



ผลของใบมะละกอ (*Carica papaya*) ป่นต่อการเจริญเติบโต
ของปลาดุกแอฟริกา (*Clarias gariepinus*)
Effects of Papaya (*Carica papaya*) Leave Meal on Growth Performance
of Hybrid African Catfish (*Clarias gariepinus*)

นางสาวภิญญาพัชญ์ อภัยบริรัตน์

โครงการพิเศษเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิทยาศาสตรการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2563

โครงการพิเศษปีการศึกษา 2563

เรื่อง

ผลของใบมะละกอ(*Carica papaya*)ป่นต่อการเจริญเติบโต
ของปลาดุกแอฟริกา (*Clarias gariepinus*)

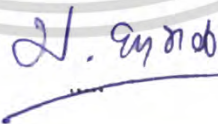
Effects of Papaya (*Carica papaya*) Leave Meal on Growth Performance
of Hybrid African Catfish (*Clarias gariepinus*)

ผู้จัดทำ

นางสาวภิญญาพัชญ์ อภัยบริรัตน์

นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรวิทยาศาสตรการประมงและทรัพยากรทางน้ำ
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ปีการศึกษา 2563

เห็นชอบ/รับรอง



(รศ.ดร.มนต์สรวง ยางทอง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงการพิเศษเล่มนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษ
เรื่อง
ผลของใบมะละกอ(Carica papaya)ป่นต่อการเจริญเติบโต
ของปลาดุกแอฟริกา (Clarias gariepinus)
Effects of Papaya (Carica papaya) Leave Meal on Growth Performance
Of Hybrid African Catfish (Clarias gariepinus)



โดย
นางสาวกัญญาพัชญ์ อภัยบริรัตน์

เสนอ

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพรเพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
(วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ)
ปีการศึกษา 2563

ชื่อเรื่อง ผลของไบบะละกอ(Carica papaya)ป่นต่อการเจริญเติบโตของปลาตุ๊กแอฟริกา (Clarias gariepinus)
 โดย นางสาวกัญญาพัชญ์ อภัยบริรัตน์
 สาขาวิชา วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ
 คณะ เทคโนโลยีการเกษตร
 อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.มนต์สรวง ยางทอง

บทคัดย่อ

การทดลองนี้ต้องการศึกษาผลของการเสริมไบบะละกอป่นระดับต่างๆ ต่อการเจริญเติบโต, น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ, อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน, อัตราการกินอาหาร, อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ, ประสิทธิภาพการใช้อาหาร และอัตราการรอดตายของปลาน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 6.83 ± 0.38 กรัม ด้วยอาหารทดลอง 6 สูตรแต่ละสูตรมี 3 ซ้ำ โดยอาหารแต่ละสูตรมีระดับของไบบะละกอป่นที่แตกต่างกัน คือ 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ปลาทดลองได้รับอาหาร 2 มื้อต่อวัน เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ, อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน, อัตราการรอดตาย, อัตราการกินอาหาร และอัตราการแลกเปลี่ยนเนื้อ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($P > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง $1.85 \pm 0.05 - 1.08 \pm 0.03$ เปอร์เซ็นต์ต่อวัน, $0.21 \pm 0.05 - 0.10 \pm 0.03$ กรัมต่อวัน, $77.77 \pm 21.99 - 46.66 \pm 15.71$ เปอร์เซ็นต์, $0.38 \pm 0.20 - 0.21 \pm 0.07$ เปอร์เซ็นต์ และ $3.24 \pm 0.99 - 1.78 \pm 0.32$ ขณะที่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมไบบะละกอ 0 เปอร์เซ็นต์ (สูตรควบคุม) มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (184.47 ± 40.99 เปอร์เซ็นต์) และประสิทธิภาพการใช้อาหาร (57.35 ± 10.71 เปอร์เซ็นต์) ดีที่สุด ($P < 0.05$) ดังนั้นระดับของไบบะละกอป่นที่เหมาะสมต่อการเสริมในอาหารสำหรับเลี้ยงปลาตุ๊กแอฟริกา คือ 0 เปอร์เซ็นต์ (สูตรควบคุม)

คำสำคัญ : ปลาตุ๊กแอฟริกา, ไบบะละกอ

กัญญาพัชญ์

ลายมือนักศึกษา

ดร. มนต์สรวง

ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา

Title Effects of Papaya (*Carica papaya*) Leave Meal on Growth Performance of Hybrid African Catfish (*Clarias gariepinus*)

By Miss Phinyaphach A-phaiborirat

Major Fishery Science and Aquatic Resources

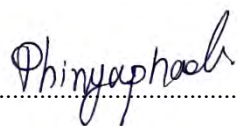
Faculty Agricultural technology

Advisor Associate Professor Dr. Monsuang Yangthong

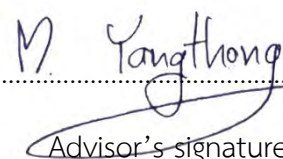
Abstract

This experiment was carried out to study the effect of papaya (*Carica papaya*) leave meal as feed supplements in fish diet on growth performance, weight gain (WG), specific growth rate (SGR), average daily growth rates (ADG), survival rate (SR), feed intake (FI), feed conversion ratio (FCR) and feed conversion efficiency (FCE) of fish of hybrid catfish (*Clarias gariepinus*) 6.83 ± 0.38 g. initial body weight. Six diet containing with different levels of pawpaw leave meal (0 (control diet), 4, 8, 12, 16 and 20 % of fish diet) were used. Each diet was used to feed triplicate groups of fish two time a day to apparent satiation for 8 weeks. Results found that SGR, ADG, SR, FI, FCR of all treatment groups had no significant difference ($P > 0.05$), with values in the range of 1.85±0.05 - 1.08±0.03 percentage per day, 0.21 ± 0.05 - 0.10 ± 0.03 grams per day, 77.77 ± 21.99 - 46.66 ± 15.71 %, 0.38±0.20 - 0.21±0.07 % and 3.24±0.99 - 1.78±0.32. While WG (184.47±40.99 %) and FCE (57.35±10.71 %) of the fish fed diet with control diet was the highest ($P < 0.05$). Therefore, the study indicated that control diet could be optimum level for African catfish.

Keywords : African catfish, papaya leaves



Student's signature



Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.มนต์สรวง ยางทองอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ อาจารย์แสวลี วิบูลย์กิจ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ดวงใจ พิสุทธิธाराชัย อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงการพิเศษ ที่กรุณาให้คำปรึกษา และความรู้เกี่ยวกับการทำโครงการพิเศษครั้งนี้เป็นอย่างดี ตลอดจนตรวจสอบข้อบกพร่องในการวิเคราะห์ข้อมูล การเขียนรายงานในทุกขั้นตอน ทำให้การทำปัญหาพิเศษในครั้งนี้นี้สำเร็จได้ด้วยดี ขอขอบพระคุณอาจารย์ในสาขาวิชาทุกท่านที่คอยอบรมสั่งสอนและให้ความรู้แก่ข้าพเจ้าตลอดเวลา และขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และมอบความรู้ให้กับผู้จัดทำอย่างสูง

ขอขอบคุณนายอนันท์ อภัยบริรัตน์ เจ้าของสวนมะละกอที่ได้อนุเคราะห์ให้มะละกอเพื่อนำมาใช้ในการศึกษาและทดลองครั้งนี้

ขอขอบคุณนางสาวอรสา ชูละเอียด, นางสาวนารี พันธุ์จินดาวรรณ และนางสาวณัฐพร สังขรเขตร นักวิทยาศาสตร์ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้อง ๆ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวอภัยบริรัตน์ทุกท่าน ที่ให้การสนับสนุนทั้งกำลังกาย กำลังใจ กำลังทรัพย์ในการศึกษาและดูแลอบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี อดทน ขยันหมั่นเพียร และขอบคุณทุกๆ คนที่เกี่ยวข้องตลอดระยะเวลาที่ข้าพเจ้าเริ่มศึกษาจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้

ภิญญาพัชญ์ อภัยบริรัตน์

มิถุนายน 2564

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ผลคาดว่าจะได้รับ	2
ตรวจเอกสาร	3
ปลาตุกแอฟริกา	3
ชีววิทยาของปลาตุกแอฟริกา	3
ลักษณะทั่วไป	3
ความต้องการสารอาหาร	4
การอนุบาลปลา	4
การปล่อยลูกปลาในบ่อเลี้ยง	4
การให้อาหาร	4
โรคของปลาตุก	4
วิธีป้องกันรักษาไม่ให้ปลาตุกเป็นโรค	5
มะละกอ	5
ลักษณะทางพฤกษศาสตร์	5
พันธุ์มะละกอ	7
คุณค่าทางโภชนาการของใบมะละกอ	9
แคโรทีนอยด์	9
แคโรทีนอยด์ในอาหารธรรมชาติ	10
แหล่งของบีต้า-แคโรทีน	10
ประโยชน์ของบีต้า-แคโรทีน	10
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
วัสดุ อุปกรณ์ และ วิธีการทดลอง	14
วัสดุ	14
สัตว์ทดลอง	14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
โใบมะละกอ	14
อุปกรณ์	14
อุปกรณ์ในการเลี้ยงปลาตู้แอฟริกา	14
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำอาหารทดลอง	14
อุปกรณ์วิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหาร	14
อุปกรณ์สำหรับตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา	15
วิธีการทดลอง	16
การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง	16
การเตรียมสัตว์ทดลอง	16
การเตรียมโใบมะละกอป่น	16
การเตรียมอาหารการทดลอง	16
แผนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล	18
การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล	18
การตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา	18
ประสิทธิภาพการใช้อาหาร	19
อัตราการรอดตาย	20
การวิเคราะห์ข้อมูล	20
สถานที่ทำการทดลอง	20
แผนการทดลอง	20
ผลและวิจารณ์	21
ผลการทดลอง	21
ผลของโใบมะละกอต่อการเจริญเติบโตของปลาตู้แอฟริกา	21
ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลาตู้แอฟริกาที่ได้รับสูตรอาหารต่างๆ	21
การเจริญเติบโต	21
การใช้อาหาร	27
ต้นทุนการผลิตอาหาร	29
วิจารณ์ผลการทดลอง	31
สรุป	33
ข้อเสนอแนะ	33
เอกสารและอ้างอิง	34
ภาคผนวก	36

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหาร โดยการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุดิบ)	17
2	ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองแต่ละสูตร	17
3	คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทั้ง 6 สูตร จากการคำนวณ (บนฐานของวัตถุดิบ)	
4	แผนการดำเนินการ	18
5	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอรระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (หน่วยเป็นกรัม)	22
6	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการรอดตาย ของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอ ระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์	26
7	อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้อาหาร ของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอรระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์	28
8	ราคาการผลิตอาหารทดลองและผลผลิตรวมแต่ละสูตรที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองด้วย ปลาตุ๊กแอฟริกา 8 สัปดาห์	30

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาดุกแอฟริกาที่ได้รับอาหารเสริมไบโमะละกอระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (หน่วยเป็นกรัม)	23



คำนำ

ปลาตุกแอฟริกา หรือปลาตุกรัสเซีย หรือปลาตุกเทศมีชื่อสามัญว่า Sharp Tooth African Catfish และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า (*Clarias gariepinus*) ปลาชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา เป็นปลาที่มีลำตัวขนาดใหญ่ที่สุดในสกุลปลาด้วยกัน และได้นำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2529 (มานพ, 2531) ปลาตุกยักษ์มีรูปร่างยาวเรียว เมื่อโตเต็มที่จะมีความยาวระหว่าง 50-120 เซนติเมตร (สืบสิน, 2527) ปากจะเฉียงไปทางด้านปลายสุดของหัวมีหนวดจำนวน 4 คู่เป็นปลาที่ไม่มีเกล็ด ในการเลี้ยงปลาตุกเพื่อการค้าเกษตรกร จะต้องให้อาหารที่มีระดับโปรตีนระหว่าง 28-36 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่การเลี้ยงต้องปรับปริมาณอาหารให้สอดคล้องกับขนาดของปลา และผลผลิตของปลาที่เพิ่มขึ้น ปลาชนิดนี้ต้องการอาหาร 8-10 % ของน้ำหนักตัวปลาที่มีขนาด 10 กรัม ต้องการอาหาร 7-8 % ปลาที่มีขนาด 20 กรัม ต้องการ 5-6 % ถ้าขนาด 50 กรัม ต้องการ 47 % และขนาด 100 กรัม ขึ้นไปต้องการ 3% ของน้ำหนักตัว (อุธร, 2532) ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชาชนส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพด้านการปลูกพืชกับเลี้ยงสัตว์ โดยเฉพาะปลาน้ำจืดซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนสำคัญของประเทศ ในปี 2561 จากผลผลิตสัตว์น้ำจืดพิจารณาผลผลิตจำแนกเป็นชนิดของสัตว์น้ำที่เลี้ยง พบว่าปลาตุกเป็นสัตว์น้ำจืดที่ผลิตได้มากเป็นอันดับสอง มีปริมาณ 106,200 ตัน คิดเป็นร้อยละ 24.94 ของปริมาณการผลิตทั้งหมด มีมูลค่า 4,666.47 ล้านบาท (สถิติกรมประมงแห่งประเทศไทย, 2561)

มะละกอ (*Carica papaya*) มะละกอ (papaya) เป็นไม้ผลที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจซึ่งปัจจุบันความต้องการบริโภคมะละกอภายในประเทศมีปริมาณเพิ่มสูงมากทั้ง ในรูปของการบริโภคผลดิบ, บริโภคผลสุก และส่งโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อแปรรูป สำหรับการบริโภคมะละกอดิบนั้นผู้บริโภคจะนำมะละกอมาประกอบเป็นอาหาร เช่น ส้มตำ ซึ่งจัดเป็นอาหารที่มีรสชาติดี (Janthasri et al., 2017) ในแต่ละปีมีการส่งออกของมะละกอ 33.58 ตันต่อปี คิดเป็นเงิน 1.81 ล้านบาท (สำนักงานกระทรวงพาณิชย์, 2259) การดูแลมะละกอระหว่างการปลูก ต้องมีการตัดแต่งใบ และใบมะละกอจำนวนมากถูกทิ้ง หากสามารถนำใบมะละกอเหล่านี้มาใช้ประโยชน์ก็เป็นสิ่งที่น่าสนใจ สำหรับองค์ประกอบทางเคมีของใบมะละกอ พบว่ามีโปรตีน 21.71% และคาร์โบไฮเดรต 40.82% บนฐานหนักแห้ง (นิธิ และคณะ, 2557) ทั้งนี้ใบมะละกอยังมีปริมาณของบีตา - แคโรทีนอยอยู่ในช่วง 0.39-0.40 มิลลิกรัม/100 กรัม เป็นสารตั้งต้นของวิตามิน (Nwofia et al., 2012) ดังนั้นข้าพเจ้าจึงมีความสนใจนำใบมะละกอมาใช้เป็นส่วนผสมในวัตถุดิบในอาหารปลาตุกรัสเซียการเจริญเติบโตของปลาตุกรัสเซียที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของใบมะละกอปนต่อการเจริญเติบโต, ได้แก่ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการรอดตายของปลาดุกแอฟริกา
2. เพื่อศึกษาผลของใบมะละกอปนต่อการใช้อาหาร ได้แก่ อัตราการเปลี่ยนเนื้อ อัตราการกินอาหาร และประสิทธิภาพการใช้อาหาร

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบผลของใบมะละกอปนต่อการเจริญเติบโต, ได้แก่ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการรอดตายของปลาดุกแอฟริกา
2. ทราบผลของใบมะละกอปนต่อการใช้อาหาร ได้แก่ อัตราการเปลี่ยนเนื้อ อัตราการกินอาหาร และประสิทธิภาพการใช้อาหาร



ตรวจสอบเอกสาร

ชีววิทยาและนิเวศวิทยา

1. ปลาตุ๊กแอฟริกา

1.1 ชีววิทยาของปลาตุ๊กแอฟริกา

ปลาตุ๊กแอฟริกา ปลาตุ๊กยักษ์ ปลาตุ๊กรัสเซียหรือปลาตุ๊กเทศเป็นชื่อของปลาตัวเดียวกันซึ่งมีชื่อสามัญว่า Sharp Tooth African Catfish และมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า (*Clarias gariepinus*) ปลาชนิดนี้มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกาเป็นปลาที่มีลำตัวขนาดใหญ่ที่สุดในสกุลปลาด้วยกันและได้นำเข้ามาเลี้ยงในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2529 (มานพ, 2531) สำหรับประเทศไทย จะพบว่ามียูอยู่ทั่วไปตามลำคลอง หนอง บึง ทั่วทุกภาค โดยธรรมชาติปลาตุ๊กจะอาศัยอยู่ในแหล่งน้ำเพียงเล็กน้อยหรือค่อนข้างกร่อย พันธุ์ปลาตุ๊กที่พบในประเทศไทย ได้แก่

1.1.1 *Clarias melanoderma* Bleeker มีชื่อว่าปลาตุ๊ก พบที่นครสวรรค์และพิจิตร ลักษณะเด่น คือด้านหน้าของก้านครีบแข็งของครีบอก หรือเงี่ยง เป็นหยักหรือเป็นหนามแหลมเห็นได้ชัด ลำตัวสีดำหรือสีเทาดำปนเหลือง

1.1.2. *Clarias batrachus* Linnaeus มีชื่อไทยว่า ปลาตุ๊กด้าน ดุกเลา ดุกแดง ดุกเผือก พบทั่วไป ลำตัวมีสีเทาปนดำ ก้านแข็งของครีบอกเป็นปลายแหลมหยักทั้งสองด้าน ปลายกระดูกท้ายทอยแหลม

1.1.3 *Clarias macrocephalus* Gunther มีชื่อไทยว่า ปลาตุ๊กอูย พบทั่วไป รูปร่างลักษณะคล้ายกับปลาตุ๊กด้านมาก ต่างกันตรงที่ปลายกระดูกท้ายทอยโค้งมน ลำตัวมีสีเทาปนดำและมีสีเหลือง

1.1.4. *Clarias teysmanni* Bleeker มีชื่อไทยว่า ปลาเม็ด มด มอด พบที่จังหวัด นครศรีธรรมราช รูปร่างลักษณะทั่วไปคล้ายกับปลาตุ๊กด้าน แต่ลำตัวค่อนข้างเรียวยาวกว่า ลำตัวมีสีดำ และมีจุดสีขาวเรียงกันเป็นแถวตามขวางชัดเจน

1.1.5 *Prophagorus nieuhoftii* มีชื่อไทยว่า ปลาตุ๊กลำพัน จัดอยู่ในตระกูลเดียวกันกับ ปลาตุ๊กอูยหรือปลาตุ๊กด้าน ลักษณะทั่วไปคล้ายปลาตุ๊กอูย แตกต่างกันที่ครีบหลัง ครีบหาง และก้านครีบเชื่อมติดกัน เป็นปลาที่อาศัยอยู่ในป่าพรุที่รกทึบมีกระแสน้ำไหลเอื่อยๆหรือแอ่งน้ำค่อนข้างนิ่ง (ศราวุธ และคณะ, 2538)

1.2 ลักษณะทั่วไป

ปลาตุ๊กแอฟริกามีรูปร่างยาวเรียวยาวเมื่อโตเต็มที่จะมีความยาวระหว่าง 50-120 เซนติเมตร ส่วนหัวจะแบนมากซึ่งจะประกอบด้วยกระดูกบาง ๆ และอวัยวะช่วยในการหายใจที่เรียกว่า Arborescent organ หรือ dentrite (สีบสิน, 2527) ปากจะเฉียงไปทางด้านปลายสุดของหัวมีหนวดจำนวน 4 คู่เป็นปลาที่ไม่มีเกล็ด (อุร, 2532)

1.3 ความต้องการสารอาหาร

ปลาตุ๊กแอฟริกาเป็นปลากินเนื้อ ระดับโปรตีนระหว่าง 28-36 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ทำการเลี้ยง ต้องปรับปริมาณอาหารให้สอดคล้องกับขนาดของปลา และผลผลิตของปลาที่เพิ่มขึ้น ปลานี้ต้องการอาหาร 8-10 % ของน้ำหนักตัวปลาที่มีขนาด 10 กรัมต้องการอาหาร 7-8% ปลาที่มีขนาด 20 กรัม ต้องการ 5-6% ถ้าขนาด 50 กรัมต้องการ 47% และขนาด 100 กรัมขึ้นไปต้องการ 3% ของน้ำหนักตัว (อุธร, 2532)

1.4 การอนุบาลปลา

บ่ออนุบาลเป็นบ่อดิน บ่อซีเมนต์หรือกระชัง ที่มีขนาดประมาณ 2-5 ตารางเมตรขึ้นไป ระดับน้ำสูง 20-30 เซนติเมตร ปล่อยลูกปลาลูกเล็กในอัตรา 3000 – 5000 ตัว/ตารางเมตร ถ้าอนุบาลในกระชังที่มีน้ำถ่ายเทตลอดเวลา จะสามารถปล่อยลูกปลาลงเลี้ยงในอัตราที่หนาแน่นถึง 15000 – 20000 ตัว/ตารางเมตร อาหารในระยะนี้ควรเป็นไรแดง และอาจให้อาหารเสริมพวกไรแดงตุ่นบดละเอียด เต้าหู้อ่อนบดละเอียด อาหารสำเร็จรูปปั้นเป็นก้อนให้กินวันละ 2 ครั้ง ต่อมาเริ่มเสริมอาหารด้วยปลาสดสับละเอียดผสมรำในอัตรา 9:1 ควรระวังเรื่องน้ำเสียโดยเพิ่มระดับน้ำวันละ 1 – 3 เซนติเมตร ทุกๆ 3 วัน (สุภาพร, 2550)

1.5 การปล่อยลูกปลาในบ่อเลี้ยง

ควรปรับอุณหภูมิในบ่อหรือภาชนะบรรจุลูกปลา ให้ใกล้เคียงกับในบ่อเลี้ยงโดยแช่บ่อหรือภาชนะที่บรรจุลูกปลาลงในบ่อเลี้ยงนานประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วจึงค่อยเปิดบ่อปล่อยให้ลูกปลาว่ายออกจากบ่ออย่างช้าๆ อัตราที่ปล่อยลูกปลาขนาด 3 – 5 เซนติเมตร ควรปล่อยในอัตราประมาณ 40 – 100 ตัว/ตารางเมตร ขึ้นอยู่กับวิธีการจัดการเลี้ยงว่าเป็นแบบใด หลังจากปล่อยปลาลงเลี้ยงแล้วสักครู่ใส่น้ำยาฟอร์มาลิน 30 พีพีเอ็ม สาดให้ทั่วบ่อ เพื่อฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับลูกปลา (สุภาพร, 2550)

1.6 การให้อาหาร

อาหารในช่วงแรกคือลูกไรแดง ควรเพาะไรแดงไว้ในบ่อ แล้วจึงปล่อยลูกปลา เมื่อไรแดงลดน้อยลง ให้อาหารผสมที่มีโปรตีน 30 – 50 เปอร์เซ็นต์ คลุกกับน้ำแล้วปั้นเป็นก้อนให้ลูกปลากินวันละ 2 ครั้ง แล้วฝึกให้ลูกปลากินอาหารสำเร็จรูปของปลาตุ๊ก เมื่อลูกปลาโตมีความยาว 5-7 เซนติเมตร ปริมาณอาหารที่ให้ประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักตัว อาจให้อาหารเสริมพวก กระจูด ใส่ไก่ เศษขนมปัง เศษเลือดหมู เลือดไก่ บดรวมกันผสมกับรำข้าวด้วยก็ได้ (สุภาพร, 2550)

1.7 โรคของปลาตุ๊ก

1.7.1 โรคโคนครีบหุบวม

โรคโคนครีบหุบวมหรือผู้เลี้ยงเรียกกันติดปากว่า “โรคคอกหุบวม” มักจะพบในลูกปลาที่เลี้ยงได้ 2 -3 วันแรก และอาจเกิดขึ้นกับปลาตุ๊กในระยะใดก็ได้

1.7.2 โรคท้องบวม

โรคท้องบวม มีลักษณะ แผลพุพองข้างลำตัว เนื่องมาจากการติดเชื้อของแบคทีเรีย เมื่อแบคทีเรียเข้าสู่ตัวปลาแล้ว จะไปทำลายระบบขับถ่าย ทำให้ปลาไม่สามารถระบายน้ำออกจากร่างกาย

ได้ตามธรรมชาติ ดังนั้นเวลากล้ามเนื้อปลาว่ายน้ำมากจนเกินขนาด น้ำจะดันออกทางผิวหนังทำให้เกิดท้องบวม เนื้อหนังแตกเป็นแผลตามตัวปลา

1.7.3. โรคครีบและหางเปื่อย- ฉีกขาด

ปากเปื่อยและหนวดกุด เนื่องมาจากพวกตัวเบียน ซึ่งได้แก่ เห็บระฆัง (Trichodina) และปลิงใส (Gyrodactylus) ตัวเบียนดังกล่าวจะเกาะดูดเลือดปลาตรงบริเวณเหงือก หนวด ครีบและหาง ซึ่งทำให้เส้นโลหิตฝอยตามอวัยวะต่างๆ แตกได้

1.7.4. โรคตัวแข็งหรือซ็อค

มักเกิดกับปลาทุกวัย แต่จะพบมากในปลาดุกขนาดใหญ่โรคนี้อาจเกิดขึ้นโดยมีสาเหตุสืบเนื่องมาจาก พยาธิตัวกลมในลำไส้ และการขาดอาหารประเภทวิตามินบี และธาตุแคลเซียม

1.7.5. โรคหิวกะโหลกร้าว

ทำให้เนื้อแตกบริเวณใกล้ๆ ข้อต่อหรือรอยแยกบนหัวปลาดุก เนื่องมาจากผู้เลี้ยงเร่งอาหารประเภทโปรตีนมากเกินไป ทำให้ปลาอ้วนมีเนื้อและไขมันมากผิดปกติ ทำให้ขาดการสมดุลระหว่างการเจริญเติบโตของเนื้อและกระดูก ซึ่งนับได้ว่าอาการเช่นนี้เกิดจากปลาดุกขาดอาหารธาตุประเภทแคลเซียมและการขาดวิตามินซี (สุทธิชัย, 2545)

1.8. วิธีป้องกันรักษาไม่ให้ปลาดุกเป็นโรค

1.8.1. พยายามถ่ายน้ำบ่อยๆ เพื่อป้องกันน้ำเสีย และเป็นการรักษาสภาพความเป็นกรดต่างของน้ำ ซึ่งตามปกติแล้วน้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกมักจะมีสภาพความเป็นกรดอย่างอ่อนๆ และสภาพความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเลี้ยงปลาดุกนานวันขึ้น โดยเฉพาะจะมีปริมาณฟอสฟอรัสและไนโตรเจนสูงมาก

1.8.2. อัตราการปล่อยปลาในบ่อ ไม่ควรให้แน่นเกินไป คือประมาณ 60 -70 ตัว/ตารางเมตร ซึ่งนอกจากจะเป็นวิธีป้องกันรักษาโรคของปลาดุกแล้ว ยังลดค่าใช้จ่ายในส่วนของ

1.8.3. กำจัดโรคพยาธิที่เกาะตามตัวปลา โดยใช้ฟอร์มาลินและดิฟเทอร์เร็กซ์ ใส่ลงในน้ำ

1.8.4. พยายามขุนอาหารให้เพียงพอกับความต้องการของปลา

1.8.5. ควบคุมอาหารให้ละเอียดและเหนียว จะทำให้อาหารที่เหลือ ลอยขึ้นสู่ผิวน้ำไม่จมลงไปเน่าอยู่ก้นบ่อ เป็นการลดความสูญเสียของอาหารให้น้อยลงอีกด้วย (สุทธิชัย, 2545)

2. มะละกอ

2.1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

มะละกอจัดเป็นพืชล้มลุกที่มีอายุสั้น โดยทั่วไปมักมียางสีขาวเกือบทุกส่วนของต้น ออกดอกติดผลตามบริเวณปลายยอดของต้น เป็นไม้ผลพื้นเมืองในแถบร้อนของอเมริกาตามชายฝั่งของเม็กซิโก และหมู่เกาะอินเดียตะวันตก เชื่อกันว่ามะละกอที่ปลูกกันในปัจจุบัน ได้มาจากการผสมพันธุ์ของมะละกอพันธุ์พื้นเมืองเม็กซิโก และต่อมาได้มีการแพร่กระจายมายังทวีปเอเชีย โดยนักเดินเรือชาวโปรตุเกสและชาวสเปนในราว พ.ศ. 2143 และเป็นที่ยอมรับกันมากในหลายประเทศในเอเชีย เช่น ประเทศมาเลเซีย ใต้หวัน

และไทย มะละกามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า คาริคา ปาปายา (*Carica papaya*) จัดอยู่ในวงศ์คาริคาซีอี (Caricaceae) พืชในวงศ์นี้มีเพียงมะละกอชนิดเดียวเท่านั้นที่ปลูกกันเป็นการค้า (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.1.1. ราก

มะละกามีรากเป็นระบบรากแก้วเหมือนกับพืชใบเลี้ยงคู่อื่นๆ โดยจะงอกออกมาจาก เมล็ดเป็นรากเดี่ยว ๆ ต่อจากนั้นเมื่อต้นกล้ามะละกอมีอายุหนึ่งเดือนขึ้นไปจะมีการแตกรากใหม่ออกมา เป็นหลายแขนง มีขนาดใกล้เคียงกันตั้งแต่ 2-3 รากขึ้นไป จากการศึกษาพบว่าระบบรากไม่ได้มีอิทธิพลต่อ การแสดงเพศของมะละกอแต่อย่างใด ไม่ว่าจะเป็รากแบบไหน จะมีการแตกรากแก้วหรือไม่ก็ตาม มี โอกาสได้ทั้งเพศผู้ เพศเมียและกะเทยเท่านั้น (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.1.2. ลำต้น

มะละกอเป็นไม้เนื้ออ่อนมีลักษณะอวบน้ำ ไม่มีแกนกลางเหมือนต้นไม้ชนิดอื่นๆ เมื่อต้น ยังเล็กอายุไม่มาก ต้นจะเปราะและหักง่ายเมื่อถูกลมพัดจัดๆ เพราะมีเนื้อที่อ่อน แต่เมื่อมีอายุมากขึ้น เนื้อเยื่อเหล่านี้จะเหนียวและแข็งขึ้น ภายในลำต้นกลวง ยกเว้นข้อ ลำต้นมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 10-30 เซนติเมตร สูงประมาณ 1.5-6 เมตร โดยทั่วไปแล้วจะไม่ค่อยแตกกิ่งก้านสาขา แต่จะเจริญเติบโตที่ ยอดอย่างเดียว นอกจากกรณีที่ยอดถูกทำลายหรือต้นล้ม ก็อาจมีการแตกกิ่งก้านสาขาและสามารถออก ดอกติดผลได้เช่นกัน (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.1.3. ใบ

ใบมะละกอเป็นลักษณะใบเดี่ยว เกิดตรงส่วนปลายยอดของลำต้น มีการเรียงตัวเป็น เกือบรอบ แผลก้านใบบนลำต้นที่ล่วงหล่นไปจะเห็นได้ชัดเจน ใบมีขนาดใหญ่กว้างประมาณ 25-27 เซนติเมตร ลักษณะทั่วไปคล้ายใบปาล์ม แต่มีเนื้อผิวที่อ่อนนุ่มกว่า แผ่นใบเป็นรูปหัวใจมีแฉก 7-11 แฉก ก้านใบเป็นท่อนกลวง มีสีเขียวอ่อนหรือเขียวเข้ม ยาวประมาณ 1 เมตร เปราะหักง่าย (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.1.4. ดอก

ดอกมะละกอแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ ดอกตัวผู้ ดอกตัวเมีย และดอกกะเทย มะละกอต้น หนึ่งๆอาจมีดอกชนิดเดียวกันหรือ 2 ชนิด แต่น้อยมากที่จะมี 3 ชนิด ระยะเวลาที่ต้นเดียวกันจะมีดอก มากกว่าหนึ่งชนิดมักสั้น นอกจากยีน (Gene) ที่ควบคุมเพศแล้ว สภาพแวดล้อมก็มีความสำคัญต่อการ เปลี่ยนแปลงของชนิดดอกอยู่มาก โดยแยกลักษณะดังนี้

- ดอกตัวผู้ ดอกตัวผู้ อาจเกิดบนต้นมะละกอตัวผู้ คือมีแต่ดอกตัวผู้ล้วน ๆ ก็ได้ ลักษณะที่ชัดเจนคือ ดอกตัวผู้จะมีขนาดเล็กกว่าดอกชนิดอื่น ยาวประมาณ 1 นิ้ว รูปทรงกระบอก กลีบ ดอกทั้ง 5 กลีบ จะเชื่อมติดตั้งแต่โคนออกมาแยกจากกันเป็น 5 กลีบที่ปลายดอก ทำให้ดูคล้ายกระบอก หรือหลอด มีเกสรตัวผู้อยู่ 10 อัน มีอับเกสรสีเหลืองๆอยู่ที่ปลาย ดอกตัวผู้มักเป็นช่อ ช่อหนึ่งมีหลายดอก ถ้าเป็นมะละกอตัวผู้คือมีแต่ดอกตัวผู้ล้วน ๆ ดอกตัวผู้พวกนี้จะมีก้านดอกยาวมาก ช่อดอกอาจยาว 1-3 ฟุต มีดอกตัวผู้อยู่มากมาย ส่วนดอกตัวผู้ที่เกิดอยู่บนต้นกระเทยมักจะไม่มีการช่อดอก คงเป็นเพียงก้าน ดอกสั้นๆเท่านั้น ดอกตัวผู้จะมีรังไข่เล็กๆ อยู่เหมือนกัน

- ดอกตัวเมีย ปกติจะพบดอกตัวเมียเกิดอยู่บนต้นมะละกอดอกตัวเมียนั้น ดอกตัวเมียเป็นดอกที่มีขนาดใหญ่ที่สุด คือยาวประมาณ 2-2.5 นิ้ว ดอกตัวเมียจะมีก้านดอกสั้น เจริญเติบโตติดอยู่กับฐานก้านใบไม่ยื่นยาวออกมาเหมือนดอกชนิดอื่น อาจจะเป็นดอกเดี่ยวหรือมี 2-3 ดอก อยู่รวมกันเป็นกระจุกก็ได้ดอกตัวเมียจะมีรังไข่ขนาดใหญ่ เมื่อดอกบานกลีบดอกทั้ง 5 แยกออกจากกันโดยตลอดทำให้มองเห็นรังไข่ได้อย่างชัดเจนรังไข่มีอยู่ 5 พู เมื่อกลายเป็นผล ผลนั้นก็จะเป็น 5 พูด้วยดอกตัวเมียไม่มีส่วนของเกสรตัวผู้เลย ดังนั้นการเกิดจะเป็นผลได้ต้องอาศัยเกสรจากตัวผู้จากตัวอื่นมาผสมเท่านั้น ถ้าไม่ได้รับการผสมเท่านั้น ถ้าไม่ได้รับการผสมก็จะหลุดร่วงไป

- ดอกกะเทย หมายถึงดอกสมบูรณ์ ซึ่งมีทั้งดอกตัวผู้และดอกตัวเมียรวมอยู่ในดอกเดียวกัน ดอกกะเทยมีก้านดอกสั้นเกิดอยู่บริเวณง่ามใบ ดอกที่อยู่ปลายก้านช่อจะสมบูรณ์กว่าดอกอื่นๆ สามารถแบ่งดอกกะเทยได้เป็น 3 แบบ ขึ้นอยู่กับการพัฒนาเกสรตัวผู้และเกสรตัวเมียซึ่งได้แก่แบบเพนแทนเดรีย (Pentandria) อีลองกาต้า (Elongata) และอินเตอร์มีเดียต (Intermediate) ดอกทั้งสามแบบนี้อาจเกิดบนต้นเดียวกัน ปกติจะมีดอก 2 แบบแรกมากกว่าแบบหลัง (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.1.5. ผล

ผลมะละกอยาว 7-30 เซนติเมตร น้ำหนักประมาณ 1-2 กิโลกรัม ผลที่เกิดขึ้นจากต้นตัวเมียจะมีรูปร่างเป็นรูปไข่ยาวและเกือบกลม ผลที่เกิดจากดอกกะเทยเป็นทรงกระบอกและมีร่องผล โดยทั่วไปผลมะละกอมีเปลือกเรียบ สีเขียว จะเปลี่ยนสีเหลืองหรือส้มเมื่อผลสุก และเนื้อสีส้มหรือสีแดง ส้ม มีรสดี หวานเล็กน้อย ร่องภายในผลแยกเป็น 5 ร่อง (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.1.6. เมล็ด

เมล็ดจำนวนมากเกาะติดอยู่กับผนังด้านในของผล ลักษณะเมล็ดหัวท้ายแหลม เส้นศูนย์กลางประมาณ 5 มิลลิเมตร มีสีดำหรือสีเทา ผิวเมล็ดเป็นหนามสั้นๆ (Spiny Seed) มีส่วนที่มีลักษณะคล้ายวุ้นใสๆ ล้อมรอบอยู่ (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.2. พันธุ์มะละกอ

การปลูกมะละกอในท้องถิ่น ควรเลือกใช้พันธุ์ที่ได้รับการคัดเลือกแล้วเฉพาะท้องถิ่นนั้นๆ เพราะมะละกอเป็นพืชที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม สำหรับประเทศไทยมีพันธุ์มะละกอที่ปลูกกันเป็นการค้าอยู่มากมายหลายหลายพันธุ์ และแต่ละพันธุ์ยังไม่ค่อยได้มาตรฐานในสายพันธุ์ดีพอ เพราะพบว่ายังมีความผันแปรทางด้านขนาดของผล รูปร่างลักษณะ ทั้งภายในและภายนอก จนแยกไม่ออกว่าเป็นพันธุ์อะไรกันแน่ ตลอดจนมีการเรียกชื่อที่รู้จักกันเฉพาะภายในท้องถิ่น รวมทั้งมีการตั้งชื่อพันธุ์ใหม่ๆ ที่เห็นว่ามีลักษณะแตกต่างไปจากพันธุ์อื่นขึ้นมาเรื่อยๆ อย่างไรก็ตาม มะละกอที่นิยมปลูกกันมากและเป็นที่ยอมรับกันทั่วไปดังนี้ (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.2.1. พันธุ์พื้นเมือง

เป็นมะละกอที่ปลูกกันมานานโดยไม่มีการคัดเลือกพันธุ์ให้ดีขึ้น คงปล่อยให้ผสมพันธุ์กันเองตามธรรมชาติทุกอย่าง ดังนั้นจึงมีลักษณะที่ไม่ค่อยแน่นอนอนแต่ส่วนใหญ่มีลักษณะกลมขนาดเล็ก

เนื้อบาง ช่องว่างในผลกว้าง ผลสุกเนื้อจะมีสีออกเหลือง เนื้อค่อนข้างและ จึงไม่ค่อยนิยมบริโภคผลสุกกัน มักใช้ประโยชน์จากผลดิบมากกว่า (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.2.2. พันธุ์แขกดำ

เป็นพันธุ์ที่ได้รับความนิยมปลูกกันมากและเป็นที่ต้องการของตลาด ลักษณะเป็นมะละกอดันเตี้ย มีก้านสีเขียวสั้นแข็งแรง ก้านใบส่วนมากจะตั้งตรง ใบหนากว่ามะละกอพันธุ์อื่นๆ ผลขนาดพอเหมาะ ทั้งส่วนหัวและท้ายผลเกือบมีขนาดเท่ากัน เปลือกหนาสีเขียวเข้ม ผลดิบหนักประมาณ 500-700 กรัมต่อผล เนื้อแน่นแข็งกรอบและมีสีแดง ชาวสวนส่วนใหญ่จะเก็บผลขณะที่ยังอ่อนเพื่อใช้เป็นมะละกอสำหรับบริโภคดิบส่งขายทำส้มตำ ผลสุกมีรสหวาน เมล็ดน้อย ช่องว่างภายในผลผลแคบ หนักประมาณ 1.5 กิโลกรัมต่อผล (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.2.3. พันธุ์สายน้ำผึ้ง

ลักษณะมะละกอดันเตี้ย ก้านใบสีเขียวอ่อนหรือสีเขียวปนขาวมี ขนาดยาวกว่าก้านใบของมะละกอพันธุ์แขกดำ แต่มีความแข็งแรงน้อยกว่า ก้านใบล่างมีลักษณะเอนลงสู่พื้นใบกว้างแต่บาง มีช่องว่างระหว่างช้อยาวจำนวนแฉกของใบมีกว่าพันธุ์แขกดำ และพันธุ์โกโก้ ผลค่อนข้างโต ลักษณะเป็นทรงป้าน คือด้านหัวผลเล็กและขยายด้านท้ายผล เปลือกผลมีสีเขียวและบางกว่าพันธุ์แขกดำ มองเห็นร่องพูที่เป็นเหลี่ยมชัดเจนขนาดของผลยาวประมาณ 29-50 เซนติเมตร ช่องว่างภายในผลกว้างปานกลางมี เมล็ดประมาณ 350 เมล็ดต่อผล เมื่อผลสุกมีสีแดงปนส้ม เนื้อไม่แข็งหนาประมาณ 2- 2.5 เซนติเมตร รสชาติหวานจัด เก็บไว้ไม่ได้นานเพราะเนื้อเล่ง่าย เป็นมะละกอที่เหมาะสมสำหรับใช้บริโภคผลสุก ปัจจุบันมะละกอพันธุ์นี้ไม่ค่อยนิยมปลูกกันมากนัก (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.2.4. พันธุ์โกโก้

เป็นอีกพันธุ์หนึ่งที่ชาวสวนนิยมปลูกกันมากและเป็นที่ต้องการของตลาด ลักษณะส่วนใหญ่คล้ายพันธุ์สายน้ำผึ้งต่างกันตรงที่ก้านจะมีสีออกม่วงๆ ต้นเมื่อเล็กอยู่อาจมีสีม่วงเป็นจุดประปรายเห็นได้ชัด แต่เมื่อโตแล้วจุดประปรายหายไปหรือบางต้นก็มีอยู่ ส่วนหัวของผลเล็กเรียวยาวไปสู่อีกส่วนท้าย ซึ่งใหญ่และใหญ่กว่าส่วนท้ายของผลพันธุ์สายน้ำผึ้ง มีช่องระหว่างพูเป็นเหลี่ยมชัดเจน ช่องว่างภายในผลค่อนข้างกว้าง เมื่อผลสุกเนื้อสีแดงแข็งกรอบกว่าพันธุ์สายน้ำผึ้ง แต่ไม่เท่าพันธุ์แขกดำ เหมาะสำหรับใช้บริโภคผลสุก (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.2.5. พันธุ์จำปาตะ

เป็นพันธุ์ที่มีลำต้นอวบ แข็งแรง ออกดอกติดผลช้ากว่าพันธุ์โกโก้และพันธุ์แขกดำ ใบและก้านใบออกสีเขียวอ่อน ผลมีขนาดยาว ผลดิบสีเขียวอ่อน ผลสุกเป็นสีเหลือง เนื้อค่อนข้างบางกว่าพันธุ์อื่น และเนื้อไม่ค่อยแน่น (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.2.6. พันธุ์ไซโล

เป็นพันธุ์มะละกอจากต่างประเทศที่นิยมปลูกกันมากและเป็นที่ต้องการของตลาดพอสมควร เป็นพันธุ์มะละกอการค้าของฮาวาย ออกดอกติดผลครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 12-14 เดือน หลังปลูก ให้ผลแรกอยู่สูงจากระดับพื้นดินประมาณ 1-1.5 เมตร ผลเกิดจากดอกสมบูรณ์เพศมีลักษณะ

รูปร่างคล้ายกับผลมะละกอพันธุ์โกโก้ แต่ค่อนข้างกลมกว่าเล็กน้อย ผลมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 10 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15 เซนติเมตร มีน้ำหนักประมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อผล ผลสุกเนื้อสีเหลือง จำปาละเอียดสม่ำเสมอ รสหวานไม่ถึงกับหวานจัดมากนัก (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.2.7. พันธุ์ปากช่อง 1

เป็นพันธุ์ใหม่ ที่สถานีวิจัยปากช่อง อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ได้ผสมพันธุ์นี้ขึ้นจากการนำเอามะละกอพันธุ์ซันไรส์ จากประเทศไต้หวันมาทำการปลูก และผสมพันธุ์ตัวเอง 5 ชั่วโมงจนได้สายพันธุ์ที่ค่อนข้างบริสุทธิ์มีลักษณะดีตามที่ต้องการ ลักษณะที่เด่นคือเป็นมะละกอต้นค่อนข้างเตี้ยมาก ให้ผลผลิตครั้งแรกเมื่ออายุประมาณ 8 เดือนหลังปลูก ผลในระยะแรกอยู่เหนือจากระดับพื้นดินประมาณ 70-80 เซนติเมตร ติดผลค่อนข้างดก ประมาณ 30-40 กิโลกรัมต่อต้นต่อปี ลักษณะผลกลมขนาดเล็กสามารถรับประทานคนเดียวหมด หรือถ้าขนาดกลางก็อาจรับประทานได้ 2 คน มีน้ำหนักประมาณ 250-350 กรัมต่อผล ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ เนื้อแข็งกรอบสีส้ม หนาประมาณ 1.8 เซนติเมตร รสชาติหอมหวาน มีเปอร์เซ็นต์น้ำตาลค่อนข้างสูง ผลสุกจะมีสีเหลืองทั้งผลสามารถเก็บไว้ในอุณหภูมิปกติได้นาน โดยมีรสชาติดีหวานเต็มและเนื้อไม่เลอะด้วย นอกจากนี้แล้วยังสามารถจะเก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ปลูกได้เอง ทั้งยังสามารถเพิ่มขนาดของผลให้ใหญ่มีน้ำหนักขึ้นถึง 600 กรัมต่อผล (ศักดิ์สิทธิ์, 2545)

2.3. คุณค่าทางโภชนาการของใบมะละกอ

ใบมะละกออุดมไปด้วยสารอาหารได้แก่ โปรตีน 10.8-32.4 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 40.82 เปอร์เซ็นต์ (นิธิ และคณะ, 2557) ทั้งนี้ในใบมะละกอยังมีปริมาณของบีตา-แคโรทีนอยู่ในช่วง 0.39-0.40 มิลลิกรัม/100 (Nwofia *et al*, 2012)

3. แคโรทีนอยด์

แคโรทีนอยด์ (carotenoid) เป็นรงควัตถุ (pigment) สีเหลือง ส้ม แดง และสีส้ม-แดง พบทั่วไปในพืช และสิ่งมีชีวิตที่สามารถสังเคราะห์ด้วยแสงได้ ทำงานร่วมกับคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีสีเขียว ทำหน้าที่ ดูดซับพลังงานจากแสงอาทิตย์ เมื่อการสังเคราะห์แสงและช่วยการเจริญเติบโตของพืช และป้องกันอันตรายจากแสง (photoprotective agents) ในอุตสาหกรรมอาหาร ใช้เป็นสีผสมอาหาร (food color) จากธรรมชาติ เป็นกลุ่มสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพร่างกาย ช่วยต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) โครงสร้างหลักของรงควัตถุกลุ่มนี้คือ การเป็นสายไฮโดรคาร์บอน ซึ่งประกอบด้วยคาร์บอน 40 อะตอม เป็นไฮโดรคาร์บอนชนิดไม่อิ่มตัว มีพันธะคู่หลายตำแหน่งโดยแคโรทีนอยด์สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่มย่อย ดังนี้

- แคโรทีน (Carotene) เป็นรงควัตถุที่มีสีส้ม หรือส้ม-แดง เป็นสายยาวของไฮโดรคาร์บอน
- แซโทฟิวส์ (Xanthophyll) มีสีเหลือง หรือสีส้ม-เหลือง เป็นสายยาวของไฮโดรคาร์บอนที่มีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ซึ่งแทนโทฟิวส์ มีหลายชนิดขึ้นอยู่กับระดับ oxidation ของโมเลกุล (Greenclinic, 2554)

3.1. แคโรทีนอยต์ในอาหารธรรมชาติ

ในปัจจุบันมีการค้นพบแคโรทีนอยต์ถึง 600 ชนิด ที่พบมากมี 6 ชนิด คือ

1. แอลฟา-แคโรทีน (alpha- carotene)
2. บีตา-แคโรทีน (beta- carotene)
3. บีตา-คริปโตแซนทิน (beta-cryptoxanthin)
4. ไลโคพีน (lycopene)
5. ลูทีน (lutein)
6. ซีแซนทิน (zeaxanthin)

ในใบมะละกามีสารบีตา-แคโรทีนอยู่ถึง 0.39-0.40 มิลลิกรัม/100กรัม (Nwofia *et al*, 2012)

3.2. แหล่งของบีตา-แคโรทีน

บีตา-แคโรทีนพบได้ในธรรมชาติ เช่น ผัก ผลไม้ เห็ด และสาหร่าย ลักษณะที่พบมีรูปแบบต่างกันไป (Haigh, 1994)

1. เป็นหยดไขมันเล็กๆ ในเซลล์ของเนื้อเยื่อ เช่น แครอท
2. กระจายตัวเป็น colloidal ในส่วนที่เป็นไขมัน เช่น ไขมันน้ำมัน
3. จับกับโปรตีนใน aqueous phase เช่น ในผลไม้สุก
4. เกิดเอสเทอร์กับกรดไขมัน เช่น ในผลไม้สุก

3.3. ประโยชน์ของบีตา-แคโรทีน

3.3.1. คุณค่าด้านอาหาร

บีตา - แคโรทีน ประกอบด้วยวงแหวนบีตา - ไอโอโนน (β -ionone ring) 2 วง มีวิตามินเอ มีประสิทธิภาพสูงสุดในหมู่แคโรทีนอยด์ตัวหลักๆ บีตา-แคโรทีนจะถูกดูดซึมในร่างกายได้ดีที่สุดประมาณร้อยละ 70 ซึ่งดูดซึมน้อยกว่าวิตามินเอ ที่ดูดซึมได้ถึงร้อยละ 90 ของปริมาณสารที่ได้รับจากอาหาร และยิ่งรับประทานมากประสิทธิภาพการดูดซึมนั้นก็จะลดลงตามส่วน พบว่า ไขมันในอาหารเป็นตัวที่จะช่วยขนส่งวิตามิน เอ และบีตา-แคโรทีนเข้าสู่ร่างกายโดยผ่านเซลล์ของลำไส้เล็ก ส่วนน้ำดีจะช่วยละลาย บีตา-แคโรทีนละลายเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมได้ดียิ่งขึ้น บีตา-แคโรทีน สามารถเปลี่ยนเป็นวิตามิน เอ โดยประมาณ คือ 6 ต่อ 1 หมายความว่าต้องการอาศัยบีตา-แคโรทีน 6 ไมโครกรัม เพื่อเปลี่ยนเป็นวิตามิน เอ 1 ไมโครกรัม (Haigh, 1991)

3.3.2. เป็นสีผสมอาหาร

แคโรทีนอยด์เป็นกลุ่มรงควัตถุที่ให้สีเหลือง เหลืองส้ม จนถึงแดง พบมากในพืชที่มีสี เหลืองส้ม เช่น มะละกอสุก มะม่วง กัลยและผักใบสีเขียว มีปริมาณมากในธรรมชาติ ซึ่งสารสกัดสีเหล่านี้สามารถนำมาใช้ปรุงอาหารได้ การสกัดสีเหล่านี้ อาจทำให้อยู่ในรูปของเกลือ รูปผงละลายในน้ำมัน (Haigh, 1994)

3.3.3. เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant)

ปีต้า-แคโรทีนสามารถลดการเกิด singlet oxygen ซึ่งเป็นสารที่สามารถเปลี่ยนไปเป็นอนุมูลอิสระที่เป็นต้นเหตุทำให้เกิดโรคร้ายต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง ปีต้า-แคโรทีนจึงสามารถป้องกันการทำลายเซลล์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ โดยจะเข้าร่วมตัวกับเปอร์ออกซีแรดิคัล (peroxyradicals) ทำให้สามารถยับยั้งการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันในเซลล์ได้ซึ่งปฏิกิริยานี้ต้องเกิดที่ partial pressure ต่ำประมาณ 3.10^{-2} atm. (2% ออกซิเจน) ถ้าเกิดขึ้นที่ partial pressure สูง ปีต้า-แคโรทีนจะสูญเสียคุณสมบัติการเป็นแอนติออกซิแดนซ์ จะส่งผลให้เกิดออกซิเดชัน (Haigh, 1994)

4. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Nwofia *et al.* (2012) ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของ ใบ ผล และเมล็ด ในมะละกอบางสายพันธุ์ โดยการที่นำเอามะละกอ 5 สายพันธุ์ ได้แก่ oblong rad, pear orange, round orange, oblong yellow, rond yellow พบว่าในส่วนของใบมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต 72.64-78.22 เปอร์เซ็นต์ โปรตีน 5.84-10.80 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 11.41-13.15 เปอร์เซ็นต์ และในใบยังสารปีต้า-แคโรทีน 0.39-0.40 มิลลิกรัม/100 กรัม

Widjastuti *et al.* (2012) ศึกษาการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่พื้นเมืองที่มาจากตะวันตกของอินโดนีเซีย ด้วยอาหารทดลองที่มีใบมะละกอ 5 ระดับคือ: 0, 2.5, 5, 7.5 และ 10 ผลการวิจัยพบว่าไก่ที่ได้รับใบมะละกอ 0-7.5 มีน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักซาก และไขมันในช่องท้องไม่แตกต่างกัน ส่วนไก่ที่ได้รับอาหารผสมใบมะละกอ 10 มีน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักซาก และไขมันในช่องท้องต่ำที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังนั้น การผสมใบมะละกอในอาหารไก่สามารถผสมได้ถึง 7.5 หากผสมใบมะละกอกว่านี้จะลดการเจริญเติบโตและคุณภาพซากของไก่

Unigwe *et al.* (2014) ศึกษาโภชนาการของใบมะละกอต่ोजเจริญเติบโตของไก่กระต๊อขนาด 204.11-3.29 กรัม ด้วยที่มีการผสมใบมะละกต่างกัน 4 ระดับคือ 0 (ชุดควบคุม), 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลจากการศึกษาพบว่าไก่กระต๊อที่ได้รับอาหารเสริมจากใบมะละกอ 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย น้ำหนักเฉลี่ยต่อวันที่ที่สุด ($P < 0.05$) ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของไก่ที่ได้รับ อาหารเสริมจากใบมะละกอ 15 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่กระต๊อที่ได้รับอาหารเสริมจากใบมะละกอ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างจากไก่กระต๊อที่ได้รับอาหารในชุดควบคุม

Olaniyi *et al.* (2013) ศึกษาผลของใบมะละกอต่ोजเจริญเติบโตและองค์ประกอบเลือดของปลาตุ๊กแอฟริกา (*Clarias gariepinus*) ขนาด 11.02 กรัม ระยะเวลา 84 วัน ด้วยอาหารเสริมใบมะละกต่างระดับกัน 5 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมใบมะละกอที่ 20 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตดีสุดประกอบด้วย น้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย การกินอาหาร น้ำหนักเฉลี่ยต่อวัน การสะสมโปรตีน อัตราการแลกเปลี่ยนเนื้อ และประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และองค์ประกอบเลือดประกอบด้วยปริมาตรของเซลล์เม็ดเลือดแดง (μ) ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเฮโมโกลบิน (μ g)

และค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง (%) ดีที่สุดโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ดังนั้นการใช้ใบมะละกอเสริมในอาหารปลาอุกแอฟริกาอยู่ที่ 20 เปอร์เซ็นต์

นิธิ และคณะ (2557) ศึกษาผลการใช้ใบมะละกอปนผสมในอาหารปลานิลแดง อาหารที่เสริมใบมะละกอต่างกัน 4 ระดับคือ 0, 7, 14, และ 21 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าการเจริญเติบโตของปลาจะลดลงเมื่อปริมาณของใบมะละกอที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปลาที่ได้รับอาหารผสมใบมะละกอ 21 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำที่สุด (19.43 ± 1.10 ก., 256.59 ± 30.01 % และ 2.27 ± 0.15 %/ตัว/วัน ตามลำดับ) ในขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ มีค่าสูงที่สุด (3.36 ± 0.64) แตกต่างจากปลากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ทั้งนี้ค่าดัชนีดัชนีความสมบูรณ์เพศ ปริมาณเม็ดเลือดแดง เม็ดเลือดขาว และเม็ดเลือดแดงอัดแน่นของปลาอยู่ในเกณฑ์ปกติและไม่มี ความแตกต่างทางสถิติ ระหว่างชุดการทดลอง ($P > 0.05$) ต้นทุนค่าอาหารต่อผลผลิตของปลาที่ได้รับอาหารผสมใบมะละกอ 0, 7 และ 14 เปอร์เซ็นต์ มีค่าไม่แตกต่างกันแต่ต่ำกว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมใบมะละกอ 21 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ปลาที่ได้รับอาหารผสมใบมะละกอตั้งแต่ 7 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป สีของลำตัวจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเพราะได้รับสารสีบีตา-แคโรทีนจากใบมะละกอ สรุปได้ว่าการผสมใบมะละกอในอาหารทำให้การเจริญเติบโตของปลานิลแดงลดลง และไม่มีผลในการลดต้นทุนการผลิตปลา

นงลักษณ์ และสมถวิล (2560) ศึกษาผลของการเสริมแคโรทีนอยด์สังเคราะห์ชนิดต่างๆ ในอาหารเลี้ยงปลาการ์ตูนแดงวางแผนการทดลองแบบ 6×3 Factorial in CRD เพื่อศึกษา 2 ปัจจัยคือ 1 ชนิดของแคโรทีนอยด์ได้แก่ เบต้าแคโรทีน แคนทาแซนทิน แอสตาแซนทิน ลูทีนและซีแซนทิน ตามลำดับ โดยอาหารไม่เสริมแคโรทีนอยด์เป็นสูตรควบคุมและ 2 ระยะเวลาในการเสริมคือ 1, 2 และ 3 เดือน เลี้ยงปลาด้วยอาหารที่เสริมแคโรทีนอยด์แต่ละชนิดในอัตรา 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารชนิดละ 3 ซ้ำ แบบให้กินจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง ทดลองเป็นระยะเวลา 3 เดือน โดยวัดผลการเจริญเติบโตและสืบพันธุ์ของปลาเดือนละครั้ง ผลการศึกษาพบว่าปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ไม่เสริมและเสริมแคโรทีนอยด์ชนิดต่างๆ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นต่อวันอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะอัตราการรอดตายและอัตราแลกเนื้อไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่มีผลต่อค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเข้มของเฉดสีแดง (a^*) ค่าความเข้มของเฉดสีเหลือง (b^*) ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมชนิดและปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมบริเวณผิวหนังปลา ($P < 0.05$) โดยผิวหนังปลาการ์ตูนแดงที่ได้รับอาหารที่เสริมแอสตาแซนทินสังเคราะห์มีความเข้มเฉดสีแดงและมีปริมาณแคโรทีนอยด์รวมสูงสุด และทำให้ผิวหนังปลามีลักษณะสีแดงสดขณะที่การเสริมลูทีนและซีแซนทินในอาหารมีผลต่อการเพิ่มความเข้มของ เฉดสีเหลืองส่วนชนิดและปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมบริเวณผิวหนังปลา สัมพันธ์กับชนิดของแคโรทีนอยด์ที่เสริมในอาหาร ผลของระยะเวลาในการเสริมแคโรทีนอยด์ในอาหาร พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการรอดตายของปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมแคโรทีนอยด์มีค่าลดลงและอัตราแลกเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเสริมที่นานขึ้น ($P < 0.05$) ส่วนค่าความสว่าง พบว่ามีค่าลดลงเช่นกันแต่ค่าในเดือนที่ 2 และ 3 ไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) ขณะที่ค่าความเข้มเฉด สีแดง และสีเหลือง ปริมาณแคโรทีนอยด์รวมชนิดและปริมาณแคโรทีนอยด์ที่สะสมบริเวณผิวหนังปลามีค่าเพิ่มขึ้นตามระยะ เวลาการเสริมที่นานขึ้นแต่ในเดือนที่ 2 และ 3 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) สรุปได้ว่า

ปลาการ์ตูนแดงที่ได้รับอาหารเสริม แอสตาแซนทินสังเคราะห์เป็นเวลา 2 เดือน ทำให้มีการเพิ่มของสีแดง บริเวณผิวหนังปลามากที่สุด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัสดุ อุปกรณ์ และ วิธีการทดลอง

1. วัสดุ

1.1 สัตว์ทดลอง

ปลาตุกแอฟริกา (*Clarias gariepinus*)

1.2 ใบมะละกอ

2. อุปกรณ์

2.1 อุปกรณ์ในการเลี้ยงปลาตุกแอฟริกา

2.1.1 ถังไฟเบอร์กลาสขนาดความจุ 160 ลิตร จำนวน 3 ถัง

2.1.2 อุปกรณ์ระบบให้อากาศ ได้แก่ สายยาง หัวทราย

2.1.3 ตู้กระจกขนาด 46x91x46 เซนติเมตร จำนวน 18 ตู้

2.1.4 อุปกรณ์การขนย้ายปลา ได้แก่ สวิงซีลอนปลา ชั้นพลาสติก

2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำอาหารทดลอง

2.2.1 เครื่องบดเนื้อ

2.2.2 อุปกรณ์ตวงวัสดุอาหาร ได้แก่ เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2ตำแหน่ง เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4ตำแหน่ง กระจกตวง ปีกเกอร์ ถาดเตรียมอาหาร

2.2.3 เครื่องอัดเม็ดอาหารพร้อมแวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 เซนติเมตร

2.2.4 ตู้แช่แข็ง ใช้เพื่อเก็บอาหารทดลองระหว่างรอนำมาใช้

2.2.5 ถาดอะลูมิเนียม

2.2.6 เครื่องบดสมุนไพร

2.2.7 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

2.3 อุปกรณ์วิเคราะห์ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหาร

2.4.1 อุปกรณ์วิเคราะห์ความชื้น

2.4.1.1 ตู้อบความร้อน (Hot air oven)

2.4.1.2 ถ้วยกระบือ (Crucible)

2.4.1.3 โถดูดความชื้น (Desiccator)

2.4.1.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.4.1.5 คีมคีบ (tong)

2.4.2 อุปกรณ์วิเคราะห์โปรตีน

2.4.2.1 หลอดย่อยโปรตีน (Kjeldahl digestion tube)

2.4.2.2 ชุดสำหรับย่อย (Digester และ Scrubber)

2.4.2.3 เครื่องสำหรับกลั่นอัตโนมัติ

2.4.2.4 Pipette

2.4.2.5 Cylinder ขนาด 25 ml

2.4.2.6 Buret

2.4.2.7 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.4.2.8 ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 ml

2.4.2.9 Volumetric flask ขนาด 1000 ml

2.4.2.10 แท่งแก้วคนสาร

2.4.3 อุปกรณ์วิเคราะห์ถ้ำ

2.4.3.1 เตาเผา (Muffle furnace)

2.4.3.2 ถ้วยกระเบื้อง (Crucible)

2.4.3.3 คีมคีบ (tong)

2.4.3.5 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.4.4 อุปกรณ์วิเคราะห์ไขมัน

2.4.4.1 เครื่องสกัดไขมันแบบอัตโนมัติ

2.4.4.2 ปีกเกอร์

2.4.4.3 ไซ้กรองสาร (Extraction Thimble)

2.4.4.4 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.4.4.5 โถดูดความชื้น (Desiccator)

2.4.4.6 สำลี

2.4.4.7 กระดาษกรอง เบอร์ 1

2.4.5 อุปกรณ์วิเคราะห์เยื่อใย

2.4.5.1 เครื่องวิเคราะห์เยื่อใย

2.4.5.2 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven)

2.4.5.3 เตาเผา (Muffle furnace)

2.4.5.4 ถ้วยกระเบื้องเคลือบชนิดรู (Gooch crucible)

2.4.5.5 โถดูดความชื้น (Desiccator)

2.4.5.6 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2.4 อุปกรณ์สำหรับตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา

2.5.1 เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง

2.5.2 ถังน้ำบรรจุ 20 ลิตร

2.5.3 ถังพลาสติก

2.5.4 ชั้นพลาสติก

2.5.6 สวิงชั้นปลา

3.วิธีการทดลอง

3.1 การเตรียมอุปกรณ์การทดลอง

ใช้ตู้กระจกขนาด 90×40×45 เซนติเมตร จำนวน 18 ตู้ ความจุน้ำ 160 ลิตร (หน่วยการทดลอง) ทำความสะอาดและติดตั้งอุปกรณ์ให้อากาศให้พร้อมสมบูรณ์แล้วเติมน้ำที่ปราศจากคลอรีน ให้ได้ ปริมาตร 140 ลิตร

3.2 การเตรียมสัตว์ทดลอง

เตรียมสัตว์ทดลองนำน้ำที่ฆ่าเชื้อแล้วพักไว้ 1 วัน มาใส่ถังขนาด 160 ลิตร จากนั้นให้อากาศ และนำปลาดุกจำนวน 500 ตัว มาเลี้ยงเพื่อฝึกให้ปลาคู่คุ้นเคยกับอาหารและสภาพแวดล้อมเป็นเวลา 1 สัปดาห์ โดยให้อาหารสูตรควบคุม ให้จมน้ำ วันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 08.00 และ 16.00 น.

3.3 การเตรียมใบมะละกอป่น

นำใบมะละกอที่มีลักษณะเป็นใบแก่จัดออกสีเหลือง และใบที่แห้งแล้ว สายพันธุ์แขกดำที่ได้ จากในอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร เก็บในช่วงเดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม 2563 มาทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยใช้ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) จากนั้นนำใบมะละกอบดให้เป็นผงด้วยเครื่อง บดสมุนไพร หลังจากนั้นเก็บไว้ในภาชนะสุญญากาศ ก่อนนำมาผสมในสูตรอาหารเลี้ยงปลาดุกศรีชัย

3.4 การเตรียมอาหารการทดลอง

อาหารทดลองทั้งหมดมี 6 ชุดการทดลอง อาหารสูตรที่ 1 เป็นสูตรควบคุมไม่มีการเสริมด้วย ใบมะละกอป่น อาหารทดลองสูตรที่ 2-6 มีการเสริมใบมะละกอรระดับที่ต่างกันไป คือ 4, 8, 12, 16 และ 20 เปอร์เซ็นต์ คำนวณสูตรอาหารให้มีระดับอาหารให้มีระดับโปรตีน ไขมันและระดับพลังงานเท่ากัน ทุกชุดการทดลองคือ มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 7 เปอร์เซ็นต์

วิธีการเตรียมอาหารทดลองโดยชั่งวัสดุอาหารแต่ละอย่างได้แก่ ปลาป่น กากถั่วเหลือง ปลา ยข้าว ใบมะละกอป่น น้ำมันพืช วิตามินผสม แร่ธาตุผสม เซลลูโลส วิตามินซี สารกันหืน (Butylated hydroxytoluene: BHT) ตามสูตรที่คำนวณไว้ สำหรับน้ำมันใส่ลงไปในระหว่างการผสมอาหาร เมื่อผสม ส่วนประกอบวัสดุอาหารเข้ากันดีแล้ว นำไปเข้าเครื่องอัดเม็ดอาหารผ่านหน้าแวนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 เซนติเมตร นำอาหารที่เตรียมเสร็จแล้วอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เก็บอาหาร รักษาไว้ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (วุฒิพร และคณะ, 2540) และตรวจคุณค่าทางโภชนาการ ของอาหารที่เตรียมเสร็จแล้ว (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า) ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1999) ส่วนปริมาณคาร์โบไฮเดรตหาได้จากการคำนวณตามสูตร 100 - (ความชื้น + โปรตีน + ไขมัน + เยื่อใย + เถ้า) ก่อนนำไปใช้การทดลองเลี้ยง

ตารางที่ 1 ส่วนประกอบทางโภชนาการของวัตถุดิบอาหาร โดยการวิเคราะห์ (บนฐานของวัตถุดิบแห้ง)

วัตถุดิบ	ส่วนประกอบ(%)			
	ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เถ้า
ปลาป่น	1.89±0.23	65.78±1.16	8.62±0.09	25.55±0.31
กากถั่วเหลือง	3.07±0.11	52.98±2.27	1.46±0.12	7.57±0.01
ปลายข้าว	3.34±0.07	10.10±1.21	2.04±0.11	1.12±0.02
ไบโमะละกอ	3.31±0.07	25.13±0.21	11.89±0.57	14.32±0.06

ตารางที่ 2 ส่วนประกอบของสูตรอาหารทดลองแต่ละสูตร

ส่วนประกอบ (ก./อาหาร 100 ก.)	สูตรอาหาร					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
ปลาป่น	15	15	15	15	15	15
กากถั่วเหลือง	41	40	40	38	37	36
ปลายข้าว	34.5	31.5	27.5	25.5	22.5	19.5
ไบโमะละกอ	0	4	8	12	16	20
น้ำมัน	8	8	8	8	8	8
เซลลูโลส	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
วิตามินรวม	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
แร่ธาตุรวม	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
สารกันหืน	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
วิตามินซี	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
รวม	100	100	100	100	100	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 คุณค่าทางโภชนาการของอาหารทั้ง 6 สูตร จากการคำนวณ (บนฐานของวัตถุดิบ)

วัตถุดิบ	ส่วนประกอบ (%)		
	ความชื้น	โปรตีน	เถ้า
1	4.57±0.07	33.69±0.89	7.16±0.06
2	5.55±0.33	32.79±0.20	7.71±0.12
3	5.85±0.12	34.36±0.66	8.21±0.03
4	5.71±1.04	32.96±0.33	8.51±0.20
5	6.43±0.15	34.03±1.13	9.07±0.06
6	11.48±0.44	33.29±0.23	9.08±0.03

4.แผนการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอดแบบสมบูรณ์ (CRD-Complete randomizes design) โดยแบ่งชุดการทดลองเป็น 6 ชุดการทดลอง (Treatments) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ (Replication) รวมเป็น 18 หน่วยการทดลอง (Experimental unit) เมื่อเริ่มทำการทดลองสุ่มปลาจากถังอนุบาลมาชั่งน้ำหนัก จากนั้นเก็บปลาชุดดังกล่าวนี้ไว้เพื่อนำไปวิเคราะห์ความชื้น และองค์ประกอบทางเคมีของตัวปลาได้แก่ โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า ตามวิธีมาตรฐานของ AOAC (1999) กำหนดให้

ชุดทดลองที่ 1 สูตรอาหารที่เลี้ยงไม่เสริมไบโमेลลอปัน 0 % (ชุดควบคุม)

ชุดทดลองที่ 2 สูตรอาหารที่เลี้ยงเสริมไบโमेลลอปัน 4 %

ชุดทดลองที่ 3 สูตรอาหารที่เลี้ยงเสริมไบโमेลลอปัน 8 %

ชุดทดลองที่ 4 สูตรอาหารที่เลี้ยงเสริมไบโमेลลอปัน 12 %

ชุดทดลองที่ 5 สูตรอาหารที่เลี้ยงเสริมไบโमेลลอปัน 16 %

ชุดทดลองที่ 6 สูตรอาหารที่เลี้ยงเสริมไบโमेลลอปัน 20 %

โดยนำปลาดุกศรีเชียงใหม่มาใส่ในตู้กระจกขนาด 90×40×45 เซนติเมตร จำนวน 18 ตู้ ตู้ละ 15 ตัว ให้อาหารที่ต่างระดับกันไป ให้อาหารจนอิ่ม โดยน้ำหนักตัววันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 08.00 น. และ 16.00 น. โดยปรับการให้อาหารทุก 2 สัปดาห์ บันทึกผลการทดลองทุก 2 สัปดาห์ และตรวจคุณภาพน้ำทุก 2 สัปดาห์ ตลอดการทดลอง ข้อมูลที่ได้จากการทดลองได้แก่ น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราการกินอาหาร อัตราการรอดตาย อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ดัชนีจับต่อตัว ประสิทธิภาพการใช้โปรตีนของปลาดุกศรีเชียงใหม่ องค์ประกอบทางเคมีของตัวปลา และความชื้นของปลาดุกศรีเชียงใหม่

5. การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

5.1 การตรวจสอบการเจริญเติบโตของปลา

5.1.1 คำนวณอัตราการเจริญเติบโต โดยพิจารณาจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain %)

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

5.1.2 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR %)

$$= \frac{\ln \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม)} - \ln \text{น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{เวลา (วัน)}} \times 100$$

5.1.3 อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (average daily growth, ADG) (กรัม/วัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (กรัม) - น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)}}{\text{จำนวนที่เลี้ยง}}$$

5.2 ประสิทธิภาพการใช้อาหาร

5.2.1 คำนวณอัตราการกินอาหาร (Rate of feed intake) ตามวิธี Yone and Fujii (1975) โดยสมการอัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์ต่อตัวต่อวัน) =

$$\frac{F \times 100}{\frac{W_0 + W_t}{2} \times \frac{N_0 + N_t}{2} \times t}$$

โดย

F = น้ำหนักอาหารแห้งที่ปลากิน

N_0 = จำนวนปลาเริ่มต้น

W_0 = น้ำหนักปลาเฉลี่ยเริ่มต้น

N_t = จำนวนปลาสุดท้าย

W_t = น้ำหนักปลาสุดท้าย

t = ระยะเวลาที่ปลาได้รับอาหาร

5.2.2 คำนวณอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion rate)

ตามวิธีการของ Dupree and Sneed (1966) โดยสมการ

$$\text{อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)} = \frac{\text{น้ำหนักอาหารที่ปลากินทั้งหมด}}{\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}$$

5.2.3 ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Food conversion efficiency or Food efficiency ,FCE) มีค่าตรงข้ามกับอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักในหน่วยเปอร์เซ็นต์(%)

$$\text{FCE (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น} * 100}{\text{อาหารที่กิน}}$$

5.3 อัตราการรอดตาย (Survival rate) โดยสมการ

$$\text{อัตราการรอดตาย (\%)} = \frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเริ่มต้น}} \times 100$$

5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน ANOVA แบบ CRD และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธีการ Duncan's New Multiple Range Test (Duncan, 1955)

5.5 สถานที่ทำการทดลอง

อาคารปฏิบัติการสาขาวิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ, ห้องปฏิบัติการ 208 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

5.6 แผนการทดลอง

ตารางที่ 4 แผนการดำเนินการ

การดำเนินงาน	ระยะเวลา								
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.
1.เตรียมวัสดุดิบ	←→								
2.วิเคราะห์				←→					
3.ทำอาหารทดลอง						←→			
4.ทดลองเลี้ยง							←→		
5.วิเคราะห์ผลการทดลอง									←→
6.เขียนรายงาน									←→

ผลและวิจารณ์

ผลการทดลอง

1. ผลของใบมะละกต่อการเจริญเติบโตของปลาดุกแอฟริกา

1.1 ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลาดุกแอฟริกาที่ได้รับสูตรอาหารต่างๆ

ความผิดปกติและพฤติกรรมของปลาดุกแอฟริกาที่ได้รับอาหารที่มีการผสมใบมะละกอ ทั้ง 6 ระดับคือ 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความผิดปกติของรูปร่างลักษณะภายนอก และปลาทุกตัวมีพฤติกรรมที่ปกติ

1.2 การเจริญเติบโต

1.2.1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว

น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาดุกแอฟริกาที่ได้รับอาหารทดลองทั้ง 6 สูตร ระยะเวลาการทดลอง 8 สัปดาห์ เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เลี้ยง ดังแสดงในตารางที่ 6 โดยที่น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มทดลอง ไม่มีแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีน้ำหนักเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.03 ± 0.16 - 6.51 ± 0.24 สัปดาห์ที่ 2 น้ำหนักปลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 11.89 ± 0.49 - 9.34 ± 1.40 กรัม และน้ำหนักของปลาเริ่มมีความแตกต่างกันในสัปดาห์ที่ 4 โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งอยู่ในค่าช่วง 10.32 ± 1.20 - 14.73 ± 0.31 กรัม โดยกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอ 0 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวสูงที่สุดคือ 14.73 ± 0.31 กรัม และปลาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอ 4-20 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าอยู่ในช่วง 11.97 ± 0.70 - 10.32 ± 1.20 ในสัปดาห์ที่ 6 น้ำหนักปลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 14.40 ± 0.30 - 10.68 ± 0.65 กรัม และในสัปดาห์ที่ 8 น้ำหนักปลาไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 18.55 ± 0.71 - 12.31 ± 0.71 กรัม

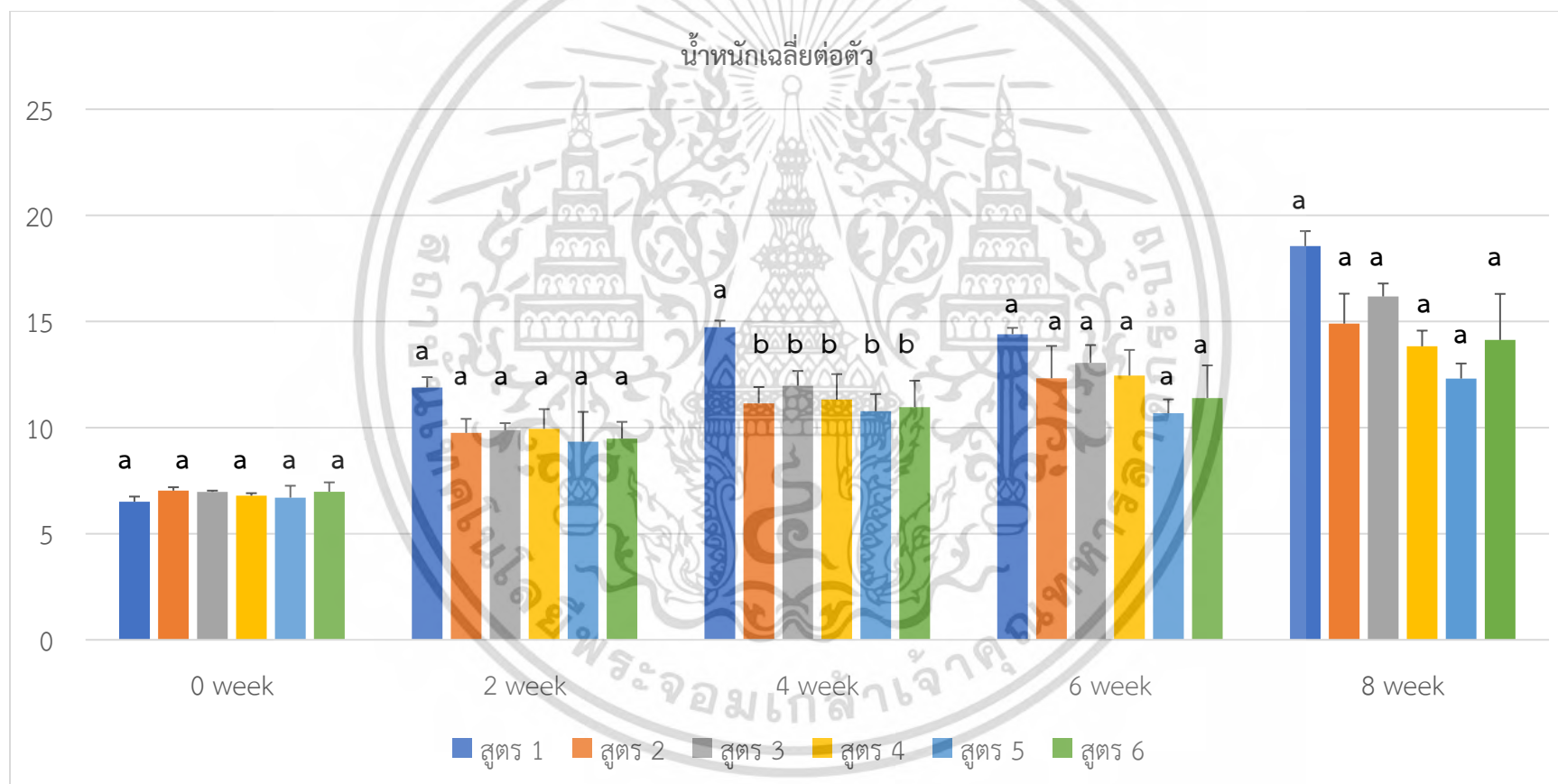
ตารางที่ 5 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาดุกแอฟริกาที่ได้รับอาหารเสริมไบโमะละกอระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (หน่วยเป็นกรัม)

สูตรอาหาร	ไบโमะละกอ (เปอร์เซ็นต์)	ระยะเวลาที่ (สัปดาห์)				
		0	2	4	6	8
1	0	6.51±0.24 ^a	11.89±0.49 ^a	14.73±0.31 ^a	14.40±0.30 ^a	18.55±0.71 ^a
2	4	7.03±0.16 ^a	9.75±0.66 ^a	11.14±0.77 ^b	12.32±1.53 ^a	14.90±1.41 ^a
3	8	6.97±0.06 ^a	9.88±0.33 ^a	11.97±0.70 ^b	13.05±0.84 ^a	16.18±0.61 ^a
4	12	6.79±0.12 ^a	9.94±0.93 ^a	10.32±1.20 ^b	12.45±1.21 ^a	13.83±0.74 ^a
5	16	6.70±0.56 ^a	9.34±1.40 ^a	10.77±0.81 ^b	10.68±0.65 ^a	12.31±0.71 ^a
6	20	6.98±0.44 ^a	9.48±0.79 ^a	10.96±1.25 ^b	11.39±1.54 ^a	14.13±2.17 ^a
P-value						
ANOVA		0.589	0.054	0.015	0.138	0.096
Linear		0.540	0.012	0.004	0.018	0.017
Quadratic		0.529	0.109	0.058	0.639	0.227

¹ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยในสมรรถที่มีอักษรเหมือนกันกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05)

ภาพที่ 1 น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารเสริมไบโमะละกอรระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์ (หน่วยเป็นกรัม)



1.2.2 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น

น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาแอฟริกาได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 7 พบว่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างกัน มีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ระหว่างชุดการทดลองโดยมีค่าอยู่ในช่วง 184.47 ± 40.99 - 85.49 ± 35.43 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมไบมะละกอ มีน้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มสูงขึ้นที่สุดคือ 184.47 ± 40.99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ปลาที่ได้รับไบมะละกอ 8 และ 4 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นคือ 131.37 ± 34.07 และ 112.19 ± 28.27 เปอร์เซ็นต์ ปลาที่ได้รับไบมะละกอ 20 และ 12 เปอร์เซ็นต์ โดยมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นรองลงมาคือ 105.51 ± 40.13 และ 103.02 ± 14.20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมไบมะละกอ 16 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยเพิ่มขึ้นต่ำที่สุดคือ 85.49 ± 35.43 เปอร์เซ็นต์

1.2.3 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ

อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 7 พบว่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะของปลาดุกรัสเซียที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.85 ± 0.05 - 1.08 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน โดยกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่มีไบมะละกอ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 1.85 ± 0.05 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน รองลงมาได้แก่กลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบมะละกอ 8, 4, 20 และ 12 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยคือ 1.48 ± 0.05 , 1.33 ± 0.03 , 1.26 ± 0.05 และ 1.26 ± 0.02 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน ปลาที่มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยต่ำสุดคือ ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบมะละกอ 16 เปอร์เซ็นต์ โดยมีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเฉลี่ยคือ 1.08 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ต่อวัน

1.2.4 อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน

อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันของปลาแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 7 พบว่าน้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อวันของปลาดุกรัสเซียที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.21 ± 0.05 - 0.10 ± 0.03 กรัมต่อวัน โดยปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมไบมะละกอ มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อวันเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 0.21 ± 0.05 กรัมต่อวัน รองลงมาคือกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบมะละกอ 8, 4, 20, 12 และ 16 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเพิ่มขึ้นต่อวันเฉลี่ยคือ 0.16 ± 0.05 , 0.14 ± 0.03 , 0.13 ± 0.05 , 0.12 ± 0.02 และ 0.10 ± 0.03 กรัมต่อวัน

1.2.5 อัตราการรอดตาย

อัตราการรอดตายของปลาแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 7 พบว่าอัตราการรอดตายของปลาดุกรัสเซียที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 77.77 ± 21.99 - 46.66 ± 15.71 เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารเสริมไบมะละกอ 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยสูงที่สุดคือ $77.77 \pm$

21.99 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบโमะละกอ 0, 16, 4, 12 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดตายเฉลี่ยคือ 73.33 ± 16.32 , 66.66 ± 23.72 , 57.77 ± 3.14 , 46.66 ± 24.94 และ 46.66 ± 15.71 เปอร์เซ็นต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการรอดตาย ของปลาดุกแอฟริกาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอรระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

สูตรอาหาร	ใบมะละกอ (เปอร์เซ็นต์)	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการเจริญเติบโต จำเพาะ (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ย ต่อวัน (กรัมต่อวัน)	อัตราการรอดตาย
1	0	184.47±40.99 ^a	1.85±0.05 ^a	0.21 ± 0.05 ^a	73.33 ± 20 ^a
2	4	112.19±28.27 ^b	1.33±0.03 ^a	0.14 ± 0.03 ^a	57.77 ± 3.84 ^a
3	8	131.37±34.07 ^{ab}	1.48±0.05 ^a	0.16 ± 0.05 ^a	46.66 ± 19.24 ^a
4	12	103.02±14.20 ^b	1.26±0.02 ^a	0.12 ± 0.02 ^a	46.66 ± 30.55 ^a
5	16	85.49±35.43 ^b	1.08±0.03 ^a	0.10 ± 0.03 ^a	66.66 ± 29.05 ^a
6	20	105.51±40.13 ^b	1.26±0.05 ^a	0.13 ± 0.05 ^a	77.77 ± 26.94 ^a
P-value					
ANOVA		0.044	0.059	0.089	0.499
Linear		0.009	0.011	0.017	0.680
Quadratic		0.101	0.152	0.194	0.065

¹ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยในสดมภ์ที่มีอักษรเหมือนกันกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05)

1.3 การใช้อาหาร

1.2.6 อัตราการกินอาหาร

อัตราการกินอาหารของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 8 พบว่าอัตราการกินอาหารของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง $0.38\pm 0.20 - 0.21\pm 0.07$ เปอร์เซ็นต์ โดยกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบโमะละกอ 12 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการกินเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 0.38 ± 0.20 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบโमะละกอ 8, 16, 4 และ 0 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการกินเฉลี่ยคือ 0.32 ± 0.15 , 0.25 ± 0.14 , 0.24 ± 0.01 และ 0.23 ± 0.03 เปอร์เซ็นต์ ปลาที่มีอัตราการกินเฉลี่ยต่ำสุดคือ ปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบโमะละกอ 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการกินเฉลี่ยคือ 0.21 ± 0.07 เปอร์เซ็นต์

1.2.7 อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 8 พบว่าอัตราการกินอาหารของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($P>0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง $3.24\pm 0.99 - 1.78\pm 0.32$ โดยกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบโमะละกอ 12 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 3.24 ± 0.99 รองลงมาคือกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบโमะละกอ 16 และ 8 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยคือ 2.87 ± 0.28 และ 2.41 ± 0.31 รองลงมาคือกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบโमะละกอ 4 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยคือ 2.33 ± 0.47 และ 2.32 ± 0.39 ส่วนกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่ไม่มีไบโमะละกอ มีอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อเฉลี่ยต่ำสุดคือ 1.78 ± 0.32

1.2.7 ประสิทธิภาพการใช้อาหาร

ประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 8 พบว่าอัตราการกินอาหารของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($P<0.05$) ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง $57.35\pm 10.71 - 32.60\pm 8.52$ เปอร์เซ็นต์ โดยปลาที่ได้รับอาหารไม่เสริมไบโमะละกอ มีประสิทธิภาพการใช้อาหารเฉลี่ยสูงที่สุดคือ 57.35 ± 10.71 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบโमะละกอ 4 และ 20 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้อาหารเฉลี่ยคือ 44.04 ± 9.46 เปอร์เซ็นต์ และ 43.90 ± 7.10 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาคือกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบโमะละกอ 8 และ 16 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้อาหารเฉลี่ยคือ 41.88 ± 5.23 เปอร์เซ็นต์ และ 35.03 ± 3.61 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกลุ่มปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมไบโमะละกอ 12 เปอร์เซ็นต์ มีประสิทธิภาพการใช้อาหารเฉลี่ยต่ำที่สุดคือ 32.60 ± 8.52 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 7 อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ ประสิทธิภาพการใช้อาหารของปลาดุกแอฟริกาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอรระดับต่างๆ เป็นเวลา 8 สัปดาห์

สูตรอาหาร	ใบมะละกอ (เปอร์เซ็นต์)	อัตราการกินอาหาร (เปอร์เซ็นต์ต่อวัน)	อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	ประสิทธิภาพการใช้อาหาร (เปอร์เซ็นต์)
1	0	0.23±0.03 ^a	1.78±0.32 ^a	57.35±10.71 ^a
2	4	0.24±0.01 ^a	2.33±0.47 ^a	44.04±9.46 ^{ab}
3	8	0.32±0.15 ^a	2.41±0.31 ^a	41.88±5.23 ^b
4	12	0.38±0.20 ^a	3.24±0.99 ^a	32.60±8.52 ^b
5	16	0.25±0.14 ^a	2.87±0.28 ^a	35.03±3.61 ^b
6	20	0.21±0.07 ^a	2.32±0.39 ^a	43.90±7.10 ^{ab}
P-value				
ANOVA		0.066	0.524	0.029
Linear		0.064	0.982	0.018
Quadratic		0.021	0.106	0.009

¹ตัวเลขที่นำมาเสนอเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (จากการวิเคราะห์ด้วยอย่าง 3 ซ้ำ)

ค่าเฉลี่ยในสัปดาห์ที่มีอักษรเหมือนกันกับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (P>0.05)

1.4 ต้นทุนการผลิตอาหาร

1.4.1 ราคาการผลิตอาหารทดลอง

ราคาการผลิตอาหารทดลองของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 8 พบว่า อาหารทดลองที่เสริมไบโमेลลิก 8 % มีต้นทุนในการผลิตต่ำสุดคือ 30.61 บาท รองลงมาคือ 12 เปอร์เซ็นต์, 16 เปอร์เซ็นต์, 20 เปอร์เซ็นต์ และ 4 เปอร์เซ็นต์ ส่วน 0 เปอร์เซ็นต์ มีราคาต้นทุนสูงสุดคือ 61.76 บาท

1.4.2 ผลผลิตรวมแต่ละสูตร

ผลผลิตรวมแต่ละสูตรของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารทั้ง 6 สูตร เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ แสดงดังตารางที่ 8 พบว่า อาหารทดลองที่เสริมไบโमेลลิก 12 % มีผลผลิตรวมแต่ละสูตรต่ำสุดคือ 93.49 บาท รองลงมาคือ 8 เปอร์เซ็นต์, 4 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วน 0 เปอร์เซ็นต์ มีราคาต้นทุนสูงสุดคือ 199.16 บาท

ตารางที่ 8 ราคาการผลิตอาหารทดลองและผลผลิตรวมแต่ละสูตรที่เลี้ยงด้วยอาหารทดลองด้วยปลาตู้แอฟริกา 8 สัปดาห์

สูตรอาหาร	ใบมะละกอ (เปอร์เซ็นต์)	ราคาอาหาร (บาท)	ราคาต้นทุนการผลิตปลา (บาท/กิโลกรัม)	ผลผลิตรวมแต่ละสูตร (กรัม)
1	0	23.47	61.73	199.16
2	4	22.95	43.84	127
3	8	22.51	30.61	106.47
4	12	21.90	31.97	93.49
5	16	21.38	32.07	119.45
6	20	20.89	34.00	161.50

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองเลี้ยงปลาตู้แอฟริกา น้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 6.83 ± 0.38 กรัม ด้วยอาหารเสริม ไบโม่สะกอก ที่แตกต่างกัน 6 ระดับคือ 0 (สูตรควบคุม), 4, 8, 12, 16 และ 20 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงในตู้กระจก ขนาด $90 \times 40 \times 45$ เซนติเมตร ให้อาหารทดลองวันละ 2 ครั้ง คือ เวลา 08.00 น. และ 16.00 น. เมื่อสิ้นสุดการเลี้ยง 8 สัปดาห์ พบว่าปลาตู้แอฟริกาที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่เสริมไบโม่สะกอก 0 เปอร์เซ็นต์ (สูตรควบคุม) มีน้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และ อัตราการรอดตาย ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($P > 0.05$) ซึ่งต่างจากงานวิจัยของ Olaniyi et al. (2013) ศึกษาผลของการทดแทนปลาป่นด้วยไบโม่สะกอก ต่อการเจริญเติบโตและองค์ประกอบเลือดของ ปลาตู้แอฟริกา (*Clarias gariepinus*) หรือปลาตู้แอฟริกา ขนาด 11.02 กรัม ระยะเวลาการเลี้ยง 12 สัปดาห์ ให้อาหารโดยการทดแทนปลาป่นด้วยไบโม่สะกอกต่างกัน 5 ระดับ คือ 0, 10, 20, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณของไบโม่สะกอกปนแต่ละสูตรคือ 0, 3.65, 7.29, 10.94 และ 14.58 กรัม ตามลำดับ และปริมาณของปลาป่นคือ 36.45, 32.80, 29.16, 25.15, และ 21.87 กรัม ตามลำดับ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารทดแทนด้วยไบโม่สะกอกที่ 20 เปอร์เซ็นต์ มีการเจริญเติบโตที่สุด คือ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น, อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) กับปลาที่ได้รับอาหารทดแทนไบโม่สะกอก 0, 30 และ 40 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ($P > 0.05$) กับปลาที่ได้รับอาหารทดแทนไบโม่สะกอก 10 เปอร์เซ็นต์ สาเหตุเพราะ การศึกษาของ Olaniyi et al. (2013) เป็นการทดแทนปลาป่นด้วยไบโม่สะกอก ขณะที่การทดลองครั้งนี้เป็นการศึกษาผลของการเสริมไบโม่สะกอก ในการทดลองของ Olaniyi et al. (2013) ในสูตรอาหารปลา มีปริมาณปลาป่นอยู่ในช่วง 21.87 – 36.45 กรัม ต่ออาหารทั้งหมด 100 กรัม ขณะที่การศึกษาค้นคว้านี้ อาหารทดลองแต่ละสูตรมีปริมาณปลาป่นอยู่ที่ 15 กรัมต่ออาหาร 100 กรัม เนื่องจากปลาตู้แอฟริกา จัดเป็นสัตว์น้ำในกลุ่มกินพืชแลกินเนื้อปริมาณโปรตีนที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 40 – 50 เปอร์เซ็นต์ (นรชัย, 2563) ขณะที่นิธิ และคณะ (2557) ศึกษาผลการใช้ไบโม่สะกอกปนผสมในอาหารปลานิลแดง ขนาด 5.46 ± 0.07 กรัม อาหารที่เสริมไบโม่สะกอกต่างกัน 4 ระดับคือ 0, 7, 14, และ 21 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่าการเจริญเติบโตของปลาจะลดลงเมื่อปริมาณของไบโม่สะกอกที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ปลาที่ได้รับอาหารผสมไบโม่สะกอก 21 เปอร์เซ็นต์ น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะต่ำที่สุด (19.43 ± 1.10 ก., 256.59 ± 30.01 % และ 2.27 ± 0.15 %/ตัว/วัน ตามลำดับ) ในขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ มีค่าสูงที่สุด (3.36 ± 0.64) แตกต่างจากปลากลุ่มอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองครั้งนี้ พบว่า ปลาที่ได้รับอาหารเสริมไบโม่สะกอกปริมาณเพิ่มขึ้น ส่งให้การเจริญเติบโตลดลง ขณะที่ การศึกษาของ Unigwe et al. (2014) ศึกษาโภชนาการของไบโม่สะกอกต่อเจริญเติบโตของไก่อกระโทง ด้วยที่มีการผสมไบโม่สะกอกต่างกัน 4 ระดับคือ 0 (ชุดควบคุม), 5, 10 และ 15

เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลา 8 สัปดาห์ ผลจากการศึกษาพบว่าไก่กระทองที่ได้รับอาหารเสริมจากใบมะละกอ 15 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเฉลี่ยสุดท้าย น้ำหนักเฉลี่ยต่อวันดีที่สุดใน (P<0.05) ขณะที่อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อของไก่ที่ได้รับ อาหารเสริมจากใบมะละกอ 15 เปอร์เซ็นต์ ดีกว่าไก่กระทองที่ได้รับอาหารเสริมจากใบมะละกอ 5 และ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างจากไก่กระทองที่ได้รับอาหารในชุดควบคุม สาเหตุที่การเสริมใบมะละกอในอาหารสัตว์กระเพาะเดี่ยวยอาจส่งผลในด้านลบต่อการเจริญเติบโต อาจมีสาเหตุมาจากใบมะละกามีสารซาโปนิน (saponin) ซึ่งเป็นสารที่จะทำให้ลายเซลล์เม็ดเลือดแดงของสัตว์เลือดเย็น เช่น ปลา หอย เปนตัน (บุญทริกา, 2553) ซึ่งอาจเป็นอีกเหตุผลที่ทำให้จากการทดลองพบว่า ปลาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอก็มีการเจริญเติบโตไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ (P>0.05)



สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของใบมะละกอในระดับต่างๆ เสริมในอาหารปลาตุ๊กแอฟริกาสามารถสรุปได้ดังนี้

1. น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัว, อัตราเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน, อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการรอดตายของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอ 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอ 0 เปอร์เซ็นต์ (สูตรควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นสูงสุด โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) กับปลาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอ

2. การใช้อาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการกินอาหาร ของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอ 0, 4, 8, 12, 16 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) แต่ปลาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอ 0 เปอร์เซ็นต์ (สูตรควบคุม) มีประสิทธิภาพการใช้อาหารสูงสุด โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) กับปลาที่ได้รับอาหารเสริมใบมะละกอ 4, 8, 12, 16 และ 20 เปอร์เซ็นต์

3. ต้นทุนการผลิตและผลผลิตรวมแต่ละสูตรของปลาตุ๊กแอฟริกาที่ได้รับอาหารไม่เสริมใบมะละกอ 0 เปอร์เซ็นต์ (สูตรควบคุม) มีต้นทุนการผลิตและผลผลิตรวมสูงสุด

ข้อเสนอแนะ

1. การทดลองต่อไปควรวิเคราะห์ ปริมาณของเม็ดเลือด , อัตราการย่อยของปลาตุ๊กแอฟริกา , เบต้า-แคโรทีนในตัวปลา

2. ควรนำไปศึกษาในประเด็นของการเลี้ยงเพื่อเป็นปลาสวยงาม

3. ควรวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาที่ได้รับการเสริมใบมะละกอในระดับต่างๆ

4. ควรวัดสีลำตัวของปลาตุ๊กแอฟริกา

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- จริงแท้ ศิริพานิช. 2551. **มะละกอไทยสถานภาพด้านसानพันธุ์ระบบการผลิตและการตลาด**. สำนัก
งานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.): กรุงเทพฯ. 133 หน้า.
- นิธิ์ สีสาร์ต, ต้นติพงษ์ เพชรไชยา, ฐานันฎฐ์ เจริญรูป และ ญัฐพล สุวรรณวัฒน์. 2557. การใช้ใบมะละกอ
ปนในอาหารเลี้ยงปลานิลแดง. **แก่นเกษตร** 42(1): 728-734.
- นงลักษณ์ สำราญราษฎร์ และสมถวิล จริตควร. 2560. ผลของแคโรทีนอยด์ชนิดต่างๆต่อการเจริญเติบโตและการเพิ่มสีในปลาการ์ตูนแดง. **วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์** 11(1):
135-148.
- มานพ ตั้งตรงไพโรจน์. 2531. การเพาะและการอนุบาลปลาตุ๊กเทศ. **วารสารประมง** 4(6) : 536-546
- รัชดาภรณ์ จันทาศรี. 2550. **มะละกอเพื่อการค้า**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยอุบล
ราชธานี:อุบลราชธานี. 74 หน้า.
- ส ถิติ ก ร ม ป ร ะ ม ง แห่ ง ป ร ะ เ ท ศ ไ ท ย . 2 5 6 1 . แห่ ล่ ง ที่ ม า :
https://www4.fisheries.go.th/local/file_document/20201027103839_1_file.pdf .
วันที่ 9 พฤศจิกายน 2563
- สืบสิน สนธิรัตน์. 2527. **ชีววิทยาของปลา**. คณะประมง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 485
หน้า.
- สุทธิชัย ปทุมล่องทอง. 2545. **การเลี้ยงปลาน้ำจืด**. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์น้ำฝน จำกัด. 239 หน้า.
- สุภาพร สุกสีเหลือง. 2550. **การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ 2**. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ. 312 หน้า.
- ศราวุธ เจ๊ะโสภา, สุวิมล สี่หิรัญวงศ์ และพรพนม พรหมแก้ว. 2538. **ชีววิทยาปลาตุ๊กตาพันธ์**. เอกสาร
ฉบับที่ 5/2538. ปีตตานี : ศูนย์พัฒนาประมงน้ำจืดปัตตานี กองประมงน้ำจืด กรมประมง
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
- ศักดิ์สิทธิ์ ศรีวิชัย. 2545. **มะละกอ**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์เกษตรสาส์น, นนทบุรี
- อุธร ฤทธิลิก. 2532. การเลี้ยงปลา. **มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ชลบุรี**.
- Anwar, M.F. and A.K. Jafri. 1995. Effect of varying dietary lipid levels on growth feed
conversion nutrient retention and carcass composition of fingerling catfish
Heteropneustes fossilis. **Asian fisheries science**. 8: 55-56.
- AOAC. **Association of official Analytical Chemists**. 1999. Official Methods of
Analysis. Washington.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple-range and multiple F tests. **Biometrics**. 11: 1-42.
- Dupree, H.K. and K.P. Sneed. 1966. Responses of channel catfish fisherling to different
levels of major nutrients in purified diets. **U.S. Bureau of sports Fish and Wildlife**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tech. No.9.

- Greenclinic. 2554. แคโรทีนอยด์ (Carotenoid). แหล่งที่มา: <http://www.greenclinic.in.th/Component/content/article/1-phytochemicals/58-vitaminc.html>, 10 กุมภาพันธ์ 2563
- Gross, T. 1991. **Pigments in vegetables.** Chlorophylls and carotenoids. USA: The AVI Publishing.
- Haigh, W.G. 1994. High purity beta-carotene. **Natural Carotene Corporation.**
- Nwofia, G.E., Ojmelukwe, P., and Eji, C. 2012. Chemical composition of leaves, fruit pulp and seeds in some *carica papaya* (L) morphotypes. **International Journal of Medicinal and Aromatic Plants.** 2(1): 200-206.
- Olaniyi, C.O. and Salau, B.A., 2013. The Effect of pawpaw (*carica papaya*) leave meal on the growth performance and blood profile of African catfish. **Transnational Journal of Science and Technology.** 3(7): 1-13.
- Unigwe, C.R., U.P. Okorafor, U.M. Ogbu and O.C. Nwufoh. 2014. The Nutritive profile of Sun - dried paw-paw (*carica papaya*) leaf meal and its effect the growth performance of broilerchickens. **International Journal of Pure and Applied Science and Technology.** 20(2): 72-78.
- Yone, Y. and M. Fujii. 1975. Studies on nutrition of red sea bream-XL: effect of fatty acid supplement in a corn oil diet on grow rate and feed efficiency. **Bulletin of the Japanese Society for the Science fish.** 41: 73-77.
- Zeitoun, I.H., Tack, P.I., Halver, I.E. and Ullrey, D.E. 1973. Influence of salinity on protein Requirements of rainbow trout, *Salmo gairdneri fingerling*. **Journal of the Fisheries research of Canada.** 30: 1867-1873.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

สารเคมี

1. สารเคมีที่ใช้วิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร

- 1.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไขมัน
 - 1.1.1 ปีโตรเลียมอีเทอร์
- 1.2 สารเคมีที่ใช้สำหรับวิเคราะห์โปรตีน
 - 1.2.1 กรดซัลฟริกเข้มข้น (H_2SO_4 , 98 เปอร์เซ็นต์)
 - 1.2.2 สารเร่งรวม (Catalyst mixture)
 - 1.2.3 กรดบอริก (H_3BO_3) 2%
 - 1.2.4 โซเดียมไฮดรอกไซด์ 45 % (NaOH)
 - 1.2.5 Standard sulfuric acid, 0.05 N
- 1.3 สารเคมีที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย
 - 1.3.1 กรดซัลฟริก (H_2SO_4)เข้มข้น 1.25%
 - 1.3.2 โปแตสเซียมไฮดรอกไซด์ (KOH) เข้มข้น 1.25%
 - 1.3.3 n-ออกทานอล (n - Octanal)
 - 1.3.4 อะซีโตน (C_3H_6O)
 - 1.3.5 สารช่วยย่อย (Celite)

วิธีการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการอาหารสัตว์น้ำ

1. การวิเคราะห์ความชื้น (ตามวิธีการของ AOAC,1990)

1. เตรียมถ้วยครุชีเบล (Crucible) โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วย (ใช้ดินสอ) นำถ้วยครุชีเบลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 40 นาที และทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น บันทึกน้ำหนักถ้วย
2. ชั่งและบันทึกน้ำหนักของถ้วยครุชีเบลซึ่งโดยละเอียด
3. ชั่งตัวอย่างประมาณ 5 กรัม ใส่ถ้วยครุชีเบล และบันทึกน้ำหนักอย่างละเอียด
4. นำตัวอย่างเข้าตู้อบ โดยใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง
5. นำตัวอย่างที่อบแล้วใส่โถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น บันทึกน้ำหนักของตัวอย่าง
6. ทำซ้ำตามข้อ 1 ถึง 5 จนกระทั่งน้ำหนักที่ได้คงที่ โดยน้ำหนักที่หายไปคือน้ำหนักของความชื้น

คำนวณ 6 ความชื้น

$$\text{คำนวณ \% ความชื้น} = \frac{(a-b)}{W}$$

เมื่อ $a =$ น้ำหนักของอาหารและถ้วยกระเบื้องเคลือบก่อนอบแห้ง

$b =$ น้ำหนักของอาหารและถ้วยกระเบื้องเคลือบหลังอบแห้ง

$w =$ น้ำหนักของอาหารก่อนอบแห้ง

2. การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (ตามวิธีการของ AOAC, 1990)

1. เตรียมถ้วยครุซีเบล (Crucible) โดยการล้างทำความสะอาด เช็ดให้แห้ง ทำสัญลักษณ์โดยการบันทึกหมายเลขบริเวณก้นถ้วย (ใช้ดินสอ นำถ้วยครุซีเบลเข้าตู้อบอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 40 นาที และทิ้งให้เย็นในโถคู่ตความชื้น แล้วบันทึกน้ำหนักถ้วย

2. ชั่งตัวอย่างอาหาร 2 กรัมใส่ในถ้วยครุซีเบล

3. นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงจนเผาเป็นสีขาว และในกรณีที่ไม่เป็นสีขาว แสดงว่ายังมีคาร์บอนอยู่ ให้หยดแอมโมเนียมคาร์โบเนต 2-3 หยด ทิ้งให้ระเหยจนแห้งแล้วนำไปเผาต่อจนได้สีขาว

4. นำเข้าโถอบแห้ง เพื่อให้ดูตความชื้น และเมื่อตัวอย่างอาหารเย็นดีแล้ว นำออกชั่งทันทีคำนวณ % เถ้าด้วยสมการ

$$\text{คำนวณ \% เถ้า} = \frac{(b - a) \times 100}{w}$$

เมื่อ a = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง

b = น้ำหนักของอาหารและถ้วยกระเบื้องหลังเผา

w = น้ำหนักของอาหารก่อนเผา

3. การวิเคราะห์หาโปรตีน (ตามวิธีการของ AOAC, 1990)

สารเคมี

1. กรดซัลฟริก (Sulfuric acid, H₂SO₄) เข้มข้น 98 %

2. สารเร่งรวม (Catalyst mixture): เตรียมโดยผสม K₂SO₄ 100 กรัม, CuSO₄·5H₂O 10 กรัม และ Se power 1 กรัม บดให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกัน

3. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 40% (Sodium hydroxide, NaOH): เตรียมโดยละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 400 กรัม ในน้ำกลั่นประมาณ 600 มิลลิลิตร (ควรทำในตู้ดูดควัน) ทิ้งไว้ให้เย็น ปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร

4. กรดบอริก (Boric acid, H₃BO₃) 2%:

4.1 Mixed indicator : ชั่งสาร bromocresol green 0.132 กรัม และ methyl red 0.066 กรัม ใส่รวมกันใน volumetric flask ขนาด 200 มิลลิลิตร ละลายด้วย ethanol แล้วปรับปริมาตรเป็น 200 มิลลิลิตร

4.2 Boric Acid : ละลายกรดบอริก (H₃BO₃) 20 กรัม ในน้ำร้อนที่ต้มจนเดือด 700 มิลลิลิตร วางทิ้งไว้ให้เย็น

4.3 เติม ethanol 200 มิลลิลิตร mixed indicator 20 มิลลิลิตร และ กรดบอริก 700 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร เขย่าของผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน แล้วเติม NaOH ซึ่งมีความเข้มข้น 0.05 N ลงไปที่ละ 2-3 หยดจนกระทั่งสารละลายมี pH ประมาณ 5 ซึ่งทดสอบ

ได้นำสารละลายที่ปรับ pH แล้วนี้มา 1 มิลลิลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 1 มิลลิลิตร (อาจต้องทดสอบหลายๆ ครั้ง)จนสีของสารละลายที่ทดสอบเปลี่ยนเป็นสีเขียวอ่อน (pale green) จึงปรับปริมาตรของสารละลายเป็น 1,000 มิลลิลิตร

5. Standard sulfuric acid, 0.05 N ($0.05 \text{ N H}_2\text{SO}_4$) : เตรียมโดยปิเปต กรด H_2SO_4 ความเข้มข้น 1N (เตรียมจาก ampole) 50 มิลลิลิตร ลงใน volumetric flask ขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น เขย่าของผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันอีกครั้ง (เก็บในขวดที่มีฝาปิดและใส่ในตู้เย็น)

วิธีการ

ก. ขั้นตอนการย่อย (Digestion)

1. ชั่งตัวอย่างอาหารให้ได้น้ำหนักประมาณ 0.2 กรัม ใส่ในหลอดวิเคราะห์โปรตีน การเทตัวอย่างลงในหลอด ระวังอย่าให้ตัวอย่างหกหรือติดอยู่ตามผนังหลอด
2. เติมสารเร่งรวม 1 กรัม
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 5 มิลลิลิตร ขณะที่เติมกรดควรให้กรดหยดรอบๆ ผนังหลอดของอย่างช้าๆ เพื่อชะเอาตัวอย่างที่อาจติดอยู่รอบๆ ผนังหลอดลงไปให้หมด
4. นำไปย่อยด้วยชุดเครื่องย่อยโปรตีน ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง แล้วเพิ่มอุณหภูมิ 250 องศาเซลเซียส 1 ชั่วโมง และ 380 องศาเซลเซียส จนกระทั่งสารละลายใน (lask มีสีเขียวใส ทั้งไว้ให้เย็น

ข. ขั้นตอนการกลั่น (Distillation)

1. รินน้ำกลั่นลงไปรอบๆหลอด เขย่าของผสมให้เข้ากันปล่อยให้เย็นอีกครั้งหนึ่ง
2. นำขวดรูปชมพูนขนาดปริมาณ 125 มิลลิลิตร ใส่กรดบอริก 20 มิลลิลิตร
3. นำหลอดวิเคราะห์โปรตีนเข้ากับเครื่องกลั่น และต่อขวดรูปชมพู่เข้ากับเครื่องกลั่นโดยให้ปลายสายยางจากเครื่องจุ่มลงในกรดบอริก เติมนิโคติอิมไฮดรอกไซด์ลงในหลอดแก้วช้าๆ จนกระทั่งสารละลายมีสีดำ
4. ทำการกลั่นจนกระทั่งไม่มีแก๊สแอมโมเนียออกมาแล้วทำการกลั่นต่อไปอีก 10 นาที แล้วล้างสายยางของเครื่องกลั่นด้วยน้ำกลั่น นำขวดชมพู่ออกจากเครื่องกลั่นเพื่อนำไปไตเตรท

ค. ขั้นตอนการไตเตรท (Titration)

1. นำไปไตเตรทด้วย standard H_2SO_4 ที่ทราบความเข้มข้น (0.05 นอร์มอล) จนถึงจุดยุติ (End point) เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดง (สีของน้ำยา boric acid indicator ก่อนการกลั่นตัวอย่าง)
 2. จดปริมาตรของ standard H_2SO_4 ไว้เพื่อคำนวณต่อไป
- การวิเคราะห์โปรตีน

$$\text{คำนวณ \% โปรตีน} = \frac{1.4 (V_1 - V_2) N \times 6.25}{w}$$

- เมื่อ V_1 = ปริมาณของกรดมาตรฐานที่ใช้เตรทตัวอย่าง
 V_2 = ปริมาณของกรดมาตรฐานที่ใช้เตรทตัวอย่างที่ใช้ตรวจสอบ
 N = ความเข้มข้นของกรดเกลือเป็นนอร์มอล
 w = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

4. การวิเคราะห์หาไขมัน (ใช้เครื่อง Soxhlet)

สารเคมี

1. Petroleum ether

วิธีการ

1. อบถัวยพร้อมลูกแก้ว ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส 8 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น
2. ชั่งน้ำหนักถัวยพร้อมลูกแก้ว
3. ชั่งตัวอย่างที่ต้องการวิเคราะห์ใส่กระดาษกรอง 1-2 กรัม ห่อให้มีดขีด ใส่ลงใส่กรอง (Thimble) ที่เตรียมไว้ไปใส่เข้าเครื่อง Soxhlet
4. นำถัวยพร้อมลูกแก้วที่ชั่งน้ำหนักไว้แล้วมาเติมปิโตรเลียม อีเทอร์ ประมาณ $\frac{3}{4}$
5. เปิดเครื่องปรับอุณหภูมิไปที่ 130 องศาเซลเซียส เปิดน้ำเข้าเครื่อง เปิดวาล์ว เลื่อนปุ่มไปที่ Boiling ต้มให้เดือด 45 นาที
6. เลื่อนปุ่มไปที่ washing เพื่อล้างตัวอย่าง 10 นาที
7. ปิดวาล์ว เปิดสวิทซ์อากาศ เลื่อนปุ่มไปที่ Recover เพื่อให้สารละลายออกไป 5 นาที
8. ปิดเครื่อง อากาศและน้ำ แล้วเลื่อนปุ่ม Recover กลับที่เดิม นำถัวยออกจากเครื่อง แล้วนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 คืน หรือนำไปอบที่ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที
9. นำถัวยออกมาใส่โถดูดความชื้น ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก

การวิเคราะห์ไขมัน

$$\text{การคำนวณ \% ไขมัน} = \frac{(b - a) \times 100}{w}$$

- เมื่อ a = น้ำหนักของบีกเกอร์ (Aluminum extraction beaker)
 b = น้ำหนักของบีกเกอร์ (Aluminum extraction beaker) และไขมันหลังการอบ
 w = น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร

5.การวิเคราะห์เยื่อใย

สารเคมี

1. กรดกำมะถันเข้มข้น 1.25% : เตรียมโดยนำกรดกำมะถันเข้มข้นปริมาตร 12.5 มิลลิลิตรเติมน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

2. โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25% : เตรียมโดยชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1.25 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ชั่งซิลิกาไดอะทอมประมาณ 0.05 กรัม และชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 2 กรัมเป็นตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมัน) บันทึกน้ำหนักตัวอย่าง (W ใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบชนิดรู (Gooch crucible) แล้วนำมาวางต่อกับเครื่องย่อยเยื่อใย

2. เติมสารละลายกรดกำมะถันเข้มข้น 1.25% ที่อุณหภูมิเครื่องทำความร้อนประมาณ 100 มิลลิลิตร (เติมด้านบนของเครื่อง) จนครบทั้ง 60 นาที

3. เปิดเครื่องหล่อเย็นและเครื่องย่อย โดยเฝ้าสังเกตและควบคุมให้ทุกตัวอย่างได้รับความร้อนเท่ากัน ระยะเวลาในการย่อยด้วยกรดประมาณ 60 นาที

4. ล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนจนมั่นใจว่าหมดกรด ตรวจสอบโดยใช้กระดาษลิตมัสสีม่วง

5. ย่อยตัวอย่างต่อด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเวลา 60 นาที และล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนจนมั่นใจว่าหมดด่าง ตรวจสอบโดยใช้กระดาษลิตมัสสีแดง

6. ล้างตัวอย่างด้วยอะซิโตน

7. นำตัวอย่างในถ้วยไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วบันทึกน้ำหนัก (A)

8. นำตัวอย่างในถ้วยไปเผาในถ้วยที่มีอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงแล้วทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นแล้วบันทึกน้ำหนัก (B)

การวิเคราะห์กากเยื่อใย

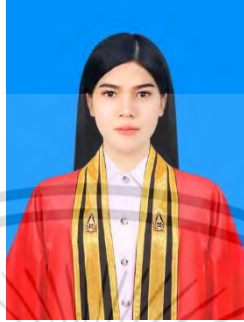
$$\text{การคำนวณ \% เยื่อใย} = \frac{(a - b) \times 100}{w}$$

เมื่อ a = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบมีรูและน้ำหนักตัวอย่างหลังอบ

b = น้ำหนักถ้วยกระเบื้องเคลือบมีรูและน้ำหนักตัวอย่างหลังเผา

w = น้ำหนักตัวอย่างอาหาร

ประวัติการศึกษา



ชื่อ
เกิดวันที่
ประวัติการศึกษา

นางสาวภิญญาพัชญ์ อภัยบริรัตน์
3 กรกฎาคม 2541

- ชั้นประถมศึกษาโรงเรียนบ้านเนินทอง
- ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นศึกษาโรงเรียนบ้านเนินทอง
- ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายศึกษาโรงเรียนท่าแซะรัชดาภิเษก จังหวัดชุมพร
- วท.บ. (วิทยาศาสตร์การประมงและทรัพยากรทางน้ำ)
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้