ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น

Effect of Fresh Water Biofloc Meal on Gut Characteristic of Japanese Quials (*Coturnix coturnix Japonica*)

นางสาวณัฏฐณิชา เงินทอง

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรสัตวศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ .....
งานทะเบียนและวัดผล

โครงงานพิเศษปีการศึกษา 2564

เรื่อง

ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น

Effect of Fresh Water Biofloc Meal on Gut Characteristic of Japanese Quials (*Coturnix coturnix Japonica*)

ผู้จัดทำ

นางสาวณัฏฐณิชา เงินทอง

นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
หลักสูตรสัตวศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์

เห็นชอบ/รับรอง

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สายชล เลิศสุวรรณ)
อาจารย์ที่ปรึกษา

โครงงานพิเศษนี้เป็นลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานพิเศษ

เรื่อง

ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น

Effect of Fresh Water Biofloc Meal on Gut Characteristic of Japanese Quials (*Coturnix coturnix Japonica*)

โดย

นางสาวณัฏฐณิชา เงินทอง

เสนอ

หลักสูตรสัตวศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สัตวศาสตร์)

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

เรื่อง

ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น

Effect of Fresh Water Biofloc Meal on Gut Characteristic of Japanese Quials (*Coturnix coturnix Japonica*)

ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น โดยการทดลองใช้นกกระทาญี่ปุ่นคละเพศอายุ 20 วัน จำนวน 60 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว สูตรอาหารที่ใช้ทดลองประกอบด้วย สูตรที่ 1 อาหารควบคุม (ไบโอฟลอค 0 เปอร์เซ็นต์) สูตรที่ 2 ไบโอฟลอคน้ำจืด 2 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 ไบโอฟลอคน้ำเค็ม 2 เปอร์เซ็นต์ โดยนกกระทาจะได้รับน้ำและอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองทำการสุ่มนกกระทาเพศผู้ซ้ำละ 1 ตัว มาทำการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของระบบทางเดินอาหาร ผลการทดลองพบว่าน้ำหนักมีชีวิต น้ำหนักระบบทางเดินอาหารโดยรวม กระเพาะพัก ตับ ม้าม กึ๋น+กระเพาะแท้ ลำไส้เล็ก ลำไส้เล็กส่วนต้น ลำไส้เล็กส่วนกลาง ลำไส้ใหญ่ และอัณฑะ ของนกกระทาที่ได้รับไบโอฟลอคทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่พบว่าลำไส้เล็กส่วนปลายและไส้ติ่ง ของนกกระทากลุ่มที่ได้รับไบโอฟลอค น้ำเค็ม 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ในส่วนของความยาวลำไส้และความหนาของกระเพาะบดพบว่า ความยาวลำไส้ ความยาวลำไส้เล็กส่วนต้น ความยาวลำไส้เล็กส่วนกลาง ความยาวลำไส้เล็กส่วนปลาย ความยาวไส้ติ่ง ความยาวลำไส้ใหญ่ ความหนากระเพาะบด ความหนากระเพาะบดด้านบน ความหนากระเพาะบดด้านข้าง และความหนากระเพาะบดด้านล่าง ของนกกระทาที่ได้รับไบโอฟลอคทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

คำสำคัญ: นกกระทาญี่ปุ่น, ไบโอฟลอค, ระบบทางเดินอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนิยม

การทำโครงงานพิเศษเรื่องนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือ และความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.สายชล เลิศสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษ ที่เสียสละเวลาในการตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และให้คำปรึกษาที่ดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่มอบโอกาสทางการศึกษา แนะนำ สั่งสอน และคอยให้กำลังใจทำให้การทำโครงงานพิเศษฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

พฤศจิกายน 2564

นางสาวณัฏฐณิชา เงินทอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	ก
คำนิยม	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	ง
สารบัญภาพ	จ
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
ตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	12
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง	17
สรุปผลการทดลอง	21
เอกสารอ้างอิง	22
ภาคผนวก	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1	องค์ประกอบทางเคมีของไบโอฟลอค	5
2	สัณฐานลำไส้ของลูกปลานิลเลี้ยงในระบบไบโอฟลอคต่างๆ	7
3	สัณฐานวิทยาลำไส้ปลานิลที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคและในระบบไบโอฟลอคที่เสริมซินไบโอติก	8
4	ผลการเปรียบเทียบระบบทางเดินอาหารของลูกเป็ดและลูกห่านที่เสริมด้วยเลนอินทรีย์ในสูตรอาหาร	9
5	วัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในอาหารทดลองของนกกระทาญี่ปุ่น	14
6	การใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดในสูตรอาหารต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น	19
7	การใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดในสูตรอาหารต่อลักษณะความยาวลำไส้ และความหนาของกระเพาะบด	20

ตารางผนวกที่

1	อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 30 วัน	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

1 พื้นที่ผิววิลลัสและความสูงวิลลัสของปลาแรดที่เลี้ยงในระบบควบคุมและระบบไบโอฟลอค 11

ภาพผนวกที่

1 ขั้นตอนการเตรียมไบโอฟลอคน้ำจืด 27
2 ขั้นตอนการเตรียมไบโอฟลอคน้ำเค็ม 28
3 ชิ้นส่วนระบบทางเดินอาหารในแต่ละส่วนที่ทำการศึกษา 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ประเทศไทยมีการเลี้ยงนกกระทามาเป็นเวลานานแล้ว โดยมีจุดประสงค์เพื่อการจำหน่ายไข่และเนื้อ นกกระทาเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีประสิทธิภาพในการผลิตค่อนข้างสูง ให้ผลตอบแทนเร็ว ใช้พื้นที่ในการเลี้ยงน้อย สมาชิกในครอบครัวช่วยกันดูแลได้ เนื้อนกกระทาสามารถนำมาปรุงอาหารได้หลากหลายชนิด นกกระทาใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงไม่นานก็สามารถเก็บไข่ไปขายได้ ปัจจุบันมีการเลี้ยงนกกระทาเป็นอาชีพหลักหรืออาชีพเสริมกันมาก รูปแบบการตลาดของนกกระทามีลักษณะแตกต่างกันทั้งการตลาดแบบประกันราคากับการตลาดแบบอิสระในการเลี้ยงทั้งสองรูปแบบดังกล่าว ยังมีขนาดฟาร์มเล็ก กลาง และใหญ่ที่แตกต่างกันอีกด้วย (สว่าง และคณะ, 2559) แต่เนื่องจากวัตถุดิบอาหารสัตว์ในปัจจุบันมีราคาแพงโดยเฉพาะวัตถุดิบแหล่งอาหารโปรตีนทำให้ต้นทุนสูงขึ้น จึงได้มีการหาวัตถุดิบทางเลือก ที่หาได้ง่ายตามท้องถิ่นมาทดแทนในอาหารสัตว์ เช่น ไบโอฟลอคมาใช้ในสูตรอาหารนกกระทาญี่ปุ่น เพื่อทดแทนวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีราคาสูงทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนการผลิตและมีกำไรเพิ่มขึ้น

Biofloc Technology คือ การนำตะกอนจุลินทรีย์ (Biofloc) มาช่วยในการกำจัดของเสียที่เหลือจากการบริโภคของสัตว์น้ำ และจากการขับถ่ายให้กลายเป็นของดีที่มีประโยชน์ต่อสัตว์น้ำ กล่าวคือ ตะกอนจุลินทรีย์ (Biofloc) เป็นตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยในมวลน้ำ ยึดเกาะเป็นกลุ่มโดยพวกสาหร่าย แพลงก์ตอนพืช โปรโตซัว และแบคทีเรีย โดยกลุ่มแบคทีเรียจะเป็นพวกเฮทเทอโรโทรฟิค แบคทีเรีย (Heterotrophic Bacteria) ในกระบวนการ biological nitrogen fixation สิ่งมีชีวิตเหล่านี้จะทำหน้าที่เปลี่ยนของเสียที่สัตว์น้ำขับถ่าย เช่น แอมโมเนีย และของเสียสารอินทรีย์อื่นๆ เป็น biomass ของสิ่งมีชีวิตและจุลินทรีย์ ซึ่งสัตว์น้ำสามารถใช้เป็นอาหารได้ (ตุลาการ และคณะ, 2562) การนำตะกอนจุลินทรีย์ (Biofloc) มาเป็นอาหารสัตว์นิยมใช้ในสัตว์น้ำ แต่ยังไม่พบการศึกษาการนำตะกอนจุลินทรีย์ (Biofloc) มาเป็นอาหารสัตว์บก ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงทำการศึกษาผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดในสูตรอาหารต่อระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทา

ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรวจเอกสาร

นกกระทาญี่ปุ่น (Japanese quail)

นกกระทาญี่ปุ่น (Japanese quail) มีชื่อวิทยาศาสตร์: *Coturnix japonica* เป็นนกจำพวกนกกระทาหรือนกคุ่มชนิดหนึ่ง ในวงศ์ไก่ฟ้าและนกกระทา (Phasianidae) โดยนกกระทาญี่ปุ่นมีการจำแนกชั้นทางวิทยาศาสตร์ดังต่อไปนี้ (วิกิพีเดีย, 2564)

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

นกกระทาญี่ปุ่น มีรูปร่างตัวอ้วนกลม ขนมีลายจุดสีน้ำตาล ขาว ทอง และดำ กระจายอยู่ทั่วตัว ปีกและหางสั้น บินได้เพียงระยะสั้นๆ หากินเมล็ดพืชและแมลงอยู่ตามพื้นดิน มีความยาวทั้งตัว 20 เซนติเมตร เป็นนกพื้นถิ่นของภูมิภาคเอเชียตะวันออก ในปัจจุบันนกกระทาญี่ปุ่นได้รับความนิยมมากที่สุดในการเลี้ยงเป็นสัตว์เศรษฐกิจเพื่อใช้เนื้อและไข่ในการบริโภค (กระตุกต่อมคิด, 2559)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไบโอฟลอค

เทคโนโลยีไบโอฟลอค (Biofloc Technology) คือ ใช้หลักการนำตะกอนจุลินทรีย์มาช่วยย่อยสลายของเสียในบ่อปลา (แอมโมเนีย) ใช้จุลินทรีย์ในการบำบัดน้ำ เปลี่ยนของเสียให้กลายเป็นของดีที่มีประโยชน์ต่อสัตว์น้ำ ไม่ต้องเปลี่ยนน้ำ ไม่ต้องมีแหล่งน้ำตามธรรมชาติ ขอให้น้ำที่นำมาใส่ในระบบมีค่า PH เป็นกลาง (เทคนิคการเกษตร, 2561)

ตะกอนจุลินทรีย์ (Biofloc) คือ ตะกอนอินทรีย์แขวนลอยในมวลน้ำยึดเกาะเป็นกลุ่มโดยพวกสาหร่ายแพลงก์ตอนพืช โปรโตซัว และแบคทีเรียโดยกลุ่มแบคทีเรียจะเป็นพวกเฮทเทอโรโทรฟิค โดยขนาดของกลุ่มฟรอคอยู่ที่ 0.2-2.0 มิลลิเมตร ไบโอฟลอคสามารถเกิดได้เองตามธรรมชาติ แต่ถ้าน้ำไม่หมุนเวียน หรือเคลื่อนไหวฟรอคนั้นก็จะตกตะกอนสะสมที่พื้นก้นบ่อกลายเป็นของเสียเช่นเดิม ไบโอฟลอคจะเกิดได้ดีเมื่อในแหล่งน้ำมีสัดส่วนระหว่างคาร์บอนกับไนโตรเจน (C :N ratio) ที่เหมาะสม โดยแหล่งที่มาของคาร์บอน ได้แก่ แป้ง (starch) น้ำตาล (sugar) เซลลูโลส (cellulose) และพวกกากใย (fiber) และแหล่งที่มาของไนโตรเจน ได้แก่ กรดอะมิโน (amino acid) โปรตีน (protein) (เทคนิคการเกษตร, 2561)

กระบวนการทำงานของไบโอฟลอค

เมื่อเติมสสารจำพวกคาร์โบไฮเดรตลงไปมันจะไปกระตุ้นให้ไบโอฟลอคดึงไนโตรเจน (แอมโมเนีย) มาใช้ในการสร้างเซลล์ใหม่มากขึ้นจำนวนจุลินทรีย์ก็จะเพิ่มมากขึ้น ปริมาณแอมโมเนียในน้ำก็จะลดลง ซึ่งเนื้อเซลล์ใหม่ที่ว่านี้ก็คือสารพวกโปรตีน เมื่อสัตว์น้ำกินจุลินทรีย์ที่รวมตัวเป็นฟรอคเข้าไปก็เท่ากับว่าสัตว์น้ำได้กินอาหารที่มีโปรตีนนั่นเอง การใช้กลุ่มฟรอคในการกำจัดแอมโมเนียนี้จะเร็วกว่าการเกิดกระบวนการไนตริฟิคเคชั่น (กระบวนการซึ่งมีความเป็นพิษสูงต่อสัตว์น้ำให้เป็นไนไตร์ทและไนเตรท) ทำให้น้ำที่ใช้เลี้ยงสัตว์น้ำมีคุณภาพดี การเปลี่ยนถ่ายน้ำน้อยลงและส่งผลให้สัตว์มีสุขภาพดีตามไปด้วย (เทคนิคการเกษตร, 2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบทางเคมีของไบโอฟลอค

องค์ประกอบทางเคมีของไบโอฟลอค จากการรวบรวมงานวิจัยของนักวิจัยพบว่ามี โปรตีน 21.54-30.4 เปอร์เซ็นต์ ไขมัน 0.41-8.26 เปอร์เซ็นต์ คาร์โบไฮเดรต 18.5 เปอร์เซ็นต์ เยื่อใย 13.29-12.07 เปอร์เซ็นต์ ความชื้น 4.46-12.3 เปอร์เซ็นต์ และเถ้า 16.22-37.4 เปอร์เซ็นต์ (ดังตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของไบโอฟลอค

องค์ประกอบทางเคมี (เปอร์เซ็นต์วัตถุแห้ง)	แหล่งที่มา			
	ศรัณย์และคณะ (2564)	อุดมลักษณ์และคณะ (2561)	Khatoon et al. (2016)	Khanjani et al. (2020)
โปรตีน	21.54	24.99	30.4	29.23
ไขมัน	0.41	8.26	4.2	0.9
คาร์โบไฮเดรต	-	-	18.5	-
เยื่อใย	23.07	13.29	-	-
ความชื้น	4.46	6.98	12.3	-
เถ้า	16.22	19.93	31.2	37.4

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ไบโอฟลอค

การใช้ไบโอฟลอคเป็นอาหารสัตว์ ยังไม่มีงานวิจัยในนกกระทาญี่ปุ่น แต่มีงานวิจัยอาหารสัตว์ในเป็ดและห่าน รวมถึงงานวิจัยในอาหารสัตว์น้ำ ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จะเป็นการรวบรวมงานวิจัยที่ใช้ไบโอฟลอคในอาหารสัตว์มีดังต่อไปนี้

Mirzakhani et al. (2019) รายงานว่าสัณฐานลำไส้ของลูกปลานิลเลี้ยงในระบบไบโอฟลอคที่มีแหล่งคาร์บอนและอัตราส่วนของไนโตรเจน (C:N) ต่างกัน โดยระบบไบโอฟลอคที่ใช้มีดังนี้ A15: กากน้ำตาล 100 เปอร์เซ็นต์ C:N=15, A20: กากน้ำตาล 100 เปอร์เซ็นต์ C:N=20, B15: กากน้ำตาล 75 เปอร์เซ็นต์ และแป้งสาลี 25 เปอร์เซ็นต์ C:N=15, B20: กากน้ำตาล 75 เปอร์เซ็นต์ และแป้งสาลี 25 เปอร์เซ็นต์ C:N=20, C15: กากน้ำตาล 50 เปอร์เซ็นต์ และแป้งสาลี 50 เปอร์เซ็นต์ C:N=15, C20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กากน้ำตาล 50 เปอร์เซ็นต์ และแป้งสาลี 50 เปอร์เซ็นต์ C:N=20, D15: กากน้ำตาล 25 เปอร์เซ็นต์ และแป้งสาลี 75 เปอร์เซ็นต์ C:N=15, D20: กากน้ำตาล 25 เปอร์เซ็นต์ และแป้งสาลี 75 เปอร์เซ็นต์ C:N=20, E15: แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ C:N=15, และ E20: แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ C:N=20 จากผลการทดลองพบว่าการเลี้ยงปลานิลเลี้ยงด้วยระบบไบโอฟลอคมีผลต่อความยาววิลลัส และความกว้างวิลลัสเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่มีความยาวและความกว้างของวิลลัสสูงที่สุดคือ กลุ่ม E15: แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ C:N=15 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่พบว่าความกว้างของลำไส้ในกลุ่มควบคุมมีค่ามากที่สุด และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ใช้ไบโอฟลอค ดังตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 สัณฐานลำไส้ของลูกปลานิลเลี้ยงในระบบไบโอฟลอคต่างๆ

ลักษณะที่ศึกษา	กลุ่มทดลอง												P-value		
	ควบคุม	A15	A20	B15	B20	C15	C20	D15	D20	E15	E20	SEM	C:N ratio	C source	C: NxC
ความยาววิลลัส (มม.)	653^{e}	893^{ab}	746^{c}	920^{ab}	806^{cd}	933^{ab}	826^{bc}	960^{ab}	866^{bc}	1013^{a}	880^{ab}	39.9	0.03	0.024	0.744
ความกว้างวิลลัส (มม.)	213^{c}	293^{ab}	226^{bc}	293^{ab}	226^{bc}	293^{ab}	226^{bc}	306^{ab}	226^{bc}	320^{a}	240^{bc}	25.1	0.048	0.897	0.996
ความกว้างลำไส้ (มม.)	4186^{a}	2493^{f}	2873^{d}	2666^{e}	3573^{b}	2846^{d}	3520^{b}	3586^{b}	2920^{d}	3073^{c}	2273^{g}	35.7	0.0001	0.0001	0.0001

หมายเหตุ ^{abcdefg} ตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

A15: กากน้ำตาล 100% C:N=15, A20: กากน้ำตาล 100% C:N=20, B15: กากน้ำตาล 75% และแป้งสาลี 25% C:N=15, B20: กากน้ำตาล 75% และแป้งสาลี 25% C:N=20, C15: กากน้ำตาล 50% และแป้งสาลี 50% C:N=15, C20: กากน้ำตาล 50% และแป้งสาลี 50% C:N=20, D15: กากน้ำตาล 25% และแป้งสาลี 75% C:N=5, D20: กากน้ำตาล 25% และแป้งสาลี 75% C:N=20, E15: แป้งสาลี 100% C:N=15,และ E20: แป้งสาลี 100% C:N=20

แหล่งที่มา: ดัดแปลงมาจาก Mirzakhani et al. (2019)

Laice et al. (2021) รายงานผลการทดลองเลี้ยงปลานิลในระบบไบโอฟลอค และการเลี้ยงปลานิลในระบบไบโอฟลอคที่เสริมซินไบโอติก พบว่าปลานิลกลุ่มที่ได้รับไบโอฟลอคเสริมไบโอติก มีแนวโน้มว่าพื้นที่วิลลัส ความสูงวิลลัส และความกว้างของวิลลัส ทั้งสามส่วน (ด้านหน้า กลาง และหลัง) มีค่าสูงกว่ากลุ่มปลานิลที่ได้รับไบโอฟลอคเพียงอย่างเดียว แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p<0.05$) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สัณฐานวิทยาลำไส้ปลานิลที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคและระบบไบโอฟลอคที่เสริมซินไบโอติก

ลักษณะที่ศึกษา	ส่วนที่ศึกษา	ไบโอฟลอค	ไบโอฟลอคเสริมซินไบโอติก	P value
พื้นที่วิลลัส (ไมครอน)	ส่วนหน้า	16,371.9 ± 1636.9	17,955.1 ± 684.2	0.0811
	ส่วนกลาง	15,482.0 ± 1144.1	16,058.0 ± 1443.2	0.5043
	ส่วนหลัง	14,888.0 ± 921.5	16,005.0 ± 1660.2	0.2248
ความสูงวิลลัส (มม.)	ส่วนหน้า	212.7 ± 11.7	233.9 ± 22.6	0.0983
	ส่วนกลาง	212.4 ±9.7	221.1 ± 20.9	0.4240
	ส่วนหลัง	208.1 ± 9.6	217.5 ± 7.7	0.1250
ความกว้างวิลลัส (มม.)	ส่วนหน้า	103.3 ± 5.5	118.4 ± 17.9	0.1099
	ส่วนกลาง	102.4 ± 6.0	106.3 ± 10.8	0.4941
	ส่วนหลัง	101.6 ± 10.5	102.5 ± 1.2	0.8572

แหล่งที่มา: ดัดแปลงมาจาก Laice et al. (2021)

Mikulioniene and Ligita (2012) รายงานผลการเปรียบเทียบระบบทางเดินอาหารของลูกเป็ดและลูกห่านที่เสริมเลนอินทรีย์ในสูตรอาหาร โดยสูตรอาหารทดลองประกอบด้วยกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้เสริมเลนอินทรีย์ และกลุ่มที่เสริมเลนอินทรีย์ 9 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าในทั้งลูกเป็ดและลูกห่านในกลุ่มที่เสริมเลนอินทรีย์ 9 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักกระเพาะอาหาร น้ำหนักลำไส้เล็ก ความยาวลำไส้เล็ก น้ำหนักไส้ติ่ง และน้ำหนักตับ มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$) สรุปได้ว่าการเสริมอาหารด้วยเลนอินทรีย์ 9 เปอร์เซ็นต์ ถือว่าเป็นอาหารตามธรรมชาติและปลอดภัยสำหรับใช้เป็นอาหารของลูกเป็ดและลูกห่าน เนื่องจากไม่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของทั้งลูกเป็ดและลูกห่าน ดังตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ผลการเปรียบเทียบระบบทางเดินอาหารของลูกเป็ดและลูกห่านที่เสริมด้วยเลนอินทรีย์ในสูตรอาหาร

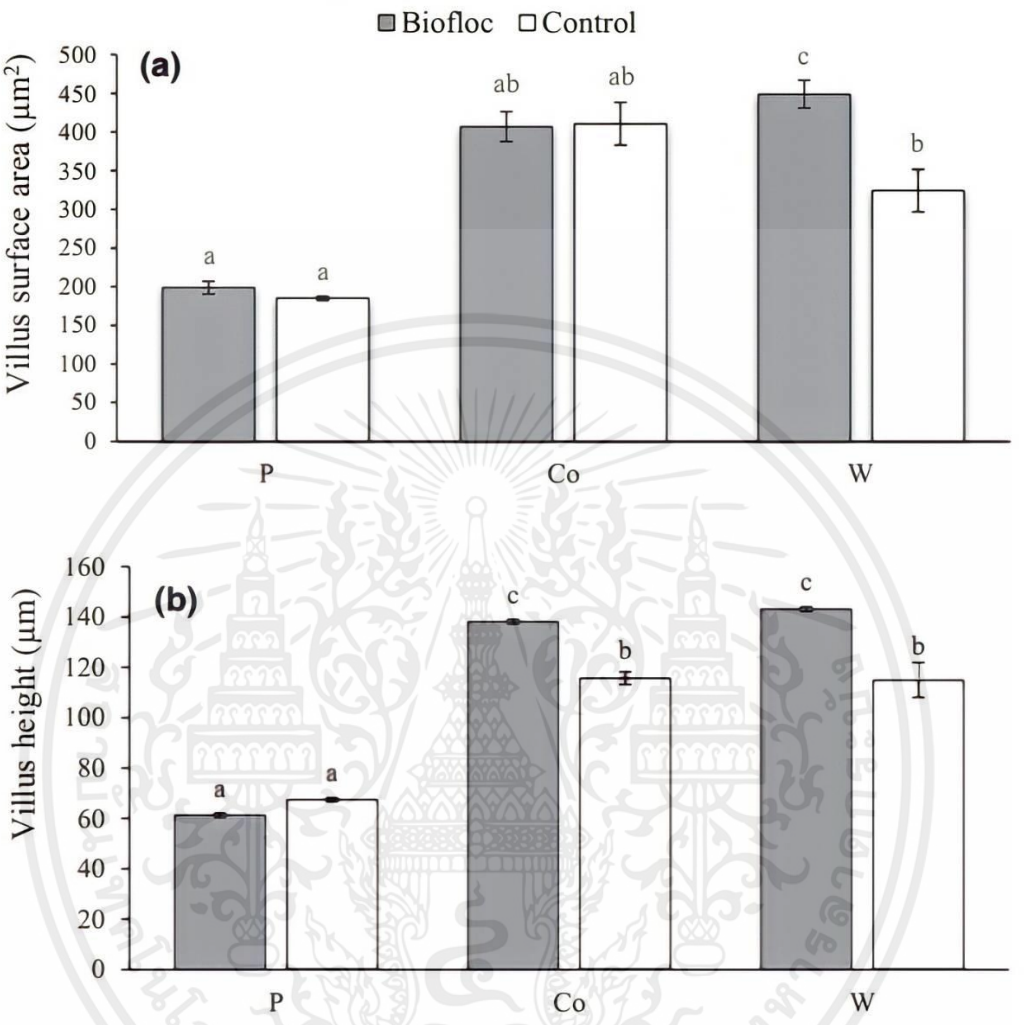
ลักษณะที่ศึกษา	ลูกเป็ด			ลูกห่าน		
	กลุ่มควบคุม	เสริมเลนอินทรีย์	LSD_{05}	กลุ่มควบคุม	เสริมเลนอินทรีย์	LSD_{05}
น้ำหนักกระเพาะอาหาร (กรัม)	79.8	76.1	1.02	125.8	127.9	2.07
น้ำหนักลำไส้เล็ก (กรัม)	73.5	77.9	1.10	112.9	140.8	2.11
ความยาวลำไส้เล็ก (เซนติเมตร)	178.9	181.6	6.11	206.9	227.9	4.13
น้ำหนักไส้ติ่ง (กรัม)	16.5	19.1	1.05	9.9	10.9	0.71
ความยาวไส้ติ่ง (เซนติเมตร)	32.5	31.7	0.92	49.8	53.6	1.31
น้ำหนักตับ (กรัม)	51.8	53.9	0.89	98.9	109.8	1.42

หมายเหตุ LSD_{05} = The least significant different

แหล่งที่มา: ดัดแปลงมาจาก Mikulioniene and Ligita (2012)

Amriawati et al. (2021) รายงานผลการศึกษา การใช้ระบบการเลี้ยงแบบไบโอฟลอคและชนิดอาหารต่อระบบทางเดินอาหารในปลาแรด โดยทำการศึกษา 2 ปัจจัย ประกอบด้วย ปัจจัยที่ 1 ระบบการเลี้ยง 2 แบบ คือ ระบบไบโอฟลอค และระบบควบคุม และปัจจัยที่ 2 ชนิดอาหาร คือ อาหารสำเร็จรูป (P) ไส้เดือนน้ำ (W) และอาหารสำเร็จรูปร่วมกับไส้เดือนน้ำ (Co) รวมทั้งหมด 6 ชุดการทดลอง ประกอบด้วย กลุ่มที่ 1 เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคใช้อาหารสำเร็จรูป (BP) กลุ่มที่ 2 เลี้ยงปลาแรดในระบบไบโอฟลอคใช้อาหารสำเร็จรูปและไส้เดือนน้ำ (BCO) กลุ่มที่ 3 เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคใช้ไส้เดือนน้ำเป็นอาหาร (BW) และกลุ่มที่ 4 กลุ่มควบคุมใช้อาหารสำเร็จรูป (CP) กลุ่มที่ 5 กลุ่มควบคุมใช้อาหารสำเร็จรูปและไส้เดือนน้ำ (CCO) และกลุ่มที่ 6 กลุ่มควบคุมใช้ไส้เดือนน้ำเป็นอาหาร (CW) ผลการทดลองพบว่าปลาแรดของกลุ่มที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคใช้ไส้เดือนน้ำเป็นอาหาร มีพื้นที่ผิววิลลัสสูงที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มการทดลองอื่นๆ และมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนความสูงวิลลัสกลุ่มที่เลี้ยงปลาแรดในระบบไบโอฟลอคใช้อาหารสำเร็จรูปและไส้เดือนน้ำ และกลุ่มที่เลี้ยงในระบบไบโอฟลอคใช้ไส้เดือนน้ำเป็นอาหาร มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติแต่มีค่าสูงกว่ากลุ่มการทดลองอื่นๆ ($P<0.05$) ดังภาพที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1 พื้นที่ผิววิลลัสและความสูงวิลลัสของปลาแรดที่เลี้ยงในระบบควบคุมและระบบไบโอฟลอค

ที่มา: Amriawati et al. (2021)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. สัตว์ทดลอง และอุปกรณ์การทดลอง

1.1 สัตว์ทดลอง ใช้นกกระทาญี่ปุ่น คละเพศ อายุ 20 วัน จำนวน 60 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว เลี้ยงเป็นระยะเวลา 30 วัน โดยให้กินอาหารอย่างเต็มที่และมีน้ำให้กินตลอดทั้งวัน

1.2 การเตรียมไบโอฟลอคน้ำจืด

การผลิตมีการเติมวัตถุดิบที่ใช้เป็นแหล่งอาหารคาร์บอนและไนโตรเจนเพื่อผลิตไบโอฟลอค ประกอบด้วย แป้งมันและกากน้ำตาลเป็นแหล่งคาร์บอน และใช้ปลาป่นเป็นแหล่งอาหารไนโตรเจน นอกจากนี้มีการใช้ขี้เลนก้นบ่อปลาเป็นหัวเชื้อของไบโอฟลอค

เตรียมโดยการใส่น้ำลงถังขนาด 250 ลิตร มีการเติมอากาศในน้ำด้วยปั๊มลม (air pump) แล้วนำส่วนผสมของแป้งมัน 50 กรัม กากน้ำตาล 100 กรัม ปลาป่น 10 กรัม และขี้เลนก้นบ่อปลา 1 กิโลกรัมเติมลงในถัง นอกจากนี้จะมีการเติมแป้งมัน 50 กรัม กากน้ำตาล 100 กรัม และปลาป่น 10 กรัม ทุกๆ 3 วัน ใช้ระยะเวลาในการผลิตเป็นระยะเวลา 71 วัน หลังจากนั้นทำการรวบรวมตะกอนไบโอฟลอคโดยการกรองด้วยผ้าใยแก้ว นำตะกอนไบโอฟลอคที่ได้ใส่ถาด แล้วนำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบเป็นระยะเวลา 4 วัน จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องโพเวอร์ไรเซอร์ให้มีขนาด 2 มิลลิเมตร เก็บผงไบโอฟลอคน้ำจืดไว้ในถุงพลาสติกเพื่อนำไปผสมลงในสูตรอาหารทดลอง

1.3 การเตรียมไบโอฟลอคน้ำเค็ม

โดยการนำไบโอฟลอคที่เก็บจากบ่อกุ้งน้ำเค็ม มาอบให้แห้งด้วยตู้อบเป็นระยะเวลา 4 วัน จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องโพเวอร์ไรเซอร์ให้มีขนาด 2 มิลลิเมตร เก็บผงไบโอฟลอคน้ำเค็มไว้ถุงพลาสติกเพื่อนำไปผสมลงในสูตรอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 อาหารทดลอง ประกอบด้วยอาหาร 3 สูตร แบ่งตามปริมาณและชนิดของไบโอฟลอคที่ใช้ในสูตรอาหารทดลอง คือ สูตรที่ 1 อาหารควบคุม (ไบโอฟลอค 0 เปอร์เซ็นต์) สูตรที่ 2 ไบโอฟลอคน้ำจืด 2 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 ไบโอฟรอคน้ำเค็ม 2 เปอร์เซ็นต์ โดยอาหารทดลองทุกสูตรได้คำนวณตามความต้องการทางโภชนะของนกกระทาญี่ปุ่นตามคำแนะนำของ NRC (1994) โดยปรับให้มีโปรตีน 24 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโลแคลลอรี่/กิโลกรัม ดังตารางที่ 5

1.5 อุปกรณ์ศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของระบบทางเดินอาหาร

-โต๊ะ จำนวน 2 ตัว
-กะละมัง จำนวน 3 ใบ
-หม้อสแตนเหลด จำนวน 1 ใบ
-เขียง จำนวน 5 อัน
-ถุงพลาสติก จำนวน 20 ใบ
-เวอร์เนีย จำนวน 1 อัน
-ไม้บรรทัด จำนวน 1 อัน
-เครื่องชั่ง จำนวน 1 เครื่อง
-เตาแก๊ส จำนวน 1 เตา
-ถาดพลาสติก จำนวน 5 ใบ
-มีด จำนวน 5 เล่ม
-ตู้แช่เย็น จำนวน 1 ตู้
-เทอร์โมมิเตอร์ จำนวน 1 อัน
-ตารางบันทึกข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 วัตถุดิบอาหารสัตว์และโภชนะในอาหารทดลองของนกกระทาญี่ปุ่น

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
DCP (P17)	0.50	0.50	2.00
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
องค์ประกอบทางโภชนะ (โดยการคำนวณ)			
โปรตีน (%)	24.01	24.01	24.01
พลังงาน (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. วิตามินดี3 4,000,000 หน่วยสากล. วิตามินอี 22,000 หน่วยสากล. วิตามินเค3 4.00 กรัม. วิตามินบี1 5.00 กรัม. วิตามินบี2 10.00 กรัม. วิตามินบี6 6.00 กรัม. วิตามินบี12 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. สารถนอมคุณภาพอาหารสัตว์ 0.15 กรัม. สื่อเติมจนครบ 1.00 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วิธีการทดลอง

1) นกกระทาญี่ปุ่น คละเพศ อายุ 20 วัน จำนวน 60 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว ทำการชั่งน้ำหนักก่อนทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลอง

2) นกกระทาญี่ปุ่นจะได้รับอาหารทั้ง 3 กลุ่ม ตามสูตรอาหาร ดังนี้ สูตรที่ 1 อาหารควบคุม (ไบโอฟลอค 0 เปอร์เซ็นต์) สูตรที่ 2 ไบโอฟลอคน้ำจืด 2 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 ไบโอฟลอคน้ำเค็ม 2 เปอร์เซ็นต์ โดยให้กินอาหารแบบเต็มที่และมีน้ำกินตลอดเวลา

3) เมื่อเลี้ยงนกกระทาญี่ปุ่นด้วยอาหารทดลองจนครบ 30 วัน สิ้นสุดการทดลอง นำนกกระทาที่ได้มาศึกษาคุณภาพซาก โดยอดอาหารนกกระทาก่อนฆ่าเป็นเวลา 12 ชั่วโมง แล้วทำการสุ่มจับนกกระทาเพศผู้ในแต่ละกลุ่ม ๆ ละ 1 ตัว นำมาชั่งน้ำหนัก จดบันทึกข้อมูล

4) นำนกกระทามาเชื่อดคอโดยทำการเชื่อดบริเวณเส้นโลหิตดำใหญ่ จากนั้นปล่อยให้โลหิตไหลออกจากตัวให้มากที่สุด

5) ทำการลวกซากที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 10 วินาที จากนั้นทำการถอนขนนกกระทาออกให้หมด และล้างทำความสะอาด

6) นำนกกระทาที่ผ่านการถอนขนแล้วมาชั่งน้ำหนักแล้วจดบันทึก แล้วทำการควักเครื่องในออกให้หมด ทำความสะอาดกระเพาะบด โดยนำอาหารที่ตกค้างออกให้หมด และทำการลอกผนังกระเพาะบดออก แล้วล้างให้สะอาด

7) ทำการชั่งน้ำหนักระบบทางเดินอาหาร กระเพาะพัก ตับ ม้าม กึ๋น+กระเพาะแท้ ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) ลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum) ไส้ติ่ง ลำไส้ใหญ่ และอัณฑะ จากนั้นบันทึกผลการทดลอง

8) ทำการวัดความยาวของลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) ลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum) ไส้ติ่ง และลำไส้ใหญ่ จากนั้นบันทึกผลการทดลอง

9) ทำการวัดความหนาของกระเพาะบดโดยทำการวัด ผนังด้านบน ผนังด้านข้าง และผนังด้านล่างของกระเพาะบด แล้วทำการบันทึกผลทดลอง

10) นำข้อมูลของชิ้นส่วนระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ ระบบทางเดินอาหาร กระเพาะพัก ตับ ม้าม กึ๋น+กระเพาะแท้ ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum) ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum) ลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum) ไส้ติ่ง ลำไส้ใหญ่ และอัณฑะ นำมาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิตของนกกระทา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างปัจจัยแบบลีสสแควร์ที่ระดับนัยสำคัญที่ 0.05 โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design; CRD) โดยมีหุ่นการวิเคราะห์ทางสถิติดังนี้

$$Yij = \mu + Ti + \alpha ij \qquad i = 1, 2, 3 \qquad j = 1, 2, 3, 4$$

เมื่อ Yij = ค่าสังเกตผลจากการตรวจวัด

μ = ค่าเฉลี่ยรวมของค่าสังเกต

Ti = อิทธิพลของระดับไบโอฟลอคในสูตรอาหารทดลอง

αij = ความคลาดเคลื่อนของการทดลอง

4. สถานที่ทำการทดลอง

อาคารปฏิบัติการสัตว์ปีก ฟาร์มของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

5. ระยะเวลาการทดลอง

เริ่มต้นทำการทดลองเมื่อวันที่ 22 ธันวาคม 2563 ถึงวันที่ 20 มกราคม 2564 รวมระยะเวลาในการทดลอง 30 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ใช้นกคละเพศอายุ 20-50 วัน จำนวน 60 ตัว แบ่งออกเป็น 3 กลุ่มๆ ละ 4 ซ้ำๆ ละ 5 ตัว โดยสูตรอาหารที่ใช้ทดลองประกอบด้วย สูตรที่ 1 อาหารควบคุม (ไบโอฟลอค 0 เปอร์เซ็นต์) สูตรที่ 2 ไบโอฟลอคน้ำจืด 2 เปอร์เซ็นต์ สูตรที่ 3 ไบโอฟลอคน้ำเค็ม 2 เปอร์เซ็นต์ โดยนกกระทาจะได้รับน้ำและอาหารทดลองเป็นระยะเวลา 30 วัน จากนั้นทำการสุ่มจับนกกระทาเพศผู้ในแต่ละซ้ำๆ ละ 1 ตัว เพื่อมาศึกษาลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหาร ได้ผลการทดลองดังต่อไปนี้

ระบบทางเดินอาหาร

ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น ผลการทดลองพบว่า น้ำหนักมีชีวิต ระบบทางเดินอาหาร กระเพาะพัก ตับ ม้าม กึ๋น+กระเพาะแท้ ลำไส้ส่วนต้น (Duodenum) ลำไส้ใหญ่ และอัณฑะ ของนกกระทาทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 6 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Mikulioniene and Ligita (2012) ได้รายงานผลการเปรียบเทียบทางเดินอาหารของลูกเป็ดละลูกห่านที่เสริมเลนอินทรีย์ในสูตรอาหาร พบว่าลูกเป็ดและลูกห่านในกลุ่มที่เสริมเลนอินทรีย์ 9 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักกระเพาะอาหาร น้ำหนักลำไส้เล็ก ความยาวลำไส้เล็ก และตับ ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกลุ่มควบคุม ($P>0.05$)

ในส่วนของลำไส้เล็กส่วนปลาย (Ileum) พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับไบโอฟลอคน้ำเค็ม 2 เปอร์เซ็นต์ มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสูงกว่ากลุ่มควบคุม (ไบโอฟลอค 0 เปอร์เซ็นต์) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มนกกระทาที่ได้รับไบโอฟลอคน้ำจืด 2 เปอร์เซ็นต์ ($P>0.05$) ส่วนเปอร์เซ็นต์ไส้ติ่ง ของนกกระทากลุ่มที่ได้รับไบโอฟลอคน้ำเค็ม 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าสูงกว่านกกระทากลุ่มควบคุม (ไบโอฟลอค 0 เปอร์เซ็นต์) และนกกระทากลุ่มที่ได้รับไบโอฟลอคน้ำจืด 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังตารางที่ 6 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Mirzakhani et al. (2019) พบว่าการเลี้ยงปลานิลเลี้ยงด้วยระบบไบโอฟลอคมีผลต่อความยาววิลลัส และความกว้างวิลลัส เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถิติ (P<0.05) โดยกลุ่มที่มีความยาวและความกว้างของวิลลัสสูงที่สุดคือ กลุ่มที่ใช้แป้งสาลี 100 เปอร์เซ็นต์ C:N=15 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ความยาวลำไส้ และความหนาของผนังกระเพาะบด

ผลของการใช้ไบโอฟลอคในนกกระทา ต่อความยาวลำไส้เล็ก ไส้ติ่ง ลำไส้ใหญ่ และความหนากระเพาะบด พบว่าความยาวลำไส้เล็ก ได้แก่ ลำไส้ส่วนต้น (Duodenum) ลำไส้ส่วนกลาง (Jejunum) ลำไส้ส่วนปลาย (Ileum) ลำไส้ใหญ่ และไส้ติ่ง ของนกกระทาทั้ง 3 กลุ่ม มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ดังตารางที่ 7 ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Mikulioniene and Ligita (2012) ได้รายงานผลการเปรียบเทียบระบบทางเดินอาหารของลูกเป็ดและลูกห่านที่เสริมเลนอินทรีย์ในสูตรอาหาร พบว่าลูกเป็ดและลูกห่านในกลุ่มที่เสริมเลนอินทรีย์ 9 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักกระเพาะอาหาร น้ำหนักลำไส้เล็ก ความยาวลำไส้เล็ก น้ำหนักไส้ติ่ง และน้ำหนักตับ มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับกลุ่มควบคุม (P>0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6 การใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดในสูตรอาหารต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น

ลักษณะที่ศึกษา (เปอร์เซ็นต์) [1/]	ระดับไบโอฟลอคในสูตรอาหาร (เปอร์เซ็นต์)			p-value
	0	2 (น้ำจืด)	2 (น้ำเค็ม)	
น้ำหนักมีชีวิต (กรัม)	149.25±7.29	154.50±10.16	145.25±6.06	0.9547
น้ำหนักระบบทางเดินอาหารโดยรวม	4.51±0.40	4.76±0.21	5.07±0.42	0.1169
กระเพาะพัก	0.45±0.16	0.45±0.03	0.45±0.09	0.5152
ตับ	1.54±0.27	1.39±0.24	1.68±0.03	0.1089
ม้าม	0.07±0.04	0.05±0.01	0.08±0.04	0.6778
กึ๋น+กระเพาะแท้	2.01±0.34	2.00±0.21	2.17±0.37	0.6215
ลำไส้เล็ก	1.60±0.21	1.75±0.18	1.85±0.23	0.2581
-ลำไส้เล็กส่วนต้น	0.78±0.14	0.74±0.04	0.86±0.13	0.4476
-ลำไส้เล็กส่วนกลาง	0.68±0.06	0.75±0.09	0.73±0.08	0.4903
-ลำไส้เล็กส่วนปลาย	0.13±0.05^{b}	0.16±0.02^{ab}	0.27±0.06^{a}	0.0360
ไส้ติ่ง	0.34±0.04^{b}	0.41±0.05^{b}	0.57±0.06^{a}	0.0101
ลำไส้ใหญ่	0.11±0.04	0.15±0.07	0.21±0.09	0.5040
อัณฑะ	3.06±0.54	3.61±0.30	3.78±0.30	0.4541

หมายเหตุ ^{a,b} ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

$^{1/}$ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักมีชีวิต

ตารางที่ 7 การใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดในสูตรอาหารต่อลักษณะความยาวลำไส้ และความหนาของกระเพาะบด

ลักษณะที่ศึกษา	ระดับไบโอฟลอคในสูตรอาหาร (เปอร์เซ็นต์)			p-value
	0	2 (น้ำจืด)	2 (น้ำเค็ม)	
ความยาวลำไส้ (ซม.)	48.55±4.70	53.63±8.38	54.33±5.08	0.3461
-ลำไส้เล็กส่วนต้น (ซม.)	13.65±1.06	13.20±2.68	12.90±3.03	0.9358
-ลำไส้เล็กส่วนกลาง (ซม.)	27.20±3.82	32.40±8.61	32.30±3.46	0.3117
-ลำไส้เล็กส่วนปลาย (ซม.)	7.70±0.80	8.03±0.69	9.13±1.14	0.1376
ไส้ติ่ง (ซม.)	15.10±0.17	15.70±0.82	16.10±1.42	0.6116
ลำไส้ใหญ่ (ซม.)	3.80±0.97	4.75±1.44	4.10±1.12	0.9442
ความหนากระเพาะบด (มม.)				
-ความหนาผนังด้านบน (มม.)	0.07±0.00	0.07±0.01	0.07±0.00	0.2986
-ความหนาผนังด้านข้าง (มม.)	0.38±0.04	0.37±0.05	0.38±0.03	0.5633
-ความหนาผนังด้านล่าง (มม.)	0.06±0.01	0.06±0.01	0.05±0.00	0.5789

สรุปผลการทดลอง

ผลของการใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดในสูตรอาหารต่อลักษณะทางกายวิภาคระบบทางเดินอาหารของนกกระทาญี่ปุ่น พบว่าการใช้ทั้งไบโอฟลอคน้ำจืด และไบโอฟลอคน้ำเค็ม ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ ไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงระบบทางเดินอาหารของนกกระทา ดังนั้นสามารถใช้ไบโอฟลอคน้ำจืดและไบโอฟลอคน้ำเค็มในสูตรอาหารนกกระทาญี่ปุ่นเป็นอีกวัตถุดิบทางเลือกหนึ่งสำหรับเกษตรกร เพื่อลดต้นทุนค่าอาหารหรือนำมาทดแทนวัตถุดิบอาหารโปรตีนในช่วงขาดแคลนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กระตุกต่อมคิด. 2559. **การเลี้ยงนกกระทา**. แหล่งที่มา: https://www.okmd.or.th/knowledge-box-set/articles/farming/652/quail, 25 ตุลาคม 2564.

ตุลาการ โทเสร็จ, กาญจนา กิจทิพย์, ชรินรัตน์ จีระดิษฐ์ และ ศศิธร จีรังโคกกรวด. 2562. **Biofloc Technology**. แหล่งที่มา: https://mynewbiofloc.blogspot.com/ 2019/02/biofloc.html?m=1&fbclid=IwAR0knWjOmZY9VxQuJM6mUXe8lw2s07MvyK_IozuKPpK-_qRY3qTwcxgns-c, 26 ตุลาคม 2564.

เทคนิคการเกษตร. 2561. **เทคโนโลยี biofloc เลี้ยงปลาโดยไม่ต้องเปลี่ยนน้ำ**. แหล่งที่มา: https://www.Fourfarm.com/%E0%B9%80%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B9%82%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%A5%E0%B8%A2%E0%B8%B5-biofloc %E0%B9%80%E0%B8 %A5%E0%B8 %B5%E0% B9%89%E0%B8%A2%E0%B8 %87%E0%B8%9B%E 0%B8%A5%E0 %B8%B2% E0%B9%82%E0%B8%94%E0%B8%A2/, 25 ตุลาคม 2564.

วิกิพีเดีย. 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, 25 ตุลาคม 2564.

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

สว่าง กุลวงษ์, ชัยพฤกษ์ หงส์ลัดดาพร, สุธาสินี ครุฑธกะ, ศรุติวงศ์ บุญคง, ขนิษฐา นครขวาง, นภาพร กัณหา, นิตยา คนวอง, อมรรัตน์ สมสี และ อริสา บุตรวงศ์. 2559. ผลการเสริมเมทไธโอนีนต่อสมรรถนะการผลิตไข่ของนกกระทาญี่ปุ่นช่วงให้ไข่. **แก่นเกษตร**. 44(1): 483-487.

อุดมลักษณ์ สมพงษ์, เมราณี อิ่นคำ, จงกล พรมยะ และ นิวุฒิ หวังชัย. 2561. ผลการเพาะเลี้ยงปลานิลแดงวัยอ่อนในระบบไบโอฟลอค. **แก่นเกษตร**. 46(5): 833-842.

Amriawati, E., T. Bubiardi, M. Setiawati, D. Rohmama and J. Ekasari. 2021. Digestive system and growth performance of giant gourami (*Osphronemus goramy* Lacepede) Juveniles in biofloc systems fed with different feed types. **Aquaculture**. 1-9.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Khatoon, H., A. Endut., G.T.G. Yuan., S. Banerjee., M.A. Ambak., M. Ikhwanuddin., and N. Haris. 2016. Biofloc as a potential natural feed for shrimp postlarvae. **INT BIODETER BIODEGR**. 1-6.

Khanjani, M.H., M. Sharifinia., and S. Hajirezaee. 2020. Effects of different salinity levels on water quaily, growth performance and body composition of pacific white shrimp *(Litopenaeus vannamei* boone, 1931) cultured in a zero water exchange heterotrophic system. **Ann. Anim. Sci**. 20(4): 1471-1486.

Laice, L.M., R.A.C.C. Filho, A.S. Ventura, K.N.N. Farias, A.L.D.N. Silva, C.E. Fernandes, A.C.F. Silva, P.T.L. Barbosa, A.I.D. Souza, M.G.C. Emerenciano and J.A. Povh. 2021. Use of symbiotics in biofioc (BFT)-based Nile tilapia culture: Production performance, intestinal morphometry and hematological parameters**. Aquaculture**. 530: 735715.

Mirzakhani, N., E. Ebrahimi, S.A.H. Jalali and J. Ekasari. 2019. Growth performance, intestinal morphology and nonspecific immunity response of Nile tilapia *(Oreochromis niloticus)* fry cultured in biofloc systems with different carbon sources and input C:N rations. **Aquaculture**. 512: 734235.

Mikulioniene, S. and L. Balezentiene. 2012. Effectiveness and potential usefulness of dietary supplementation with sapropel on ducklings and goslings growth and quality indices. **Vet Med Zoot**. 60(82): 45-51.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในโรงเรือนตลอดระยะเวลาการเลี้ยง 30 วัน

ระยะเวลาการเลี้ยง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)		
(วัน)	เช้า	บ่าย	เฉลี่ย	เช้า	บ่าย	เฉลี่ย
1	24.50	26.90	25.70	71	58	64.50
2	21.70	27.60	24.65	83	54	68.50
3	23.50	28.20	25.85	87	52	69.50
4	24.10	24.50	24.30	91	93	92.00
5	25.70	27.00	26.35	93	90	91.50
6	26.00	28.20	27.10	92	84	88.00
7	24.10	28.90	26.50	91	78	84.50
8	23.90	29.40	26.65	91	70	80.50
9	25.70	28.20	26.95	91	84	87.50
10	25.30	26.30	25.80	86	73	79.50
11	24.70	25.90	25.30	73	63	68.00
12	24.20	26.50	25.35	70	53	61.50
13	24.10	27.40	25.75	62	54	58.00
14	24.10	28.10	26.10	78	54	66.00
15	26.30	27.80	27.05	68	65	66.50
16	24.70	28.30	26.50	89	69	79.00
17	24.20	28.10	26.15	88	78	83.00
18	24.70	26.50	25.60	91	89	90.00
19	23.80	26.70	25.25	92	77	84.50
20	22.20	27.10	24.65	90	72	81.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

ระยะเวลาการเลี้ยง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)			ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)		
(วัน)	เช้า	บ่าย	เฉลี่ย	เช้า	บ่าย	เฉลี่ย
21	21.20	27.40	24.25	90	64	77.00
22	23.70	24.10	23.90	83	68	75.50
23	22.00	25.50	23.75	68	55	61.50
24	20.70	26.30	23.50	83	56	69.50
25	20.70	27.10	23.90	89	67	78.00
26	21.90	27.60	24.75	91	71	81.00
27	24.30	27.50	25.90	91	78	84.50
28	24.50	26.00	25.25	84	71	77.50
29	21.00	26.10	23.55	87	58	72.50
30	21.40	26.70	24.05	79	68	73.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพประกอบการทดลอง

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพผนวกที่ 1 ขั้นตอนการเตรียมไบโอฟลอคน้ำจืด

หมายเหตุ: (ก) ส่วนผสมในการผลิตไบโอฟลอคน้ำจืด ประกอบด้วย

1. กากน้ำตาล 2. แป้งมัน 3. ปลาป่น

(ข) นำส่วนผสมทั้งหมดมาละลายรวมกัน (จะทำการเติมแหล่งอาหารคาร์บอนและไนโตรเจน ทุกๆ 3 วัน)

(ค) การนำส่วนผสมที่เตรียมไว้ใส่ในถังน้ำ

(ง) การนำขี้เลนก้นบ่อปลาใส่ถังน้ำเพื่อทำเป็นหัวเชื้อในการผลิตไบโอฟลอคน้ำจืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

ภาพผนวกที่ 2 ขั้นตอนการเตรียมไบโอฟลอคน้ำเค็ม

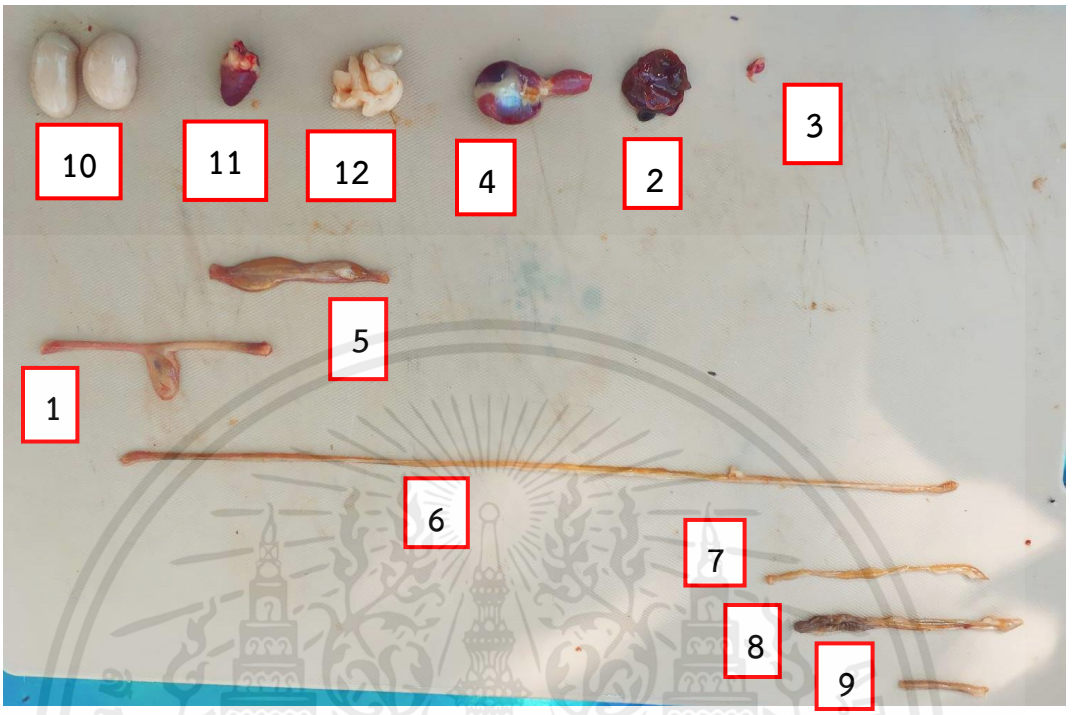
หมายเหตุ: (ก) นำไบโอฟลอคที่เก็บได้จากบ่อเลี้ยงกุ้งใส่ถาดเพื่ออบ

(ข) ไบโอฟลอคที่อบจนแห้ง (เป็นเวลา 4 วัน)

(ค) ขั้นตอนการนำไบโอฟลอคไปบด

(ง) ไบโอฟลอคที่บดละเอียดแล้วพร้อมผสมอาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพผนวกที่ 3 ชิ้นส่วนระบบทางเดินอาหารในแต่ละส่วนที่ทำการศึกษา

หมายเหตุ: (1) หลอดอาหาร+กระเพาะพัก

(2) ตับ

(3) ม้าม

(4) กระเพาะบด+กระเพาะแท้

(5) ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum)

(6) ลำไส้เล็กส่วนกลาง (Jejunum)

(7) ลำไส้เล็กส่วนปลาย (ileum)

(8) ไส้ติ่ง

(9) ลำไส้ใหญ่

(10) อัณฑะ

(11) หัวใจ

(12) ไขมันช่องท้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้