ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น

Effect of Fresh Water Biofloc Meal on Growth Performance of Japanese Quails (*Coturnix coturnix Japonica*)

นางสาวปิยธิดา การประกอบ

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรสัตวศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ .....
งานทะเบียนและวัดผล

โครงงานพิเศษปีการศึกษา 2564

เรื่อง

ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น

Effect of Fresh Water Biofloc Meal on Growth Performance of Japanese Quails (*Coturnix coturnix Japonica*)

ผู้จัดทำ

นางสาวปิยธิดา การประกอบ

นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรสัตวศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

เห็นชอบ/รับรอง

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายชล เลิศสุวรรณ)
อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงงานพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น

Effect of Fresh Water Biofloc Meal on Growth Performance of Japanese Quails (*Coturnix coturnix Japonica*)

โดย

นางสาวปิยธิดา การประกอบ

เสนอ

หลักสูตรสัตวศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เรื่อง

ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น

Effect of Fresh Water Biofloc Meal on Growth Performance of Japanese Quails (*Coturnix coturnix Japonica*)

จากการศึกษาผลของการใช้ไบโอฟลอค (Biofloc) ต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น โดยในการทดลองใช้นกกระทาญี่ปุ่นคละเพศอายุ 20 วัน จำนวน 60 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว โดยการใช้ไบโอฟลอคในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 2 (น้ำเค็ม) และ 2 (น้ำจืด) เปอร์เซ็นต์ โดยนกกระทาจะได้รับน้ำและอาหารแบบเต็มที่ เลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ อัตราการตาย และต้นทุนค่าอาหารของนกกระทาทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นจากผลการทดลองสามารถใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดและไบโอฟลอคน้ำเค็มในสูตรอาหารโดยไม่ส่งผลต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น

คำสำคัญ: นกกระทาญี่ปุ่น, ไบโอฟลอคน้ำจืด, สมรรถภาพการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำโครงงานพิเศษเล่มนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดีนั้น เนื่องจากการได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.สายชล เลิศสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่ได้ให้ความรู้ การแก้ไขข้อบกพร่องในส่วนต่างๆ ให้คำปรึกษา คำชี้แนะ และคำแนะนำ ในเล่มโครงงานพิเศษเล่มนี้เป็นอย่างดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดาและครอบครัวที่คอยให้กำลังใจและสนับสนุนด้านการศึกษามาโดยตลอดและทำให้การทำโครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

พฤศจิกายน 2564

นางสาวปิยธิดา การประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
คำนิยม	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
ตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	13
ผลการทดลอง	19
วิจารณ์ผลการทดลอง	21
สรุปผลการทดลอง	22
เอกสารอ้างอิง	23
ภาคผนวก	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1 องค์ประกอบทางเคมีของไบโอฟลอค 6

2 การเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) อัตราการรอด และผลผลิตปลา (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) 7

3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยเลี้ยงในระบบไบโอฟลอคที่เติมสารอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน ระยะเวลา 120 วัน 9

4 การเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดของปลานิลในการเพาะเลี้ยงระบบที่ต่างกัน 10

5 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตเฉลี่ย (±SE) ในช่วงระยะเวลาทดลอง 11

6 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลในถังที่มีไบโอฟลอคและถังน้ำสะอาดที่เลี้ยงด้วยระดับโปรตีนในอาหารที่ต่างกัน 12

7 วัตถุดิบและองค์ประกอบทางโภชนะในอาหารทดลองของนกกระทาญี่ปุ่น 15

8 การใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นในระยะอายุ 20 - 50 วัน 20

ตารางผนวกที่

1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 30 วัน 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาคผนวกที่ **หน้า**

1	ขั้นตอนการเตรียมไบโอฟลอคน้ำจืด	29
2	ขั้นตอนการเตรียมไบโอฟลอคน้ำเค็ม	30
3	เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ในโรงเรือน	30
4	กรงนกทดลองและอาหารทดลอง	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

นกกระทาเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่ให้ผลผลิตเร็วและได้รับความนิยมในทั่วโลก ทั้งในเอเชีย และ ฝั่งยุโรป เนื่องจากนกกระทาเป็นสัตว์ที่ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงสั้น แต่ให้ผลผลิตสูง ผลผลิตที่ได้คือ ไข่ เนื้อ และมูล ในปัจจุบันทำให้การเลี้ยงนกกระทาเป็นอาชีพที่น่าสนใจในการลงทุน เพราะ นกกระทาสามารถนำไปขายได้ทุกส่วน และในการเลี้ยงนกกระทานั้นใช้ต้นทุนต่ำ แต่ผลตอบแทนสูง แต่ค่าใช้จ่ายหลักจะไปอยู่ในส่วนของวัตถุดิบอาหารสัตว์เป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะวัตถุดิบแหล่งอาหารโปรตีน ดังนั้นการหาวัตถุดิบอาหารสัตว์แหล่งโปรตีน ที่ผลิตขึ้นใช้ได้เองมาทดแทน ก็จะช่วยลดต้นทุนค่าอาหาร เช่น ไบโอฟลอค

ตะกอนจุลินทรีย์ (Biofloc) คือ ตะกอนอินทรีย์แขวนลอยในมวลน้ำ ยึดเกาะ ซึ่งเป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตพวกสาหร่าย และแพลงก์ตอนพืช โปรโตซัว และแบคทีเรีย โดยกลุ่มแบคทีเรียจะเป็นพวกเฮทเทอโรโทรฟิค แบคทีเรีย (Heterotrophic Bacteria) ขนาดของกลุ่มไบโอฟลอคอยู่ที่ 0.2 - 2.0 มิลลิเมตร (Avnimelech, 2012) ซึ่งเป็นการใช้จุลินทรีย์ในน้ำมาจับกับแอมโมเนีย แล้วให้เปลี่ยนรูปเป็นโปรตีน (Wanakanapol, 2013) จากการศึกษาของ สุพันธ์ณี และคณะ (2563) รายงานการใช้ระบบไบโอฟลอค (ใช้รำละเอียดเป็นแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน อัตราส่วน C:N = 20:1) ในการเลี้ยงปลากะพงขาวในน้ำจืด พบว่า น้ำหนักปลาสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) อัตราการรอด และผลผลิตปลา ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) และ Azim *et al.* (2008) ศึกษาเกี่ยวกับไบโอฟลอคต่อการเจริญเติบโตของปลานิล (Niletilapia) ที่เลี้ยงภายในถัง พบว่า ปลานิลที่เลี้ยงภายในถังที่มีการเติมไบโอฟลอคมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงขึ้น 9 – 10 เปอร์เซ็นต์ และน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น 45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับปลานิลที่เลี้ยงในถังที่ไม่มีการเติมไบโอฟลอค ($P<0.05$) จากงานวิจัยส่วนใหญ่พบว่ามีการศึกษาการใช้ไบโอฟลอคในสัตว์น้ำ แต่ไม่มีข้อมูลการศึกษาการใช้ในสัตว์ปีก ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาผลของการใช้ไบโอฟลอคในน้ำจืดและในน้ำเค็มต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืด (Biofloc) ต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น
2. เพื่อเปรียบเทียบการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดและไบโอฟลอคน้ำเค็ม (Biofloc) ต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลของการใช้ไบโอฟลอค (Biofloc) ในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น
2. ทราบถึงผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดและไบโอฟลอคน้ำเค็ม (Biofloc) ต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

นกกระทาญี่ปุ่น

นกกระทาญี่ปุ่น (Japanese quail) ชื่อวิทยาศาสตร์: (*Coturnix japonica*) เป็นสัตว์ปีกในจำพวกนกกระทาหรือนกคุ่มขนิดหนึ่ง ในวงศ์ไก่ฟ้าและนกกระทา (Phasianidae) มีรูปร่างตัวอ้วนกลม ขนเป็นลายเป็นจุดกระมีสีขาว สีทองและขาวสลับดำ ปีกและหางสั้น บินได้เพียงระยะสั้นๆ กินเมล็ดพืชและแมลงอยู่ตามพื้นดินเป็นหลัก มีความยาวตั้งแต่ตัวถึงหางประมาณ 20 เซนติเมตร เป็นนกพื้นถิ่นของภูมิภาคเอเชียตะวันออก กระจายพันธุ์ในไซบีเรีย, ที่ราบสูงแมนจูเรีย, คาบสมุทรเกาหลี และญี่ปุ่น สำหรับในประเทศไทยถือเป็นนกอพยพ ที่หาได้ยากในธรรมชาติ นกกระทาญี่ปุ่น (Japanese quail) ในปัจจุบันถูกเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจ ด้วยการนำเนื้อและไข่บริโภค โดยถือเป็นนกกระทาชนิดที่ได้รับความนิยมในการเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจมาก โดยจำแนกอนุกรมวิธานของนกกระทาญี่ปุ่น มีดังนี้ (วิกิพีเดีย, 2564)

อาณาจักร: Animalia
ไฟลัม: Chordata
ชั้น: Aves
อันดับ: Galliformes
วงศ์: Phasianidae
วงศ์ย่อย: Perdicinae
สกุล: Coturnix
สปีชีส์: *C. japonica*

นกตัวผู้ที่เหลือจากการคัดเลือกไว้ทำพันธุ์ เมื่ออายุ 30 วัน แล้วนำมาเลี้ยงรวมกันในกรงนกรุ่นและเลี้ยงต่อได้ประมาณ 40-50 วัน ก็จะสามารถจับขายเนื้อได้ ส่วนนกระทาตัวเมียจะไข่ดกที่สุดระหว่างอายุ 60-150 วัน นกกระทาบางตัวสามารถให้ไข่ดกสุดถึง 300 กว่าฟองต่อปี การเปลี่ยนอาหารกระทันหันจะส่งผลต่อปริมาณการให้ไข่ โรงเรือนควรอย่าให้มีลมโกรกมากเกินไปและควรมีแสงสว่างในเวลากลางคืนภายในโรงเรือนด้วย (สกล, 2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลี้ยงดูและและการให้อาหารนกกระทา

อาหารที่ใช้เลี้ยงนกกระทามีโปรตีนในสูตรอาหารประมาณ 24 – 28 % สำหรับการให้น้ำนกกระทาจะใช้น้ำสะอาดใส่ในที่ให้น้ำและใส่กรวดเล็กๆลงในจานน้ำด้วย ในระยะ 3 - 7 วันแรกควรละลายพวกปฏิชีวนะผสมน้ำให้ลูกนกกิน จะช่วยให้เจริญเติบโตเร็วขึ้นและแข็งแรงทั้งน้ำและอาหารจะต้องมีให้นกกินตลอดเวลา เมื่อลูกนกอายุได้ 1 สัปดาห์ ควรเปลี่ยนเอากระสอบที่ปูรองพื้นกรงแล้วเอากระสอบใหม่ปูรอง หรือจะใช้กระดาษหนังสือพิมพ์หรือกระดาษถุงอาหารปูรองพื้นแทนได้ เมื่อลูกนกอายุได้ 10 วัน หรือ 15 วัน ควรย้ายไปกรงนกรุ่นเพื่อไม่ให้แน่นเกินไปหากอากาศไม่หนาวเย็น ควรกกไฟเฉพาะเวลากลางคืนเท่านั้นและเมื่ออายุ 30 – 35 วัน จึงย้ายเข้ากรงนกไข่ต่อไป ตามปกตินกจะมีขนงอกเต็มตัวเมื่ออายุ 3 – 4 สัปดาห์ และจะเป็นหนุ่มสาวเมื่ออายุ 6 สัปดาห์ (สกล, 2556)

เทคโนโลยีไบโอฟลอค (Biofloc)

เทคโนโลยีไบโอฟลอค (Biofloc Technology) คือ การนำตะกอนจุลินทรีย์ (Biofloc) มาช่วยในการกำจัดของเสียที่เหลือจากการบริโภคสัตว์น้ำ และจากการขับถ่าย ให้กลายเป็นของดีที่มีประโยชน์ต่อสัตว์น้ำ ตะกอนจุลินทรีย์ (Biofloc) คือ ตะกอนอินทรีย์แขวนลอยในมวลน้ำ ยึดเกาะเป็นกลุ่มโดยพวกสาหร่ายแพลงก์ตอนพืช โปรโตซัว และแบคทีเรีย โดยกลุ่มแบคทีเรียจะเป็นพวกเฮทเทอโรโทรฟิคแบคทีเรีย (Heterotrophic Bacteria) ขนาดของกลุ่มฟลอคอยู่ที่ 0.2-2.0 มิลลิเมตร (อนุสรา, 2562)

กระบวนการเกิดไบโอฟลอค

กระบวนการการเกิดของฟลอค พบว่าการเกิดฟลอคสามารถเกิดขึ้นได้เองในแหล่งน้ำธรรมชาติ ซึ่งกระบวนการเกิดฟลอคทั้งในธรรมชาติและที่เราจะสร้างขึ้นอาศัยหลักการเดียวกันนั่นก็คือ สัดส่วนของคาร์บอนกับไนโตรเจนที่เหมาะสม และในระหว่างนั้นน้ำจะต้องมีการเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลาเพราะไม่อย่างนั้นกลุ่มฟลอคก็จะตกตะกอนแล้วทับถมกันที่พื้นจนกลายเป็นของเสียอีกครั้ง ทั้งคาร์บอนและไนโตรเจนนั้นถือเป็นแหล่งอาหารที่สำคัญของพวกจุลินทรีย์ซึ่งแหล่งที่มาของคาร์บอนคือ สารที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบได้แก่ แป้ง (starch) น้ำตาล (sugar) เซลลูโลส (cellulose) และพวกกากใย (fiber) ส่วนแหล่งที่มาของไนโตรเจนคือ สารที่มีไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบได้แก่ กรดอะมิโน (amino acid) โปรตีน (protein) ทั้งนี้จาการรายงานการศึกษาหาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน (C:N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ratio) ที่เหมาะสมคือ 20 นั่นคือ หากน้ำในบ่อมีไนโตรเจนเท่ากับ 1 คาร์บอนก็มีเท่ากับ 20 จึงจะทำให้จุลินทรีย์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ (อนุสรา, 2562)

ประโยชน์จากการใช้ไบโอฟลอด(Biofloc) (อนุสรา, 2562)

1. ตัวสัตว์น้ำ: เนื่องจาก Biofloc เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่นำมาใช้เพื่อบำบัดน้ำให้มีคุณภาพที่เหมาะสมต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ดั้งนั้นสัตว์น้ำก็ย่อมมีการเจริญเติบโตที่ดี

2. ความถี่ในการเปลี่ยนถ่ายน้ำ: หากมีการนำ Biofloc มาใช้กับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จุลินทรีย์ก็จะเป็นตัวที่ค่อยควบคุมคุณภาพน้ำภายในบ่อโดยอัตโนมัติ ฉะนั้นจึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยๆ

3. ผลผลิตที่ได้: เมื่อกลไกการบำบัดน้ำเสียภายในบ่อเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ อัตราการตายของสัตว์น้ำย่อมน้อย ผลผลิตที่ตามมาย่อมคุ้มค่ากับการลงทุน

4. ค่าใช้จ่าย : Biofloc เป็นกลไกการรักษาสมดุลภายในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จึงสามารถช่วยลดต้นทุนแก่ผู้ประกอบการในแง่ของการซื้อพวกจุลินทรีย์ผงมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อีกทั้งการที่ไม่ต้องเปลี่ยนถ่ายน้ำบ่อยๆ ยังเป็นการช่วยลดค่าพลังงานจากการสูบน้ำออกจากบ่อได้อีกทางหนึ่งด้วย

คุณค่าทางโภชนะของไบโอฟลอค (Biofloc)

องค์ประกอบทางเคมีของไบโอฟลอค (Biofloc) มีองค์ประกอบทางเคมีของโปรตีน 30.4 – 38.8 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.1 – 4.2 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 18.5 – 29.1 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 7.85 – 12.3 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 0.8 - 16.2 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 24.7 – 39.2 เปอร์เซ็นต์ โดยคุณค่าทางโภชนะการของไบโอฟลอคจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งคาร์บอนที่เติมแต่งลงไปในไบโอฟลอค การเกิดไบโอฟลอคจะมีความแตกต่างกันทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพขึ้นอยู่กับสัดส่วนคาร์บอนและไนโตรเจน (C:N ratio) (De Scheyver et al., 2008) รวมถึงชนิดของแหล่งคาร์บอนที่แตกต่างกัน มีผลโดยตรงต่อโครงสร้างจุลินทรีย์ในไบโอฟลอค (Wei et al., 2016) (ตารางที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของไบโอฟลอค

ส่วนประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	แหล่งที่มา			
	AOAC (1990)	Wasielesky et al. (2006)	Emerenciano et al. (2012)	Madyod et al. (2017)
โปรตีน	35.96	31.1	30.4	12.28
ไขมัน	15.03	0.5	0.5	11.88
คาร์โบไฮเดรต	-	23.6	29.1	-
ความชื้น	8.74	-	-	11.16
เยื่อใย	5.57	-	0.8	3.35
เถ้า	6.99	44.8	39.2	13.42

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไบโอฟลอค (Biofloc)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับไบโอฟลอคสำหรับการใช้เป็นอาหาร พบมากในการใช้เลี้ยงสัตว์น้ำเป็นส่วนใหญ่ ยังไม่พบการใช้เลี้ยงในสัตว์บก ดังนั้นงานวิจัยที่รวบรวมมาจึงเป็นการใช้ไบโอฟลอคในอาหารสัตว์น้ำดังต่อไปนี้

สุพันธ์ณี และคณะ (2563) ศึกษาการใช้ไบโอฟลอคต่อการเจริญเติบโตและการควบคุมคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลากะพงขาวในน้ำจืด โดยใช้อาหารทดลองจำนวน 2 สูตร สูตรละ 3 ซ้ำ คือ สูตรที่ 1 ชุดควบคุม (ไม่ใช้ไบโอฟลอค) และ สูตรที่ 2 ใช้ไบโอฟลอค (ใช้รำละเอียดเป็นแหล่งคาร์บอนและอัตราส่วนคาร์บอนต่อไนโตรเจน (C:N ratio) = 20:1) ทดลองเลี้ยงลูกปลากะพงขาวในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 1 ตัน ปล่อยลูกปลากะพงขาวขนาด 4 นิ้วที่อัตราความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร ให้อาหารเม็ดสำหรับปลากะพงที่มีโปรตีนไม่น้อยกว่า 40 เปอร์เซ็นต์ ให้อาหารวันละ 2 ครั้ง ซึ่งให้อาหาร 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว เป็นเวลา 180 วัน จากการทดลองพบว่า น้ำหนักปลาสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) อัตราการรอด และผลผลิตปลาในทั้งสองสูตรอาหารทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) (ตารางที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโต อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ประสิทธิการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) อัตราการรอด และผลผลิตปลา (ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

พารามิเตอร์	ชุดควบคุม	ไบโอฟลอค
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	29.65±4.74	29.50±4.61
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	400.40±46.94	403.45±46.45
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	370.75±46.94	373.95±45.63
อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) (กรัม/ตัว/วัน)	2.06±0.26	2.08±0.25
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR)	1.54±0.20	1.47±0.19
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (%)	66.13±8.54	68.94±8.51
อัตราการรอด (%)	71.67±5.77	76.67±7.64
ผลผลิตปลา (กรัม/ถัง)	5,739±462	6,186±616

ที่มา: สุพันธ์ณี และคณะ (2563)

อานุภาพ และคณะ (2563) ศึกษาการเจริญเติบโตของปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*) ที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอค โดยการเติมสารอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน โดยแบ่งออกเป็น 3 ชุดการทดลอง คือ กลุ่มควบคุมเติมกากน้ำตาล (molasses, MO) ปริมาณ 0.5 กรัม ผสมกับดินก้นบ่อและปูนขาวอย่างละ 0.5 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร ชุดการทดลองที่ 1 (T1) เติมกากน้ำตาลผสมแป้งข้าวเจ้า (molasses + rice flour, MO+RF) ปริมาณอย่างละ 0.25 กรัม ผสมกับดินก้นบ่อและปูนขาวอย่างละ 0.5 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร และชุดการทดลองที่ 2 เติมกากน้ำตาลผสมกับรำละเอียด (molasses + rice bran, MO+RB) ผสมกับดินก้นบ่อและปูนขาวอย่างละ 0.5 กรัม ต่อน้ำ 1 ลิตร แต่ละชุดการทดลองแบ่งออกเป็นชุดละ 3 ซ้ำ เลี้ยงปลาหมอไทยที่ความหนาแน่น 50 ตัว/ม.^{3} ให้อาหารเม็ดโปรตีน 40 เปอร์เซ็นต์ ในเดือนที่ 1 โดยให้ 5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว จำนวน 3 มื้อต่อวัน ตั้งแต่เดือนที่ 2 ถึงเดือนที่ 4 ให้อาหารโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ โดยให้ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว จำนวน 2 มื้อต่อวัน ใช้เวลาทดลอง 120 วัน จากการทดลองพบว่า น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นของปลาหมอที่เลี้ยงโดยใช้กากน้ำตาลผสมรำละเอียด (MO+RB) มีแนวโน้มเพิ่มมากสุด รองลงมาคือ ปลาหมอที่เลี้ยงโดยใช้กากน้ำตาลผสมแป้งข้าวเจ้า (MO+RF) และ กากน้ำตาลชนิดเดียว (MO) การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวันพบว่า ปลาหมอที่เลี้ยงโดยใช้กากน้ำตาลผสมแป้งข้าวเจ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(MO+RF) และ ปลาหมอที่เลี้ยงโดยใช้กากน้ำตาลผสมรำละเอียด (MO+RB) มีค่ามากกว่าปลาหมอที่เลี้ยงโดยใช้กากน้ำตาล (MO) อัตราการแลกเนื้อปลาหมอที่เลี้ยงโดยใช้กากน้ำตาลผสมรำละเอียด (MO+RB) มีค่าต่ำที่สุด รองลงคือ ปลาหมอที่เลี้ยงโดยใช้กากน้ำตาล (MO) และปลาหมอที่เลี้ยงโดยใช้กากน้ำตาลผสมแป้งข้าวเจ้า (MO+RF) มีค่าสูงที่สุด อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีค่าใกล้เคียงกันทั้งสามชนิด และ อัตราการรอดตายพบว่ามีค่าสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ ทุกตัวแปรที่กล่าวมาไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 3)

ศรัณย์ และคณะ (2564) ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ไบโอฟลอคและน้ำหมักชีวภาพสำหรับการเลี้ยงปลานิลในที่ร่ม โดยกำหนด 4 ชุดการทดลอง แบ่งชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุม (T1) ชุดการทดลองที่ 2 เลี้ยงโดยการใช้เทคโนโลยีไบโอฟลอค (T2) ชุดการทดลองที่ 3 เลี้ยงด้วยน้ำหมักชีวภาพ (T3) และ ชุดการทดลองที่ 4 เลี้ยงเทคโนโลยีไบโอฟลอคร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ (T4) โดยใช้ตู้กระจกขนาด 18×30×18 นิ้ว จำนวน 12 ตู้ โดยใช้ปลานิล 50 ตัวต่อตู้ ระยะเวลาทดลอง 8 สัปดาห์ จากการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน อัตราเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตาย ของปลาทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งผลการเจริญเติบโตในชุดการทดลองที่ 2 และชุดการทดลองที่ 4 มีแนวโน้มสูงกว่าชุดการทดลองอื่นๆ รวมทั้งอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อมีแนวโน้มต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นๆ เนื่องจากตะกอนจุลินทรีย์ในระบบไบโอฟลอคมีสารอาหารจำพวกแพลงก์ตอน และสารอินทรีย์ที่มีความจำเป็น ทำให้ปลานิลมีการเจริญเติบโตดี มีอัตราการรอดสูง และอัตราการเปลี่ยนอาหารต่ำ (ตารางที่ 4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอไทยเลี้ยงในระบบไบโอฟลอคที่เติมสารอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน ระยะเวลาการเลี้ยง 120 วัน

การเจริญเติบโต	ควบคุม	ชนิดสารอินทรีย์คาร์บอน		F	P
		แป้งข้าวเจ้า	รำละเอียด	Test	Value
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม/ตัว)	2.01±0.05^{ns}	2.02±0.02^{ns}	2.01±0.01^{ns}	3.53	0.12
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	269.54±1.12^{ns}	270.98±0.98^{ns}	271.77±0.76^{ns}	2.76	0.15
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	267.11±1.31^{ns}	268.52±1.45^{ns}	269.36±1.00^{ns}	2.36	0.17
การเจริญเติบโตเฉลี่ยต่อวัน (ADG) (กรัม/ตัว/วัน)	2.22±0.09^{ns}	2.24±0.04^{ns}	2.24±0.07^{ns}	9.22	0.07
อัตราการแลกเนื้อ (FCR)	1.56±0.35^{ns}	1.57±1.02^{ns}	1.55±1.32^{ns}	27.16	0.18
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SCG) (%/วัน)	4.08±0.52^{ns}	4.08±01.17^{ns}	4.09±1.11^{ns}	35.04	0.42
อัตราการรอดตาย (%)	95.15±0.43^{ns}	96.58±0.12^{ns}	96.06±0.08^{ns}	10.93	0.54

หมายเหตุ: ^{ns} = ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ที่มา: อานุภาพ และคณะ (2563)

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโต อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดของปลานิลในการเพาะเลี้ยงระบบที่ต่างกัน

พารามิเตอร์	ชุดการทดลอง				P - value
	T_1	T_2	T_3	T_4	
น้ำหนักเริ่มต้น (กรัม)	0.57±0.12[a]	0.56±0.10[a]	0.54±0.11[a]	0.56±0.11[a]	0.364
น้ำหนักสิ้นสุด (กรัม)	27.60±9.15[a]	28.87±9.60[a]	29.69±9.72[a]	32.22±9.61[a]	0.806
ความยาวเริ่มต้น (ซม.)	2.90±0.10	2.90±0.10	2.90±0.10	2.90±0.10	-
ความยาวสิ้นสุด (ซม.)	10.76±1.34[a]	10.04±1.29[a]	10.46±1.40[a]	10.27±1.43[a]	0.376
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/วัน)	0.48±0.07[a]	0.51±0.01[a]	0.52±0.11[a]	0.57±0.17[a]	0.806
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	0.98±0.08[a]	0.86±0.06[a]	0.94±0.09[a]	0.86±0.16[a]	0.508
อัตราการรอด	97.33±4.62[a]	93.33±9.87[a]	90.67±14.47[a]	94.00±6.00[a]	0.861

หมายเหตุ: T1: กลุ่มควบคุม T2: เลี้ยงด้วยเทคโนโลยีไบโอฟลอค
T3: เลี้ยงน้ำน้ำหมักชีวภาพ T4: เลี้ยงด้วยเทคโนโลยีไบโอฟลอคร่วมกับน้ำหมักชีวภาพ

ที่มา: ดัดแปลงจาก ศรัณย์ และคณะ (2564)

Emerenciano *et al.* (2011) ศึกษาผลของการใช้เทคโนโลยีไบโอฟลอค (BFT) ต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโต องค์ประกอบของไบโอฟลอค และ ความทนทานต่อความเค็มในตัวอ่อนของกุ้งสีชมพู (*Farfantepenaeus paulensis*) โดยแบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ 1 ใช้ไบโอฟลอคร่วมกับอาหารเชิงพาณิชย์ กลุ่มทดลองที่ 2 ใช้ไบโอฟล็อค และกลุ่มทดลองที่ 3 ควบคุม (เลี้ยงในน้ำสะอาด) ทดลองเลี้ยงภายในถังไฟเบอร์กลาสขนาด 7,000 ลิตร ความหนาแน่นที่ 40 ตัวต่อตารางเมตร โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง โดยให้ที่ 3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว โดยแหล่งคาร์บอนที่ใช้คือ กากน้ำตาลอ้อยและรำข้าวสาลี อัตราส่วนที่ใช้อยู่ที่ 20:1 ใช้ระยะทดลอง 15 วัน พบว่า น้ำหนักสุดท้าย ความยาวของตัวและการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัว ของกุ้งจากกลุ่มที่ใช้ไบโอฟลอคร่วมกับอาหารเชิงพาณิชย์สูงกว่ากลุ่มที่ใช้ไบโอฟลอค และกลุ่มควบคุม ($P<0.05$) ส่วนน้ำหนักสุดท้ายและอัตราการรอด กลุ่มที่ใช้ไบโอฟลอคร่วมกับอาหารเชิงพาณิชย์สูงกว่ากลุ่มควบคุมแต่ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ใช้ไบโอฟลอค ($P<0.05$) (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตเฉลี่ย (±SE) ในช่วงระยะเวลาทดลอง

พารามิเตอร์	ไบโอฟลอค + อาหารเชิงพาณิชย์	กลุ่มใช้ไบโอฟลอค	กลุ่มควบคุม	P - value
ความยาวสุดท้าย (มม.)	11.96^{a} (±0.16)	10.83^{b} (±0.21)	9.78^{c} (±0.12)	0.000
น้ำหนักสุดท้าย (มก.)	6.80^{a} (±0.39)	4.94^{b} (±0.33)	3.57^{c} (±0.18)	0.000
น้ำหนักเฉลี่ย (มก.)	5.40^{a} (±0.39)	3.54^{b} (±0.33)	2.17^{c} (±0.18)	0.000
อัตราการรอด (%)	47.75^{a} (±3.53)	25.75^{b} (±4.13)	17.58^{b} (±1.62)	0.018
ชีวมวลสุดท้าย (มก.)	$1,266.7^{a}$ (±29.8)	491.4^{ab} (±11.8)	248.1^{b} (±20.9)	0.019

หมายเหตุ: ^{abc} ตัวอักษรอังกฤษที่ต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Emerenciano *et al.* (2011)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Azim *et al.* (2008) ศึกษาเกี่ยวกับไบโอฟลอคกับคุณภาพน้ำและการเจริญเติบโตของปลานิล (Niletilapia) ภายในถัง ใช้ปลานิล 3 กิโลกรัมต่อถัง ที่เลี้ยงภายในถังขนาด 250 ลิตร โดยแบ่งการเลี้ยงออกเป็น 2 ชุดการทดลอง และ 1 กลุ่มควบคุม คือ ชุดการทดลองที่ 1 เลี้ยงไบโอฟลอคที่มีโปรตีน 35 เปอร์เซ็นต์ลงไปในถัง ชุดการทดลอง 2 เลี้ยงไบโอฟลอคที่มีโปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์ และชุดควบคุมไม่มีการเติมไบโอฟลอคลงไปภายในถัง ในการเลี้ยงให้อาหาร 1.5 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวปลา คุณภาพโภชนะของไบโอฟลอคมีความเหมาะสมในการเลี้ยงปลานิล โดยพบว่า ปลานิลที่เลี้ยงในถังที่มีการเติมไบโอฟลอคมีอัตราการรอด 100 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักปลาตัวเฉลี่ยสูงกว่า 9 – 10 เปอร์เซ็นต์ และมีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น 45 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบเทียบกับปลานิลซึ่งเลี้ยงในถังที่ไม่เติมไบโอฟลอค (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลานิลในถังที่มีไบโอฟลอคและถังน้ำสะอาดที่เลี้ยงด้วยระดับโปรตีนในอาหารที่ต่างกัน

พารามิเตอร์	กลุ่มควบคุม	ระดับโปรตีนในระบบไบโอฟลอค (%)	
		35	24
น้ำหนักปลาเริ่มต้น (ก.)	99.61±13.74	100.69±13.61	98.45±12.71
น้ำหนักปลาสุดท้าย (ก.)	127.51±28.17^{b}	140.72±27.26^{a}	138.58±24.99^{a}
อัตราการรอด (%)	100	100	100
น้ำหนักปลาเฉลี่ย (ก.)	27.9±0.69^{b}	40.04±3.04^{a}	40.08±4.34^{a}
ผลผลิตสุทธิ (กก./ม.^{3})	3.35±0.08^{b}	4.80±0.60^{a}	4.90±0.59^{a}
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	4.97±0.12^{a}	3.51±0.44^{b}	3.44±0.45^{b}

หมายเหตุ: ^{ab} ตัวอักษรอังกฤษที่ต่างกันในแถวเดียวกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ที่มา: ดัดแปลงจาก Azim *et al.* (2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. อุปกรณ์การทดลอง

1.1 อุปกรณ์การทดลอง ประกอบด้วย

- ตู้อบแห้งวัตถุดิบ จำนวน 2 ตู้
- เครื่องชั่งน้ำหนักขนาด 20 กิโลกรัม
- กะละมังผสมอาหาร
- กระป๋องเก็บอาหาร จำนวน 20 ใบ
- กรงทดลอง จำนวน 20 กรง
- รางอาหารและถาดน้ำ จำนวน 20 ชุด
- เครื่องบดโพลเวอร์ไรเซอร์
- เครื่องชั่งดิจิตอล
- ถุงพลาสติก
- เทอร์โมมิเตอร์
- สมุดจดบันทึกข้อมูล
- ถังน้ำ 1000 ลิตร

1.2 การเตรียมไบโอฟลอคน้ำจืด

การผลิตมีการเติมวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งอาหารคาร์บอนและไนโตรเจนเพื่อผลิตไบโฮฟลอคประกอบด้วย แป้งมันและกากน้ำตาลเป็นแหล่งอาหารคาร์บอนและใช้ปลาป่นเป็นแหล่งอาหารไนโตรเจน นอกจากนี้มีการใช้ขี้เลนก้นบ่อปลาเป็นหัวเชื้อของไบโอฟลอค

เตรียมโดยการใส่น้ำลงถังขนาด 250 ลิตร มีการเติมอากาศในน้ำด้วยปั๊มน้ำ (air pump) แล้วนำส่วนผสมของแป้งมัน 50 กรัม กากน้ำตาล 100 กรัม ปลาป่น 10 กรัม และ ขี้เลนก้นบ่อปลา 1 กิโลกรัม เติมลงในถังนอกจากนี้จะมีการเติมแป้งมัน 50 กรัม กากน้ำตาล 100 กรัม และ ปลาป่น 10 กรัม ทุกๆ 3 วัน ใช้ระยะเวลาในการผลิตเป็นระยะเวลา 71 วัน หลังจากนั้นทำการรวบรวมตะกอนไบโอฟลอคโดยการกรองผ้ากรองใยแก้วและนำตะกอนไบโอฟลอคที่ได้ใส่ถาด แล้วนำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบเป็นระยะเวลา 4 วัน จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องโพเวอร์ไรเซอร์ให้มีขนาด 2 มิลลิเมตร เก็บผงไบโฮฟลอคน้ำจืดไว้ในถุงพลาสติกเพื่อนำไปผสมลงในสูตรอาหารทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การเตรียมไบโอฟลอคน้ำเค็ม

โดยการนำไบโอฟลอค (Biofloc) ที่เก็บมาจากบ่อกุ้งน้ำเค็ม มาอบให้แห้งด้วยตู้อบเป็นระยะเวลา 4 วัน จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องโพเวอร์ไรเซอร์ให้มีขนาด 2 มิลลิเมตร เก็บผงไบโอฟลอคน้ำเค็มไว้ในถุงพลาสติกเพื่อใช้ผสมในสูตรอาหารทดลอง

1.4 อาหารทดลอง แบ่งออกเป็น 3 สูตร ตามชนิดของไบโอฟลอค (Biofloc) ที่ใช้ในสูตรอาหารที่แตกต่างกัน คือ

สูตรที่ 1 อาหารควบคุม (ไม่มีการใช้ไบโอฟลอค)

สูตรที่ 2 ใช้ไบโอฟลอคน้ำจืด 2 เปอร์เซ็นต์

สูตรที่ 3 ใช้ไบโอฟลอคน้ำเค็ม 2 เปอร์เซ็นต์

โดยอาหารทดลองทุกสูตรคำนวณให้มีส่วนประกอบโภชนะตามความต้องการของนกกระทาญี่ปุ่นตามคำแนะนำของ NCR (1994) โดยมีระดับโปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2900 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ดังตารางที่ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 วัตถุดิบและองค์ประกอบทางโภชนะในอาหารทดลองของนกกระทาญี่ปุ่น

วัตถุดิบอาหารสัตว์ (%)	ระดับไบโอฟลอคในสูตรอาหาร (%)		
	0	2 (น้ำจืด)	2 (น้ำเค็ม)
ข้าวโพด	52.00	51.75	51.25
รำละเอียด	9.00	9.00	9.00
ปลาป่น (60%)	9.50	9.50	9.50
กากถั่วเหลือง (45%)	28.00	26.55	27.50
Biofloc น้ำเค็ม	0.00	0.00	2.00
Biofloc น้ำจืด	0.00	2.00	0.00
DCP (P17)	0.50	0.50	0.50
เปลือกหอยป่น	0.50	0.20	0.00
เกลือ	0.25	0.25	0.00
พรีมิกซ์[1/]	0.25	0.25	0.25
น้ำมันปาล์ม	0.00	0.00	0.00
รวม	100.00	100.00	100.00
ราคาอาหาร (บาท/กก.)	20.76	20.35	20.49
องค์ประกอบทางโภชนะ (โดยการคำนวณ)			
โปรตีน (%)	24.01	24.01	24.01
พลังงานการใช้ประโยชน์ได้ (Kcal/kg)	2914.95	2932.47	2916.61
ไขมัน (%)	4.73	4.80	4.70
เยื่อใย (%)	3.73	3.63	3.70

หมายเหตุ [1/] ส่วนประกอบต่อ 1 กิโลกรัม: วิตามินเอ 20,000,000 หน่วยสากล. วิตามินดี 3 4,000,000 หน่วยสากล. วิตามินอี 22,000 หน่วยสากล. วิตามินเค 3 4.00 กรัม. วิตามินบี 1 5.00 กรัม วิตามินบี 2 10.00 กรัม. วิตามินบี 6 6.00 กรัม. วิตามินบี 12 0.06 กรัม. วิตามินซี 15.00 กรัม. กรดแพนโทธีนิก 20.00 กรัม. กรดนิโคทินิก 50.00 กรัม. กรดโฟลิก 3.00 กรัม. ไบโอติน 0.24 กรัม. สารปรุงแต่งอาหารสัตว์ 23.25 กรัม. สารถนอมอาหารสัตว์ 0.15 กรัม. สื่อเติมจนครบ 1.00 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการทดลอง

1) ใช้นกกระทาญี่ปุ่นคละเพศอายุ 20 วัน จำนวน 60 ตัว นำมาจัดใส่กรงทดลองโดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ตามอาหารทดลอง ในแต่ละกลุ่มแบ่งออกเป็น 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว ทำการชั่งน้ำหนักนกกระทาญี่ปุ่นก่อนทำการทดลอง และบันทึกน้ำหนักเริ่มต้น

2) นกกระทาญี่ปุ่นจะได้รับอาหารทดลอง ทั้ง 3 กลุ่ม ตามระดับการใช้ไบโอฟลอค (Biofloc) ดังนี้ กลุ่มที่ 1 อาหารควบคุม (Biofloc 0 เปอร์เซ็นต์) กลุ่มที่ 2 ผสมไบโอฟลอคน้ำจืด 2 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ 3 ผสมไบโอฟลอคน้ำเค็ม 2 เปอร์เซ็นต์ ใช้เลี้ยงนกกระทาญี่ปุ่นเป็นระยะเวลา 30 วัน มีน้ำและอาหารให้กินตลอดเวลา โดยให้อาหารวันละ 2 ครั้ง คือ เวลาเช้า 07.00 น. และ เวลาเย็น 16.30 น. ตลอดระยะเวลาการทดลอง

3) ในระหว่างการเลี้ยงทดลองทำการจดบันทึก ปริมาณอาหารการกิน จำนวนนกตาย อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์วันละ 2 ครั้ง คือ เช้าเวลา 07.00 น. และเวลาเย็น 16.30 น. ตลอดระยะเวลาการทดลอง

4) เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการชั่งน้ำหนักนกกระทาญี่ปุ่น และบันทึกน้ำหนักตัวสุดท้ายของนกกระทาญี่ปุ่น

3. การเก็บบันทึกข้อมูล

การศึกษาสมรรถภาพการผลิตนกกระทาญี่ปุ่นจะทำการบันทึกข้อมูล ได้แก่ น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น น้ำหนักสุดท้าย ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ จำนวนนกตาย และต้นทุนค่าอาหาร นำข้อมูลที่บันทึกได้มาคำนวณ ดังนี้

ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน (Average Daily Feed Intake; ADFI)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน)} \times \text{จำนวนนกกะทา (ตัว)}}$$

อัตราการเจริญเติบโต (Average Daily Gain; ADG) (กรัม/ตัว/วัน)

$$= \frac{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น}}{\text{จำนวนวันที่เลี้ยง (วัน)} \times \text{จำนวนนกกะทา (ตัว)}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed Conversion Ratio; FCR)

$$= \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม)}}$$

อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)

$$= \frac{\text{จำนวนนกที่ตาย (ตัว)} \times 100}{\text{จำนวนนกที่เริ่มเลี้ยง (ตัว)}}$$

ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว)

= ราคาอาหาร (บาทต่อกิโลกรัม) × ปริมาณอาหารที่กิน (กิโลกรัม)

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยแบบ Duncan's New Multiple Range test ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยมีแบบหุ่นวิเคราะห์ทางสถิติดังนี้

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \alpha_{ij} \qquad I = 1, 2, 3,$$

$$j = 1, 2, 3, 4$$

เมื่อ Y_{ij} = ค่าสังเกตผลจากการตรวจวัด

μ = ค่าเฉลี่ยรวมของค่าสังเกต

T_i = อิทธิพลของระดับไบโอฟลอคที่ใช้ในสูตรอาหาร

α_{ij} = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

5. สถานที่ทำการทดลอง

อาคารปฏิบัติการสัตว์ปีก ฟาร์มสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ระยะเวลาการทำการทดลอง

เริ่มต้นทำการทดลองวันที่ 22 ธันวาคม 2563 สิ้นสุดการทดลองวันที่ 20 มกราคม 2564 รวมเป็นระยะเวลาของการทดลอง 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

การศึกษาการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดและน้ำเค็ม (Biofloc) จากบ่อกุ้งต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นในระยะอายุ 20 – 50 วัน จำนวน 60 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 4 ซ้ำ ซ้ำละ 5 ตัว เลี้ยงด้วยอาหาร 3 สูตรคือ สูตรที่ 1 อาหารควบคุม (ไบโอฟลอค 0 เปอร์เซ็นต์) สูตรที่ 2 ผสมไบโอฟลอคน้ำจืดที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ และ สูตรที่ 3 ผสมไบโอฟลอคน้ำเค็มที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ใช้เลี้ยงนกกระทาเป็นระยะเวลา 30 วัน ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักเริ่มต้น (อายุ 20 วัน) น้ำหนักตัวสิ้นสุด (อายุ 50 วัน) น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร อัตราการตายและต้นทุนค่าอาหารของนกกระทาญี่ปุ่นทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

โดยนกกระทาที่ได้รับอาหารทดลองสูตรที่ 1 อาหารควบคุม (ไบโอฟลอค 0 เปอร์เซ็นต์) สูตรที่ 2 ผสมไบโอฟลอคน้ำจืดที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ และ สูตรที่ 3 ผสมไบโอฟลอคน้ำเค็มที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักเริ่มต้นการทดลองมีค่าเท่ากับ 42.95, 42.85 และ 43.45 กรัม/ตัว น้ำหนักสิ้นสุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 162.35, 158.70 และ 154.90 กรัม/ตัว น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 119.40, 115.85 และ 111.45 กรัม/ตัว อัตราการเจริญเติบโตมีค่าเท่ากับ 3.98, 3.86 และ 3.72 กรัม/ตัว/วัน ปริมาณอาหารที่กินมีค่าเท่ากับ 19.62, 19.60 และ 18.80 กรัม/ตัว/วัน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารมีค่าเท่ากับ 4.93, 5.10 และ 5.07 อัตราการตายมีค่าเท่ากับ 5.00, 0.00 และ 0.00 เปอร์เซ็นต์ และ ต้นทุนค่าอาหารมีค่าเท่ากับ 12.22, 11.97 และ 11.56 บาท/ตัว ตามลำดับ (ดังตารางที่ 8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 8 การใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดในสูตรอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทาญี่ปุ่นในระยะอายุ 20 - 50 วัน

ลักษณะที่ศึกษา	ระดับไบโอฟลอคบ่อกุ้งในสูตรอาหาร (%)			P-value
	0	2 (น้ำจืด)	2 (น้ำเค็ม)	
น้ำหนักตัวที่อายุ 20 วัน (กรัม/ตัว)	42.95±1.58	42.85±0.96	43.45±0.41	0.7161
น้ำหนักตัวที่อายุ 50 วัน (กรัม/ตัว)	162.35±9.54	158.70±17.23	154.90±5.90	0.6854
น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	119.40±8.48	115.85±16.82	111.45±5.81	0.6282
อัตราการเจริญเติบโต (กรัม/ตัว/วัน)	3.98±0.28	3.86±0.56	3.72±0.19	0.6282
ปริมาณอาหารที่กิน (กรัม/ตัว/วัน)	19.62±1.24	19.60±1.90	18.80±0.32	0.6201
ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร	4.93±0.19	5.10±0.25	5.07±0.25	0.5831
อัตราการตาย (เปอร์เซ็นต์)[1/]	5.00±10.00(1)	0.00±0.00	0.00±0.00	0.4053
ต้นทุนค่าอาหาร (บาท/ตัว)	12.22±0.77	11.97±1.16	11.56±0.20	0.5281

หมายเหตุ [1/] ตัวเลขในวงเล็บ คือ จำนวนนกกระทาที่ตาย (ตัว)

วิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการศึกษาการใช้ไบโอฟลอคในสูตรอาหารที่ระดับ 0, 2 (น้ำเค็ม) และ 2 (น้ำจืด) เปอร์เซ็นต์ โดยนกกระทาจะได้รับน้ำและอาหารแบบเต็มที่ เลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน พบว่า น้ำหนักเริ่มต้น น้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร อัตราการตาย และต้นทุนค่าอาหารของนกกระทาทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ สุพันธ์ณี และคณะ (2563) ที่ได้ศึกษาการใช้ไบโอฟลอคต่อการเจริญเติบโตของปลากะพงขาวน้ำจืด โดยใช้สูตรอาหาร 2 สูตร คือ สูตรที่ 1 ไม่ใช้ไบโอฟลอค และ สูตรที่ 2 ใช้ไบโอฟลอค พบว่า น้ำหนักปลาสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (ADG) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCR) ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (FCE) อัตราการรอด และผลผลิตปลาในทั้งสองสูตรอาหารทดลองมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และสอดคล้องกับการทดลองของ ศรัณย์ และคณะ (2564) ศึกษาเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้ไบโอฟลอคและน้ำหมักชีวภาพสำหรับการเลี้ยงปลานิลในที่ร่ม จากการทดลองพบว่า น้ำหนักเฉลี่ย ความยาวเฉลี่ย น้ำหนักเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ และอัตราการรอดตายของปลานิล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P> 0.05) และสอดคล้องกับการทดลองของ อานุภาพ และคณะ (2563) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*) ที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอค โดยการเติมสารอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน พบว่าการใช้แหล่งคาร์บอน (ควบคุม, แป้งข้าวเจ้า และรำละเอียด) ในระบบการเลี้ยงแบบไบโอฟลอคมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

สามารถใช้ไบโอฟลอคน้ำจืด (Biofloc) ในสูตรอาหารนกกระทาญี่ปุ่นที่ระยะอายุ 20 – 50 วัน โดยมาส่งผลกระทบต่อน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร อัตราการตาย และต้นทุนค่าอาหาร

ข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองสามารถใช้ไบโอฟลอคในสูตรอาหารที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการต่อการเจริญเติบโตของนกกระทาญี่ปุ่น ดังนั้นข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาการใช้ไบโอฟลอคควรมีการศึกษาระดับการใช้ไบโอฟลอคในสูตรอาหารนกกระทาในระดับที่มากกว่า 2 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

วิกิพิเดีย. 2564. **นกกระทาญี่ปุ่น.** แหล่งที่มา: https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%8D%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%9B%E0%B8%B8%E0%B9%88%E0%B8%99, 28 ตุลาคม 2564.

ศรัณย์ รักษาพราหมณ์, วิจิตรา ตุ้งซี่ และ ณัฐพล ราชูภิมนต์. 2564. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไบโอฟล็อคและน้ำหมักชีวภาพสำหรับการเลี้ยงปลานิลในที่ร่ม. **วารสารเกษตร.** 37(3): 243-253.

สกล ศรีนา. 2556. **การเลี้ยงนกกระทา (Japanese quail).** แหล่งที่มา: https://www.okmd.or.th/Upload/pdf/2560/KC/quail.pdf, 28 ตุลาคม 2564.

สุพันธ์ณี สุวรรณภักดี, พัชราวลัย ศรียะศักดิ์, ณัทธิยา ชำนาญค้า และ พรพิมล พิมลรัตน์. 2563. ผลการใช้ไบโอฟลอคต่อการเจริญเติบโตและการควบคุมคุณภาพน้ำในการเลี้ยงปลากะพงขาวในน้ำจืด. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.** 26(1): 413-424.

อานุภาพ วรรณคนาพล, สุดาพร ตงศิริ และ ประจวบ ฉายบุ. 2563. การเจริญเติบโตของปลาหมอไทย (*Anabas testudineus*) ที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคโดยการเติมสารอินทรีย์คาร์บอนแตกต่างกัน. **วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา.** 25(3): 1015-1025.

อนุสรา แก่นทอง. 2562. **ไบโอฟลอค (Biofloc) กับการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตอน ไบโอฟลอคฮีโร่ของสัตว์น้ำ.** แหล่งที่มา: http://www.nicaonline.com/web/index.php/2016-08-30-02-19-31/2016-08-30-14-15-11/797-biofloc-3, 28 ตุลาคม 2564.

AOAC. 1990. **Official Methods of Analysis of the AOAC**, 15th ed. Association of official analytical chemists. Arlington, VA, USA.

Avnimelech, Y. 2012. **Biofloc Technology – A Practical Guide Book.** 2nd ed. The World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, EUA. 272 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Azim, M.E. and D.C. Little. 2008. The biofloc technology (BFT) in indoor tanks: water quality, biofloc composition and growth and welfare of nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). **Aquaculture.** 283: 29-35.

De Schryver, P., R. Crab, T. Defoirdt, N. Boon and W. Verstraete. 2008. The basics of bio-flocs technology: the added value for aquaculture. **Aquaculture.** 277: 125-137.

Emerenciano, M., E.L.C. Ballester, R.O. Cavalli and W. Wasielesky. 2012. Biofloc technology application as a food source in a limited water exchange nursery system for pink shrimp *Farfantepenaeus brasiliensis.* **Aquac. Res.** 43: 447-457.

Emerenciano, M., E.L.C. Ballester, R.O. Cavalli and W. Wasielesky. 2011. Effect of biofloc technology (BFT) on the early postlarval stage of pink shrimp *Farfantepenaeus paulensis*: growth performance, floc composition and salinity stress tolerance. **Aquacult Int.** 19: 891-901.

Madyod, S., S. Madyod, S. Wuthisuthimethavee, D. Chumthong, G. Jantasila, O. Nuanlaong, S. HnuChu and S. Bunrod. 2017. Application supplementation of immunostimulant in dried bio-floc on survival rate of Nile tilapia infected with *Streptococcus agalactiae,* DMST 17129. pp. 18-26. In: **Proceeding of the 9th Rajamangala University of Technology National Conference: Creative RMUT and Sustainable Innovation for Thailand 4.0. RMUT, Bangkok.**

NRC (Natient Reseavch Council). 1994. **Nutrient Requirements of Poultry.** 9th ed. National Academy Press, Washington, D.C.

Wanakanapol, A. 2013. The investigation of carbon sources for produce biofloc in tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) and hybrid catfish (*Clarias gariepinus* x *Clarias macrocephalus*) culture. **Research report**. Maejo University, Chiang Mai. 18 p.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Wasielesky, W.Jr., H. Atwood, A Stokes and CL Browdy. 2006. Effect of natural production in a zero exchange suspended microbial floc based super-intensive culture system for white shrimp *Litopenaeus vannamei.* **Aquaculture.** 258: 396-403.

Wei, Y.F., S.A. Liao and A.L. Wang. 2016. The effect of different carbon sources on the nutritional composition, microbial community and structure of bioflocs. **Aquaculture.** 465: 88-93.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 30 วัน

ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)		
	เช้า	บ่าย	เฉลี่ย	เช้า	บ่าย	เฉลี่ย
1	24.5	26.9	25.7	71	58	64.5
2	21.7	27.6	24.65	83	54	68.5
3	23.5	28.2	25.85	87	52	69.5
4	24.1	24.5	24.3	91	93	92
5	25.7	27	26.35	93	90	91.5
6	26	28.2	27.1	92	84	88
7	24.1	28.9	26.5	91	78	84.5
8	23.9	29.4	26.65	91	70	80.5
9	25.7	28.2	26.95	91	84	87.5
10	25.3	26.3	25.8	86	73	79.5
11	24.7	25.9	25.3	73	63	68
12	24.2	26.5	25.35	70	53	61.5
13	24.1	27.4	25.75	62	54	58
14	24.1	28.1	26.1	78	54	66
15	26.3	27.8	27.05	68	65	66.5
16	24.7	28.3	26.5	89	69	79
17	24.2	28.1	26.15	88	78	83
18	24.7	26.5	25.6	91	89	90
19	23.8	26.7	25.25	92	77	84.5
20	22.2	27.1	24.65	90	72	81
21	21.1	27.4	24.25	90	64	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ระยะเวลาการเลี้ยง (วัน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)		
	เช้า	บ่าย	เฉลี่ย	เช้า	บ่าย	เฉลี่ย
22	23.7	24.1	23.9	83	68	75.5
23	22	25.5	23.75	68	55	61.5
24	20.7	26.3	23.5	83	56	69.5
25	20.7	27.1	23.9	89	67	78
26	21.9	27.6	24.75	91	71	81
27	24.3	27.5	25.9	91	78	84.5
28	24.5	26	25.25	84	71	77.5
29	21	26.1	23.55	87	58	72.5
30	21.4	26.7	24.05	79	68	73.5
สรุป	23.63	27.06	25.35	84.07	68.87	76.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพประกอบการทดลอง

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพผนวกที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมไบโอฟลอคน้ำจืด

หมายเหตุ: (ก) ส่วนผสมที่ใส่ลงในถังผลิตไบโอฟลอคน้ำจืด ประกอบด้วย กากน้ำตาล แป้งมันและปลาป่น

(ข) ขี้เลนก้นบ่อปลาเป็นหัวเชื้อในการผลิตไบโอฟลอค

(ค) ถังที่ใส่ส่วนผสมแล้วมีการเติมอากาศลงในน้ำด้วยปั๊มลมตลอดเวลา

(ง) มีการเติมแหล่งอาหารคาร์บอนและไนโตรเจนที่เป็นแหล่งอาหารของไบโอฟลอคทุกๆ 3 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)

(ข)

ภาพผนวกที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมไบโอฟลอคน้ำเค็ม

หมายเหตุ: (ก) นำไบโอฟลอคที่อบแห้งมาบดในเครื่องโพเวอร์ไรเซอร์ให้มีขนาด 2 มิลลิเมตร
(ข) ไบโอฟลอคน้ำเค็มผง

ภาพผนวกที่ 3 เครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพันธ์ในโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพผนวกที่ 4 กรงนกทดลองและอาหารทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้