สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผลของการเสริมกากยีสต์ในอาหารต่อการเจริญเติบโต คุณภาพเนื้อ และการตอบสนองของภูมิคุ้มกันในปลานิลแดง

Effects of dietary supplementation of brewer's yeast (Saccharomyces cerevisiae) influence growth performance, meat quality and immune response in Red Tilapia (Oreochromis niloticus X mossambicus)

รศ.ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์
ผศ.ดร.ปวีณา ทวีกิจการ
นายดุสิต เอื้ออำนวย

RCH
SH
167
.T54
ส821ผ
ค.1
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....120421
วัน, เดือน, ปี 21 ก.พ. 2555
b.12371865
i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้ ประจำปี 2553
สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ ผลของการเสริมกากยีสต์ในอาหารต่อการเจริญเติบโต คุณภาพเนื้อ และการตอบสนองของภูมิคุ้มกันในปลานิลแดง

Effects of dietary supplementation of brewer's yeast (Saccharomyces cerevisiae) influence growth performance, meat quality and immune response in Red Tilapia (Oreochromis niloticus X mossambicus)

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณเงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2553 จำนวนเงิน 60,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2553 ถึง 30 กันยายน 2554

หน่วยงานและผู้ดำเนินการวิจัย รศ.ดร. สุนีรัตน์ เรืองสมบูรณ์

ผศ.ดร.ปวีณา ทวีกิจการ

นายดุสิต เอื้ออำนวย

สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โทร. 02-326-4099

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการเสริมกากยีสต์ในอาหารต่อการเจริญเติบโต คุณภาพเนื้อ และการตอบสนองของภูมิคุ้มกันในปลานิลแดง

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการเสริมกากยีสต์ในอาหารต่อการเจริญเติบโต ค่าโลหิตวิทยาและการตอบสนองของภูมิคุ้มกันในปลานิลแดง น้ำหนักเฉลี่ย 25.69±3.02 กรัมที่ได้รับอาหารต่างกัน 5 ชุดการทดลอง คือ อาหารในกลุ่มควบคุมและอาหารที่ผสมกากยีสต์ทดแทนปลาป่นที่ระดับ 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ให้กินจนอิ่มวันละ 2 ครั้งเป็นเวลา 12 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มที่รับอาหารผสมกากยีสต์และกลุ่มควบคุมมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำหนักเฉลี่ย อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อสูงที่สุด ผลต่อคุณภาพเนื้อพบว่าสีเนื้อไม่พบความแตกต่างทุกชุดการทดลอง องค์ประกอบทางเคมีพบเพียงปริมาณเปอร์เซ็นต์โปรตีนในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ทุกระดับมีค่ามากกว่าในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าองค์ประกอบเลือดพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์มีค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้นโดยที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุดและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) ส่วนในปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นและปริมาณฮีโมโกลบินไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง และพบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์มีการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน และความสามารถต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *Streptococcus agalactiae* เมื่อสิ้นสุดการทดลองได้ดีกว่ากลุ่มควบคุม โดยมีค่า respiratory burst, bacteriocidal activity และค่าความสัมพันธ์เปอร์เซ็นต์การรอดตายดีที่สุดที่ระดับกากยีสต์ 4 เปอร์เซ็นต์แตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้กากยีสต์ที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ผสมในอาหาร เพื่อทดแทนปลาป่นและเสริมภูมิคุ้มกันในปลานิลแดงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Abstract

A study was conducted to evaluate the effects of dietary supplementation of brewer's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) on growth, hematological parameters and immune response in red tilapia (*Oreochromis niloticus X mossambicus*). Four incremental levels of brewer's yeast (2%, 4%, 6% and 8%) were added to basal diet in place of fish meal. Fish (initial weight of 25.69 ± 3.02 g) were fed twice daily at rate apparent satiation for 12 weeks. At the end of trial, growth performance in fish fed diets supplemented brewer's yeast and control group was not significantly difference ($P > 0.05$). Growth in fish fed diet supplement with 4% brewer's yeast was the highest of all. The effects on meat quality showed that no significantly difference ($P > 0.05$) in colour were found in all groups. While percent protein of fish fed brewer's yeast revealed significantly higher than those of control group ($P < 0.05$). Total erythrocyte and leukocyte levels in fish fed with 6% and 8% brewer's yeast supplement diets were higher than control group. However, no significant differences in hematocrit and hemoglobin levels were found among the treatments. Compared to the control group, all fish fed with brewer's yeast supplemented diets resulted in enhanced immune response (respiratory burst , bacteriocidal activity) and relative percent survival rate after challenge with *Streptococcus agalactiae* which were significant difference in fish fed with 4% brewer's yeast supplemented diets ($P < 0.05$). This study demonstrates that 4% brewer's yeast can replace fish meal in diet and enhance immune response in red tilapia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	4
สารบัญ	6
สารบัญภาพ	7
สารบัญตาราง	8
คำนำ	10
การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	12
วิธีการ	20
ผลการวิจัย	29
สรุป	43
เอกสารอ้างอิง	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ลักษณะเซลล์ยีสต์	12
2	โครงสร้างของเบต้ากลูแคน	13
3	กลไกการทำงานของเบต้ากลูแคน	14
4	แบบจำลองสามมิติของการวัดสี ระบบ L*a*b*	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	องค์ประกอบทางเคมีของกากยีสต์ (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)	13
2	การคำนวณสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง	21
3	องค์ประกอบของอาหารที่ใช้ในการผสมอาหารทดลอง	21
4	องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลองสูตรต่างๆ (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)	22
5	ค่าน้ำหนักในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	30
6	ค่าความยาวเฉลี่ยในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	30
7	อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	31
8	น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	31
9	ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feed conversion ratio) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	32
10	ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	33
11	ค่าปริมาณเม็ดเลือดขาวในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	33
12	ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Heamatocrit) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	34
13	ค่าปริมาณฮีโมโกลบิน (Heamoglobin) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	34
14	แสดงปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	35
15	แสดงปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophil ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	35
16	แสดงปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
17	แสดงปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด thrombocyte ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	36
18	ค่าปริมาณความชื้นในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	37
19	ค่าปริมาณโปรตีนกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	38
20	ค่าปริมาณไขมันในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	38
21	ค่าปริมาณเถ้าในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	38
22	ค่าความสว่างของค่าสี (L)ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	39
23	ค่าความเข้มของสีแดง (a) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	39
24	ค่าความเข้มสีเหลือง (b) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	40
25	ค่าการทำลายเชื้อแบคทีเรียของเซลล์เม็ดเลือดขาว (Respiratory burst) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมบริวเวอร์ยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	41
26	ค่ากิจกรรมของไลโซไซม์ (Lysozyme activity) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	41
27	ค่าความสามารถในการทำลายเชื้อแบคทีเรียของซีรั่ม (Bactericidal activity) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมบริวเวอร์ยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์	41
28	ค่าเปอร์เซ็นต์การตายสะสมและค่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การรอดตาย (RPS)ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันหลังการฉีดเชื้อ	42

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

FAO (2006) รายงานว่าประเทศไทยสามารถผลิตปลานิลได้เป็นอันดับที่ 4 ของภูมิภาคเอเชียในปี 2549 เป็นจานวน 153,000 ตัน รองลงมาจากประเทศจีนจานวน 1,111,461 ตัน ฟิลิปปินส์จำนวน 160,482 ตัน และ อินโดนีเซีย จานวน 179,934 ตัน ซึ่งประเทศเหล่านี้ล้วนเป็นประเทศที่อาจจะเป็นคู่แข่งที่สำคัญทางการค้าได้ ในอนาคต โดยเฉพาะประเทศจีนเป็นประเทศที่ส่งออกปลานิลไปจาหน่ายที่สหรัฐอเมริกาเป็นอันดับ 1 ร้อยละ 67 รองมาเป็นประเทศไต้หวัน ซึ่งมีการส่งออกไปสหรัฐอเมริกาคิดเป็นร้อยละ 10 ของปลานิลนาเข้าทั้งหมด โดยส่ง ในรูปของปลาสดและแปรรูป หากเทียบแล้วประเทศไทยยังคงส่งออกปลานิลน้อยมากเพราะทั้งประเทศจีนและไต้หวัน นั้น มีผลผลิตครองตลาดไปกว่าร้อยละ 50-60 ของตลาดโลก และอีกประเทศที่น่าจับตามอง คือ เวียดนาม เพราะ ทางการของเวียดนามนั้นให้การสนับสนุนอย่างงจริงจังและได้แหล่งน้าที่มาจากแม่น้าโขง ต่างจากประเทศไทยที่ต้อง พึ่งจากธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่และต้นทุนการผลิตทั้งค่าวัตถุดิบและค่าแรงงานก็สูงกว่ามาก

สำหรับการเพาะเลี้ยงปลานิลในประเทศไทยนั้น มีอัตราการขยายตัวเพิ่มมากขึ้น โดยส่วนใหญ่เป็นการเลี้ยงเพื่อการบริโภคภายในประเทศ แต่ได้มีความพยายามปรับปรุงสายพันธุ์และพัฒนาเทคนิคการเลี้ยงเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีลักษณะและคุณภาพตรงกับความต้องการของตลาดต่างประเทศ เช่น ปลานิลแดงแปลงเพศ ปลานิลทริพลอยด์ และการเลี้ยงปลานิลในน้ำที่มีความเค็มต่ำ เพื่อแก้ไขปัญหากลิ่นสาบโคลน เป็นต้น ปลานิลเป็นปลาที่ตลาดผู้บริโภคยังมีความต้องการสูงขึ้นเรื่อยๆเนื่องจากประชากรมีอัตราการเจริญเติบโตสูง จึงส่งผลต่อแนวโน้มการเลี้ยงปลาชนิดนี้ให้มีลู่ทางแจ่มใสต่อไปโดยไม่ต้องกังวลปัญหาทางด้านการตลาด เนื่องจากเป็นปลาที่มีราคาดี เป็นที่นิยมบริโภคและเลี้ยงกันอย่างแพร่หลายในทุกภูมิภาค เพราะสามารถนำมาประกอบอาหารได้หลายรูปแบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันปลานิลสามารถส่งเป็นสินค้าส่งออกไปยังต่างประเทศในลักษณะของปลาแล่เนื้อ ตลาดที่สำคัญๆ อาทิ ญี่ปุ่น อเมริกา อิตาลี เป็นต้น ดังนั้น การเลี้ยงปลานิลให้มีคุณภาพ ปราศจากกลิ่นโคลนย่อมจะส่งผลดีต่อการบริโภค การจาหน่าย และการให้ผลตอบแทนที่คุ้มค่าที่สุด ปลานิลจัดเป็นปลาเนื้อขาวที่มีศักยภาพในการเป็นสินค้าส่งออกมาก ข้อจำกัดของผู้ประกอบการคือ ต้องการปลาที่มีคุณภาพ คือ ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส มีขนาดมาตรฐานและราคาถูก ซึ่งสามารถยึดเป็นแนวทางในการ พัฒนาการเพาะเลี้ยงให้เป็นอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกได้ นอกจากข้อกำหนดดังกล่าวแล้ว การเพาะเลี้ยง จาเป็นต้องอยู่บนพื้นฐานของความปลอดภัยทางอาหาร (Food Safety) ด้วย ซึ่งหมายความว่า การเพาะเลี้ยง จาเป็นต้องมีรูปแบบที่ชัดเจน

ปลานิลสีแดงสายพันธุ์ไทย เป็นลูกผสมระหว่างปลานิล (*Oreochromis niloticus*) และปลาหมอเทศ (*Oreochromis mossambicus*) มีลักษณะของปลานิลและปลาหมอเทศรวมกัน คือปากเฉียงขึ้นคล้ายปลาหมอเทศ ลักษณะทั่วไปคล้ายปลานิล เป็นปลาที่กินทั้งพืชและสัตว์ สามารถเลี้ยงได้ทั้งในน้ำจืด น้ำกร่อย และน้ำทะเล มีความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมได้ดีระหว่างความเค็ม 11- 25 ppm สีสันสวยงามมีคุณค่าทางอาหาร และรสชาติดี (พรรณศรี, 2531)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในอุตสาหกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ มีการทดลองนำกากตะกอนกากยีสต์จากโรงงานผลิตเบียร์มาเป็นส่วนผสมในอาหารเลี้ยงปลากะพงขาว ปลากะพงลาย ปลาเก๋า ปลานิล ปลา rainbow trout และกุ้งน้ำจืด (Li และ Gatlin,2003; Oliva-Teles และGoncalves,2001; Li และ Gatlin, 2004; Abdel-Tawwab และคณะ ,2008; Reyes-Becerril และคณะ,2008) พบว่ากากยีสต์ที่เหลือจากอุตสาหกรรมเบียร์สามารถใช้ผสมอาหารเลี้ยงสัตว์น้ำ ช่วยปรับสมดุลระบบทางเดินอาหาร ช่วยให้การย่อยอาหารดีขึ้น ประสิทธิภาพในการใช้อาหารดีขึ้น ของเสียที่ขับถ่ายออกมีปริมาณน้อยลง และสามารถกระตุ้นภูมิคุ้มกันเพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดโรค และช่วยลดการใช้ยาหรือสารเคมี ซึ่งการศึกษาแนวทางในการใช้ประโยชน์ของกากยีสต์จากอุตสาหกรรมเบียร์ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันในปลาเศรษฐกิจในประเทศไทยยังมีข้อมูลน้อย โดยเฉพาะในปลานิลแดง ซึ่งมีคุณค่าทางเศรษฐกิจที่ตลาดต่างประเทศต้องการ เช่น ตลาดในเอเชียอาคเนย์ มาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย และบรูไน นอกจากนี้ยังเป็นที่นิยมบริโภคในแถบตะวันออกกลาง ฮ่องกง ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา เนื่องจากเป็นปลาที่มีสีสันสวยงาม รสชาติดี มีผู้นิยมกันอย่างกว้างขวาง แต่การเลี้ยงปลานิลแดงมักประสบปัญหาเรื่องโรคเช่นเดียวกับการเลี้ยงปลานิล ดังนั้นเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว การศึกษาผลของกากยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ต่ออัตราการเจริญเติบโต คุณภาพเนื้อของปลานิลแดง และการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน น่าจะเป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงปลานิลแดงของเกษตรกร อีกทั้งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันการส่งออกเนื้อปลานิลแล่ด้วยเช่นกัน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาระดับกากยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ที่เหมาะสมต่อการเติบโต ของปลานิลแดง

เพื่อศึกษาคุณภาพเนื้อปลาที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์

เพื่อศึกษาค่าโลหิตวิทยาและการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

กากยีสต์

กากยีสต์ (Brewer yeast) ได้จากยีสต์ที่ใช้หมักทำเบียร์และไวน์ ซึ่งประกอบไปด้วย ธาตุอาหารหลายชนิด รวมทั้งมีกรดอะมิโน ซึ่งเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญ เหมาะแก่การนำมาใช้ทดแทนแหล่งโปรตีนในวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ โดยเฉพาะปลาป่น ยีสต์เป็นสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว คุณสมบัติของยีสต์คือมีเอนไซม์ที่สามารถเปลี่ยนน้ำตาลเป็นแอลกอฮอล์ได้จากกระบวนการหมัก โดยยีสต์ที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์จะเป็นยีสต์ที่ตายแล้ว ส่วนมากเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการผลิตเบียร์ นอกจากนี้กากยีสต์ยังสามารถใช้เป็นโปรไบโอติก โดยมีเบต้ากลูแคนที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ยีสต์ ทำให้เพิ่มความสามารถในการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันได้ (Ferreira e*t al.,* 2010)

ภาพที่ 1 ลักษณะเซลล์ยีสต์

ที่มา : http://www.yeastinfectionclinic.net/2011/05/symptoms-treatments-yeast-infection/

องค์ประกอบทางเคมีของกากยีสต์

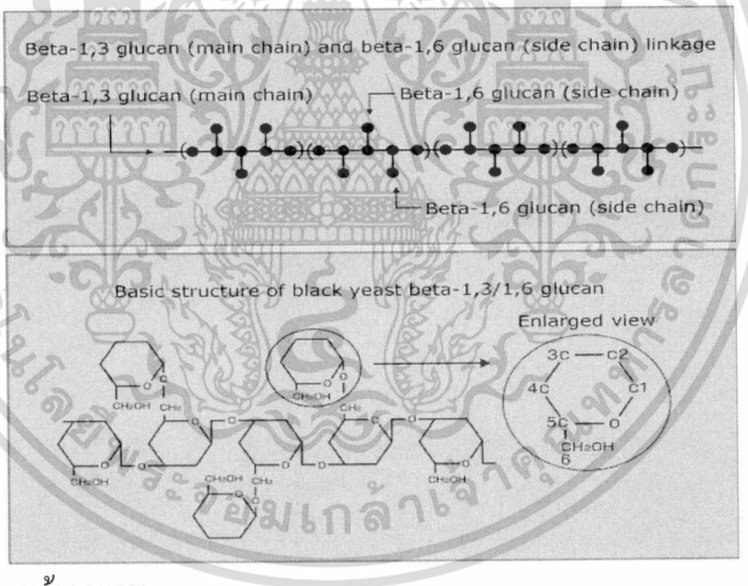
กากยีสต์ ประกอบไปด้วย ธาตุอาหารจำนวนมาก มีกรดอะมิโน 16 ชนิด เกลือแร่ 14 ชนิด วิตามิน 17 ชนิด นอกจากนี้ยังมีเกลือแร่สูง คือ โครเมี่ยม สังกะสี เหล็ก ฟอสฟอรัส และเซเลเนียม อีกทั้งกากยีสต์ยังประกอบไปด้วยสารกระตุ้นภูมิคุ้มกันหลายชนิดเช่น เบต้ากลูแคน กรดนิวคลีอิก รวมทั้ง Mannan Oligosaccharides (White *et al*., 2002) ซึ่งทำให้เพิ่มความสามารถในการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน (Ortuno e*t al.,* 2002; Siwicki *et al.,* 1994) ตลอดจนการเจริญเติบโตในปลาหลายชนิด ดังนั้น กากยีสต์ จึงเป็นตัวที่ส่งเสริมสุขภาพที่ดีสำหรับสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของกากยีสต์ (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)

องค์ประกอบทางเคมี	เปอร์เซ็นต์ (%)
Crude protein	42.55
Crude lipid	1.54
NFE	35.26
Ash	8.72
Fiber	6.53
Moisture	5.40

การใช้กากยีสต์ผสมอาหารสามารถกระตุ้นให้มีการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะ(non-specific) ดีขึ้น เนื่องจากกากยีสต์มีแหล่งของกรดนิวคลีอิก และพอลิแซ็กคาไรด์ซึ่งประกอบไปด้วยกลูแคน โดยเฉพาะเบต้ากลูแคนที่เป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์ยีสต์ ประกอบด้วยพอลิแซ็กคาไรด์สายยาวของน้ำตาลกลูโคสที่เชื่อมต่อกันด้วย glycoside lingkage ตรงโมเลกุลของออกซิเจนที่ตำแหน่ง C1 กับ hydroxyl ที่ตำแหน่ง C3 ของอีกกลุ่มหนึ่ง ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครงสร้างของเบต้ากลูแคน

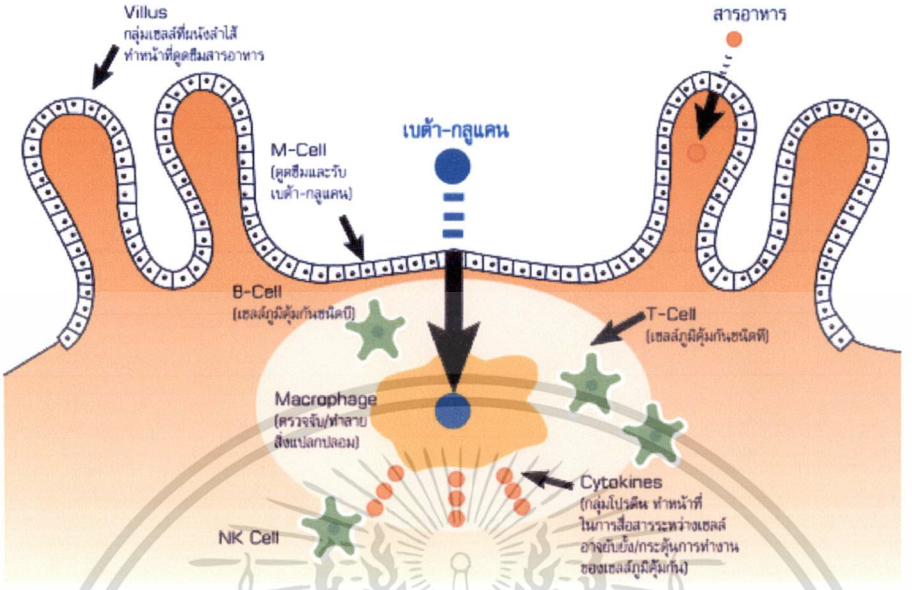
ที่มา : พรพจน์ (2553)

กลไกการทำงานของ β-glucan

บนผิวเซลล์ของ macrophage มีตัวรับที่จำเพาะต่อเบต้ากลูแคน เช่น Dectin-1 และ Toll-like receptors ซึ่งสามารถพบได้ในสัตว์มีกระดูกสันหลัง (Li and Gatlin, 2004b) โดยตัวรับดังกล่าวเป็นกลุ่มของโปรตีนที่มีขนาดประมาณ 1 ไมครอน ซึ่ง a-Helix เป็นโครงสร้างสามมิติของเบต้ากลูแคนที่ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปด้วยน้ำตาลประมาณ 7 หน่วยเข้าไปจับที่ตัวรับบนผิวเซลล์ไปกระตุ้นเซลล์ macrophage ให้อยู่ในสภาวะตื่นตัวเพื่อทำหน้าที่กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันต่อไป



ภาพที่ 3 กลไกการทำงานของเบต้ากลูแคน
ที่มา : พรพจน์ (2553)

ซึ่งในภาวะปกติแล้วเซลล์ macrophage ส่วนใหญ่มักจะอยู่ในสภาวะสงบซึ่งหมายความว่า ระบบภูมิคุ้มกันต่างๆ ของร่างกายจะไม่ทำงานจนกว่าจะตรวจพบสิ่งแปลกปลอมจากภายนอกที่เข้าสู่ร่างกาย เช่น แบคทีเรีย ไวรัส เชื้อรา หรือสารเคมี แต่เมื่อร่างกายได้รับเบต้ากลูแคน อยู่เป็นประจำเบต้ากลูแคนเหล่านี้จะคอยกระตุ้นการทำงานของเซลล์ macrophage ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลา ซึ่งกระบวนการในการกระตุ้นเซลล์ macrophage ของเบต้ากลูแคนนั้นมีอยู่หลายทาง เช่น

1. เพิ่มประสิทธิภาพในการทำลายและตรวจจับสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกายของเซลล์ macrophage

2. ควบคุมการหลั่ง cytokines เช่น interleukins เพื่อกระตุ้นการสื่อสารระหว่างเซลล์ต่างๆ ในระบบภูมิคุ้มกัน

3. กระตุ้นการหลั่ง colony stimulating factors เพื่อเพิ่มปริมาณการสร้างและการเจริญเติบโตของเม็ดเลือดขาว เช่น neutrophils และ eosinophils ซึ่งกระบวนการเหล่านี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้แก่เซลล์ macrophage ในการกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่จะเข้ามาสู่ร่างกายนั่นเอง (Volman *et al.*, 2008)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของการใช้กากยีสต์ผสมอาหารในสัตว์น้ำต่อการเจริญเติบโต

เนื่องจากปลาป่นเป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญในการใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์น้ำ แต่ปัจจุบันปลาป่นมีปริมาณลดลง ส่งผลให้มีราคาแพงขึ้น จึงได้มีการหาแหล่งโปรตีนชนิดอื่นมาทดแทน โดยเฉพาะกากยีสต์ ซึ่งสามารถทดแทนโปรตีนจากปลาป่นได้ 25-50 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ปลายังคงเจริญเติบโตได้ดี Li and Gatlin (2003) ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินค่าของอาหารที่ผสมกากยีสต์(*Saccharomyces cerevisiae*) ที่ให้ลูกปลากะพงลายลูกผสม โดยให้อาหารที่ผสมกากยีสต์ 1 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ นาน 8 สัปดาห์ พบว่าลูกปลากะพงลายลูกผสมที่ได้รับอาหารที่ผสมกากยีสต์ 1 เปอร์เซ็นต์ มีน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและประสิทธิผลการใช้อาหารของลูกปลาที่ดีเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม เช่นเดียวกับการทดลองของ Oliva-Teles and Goncalves (2001) ซึ่งได้ศึกษาการใช้กากยีสต์ (*Saccaromyces cereisae*) ทดแทนปลาป่นบางส่วนในอาหารปลากะพง (*Dicentrarchus labrax*) วัยอ่อน โดยให้อาหารที่ผสมกากยีสต์ 0 10 20 30 และ 50 เปอร์เซ็นต์ นาน 12 สัปดาห์ พบว่าปลากะพงวัยอ่อนที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ 30 เปอร์เซ็นต์ จะให้ค่าของน้ำหนักสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมแต่ก็มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มการทดลองอื่นๆ ซึ่งผลจากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่ากากยีสต์สามารถทดแทนปลาป่นได้ 50 เปอร์เซ็นต์ ในการใช้อนุบาลปลากะพงวัยอ่อน

วิทยา (2539) ทดลองเลี้ยงปลานิลโดยใช้กากตะกอนของเสียจากโรงงานผลิตเบียร์ที่ผ่านการฉายรังสีแล้ว 60 เปอร์เซ็นต์ผสมกับอาหารปลากินพืช เปรียบเทียบกับการเลี้ยงด้วยอาหารสูตรทดสอบคืออาหารปลานิลที่จำหน่ายในท้องตลาด พบว่าปลานิลที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากตะกอนให้ผลผลิตและประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อดีกว่าอาหารสูตรทดสอบ แต่ไม่แตกต่างกันในเรื่องคุณภาพของเนื้อปลาและคุณภาพน้ำ ซึ่งสอดคล้องกับ วิทยา และ พิสมัย (2547) การเลี้ยงปลาตะเพียนขาวในบ่อดินด้วยกากตะกอนจากการผลิตเบียร์ โดยใช้อาหารผสมกากตะกอนจากโรงงานผลิตเบียร์ในอัตราส่วน 0 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ที่มีระดับโปรตีนเท่ากันคือ 30 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงปลาเป็นระยะเวลา 22 สัปดาห์ พบว่า ปลาตะเพียนขาวที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากตะกอนทั้งสามระดับมีน้ำหนักเฉลี่ย ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ ค่าอัตราแลกเนื้อ ค่าประสิทธิภาพการใช้โปรตีน และอัตราการรอดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังนั้นอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาตะเพียนขาวสามารถใช้กากตะกอนเบียร์เป็นส่วนผสม ได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ Vriens and Verachert (1998) รายงานว่าการใช้กากตะกอนน้ำเสียจากการผลิตเบียร์ผสมในอาหารเลี้ยงปลากดหลวง (channel catfish) พบว่าระดับของกากตะกอนที่เหมาะสมคือ 10 เปอร์เซ็นต์ แต่เมื่อเพิ่มระดับของกากตะกอนสูงขึ้นจนถึง 30 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้อัตราการเจริญเติบโตของปลาลดลง

จากการศึกษาใน Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*)โดยให้อาหาร 3 ชนิดเพื่อประเมินผลของการทดแทนปลาป่นทั้งหมด (FM) ด้วยกากถั่วเหลือง (SBM) และกากยีสต์ (BGY) พบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยน้ำหนักสุดท้าย เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (SGR) ของ red claw ในอาหารทั้ง 3 ชนิดไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกันกับอัตราการรอดมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Muzinic *et al.*, 2004) เช่นเดียวกับการทดลองของสุพัตร์ และคณะ (2551) ที่ทดลองใช้ยีสต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอาหารกุ้งก้ามกรามโดยใช้อาหารเสริมยีสต์ 0, 2, 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ อาหารทดลองมีโปรตีนในอาหาร 35 เปอร์เซ็นต์ พบว่ากุ้งก้ามกรามที่เลี้ยงด้วยอาหารที่เสริมยีสต์ 4 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักเพิ่มต่อวัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักเพิ่ม อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราแลกเนื้อดีที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านอัตรารอดพบว่ากุ้งทุกชุดการทดลองมีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และการใช้ Glucan จากกากยีสต์แห้ง สามารถเป็น immunostimulant ในอาหารกุ้ง โดยพบว่าค่าจำนวนเม็ดเลือดในกุ้งที่ได้รับอาหารเสริม BY- glucanจะมีค่าดีที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับ นอกจากนี้ อนุวัติ และคณะ (2551) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของยีสต์ในอาหารกบนาโดยการเสริมยีสต์ในอาหารทดลอง 4 ระดับ คือ 0 2 4 และ 6 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่ากบนาที่เลี้ยงด้วยอาหารเสริมยีสต์ 4 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักสุดท้าย อัตราแลกเนื้อและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด

Whittington *et al.*, (2005) ได้ทดลองใช้ β – glucan ที่ได้จากเซลล์ยีสต์เสริมลงในอาหารปลานิล *(Oreochromis niloticus)* ที่ระดับ 0 50 100 และ 200 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม โดยเลี้ยงเป็นเวลา 14 สัปดาห์ พบว่า ที่ระดับ 50 มิลลิกรัม ให้ค่าประสิทธิภาพการใช้อาหารดีกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)* ดังการทดลองของ จิณณพัต และคณะ (2551) ที่ได้ทดลองเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ที่ได้จากเซลล์ยีสต์ในอาหารลูกปลานิล *(Oreochromis niloticus)* ที่ระดับ 0 2 4 และ 6 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เลี้ยงเป็นเวลา 21 วัน พบว่า ที่ระดับ 4 และ 6 กรัม ส่งผลให้มีน้ำหนัก ความยาว และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับการเสริม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)* จากการทดลองของ Misra *et al.*, (2006) ได้ทดลองใช้ β – glucan เสริมลงในอาหารลูกปลา *Labeo rohita* ที่ระดับ 0 100 250 และ 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 56 วัน พบว่า ที่ระดับ 250 และ 500 มิลลิกรัม ให้ค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)* โดยพบว่าการใช้กากยีสต์ผสมลงในอาหารลูกปลา *Labeo rohita* โดยใช้กากยีสต์ที่ระดับ 1 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงเป็นเวลา 15 วัน พบว่าลูกปลาที่ได้รับกากยีสต์ที่ระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีกว่ากลุ่มอื่น (Andrews *et al.*, 2010)

ดังการทดลองของ Ai *et al.*, (2007) ให้ β – 1,3 glucan ที่ได้จากเซลล์ยีสต์ ในปลา yellow croaker *(Pseudosciaena crocea)* โดยเสริมลงในอาหารที่ระดับ 0 0.09 0.18 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ มีอัตราการรอดมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 89.3 เปอร์เซ็นต์ ถึง 92.0 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเพิ่มปริมาณกลูแคนใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหาร และปลาที่ได้รับอาหารที่เสริมกลูแคนที่ระดับ 0.09 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)* นอกจากนี้ Sealey *et al.*, (2008) ทดลองให้ β – glucan กับปลา rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)* โดยผสมลงในอาหารที่ระดับ 38 52 และ 82 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า ปลาที่ได้รับ β – glucan ที่ระดับ 82 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักมากกว่ากลุ่มอื่น

ผลของการใช้กากยีสต์ผสมอาหารในสัตว์น้ำต่อการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน

Li and Gatlin (2003) ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินค่าของอาหารที่ผสมกากยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) 1 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ นาน 8 สัปดาห์ พบว่าลูกปลากะพงลายลูกผสมที่ได้รับอาหารที่ผสมกากยีสต์ 1 เปอร์เซ็นต์ มีความต้านทานต่อการติดเชื้อ *Streptococcus iniae* ดีกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนผลของอาหารผสมกากยีสต์และจุลินทรีย์ Grobiotic™AE ต่อการเจริญเติบโต การกระตุ้นภูมิคุ้มกันและยับยั้งการติดเชื้อ *Streptococcus iniae* ในลูกปลากะพงลายลูกผสม ที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ กับอาหารผสมGrobiotic™AE 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าค่า NBT test และค่า superoxide anion ที่ 2 เปอร์เซ็นต์อาหารผสมกากยีสต์มีค่ามากที่สุด แต่ในค่า lysozyme พบว่าที่ 1 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุด นอกจากนี้ได้มีการนำมาทดสอบด้วยเชื้อ *Streptococcus iniae* พบว่าในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ 1 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการรอดดีที่สุด(Li and Gatlin,2004) นอกจากนี้ Reyes-Becerril *et al.*, (2008) ได้ทำการศึกษาผลของโภชนการของยีสต์ *Debaryomyces hansenii* ต่อภูมิคุ้มกันและระบบ antioxidant ในปลา leopard grouper (*Mycteroperca rosacea*) ระยะ juvenile ที่อยู่ในสภาพที่ได้รับความเครียด โดยให้อาหารที่ผสมยีสต์เป็นชุดทดลอง และไม่ผสมยีสต์เป็นชุดควบคุมเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าปลาที่ได้รับอาหารผสมยีสต์มีระดับ hemoglobin, plasmatic protein, superoxide dismutase และ immunoglobulin M (IgM) มีค่าสูงเมื่อเทียบกับอาหารควบคุมแต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ สำหรับปลานิล Abdel-Tawwab *et al.,* (2008) ได้ทำการศึกษาการประเมินค่ายีสต์ที่ใช้ในการทำขนมปัง *Saccharomyces cerevisiae* โดยผสมยีสต์ในอาหารที่ 0, 0.25, 0.5, 1.0, 2.0 และ 5.0 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ต่อการเติบโตและส่งเสริมภูมิคุ้มกันของลูกปลานิล *Oreochromis niloticus* (L.) ที่ถูกกระตุ้นแบบ in situ ด้วย *Aeromonas hydrophila* พบว่าเมื่อทดสอบการกระตุ้นให้เกิดโรคโดยเชื้อ *Aeromonas hydrophila* ด้วยการฉีดเข้าช่องท้อง พบว่าในกลุ่มที่ 5.0 กรัมต่อกิโลกรัมอาหารมีเปอร์เซ็นต์อัตราการตายสะสมน้อยที่สุด จุไลวรรณ และคณะ (2550)ได้ศึกษาผลของการเสริมสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เบต้ากลูแคน (β-1, 3 glucan) ในอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลากะรังดอกแดง (*Epinephelus coioides*) ต่อองค์ประกอบเลือด ระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะและความต้านทานโรค โดยใช้อาหารผสมเบต้ากลูแคนที่ระดับ 1 และ 5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งไม่ผสมเบต้ากลูแคน พบว่าการตอบสนองของภูมิคุ้มกันในส่วนของ complement activity lysozyme activity เซลล์ superoxide anion production และ phagocytic index สูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) จากการทดสอบความต้านทานโรคต่อเชื้อ *Streptococcus* sp. พบว่าปลากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมเบต้ากลูแคน 5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีอัตราการตายเพียง 27 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ชุดควบคุมมีอัตราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

120421

ตายถึง 70 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ Becerril *et al.*, (2008) ได้ทดสอบการเสริมบริวเวอร์ยีสต์ในอาหารลูกปลากะรัง โดยพบว่าลูกปลากะรังที่ได้รับอาหารเสริมบริวเวอร์ยีสต์ให้ค่า superoxide dismutase activity สูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)* Ai *et al.*, (2007) ทดลองให้ β – 1,3 glucan ที่ได้จากเซลล์ยีสต์ ในปลา yellow croaker *(Pseudosciaena crocea)* โดยเสริมลงในอาหารที่ระดับ 0 0.09 0.18 เปอร์เซ็นต์ เลี้ยงเป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า ค่า lysozyme activity ของกลุ่มที่ได้รับ β – 1,3 glucan มีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)*

ดังการทดลองของ จิณณพัต และคณะ (2551) ได้ทดลองเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ที่ได้จากเซลล์ยีสต์ในอาหารลูกปลานิล *(Oreochromis niloticus)* ที่ระดับ 0 2 4 และ 6 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เลี้ยงเป็นเวลา 21 วัน พบว่า การเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ในอาหารที่ทุกระดับมีผลช่วยให้ลูกปลามีความต้านทานต่อเชื้อ *Streptococcus agalactiae* ได้ดีกว่าลูกปลาจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)* โดยมีอัตราการตายเฉลี่ย 43.33±20.82, 3.33±5.77, 0.00±0.00 และ 0.00±0.00 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ นอกจากนี้ Misra *et al.*, (2006) ได้ทดลองใช้ β – glucan เสริมลงในอาหารลูกปลา *Labeo rohita* ที่ระดับ 0 100 250 และ 500 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม ทำการเลี้ยงเป็นเวลา 56 วัน พบว่า ค่า leucocyte count, phagocytic ratio, phagocytic index, lysozyme activity, complement activity และ serum bactericidal activity มีค่าสูงในกลุ่มที่ได้รับ β – glucan ที่ระดับ 250 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัมเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่น

ผลของการใช้กากยีสต์ผสมอาหารในสัตว์น้ำต่อค่าโลหิตวิทยา

Abdel-Tawwab *et al.*, (2008) ได้ทำการศึกษาการประเมินค่ายีสต์ที่ใช้ในการทำขนมปัง *Saccharomyces cerevisiae* ในอาหารที่ 0 0.25 0.5 1.0 2.0 และ 5.0 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ในลูกปลานิล *Oreochromis niloticus* (L.) เมื่อนำมาวัดค่าโลหิตวิทยาพบว่าปลาที่ได้รับอาหารผสม 1.0, 2.0 และ 5.0 กรัมต่อกิโลกรัมอาหาร มีค่าของเซลล์เม็ดเลือดแดง ปริมาณฮีโมโกลบิน และค่าเปอร์เซ็นต์ฮีมาโตคริต สูง และพบว่าเมื่อมีการเพิ่มยีสต์จะทำให้ค่ากลูโคส ไขมัน โปรตีน Albumin และ Globulin มีการเพิ่มขึ้น จุไลวรรณ และคณะ (2550) ศึกษาผลของการเสริมสารกระตุ้นภูมิคุ้มกัน เบต้ากลูแคน (β-1, 3 glucan) ในอาหารเม็ดสำเร็จรูปสำหรับเลี้ยงปลากะรังดอกแดง (*Epinephelus coioides*) ต่อองค์ประกอบเลือด โดยใช้อาหารสำเร็จรูปผสมเบต้ากลูแคนที่ระดับ 1 และ 5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม เปรียบเทียบกับชุดควบคุมซึ่งไม่ผสมเบต้ากลูแคน พบว่าปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารผสมเบต้ากลูแคน 5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีค่าโลหิตวิทยาสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ในการศึกษาอิทธิพลของการใช้ β -1, 3/1,6 glucan ต่อการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะและค่าโลหิตวิทยาของปลานิล โดยให้อาหารที่ผสมกลูแคนที่ 0.1% และ 0.5% เป็นชุดทดลองและอาหารที่ไม่ผสมกลูแคนเป็นกลุ่มควบคุมเป็นเวลา 2 สัปดาห์ พบว่าค่าจำนวนเม็ดเลือดแดง (RBC) ในชุดทดลองมีค่ามากกว่าชุดควบคุม และจำนวนเม็ดเลือดขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(WBC) ในชุดทดลองมีค่าน้อยกว่าชุดควบคุม ส่วนในค่าค่าเปอร์เซ็นต์ฮีมาโตคริต (Hct) ปริมาณฮีโมโกลบิน (Hb) ของทั้ง 2 ชุดการทดลองไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (Sahan and Duman, 2010)

ผลของการใช้กากยีสต์ผสมอาหารในสัตว์น้ำต่อคุณภาพของเนื้อ

ในการศึกษาเกี่ยวกับการใช้กากยีสต์ที่มีผลต่อคุณภาพของเนื้อในสัตว์น้ำนั้น ยังไม่พบมีการศึกษา แต่พบว่ามีการนำยีสต์ในลักษณะต่างๆมาทำการศึกษากับสัตว์ชนิดอื่น เช่นการศึกษาในไก่กระทง โดย Majid *et al.*, (2010) ได้ศึกษาทดสอบผลของระดับโครเมียมยีสต์ในอาหารที่ 0 200 400 800 และ 1200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ที่ส่งผลต่อคุณภาพเนื้อบริเวณต้นขาของลูกไก่กระทงที่เลี้ยงภายใต้สภาวะเครียดที่เกิดจากการให้ความร้อน ซึ่งทำการประเมินค่าของออกซิเดชั่น ความชื้น โปรตีน ไขมัน และค่า pH พบว่า ความชื้น โปรตีน ไขมัน และค่า pH ของเนื้อบริเวณต้นขาไม่ได้รับผลกระทบจากอาหารที่ได้รับการเสริมโครเมียม และไขมันในเนื้อบริเวณต้นขามีแนวโน้มที่จะลดลงในไก่ที่ได้รับโครเมียม 1200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองเสริมผนังเซลล์ยีสต์ร่วมกับ *Lactobacillus acidophilus* ต่อสมรรถนะการเจริญเติบโต คุณภาพซาก คุณภาพเนื้อส่วนสัดของวิลไลการตอบสนองภูมิคุ้มกันและจำนวนเชื้อ Lactobacillus spp. ในไก่เนื้อ โดยให้อาหาร 6 สูตร คือ อาหารควบคุม (T1) อาหารควบคุมร่วมกับ *Lactobacillus acidophilus* (T2) อาหารเสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 70 ppm ร่วมกับ Lactobacillus acidophilus (T3) อาหารเสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 140 ppm ร่วมกับ *Lactobacillus acidophilus* (T4) อาหารเสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 210 ppm ร่วมกับ *Lactobacillus acidophilus* (T5) อาหารเสริม Chlortetracycline ระดับ 110 ppm (T6) พบว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริม Chlortetracycline มีปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัว เปอร์เซ็นต์เนื้ออก สะโพก น่องและปีกเต็มมากกว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารสูตรอื่น ($p<0.05$) ส่วนไก่เนื้อที่ได้รับอาหารเสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับต่างๆร่วมกับ *Lactobacillus acidophilus* มีต้นทุนการผลิตไก่เนื้อต่ำกว่าที่ได้รับอาหารเสริม Chlortetracycline และไก่เนื้อในอาหารควบคุม และพบว่าไก่เนื้อที่อาหารเสริมผนังเซลล์ยีสต์ที่ระดับ 70 ppm ร่วมกับ *Lactobacillus acidophilus* มีค่าของวิลไลมากกว่าไก่เนื้อที่ได้รับอาหารสูตรอื่น (วิทวัส, 2551)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการ

การดำเนินการ

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design : CRD) จำนวน 5 ชุดการทดลอง (treatment) ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ ใช้ปลาจำนวน 50 ตัวต่อซ้ำ ได้แก่

- ชุดการทดลองที่ 1 ชุดควบคุมเลี้ยงปลาด้วยอาหารซึ่งไม่ผสมกากยีสต์ลงไป
- ชุดการทดลองที่ 2 ชุดที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมกากยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ที่ความเข้มข้น 2 เปอร์เซ็นต์
- ชุดการทดลองที่ 3 ชุดที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมกากยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ที่ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์
- ชุดการทดลองที่ 4 ชุดที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมกากยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ที่ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์
- ชุดการทดลองที่ 5 ชุดที่เลี้ยงด้วยอาหารที่ผสมกากยีสต์ (*Saccharomyces cerevisiae*) ที่ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์

ขั้นตอนการเตรียมอาหารปลา

ประกอบอาหารปลาโดยผสมสูตรอาหารตามตารางที่ 3 แล้วนำไปอัดเม็ดด้วยเครื่องอัดเม็ดอาหารชนิดจมน้ำ นำไปผึ่งลมในที่ร่มเป็นเวลา 1 วัน ในห้องที่มีอากาศถ่ายเท เมื่ออาหารแห้งบรรจุในถุงพลาสติกปิดผนึกเพื่อลดการสัมผัสอากาศและนำเข้าเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในการเตรียมอาหารจะใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซลในการคำนวณสูตรอาหาร ซึ่งเป็นโปรแกรมอยู่ในชุดของไมโครซอฟท์ออฟฟิตที่อยู่ในโปรแกรมเอกเซล การใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซลในการคำนวณสูตรอาหารนั้น เพื่อต้องการคำนวณปริมาณสารอาหารในสูตรอาหาร โดยการทำคำนวณจะใช้สูตรในการคำนวณ คือ

ปริมาณสารอาหาร =น้ำหนักวัตถุดิบ x ปริมาณสารอาหาร

ซึ่งในการประกอบสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลองจะใช้วัตถุดิบทั้งหมด 8 ชนิดคือ ปลาป่น รำละเอียด กากถั่วเหลือง ปลายข้าว แป้งมัน กากยีสต์ น้ำมัน และวิตามินรวม โดยส่วนประกอบทั้งหมดจะมีการวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีก่อนจะนำมาคำนวณในโปรแกรมไมโครซอฟท์เอกเซล โดยในสูตรอาหารที่จะใช้ในการทดลองจะเสริมกากยีสต์ลงไปในอาหารที่ 2 4 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ และลดปริมาณของปลาป่น โดยจะใช้โปรตีน 30 % เมื่อคำนวณแล้วได้ค่าในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 การคำนวณสูตรอาหารที่ใช้ในการทดลอง

องค์ประกอบทางเคมี	ปลาป่น		รำละเอียด		กากถั่วเหลือง		แป้งมัน		ปลายข้าว		กากยีสต์		Oil	premix	PROX-COM
	com	add	com	add	com	add	Com	add	com	add	com	add			
		25		25		40		3		3		0	2	2	100.00
โปรตีน	52.30	13.08	11.91	2.98	35.24	14.10	0.29	0.01	7.76	0.23	42.55	0.00			30.39
ไขมัน	7.59	1.90	14.86	3.72	2.08	0.83	0.83	0.02	1.11	0.03	1.54	0.00			8.50
เถ้า	27.15	6.79	6.98	1.75	5.24	2.10	0.06	0.00	0.56	0.02	8.72	0.00			12.65
เยื่อใย	2.48	0.62	5.45	1.36	8.02	3.21	4.50	0.14	4.64	0.14	6.53	0.00			5.46
ความชื้น	10.13	2.53	8.37	2.09	9.96	3.98	8.55	0.26	11.74	0.35	5.40	0.00			9.22
NFE	0.35	0.09	52.43	13.11	39.46	15.78	85.77	2.57	74.19	2.23	35.26	0.00			33.78
รวม	100		100		100		100		100		100				

ซึ่งในการคำนวณสูตรอาหารแบบใช้โปรแกรมไมโครซอฟท์ เอกเซลเป็นการคำนวณปริมาณเพื่อนำไปใช้ในการประกอบสูตรอาหาร แต่ในการผสมอาหารจริงได้มีการบวกเปอร์เซ็นต์ความชื้นของปลาป่นและกากยีสต์เพิ่มลงไปในสูตรอาหาร โดยจะใช้อัตราส่วนของวัตถุดิบในสัดส่วนที่คำนวณได้ในตารางที่ 3 ซึ่งเป็นอัตราส่วนที่ใช้ในการประกอบอาหารปลา

ตารางที่ 3 องค์ประกอบของอาหารที่ใช้ในการผสมอาหารทดลอง

ค่าองค์ประกอบทางเคมี	ควบคุม	2%	4%	6%	8%
ปลาป่น	27.53	25.53	23.53	21.53	19.53
กากถั่วเหลือง	40	40	40	40	40
รำละเอียด	25	25	25	25	25
แป้งมัน	3	3	3	3	3
ปลายข้าว	3	3	3	3	3
กากยีสต์	0	2.11	4.22	6.32	8.43
Fish Oil	2	2	2	2	2
Min. premix	2	2	2	2	2
PROX-COM	102.53	102.64	102.75	102.85	102.96
โปรตีน	31.71	31.56	31.42	31.26	31.12

เมื่อทำการประกอบสูตรอาหารตามตารางที่ 3 แล้วนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหารแต่ละสูตรอาหารได้ค่าดังตารางที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 องค์ประกอบทางเคมีของอาหารที่ใช้ในการทดลองสูตรต่างๆ (หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์)

ค่าองค์ประกอบทางเคมี	ความชื้น	เถ้า	โปรตีน	ไขมัน	เยื่อใย
ควบคุม	10.70 ± 0.53^{a}	8.90 ± 0.08^{c}	30.30 ± 0.16^{a}	6.81 ± 0.33^{a}	3.32 ± 0.19^{a}
2%	11.38 ± 0.18^{a}	9.11 ± 0.03^{c}	30.23 ± 0.19^{a}	6.39 ± 0.33^{a}	3.64 ± 0.22^{a}
4%	11.35 ± 0.72^{a}	8.75 ± 0.08^{bc}	30.22 ± 0.20^{a}	6.39 ± 0.49^{a}	3.22 ± 0.01^{a}
6%	10.91 ± 0.37^{a}	8.36 ± 0.04^{b}	30.38 ± 0.19^{a}	6.48 ± 0.07^{a}	3.16 ± 0.17^{a}
8%	11.25 ± 0.48^{a}	7.40 ± 0.25^{a}	30.42 ± 0.21^{a}	6.27 ± 0.78^{a}	2.93 ± 0.03^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ขั้นตอนการเลี้ยงปลา

เลี้ยงปลาในบ่อซีเมนต์ทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 95 x 95 เซนติเมตรบรรจุน้ำ 1,000 ลิตรจำนวน 15 บ่อ บ่อละ 50 ตัว ให้อาหารปลากินจนอิ่มวันละ 2 ครั้ง คือ 09.30 และ 16.00 นาฬิกาตามลำดับ เปลี่ยนถ่ายน้ำทั้งหมดทุก 2 วัน วัดความยาว (เซนติเมตร) และชั่งน้ำหนัก (กรัม) ปลาทุกตัวทั้ง 15 บ่อ ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์การเจริญเติบโตและสุ่มปลาจำนวน 3 ตัวต่อบ่อ ในสัปดาห์ที่ 4 8 และ 12 เพื่อใช้วิเคราะห์ค่าโลหิตวิทยา ค่าภูมิคุ้มกัน และเก็บเนื้อเพื่อใช้สำหรับวิเคราะห์คุณภาพเนื้อของปลานิล และนำปลาที่เหลือจากการทดลองมาทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *Streptococcus agalactiae* เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 10 วัน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การเจริญเติบโต

วัดการเจริญเติบโตของปลานิล ปลาทุกตัวทั้ง 15 บ่อ ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์ นำข้อมูลต่างๆ มาวิเคราะห์ผลการตอบสนองของปลาต่ออาหารทดลองแต่ละสูตร โดยพิจารณาจากค่าต่างๆ ตามวิธีที่การกล่าวอ้างโดย วีรพงศ์ (2536) ดังนี้

1. อัตราการรอดตาย (%) = $\frac{\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง}}{\text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้น}} \times 100$

2. คำนวณอัตราการเจริญเติบโต โดยพิจารณาจาก

(2.1) น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (Weight gain, WG)

$$WG = \text{น้ำหนักปลาสุดท้าย} - \text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น}$$

(2.2) อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate, SGR)

$$SGR\ (\%/\text{วัน}) = \frac{(\ln\text{น้ำหนักปลาสุดท้าย} - \ln\text{น้ำหนักปลาเริ่มต้น})}{\text{ระยะเวลาทดลอง}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2.3) อัตราการแลกเนื้อ (Feed conversion ratio, FCR) ตามสมการ

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักอาหารแห้งที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

2. ค่าโลหิตวิทยา

2.1 การศึกษาค่าเปอร์เซ็นต์ฮีมาโตคริต

นำเลือดที่เจาะได้จากปลานิลแต่ละตัวใส่ลงใน microhaematocrit tube จำนวน 2 หลอด อุดปลายข้างหนึ่งด้วยดินน้ำมันสีขาว แล้วนำไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่อง haematocrit centrifuge ด้วยความเร็ว 12,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที(Vazquez and Guerrero ,2007) แล้วนำเลือดที่ปั่นแล้วมาวัดด้วยเครื่อง haematocrit accessory คำนวณค่าออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้

$$\text{ค่าเปอร์เซ็นต์ฮีมาโตคริต} = \frac{\text{ความยาวของชั้นเม็ดเลือดแดง X 100}}{\text{ความยาวของเลือดทั้งหมด}}$$

2.2 การวิเคราะห์ปริมาณเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาว

นำเลือดมาถ่ายลงใน diluting pipette จนถึงขีด 0.5 แล้วเจือจางด้วยน้ำยา Yokoyama's white cell fluid จนถึงขีด 101 จะได้เลือดที่มีความเจือจางเท่ากับ 1 : นำไปหยดลงบน counting chamber และนับจำนวนภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยนับจำนวนเม็ดเลือดแดงใน 5 ช่องจากจุตรัสตรงกลาง (25 ช่อง) ที่กำลังขยายสูง 40X ส่วนการนับจำนวนเม็ดเลือดขาว นับเฉพาะสี่เหลี่ยมจัตุรัสใหญ่ (16 ช่อง) ที่ตำแหน่งมุมทั้ง 4 แล้วนำไปคำนวณตามสูตร ดังนี้

จำนวนเม็ดเลือดแดง = จำนวนที่นับได้ 5ช่องX5 X10X200

$$= ____ 10^6/\text{มม}^3$$

จำนวนเม็ดเลือดขาว = จำนวนที่นับได้เฉลี่ยต่อช่องX10X200

$$= ____ 10^4/\text{มม}^3$$

2.3 การวิเคราะห์เพื่อแยกชนิดของเม็ดเลือดขาว

โดยการทำ blood smear และปล่อยเลือดให้แห้งที่อุณภูมิห้อง จากนั้นนำมาย้อมสีด้วยน้ำยา Wright และ Giemsa ทิ้งไว้ให้แห้ง นำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 40X เพื่อนับเปอร์เซนต์และแยกชนิดของเม็ดเลือดขาว

2.4 การวิเคราะห์ค่าฮีโมโกลบินในเลือด

โดยใช้เลือดปริมาณ 20 ไมโครลิตรผสมลงในสารละลาย Drabkin's reagent ปริมาณ 4.98 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาทีจึงนำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร คำนวณค่าฮีโมโกบินเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานตามวิธีของ Wedemeyer and Yasutake (1977)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ค่าภูมิคุ้มกัน

3.1 การวิเคราะห์การทำลายเชื้อแบคทีเรียของเซลล์เม็ดเลือดขาว (Respiratory burst) ตามวิธีของ Anderson *et al.*, (1995)

ดูดเลือดปลาปริมาตร 100 ไมโครลิตรใส่ลงใน Eppendorf แล้วเติม 0.2 เปอร์เซ็นต์ Nitrobluetetrazolium (NBT) ปริมาตร 100ไมโครลิตรผสมให้เข้ากันนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา30 นาที ดูดสารละลายใน Eppendorf ปริมาตร 50ไมโครลิตร ใส่ใน Eppendorf ใหม่ จากนั้นเติมสาร *N* , *N* – dimethyl formamide (DMF) ปริมาตร 1,000 ไมโครลิตร นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 3,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ดูดเอาส่วนใสไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องSpectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโมเมตร

3.2 การทดสอบความสามารถในการทำลายเชื้อแบคทีเรียของซีรั่ม

ดูดเลือดปลาแล้วใส่ใน Eppendorf หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาทีเพื่อเก็บซีรั่ม หลังจากนั้นนำซีรั่มปริมาตร100 ไมโครลิตรผสมกับเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* ที่ระดับความเข้มข้น 1 x 10^7CFU/ml ปริมาตร 100 ไมโครลิตรแล้วนำไปบ่มเป็นเวลา 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสหลังจากนั้นเจือจางด้วยสารละลาย Phosphate buffer saline (PBS) 1 : 10 เท่าไปเรื่อยๆ ลงในEppendrof แล้วนำไป spread plate บนอาหารเลี้ยงเชื้อบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 31 องศาเซลเซียส บันทึกจำนวนโคโลนีของเชื้อแบคทีเรียบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.3 การตรวจหาระดับแอนติบอดีต่อเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* ในซีรั่มโดยวิธี indirect ELISA (ดัดแปลงจากวิธีของ Adams, 1991)

1) การเคลือบ plate ด้วยเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae*

เคลือบก้นหลุมของ 96 well microtitre plate ด้วยสารละลาย Poly – L – Lysine ใน 0.05 M carbonate / bicarbonate buffer pH 9.6 เข้มข้น 0.01 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 50 ไมโครลิตรต่อหลุม ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ล้าง plate 3 ครั้ง ด้วย low salt wash buffer (0.02M TRIZMA base 0.38M NaCl 0.01เปอร์เซ็นต์Thimerosol 0.05เปอร์เซ็นต์ Tween 20) pH 7.4 ทำให้plate แห้งโดยเคาะ plate ลงบนกระดาษซับ เติมสารละลายเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* ใน PBS pH 7.2 ซึ่งมีค่าการดูดกลืนแสง (optical density) ที่ความยาวคลื่น 610 นาโนเมตร เท่ากับ 1.0 (3.80 x 10^9 CFU/ml) ปริมาตร 50 ไมโครลิตรต่อหลุม ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติม 0.05 เปอร์เซ็นต์ glutaraldehyde ใน PBS pH 7.2 ปริมาตร 50 ไมโครลิตรต่อหลุม ลงไปโดยที่ไม่ต้องเอา supernatant ออกจากหลุม ทิ้งไว้ 20 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ล้าง plate 3 ครั้งด้วย low salt wash buffer เคาะ plate ให้แห้ง แล้วเติม blocking solution (1 เปอร์เซ็นต์ bovine serum aluminใน 0.05 M carbonate / bicarbonate buffer) ปริมาตร 200 ไมโครลิตรต่อหลุม แล้วเก็บ plate ไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส ข้ามคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การทำ indirect ELISA

นำ plate ที่เคลือบด้วยเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* ออกจากตู้เย็นแล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 30 นาที แล้วล้าง plate 3 ครั้งด้วย low salt wash buffer เติมซีรั่ม(แอนติบอดี) ที่ต้องการตรวจสอบต่อไป โดยเจือจางแบบ two – fold dilution ด้วย PBS pH 7.2 จนได้ระดับความเข้มข้นของซีรั่มในแต่ละหลุมตามต้องการในปริมาตร 50 ไมโครลิตรต่อหลุม สองแถวสุดท้ายเป็น negative control เติม PBS และ normal serum อย่างละแถว ทิ้งไว้ 1 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง ล้าง plate 3 ครั้ง ด้วย high salt wash buffer (0.02M TRIZMA base 0.38M NaCl 0.01เปอร์เซ็นต์ Thimerosol 0.05เปอร์เซ็นต์ Tween 20) pH 7.4 หลังจากการล้างครั้งสุดท้ายเติม high salt wash buffer ทิ้งไว้ 5 นาที แล้วเคาะให้แห้งทุกครั้งเติม Monoclonal antibody (MAP8F7) ปริมาตร 100 ไมโครลิตรต่อหลุม แล้วบ่มเป็นเวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิห้องล้างplate 5 ครั้ง ด้วย high salt wash buffer หลังจากนั้นทิ้งไว้นาน 5 นาทีเติม conjugate (HRP anti - mouseIgGcomolagulperoxidate 101k9260)ที่เจือจาง 1 : 1000 ใน conjugatebuffer) จำนวน 100 ไมโครลิตรต่อหลุมบ่มเป็นเวลา 60 นาที ที่อุณหภูมิห้องล้าง plate 5 ครั้ง ด้วย high salt wash buffer หลังจากนั้นทิ้งไว้ให้เปียกนาน 5 นาทีในการล้างครั้งสุดท้ายเติม 1 เปอร์เซ็นต์ Chromogenในsubstrate buffer จำนวน 100 ไมโครลิตรต่อหลุมบ่มเป็นเวลา 5 นาที (หรือจนกว่าจะเกิดเป็นสีฟ้า) ที่อุณหภูมิห้องหยุดปฏิกิริยาด้วย stop solution จำนวน 50 ไมโครลิตรต่อหลุม(เกิดเป็นสีเหลือง)นำไปอ่านค่าด้วยเครื่อง ELISA reader ที่ความยาวคลื่น 450 นาโมเมตรระดับแอนติบอดีของซีรั่มที่ทำการตรวจสอบจะเท่ากับส่วนกลับของ dilution ในหลุมที่มีค่าการดูดกลืนแสงต่ำสุด

3.4 การตรวจวัดกิจกรรมไลโซไซม์ (Lysozyme activity)

ดูดเลือดปลาใส่ใน Eppendorf หลังจากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 12,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาทีเพื่อเก็บพลาสมา นำพลาสมาที่ได้มาปริมาตร 75 ไมโครลิตรเติมในสารละลายแบคทีเรีย *Micrococcus lysodeikticus* (0.2 mg/ml ใน 0.05 M Sodium Phosphate buffer, pH 6.2) 300 ไมโครลิตรใน Eppendorf นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 450 นาโมเมตร โดยวัดทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 5 นาทีที่ 25 องศาเซลเซียส แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหากิจกรรมของเอนไซม์ไลโซไซม์ต่อนาที (ดัดแปลงจากวิธีของ Harikrishnan และคณะ , 2010)

3.5 การทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *Streptococcus agalactiae*

นำปลาที่เหลือจากการทดสอบมาฉีดเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* ที่ระดับความเข้มข้นที่ทำให้ปลาทดลองตาย 50 เปอร์เซ็นต์ (LD_{50}) โดยฉีดเข้าบริเวณช่องท้องของตัวปลาตัวละ 0.1 มิลลิลิตรสังเกตอาการปลาและบันทึกการตายของปลาทุกวันเป็นเวลา 10 วันนำผลการทดลองที่ได้ในแต่ละชุดการทดลองมาคำนวณหาความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การรอดตาย (Relative Percent Survival, RPS) ตามวิธีของ Ellis (1982) ด้วยสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$RPS = 1 - \left\{ \frac{\text{อัตราการตายเฉลี่ยของปลาที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ x 100}}{\text{อัตราการตายเฉลี่ยของปลาที่ไม่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์}} \right\}$$

นำปลาที่ตายระหว่างการทดสอบไปเพาะเชื้อเพื่อตรวจหาเชื้อ *S. agalactiae* และยืนยันว่าปลาตายจากการติดเชื้อ ส่วนปลานิลที่รอดตายหลังจากการทดสอบความต้านทานโรคแล้วทุกชุดการทดลอง นำมาเจาะเลือดและตัดไตส่วนหน้ามาเพาะหาเชื้อ *S. agalactiae* ในอาหารเลี้ยงเชื้ออีกครั้ง เพื่อยืนยันผลการติดเชื้อ *S. agalactiae*

4. การศึกษาคุณภาพของเนื้อปลานิลแดงที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์

4.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี (proximate composition)

เป็นการศึกษาหาค่าองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเช่น ความชื้น โปรตีน ไขมันและเถ้า ที่ได้จากการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกัน เมื่อสิ้นสุดการทดลองเลี้ยง สุ่มตัวอย่างปลานิลแดงที่ได้มาล้างทำความสะอาด นำเฉพาะส่วนเนื้อมาบดให้เป็นเนื้อเดียวกัน เพื่อนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี แต่ละตัวอย่างทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า และความชื้นตามวิธีของ AOAC. (2000)

1) วิเคราะห์ปริมาณความชื้น

นำขวดชั่งอบในตู้อบอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ในขวดชั่งที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้วเกลี่ยตัวอย่างแผ่ออกอย่างสม่ำเสมอ นำขวดชั่งพร้อมตัวอย่างเข้าอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งตัวอย่างมีน้ำหนักคงที่ ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้วคำนวณหาปริมาณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{(น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ – น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ) × 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

$$\text{วัตถุแห้ง(\%)} = \frac{\text{(น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ – น้ำหนักขวดชั่ง)x 100}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

2) วิเคราะห์ปริมาณเถ้า

เผาถ้วยกระเบื้องที่ 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งน้ำหนักตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องที่ทราบน้ำหนักแน่นอน นำถ้วยกระเบื้องพร้อมตัวอย่างเผาบนเตาไฟฟ้าจนหมดควัน นำเข้าเตาเผาที่อุณหภูมิ 450 - 600 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 4-6 ชั่วโมงหรือจนกว่าจะได้เถ้าสีเทาอ่อน หรือสีขาวสม่ำเสมอ ไม่มีส่วนที่เป็นสีดำเหลืออยู่ ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนคำนวณหาปริมาณเถ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเถ้า (%) = (น้ำหนักถ้วยกระเบื้องก่อนเผา – น้ำหนักถ้วยกระเบื้องหลังเผา) × 100
น้ำหนักตัวอย่าง

3) วิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ชั่งตัวอย่างประมาณ 1-2 กรัมใส่ในหลอดย่อยโปรตีน เติม Catalyst mixture 7 กรัม และกรดซัลฟุริกเข้มข้น($H_2SO_{4(conc)}$)ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ลงในหลอดย่อย นำไปย่อยด้วยเครื่องย่อยโปรตีน จนได้สารละลายสีฟ้าใส หรือสีเขียวใส ค่อยๆเติมน้ำกลั่นปริมาตร 40 มิลลิลิตร ในหลอดย่อย เขย่าสารที่ตกผลึกให้ละลาย ทิ้งให้เย็น เติมกรดบอริก 4 % ปริมาตร 75 มิลลิลิตร หยด Mixed indicator 2-3 หยดในขวดรูปชมพู่ขนาด 600 มิลลิลิตรนำไปวางใต้เครื่องกลั่นให้ปลาย condenser จุ่มในขวดรูปชมพู่ ทำการกลั่นโดยเติม NaOH จนสารละลายเป็นสีน้ำเงินเข้มหรือดำทำการกลั่นนาน 7 นาทีหรือจนหมดแอมโมเนีย นำสารละลายที่ได้ขวดรูปชมพู่ไปไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟุริก 0.1 N จนได้สีชมพูแล้วบันทึกปริมาตรของกรดซัลฟุริกนำไปคำนวณตามสูตร

$$\% \text{ Crude protein} = \frac{1.4\,(V_2 - V_1)N \times 6.25}{W}$$

N = ความเข้มข้นของ H_2SO_4

W = น้ำหนักของตัวอย่าง

V_2 = ปริมาตรของกรดซัลฟุริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง

V_1 = ปริมาตรของกรดซัลฟุริกที่ใช้ในการไตเตรท Blank

4) วิเคราะห์ปริมาณไขมัน

อบ Flask ก้นกลมที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมงทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอน ชั่งตัวอย่าง 2 กรัมใส่ในกระดาษกรอง ห่อด้วยกระดาษกรองใส่ใน Extraction thimble นำไปอบไล่ความชื้นที่ 105 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 2 ชั่วโมงในตู้อบ เปิดเครื่องทำความเย็นที่ 20 องศาเซลเซียส นำ Extraction thimble ใส่ใน Soxhlet เติม Petroleum ether ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ลงใน Flask ก้นกลมที่ทราบน้ำหนักแน่นนอน สวม Flask ก้นกลมเข้ากับ Soxhlet ที่ต่อกับ condenser ปรับระดับความร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส สกัดเป็นเวลา 4-8 ชั่วโมง นำ thimble นำตัวอย่างออกแล้วเก็บ Petroleum ether ที่เหลือ ไขมันที่ถูกสกัดที่เหลืออยู่ในถ้วย จะถูกทำให้แห้งที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักที่แน่นอนแล้วนำไปคำนวณตามสูตร

$$\% \text{ Crude fat ของอาหาร} = (b-a)/w \times 100$$

a= น้ำหนักของ Flask ก้นกลม (g)

b= น้ำหนักของ Flask ก้นกลมและไขมันหลังอบ (g)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

w= น้ำหนักของตัวอย่างอาหาร(g)

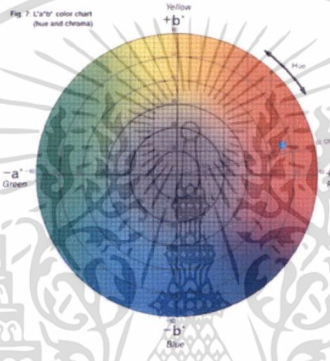
4.2 ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพของเนื้อปลานิลแดง

นำตัวอย่างปลานิลแดงเฉพาะส่วนเนื้อมาทดสอบ วัดสีโดยใช้เครื่องวัดสี วัดค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) (ภาพที่ 4)ของเนื้อปลานิลแดง ทุกๆ 4 สัปดาห์ ตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุดการทดลอง โดย สุ่มปลาซ้ำละ 3 ตัว ตลอดการเลี้ยง 12 สัปดาห์ เพื่อหาค่าของสีที่เปลี่ยนแปลงแบบ CIE L*a*b* (Van der Salm และคณะ. 2004) วัดค่าของ " L", " a " และ " b " ซึ่งมีความหมายดังนี้

L แสดงถึงความสว่างของสี (Lightness) มีค่าระหว่าง 0 – 100 (สีดำถึงสีขาว)

a แสดงถึงค่าความเข้มของสีแดง (+) และ สีเขียว (-) มีค่าระหว่าง -100 ถึง + 100

b แสดงถึงค่าความเข้มของสีเหลือง (+) และ สีน้ำเงิน (-) มีค่าระหว่าง -100 ถึง + 100



ภาพที่ 4 แบบจำลองสามมิติของการวัดสี ระบบ L*a*b*

ที่มา : Van der Salm *et al.,* 2004

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ค่าการเจริญเติบโต (อัตราการเจริญเติบโต , อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ) ค่าโลหิตวิทยา (ค่าเปอร์เซ็นต์ฮีมาโตคริต , ปริมาณเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวและชนิดของเม็ดเลือดขาว) ภูมิคุ้มกัน ความต้านทานเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* และค่าคุณภาพเนื้อ (องค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางด้านกายภาพของเนื้อปลานิลแดง)ของแต่ละชุดการทดลอง นำมาทดสอบการกระจายของข้อมูลแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน(ANOVA) ตามแผนการทดลองแบบ CRD และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สถานที่ทำการวิจัย

ห้องปฏิบัติการหลักสูตรวิทยาศาสตร์การประมง สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถ. ฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการวิจัย

ผลของการเจริญเติบโต

จากการทดลองเลี้ยงปลานิลแดงโดยมีค่าน้ำหนักเริ่มต้นที่ 24.48±5.01, 25.25±3.98, 26.55±6.24, 26.29±5.82 และ 25.86±4.92 กรัม และมีความยาวทั้งตัวเฉลี่ยที่ 9.98 ± 0.29, 10.20 ± 0.05,10.25 ± 0.12 , 10.13 ± 0.07 และ10.23 ± 0.02 เซนติเมตร ตามลำดับ เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่ากลุ่มที่ได้รับกากยีสต์ที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ ให้ค่าการเจริญเติบโตดีที่สุดและแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)* โดยในแต่ละกลุ่มการทดลองมีค่าน้ำหนักมีค่าน้ำหนักเฉลี่ย 86.00 ± 0.60 ,83.38 ± 4.93 , 96.60 ± 4.32 , 87.04 ± 3.40 และ 90.12 ± 2.50 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 5) ในส่วนความยาวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทั้งตัวมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าความยาวเฉลี่ยเพิ่มขึ้นทั้งตัว 15.53 ± 0.65 , 15.47 ± 0.55, 16.70 ± 0.79, 15.52 ± 0.16 และ15.38 ± 0.18เซนติเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 6) ส่วนในค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะและน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น พบว่าค่าอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าเท่ากับ 1.67 ± 0.07, 1.60 ± 0.08, 1.69 ± 0.08, 1.58 ± 0.03 และ1.67 ± 0.12 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 7) ค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันในแต่ละชุดการทดลอง (ตารางที่ 8) อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักเท่ากับ 1.80 ± 0.08, 2.02 ± 0.22, 1.72 ± 0.04, 1.97 ± 0.06 และ1.74 ± 0.10 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 9) พบว่ากลุ่มที่ได้รับกากยีสต์ที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์มีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีที่สุด ซึ่งอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักในการศึกษาครั้งนี้มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของ Zeral *et al.*, (2008) ที่ทดลองใช้กากยีสต์ทดแทนปลาป่นในอาหารปลานิล โดยมีค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักอยู่ในช่วง 1.97-2.11 และพบว่าค่าการเจริญเติบโตในแต่ละช่วงสัปดาห์มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ *(P<0.05)* เช่นกัน ซึ่งคล้ายกับการทดลองของ Andrews *et al.*, (2010) ที่ใช้กากยีสต์ที่ระดับ 1 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ผสมลงในอาหารเลี้ยงลูกปลา *Labeo rohita* ส่งผลให้มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการกินอาหาร อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีกว่ากลุ่มควบคุม และการทดลองให้ยีสต์กับปลานิล โดยให้สูตรอาหารที่ประกอบด้วยยีสต์ที่ระดับ 0 0.25 0.50 1.0 2.0 และ 5.0 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม พบว่าให้น้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ตามระดับของยีสต์ที่เพิ่มขึ้น (Tawwab *et al.*, 2008) นอกจากนี้ ยังพบว่าการเสริมกากยีสต์ในอาหารปลา striped bass ที่ระดับ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นและอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนักดีกว่ากลุ่มควบคุม (Li and Gatlin, 2005) เช่นเดียวกับการทดลองของ Oliva-Teles and Goncalves (2001) ซึ่งได้ศึกษาการใช้กากยีสต์ (*Saccaromyces cereisae*) ทดแทนปลาป่นบางส่วนในอาหารปลากะพง พบว่าปลากะพงวัยอ่อนที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ 30 เปอร์เซ็นต์ จะให้ค่าของน้ำหนักสุดท้ายและอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะดีที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมแต่ก็มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มการทดลองอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาการใช้กากยีสต์ในสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ เช่น ในกุ้งก้ามกราม ใน Australian red claw crayfish (*Cherax quadricarinatus*) และกบนาซึ่งพบว่าสามารถเจริญเติบโตได้ดีด้วยอาหารผสมกากยีสต์ (สุพัตร์ และคณะ,2551; Muzinic *et al.*, 2004; อนุวัติและคณะ,2551) ทั้งนี้เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กากยีสต์มีความสามารถในการช่วยย่อยสารอาหารที่มีโมเลกุลใหญ่ให้มีขนาดเล็กลง ทำให้สัตว์น้ำสามารถดูดซึมสารอาหารไปใช้ในการเจริญเติบโตมากขึ้น รวมทั้งกากยีสต์ยังประกอบไปด้วยธาตุอาหารจำนวนมาก มีกรดอะมิโน วิตามิน โครเมี่ยม สังกะสี เหล็ก ฟอสฟอรัส และเซเลเนียม จึงช่วยเพิ่มการเจริญเติบโตของปลาได้

ตารางที่ 5 ค่าน้ำหนักในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
0	24.48 ± 1.12 [a]	25.25 ± 0.79 [a]	26.55 ± 2.42 [a]	26.29 ± 1.79 [a]	25.86 ± 3.00 [a]
2	34.94 ± 2.23 [a]	35.07 ± 3.00 [a]	43.33 ± 2.73 [a]	38.19 ± 1.54 [a]	35.26 ± 3.12 [a]
4	41.07 ± 2.29 [a]	40.58 ± 2.50 [a]	47.88 ± 3.54 [a]	45.81 ± 2.71 [a]	42.72 ± 1.81 [a]
6	46.74 ± 1.35 [a]	46.90 ± 2.18 [a]	52.57 ± 1.69 [a]	50.26 ± 2.40 [a]	49.21 ± 1.84 [a]
8	59.38 ± 2.18 [a]	59.94 ± 2.08 [ab]	69.69 ± 5.24 [b]	62.45 ± 1.34 [ab]	62.68 ± 2.23 [ab]
10	83.16 ± 1.80 [a]	78.99 ± 6.05 [a]	92.23 ± 5.27 [a]	85.08 ± 2.77 [a]	84.45 ± 2.58 [a]
12	86.00 ± 0.60 [ab]	83.38 ± 4.93 [a]	96.60 ± 4.32 [b]	87.04 ± 3.40 [ab]	90.12 ± 2.50 [ab]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)*

ตารางที่ 6 ค่าความยาวเฉลี่ยในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
0	9.98 ± 0.29 [a]	10.20 ± 0.05 [a]	10.25 ± 0.12 [a]	10.13 ± 0.07 [a]	10.23 ± 0.02 [a]
2	11.59 ± 0.29 [a]	11.48 ± 0.22 [a]	11.98 ± 0.25 [a]	11.85 ± 0.12 [a]	11.43 ± 0.27 [a]
4	12.72 ± 0.21 [a]	12.84 ± 0.18 [a]	13.41 ± 0.27 [a]	13.24 ± 0.17 [a]	12.94 ± 0.22 [a]
6	13.57 ± 0.20 [a]	13.64 ± 0.33 [a]	14.22 ± 0.30 [a]	13.83 ± 0.18 [a]	13.87 ± 0.20 [a]
8	14.55 ± 0.23 [a]	14.60 ± 0.18 [a]	15.29 ± 0.38 [a]	15.24 ± 0.22 [a]	14.91 ± 0.20 [a]
10	15.89 ± 0.55 [ab]	15.70 ± 0.39 [a]	16.02 ± 0.16 [b]	16.99 ± 0.16 [ab]	16.81 ± 0.22 [a]
12	15.53 ± 0.65 [a]	15.47 ± 0.55 [a]	16.70 ± 0.79 [a]	15.52 ± 0.16 [a]	15.38 ± 0.18 [a]

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7 อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (Specific growth rate) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
2	2.53 ± 0.56^{a}	2.30 ± 0.52^{a}	3.53 ± 0.22^{a}	2.69 ± 0.20^{a}	2.25 ± 0.29^{a}
4	1.84 ± 0.28^{a}	1.69 ± 0.16^{a}	2.12 ± 0.12^{a}	1.99 ± 0.09^{a}	1.84 ± 0.25^{a}
6	1.57 ± 0.14^{a}	1.52 ± 0.14^{a}	1.63 ± 0.17^{a}	1.54 ± 0.06^{a}	1.60 ± 0.20^{a}
8	1.65 ± 0.04^{a}	1.63 ± 0.04^{a}	1.78 ± 0.09^{a}	1.60 ± 0.11^{a}	1.69 ± 0.17^{a}
10	1.95 ± 0.08^{a}	1.81 ± 0.12^{a}	1.94 ± 0.05^{a}	1.86 ± 0.04^{a}	1.89 ± 0.14^{a}
12	1.67 ± 0.07^{a}	1.60 ± 0.08^{a}	1.69 ± 0.08^{a}	1.58 ± 0.03^{a}	1.67 ± 0.12^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)*

ตารางที่ 8 น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (weight gain) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
2	10.46 ± 2.51^{a}	9.85 ± 2.53^{a}	16.78 ± 0.31^{b}	11.90 ± 0.28^{a}	9.40 ± 0.87^{a}
4	6.12 ± 0.55^{a}	5.57 ± 0.69^{a}	4.58 ± 1.37^{a}	7.63 ± 1.51^{a}	7.53 ± 1.39^{a}
6	6.17 ± 1.05^{a}	7.15 ± 2.47^{a}	4.35 ± 1.84^{a}	4.19 ± 1.20^{a}	7.25 ± 0.78^{a}
8	14.36 ± 2.39^{a}	15.24 ± 2.33^{a}	19.66 ± 4.21^{a}	14.01 ± 2.14^{a}	15.66 ± 0.32^{a}
10	34.03 ± 3.13^{a}	27.44 ± 6.26^{a}	30.99 ± 2.01^{a}	32.28 ± 3.12^{a}	30.13 ± 0.52^{a}
12	3.74 ± 1.63^{a}	6.40 ± 1.32^{a}	5.81 ± 2.82^{a}	2.65 ± 0.97^{a}	7.68 ± 0.34^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 9 ค่าอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นน้ำหนัก (Feed conversion ratio) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
2	1.40 ± 0.27^{a}	1.48 ± 0.29^{a}	0.73 ± 0.07^{b}	1.14 ± 0.04^{ab}	1.32 ± 0.09^{ab}
4	2.12 ± 0.31^{a}	2.15 ± 0.12^{a}	1.47 ± 0.11^{b}	1.77 ± 0.11^{ab}	1.79 ± 0.11^{ab}
6	2.11 ± 0.11^{ab}	2.16 ± 0.24^{a}	1.69 ± 0.06^{b}	2.05 ± 0.03^{ab}	1.89 ± 0.10^{ab}
8	1.87 ± 0.22^{a}	1.95 ± 0.09^{a}	1.55 ± 0.11^{a}	2.03 ± 0.24^{a}	1.83 ± 0.05^{a}
10	1.37 ± 0.07^{a}	2.12 ± 0.58^{a}	1.32 ± 0.08^{a}	1.55 ± 0.07^{a}	1.43 ± 0.06^{a}
12	1.80 ± 0.08^{a}	2.02 ± 0.22^{a}	1.72 ± 0.04^{a}	1.97 ± 0.06^{a}	1.74 ± 0.10^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *($P<0.05$)*

ค่าโลหิตวิทยา

การศึกษาองค์ประกอบเลือดของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ทั้ง 5 ชุดการทดลอง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวเพิ่มขึ้นมากกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยมีค่าสูงสุดในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ 6 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีค่าเท่ากับ $1.99 \pm 0.15 \times 10^{6}$ และ13.26 ± 0.87 เซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร ตามลำดับ (ตารางที่ 10 และ ตารางที่ 11) ซึ่งในการศึกษาองค์ประกอบทางโลหิตวิทยาของปลานิลแดง พบว่าค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวมีการเปลี่ยนแปลงและมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในปลากะรังดอกแดง (*Epinephelus coioides*) พบว่าปลากะรังดอกแดงที่ได้รับอาหารผสมเบต้ากลูแคน 5 กรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม มีจำนวนเม็ดเลือดขาว ปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นสูงกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(จุไลวรรณ และคณะ, 2550) การเพิ่มขึ้นของเม็ดเลือดแดงและขาวอาจเนื่องจากปลาได้รับเบต้ากลูแคนที่อยู่ในกากยีสต์ ซึ่งเบต้ากลูแคนสามารถช่วยในการกระตุ้นภูมิคุ้มกันและกระตุ้นให้ปลาสร้างเซลล์เม็ดเลือดให้มากขึ้นในระดับหนึ่งซึ่งไม่สูงเท่ากับกรณีเกิดการติดเชื้อ หากปลาได้รับการรุกรานจากเชื้อโรค จำนวนเม็ดเลือดที่มีมากพอก็จะสามารถกำจัดเชื้อออกไปได้ดีกว่าปลาที่มีจำนวนเม็ดเลือดน้อยกว่า สอดคล้องกับ Misra *et al.*, (2006) พบว่าการเพิ่มของจำนวนเม็ดเลือดขาวในปลาคาร์พหลังจากได้รับเบต้ากลูแคนสูงขึ้น และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดควบคุม นอกจากนี้การทดลองในปลานิล พบว่าค่าจำนวนเม็ดเลือดแดงและจำนวนเม็ดเลือดขาวในชุดทดลองมีค่าแตกต่างจากชุดควบคุม (Sahan and Duman, 2010)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 10 ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	RBC (x 10^6/ mm^3)		
	4	8	12
Control	1.23 ± 0.14^{a}	1.77 ± 0.08^{a}	1.41 ± 0.05^{a}
2 %	1.50 ± 0.33^{a}	1.57 ± 0.05^{ab}	1.61 ± 0.21^{ab}
4 %	1.67 ± 0.11^{a}	1.54 ± 0.05^{ab}	1.50 ± 0.17^{ab}
6 %	1.41 ± 0.22^{a}	1.38 ± 0.11^{b}	1.99 ± 0.15^{c}
8 %	1.38 ± 0.28^{a}	1.50 ± 0.11^{ab}	1.69 ± 0.11^{b}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ตารางที่ 11 ค่าปริมาณเม็ดเลือดขาวในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	WBC (x 10^4/ mm^3)		
	4	8	12
Control	6.54 ± 0.77^{a}	8.24 ± 0.19^{a}	8.71 ± 1.11^{a}
2 %	7.08 ± 0.27^{a}	8.51 ± 0.20^{a}	9.68 ± 0.78^{a}
4 %	8.86 ± 1.30^{a}	9.22 ± 0.61^{ab}	10.05 ± 0.46^{a}
6 %	6.75 ± 0.48^{a}	10.77 ± 1.04^{ab}	13.26 ± 0.87^{b}
8 %	9.18 ± 1.06^{a}	11.31 ± 1.25^{b}	11.39 ± 1.07^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ส่วนในค่าของปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นและปริมาณฮีโมโกลบินนั้น พบว่าค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นเมื่อสิ้นสุดการทดลองจะมีค่าน้อยที่สุดแต่ยังคงอยู่ในช่วงที่พบในปลานิลปกติ ขณะที่ค่าปริมาณฮีโมโกลบินมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกกลุ่มการทดลอง (ตารางที่ 12 และ ตารางที่ 13) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sahan & Duman (2010) ที่มีการทดลองในปลานิลพบว่าค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นและปริมาณฮีโมโกลบินของทั้ง 2 ชุดการทดลองไม่แตกต่างจากชุดควบคุมเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 12 ค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (Heamatocrit) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	Heamatocrit(%)		
	4	8	12
Control	28.11 ± 0.39 [a]	28.72 ± 2.75 [a]	32.94 ± 0.61 [a]
2 %	32.83 ± 1.86 [a]	34.00 ± 1.69 [a]	34.17 ± 0.67 [a]
4 %	30.50 ± 0.50 [a]	30.72 ± 0.89 [a]	31.22 ± 2.11 [ab]
6 %	31.78 ± 0.56 [a]	29.39 ± 0.24 [a]	27.61 ± 2.63 [b]
8 %	31.72 ± 2.14 [a]	32.50 ± 3.61 [a]	29.78 ± 0.53 [ab]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

ตารางที่ 13 ค่าปริมาณฮีโมโกลบิน (Heamoglobin) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	Heamoglobin(g/100 ml)		
	4	8	12
Control	0.1662 ± 0.02 [a]	0.2589 ± 0.04 [a]	0.1139 ± 0.02 [a]
2 %	0.1803 ± 0.02 [a]	0.2230 ± 0.05 [a]	0.1158 ± 0.01 [a]
4 %	0.2041 ± 0.03 [a]	0.2015 ± 0.03 [a]	0.1098 ± 0.01 [a]
6 %	0.2099 ± 0.01 [a]	0.2019 ± 0.02 [a]	0.1221 ± 0.01 [a]
8 %	0.1822 ± 0.03 [a]	0.2417 ± 0.03 [a]	0.1138 ± 0.01 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

ในการศึกษาการแยกชนิดของเซลล์เม็ดเลือดขาวเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่ามีจำนวนเซลล์เม็ดเลือดขาวแต่ละชนิด ดังนี้ Lymphocyte มีจำนวนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 46.72±0.77, 46.94±0.39, 47.61±0.15, 46.56±0.39 และ46.22±0.22 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ Neutrophil มีจำนวนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 23.67±0.35, 23.83±0.51, 24.44±0.64, 24.39±0.15 และ 24.00±0.48 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ Monocyte มีจำนวนโดยเฉลี่ยเท่ากับ 9.83±0.33, 9.67±0.38, 9.28±0.15, 9.67±0.10 และ.17±0.10 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับและ thrombocyte มีจำนวนโดยเฉลี่ยเท่ากับ19.78±0.15, 19.56±1.12, 18.67±0.69, 19.39±0.40 และ 20.61±0.31 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ ดังตารางที่ 14 15 16 และ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 14 แสดงปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด Lymphocyte ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	Lymphocyte		
	4	8	12
Control	46.44 ± 0.62 [a]	46.67±0.25 [a]	46.72±0.77 [a]
2 %	47.61 ± 0.96 [a]	46.94±0.15 [a]	46.94±0.39 [a]
4 %	47.83 ± 0.42 [a]	49.33±0.29 [b]	47.61±0.15 [a]
6 %	46.94 ± 0.89 [a]	46.39±0.62 [a]	46.56±0.39 [a]
8 %	47.00 ± 0.25 [a]	47.39±0.31 [a]	46.22±0.22 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ตารางที่ 15 แสดงปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด Neutrophil ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	Neutrophil		
	4	8	12
Control	25.22±0.22 [a]	24.50±0.25 [ab]	23.67±0.35 [a]
2 %	24.94±0.70 [a]	24.50±0.10 [ab]	23.83±0.51 [a]
4 %	25.50±0.25 [a]	23.94±0.53 [a]	24.44±0.64 [a]
6 %	25.44±0.15 [a]	25.44±0.34 [b]	24.39±0.15 [a]
8 %	25.22±0.39 [a]	25.11±0.06 [b]	24.00±0.48 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 16 แสดงปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด Monocyte ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	Monocyte		
	4	8	12
Control	9.67±0.67 [a]	9.39±0.45 [a]	9.83±0.33 [a]
2 %	9.33±0.54 [a]	8.61±0.29 [ab]	9.67±0.38 [a]
4 %	8.78±0.39 [a]	8.28±0.15 [ab]	9.28±0.15 [a]
6 %	9.56±0.06 [a]	7.72±0.63 [b]	9.67±0.10 [a]
8 %	9.72±0.34 [a]	9.44±0.40 [a]	9.17±0.10 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ตารางที่ 17 แสดงปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวชนิด thrombocyte ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	thrombocyte		
	4	8	12
Control	18.67±0.42 [a]	19.44±0.45 [a]	19.78±0.15 [a]
2 %	18.11±0.49 [a]	19.94±0.34 [a]	19.56±1.12 [a]
4 %	17.89±0.34 [a]	18.44±0.61 [a]	18.67±0.69 [a]
6 %	18.06±0.84 [a]	20.44±1.35 [a]	19.39±0.40 [a]
8 %	18.06±0.20 [a]	18.06±0.68 [a]	20.61±0.31 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าคุณภาพเนื้อ

การศึกษาคุณภาพเนื้อของปลานิลแดงที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ทั้ง 5 ชุดการทดลอง เป็นเวลา 12 สัปดาห์ ในด้านการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อจะทำการวิเคราะห์ในด้านการศึกษาหาค่าองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาเช่น ความชื้น โปรตีน ไขมันและเถ้า และศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพของเนื้อปลานิลแดง เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ค่าปริมาณความชื้นพบว่ามีค่าไม่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่ผสมกากยีสต์ (ตารางที่ 18) ค่าปริมาณโปรตีนพบว่าในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์จะมีค่าโปรตีนมากกว่าในกลุ่มที่ไม่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ มีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 19) ค่าปริมาณไขมันพบว่ามีค่าไม่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่ผสมกากยีสต์ (ตารางที่ 20) และค่าปริมาณเถ้าพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ที่ 4 เปอร์เซ็นต์มีความเป็นเถ้าน้อยที่สุดเมื่อกับชุดการทดลองในกลุ่มอื่นมีค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 21) ซึ่งพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของ S-DYang *et al.* (2009) ได้ศึกษาผลของการเสริม L carnitine ในอาหารต่อการเจริญเติบโต คุณสมบัติทางชีวภาพและคุณภาพเนื้อในปลานิล เช่นกับการศึกษาในไก่กระทง โดย Majid *et al.*, (2010) ได้ศึกษาทดสอบผลของระดับโครเมียมยีสต์ในอาหารที่ 0 200 400 800 และ 1200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ที่ส่งผลต่อคุณภาพเนื้อบริเวณต้นขาของลูกไก่กระทงที่เลี้ยงภายใต้สภาวะเครียดที่เกิดจากการให้ความร้อน ซึ่งทำการประเมินค่าของออกซิเดชั่น ความชื้น โปรตีน ไขมัน และค่า pH พบว่าความชื้น โปรตีน ไขมัน และค่า pH ของเนื้อบริเวณต้นขาไม่ได้รับผลกระทบจากอาหารที่ได้รับการเสริมโครเมียม และไขมันในเนื้อบริเวณต้นขามีแนวโน้มที่จะลดลงในไก่ที่ได้รับโครเมียม 1200 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

ตารางที่ 18 ค่าปริมาณความชื้นในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
4	78.42 ± 0.18^{bc}	79.30 ± 0.85^{c}	76.91 ± 0.87^{ab}	75.81 ± 0.62^{a}	77.10 ± 0.66^{abc}
8	75.22 ± 0.26^{a}	76.60 ± 2.59^{a}	79.16 ± 4.22^{a}	75.58 ± 1.39^{a}	76.94 ± 0.70^{a}
12	74.60 ± 0.65^{a}	71.08 ± 0.93^{a}	73.48 ± 1.31^{a}	72.29 ± 1.94^{a}	74.04 ± 0.86^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *($P<0.05$)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 19 ค่าปริมาณโปรตีนกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
4	13.26 ± 0.33^{a}	14.97 ± 0.39^{b}	13.95 ± 0.32^{ab}	14.48 ± 0.60^{ab}	13.40 ± 0.47^{a}
8	13.77 ± 0.28^{a}	14.38 ± 0.65^{ab}	15.62 ± 0.35^{bc}	16.28 ± 0.55^{c}	15.76 ± 0.06^{bc}
12	12.90 ± 0.28^{a}	15.32 ± 0.04^{b}	15.97 ± 0.33^{b}	15.66 ± 0.39^{b}	15.38 ± 0.33^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)*

ตารางที่ 20 ค่าปริมาณไขมันในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
4	0.2470 ± 0.03^{a}	0.2377 ± 0.02^{a}	0.2956 ± 0.02^{a}	0.2485 ± 0.04^{a}	0.2629 ± 0.01^{a}
8	0.2051 ± 0.02^{ab}	0.2633 ± 0.02^{ab}	0.2973 ± 0.02^{c}	0.2260 ± 0.03^{ab}	0.1863 ± 0.02^{a}
12	0.1719 ± 0.02^{a}	0.2446 ± 0.01^{b}	0.3363 ± 0.01^{c}	0.2644 ± 0.03^{b}	0.2479 ± 0.03^{c}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)*

ตารางที่ 21 ค่าปริมาณเถ้าในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
4	2.05 ± 0.33^{a}	1.86 ± 0.30^{a}	1.74 ± 0.17^{a}	1.20 ± 0.27^{a}	1.46 ± 0.16^{a}
8	2.41 ± 0.83^{a}	1.78 ± 0.21^{a}	1.47 ± 0.23^{a}	2.89 ± 0.77^{a}	1.82 ± 0.09^{a}
12	1.49 ± 0.37^{ab}	1.32 ± 0.15^{ab}	1.21 ± 0.10^{b}	1.83 ± 0.02^{ab}	1.86 ± 0.05^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพของเนื้อปลานิลแดง จะทำการศึกษาค่าการเปลี่ยนแปลงความเข้มสีของปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ทั้ง 5 ชุดการทดลองโดยวัดค่าการเปลี่ยนแปลงของสีของเนื้อบริเวณลำตัวด้วยเครื่องวัดสี (Chromameter) ซึ่งอ่านค่าในระบบ CIE L *a* b* ทุกๆ 4 สัปดาห์ จนกระทั่งครบ 12 สัปดาห์ พบว่าค่า L คือค่าความสว่างของค่าสี ค่า a* คือ ค่าความเข้มของสีแดง และค่า b* คือ ค่าความเข้มสีเหลือง ผลของค่าความสว่างของสีของเนื้อบริเวณลำตัวของปลาแดง พบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์มีค่าความสว่างความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่ผสมกากยีสต์ (ตารางที่ 22) ผลของค่าความเข้มสีแดง (a) ของสีของเนื้อบริเวณลำตัวของปลานิลแดง พบว่าความเข้มสีแดงของผิวปลานิลแดงมีค่าไม่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่ผสมกากยีสต์ (ตารางที่ 23) ส่วนผลของค่าความเข้มสีเหลือง (b) ของสีของเนื้อบริเวณลำตัวของปลานิลแดง พบว่าความเข้มสีเหลืองของผิวปลานิลแดงมีค่าไม่ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับปลาที่เลี้ยงด้วยอาหารไม่ผสมกากยีสต์ (ตารางที่ 24)

ตารางที่ 22 ค่าความสว่างของค่าสี (L)ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
4	49.05 ± 0.05^{a}	49.67 ± 0.37^{a}	50.48 ± 0.39^{ab}	49.70 ± 0.63^{a}	51.44 ± 0.37^{b}
8	49.56 ± 1.24^{a}	50.52 ± 0.65^{a}	51.52 ± 0.53^{a}	50.74 ± 0.89^{a}	51.45 ± 0.75^{a}
12	46.92 ± 0.48^{a}	49.88 ± 0.38^{b}	49.63 ± 0.64^{b}	50.72 ± 1.08^{b}	50.15 ± 0.63^{b}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)*

ตารางที่ 23 ค่าความเข้มของสีแดง (a) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
4	11.53 ± 0.84^{a}	10.94 ± 0.49^{a}	10.89 ± 0.44^{a}	9.89 ± 0.57^{a}	10.41 ± 0.66^{a}
8	10.49 ± 0.07^{a}	10.31 ± 0.29^{a}	10.51 ± 0.08^{a}	11.02 ± 0.56^{a}	9.76 ± 0.36^{a}
12	7.71 ± 0.36^{a}	7.59 ± 0.98^{a}	7.21 ± 0.51^{a}	6.79 ± 0.32^{a}	7.97 ± 0.14^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 24 ค่าความเข้มสีเหลือง (b) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ระยะเวลา (สัปดาห์)	ชุดการทดลอง				
	ชุดควบคุม	ชุดทดลองที่ 2%	ชุดทดลองที่ 4%	ชุดทดลองที่ 6%	ชุดทดลองที่ 8%
4	1.50 ± 0.19^{a}	1.69 ± 0.40^{a}	1.35 ± 0.46^{a}	1.74 ± 0.61^{a}	1.53 ± 0.18^{a}
8	1.78 ± 0.22^{a}	1.58 ± 0.41^{a}	1.33 ± 0.24^{a}	2.15 ± 0.50^{a}	1.50 ± 0.38^{a}
12	2.90 ± 0.31^{a}	1.90 ± 0.84^{a}	2.83 ± 0.28^{a}	3.26 ± 0.06^{a}	2.35 ± 0.28^{a}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแนวนอน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ *(P<0.05)*

ค่าการตอบสนองทางภูมิคุ้มกัน

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่าค่าประสิทธิภาพการทำลายเชื้อแบคทีเรียของเม็ดเลือดและการทำลายเชื้อแบคทีเรียของซีรั่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ โดยกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ 4 %มีค่าการทำลายเชื้อแบคทีเรียของเม็ดเลือดสูงสุด และในการทดสอบประสิทธิภาพการทำลายเชื้อแบคทีเรียของซีรั่ม พบว่าจำนวนแบคทีเรียในซีรั่มของกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ 4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปมีจำนวนลดลงแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 25 ส่วนค่ากิจกรรมของไลโซไซม์ทุกชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 26 จากการศึกษาในครั้งนี้จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพการทำลายเชื้อแบคทีเรียของเม็ดเลือดและการทำลายเชื้อแบคทีเรียของซีรั่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลองครั้งนี้ พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ ส่วนค่ากิจกรรมของไลโซไซม์ทุกชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 27 ซึ่งสอดคล้องกับ Li and Gatlin (2003) ที่ให้กากยีสต์กับปลา striped bass พบว่าระดับภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับปลาที่ไม่ได้รับกากยีสต์ นอกจากนี้ การเสริมกากยีสต์ในปลาชนิดเดียวกัน พบว่ากลุ่มปลาที่ได้รับกากยีสต์ให้ค่า serum peroxidase level สูงกว่ากลุ่มควบคุม (Li and Gatlin, 2005) ซึ่งให้ผลคล้ายกับผลการทดลองในลูกปลากะพงลายลูกผสม พบว่าค่า NBT test และค่า superoxide anion ภายนอกในปลาที่ได้รับกากยีสต์ 2 เปอร์เซ็นต์ มีค่ามากที่สุด ส่วนค่า lysozyme พบว่าที่ 1 เปอร์เซ็นต์มีค่ามากที่สุด (Li and Gatlin,2004) ทั้งนี้เนื่องจากกากยีสต์เป็นแหล่งของกรดนิวคลีอิกและโพลิแซ็กคาไรด์หลายชนิดรวมทั้งกลูแคน ซึ่งสารเบต้า 1,3 กลูแคนจะไปกระตุ้นเซลล์ macrophage ให้อยู่ในสภาวะตื่นตัวเพื่อทำหน้าที่กระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันต่อไป มีผลทำให้การทำงานของระบบภูมิคุ้มกันสูงขึ้นในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 25 ค่าการทำลายเชื้อแบคทีเรียของเซลล์เม็ดเลือดขาว (Respiratory burst) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมบริวเวอร์ยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	NBT test (ที่ความยาวคลื่น 540 nm)		
	4	8	12
Control	1.19±0.23 [a]	0.47±0.13 [b]	0.64±0.04 [a]
2 %	1.14±0.29 [ab]	0.32±0.02 [ab]	0.70±0.03 [ab]
4 %	0.66±0.03 [ab]	0.40±0.04 [ab]	0.82±0.05 [c]
6 %	0.62±0.05 [ab]	0.25±0.03 [a]	0.77±0.05 [ab]
8 %	0.60±0.03 [b]	0.98±0.01 [c]	0.80±0.02 [c]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ตารางที่ 26 ค่ากิจกรรมของไลโซไซม์ (Lysozyme activity) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	Lysozyme activity (unit/ml)		
	4	8	12
Control	75.55±9.21 [a]	43.33±12.66 [a]	66.92±4.55 [a]
2 %	72.05±7.87 [a]	55.91±1.53 [a]	70.96±5.85 [a]
4 %	82.78±2.75 [ab]	59.58±23.98 [a]	49.28±11.47 [a]
6 %	116.27±18.37 [b]	60.34±8.82 [a]	65.14±6.98 [a]
8 %	90.10±10.32 [ab]	86.16±18.61 [a]	58.60±12.12 [a]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

ตารางที่ 27 ค่าความสามารถในการทำลายเชื้อแบคทีเรียของซีรั่ม (Bactericidal activity) ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมบริวเวอร์ยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันในแต่ละสัปดาห์

ชุดการทดลอง	Bacteriocidal activity (x 10^5 cfu/ml)		
	4	8	12
Control	24.75 ±8.26 [a]	3.68 ±1.91 [a]	4.69 ±0.17 [a]
2 %	7.28 ±1.19 [b]	1.59 ±0.36 [a]	5.74 ±1.03 [a]
4 %	6.99 ±1.93 [b]	0.40 ±0.11 [b]	3.49 ±0.57 [b]
6 %	5.74 ±4.43 [b]	0.25 ±0.07 [b]	3.71 ±0.36 [b]
8 %	8.26 ±3.75 [b]	0.64 ±0.32 [b]	3.62 ±0.41 [b]

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าการทดสอบความต้านทานเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae*

เมื่อสิ้นสุดการทดลองเป็นเวลา 12 สัปดาห์แล้ว นำปลาที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์ทั้ง 5 ชุดการทดลอง มาทดสอบความต้านทานเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์อัตราการตายสะสมในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์มีการตายสะสมน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P >0.05) โดยมีค่าเท่ากับ 17.78 ± 0.33, 7.78 ± 0.33, 4.4 ± 0.33, 8.89 ± 0.33 และ 8.89 ± 0.33 ตามลำดับ ดังตารางที่ 28 และเมื่อคิดเป็นค่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การรอดตาย (RPS) พบว่าในกลุ่มที่ให้อาหารผสมกากยีสต์ที่4 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงสุดเท่ากับ 75 ส่วนที่ระดับกากยีสต์ 2, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์มีค่าเท่ากับ 56 50 และ 50 ตามลำดับ ในการนี้การทดสอบความต้านทานต่อเชื้อแบคทีเรีย *S. agalactiae* พบว่าค่าเปอร์เซ็นต์อัตราการตายสะสมในกลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์มีค่าน้อยกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P >0.05) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลอง ในปลา striped bass (Li and Gatlin. 2003) และในปลานิล (Abdel-Tawwab *et al.*, 2008)โดยการฉีดเชื้อ *Aeromonas hydrophila* เข้าช่องท้องพบว่ากลุ่มที่ได้รับอาหารผสมกากยีสต์มีอัตราการตายสะสมน้อยกว่ากลุ่มควบคุม

ตารางที่ 28 ค่าเปอร์เซ็นต์การตายสะสมและค่าความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์การรอดตาย (RPS)ในกลุ่มปลานิลแดงที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมกากยีสต์ในระดับที่แตกต่างกันหลังการฉีดเชื้อ

Treatment	Mortity (%)	Relative Percent Survival
Control	17.78 ± 0.33^{c}	
2 %	$7.78 \pm 0.33^{a,b}$	$56^{a,b}$
4 %	4.4 ± 0.33^{a}	75^{b}
6 %	8.89 ± 0.33^{b}	50^{a}
8 %	8.89 ± 0.33^{b}	50^{a}

หมายเหตุ ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้ง หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P< 0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุป

จากการศึกษาผลของการเสริมกากยีสต์ในอาหารต่อการเจริญเติบโตในปลานิลแดง ที่ได้รับอาหารในกลุ่มควบคุมและอาหารที่ผสมกากยีสต์ที่ระดับ 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 12 สัปดาห์พบว่า

ค่าการเจริญเติบโตในกลุ่มที่ได้รับกากยีสต์ที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ มีค่าดีที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมแต่มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

ส่วนในค่าโลหิตวิทยาพบว่ากลุ่มที่ได้รับกากยีสต์ที่ระดับ 6 เปอร์เซ็นต์มีค่าดีที่สุดในปริมาณเม็ดเลือดแดงและเม็ดเลือดขาวซึ่งแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) กับกลุ่มควบคุม ในค่าปริมาณเม็ดเลือดแดงอัดแน่นและค่าปริมาณฮีโมโกลบินมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม

ส่วนค่าการการตอบสนองทางภูมิคุ้มกันมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับกากยีสต์โดยที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์มีค่าดีที่สุด และช่วยลดอัตราการตายจากการติดเชื้อแบคที่เรียได้

ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงกล่าวได้ว่าสามารถใช้กากยีสต์ผสมในอาหาร เพื่อทดแทนปลาป่นและเพิ่มภูมิคุ้มกันในปลานิลแดงได้โดยระดับที่เหมาะสมมีค่าที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

จิณณพัต สำรองพันธุ์ นนทวิทย์ อารีย์ชน และประพันธ์ศักดิ์ ศิรษะภูมิ. 2551. ผลของการเสริมแมนแนนโอลิโกแซคคาไรด์ในอาหารต่อการเจริญเติบโต อัตรารอด และความต้านทานโรคของลูกปลานิล (*Oreochromis niloticus* L.). ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ: 147-155.

จุไลวรรณ รุ่งกำเนินวงศ์ จำเริญศรี พวงแก้ว และ กิจการ ศุภมาตย์.2550.ผลของเบต้ากลูแคนต่อองค์ประกอบเลือด ระบบภูมิคุ้มกันแบบไม่จำเพาะและความต้านทานโรคในปลากะรังดอกแดง. วารสารการประมง. 152 หน้า.

พรพจน์ ศรีสุขชยะกุล. 2553. เบต้ากลูแคนสารมหัศจรรย์จากธรรมชาติ (เข้าถึงได้จาก) www.Foodnetworksolution.com

วิทยา ตินนังวัฒนะ. 2539. การเลี้ยงปลานิลด้วยกากตะกอนจากโรงงานผลิตเบียร์ที่ผ่านการฉายรังสี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 122 หน้า.

วิทยา ตินนังวัฒนะ และ พิสมัย สมสืบ. 2547. การเลี้ยงปลาตะเพียนขาวในบ่อดินด้วยกากตะกอนจากการผลิตเบียร์. สถานีประมงน้ำจืดจังหวัดราชบุรี.

สุพัตร์ ศรีพัฒน์ อนุวัติ อุปนันไชย เอกพจน์ เจริญศิริวงศ์ธนา สุจิตรา สรสิทธิ์ และ พิศมัย สมสืบ. 2551. การใช้ยีสต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอาหารกุ้งก้ามกราม. สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

อนุวัติ อุปนันไชย วรัณยู ขุนเจริญ สุพัตร์ ศรีพัฒน์ และ พิศมัย สมสืบ. 2551. การใช้ยีสต์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของอาหารกบนา.สำนักวิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืด. กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2536. หนังสือ การเพาะพันธุ์ปลา. โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ. 187 หน้า

A.O.A.C. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed., Association of Official Analytical Chemists, Arlington, Virginia.

Abdel-Tawwab M., Abdel-Rahman A. M. and Ismael N. E. M. 2008. Evaluation of commercial live bakers' yeast, Saccharomy cescerevisiae as a growth and immunity promoter for Fry Nile tilapia, *Oreochromisniloticus* (L.) challenged in situ with *Aeromonas hydrophila* . Aquaculture 280: 185 189.

Ai Q., K. Mai, L. Zhang, B. Tan, W. Zhang, W. Xu and H. Li. 2007. Effects of dietary β-glucan on innate immune response of large yellow croaker, *Pseudosciaena crocea*. Fish & Shellfish Immunology 22: 394-402.

Anderson, D. 1990. Immunological indicators: effects of environmental stress on immune protection and disease outbreaks. American Fisheries Society Symposium 8: 38-50.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Andrews S. R., N. P. Sahu, A. K. Pal, S. C. Mukherjee and S. Kumar. 2010. Yeast extract, brewer's yeast and spirulina in diets for *Labeo rohita* fingerlings affect haenato-immunological responses and survival following *Aeromonas hydrophila* challenge. Veterinary Science: In press.

Andrews, S. R., N. P. Sahu, A. K. Pal, S. C. Mukherjee, and S. Kumar. 2010. Yeast extract, brewer's yeast and spirulina in diets for *Labeo rohita* fingerlings affect haenato-immunological responses and survival following *Aeromonas hydrophila* challenge. Veterinary Science: In press.

Becerril, M. R., D. T. Ramirez, F. A. Valle, R. C. Cerecedo, V. G. Lopez, and V. B. Solomieu. 2008. Effect of dietary live yeast *Debaryomyces hansenii* on the immune and antioxidant system in juvenile leopard grouper *Mycteroperca rosacea* exposed to stress. Aquaculture 280: 39-44.

Ferreira, I. M. P. L. V. O., O. Pinho, E. Vieira and J. G. Tavarela. 2010. Brewer's Saccharomyces yeast biomass: characteristics and potential applications. Trends in Food Science & Technology 21 : 77-84.

Li P. and GatlinIII D. M . 2005. Evaluation of the prebiotic GroBiotic®-A and brewers yeast as dietary supplements for sub-adult hybrid striped bass (*Morone chrysops x M. saxatilis*) challenged in situ with *Mycobacterium marinum* . Aquaculture 248, 197–205.

Li P. and GatlinIII D. M. 2003. Evaluation of brewer's yeast (*Saccharomy cescerevisiae*) as a Feed supplement for hybrid striped bass (*Morone chrysops x M.saxatilis*) . Aquaculture 219, 681- 692

Li P. and GatlinIII D. M. 2004. Dietary brewers yeast and the prebiotic Grobiotic™ AE influence growth performance, immune responses and resistance of hybrid striped bass (*Morone chrysops* x *M. saxatilis*) to *Streptococcus iniae* infection. Aquaculture 231, 445–456

Misra C. K., B. K. Das, S. C. Mukherjee and P. Pattnaik. 2006. Effect of long term administration of dietary β-glucan on immunity, growth and survival *of Labeo rohita* fingerlings. Aquaculture 255: 82-94.

Misra, C. K., B. K. Das, S. C. Mukherjee and P. Pattnaik. 2006. Effect of long term administration of dietary β-glucan on immunity, growth and survival *of Labeo rohita* fingerlings. Aquaculture 255: 82-94.

Muzinic L. A., Thompson K. R., Morris A., Webster C. D., Manomaitis L. and Rouse D. B. 2004. Partial and total replacement of fishmeal with soybean meal and brewer's grains with yeast in practical diets for Australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. Aquaculture,230:359–376

Oliva-Teles A. and Goncalves P. 2001. Partial replacement of fishmeal by brewers yeast (*Saccaromy cescereisae*) in diets for sea bass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. Aquaculture,202: 269–278

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ortuno J., Cuesta A., Rodríguez A., Esteban M.A. and Meseguer J. 2002. Oral administration of yeast, *Saccaromy cescereisae,*enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata*L.).Veterinary Immunology and Immunopathology 85, 41-50.

Ortuno, J., A. Cuesta, A. Rodriguez, M.A. Esteban, and J. Meseguer. 2002. Oral administration of yeast, *Saccharomyces cerevisiae*, enhances the cellular innate immune response of gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Veterinary Immunology and Immunopathology 85: 41-50.

Ortuno, J., Esteban, M. A., Mulero, V. and Meseguer, J. 1998. Methods for studying the haemolytic, chemoattractant and opsonic activities of seabream (*Sparus aurata* L.) serum. In: Barnes, A. C., Davidson, G. A., M. p., Mclntosh, D. (eds.), Methodology in Fish Diseases Research. Fisheries Research Services, Aberdeen, pp. 97–100

Sahan A. and S. Duman. 2010. Influence of β-1,3/1,6 glucan applications on some non- specific cellular immune response and haematologic parameters of healthy Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758). Turk. J. Vet. Anim. Sci.34(1): 75-81.

Sealey W. M., F. T. Barrows, A. Hang, K.A. Johansen, K. Overturf, S.E. Lapatra and R.R. Hardy. 2008. Evaluation of the ability of barley genotypes containing different amounts of β-glucan to alter growth and disease resistance of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Animal Feed Science and Technology 141: 115-128.

Siwicki, A.K., Anderson, D. P., and Rumsey, G.L. 1994. " Injection or immersion delivery of selectedImmunostimulants to trout demonstrate enhancement of nonspecific defense mechanisms and protective immunity ". pp. 413 - 426. *In* M. Shariff, J.R. Arthur and R. P. Subasinghe. (eds.). Diseases in Asian Aquaculture II,Fish Health Section, Asian Fisheries Society, Manila, Philippines.

Tawwab, M. A., A. M. A. Rahman, and M.E.M. Ismael. 2008. Evaluation of commercial live baker's yeast, *Saccharomyces cerevisiae* as a growth and immunity promoter for fry Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.) challenged *in situ* with *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture 280: 185 189.

Van der salm A. L., Martinez, M., Flik, G. and Bonga, S. E. W. 2004. Effect of husbandry conditions on the skin color and stress response of red porgy *Pagrus pagrus*. Aquaculture. 241 : 371-386.

Vazquez, G. R. and Guerrero, G. A. 2007. " Characterization of blood cells andhematological Parameters in *Cichl asomadimerus*(Teleostei, Perciformes). " **Tissue and Cell**39 : 151–160.

Volman, J. J., J. D. Ramakers, and J. Plat. 2008. Dietary modulation of immune function by β-glucans. Physiology & Behavior 94: 276-284.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Vriens,L. R. N. and H. Verachert. 1989. Activated sludges as animal feed : A review. Biological Wastes 27:161-207.

Wedemeyer, G.A. and W. T. Yasutake. 1997. Clinical methods for the assessment of the environmental stress on health. U.S. Department of the Interior, Fish and Widlife Service, Washington, D.C. 18 p.

White, L. A., C. Newman, G. L. Cromwell, and M.D. Lindemann. 2002. Brewers dried yeast as a source of mannan oligosaccharides for weanling pigs. Animal Science 80: 2619-2628.

Whittington, R., C. Lim and P.H. Klesius. 2005. Effect of dietary β-glucan levels on the growth response and efficacy of *Streptococcus iniae* vaccine in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. Aquaculture 248: 217-225.

Zeral, D. B., K. M. Fitzsimmons, R. J. Collier, and C. Duff. 2008. Evaluation of brewer's waste as partial replacement of fish meal protein in Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*, Diets. The World Aquaculture Society: 556-564.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้