปริมาณไนเตรทในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์.....	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กบเป็นสัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำที่มีประโยชน์ในด้านเศรษฐกิจและได้รับความนิยมสูง ซึ่งนอกจากจะนำมาบริโภคในครัวเรือนแล้ว ผลผลิตส่วนหนึ่งยังสามารถส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศในรูปแบบต่าง ๆ อีกด้วย เช่น กบแช่แข็ง หรือนำไปแปรรูปเป็นกบกระป๋อง (สมพงษ์ บัวแย้ม. 2553) รวมไปถึงหนังกบที่นอกจากจะรับประทานได้แล้ว ยังสามารถนำมาทำเป็นกระเป๋าถือสำหรับสตรี รองเท้า เครื่องดนตรี และของขวัญชนิดต่าง ๆได้อีก (ธนากร อรรถภิรมย์. 2554) เนื้อกบอุดมไปด้วยคุณค่าทางอาหารประเภทโปรตีน ไขมันต่ำ มีรสชาติอร่อยสามารถนำมาปรุงเป็นอาหารได้หลายอย่าง เช่น กบนาผัดเผ็ด แกงอ่อมกบนา กบทอดกระเทียมพริกไทย กบนาผัดกระเพรา เป็นต้น โดยพันธุ์กบที่นิยมทำการเพาะเลี้ยงมากที่สุด คือ กบนา เนื่องจากสามารถเพาะขยายพันธุ์ได้ง่าย เลี้ยงง่าย โตเร็ว และสามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้ดี นอกจากนี้ยังมีตลาดรองรับตลอดทั้งภายในและต่างประเทศ จึงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่หันมาสนใจเลี้ยงกบนาเป็นอาชีพกันมากขึ้น และนับเป็นอาชีพที่มีโอกาสสูงในการช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่เกษตรกร (ชูศักดิ์ แสงธรรม. 2533) ในการเพาะเลี้ยงกบ ต้นทุนที่สำคัญอย่างหนึ่งในการเพาะเลี้ยงนั้น คือ ต้นทุนอาหาร และเนื่องจากกบเป็นสัตว์กินเนื้อ จึงต้องการโปรตีนในอาหารค่อนข้างสูง ปลาป่น เป็นวัตถุดิบที่นิยมนำมาเป็นแหล่งโปรตีนหลักของการผลิตอาหารสัตว์ทั่วไป โดยเฉพาะอาหารสัตว์น้ำเนื่องจากปลาป่นเป็นวัตถุดิบที่มีโปรตีนคุณภาพสูงแต่ปัจจุบันปริมาณปลาป่นในท้องตลาดเกิดการขาดแคลนอันเนื่องมาจากหลายปัจจัย เช่น เกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติการกำหนดฤดูการจับสัตว์น้ำ การลดปริมาณลงของสัตว์น้ำ การออกกฎหมายต่าง ๆ และการต่อต้านจากกลุ่มอนุรักษ์ฯ ทำให้อาหารสำเร็จรูปที่ใช้ปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนหลักมีราคาแพงมากขึ้น ดังนั้นการหาวัตถุดิบประเภทอื่นเพื่อมาเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหาร จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่กำลังมีผู้ประกอบการหรือเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงกบนาหันมาให้ความสนใจเพื่อหาวิธีลดค่าใช้จ่ายด้านค่าอาหารลง โดยมีการนำโปรตีนจากพืชหรือสัตว์ชนิดอื่นมาใช้ทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในการผลิตอาหาร เช่นโปรตีนจากกากถั่วเหลือง ข้าวโพด ยีสต์ หอยเชอร์รี่ และแมลงอื่นๆ รวมถึงจิ้งหรีดด้วย (ธนากร อรรถภิรมย์. 2554)

จิ้งหรีดเป็นแมลงที่อาศัยอยู่ทั่วไปตามพื้นดิน ซอกหิน ใต้กองหญ้ากองใบไม้แห้งหรือพื้นที่ทั่วไป จิ้งหรีดเป็นแมลงที่นิยมนำมาเลี้ยงมากขึ้นเนื่องจากมีวงจรชีวิตสั้น มีการขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วและเป็นแมลงที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะธาตุอาหารประเภทโปรตีนด้วยเหตุนี้จิ้งหรีดจึงเป็นวัตถุดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดหนึ่งซึ่งหาง่ายในท้องถิ่น โดยเกษตรกรสามารถรวบรวมโดยวิธีการใช้ไฟฟ้าล่อหรือเพาะเลี้ยง ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงได้ทำการทดลองโดยใช้จิ้งหรีดเป็นโปรตีนทดแทนปลาป่นในอาหารกบนา เพื่อศึกษาศึกษาองค์ประกอบทางอาหาร อัตราการเจริญเติบโต และองค์ประกอบทางชีวเคมีของกบนา ในการนำไปพัฒนาสูตรอาหารเพื่อลดต้นทุนในการเพาะเลี้ยงกบนาต่อไปในอนาคต

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษาอัตราการเจริญเติบโต และอัตรารอดตาย ของกบที่เลี้ยงด้วยโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นในระดับที่แตกต่างกัน

1.2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของอาหารและองค์ประกอบทางเคมีของกบที่เลี้ยงด้วยโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่น

1.2.3 เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนค่าอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นในอาหารกบนา

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถพัฒนาสูตรอาหารกบนาที่สามารถใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นได้ และเพื่อเป็นการส่งเสริมอาชีพการเลี้ยงกบนา โดยใช้วัตถุดิบที่มีในท้องถิ่นเป็นส่วนผสมในการใช้ประโยชน์ อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มผลผลิตและเพิ่มคุณค่าเนื้อกบนาอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะทั่วไปของกบนา

กบนา มีชื่อสามัญคือ Common Lowland Frog และชื่อวิทยาศาสตร์ *Rana rugulosa* (Wiegmann, 1985) เป็นกบที่อาศัยอยู่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย และมีการดำรงชีวิตอยู่รอบบึง บ่อ และตามท้องนา กบนามีขนาดลำตัวค่อนข้างใหญ่ ตัวโตเต็มที่ยาวประมาณ 5 นิ้ว ขนาดประมาณ 4 ตัวต่อกิโลกรัม ผิวลำตัวมีสีน้ำตาลปนเขียว อาจแตกต่างกันตามแหล่งที่อยู่อาศัย (สมพงษ์ บัวแย้ม. 2553) การกระจายพันธุ์ของกบนาพบตั้งแต่ประเทศจีน ไต้หวัน พม่า ลาว เวียดนาม กัมพูชา และประเทศไทย มักหลบซ่อนตัวในพุ่มของพรรณพืชริมแหล่งน้ำ อาศัยอยู่ได้ทั้งในระบบนิเวศน้ำไหลและน้ำนิ่ง ในฤดูแล้งจะหลบซ่อนตัวอยู่ในโพรงดิน โพรงหญ้า ก้อนหิน และรูปู โดยปกติกบนาจะไม่กินอาหารในช่วงฤดูหนาว หรือที่เรียกกันว่า กบจำศีล และจะออกจากที่หลบซ่อนตัวในฤดูฝน ในช่วงเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน

ภาพที่ 2.1 ลักษณะทั่วไปของกบนา

ที่มา: http://www.oknation.net/blog/phaen/2009/08/27/entry-1

กบนาเพศผู้มีขนาดของลำตัวเล็กกว่ากบนาเพศเมียประมาณ 2 เท่า (เมื่อเปรียบเทียบกับนาที่มีอายุเท่ากัน) และสามารถผสมพันธุ์ได้เมื่อกบนามีอายุประมาณ 6-8 เดือนขึ้นไป ลักษณะเพศ กบนาเพศผู้เมื่อจับพลิกหงายท้องขึ้น จะพบว่ามีกล่องเสียง ลักษณะเป็นหนังผังผืดสีดำคล้ำ อยู่ใต้คางแถวมุมปาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั้งสองข้างซึ่งมีไว้เพื่อการขยายเสียงร้องให้ก้องกังวาน เพื่อเรียกตัวเมียที่อยู่ในระยะไกลๆ เข้ามาผสมพันธุ์ ส่วนกบนาเพศเมียมักมีลำตัวโตกว่าเพศผู้ เมื่อจับพลิกหงายท้องดูจะไม่มีกล่องเสียง (ชูศักดิ์ แสงธรรม. 2553) กบนาเพศเมียจะส่งเสียงร้องเช่นกัน แต่เสียงร้องของกบนาเพศเมียจะมีเสียงร้องเบา ๆ นอกจากนี้ในฤดูกาลผสมพันธุ์หรือกบที่พร้อมจะผสมพันธุ์ ในกบเพศผู้จะสังเกตเห็นตุ่มขนาดใหญ่ทางด้านในของนิ้วหัวแม่มือของขาทั้งสองข้างของขาหน้า ซึ่งตุ่มนี้ใช้เพื่อยึดเกาะกบเพศเมียให้แน่นในขณะเกาะบนหลังเพศเมียเมื่อผสมพันธุ์ ส่วนกบเพศเมียในช่วงฤดูผสมพันธุ์ เมื่อกบมีไข่แก่จะสังเกตเห็น ส่วนท้องจะพองออก และส่วนท้องขยายใหญ่กว่าปกติ และบริเวณหลังขาหน้า (บริเวณสีข้าง) เมื่อใช้มือลูบจะพบมีตุ่มเล็ก และรู้สึกสากมือ ซึ่งตุ่มนี้จะมีไว้เพื่อให้กบเพศผู้สามารถยึดเกาะบนหลังได้ดีขณะที่กบนาผสมพันธุ์

2.2 การเพาะพันธุ์กบ

การเพาะพันธุ์กบ ธนากร อรรถภิรมย์ (2554) กล่าวไว้ว่า หมายถึงการนำเอาพ่อพันธุ์และแม่พันธุ์โดยกบที่มีลักษณะดี และมีอายุที่เหมาะสม จะถูกนำมาผสมพันธุ์ในบ่อเพาะพันธุ์ และนำไข่ที่ได้ไปฟักในบ่อเพาะฟัก แล้วจึงนำลูกกบไปอนุบาล การเพาะพันธุ์กบ สามารถแบ่งตามวิธีการเพาะได้ 4 วิธี คือ

2.2.1 การเพาะพันธุ์โดยวิธีธรรมชาติ เป็นวิธีที่ปล่อยให้กบที่มีตามธรรมชาติผสมพันธุ์และวางไข่เองตามธรรมชาติ โดยไม่มีการกระตุ้นใดๆ จากนั้นจึงรวบรวมไข่กบ หรือลูกอ๊อด มาอนุบาลและปล่อยลงเลี้ยงในบ่อเลี้ยง

2.2.2 การเพาะพันธุ์โดยวิธีกึ่งธรรมชาติ ผู้เพาะจะต้องทำการเตรียมบ่อสำหรับเพาะ โดยการใส่น้ำลงในบ่อประมาณ 5-7 เซนติเมตร พร้อมทั้งใส่ไม้น้ำหรือผักบุ้งหลังจากนั้นจึงคัดเลือกกบพ่อแม่พันธุ์ที่มีความพร้อมในการผสมพันธุ์ ปล่อยลงในบ่อที่เตรียมไว้ในอัตราตัวผู้ต่อตัวเมีย 1:1 หรือ 1:2 การเพาะพันธุ์กบโดยวิธีกึ่งธรรมชาตินี้จะทำให้ได้ผลดีเฉพาะในช่วงฤดูฝนเท่านั้น เพราะน้ำฝนจะช่วยในการกระตุ้นการวางไข่และปล่อยน้ำเชื้อผสมพันธุ์

2.2.3 การเพาะพันธุ์โดยวิธีการเลียนแบบธรรมชาติ ผู้เพาะต้องทำการเตรียมบ่อเพาะ โดยการใส่น้ำลงในบ่อประมาณ 5-7 เซนติเมตร และใส่ผักบุ้งหรือหญ้า หรือใบตะไคร้สด หรือใบเตยอย่างใดอย่างหนึ่ง พร้อมทั้งทำระบบน้ำพ่นฝอย และทำระบบน้ำล้นออกจากบ่อเพื่อรักษาระดับน้ำในอยู่ที่ประมาณ 5-7 เซนติเมตร โดยน้ำไม่ท่วมตัวกบ ซึ่งการเพาะพันธุ์กบโดยวิธีนี้ในฤดูร้อนจะเพาะได้ผล 66 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในฤดูฝนวิธีการเพาะพันธุ์กบวิธีนี้จะได้ผล 100 เปอร์เซ็นต์

2.2.4 การเพาะพันธุ์โดยวิธีการผสมเทียม เป็นการเพาะพันธุ์กบโดยการฉีดฮอร์โมนเร่งการวางไข่และการปล่อยน้ำเชื้อควบคู่กับการทำน้ำพ่นฝอย โดยใช้ฮอร์โมนสังเคราะห์ซูพรีแฟคท์ที่ระดับความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้น 10 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักกบ 1 กิโลกรัม การเพาะพันธุ์กบโดยวิธีนี้ทั้งในฤดูร้อนและฤดูฝนจะได้ผล 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากซูพรีแฟคท์ มีคุณสมบัติในการช่วยเร่งการสุกของไข่ เร่งการวางไข่ ทำให้การเพาะพันธุ์กบได้ผลดี และใน 1 ปี สามารถเพาะพันธุ์โดยวิธีนี้ได้หลายครั้ง

2.3 ระยะการพัฒนาของกบ

ไข่กบที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้ว จะฟักออกเป็นตัวอ่อนภายในระยะเวลา 18-28 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 28-30 องศาเซลเซียส โดยระยะเวลาการฟักตัวเป็นตัวอ่อนนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมต่างๆ เช่น อุณหภูมิน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ เป็นต้น (ธนากร อรรถภิรมย์ (2554) อธิบายไว้ว่าไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์กับน้ำเชื้อแล้วจะมีการแบ่งเซลล์แบบตลอดทั้งใบ (Holoblastic) โดยการแบ่งเซลล์จะเกิดเฉพาะบริเวณ animal pole ส่วนระยะต่างๆ ของการแบ่งเซลล์เกิดขึ้น ดังนี้

2.3.1 ระยะ Clevage เป็นระยะการเกิด 2 เซลล์ โดยจะเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 2-3 ชั่วโมง หลังจากไข่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อ ไข่จะเริ่มมีการแบ่งตัวตามแนวดิ่งเริ่มจาก animal pole มายัง vegetal pole เมื่อแบ่งแล้วจะเกิดเซลล์ 2 เซลล์ ซึ่งแต่ละเซลล์จะเรียกว่า blastomere

ระยะ 4 เซลล์ ระยะนี้จะเกิดขึ้นจากระยะ 2 เซลล์ ประมาณ 3-5 นาที เป็นการแบ่งเซลล์ตามแนวดิ่ง เกิดเป็นเซลล์ใหม่ 4 เซลล์

ระยะ 8 เซลล์ ระยะนี้การแบ่งเซลล์จะเกิดขึ้นตามแนวเส้นระนาบและแนวที่แบ่งนี้จะค่อนไปทางด้านบนของไข่ โดยระยะเวลาเกิดการแบ่งเป็น 8 เซลล์ จะเกิดขึ้นหลังจากระยะ 4 เซลล์ ประมาณ 7 นาที เมื่อแบ่งแล้วแต่ละเซลล์จะมีขนาดไม่เท่ากัน เซลล์จะแบ่งออกเป็นส่วนบนและส่วนล่างของไข่ โดยเซลล์ที่อยู่ด้านล่างของไข่จะมีขนาดใหญ่กว่าเซลล์ที่อยู่ด้านบน เซลล์ที่มีขนาดใหญ่ เรียกว่า macromere และเซลล์ที่มีขนาดเล็กเรียกว่า micromere

ระยะ 16 เซลล์ เป็นระยะที่มีการแบ่งเซลล์ตามแนวดิ่ง เกิดขึ้นหลังจากระยะ 8 เซลล์ ประมาณ 45-50 นาที เกิดเป็นเซลล์ใหม่อีก 8 เซลล์ รวมเป็น 16 เซลล์

ระยะ 32 เซลล์ เป็นระยะที่มีการแบ่งเซลล์ตามแนวเส้นระดับสายตาหรือแนวระนาบ เกิดขึ้นหลังจากระยะ 16 เซลล์ ประมาณ 10-12 นาที เกิดเป็นเซลล์ใหม่รวมทั้งหมด 32 เซลล์

ระยะ 64 เซลล์ เป็นระยะที่มีการแบ่งเซลล์ตามแนวดิ่ง เกิดห่างจากระยะ 32 เซลล์ ประมาณ 5-7 นาที ได้เป็นเซลล์ใหม่ทั้งหมด 64 เซลล์

2.3.2 ระยะ Blastula เป็นการแบ่งเซลล์ที่เกิดขึ้นต่อจากระยะ Clevage ลักษณะสำคัญในระยะนี้คือ จะเกิดช่องว่างขึ้นภายในที่เรียกว่า blastocoel หรือ segmentation cavity ในระยะแรกนั้นจะเกิดเป็นช่องใหญ่ ต่อมาจะมีขนาดเล็กลง โดยในระยะนี้เซลล์ขนาดเล็กที่อยู่ส่วนบนของไข่นั้น จะมีชื่อเรียกใหม่ว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

epiblast ส่วนเซลล์ขนาดใหญ่ที่อยู่ส่วนล่างของไข่ เรียกว่า hypoblast epiblast ซึ่งจะมีการแบ่งตัวและจะเจริญลงมาคลุม hypoblast เรียกว่า epibodyใช้ระยะเวลา 1-2 ชั่วโมง

2.3.3 ระยะ Gastrula ระยะนี้ epiblast จะมีการแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว จนในที่สุด epibody จะเจริญลงมาคลุม hypoblast เกือบทั้งหมด เหลือให้เห็นเพียงบางส่วน โดยเรียกเซลล์กลุ่มที่เหลือนี้ว่า yolk plug ต่อมา epiblast จะพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นนอกที่เรียกว่า ectoderm ส่วน hypoblast จะพัฒนาไปเป็นเนื้อเยื่อชั้นใน เรียกว่า endoderm โดยในระยะที่มี epibodyเกิดขึ้นนั้น epiblastจะดัน hypoblast เข้าไปภายในจนเกิดเป็นช่องว่างใหม่ขึ้นมาอีกหนึ่งช่อง เรียกว่า gastrocoelหรือ archenteron โดยช่องว่างนี้จะขยายขนาดใหญ่ขึ้น และ gastrocoelก็จะดันให้ช่องว่างของ blastocoel มีขนาดเล็กลง ซึ่งจะมีเนื้อเยื่อชั้นหนึ่งเกิดขึ้นระหว่าง ectoderm และ endoderm เรียกว่า mesoderm หรือเนื้อเยื่อชั้นกลาง ตรงปากช่องว่างซึ่งเรียกว่า blastopore นั้นต่อมาจะกลายเป็น proctodeumหรือ ทวารหนัก เป็นทางถ่ายกากอาหาร โดยการเปลี่ยนแปลงในระยะนี้จะใช้เวลา 1-2 ชั่วโมง

2.3.4 ระยะ Neurulaเป็นระยะที่เนื้อเยื่อชั้นนอกคือ ectoderm ตอนบนจะมีการเปลี่ยนแปลงไปเป็นร่องเล็กๆขึ้น เรียกว่า neural groove โดยด้านข้างร่องจะยกตัวเป็นสันนูนขึ้นทั้งสองข้าง สันนี้ คือ neural fold ซึ่ง neural groove และ neural fold จะพัฒนาเป็นระบบประสาท ใช้ระยะเวลาการพัฒนา 1-2 ชั่วโมง ต่อมาความลึกของ neural groove จะเพิ่มขึ้น และ neural fold จะเจริญขึ้นจนสันทั้งสองข้างของ neural fold บรรจบกัน ทำให้เกิดเป็นท่อเล็กๆ ใช้ระยะเวลาในการพัฒนา 1-2 ชั่วโมง โดย ectoderm, mesoderm และ endoderm จะมีการพัฒนาไปเป็นอวัยวะต่างๆ ดังนี้

เนื้อเยื่อชั้นนอก (ectoderm) จะกำเนิดเป็นไขสันหลัง สมอง เซลล์ประสาท อุ้งเท้า เหงือกภายนอก นัยน์ตา หู ต่อเมือก ต่อมน้ำลาย และรงควัตถุต่างๆ

เนื้อเยื่อชั้นกลาง (mesoderm) จะกำเนิดเป็นผิวหนัง กระดูกสันหลัง ซี่โครง เนื้อเยื่อเกี่ยวพันเส้นเลือด โครงร่างของผนังลำตัว รยางค์กล้ามเนื้อเรียบ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันท่อทางเดินอาหาร ท่อไตขนาดเล็ก และท่อที่เกี่ยวข้องกับไตและอวัยวะสืบพันธุ์

เนื้อเยื่อชั้นใน (endoderm) จะกำเนิดเป็นคอหอย หลอดอาหาร กระเพาะ ลำไส้ กระเพาะปัสสาวะ ถุงน้ำดี ตับ ตับอ่อน เหงือกและต่อมไธรอยด์

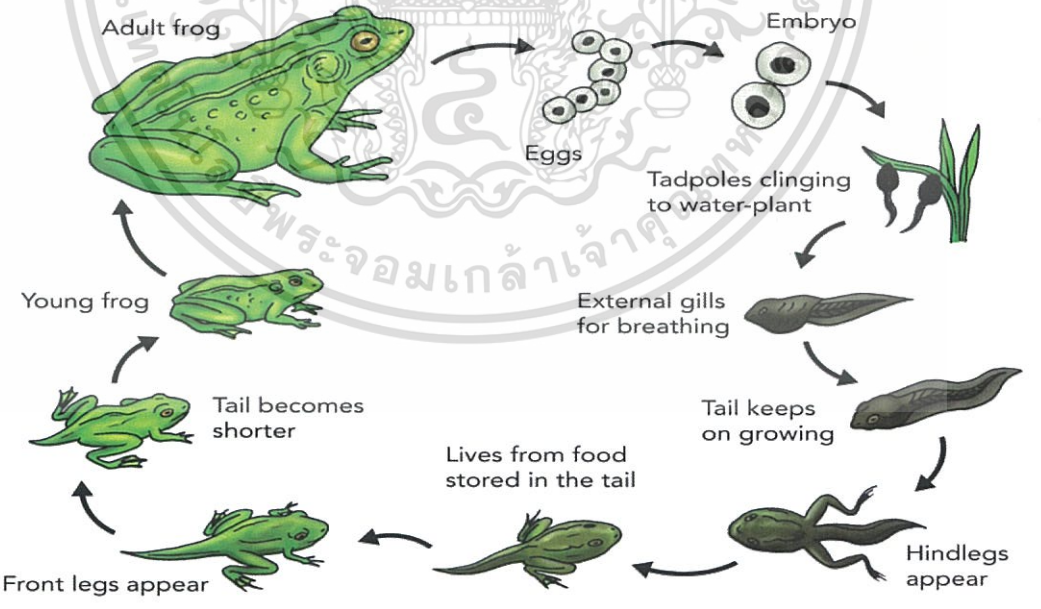
2.3.5 ระยะเกิดตุ่มหาง (Tail bud) ไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้ว ประมาณ 48-56 ชั่วโมง จะเกิดการเปลี่ยนแปลงรูปทรง มีการเริ่มขยายตัวออกตามยาว โดยสังเกตได้จากส่วนหน้าของ neural fold ที่มีร่องบุ๋มเข้าไปด้านใน ซึ่งร่องบุ๋มนี้คือ stomodeumซึ่งจะพัฒนาไปเป็นปากต่อไป ในตอนท้ายจะมีรอยบุ๋มอีกหนึ่งรอย คือ proctodeumจะพัฒนาไปเป็นทวารหนัก ไข่กบจะมีการพัฒนาโดยการเพิ่มความยาวออกไปจนเห็นเป็นส่วนหาง external gill หรือเหงือก จะเจริญออกมาทางด้านนอก ทำหน้าที่ช่วยในการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หายใจ ส่วนอวัยวะรับความรู้สึกอื่นๆ เช่น จมูก ตา หู จะเจริญขึ้นมาในระยะนี้ และต่อมาจะสังเกตว่ามี sucker เกิดขึ้น

2.3.6 ระยะฟักตัว (Hatching) การพัฒนาเนื้อเยื่อต่างๆของไข่กบจะเกิดขึ้นภายในถุงที่มีลักษณะคล้ายวุ้น โดยเมื่อไข่ที่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อแล้วประมาณ 3 วัน ตัวอ่อนจะออกมาจากถุงหุ้มตัวเกิดเป็นลูกอ๊อด มีลักษณะลำตัวแบน ยาวประมาณ 3-4 มิลลิเมตร ใช้ sucker เกาะนิ่งอยู่กับที่ใบไม้หรือพืชน้ำ ต่อจากนั้นจะเริ่มหายใจและว่ายน้ำได้ ในระยะนี้ลูกอ๊อดจะยังไม่กินอาหาร เมื่อถุงอาหารยุบหมดจะเริ่มกินอาหารที่เป็นตะไคร่น้ำ ใบไม้น้ำหรือรำละเอียด

2.3.7 ระยะ Metamorphosis ลูกอ๊อดจะเจริญเติบโตและหากินอยู่ในน้ำสักพักหนึ่ง จนกระทั่งมีลำตัวค่อนข้างกลม มีหางยาว และสามารถว่ายน้ำได้รวดเร็ว เมื่อฟักออกจากไข่ได้ประมาณ 1-2 สัปดาห์ จะเกิดขาหลัง 2 ขา โผล่จากส่วนท้ายของลำตัว เมื่อขาคู่หลังเจริญเต็มที่แล้วจะมีขาคู่หน้าโผล่ออกมาทั้ง 2 ข้าง ทางด้านหน้าของลำตัว ในระยะนี้ปอดจะเริ่มทำงานได้ ดังนั้นลูกกบจึงสามารถหายใจได้ทั้งทางเหงือกและปอด เมื่อลูกกบมีการโผล่ขึ้นมาหายใจบนผิวน้ำบ่อยครั้ง เหงือกจะค่อยๆหายไป นัยน์ตาขยายขนาดใหญ่ขึ้น ทางเดินอาหารเจริญขึ้น ในขณะที่หางจะหดสั้นและหายไปในที่สุด ในระยะนี้จะเรียกว่าตัวสำเร็จ รวมระยะการพัฒนาเริ่มตั้งแต่ไข่ได้รับการผสมกับน้ำเชื้อจนกระทั่งเป็นตัวสำเร็จ ใช้เวลาประมาณ 30-45 วัน



ภาพที่ 2.2 การพัฒนาของกบในระยะต่างๆ

ที่มา:https://oerresearchhub.files.wordpress.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 การเลี้ยงกบในกระชัง

การเลี้ยงกบนอกจากจะเลี้ยงในบ่อดินและบ่อซีเมนต์แล้ว การเลี้ยงในกระชังก็นับว่าเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ได้ผลดี โดยเมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการเลี้ยงกบในกระชังและการเลี้ยงกบในบ่อซีเมนต์แล้ว พบว่า การเลี้ยงกบในกระชังจะมีต้นทุนที่ต่ำกว่า เนื่องจากการสร้างกระชังจะลงทุนน้อยกว่าการสร้างบ่อซีเมนต์ นอกจากนี้การเลี้ยงกบในกระชังยังช่วยประหยัดเวลาในการเลี้ยง และทำให้กบตื่นตกใจได้น้อยกว่าอีกด้วย เนื่องจากการเลี้ยงกบในกระชังไม่ต้องมีการถ่ายน้ำและทำความสะอาดบ่อ โดยขั้นตอนการเลี้ยงกบในกระชังจะเริ่มจากการเพาะพันธุ์ในบ่อซีเมนต์ จนกระทั่งลูกอ๊อดอายุได้ประมาณ 5-7 วัน จึงทำการย้ายลงเลี้ยงในกระชัง (สุจิตรา วรรณพัฒน์ และคณะ 2553)

กระชังที่ใช้ในการเลี้ยงกบจะใช้ตาข่ายสีเขียวชนิดตาถี่ หน้ากว้าง 1.2 เมตร นำมาเย็บเป็นกระชังให้มีความกว้าง 2.4 เมตร ยาว 3 เมตร ลึก 1.2 เมตร เย็บให้เป็นปากกระชัง โดยเย็บติดกัน 5 ด้าน คือ ด้านกว้าง 2 เดือน ด้านยาว 2 ด้าน และด้านล่างพื้นบ่อ 1 เดือน เย็บห่วงหรือเชือกผูกมุม 4 มุมทั้งด้านบนและด้านล่าง กระชังขนาดนี้สามารถเลี้ยงกบได้ 10 กระชัง รอบๆกระชังด้านนอกกั้นด้วยพวกหญ้าคา แฝก จาก หรือทางมะพร้าว เพื่อไม่ให้กบมองเห็นภายนอกกระชัง มิเช่นนั้นกบจะหาทางหลบหนี โดยกระชังที่ใช้เลี้ยงกบมี 2 ลักษณะ คือ

2.4.1 กระชังที่ใช้เลี้ยงลูกอ๊อด จะแขวนกระชังในบ่อโดยให้กระชังแช่อยู่ในน้ำลึกประมาณ 30 เซนติเมตร เพื่อให้ลูกอ๊อดได้ว่ายน้ำ และพยายามอย่าให้มีช่องว่างด้านข้างกระชัง เพราะลูกกบจะพยายามปีนป่ายขอบกระชัง

2.4.2 กระชังที่ใช้เลี้ยงกบอายุ 1 เดือนขึ้นไป จนกระทั่งจับขาย โดยแขวนกระชังในบ่อปลาให้ก้นกระชังอยู่ในน้ำลึกประมาณ 20 เซนติเมตร ขอบกระชังอยู่เหนือผิวน้ำประมาณ 1 เมตรเพื่อป้องกันกบกระโดด หากขอบกระชังต่ำต้องปิดฝากระชัง ใต้กระชังใช้แผ่นกระดาษหนุนเอาไว้ เพื่อให้เกิดส่วนนูนในกระชัง แพที่ใช้อาจทำโดยใช้ไม้ไผ่ ใส่ผักบุ้งหรือพืชน้ำชนิดอื่นๆลงในกระชัง เพื่อให้กบได้เกาะอาศัย โดยคัดขนาดลูกกบที่มีขนาดเท่าๆกันปล่อยลงเลี้ยงในกระชังเดียวกัน

2.5 อาหารและการให้อาหารกบ

โดยธรรมชาติแล้วกบจะชอบกินอาหารมีชีวิตที่เคลื่อนที่ได้ เช่น แมลง ลูกปลา ลูกกุ้ง ปลวก หนอน ไส้เดือน เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันการเลี้ยงกบได้พัฒนาการเลี้ยงเพื่อการค้ามากขึ้น จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอาหารที่ใช้เลี้ยงกบไปด้วย สำหรับอาหารของกบสามารถแบ่งออกได้ 5 ประเภทใหญ่คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 อาหารสำเร็จรูป อาหารสำเร็จรูปสำหรับการใช้เลี้ยงกบนี้จะมีคุณค่าทางอาหารค่อนข้างครบถ้วน โดยหลักในการเลือกซื้อจะต้องพิจารณาอาหารที่มีคุณภาพดี มีระดับโปรตีนสูงตามความต้องการของกบระยะต่างๆ และมีราคาถูกเพื่อเป็นการลดต้นทุนการผลิต

2.5.2 อาหารธรรมชาติ อาหารกบธรรมชาติที่ใช้เลี้ยงลูกอ๊อด ได้แก่ ไรแดง โรติเฟอร์ หนอนแดง แพลงค์ตอนพืช แพลงค์ตอนสัตว์ ลูกแมลงต่างๆในน้ำ เป็นต้น ซึ่งอาหารธรรมชาติเหล่านี้โดยมากะทำการเพาะไว้สำหรับการอนุบาลลูกอ๊อดในบ่อดิน ส่วนการอนุบาลลูกอ๊อดในบ่อซีเมนต์สามารถเพิ่มอาหารธรรมชาติ โดยการเพาะไรแดง โรติเฟอร์ หรือหนอนแดง ในบ่อซีเมนต์แยกต่างหาก แล้วจึงนำอาหารธรรมชาติเหล่านี้เทลงในบ่อลูกอ๊อดเพื่อให้ลูกอ๊อดกิน

2.5.3 อาหารมีชีวิต อาหารมีชีวิตที่ใช้เลี้ยงกบ ได้แก่ ลูกปลา ลูกกุ้งฝอย ลูกปู ลูกเขียด ปลาเป็ด ปลาเบญจพรรณ หนอนแมลงวัน เป็นต้น ซึ่งอาหารธรรมชาติเหล่านี้โดยมากผู้เพาะกบจะนำมาให้กบกินเป็นอาหารเสริม เพื่อลดปริมาณการให้อาหารสำเร็จรูป ในการลดต้นทุนค่าอาหาร และเป็นการเสริมโปรตีนให้แก่พ่อแม่พันธุ์ โดยเฉพาะในช่วงใกล้ฤดูผสมพันธุ์ จะทำให้กบมีความสมบูรณ์เพศเร็วขึ้น มีดารเจริญเติบโตที่ดีขึ้น และมีอัตราการตายต่ำ (Latsamy and Preston. 2008)

2.5.4 อาหารสด อาหารสดที่ใช้เลี้ยงกบ ได้แก่ เนื้อปลาสับเป็นชิ้นเล็กๆ เนื้อปลาบด เศษเครื่องในไก่ เศษเครื่องในหมู เศษเครื่องในปลา โดยนำมาสับเป็นชิ้นเล็กๆแล้นำไปใช้เลี้ยงกบเสริมจากการให้อาหารสำเร็จ เพื่อเป็นการเพิ่มโปรตีนให้กับกบได้อีกทางหนึ่ง

2.5.5 อาหารผสม อาหารผสมเป็นอาหารที่ได้จากการนำเอาวัตถุดิบอาหารหลายๆชนิดมาผสมกันให้เข้ากัน เช่น การผสมรำละเอียด ปลายข้าว ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลาเป็ดบดละเอียด เกลือแร่และวิตามิน ในอัตราส่วนตามสูตรแล้วนำมาผสมให้เข้ากัน สำหรับสูตรการผลิตอาหารผสมมีหลายสูตรด้วยกัน แต่สูตรอาหารที่มีการแนะนำให้เกษตรกรผลิตขึ้นมาใช้เองนั้น คือ สูตรอาหารผสม สปช.12 (ตารางที่ 2.1) ที่ผลิตโดย กลุ่มวิจัยอาหารสัตว์น้ำ สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง

การให้อาหารกบ ควรให้อาหารเป็นเวลา โดยให้วันละ 2 ครั้ง คือเช้าและเย็น แต่ไม่ควรเกิน 3 ครั้ง โดยในการให้อาหารในตอนเช้าควรให้ในบริเวณที่มีที่กำบัง ส่วนในตอนเย็นสามารถวางไว้ในที่โล่งแจ้งได้ เนื่องจากกบจะออกจากแหล่งที่ซ่อนเพื่อไปหาอาหารกินในตอนกลางคืน สำหรับปริมาณอาหารที่ให้ ในแต่ละวันกบจะกินอาหารได้มากหรือน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ขนาดและน้ำหนักของกบ อุณหภูมิ ปริมาณความแรงของฝนที่ตก เสียงรบกวน ตลอดจนการถ่ายเทน้ำ และการทำความสะอาด ซึ่งหากกบอยู่ในสภาพปกติจะกินอาหารประมาณ 3-5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว ดังนั้นจึงควรมีการประมาณน้ำหนักของกบที่เลี้ยงทั้งหมดเพื่อนำมาคำนวณหาน้ำหนักอาหารที่จะให้ต่อวัน และในการเปลี่ยนชนิดอาหารของกบแต่ละครั้ง ควรจะค่อยๆมีการปรับเปลี่ยนทีละน้อยโดยการผสมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดิมกับอาหารใหม่เข้าด้วยกันในอัตราส่วนที่ลดหลั่นไปเรื่อยๆ จนสามารถให้อาหารใหม่ได้ นอกจากนี้ก่อนถึงฤดูผสมพันธุ์ควรให้อาหารที่มีโปรตีนสูงและควรให้อาหารสมทบ รวมทั้งวีตามินอีเพื่อช่วยในระบบสืบพันธุ์ของกบอีกด้วย (วินัย จั่นทับทิม และคณะ. มปป.)

ตารางที่ 2.1 สูตรอาหารผสม สปช.12

วัตถุดิบ	เปอร์เซ็นต์
ปลาป่น	56
รำละเอียด	12
กากถั่วลิสงป่น	12
แป้งข้าวเหนียว	14
น้ำมันปลา	4
วิตามิน+แร่ธาตุ	1.6
สารเหนียว	0.4
รวม	100

ที่มา: ธนากร อรรถภิรมย์. (2554)

2.6 การใช้โปรตีนทดแทนในอาหารกบ

กบเป็นสัตว์กินเนื้อ จึงต้องการโปรตีนในอาหารค่อนข้างสูง ลูกกบในระยะลูกอ๊อดอายุ 1-30 วัน มีความต้องการอาหารที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 38 เปอร์เซ็นต์ ลูกกบเล็กและกบรุ่นอายุ 30-60 วัน จะต้องการอาหารที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำว่า 32 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในกบใหญ่อายุ 60-90 วัน จะต้องการอาหารที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 26 เปอร์เซ็นต์ ทองยุ่น ทองคลองไทร (2544) ได้สร้างสูตรอาหารสำหรับกบระยะต่าง ๆ (ตารางที่ 2.2) ซึ่งหากกบได้รับโปรตีนในระดับที่ต่ำกว่าที่ร่างกายต้องการจะส่งผลให้กบเจริญเติบโตช้า ร่างกายอ่อนแอ และมีขนาดเล็ก และจะใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานจึงจะได้น้ำหนักตามที่ต้องการของตลาด สำหรับพ่อแม่พันธุ์ในฤดูผสมพันธุ์จะต้องการอาหารที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 26 เปอร์เซ็นต์ และถ้าอยู่ในฤดูผสมพันธุ์จะต้องการอาหารที่มีโปรตีนสูง เพราะอาหารที่มีโปรตีนสูงจะทำให้กบมีความพร้อมในการผสมพันธุ์ได้เร็วขึ้น (ชูศักดิ์ แสงธรรม. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สูตรอาหารผสมของกบที่ประกอบด้วยโปรตีนระดับต่าง ๆ

วัตถุดิบ (กิโลกรัม)	ระดับโปรตีน (เปอร์เซ็นต์)				
	26	29	32	35	38
รำละเอียด	32.0	30.0	28.0	22.0	13.0
ปลายข้าว	21.0	15.5	10.0	8.5	10.5
กากถั่วเหลือง	29.5	34.0	39.5	43.0	43.0
ปลาป่น	14.0	17.0	19.0	23.0	30.0
ไดแคลเซียมฟอสเฟต	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
เกลือ	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
พรีมิกซ์	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
สารเหนียว	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
รวม	100	100	100	100	100

ที่มา: ทองยุ่น ทองคลองไทร (2544)

ปลาป่น เป็นวัตถุดิบที่นิยมนำมาเป็นแหล่งโปรตีนหลักของการผลิตอาหารสัตว์ทั่วไป โดยเฉพาะอาหารสัตว์น้ำเนื่องจากปลาป่นเป็นวัตถุดิบที่มีโปรตีนคุณภาพสูง ประมาณ 50 – 60 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยมีกรดอะมิโนครบถ้วนมีแคลเซียม และฟอสฟอรัส อีกทั้งยังมีกลิ่นที่ช่วยกระตุ้นให้ปลาหรือสัตว์น้ำมีความอยากกินอาหารเพิ่มขึ้น ปลาป่นที่นำมาเป็นวัตถุดิบผสมอาหารสัตว์น้ำไม่ควรมีสิ่งปลอมปนของ ทราย เปลือกหอย ปุ๋ยยูเรีย หรือวัตถุดิบชนิดอื่นๆเพราะจะทำให้คุณภาพของปลาป่นลดลงดังนั้นจึงควรเลือกปลาป่นที่มีคุณภาพดี เลือกซื้อปลาป่นจากแหล่งที่เชื่อถือได้ ผู้ผลิตปลาป่นมีใบอนุญาตถูกต้องตามกฎหมาย สามารถตรวจสอบย้อนกลับตามมาตรฐานการประมง หรือยึดถือแนวทางการประมงอย่างยั่งยืน การเลี้ยงสัตว์น้ำต้นทุนส่วนใหญ่เป็นค่าอาหาร ในขณะเดียวกับความต้องการปลาป่นมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารสัตว์น้ำเพิ่มขึ้น แต่ผลผลิตสัตว์น้ำกลับไม่ได้เพิ่มขึ้นตามราคาวัตถุดิบเนื่องจากปลาทะเลถูกจับขึ้นมาใช้เกินกำลังการผลิต ปลาที่นำมาแปรรูปเป็นปลาป่นจึงน้อยลง ส่งผลให้ราคาปลาป่นมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยมีรายงานว่า 35 เปอร์เซ็นต์ของปลาที่จับได้ทั่วโลกจะถูกนำมาใช้ทำเป็นปลาป่น ซึ่งการผลิตปลาป่น 1 กิโลกรัม ต้องใช้ปลาป่นเป็นวัตถุดิบถึง 4 กิโลกรัม (ยงยุทธ ทักษิญ. 2554) การหาวัตถุดิบที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาทดแทน จึงจะเป็นแนวทางในการลดต้นทุนค่าอาหารลงได้ จึงทำให้มีผู้คิดค้นสูตรอาหารโดยใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลือง และธัญพืช ทดแทนปลาป่น อรรณพ อิ่มศิลป์ และคณะ (2553) ได้ทำการทดลองโดยใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองเป็นโปรตีน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดแทนปลาป่นที่ระดับต่างๆ ในการเลี้ยงกบนา พบว่า ระดับโปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นสำหรับเลี้ยงกบนาที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารแล้วพบว่าต้นทุนถูกที่สุดเพียง 20.33 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ยังส่งผลให้กบนามีการเจริญเติบโตที่ดีอีกด้วย เนื่องจากกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นครบถ้วนทั้ง 10 ชนิด ยงยุทธ ทักษิญ และ พิสมัย สมสืบ (2548) ทำการทดลองโดยนำโปรตีนข้าวโพด ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตแป้งข้าวโพดและมีราคาถูกกว่าปลาป่น มาทำการศึกษาโดยใช้โปรตีนจากข้าวโพดทดแทนปลาป่น 2 ระดับ คือ 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรตีนข้าวโพดที่ผ่าน/ไม่ผ่าน ขบวนการหมักนึ่ง ผลการทดลองพบว่าสามารถใช้โปรตีนข้าวโพดที่ผ่านขบวนการหมักแทนที่ปลาป่นในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์มาผสมในอาหารเลี้ยงกบนาได้ดี โดยมีต้นทุนการเลี้ยงกบนาในกระชัง 33.12 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งอาหารสูตรนี้จะมีโปรตีน 37 เปอร์เซ็นต์ และค่าระดับพลังงานรวม 450 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัมอาหาร โดยหากเปรียบเทียบต้นทุนการเลี้ยงกบนาโดยใช้โปรตีนจากพืชและปลาป่น พบว่า การเลี้ยงกบนาที่ทำโดยใช้อาหารที่ทำจากโปรตีนพืช มีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 33-34 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่การเลี้ยงกบนาโดยใช้อาหารที่ทำจากปลาป่น จะมีต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 38-39 บาทต่อกิโลกรัม(สมพงษ์ บัวแย้ม. 2553) ทั้งนี้การใช้โปรตีนจากพืชมาทดแทนปลาป่นในอาหารสัตว์และสามารถให้ประโยชน์แก่สัตว์ได้อย่างเต็มที่นั้นมีเพียงพืชบางชนิดเท่านั้น เนื่องจากพืชบางชนิดมีแร่ธาตุอาหารไม่ครบถ้วนหรืออาจมีการปลอมปนของวัตถุดิบอื่นๆ (เกรียงไกร สหัสสานนท์. 2555)

2.7 ลักษณะทั่วไปของจิ้งหรีด

จิ้งหรีด (Cricket) เป็นแมลงจำพวกหนึ่ง อยู่ในวงศ์ Gryllidae ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นวงศ์ย่อยต่าง ๆ อีกจำนวนหนึ่ง จัดเป็นแมลงชนิดหนึ่งที่พบได้ทั่วทุกภูมิภาคของโลก โดยเฉพาะในสภาพภูมิอากาศร้อนและชื้น มีนิสัยชอบกัดกินต้นอ่อน และส่วนอ่อน ๆ ของพืชเป็นอาหาร จิ้งหรีดมีหลายชนิด และมีขนาด รูปร่างแตกต่างกันไป ลักษณะพฤติกรรมของจิ้งหรีดแตกต่างไปจากแมลงชนิดอื่น คือ การส่งเสียงร้องและการผสมพันธุ์ การส่งเสียงร้องจะใช้ปีกสีกันทำให้เกิดเสียงดัง ส่วนการผสมพันธุ์ตัวเมียจะคร่อมบนเพศผู้ จิ้งหรีดเป็นแมลงชนิดหนึ่งที่มีฟันแข็งแรงใช้กัด มีตารวมหนวดยาว ขาคู่หลังขนาดใหญ่ และแข็งแรง กระโดดเก่ง เพศเมียมีปีกเรียบ และมีอวัยวะที่ใช้ในการวางไข่ ลักษณะแหลมยาวคล้ายเข็มยื่นออกมาจากส่วนท้อง ส่วนเพศผู้จะมีปีกคู่หน้าย่นสามารถทำให้เกิดเสียงได้เมื่อใช้ปีกสีกันจิ้งหรีดถือเป็นแมลงที่มีขนาดลำตัวปานกลางเมื่อเทียบกับแมลงโดยทั่วไป มีปีก 2 คู่ คู่หน้าเนื้อปีกหนากว่าคู่หลัง ปีกเมื่อพับจะหักเป็นมุมที่ด้านข้างของลำตัว ปีกคู่หลังบางพับได้แบบพัดสอดเข้าไปอยู่ใต้ปีกคู่หน้า ปากเป็นชนิดกัดกิน หัวกับอกมีขนาดกว้างไล่เลี่ยกัน ขาคู่หลังใหญ่และแข็งแรงใช้สำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระโดด ตัวผู้มีอวัยวะพิเศษสำหรับทำเสียงเป็นฟันเล็ก ๆ อยู่ตามเส้นปีกบริเวณกลางปีก ใช้กรีดกับแผ่นทำเสียงที่อยู่บริเวณท้องปีกของปีกอีกข้างหนึ่ง อันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะที่เป็นที่รู้จักกันดีของจิ้งหรีด ขณะที่ตัวเมียจะไม่สามารถทำเสียงดังนั้นได้ และจะมีอวัยวะสำหรับใช้วางไข่เป็นท่อยาว ๆ บริเวณก้นคล้ายเข็ม เห็นได้ชัดเจน(ลีลา กญิกนันท์ และ จารึก ศักดิ์วัฒนกำจร. 2545) จิ้งหรีดที่พบได้ทั่วไปในประเทศไทย ซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลายมี 4 ชนิด คือ จิ้งหรีดทองแดง จิ้งหรีดเล็ก จิ้งโกร่ง และจิ้งหรีดทองดำ โดยการทดลองในครั้งนี้ ได้ใช้จิ้งหรีดทองดำในการศึกษาโปรตีนทดแทน

ภาพที่ 2.3 ลักษณะทั่วไปของจิ้งหรีด
ที่มา:http://www.taradhuait.com/market/classified/100217

จิ้งหรีดทองดำ มีชื่อสามัญ คือ Common black cricket มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Acheta bimaculatus* De Gree มีลำตัวสีดำ ยาวประมาณ 3 เซนติเมตร ตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 15 วัน อาหารเลี้ยงจิ้งหรีด ได้แก่ อาหารผักสด หญ้าขน ผักปราบ สัปปะรด และอาหารไก่ สำหรับการเพาะพันธุ์ในโหลแก้วควรเลี้ยงโดยใช้ตัวผู้ 1 ตัว ตัวเมีย 2 ตัว หลังจากนั้นประมาณ 2 สัปดาห์จึงย้ายตัวอ่อนลงเลี้ยงในบ่อซีเมนต์ ใช้ดินร่วนปนทรายรองก้นบ่อสูงประมาณ 2-3 เซนติเมตร โดยรักษาความชื้นภายในรัง ไม่ให้มากหรือน้อยเกินไป ควรพ่นน้ำทุก 3 วัน และเลี้ยงในพื้นที่ที่โล่งมีอากาศถ่ายเทได้ดี (ทัศนีย์ แจ่มจรรยา และคณะ. 2534)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 วงจรชีวิตของจิ้งหรีดและการวางไข่

ลีลา กญิกนันท์ และ จารึก ศักดิ์วัฒนกำจร (2545) ทำการศึกษาวงจรชีวิตของจิ้งหรีดโดยพบว่า การลอกคราบของจิ้งหรีด เพื่อเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัย จะเกิดโดยการแตกกลางลำตัวที่ปล้องอกก่อนตัวอ่อนวัย 4 โดยขณะกำลังลอกคราบใหม่นั้น ปีกจะมีลักษณะขาวและสั้น ใช้ระยะเวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นปีกจะยื่นยาวคลุมลำตัวจนถึงอวัยวะวางไข่ โดยเริ่มจากปีกล่างก่อน หนวดจะยาวกว่าลำตัว ใช้เวลาพัฒนาเป็นตัวสมบูรณ์ประมาณ 2 ชั่วโมง โดยการลอกคราบจะเกิดขึ้นได้ทั้งในเวลากลางวันและกลางคืน และมักจะไม่พบคราบให้เห็น เนื่องจากจิ้งหรีดเป็นสัตว์ที่ชอบกินคราบ การลอกคราบในระยะตัวอ่อนจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ใช้เวลาประมาณ 30นาที ถึง 1 ชั่วโมง เมื่อเป็นตัวเต็มวัยได้ประมาณ 1 วัน ตัวผู้จะเริ่มมีการส่งเสียงร้อง และเมื่อเป็นตัวเต็มวัยได้ 2 วัน จึงจะเริ่มมีความต้องการผสมพันธุ์ ในการผสมพันธุ์แต่ละครั้งจะใช้ระยะเวลาไม่แน่นอน ประมาณ 30 วินาที ถึง 2 นาที หลังจากผสมพันธุ์ประมาณ 2 วันแล้ว ตัวเมียจะเริ่มวางไข่ การวางไข่จะใช้ระยะเวลาประมาณ 30 วินาที ถึง 3 นาที ซึ่งในการผสมพันธุ์และการวางไข่นั้นสามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในกลางวันและกลางคืน การส่งเสียงร้องเพื่อต้องการผสมพันธุ์นั้นจะมีเสียงสั้นช้าๆและหยุด โดยจิ้งหรีดสามารถผสมพันธุ์และวางไข่ได้วันละหลายครั้ง หลังจากนั้นจะหยุดผสมพันธุ์ประมาณ 1 สัปดาห์และตายไป

ลีลา กญิกนันท์ และ จารึก ศักดิ์วัฒนกำจร (2545) ศึกษาอัตราการวางไข่ของจิ้งหรีด โดยการนำจิ้งหรีดตัวเต็มวัยอายุ 1 วัน จำนวน 3คู่ แยกใส่ตู้เลี้ยง จำนวน 3 ตู้ และนำจานแก้วใส่ดินลงในตู้ทดลองเพื่อศึกษาอัตราการวางไข่ เป็นระยะเวลา 45 วัน ผลการทดลองพบว่า ในช่วงระยะเวลา 5 วันแรก พบว่ามีอัตราการวางไข่มากที่สุด จำนวน 2453, 355 และ 2631 ฟอง ในตู้ทดลองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ จากนั้นการวางไข่จะลดลง มีอัตราไม่แน่นอน ประสิทธิภาพการวางไข่จะมากในระยะ 20 วันแรก หลังจากนั้นในช่วงวันที่ 21-30 อัตราการวางไข่ลดจำนวนลง เท่ากับ 330, 116 และ 109 ฟอง และในช่วงวันที่ 31-40 จะมีการวางไข่น้อยมากจนไม่มีเลย คือ 122, 2 และ 0 ฟอง ตามลำดับ

2.9 คุณค่าทางอาหารของจิ้งหรีด

แมลงเป็นอาหารมาจากวัฒนธรรมการบริโภค ชนพื้นเมืองในหลายประเทศมีการนำแมลงมาเป็นอาหารในประเทศไทยมีรายงานแมลงกินได้ จำนวน 154 ชนิด โดยแมลงที่คนไทยส่วนใหญ่รู้จักและนำมารับประทาน ได้แก่ จิ้งหรีด ตั๊กแตน จิ้งโกร่ง เป็นต้น การทำฟาร์มแมลงจิ้งหรีด เริ่มต้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2543 จำนวน 42 บ่อ สามารถเลี้ยงได้ 7 รุ่นต่อปี โดยผลผลิตแมลงกินได้มีหลากหลายรูปแบบ เช่น การขายตัวสด และการขายแช่แข็ง โดยจากการศึกษาคุณค่าทางอาหารของจิ้งหรีด พบว่า จิ้งหรีด 100 กรัม ให้พลังงาน 121.15 กิโลแคลอรี โปรตีน 12.9 กรัม ไขมัน 5.5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 5.1 กรัม เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.5 มิลลิกรัม แคลเซียม 75.8 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 185.3 มิลลิกรัม โปตัสเซียม 305.5 มิลลิกรัม วิตามิน บี1 0.36 มิลลิกรัม วิตามิน บี2 1.91 มิลลิกรัม และไนอาซิน 3.10 มิลลิกรัม (บุญทิวา วาทิรอยรัมย์. 2544) และเมื่อนำมาแลงมาคั่วหรือทอดปริมาณของสารอาหารบางอย่างจะเพิ่มขึ้น (ทัศนีย์ แจ่มจรรยา และ ยุพา หาญบุญทรง. 2543) กัณฑ์วีร์ วิวัฒน์พาณิยช์ (2542) ได้ศึกษาคุณค่าทางอาหารของแมลงต่าง ๆดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 เปรียบเทียบคุณค่าทางอาหารของจิ้งหรีดและแมลงชนิดอื่นๆ

ชื่อแมลง	ความชื้น (กรัม)	โปรตีน (กรัม)	ไขมัน (กรัม)	สารประกอบจำพวกแป้งและน้ำตาล (กรัม)	กาก (กรัม)	เถ้า (กรัม)	พลังงาน (กิโลแคลอรี)
แมลงกระชอน	71.2	15.4	6.3	1.7	2.7	2.7	125.1
แมลงกินูน	74.1	13.4	1.4	2.9	5.0	3.2	77.8
แมลงกุดจี่	68.4	17.2	4.3	0.2	7.0	2.9	108.3
จิโป่ม	73.3	12.8	5.7	2.6	3.1	2.5	112.9
จิ้งหรีด	71.4	12.9	5.5	5.1	3.0	2.1	121.5
แมลงดานา	63.2	19.8	8.3	2.1	5.0	2.6	162.3
ดักแด้ไหม	80.6	9.6	5.6	2.3	1.0	0.9	98.0
ตั๊กแตนเล็ก	61.1	20.6	6.1	3.9	4.0	4.3	152.9
ตั๊กแตนใหญ่	76.7	14.3	3.3	2.2	2.4	1.1	95.7
แมลงตับเต่า	61.2	21.0	7.1	0.3	7.6	2.8	149.1
มดแดง	74.0	13.9	3.5	2.9	4.0	1.7	98.7
ตัวเป้ง	66.1	12.7	12.5	4.9	2.8	1.0	182.9
ไข่มดแดง	81.9	7.0	3.2	6.5	0.8	0.6	82.8

ที่มา: กัณฑ์วีร์ วิวัฒน์พาณิยช์ (2542)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 สัตว์ทดลอง

3.1.1 พ่อพันธุ์และแม่พันธุ์กบนา จากแผนกประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสระแก้ว

3.1.2 จิ้งหรีดทองดำ จากตลาดโรงเกลือ อ.อรัญประเทศ จ.สระแก้ว

3.2 วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ประกอบด้วย 5 ชุดการทดลอง(treatment) ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ (replication) มีระดับโปรตีนในอาหารเท่ากันที่ 35 เปอร์เซ็นต์ โดยแต่ละชุดการทดลองใช้ระดับของโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนระดับของโปรตีนจากปลาป่นในอาหารกบนาแตกต่างกัน 5 ระดับ ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 0 เปอร์เซ็นต์(ไม่ผสมจิ้งหรีดป่น)

ชุดการทดลองที่ 2 ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 25 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 3 ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 50 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 4 ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 75 เปอร์เซ็นต์

ชุดการทดลองที่ 5ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น 100 เปอร์เซ็นต์(ไม่ผสมปลาป่น)

3.3 อุปกรณ์และสารเคมี

3.3.1 อุปกรณ์

3.3.1.1 เครื่องกลั่น ยี่ห้อ Gerhardt Model 7620

3.3.1.2 เครื่องย่อย ยี่ห้อ Gerhardt Model Turmotherm

3.3.1.3 ชุดวิเคราะห์ไขมัน (Soxhlet Apparatus) ยี่ห้อ FALC รุ่น BE 4250

3.3.1.4 เตาเผา (Furnace) ยี่ห้อ Carbolite รุ่น 301

3.3.1.5 ตู้อบไอร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Shell Lab รุ่น FX1350

3.3.1.6 ขวดชั่งอลูมิเนียม

3.3.1.7 คีมคีบ (Crucible tong)

3.3.1.8 Crucible

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.3.1.9 Soxhlet

3.3.1.10 เครื่องแก้วต่างๆ

3.3.2 สารเคมี

3.3.2.1 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.3.2.2 โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)

3.3.2.3 คอปเปอร์ซัลเฟต($CuSO_4$)

3.3.2.4 กรดซัลฟิวริก (H_2SO_4)

3.3.2.5 ปิโตรเลียมอีเทอร์

3.3.2.6 กรดบอริค (H_3BO_3)

3.3.2.7 เมทิลเรด

3.3.2.8 โบรโมครีซอลกรีน

3.3.2.9 เอทานอล (C_2H_6O)

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 อาหารทดลอง

นำจิ้งหรีดที่เตรียมไว้มานึ่งเป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปตากแดด และนำจิ้งหรีดที่ได้มาบดให้ละเอียด (ภาพภาคผนวกที่ 1-3) นำวัตถุดิบอาหารไปวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมี (proximate analysis) เพื่อหาปริมาณ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า และความชื้นในอาหาร(ตารางที่ 3.1) กำหนดปริมาณวัตถุดิบอาหารของแต่ละสูตร (ตารางที่ 3.2) ชั่งน้ำหนักวัตถุดิบอาหารแล้วนำมาผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยมีข้าวโพดป่นและปลายข้าวช่วยให้อาหารมีความเหนียวมากขึ้น ผสมน้ำให้มีความเหนียวพอประมาณ นำอาหารไปนึ่งให้สุกจากนั้นนำมาอัดเป็นเส้นโดยใช้เครื่องบดเนื้อที่มีเส้นผ่านรูหน้าแว่นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร (ภาพภาคผนวกที่ 4) นำอาหารที่ได้ผึ่งแดดให้แห้ง (ความชื้นในอาหารระหว่าง 10 – 15 เปอร์เซ็นต์) แล้วนำมาหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำอาหารใส่ถุงแล้วเก็บอาหารไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ ประมาณ 4 - 10 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ตลอดการทดลอง สุ่มแบ่งอาหารทดลองของแต่ละสูตรเพื่อนำไปวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

148466

ตารางที่ 3.1 คุณค่าทางอาหารของวัตถุดิบอาหารสัตว์

วัตถุดิบ	โปรตีน (เปอร์เซ็นต์)	ไขมัน (เปอร์เซ็นต์)	ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	เถ้า (เปอร์เซ็นต์)	คาร์โบไฮเดรต (เปอร์เซ็นต์)
จิ้งหรีด	55.263	21.408	6.516	2.646	14.164
รำละเอียด	13.006	16.177	8.259	7.602	54.954
ปลายข้าว	6.786	1.164	10.600	0.064	81.383
กากถั่วเหลือง	34.827	0.776	8.291	8.817	47.287
ข้าวโพดป่น	7.480	4.015	9.810	1.426	77.265
ปลาป่น	44.927	3.939	6.554	40.551	4.027

ตารางที่ 3.2 องค์ประกอบวัตถุดิบอาหารที่ใช้ในการทดลอง

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1 ปลาป่น100% (กรัม)	สูตรที่ 2 จิ้งหรีด 25% (กรัม)	สูตรที่ 3 จิ้งหรีด 50% (กรัม)	สูตรที่ 4 จิ้งหรีด 75% (กรัม)	สูตรที่ 5 จิ้งหรีด 100% (กรัม)
ปลาป่น	70	52.5	35	17.5	0
จิ้งหรีด	0	14	28	42	56
กากถั่วเหลือง	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
รำ	5.5	6.5	8	9	11
ปลายข้าว	5	6.5	7.5	9	10
ข้าวโพดป่น	6	7	8	9	9.5
น้ำมันปลา	4	4	4	4	4
Mineral premix	2	2	2	2	2
Vitamin premix	2	2	2	2	2
รวม	**100**	**100**	**100**	**100**	**100**
% โปรตีน	35.07	35.07	35.08	35.09	35.04
พลังงาน (kCal/g. diet)	3.09	3.33	3.6	3.88	4.12
P.E ratio (mg/kCal)	113.65	105.25	97.53	90.47	85.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การเตรียมบ่อและกระชัง

เตรียมบ่อดินขนาด 3 x 4 เมตรจำนวน 1 บ่อ โดยการกำจัดวัชพืชบริเวณขอบบ่อให้สะอาด เติมน้ำในบ่อให้สูง 1.5 เมตร ตัดไม้ไผ่และต้นกระถินเพื่อปักหลักทำโครงกระชัง ทำสะพานเดินเพื่อให้อาหารกบ ตรวจสอบคุณภาพน้ำ ตรวจสอบการกินอาหาร และเก็บรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ทำการกางกระชังที่ทำด้วยตาข่ายสีฟ้า ขนาด 0.5 x 0.5 x 1.0 เมตร จำนวน 20 กระชัง ด้านบนกระชังกางด้วยตาข่ายพรางแสง (slant) เพื่อป้องกันแสงแดด และป้องกันกบหลบหนีออกนอกกระชัง ด้านในของกระชังใส่แผ่นโฟมสี่เหลี่ยมขนาด 30 x 30 เซนติเมตร เพื่อเป็นที่ให้อาหารกบ (ภาพภาคผนวกที่ 5-6)

3.4.3 การเตรียมสัตว์ทดลอง

คัดกบพ่อแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดีตรงตามสายพันธุ์ และทำการเพาะพันธุ์กบนาโดยใช้กบพ่อแม่พันธุ์ชุดเดียวกัน แล้วอนุบาลด้วยอาหารปลาดุกสำเร็จรูปชนิดผงโปรตีน 38 เปอร์เซ็นต์ จนกระทั่งลูกกบอายุ 1 เดือนจึงเปลี่ยนอาหารเม็ดลูกกบเบอร์ 1 โปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ เพื่อให้กบคุ้นเคยกับอาหารเม็ด แล้วทำการคัดลูกกบที่มีขนาด และน้ำหนักใกล้เคียงกัน นำมาชั่งน้ำหนักวัดขนาดความยาว แล้วบันทึกไว้ เสร็จแล้วจึงนำลูกกบนาลงเลี้ยงในกระชัง จำนวน 20 กระชัง กระชังละ 20 ตัว

3.4.4 การดำเนินการทดลอง

ปล่อยกบนาน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย17.00 ± 0.50 กรัมความยาวเฉลี่ยเริ่มต้น 8.1+0.42 เซ็นติเมตรจำนวน 20 ตัวต่อชุดการทดลอง ให้อาหารกบวันละ 2 ครั้ง เช้า เวลา 08.00 น. และเย็น เวลา 16.00 น. โดยให้กบกินอาหารจนอิ่ม หลังจากให้อาหารแล้ว ประมาณ 30 นาที ให้เก็บอาหารที่เหลือนำมาอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง นำอาหารที่อบแห้งแล้ววางไว้ให้เย็นนำไปชั่งน้ำหนักเพื่อนำข้อมูลไปคำนวณหาปริมาณอาหารที่กบกิน สุ่มชั่งน้ำหนัก วัดความยาวโดยวัดความยาวจากปากถึงปลายเท้า (ภาพภาคผนวกที่ 7-8) นับจำนวนลูกกบทุกๆ 2 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบการเจริญเติบโตและอัตรารอด และปรับปริมาณอาหาร เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ตรวจเช็คการกินอาหาร ตรวจสอบการชำรุดของกระชัง ทำความสะอาดกระชัง และถาดอาหารเพื่อป้องกันเชื้อโรคต่าง ๆ เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มตัวอย่างกบ ชุดการทดลองละ 1 ตัว นำมาชั่งน้ำหนัก และวัดขนาดความยาว จากนั้นนำกบมาชำแหละและชั่งน้ำหนักตับ (ภาพภาคผนวกที่ 9) แล้วนำกบและตับกบไปอบให้แห้งเพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกบ

3.4.5 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

วิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำในวันเริ่มทำการทดลองตลอดจนสิ้นสุดการทดลองเวลา 09.00 น. ดังนี้

3.4.5.1 อุณหภูมิน้ำ วิเคราะห์โดยใช้เทอร์โมมิเตอร์ ทุก ๆ 2 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5.2 ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) วิเคราะห์โดย เครื่องวัด pH meter ยี่ห้อ INDEX รุ่น Innovation Beyond 2000 ทุกๆ 2 วันความละเอียด 0 – 14.0 pH

3.4.5.3 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ วิเคราะห์โดยการไตรเตรทในช่วงเช้า ทุกๆ1 สัปดาห์

3.4.5.4 ปริมาณแอมโมเนีย วิเคราะห์โดยใช้ชุดทดสอบคุณภาพน้ำ ยี่ห้อ Vunique รุ่น V-color 9750 ความละเอียด 0.2-10.0 mg/l

3.4.5.5 ไนไตรท์วิเคราะห์โดยใช้ชุดทดสอบคุณภาพน้ำ ยี่ห้อ Tetra ความละเอียด <0.3 -33 mg/l

3.4.5.6 ไนเตรท วิเคราะห์โดยใช้ชุดทดสอบคุณภาพน้ำ ยี่ห้อ Tetra ความละเอียด <0.3 -33 mg/l

3.5 การบันทึกผลการทดลอง

บันทึกน้ำหนักและความยาวของกบ เมื่อเริ่มทำการทดลอง และบันทึกน้ำหนักและความยาวของกบทุก 2 สัปดาห์ บันทึกคุณภาพน้ำ เพื่อทราบผลของคุณภาพน้ำต่อการกินอาหารของกบและเมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มตัวอย่างกบ กระชังละ1 ตัว นำมาชั่งน้ำหนัก วัดขนาดความยาว แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลการตอบสนองของกบนาต่ออาหารทดลองประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (percent weight gain)ปริมาณอาหารที่กบกิน (total feed intake)น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (Daily weight gain) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (feed conversion ratio)

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อสิ้นสุดการทดลองนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย (Duncan's multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติทั้งหมดโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

3.7 สถานที่ทำการวิจัย

แผนกประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสระแก้ว จ.สระแก้ว และ ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.8 ระยะเวลาการดำเนินงานวิจัย

ใช้ระยะเวลาการดำเนินงาน 5 เดือน ระหว่างเดือนสิงหาคม-ธันวาคม 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

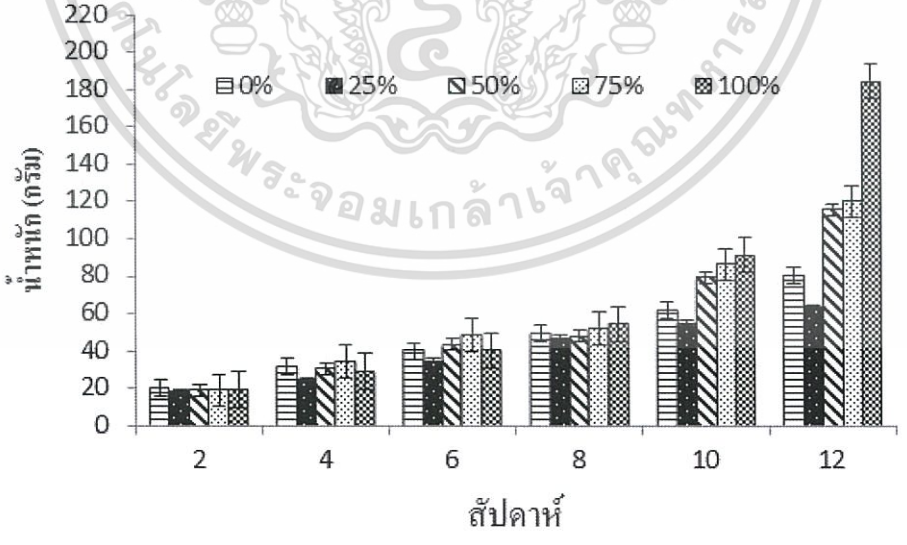
ผลการทดลอง

4.1 การเจริญเติบโต

จากการทดลองเลี้ยงกบนาที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์เป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า มีผลการทดลองดังนี้

4.1.1 น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย

กบนาเริ่มต้นการทดลอง มีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากับ 17.00 ± 0.50 กรัม เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 20 ตัวต่อกระชัง และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า กบนาที่กินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้ายเท่ากับ 80.30 ± 4.48, 63.30 ± 1.20, 115.75 ± 6.17, 119.95 ± 8.67 และ 184.5± 9.53 กรัม ตามลำดับ กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยสูงที่สุด เท่ากับ 184.5±9.53 กรัม ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)ในขณะที่กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้จิ้งหรีดเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยที่สุดในชุดการทดลอง (ภาพที่ 4.1 ตารางที่ 4.1)

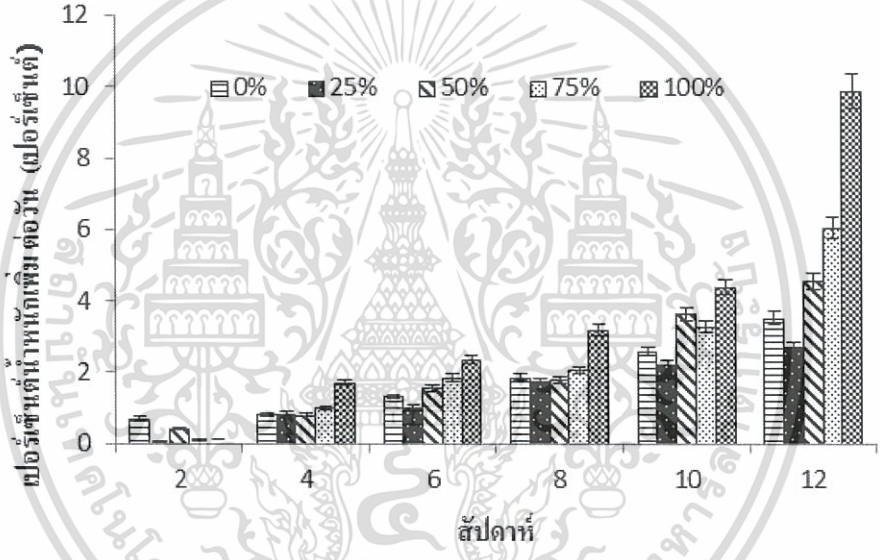


ภาพที่ 4.1 น้ำหนักของกบนาที่กินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มของกบนาที่กินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 368.75 ± 19.01, 273.55 ± 8.51, 584.12 ± 43.66, 606.70 ± 58.37 และ 990.70 ± 56.50 กรัม ตามลำดับ กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มสูงที่สุด เท่ากับ 990.7.±56.50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้จิ้งหรีดเป็นแหล่งโปรตีนทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มน้อยที่สุดในชุดการทดลอง (ภาพที่ 4.2 ตารางที่ 4.1)

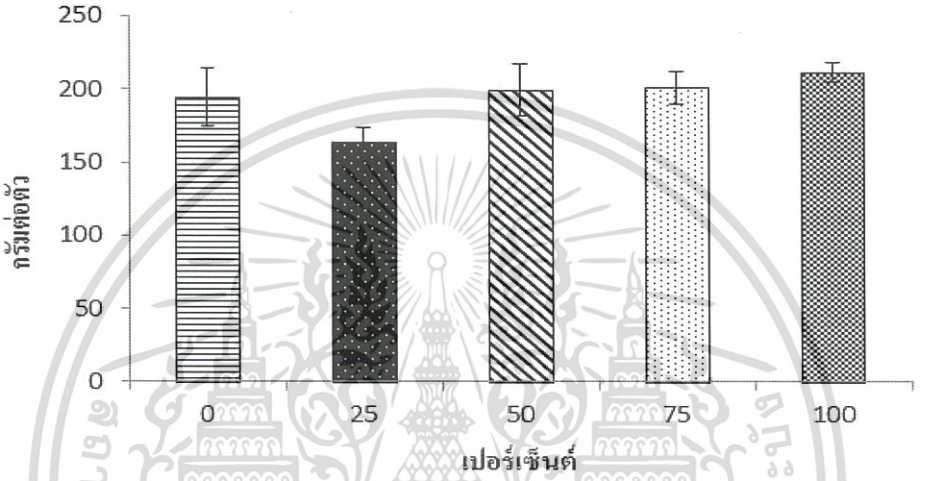


ภาพที่ 4.2 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มต่อวันของกบนาที่กินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 2, 4, 6, 8, 10 และ 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ปริมาณอาหารที่กบกิน

กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินอาหารน้อยที่สุดในชุดการทดลอง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณการกินอาหารที่ไม่แตกต่างกัน (ภาพที่ 4.3 ตารางที่ 4.1)

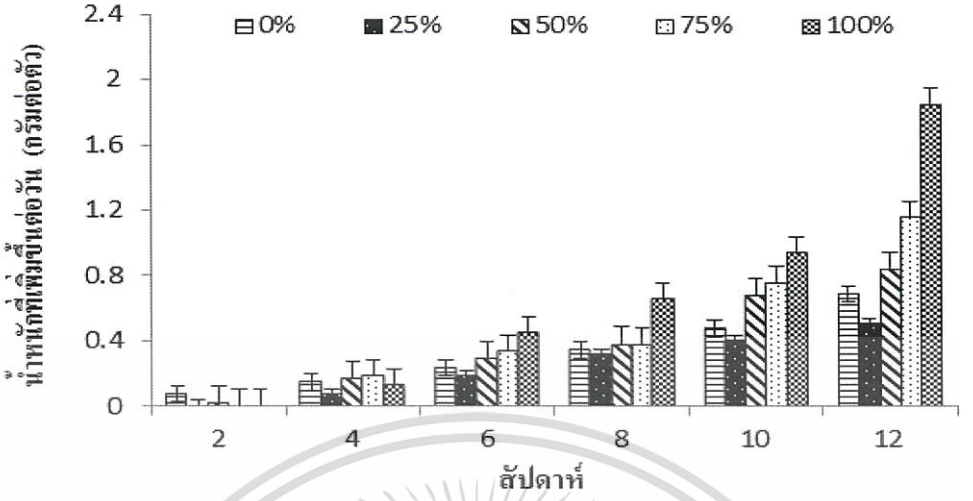


ภาพที่ 4.3 แสดงปริมาณอาหารที่กบกิน จากอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

4.1.4 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของกบนากินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเท่ากับ 0.70±0.05, 0.53±0.03, 1.16±0.11, 1.14±0.10 และ 1.86±0.10 กรัมต่อตัว ตามลำดับ กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันสูงสุดที่สุด เท่ากับ 1.86±0.10 กรัมต่อตัว ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) รองลงมาคือกบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ และที่ระดับ 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ พบว่ากบนามีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันน้อยที่สุด (ภาพที่ 4.4 ตารางที่ 4.1)

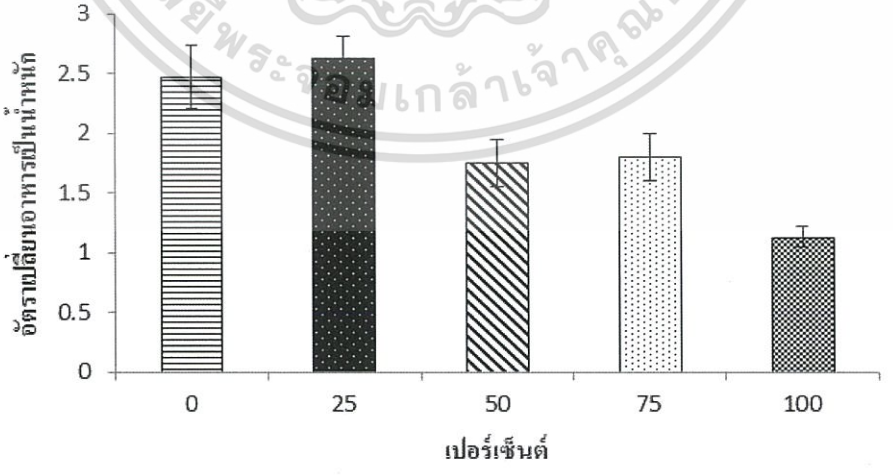
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันของกบนากินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

4.1.5 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก

กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีที่สุด โดยมีค่าเท่ากับ 1.13±0.09 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่อาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 50 และ 75 มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักรองลงมา มีค่าเท่ากับ 1.75±0.20 และ 1.80±0.20 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.5 ตารางที่ 4.1)

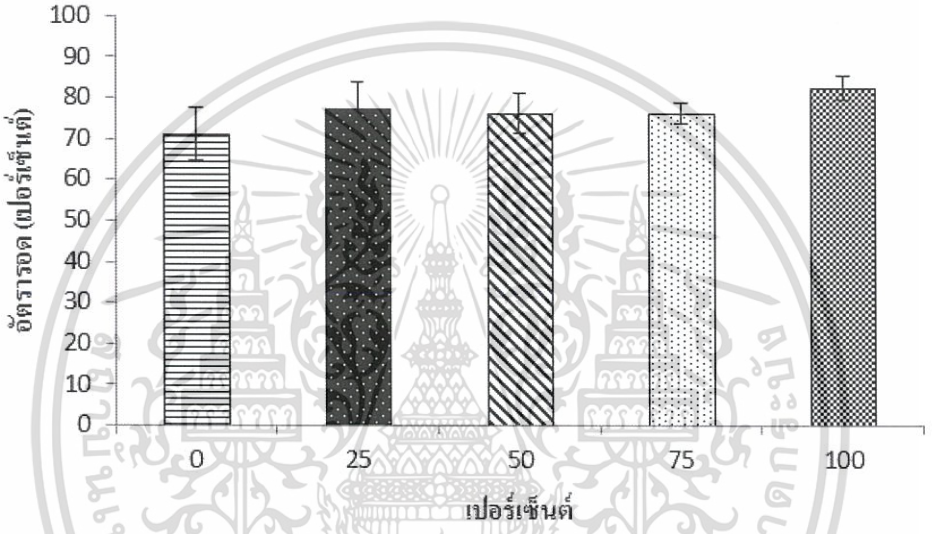


ภาพที่ 4.5 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักของกบนากินอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 อัตรารอด

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ100 เปอร์เซ็นต์มีอัตรารอดสูงที่สุดในชุดการทดลอง คิดเป็น 82.50±2.89 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่า กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรารอดที่ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรารอดน้อยที่สุดในการทดลอง (ภาพที่ 4.6 ตารางที่ 4.1)



ภาพที่ 4.6 อัตรารอดของกบนาที่กินอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 แสดงการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และอัตรารอดของกบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์

ดัชนี	โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นในอาหารกบนา (เปอร์เซ็นต์)				
	0	25	50	75	100
น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย (กรัม)	17.11±0.30[a]	17.02±0.11[a]	16.92±0.22[a]	16.98±0.19[a]	16.91±0.04[a]
น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ย (กรัม)	80.30±4.48[b]	63.60±1.20[a]	115.75±3.08[c]	119.95±8.67[c]	184.5±9.53[d]
เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (เปอร์เซ็นต์)	368.57±19.01[b]	273.55±8.51[a]	584.13±43.67[c]	606.70±58.37[c]	990.70±56.50[d]
ปริมาณอาหารที่กบกิน (กรัมต่อตัว)	195.03±19.73[b]	164.16±9.81[a]	199.97±18.05[b]	201.48±11.11[b]	212.23±6.50[b]
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน (กรัมต่อตัว)	0.70±0.05[b]	0.53±0.03[a]	1.16±0.11[c]	1.14±0.10[c]	1.86±0.10[d]
อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (เปอร์เซ็นต์)	2.47±0.27[c]	2.63±0.18[c]	1.75±0.20[b]	1.80±0.20[b]	1.13±0.09[a]
อัตรารอด (เปอร์เซ็นต์)	71.25±6.29[b]	77.50±6.45[ab]	76.25±4.79[ab]	76.25±2.50[ab]	82.50±2.89[a]

4.3 องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกบ

4.3.1 ปริมาณไขมันสะสมในตัวกบนา

ระดับไขมันในกบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 100 และ 50 เปอร์เซ็นต์ มีค่าใกล้เคียงกัน เท่ากับ 10.41±1.11 และ 12.04±1.13 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ระดับไขมันในกบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุดในชุดการทดลอง และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4.2)

4.3.2 โปรตีนในตัวกบนา

ระดับโปรตีนในกบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงที่สุด เท่ากับ 73.88±2.22 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกับอาหารที่ระดับ 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ส่วนอาหารที่ระดับ 0 และ 25 มีระดับโปรตีนในน้อยที่สุดในชุดการทดลอง และไม่มีความแตกต่างกัน (ตารางที่ 4.2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ปริมาณความชื้น

ปริมาณความชื้นในกบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2)

4.3.4 เถ้าในกบนา

ระดับเถ้าในกบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์เถ้าสูงที่สุดในการทดลอง โดยมีค่าเท่ากับ 20.00±1.10เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับทุกชุดการทดลอง ในขณะที่กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ เปอร์เซ็นต์เถ้าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4.2)

4.3.5 ไขมันที่สะสมในตับกบนา

ระดับไขมันที่สะสมในตับกบนา ที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 4.2)

ตารางที่ 4.2 องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกบนา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ดัชนี	โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนปลาป่นในอาหารกบนา (เปอร์เซ็นต์)				
	0	25	50	75	100
ปริมาณไขมันที่สะสมในตัวกบ (เปอร์เซ็นต์)	18.01±1.24^{c}	13.52±2.71^{b}	12.04±1.43^{ab}	13.41±1.86^{b}	10.41±1.11^{a}
ปริมาณโปรตีนที่สะสมในตัวกบ (เปอร์เซ็นต์)	62.51±1.54^{a}	66.51±1.82^{ab}	71.65±4.82^{c}	69.60±3.18^{bc}	73.88±2.22^{c}
ปริมาณความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	0.79±2.91^{a}	0.76±0.98^{a}	0.76±4.13^{a}	0.42±0.71^{a}	0.79±0.24^{a}
เปอร์เซ็นต์เถ้า	16.71±2.31^{a}	16.86±2.25^{a}	16.39±2.49^{a}	15.87±1.76^{a}	20.00±1.10^{b}
ปริมาณไขมันที่สะสมในตับกบ (เปอร์เซ็นต์)	19.54±11.82^{a}	29.83±25.28^{a}	31.42±13.15^{a}	24.61±19.05^{a}	38.83±27.24^{a}

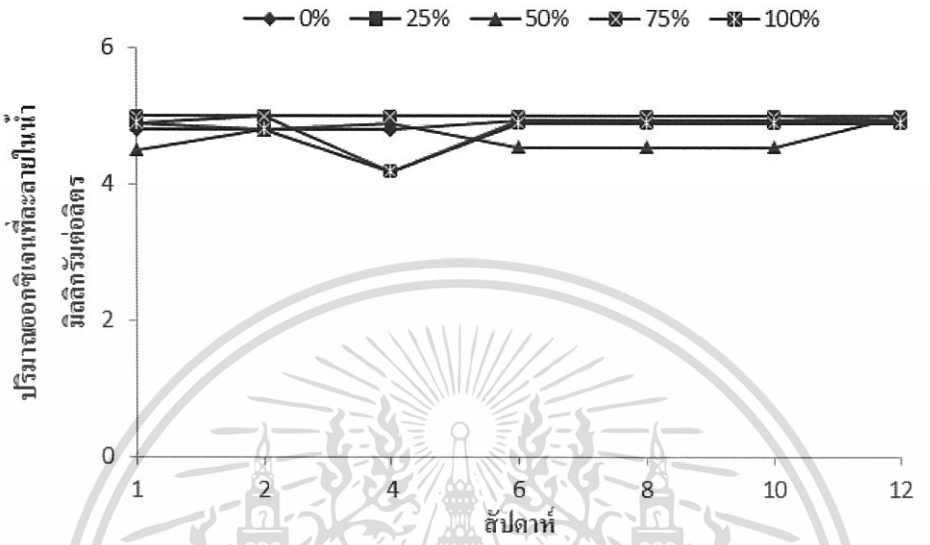
4.4 คุณภาพน้ำ

การตรวจวัดข้อมูลคุณภาพน้ำในกระชังเลี้ยงกบนา ทุกๆ 2 สัปดาห์ ไปจนตลอดระยะเวลาทำการทดลอง 12 สัปดาห์ ได้แก่ การตรวจวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ อุณหภูมิน้ำ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณแอมโมเนีย ปริมาณไนไตรท์ และปริมาณไนเตรท ผลการวิเคราะห์ พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ

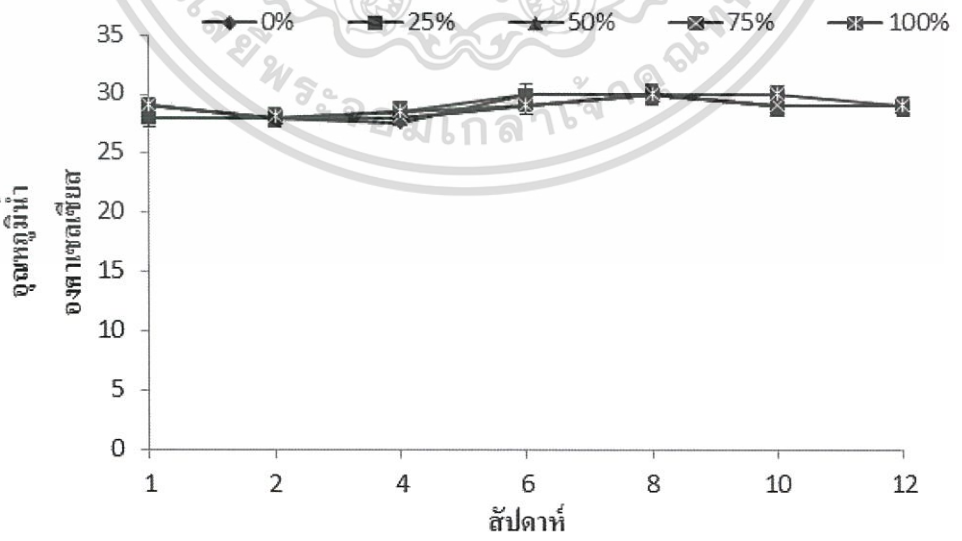
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง 12 สัปดาห์ มีค่าอยู่ในช่วง 4.19-5 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.7 ตารางที่4.3)



ภาพที่ 4.7 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์

4.4.2 อุณหภูมิน้ำ

อุณหภูมิน้ำในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลาทำการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 27.5-30 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.8 ตารางที่4.3)

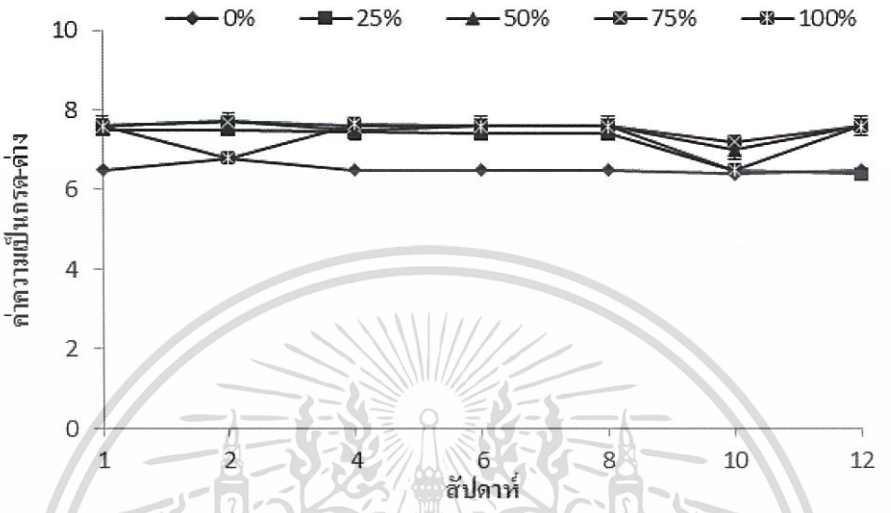


ภาพที่ 4.8 อุณหภูมิน้ำในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง

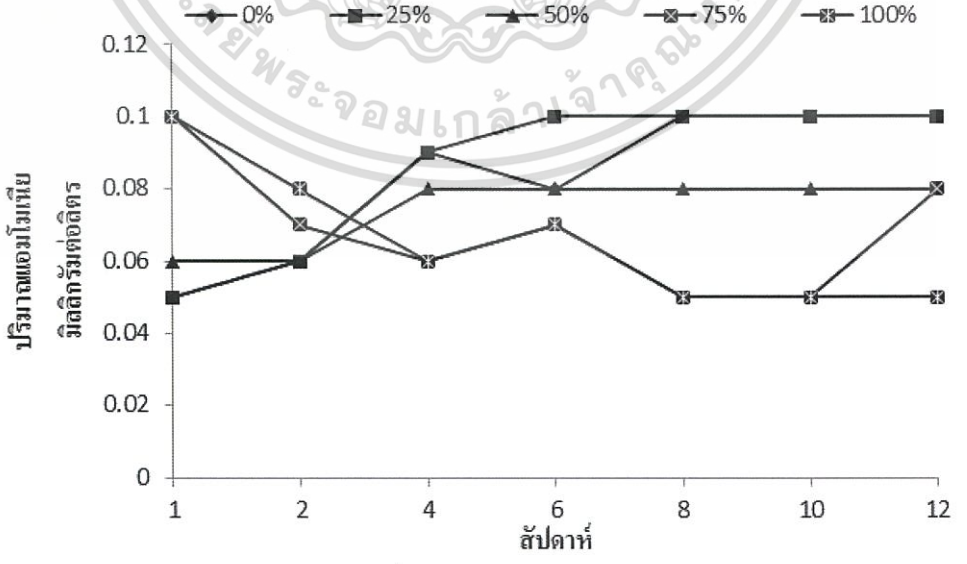
ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่าอยู่ในช่วง 6.4-7.65 (ภาพที่ 4.9 ตารางที่4.3)



ภาพที่ 4.9 ค่าความเป็นกรด-ด่างในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์

4.4.4 ปริมาณแอมโมเนีย

ปริมาณแอมโมเนียในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 0.05-0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.10 ตารางที่4.3)

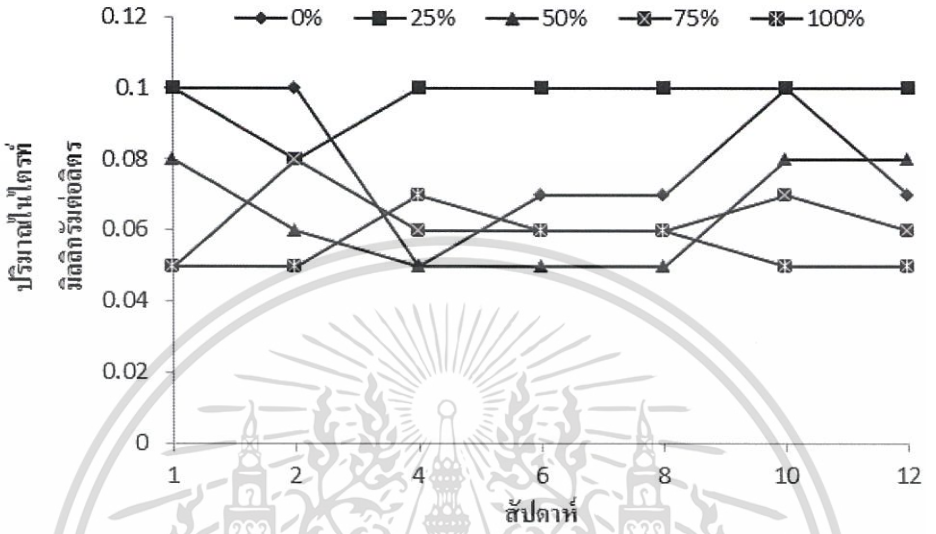


ภาพที่ 4.10 ปริมาณแอมโมเนียในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.5 ปริมาณไนไตรท์

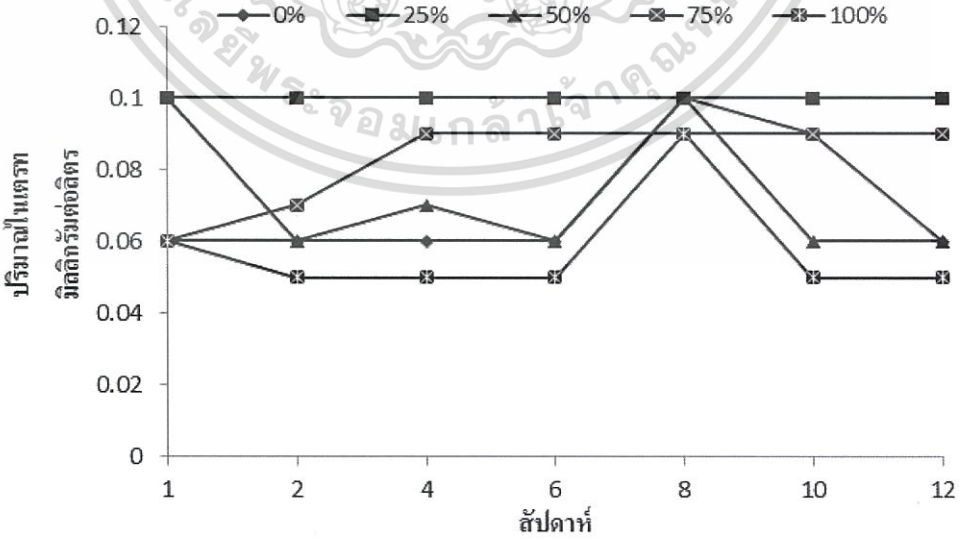
ปริมาณไนไตรท์ในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.05-0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.11 ตารางที่4.3)



ภาพที่ 4.11 ปริมาณไนไตรท์ในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์

4.4.6 ปริมาณไนเตรท

ปริมาณไนเตรท ในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์ พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.05-0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร (ภาพที่ 4.12 ตารางที่4.3)



ภาพที่ 4.12 ปริมาณไนเตรทในกระชังเลี้ยงกบ ตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำโดยเฉลี่ยในกระชังเลี้ยงกบ ในแต่ละชุดการทดลอง ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์

ดัชนี	โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารกบนา (เปอร์เซ็นต์)				
	0	25	50	75	100
ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ	4.89	4.84	4.69	5.00	4.78
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	28.78	28.92	28.85	28.85	29.07
ค่าความเป็นกรด-ด่าง	6.52	7.16	7.51	7.55	7.33
ปริมาณแอมโมเนีย (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.08	0.08	0.07	0.06	0.06
ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.08	0.09	0.06	0.06	0.05
ปริมาณไนเตรท (มิลลิกรัมต่อลิตร)	0.07	0.10	0.06	0.08	0.05

4.5 ต้นทุนอาหาร

จากการทดลองเลี้ยงกบนา โดยใช้อาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของอาหารแต่ละสูตร พบว่าอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับที่ทำให้กบนามีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีต้นทุนอยู่ที่ 28.3 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่อาหารที่ใช้โปรตีนจากปลาป่นเพียงอย่างเดียว มีต้นทุนอยู่ที่ 30.2 บาทต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ราคาต้นทุนของอาหารทดลองในแต่ละระดับความเข้มข้น

วัตถุดิบ	โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารกบนา (เปอร์เซ็นต์)					ต้นทุนต่อกิโลกรัม
	0	25	50	75	100	
ปลาป่น	23.1	17.32	11.55	5.775	0	33
จิ้งหรีด	0	4.9	9.8	14.7	19.6	35
กากถั่วเหลือง	0.825	0.825	0.825	0.825	0.825	10
รำ	0.715	0.845	1.04	1.17	1.43	15
ปลายข้าว	0.5	0.65	0.75	0.9	1	11
ข้าวโพดป่น	0.66	0.77	0.88	0.99	1.045	13
น้ำมันปลา	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	60
Mineral premix	1	1	1	1	1	50
Vitamin premix	1	1	1	1	1	50
รวม (บาท/กก.)	30.2	29.715	29.245	28.76	28.3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 การเจริญเติบโตของกบนา

การทดลองเลี้ยงกบนาโดยใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้ลูกกบที่มีขนาดใกล้เคียงกันและมีอายุ 1 เดือนครึ่งเลี้ยงเป็นระยะเวลา 12 สัปดาห์ ผลการทดลอง พบว่า กบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีค่าการเจริญเติบโตดีที่สุด (น้ำหนักสุดท้ายเฉลี่ยน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่มและปริมาณการกินอาหาร) ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดการทดลองอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นชนิดโปรตีนที่เหมาะสมต่อความต้องการในการเจริญเติบโตของกบนา แสดงให้เห็นจากผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนะของวัตถุดิบอาหาร พบว่า จิ้งหรีดมีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 55.263 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ปลาป่น มีปริมาณโปรตีน เท่ากับ 44.927 เปอร์เซ็นต์ สอดคล้องกับการทดลองของ Olvera-Novoa et al.(2007) ทำการทดลองโดยใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองและสาหร่ายเกลียวทองป่นทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารที่ใช้อนุบาลลูกอ๊อดกบบูลฟร็อก เป็นระยะเวลา 7 สัปดาห์ พบว่า การใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองและสาหร่ายเกลียวทองป่นทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 25-75 เปอร์เซ็นต์ มีผลให้ลูกอ๊อดกบบูลฟ็อกมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าและมีการพัฒนาระยะการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) เร็วกว่าอาหารที่ใช้โปรตีนจากปลาป่นเพียงอย่างเดียว และจากการทดลองในครั้งนี้ พบว่า กบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุดในชุดการทดลอง ทั้งนี้เหตุผลอาจเนื่องมาจากปริมาณกรดอะมิโนในอาหารสูตรที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ อาจมีปริมาณกรดอะมิโนที่จำเป็นบางตัวน้อยกว่าชุดการทดลองอื่นๆ สำหรับกรดอะมิโนเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดที่อยู่ในโปรตีนและเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโปรตีน ซึ่งมีความสำคัญต่อการเจริญเติบโตของกบ เนื่องจากกรดอะมิโน ประกอบด้วย คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และไนโตรเจน (อำนวย โชติญาณวงษ์. 2525) ปริมาณโปรตีนในอาหารมีส่วนสำคัญในการช่วยในด้านการเจริญเติบโต กบเป็นสัตว์กินเนื้อ จึงต้องการโปรตีนในอาหารค่อนข้างสูง ลูกกบในระยะลูกอ๊อดอายุ 1-30 วัน มีความต้องการอาหารที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 38 เปอร์เซ็นต์ ลูกกบเล็กและกบรุ่นอายุ 30-60 วัน จะต้องการอาหารที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำว่า 32 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในกบใหญ่อายุ 60-90 วัน จะต้องการอาหารที่มีระดับโปรตีนไม่ต่ำกว่า 26 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งหากกบได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรตีนในระดับที่ต่ำกว่าที่ร่างกายต้องการจะส่งผลให้กบเจริญเติบโตช้า ร่างกายอ่อนแอ และมีขนาดเล็ก และจะใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานจึงจะได้น้ำหนักตามที่ต้องการของตลาด จึงอาจกล่าวได้ว่าความต้องการโปรตีนของกบจะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับอายุของกบด้วยนั่นเอง สอดคล้องกับการทดลองของ พิสมัย สมสืบ และ สุพัตรา รัชนีพันธ์. (2544) ทำการทดลองโดยใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารเลี้ยงกบนา ผลการทดลอง พบว่า สามารถใช้กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่นในอาหารกบนาได้เพียง 25 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการทดลองเป็นการศึกษาในกบขนาดใหญ่ (82.96-191.09 กรัม) ที่มีความต้องการโปรตีนลดลงเหลือ 26 เปอร์เซ็นต์ และกบนาเป็นสัตว์ที่ชอบกินอาหารที่ได้จากธรรมชาติ เช่น หนอน แมลงวัน ไส้เดือนดิน ลูกปลา ตั๊กแตน และแมลงต่าง ๆ ซึ่งจิ้งหรีดก็นับว่าเป็นอาหารที่ได้จากธรรมชาติและเป็นแมลงที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง ดังนั้นเมื่อกบนาได้รับอาหารจากธรรมชาติเหล่านี้ก็จะส่งผลให้กบนามีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว (ชูศักดิ์ แสงธรรม. 2553) ทั้งนี้หากมีการนำอาหารที่ได้จากธรรมชาติ เช่น ลูกน้ำ หนอนแมลงวัน แหน จิ้งหรีด ตั๊กแตนมาผสมกับอาหารเม็ดหรือวัสดุอย่างอื่น เช่น รำ ปลายข้าว กากถั่วเหลือง ข้าวโพดป่นและวิตามินพรีมิกซ์ ก็จะทำให้กบนามีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปเพียงอย่างเดียว (วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536) และหากกบนาได้รับอาหารที่มีระดับโปรตีนและพลังงานต่างกัน จะส่งผลให้การเจริญเติบโตของกบนาแตกต่างกันไปด้วย (Somsueb and Boonyaratpalin. 2001) นอกจากนี้การเจริญเติบโตของกบนายังขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม และการผันแปรตามอุณหภูมิซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะให้กบนามีการกินอาหารมากหรือน้อยอีกด้วย (ธนากร อรรถภิรมย์. 2554)

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก พบว่า กบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์นั้นมีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก เท่ากับ 1.13 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าน้อยที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับชุดการทดลองอื่น ๆ อีกด้วย ในขณะที่กบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไม่แตกต่างกันแต่มีค่าสูงที่สุดในชุดการทดลอง สอดคล้องกับการทดลองของ อรรณพ อิ่มศิลป์ และคณะ (2553) ทำการทดลองโดยใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารกบนา ผลการทดลองพบว่า กบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักสูงสุดในการทดลอง ($p<0.05$) ในขณะที่ กบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากกากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่นที่ระดับ 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักไม่แตกต่างกันซึ่งโดยปกติแล้วในด้านอัตราการเปลี่ยนอาหารมาเป็นเนื้อกบนั้นมีอัตราที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยมากคือ เมื่อกบมีการกินอาหารเข้าไปประมาณ 3-4 กิโลกรัมแล้วจึงจะเปลี่ยนเป็นเนื้อ 1 กิโลกรัม เท่านั้น(ธนากร อรรถภิรมย์. 2554)

อัตรารอดของกบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลอง พบว่า กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ100 เปอร์เซ็นต์มีอัตรารอดสูงที่สุดในชุดการทดลอง คิดเป็น 82.50±2.89 เปอร์เซ็นต์และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) กับทุกชุดการทดลองและกบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรารอดที่ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ กบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตรารอดน้อยที่สุดในชุดการทดลอง โดยในการทดลองครั้งนี้ ปล่อยกบลงเลี้ยงในกระชังที่ความหนาแน่น 20 ตัวต่อกระชัง ซึ่งความหนาแน่นในการปล่อยกบลงเลี้ยงก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออัตราการมีชีวิตรอด ทั้งนี้ความหนาแน่นของกบมีผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของกบมาก เพราะหากมีอัตราการปล่อยลงเลี้ยงในปริมาณที่มากเกินไปจะทำให้เกิดปัญหาการกัดกินกันเอง (รัตน์ จันทโคตร. 2551) โดยอัตราการตายของกบนาที่เกิดขึ้นในการทดลองครั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปัญหาการกัดกินกันเองของกบนา เนื่องมาจากขนาดของกบที่มีความแตกต่างกันในระหว่างการเลี้ยง จึงควรมีการคัดขนาดของกบทุก 2 สัปดาห์ เพื่อลดปัญหาการกัดกินกันเอง (รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์. 2551) และจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ พบว่า กระชังของกบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0 และ25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณ แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ที่ค่อนข้างสูงกว่าในชุดการทดลองอื่นๆ จึงอาจส่งผลกระทบต่อกบนา ดังนั้นการเลี้ยงกบเพื่อให้มีอัตราการรอดตายสูงนั้น จะต้องมีการจัดการการเลี้ยงที่ดี ซึ่งหากขาดการดูแลที่ดีก็จะส่งผลให้กบที่เลี้ยงมีการเจริญเติบโตไม่ดีเท่าที่ควร การเจริญเติบโตไม่สม่ำเสมอ และ มีอัตราการตายสูงนั่นเอง (ธนากร อรรถภิรมย์. 2554)

5.2 องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกบ

การวิเคราะห์ซากกบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ระดับโปรตีนในเนื้อกบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีการสะสมของโปรตีนสูงที่สุดในชุดการทดลอง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกบนาที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นกบนาที่มีอายุ 60 วัน ซึ่งเป็นช่วงอายุที่กบนาต้องการโปรตีนค่อนข้างสูง โดยกบนาอายุ 30-60 วัน ต้องการอาหารที่มีโปรตีนไม่ต่ำกว่า 32 เปอร์เซ็นต์ และจากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนะของวัตถุดิบอาหาร พบว่า จิ้งหรีดมีปริมาณโปรตีนที่สูงกว่าปลาป่น ผลการทดลองจึงแสดงให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เห็นว่า เมื่อกบนาได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดมากขึ้นเท่าใดก็จะส่งผลให้กบนามีการสะสมโปรตีนในตัวกบเพิ่มมากขึ้นไปด้วย การสะสมไขมันในตัวกบนา พบว่า กบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากปลาป่นเพียงอย่างเดียว มีระดับการสะสมไขมันสูงที่สุดในชุดการทดลอง ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ในขณะที่การสะสมไขมันของกบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันมากนัก ทั้งนี้การสะสมไขมันของกบนา อาจเป็นไปได้ว่ากบนามีการสะสมไขมันเก็บไว้ในช่วงฤดูหนาว ซึ่งการทดลองในครั้งนี้ได้ทำการทดลอง ในช่วงเดือนตุลาคม-ธันวาคม จึงทำให้กบนาจำเป็นต้องมีการเก็บสะสมไขมันไว้ใช้ เนื่องจากเป็นช่วงที่ดำรงชีวิตได้ไม่ดี หรือที่เรียกกันว่า กบจำศีล โดยทั่วไปกบจะมีการจำศีลในฤดูหนาว เพราะในฤดูหนาวนั้นความชื้นในอากาศจะมีน้อย ทำให้ผิวหนังของกบแห้งได้ง่าย และเมื่อผิวหนังของกบแห้งก็จะส่งผลให้กบไม่สามารถหายใจได้ ดังนั้นกบจึงจำเป็นต้องใช้วิธีการดูดซึมอาหารสำรองที่เก็บสะสมไว้ในรูปพวงไขมัน (Fat body) มาใช้เป็นพลังงานเพื่อการหายใจ ซึ่งก่อนที่กบทุกตัวจะจำศีลนั้นกบจะกินอาหารอย่างเต็มที่ เพื่อสะสมอาหารและไขมันให้เพียงพอต่อความต้องการจึงเข้าสู่สภาวะจำศีล จึงอาจกล่าวได้ว่าฤดูกาลมีผลต่อการสะสมไขมันของกบ (ธนากร อรรถภิรมย์. 2554) สอดคล้องกับการทดลองของ อรรณพ อิ่มศิลป์ และคณะ (2553) ทำการทดลองโดยใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลืองเป็นโปรตีนทดแทนปลาป่นที่ระดับ 0, 25, 50 และ 75 เปอร์เซ็นต์ ในอาหารกบนา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกบนา พบว่า ไขมันในเนื้อกบเมื่อสิ้นสุดการทดลองซึ่งอยู่ในช่วงกลางเดือนตุลาคม มีค่าสูงกว่าไขมันในเนื้อกบเมื่อเริ่มต้นการทดลอง ซึ่งมีความเป็นไปได้ว่ากบมีการสะสมไขมันไว้ใช้ในช่วงฤดูหนาว จึงต้องมีการจำศีลเพื่อลดอัตราเมตาบอลิซึมให้ต่ำลง โดยใช้อาหารที่สะสมไว้ในร่างกายให้เป็นประโยชน์

5.3 คุณภาพน้ำ

การตรวจสอบคุณภาพน้ำที่จำเป็นสำหรับการเลี้ยงกบ คือ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ความกระด้าง ค่าอัลคาไลนิตี้ ปริมาณแอมโมเนีย เนื่องจากน้ำจากแหล่งน้ำสาธารณะมีคุณภาพที่ไม่สม่ำเสมอ หรืออาจมีการปนเปื้อนของสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำก่อนนำมาใช้ (สมพงษ์ บัวแย้ม. 2553) จากการตรวจสอบคุณภาพน้ำในกระชังเลี้ยงกบที่ใช้ทำการทดลองตลอดระยะเวลา 12 สัปดาห์ พบว่า คุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์สำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำทั่วไป (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณสมศิริ. 2528) โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.84 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิน้ำ 28.9 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 7.22 ซึ่งจัดว่าอยู่ในสภาพที่เป็นกลาง และจากผลการวิเคราะห์ปริมาณ แอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท จากการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พบว่า ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรท ในกระชังของกบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 0 และ 25 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณที่ค่อนข้างสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอาหารของกบนาซึ่งมีโปรตีนสูง เมื่อเศษอาหารเหล่านี้ตกค้างลงในบ่อจึงเป็นสาเหตุของการมีปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรต สูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ ดังจะเห็นได้จากปริมาณอาหารที่กบกิน โดยพบว่า กบนาที่ได้รับอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 25 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการกินอาหารที่น้อยที่สุดในชุดการทดลอง จึงส่งผลให้ปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์ และไนเตรตเพิ่มสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามปริมาณแอมโมเนีย ไนไตรท์และไนเตรท ในการทดลองครั้งนี้ ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำคือ แอมโมเนีย ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ไนไตรท์ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อลิตร และไนเตรตไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ. 2556)

5.4 ต้นทุนอาหาร

จากการทดลองเลี้ยงกบนา โดยใช้อาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตของอาหารแต่ละสูตร พบว่าอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นระดับที่ทำให้กบนามีการเจริญเติบโตดีที่สุด โดยมีต้นทุนอยู่ที่ 28.3 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่อาหารที่ใช้โปรตีนจากปลาป่นเพียงอย่างเดียว มีต้นทุนอยู่ที่ 30.2 บาทต่อกิโลกรัม ดังนั้นการทดลองในครั้งนี้ จึงกล่าวได้ว่าอาหารสำหรับกบนาที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น ที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ เป็นอาหารที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด ทั้งในด้านการส่งเสริมการเจริญเติบโตของกบนาอีกทั้งยังช่วยลดต้นทุนอาหารอีกด้วย สำหรับกบเป็นสัตว์กินเนื้อ จึงต้องการโปรตีนในอาหารค่อนข้างสูง ซึ่งหากกบได้รับโปรตีนในระดับที่ต่ำกว่าที่ร่างกายต้องการจะส่งผลให้กบเจริญเติบโตช้า ร่างกายอ่อนแอ มีขนาดเล็กและจะใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงนานจึงจะได้น้ำหนักตามที่ต้องการของตลาด การเลี้ยงกบนาเป็นอีกอาชีพหนึ่งที่เกษตรกรให้ความสนใจแต่ส่วนใหญ่มักประสบปัญหาราคาอาหารสัตว์ที่สูง ทำให้มีต้นทุนการเลี้ยงเพิ่มขึ้นไปด้วย โดยเฉพาะปลาป่น ซึ่งนับว่าเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญของกบ ยงยุทธทักษิญ (2548) รายงานผลการศึกษาต้นทุนในการเลี้ยงกบนาในกระชังด้วยอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับกบและอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับปลาดุกว่า มีต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงกบอยู่ที่ 69.88 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงปลาดุกอยู่ที่ 67.70 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อเทียบกับปกติแล้ว ต้นทุนค่าอาหารในการเลี้ยงสัตว์น้ำจะอยู่ที่ประมาณ 50-60 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ดังนั้นการลดต้นทุนค่าอาหาร จึงเป็นประเด็นที่สำคัญอย่างยิ่ง จึงทำให้มีผู้คิดค้นสูตรอาหารโดยใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลือง และธัญพืช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดแทนปลาป่นอรรณพ อิ่มศิลป์ และคณะ (2553) ได้ทำการทดลองโดยใช้โปรตีนจากกากถั่วเหลือง เป็นโปรตีนทดแทนปลาป่นที่ระดับต่างๆ ในการเลี้ยงกบนา พบว่า ระดับโปรตีนจากกากถั่วเหลือง ทดแทนโปรตีนจากปลาป่นสำหรับเลี้ยงกบนาที่ระดับ 75 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าอาหารแล้ว พบว่าต้นทุนถูกที่สุดเพียง 20.33 บาทต่อกิโลกรัม ทั้งนี้ยังส่งผลให้กบนามีการเจริญเติบโตที่ดีอีกด้วย เนื่องจากกากถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบที่มีคุณค่าทางอาหารสูง มีกรดอะมิโนชนิดที่จำเป็นครบถ้วนทั้ง 10 ชนิด ยงยุทธ ทักษิญ และ พิสมัย สมสืบ (2548) ทำการทดลองโดยนำโปรตีนข้าวโพด ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตแป้งข้าวโพดและมีราคาถูกกว่าปลาป่น มาทำการศึกษาโดยใช้โปรตีนจากข้าวโพดทดแทนปลาป่น 2 ระดับ คือ 20 และ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรตีนข้าวโพดที่ผ่าน/ไม่ผ่าน ขบวนการหมักนึ่ง ผลการทดลองพบว่าสามารถใช้โปรตีนข้าวโพดที่ผ่านขบวนการหมักแทนที่ปลาป่นในปริมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ มาผสมในอาหารเลี้ยงกบนาได้ดี โดยมีต้นทุนการเลี้ยงกบนาในกระชัง 33.12 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งอาหารสูตรนี้จะมีโปรตีน 37 เปอร์เซ็นต์ และค่าระดับพลังงานรวม 450 กิโลแคลอรีต่อ100 กรัมอาหาร โดยหากเปรียบเทียบต้นทุนการเลี้ยงกบนาโดยใช้โปรตีนจากพืชและปลาป่น พบว่า การเลี้ยงกบนาที่ทำโดยใช้อาหารที่ทำจากโปรตีนพืช มีต้นทุนเฉลี่ยเท่ากับ 33-34 บาทต่อกิโลกรัม ในขณะที่การเลี้ยงกบนาโดยใช้อาหารที่ทำจากปลาป่น จะมีต้นทุนเฉลี่ยอยู่ที่ 38-39 บาทต่อกิโลกรัม (สมพงษ์ บัวแย้ม. 2553)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองเลี้ยงกบนาโดยใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหารกบนาที่ระดับ 0, 25, 50, 75 และ 100 เปอร์เซ็นต์ อาหารทดลองมีโปรตีนในอาหาร 35 เปอร์เซ็นต์ พบว่ากบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่น มีอัตราการเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก โปรตีนที่สะสมในตัว อัตราการรอดตาย สูงกว่าทุกชุดการทดลอง โดยอาหารที่มีโปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นที่ระดับ 100 เปอร์เซ็นต์ มีต้นทุนอาหารอยู่ที่ 28.3 บาทต่อกิโลกรัม การทดลองครั้งนี้สรุปได้ว่า สามารถใช้โปรตีนจากจิ้งหรีดทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในการผลิตอาหารเลี้ยงกบนาที่ระดับ100 เปอร์เซ็นต์ ได้เนื่องจากจิ้งหรีดมีโปรตีนสูงใกล้เคียงกับปลาป่น และสามารถหาง่ายในท้องถิ่นอีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนปลาป่นได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาปริมาณกรดอะมิโนของจิ้งหรีดและปลาป่นที่นำมาใช้ในการทดลองเพื่อเปรียบเทียบว่าวัตถุดิบอาหารชนิดใดมีผลต่อการเจริญเติบโตของกบนามากที่สุด
2. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีในเนื้อกบ ควรวิเคราะห์ทั้งก่อนทำการทดลองและหลังทำการทดลองเพื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากการวิเคราะห์
3. ควรมีการจดบันทึกอาการต่างๆของกบที่เกิดขึ้นในระหว่างการเลี้ยง เช่น การเกิดบาดแผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กัณฑ์วีร์ วิวัฒน์พาณิชย์. 2542. **แมลงอาหารมนุษย์ในอนาคต.** สถาบันการแพทย์แผนไทย, กรมการแพทย์, กระทรวงสาธารณสุข.

กรมควบคุมมลพิษ. 2556. เข้าถึงได้จากhttp://wqm.pcd.go.th/water/images/stories/agriculture/pr/aqua_std_bro.pdf [22 ธันวาคม 2556]

เกรียงไกร สหัสสานนท์, ชัยสิทธิ์ เสนา, จิระภา โพธิ์ศรี และ นันทิยา สหัสสานนท์. 2555. "การอนุบาลลูกปลานิลแดงแปลงเพศขนาดเล็กโดยใช้โปรตีนจากคลอเรลลาทดแทนโปรตีนจากปลาป่นในอาหาร." **สารวิชาการประมง.** 8(9): 39-40.

ชูศักดิ์ แสงธรรม. 2533. **การเลี้ยงกบ.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ฐานเกษตรกรรม ม.กรุงเทพ.

ณัฏฐกานต์ มุกดาจตุรพักตร์. 2554. รูปแบบและอาหารที่เหมาะสมสำหรับการผลิตกบนา (*Rana rugulosa*) เพื่อเป็นอาหารปลอดภัยและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืน. **รายงานผลการวิจัย.** มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

ทัศนีย์ แจ่มจรรยา, ชาญชัย ถาวรอนุกูลกิจ และ วิโรจน์ ขลิบสุวรรณ. 2534. **การเลี้ยงจิ้งหรีดในเชิงอุตสาหกรรม.** ภาควิชากีฏวิทยา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทองยุ่น ทองคลองไทร. 2544. **การเลี้ยงกบ.** แผนกกบ, คณะวิชาประมง, สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตกาฬสินธุ์.

ทัศนีย์ แจ่มจรรยา และ ยุพา หาญบุญทรง. 2543. ความสำคัญ ชนิดและคุณค่าทางโภชนาการของแมลงกินได้. **เอกสารวิชาการ.** สำนักงานโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริ,มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ธนากร อรรถภิรมย์. 2554. **คู่มือการเพาะเลี้ยงกบ.** สำนักพิมพ์สยามบุ๊คเกษตร จำกัด กรุงเทพฯ.

บพิธ จารุพันธุ์ และ นันทพร จารุพันธุ์. 2540. **สัตววิทยา: ปฏิบัติการ.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พิสมัย สมสืบ และ สุพัตรา รัชนีพันธ์. 2544. การใช้กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่นในอาหารกบ. **เอกสารการสัมมนาวิชาการประมงประจำปี 2544.** กรมประมง.

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณสมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำและวิธีวิเคราะห์สำหรับการวิจัยทางการประมง.** สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ, กรมประมง.

ยงยุทธทักษิญ และ พิสมัย สมสืบ. 2548. การใช้โปรตีนข้าวโพดแทนปลาป่นในการเลี้ยงกบนาในกระชัง. **เอกสารวิชาการ 4/2548.** กลุ่มอำนวยการและประสานงานวิชาการ, กรมประมง.

ยงยุทธ ทักษิญ. 2554. เทคนิคการเลี้ยงกบเชิงพาณิชย์. **เอกสารวิชาการ.** กรมประมง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุจิราภรณ์ มุสิกะพันธ์. 2551. “ความรู้ในการเพาะเลี้ยงและขยายพันธุ์กบนาของเกษตรกรหมู่บ้านรอบศูนย์ศึกษาการพัฒนาห้วยฮ่องไคร้อันเนื่องมาจากพระราชดำริ” วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

รัตน์ จันทโคตร. 2551. “การศึกษาอัตราการเจริญเติบโตและการรอดตายของกบนาที่เลี้ยงโดยให้อาหารต่างชนิดกัน.” สารนิพนธ์ปริญญาโท. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การศึกษา, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพ.67 หน้า.

ลีลา กญิกนันท์ และ จารึก ศักดิ์วัฒนกำจร. 2545. ชีววิทยาจิ้งหรีดเพื่อพัฒนาจัดการเพาะเลี้ยง. **รายงานการประชุมวิชาการป่าไม้.** ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้, สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.

วินัย จั่นทับทิม, นงนุช สุวรรณเพ็ง และ สกุลศักดิ์ เสริมศรี. มปป. การเพาะอนุบาลกบนา *Rana rugulosa* (Wiegmann) ในบ่อดินผนังคอนกรีตศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดร้อยเอ็ด. **เอกสารวิชาการ.** สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดร้อยเอ็ด.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. **อาหารปลา.** ภาควิชาวาริชศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

สมพงษ์ บัวแย้ม.2553. **ครบเครื่องเรื่องการเลี้ยงกบ.** สำนักพิมพ์ทานตะวัน กรุงเทพฯ.

สุจิตรา วรรณพัฒน์, ยงยุทธ ทักษิญ, อนุวัติ อุปนันไชย และ สุพัตร์ศรี พัฒน์. 2553. การเลี้ยงกบนาร่วมกับปลาดุกบิ๊กอุยในกระชัง. **เอกสารวิชาการ 33/2554.** สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง.

สุรเสน ศริริกานนท์. 2552. โรคกบนาจากฟาร์มเลี้ยงในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย. **Princess of Naradhiwas University Journal.** 102-115.

เสรี แข็งแอ และ พิณซอ กรมรัตนาพร. มปป. การเลี้ยงกบ. **คู่มือประกอบการอบรมโครงการฟื้นฟูและพักหนี้เกษตรกรรายย่อยและยากจน.** สำนักงาน ธกส. จ.เลย.

อรรณพ อิ่มศิลป์, พิสมัย สมสืบ และ มาลัย อิ่มศิลป์. 2553. การใช้กากถั่วเหลืองทดแทนปลาป่นในอาหารกบนา. **เอกสารวิชาการ.** สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด, กรมประมง.

อำนวย โชติญาณวงษ์. 2525. **อาหารปลา.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

https://oerresearchhub.files.wordpress.com

http://www.oknation.net/blog/phaen/2009/08/27/entry-1

Latsamy, P. and T.R. Preston. 2008. Fly larvae, earthworms and duckweed as feeds for frogs in an integrated farming system. **Livestock Research for Rural Development.** 20(supplement).

Martinez, I.P., M. Real. and R. Alvarez. 2004. Growth of *Rana perezi* Seoane, 1885 froglets fed on diets with different nutrient compositions. **Aquaculture.** 241: 387-394.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Olvera-Novoa, M.A., V.M. Ontiveros-Escutia and A. Flores-Nava. 2007. Optimum protein level for growth in juvenile bullfrog (*Rana catesbeiana* Shaw, 1802). **Aquaculture** 266: 191-199.

Rodriguez-Serna, M., A. Flores-Nava, M.A. Olvera-Novoa and C. Carmona-Osalde. 2007. Growth and production of bullfrog *Rana catesbeiana* Shaw, 1802, at three stocking densities in a vertical intensive culture system. **Aquaculture Engineering.** 15(4): 233-242.

Somsueb, P. and M. Boonyaratpalin. 2001. Optimum protein and energy levels for the Thai native frog, *Rana rugulosa*Weigmann. **Aquaculture Research**. 32(suppl.1): 33-38.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.

การเตรียมการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ 1 จิ้งหรีดทองดำที่ใช้ในการทดลอง

ภาพภาคผนวกที่ 2 ขั้นตอนการอบจิ้งหรีดในตู้อบเป็นเวลา 30 นาที เพื่อนำไปเตรียมอาหารทดลอง

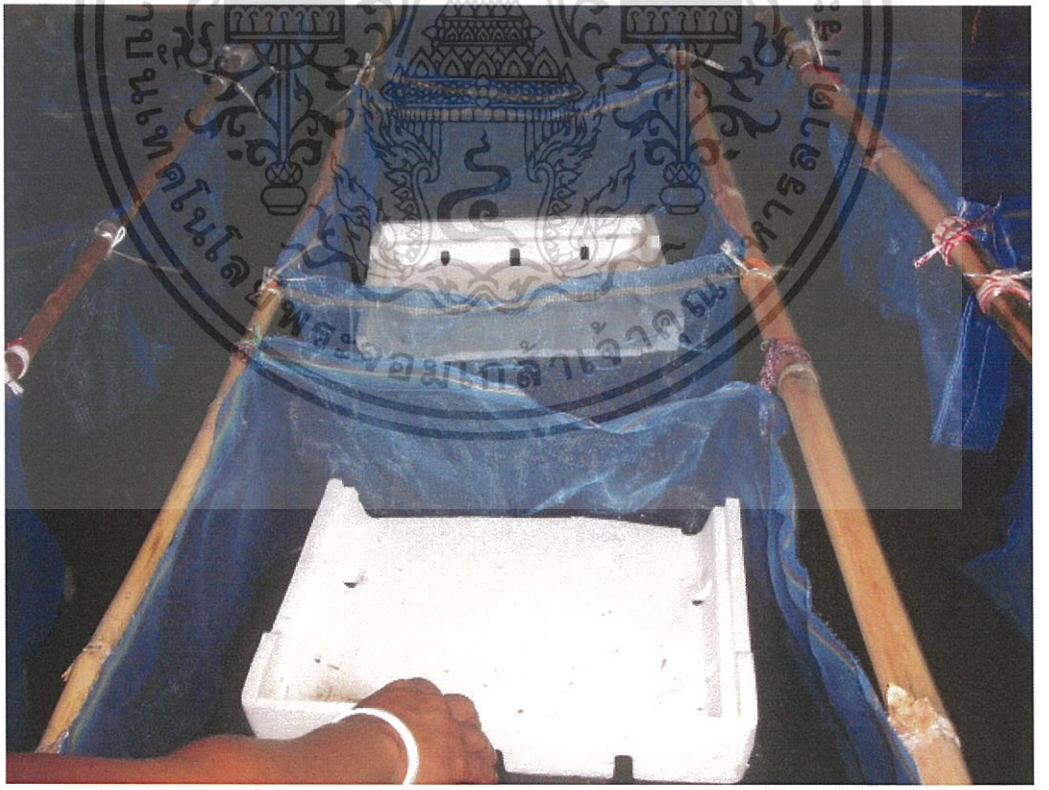
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ 3 จิ้งหรีดที่ผ่านการอบจะถูกนำมาบดละเอียด เพื่อนำมาผสมกับอาหารในแต่ละสูตร

ภาพภาคผนวกที่ 4 อาหารที่ผสมเสร็จเรียบร้อยแล้วจะถูกนำมาอัดเป็นเส้นโดยใช้เครื่องบด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

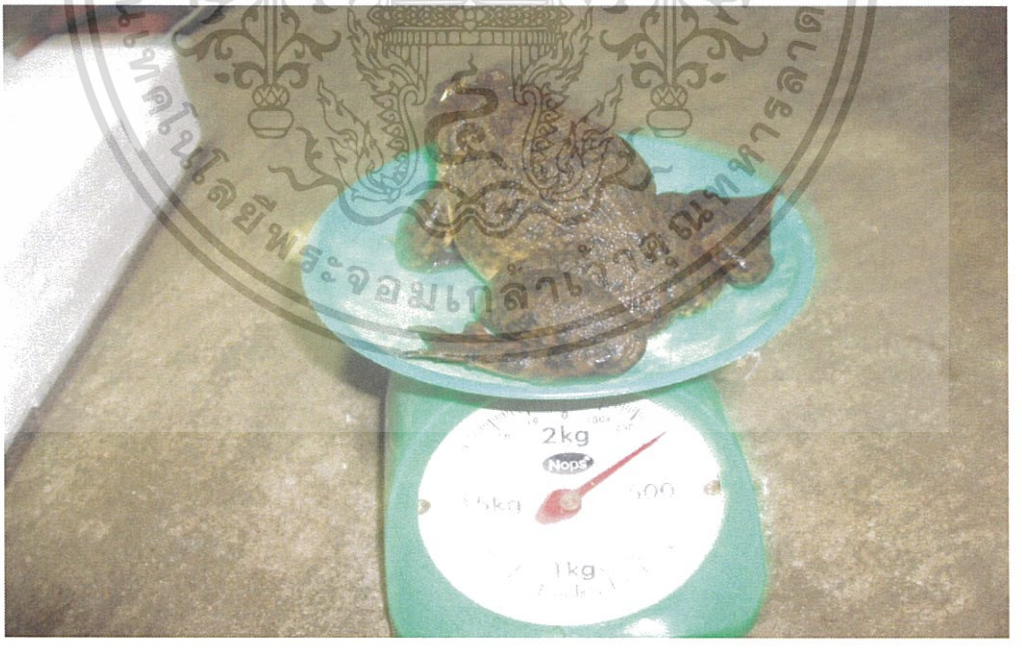
ภาพภาคผนวกที่ 5 ลักษณะกระชังที่ใช้ในการทดลอง



ภาพภาคผนวกที่ 6 แผ่นโฟมที่ใช้สำหรับเป็นที่ให้อาหารของกบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ 7 การวัดความยาวกบจะเริ่มจากการวัดบริเวณปากจนถึงปลายเท้า



ภาพภาคผนวกที่ 8 การชั่งน้ำหนักกบนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพภาคผนวกที่ 9 การชำแหละกบ เพื่อนำส่วนที่เป็นเครื่องในและตับกบมาชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

การวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม (percentage weight gain, PWG; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{น้ำหนักกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง – น้ำหนักกบเริ่มต้น}}{\text{น้ำหนักกบเริ่มต้น}} \times 100$$

2. ปริมาณอาหารที่กบกิน(total feed intake, TFI; กรัมต่อตัว)

$$= \frac{\text{น้ำหนักอาหารทั้งหมดที่กบกิน}}{\text{จำนวนกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}$$

3. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวัน

$$= \frac{\text{น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย – น้ำหนักเฉลี่ยเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{ระยะเวลาทดลอง (วัน)}}$$

4. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (FCR)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กบกิน}}{\text{น้ำหนักกบที่เพิ่มขึ้น}}$$

5. บันทึกผลการวิเคราะห์ปริมาณไขมันที่สะสมในตัวกบด้วยสมการดังนี้

$$\% \text{ ไขมัน} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยพร้อมไขมันที่สกัดได้ (g) – น้ำหนักถ้วยเปล่า (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}} \times 100$$

6. บันทึกผลการวิเคราะห์โปรตีนทีสะสมในตัวกบนา ดังสมการนี้

$$\% \text{ โปรตีน} = \frac{[\ 1.4\ (V2-V1)\ N \times 6.25]}{W.}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V1 = ปริมาณของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตรเตรทตัวอย่าง (ml)

V2 = ปริมาตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ไตรเตรท blank (ml)

N = ความเข้มข้นของกรดซัลฟูริก (0.1N)

W = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร (g)

7. บันทึกผลการวิเคราะห์ปริมาณความชื้นที่สะสมในกบนา ดังสมการต่อไปนี้

$$\% \text{ ความชื้น} = \frac{[(A+B)-C]x100}{W}$$

A = น้ำหนักถ้วยเปล่า (g)

B = น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (g)

C = น้ำหนักตัวอย่างและถ้วยหลังอบ (g)

W = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร (g)

8. บันทึกผลการวิเคราะห์เถ้าที่สะสมในกบนา ด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$\% \text{ เถ้า} = \frac{\text{น้ำหนักถ้วยและตัวอย่างหลังเผา (g)} - \text{น้ำหนักถ้วยเปล่า (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (g)}} \times 100$$

9. อัตรารอด (survival rate; เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนกบเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนกบเริ่มต้น}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล	นายสมหมาย เรียงสันเทียะ
วัน เดือน ปีเกิด	4 กันยายน 2518 ที่จังหวัดสระแก้ว
ที่อยู่	14 หมู่ 7 บ้านคลองทรายใต้ ต.หนองตะเคียนบอน อ.วัฒนานคร จ.สระแก้ว 27160 โทร 084 - 5618195
ประวัติการศึกษา	2538 ประกาศนียบัตรวิชาชีพขั้นสูงวิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยียโสธร จ. ยโสธร สาขาวิชา การประมง
	2540 ประกาศนียบัตรครูเทคนิคขั้นสู.ง ปทส.วิทยาลัยประมงติณสูลานนท์ จ. สงขลา สาขาวิชา การประมง
ความชำนาญเฉพาะด้าน	
	1.เพาะขยายพันธุ์ปลาน้ำจืด
	2.เพาะขยายพันธุ์กบนา
ประสบการณ์การทำงาน	
	ตำแหน่งครู
พ.ศ. 2541	อาจารย์ 1 ระดับ 3
พ.ศ. 2548	ครู คศ.1
พ.ศ. 2552	ครู คศ.2
ปัจจุบัน	อาจารย์ประจำแผนกวิชาประมง วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสระแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้