การประยุกต์ใช้โพรไบโอติกในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*)

พัทธนันท์ ธนัทพงศ์พลิน

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2549

ISBN 974-502-868-1

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ พัทธนันท์ ธนัทพงศ์พลิน ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุบัณฑิต นิ่มรัตน์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย)

.....กรรมการ

(ดร. กัลยาณ์ ศรีธัญญลักษณา)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุบัณฑิต นิ่มรัตน์)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย)

.....กรรมการ

(ดร. กัลยาณ์ ศรีธัญญลักษณา)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กล่าวขวัญ ศรีสุข)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิชาญ สว่างวงศ์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 13 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2549

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตศึกษา
จากโครงการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
ปีการศึกษา 2547 - 2548

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ประกาศคุณูปการ

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย และ ดร. กัลยาณ์ ศรีธัญญลักษณา กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และติดตามการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี สำหรับคำปรึกษาและการแนะนำรวมถึงผลักดันให้การสอบวิทยานิพนธ์สำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สมถวิล จริตควร รองศาสตราจารย์ ดร. คเชนทร เฉลิมวัฒน์ อาจารย์นิสา บุตรดา สำหรับคำปรึกษาแนะนำรวมถึงให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. วิภูษิต มัณฑะจิตร สำหรับคำแนะนำในการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ด้วยการใช้โปรแกรม SPSS

ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาที่รัก และเคารพยิ่ง ในการให้การอบรมสั่งสอน สนับสนุนทุนการศึกษา เป็นกำลังใจอย่างสูงในการศึกษา และผลักดันให้วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาจุลชีววิทยา เจ้าหน้าที่ภาควิชาวาริชศาสตร์ เจ้าหน้าที่โครงการบัณฑิตศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ได้ช่วยเหลือสนับสนุนในด้านต่าง ๆ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงมาได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณพี่ดา ห่อทองคำฟาร์ม แปดริ้ว จ. ฉะเชิงเทรา พี่เวท ราชาฟาร์ม อ่างศิลา จ. ชลบุรี คุณเจี๊ยบ สารสินฟาร์ม ห้วยกะปิ จ. ชลบุรี ที่ให้การสนับสนุนลูกกุ้งกุลาดำเพื่อใช้ในการทำการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบคุณ Mr. Andy Owen และครอบครัวที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือในการแก้ไขบทคัดย่อภาษาอังกฤษในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ รวมถึงครอบครัว Sanchez, ครอบครัว Sinclair Peter Evy, Stephanie, New and Old TREX Team และ ทุกท่านในคริสตจักรแห่งชีวิต สำหรับความรักความห่วงใยเอาใจใส่ และกำลังใจที่มีให้อยู่เสมอมา

ขอขอบคุณอาจารย์นรินทร์รัตน์ คงจันทร์ตรี สำหรับความช่วยเหลือในการจัดรูปแบบแก้ไขข้อมูลให้อยู่ในรูปของการใช้โปรแกรม SPSS เพื่อวิเคราะห์และแปรผลทางสถิติได้อย่างดียิ่ง

ขอขอบคุณนายธนัย สุรศิลป์ สำหรับความช่วยเหลือในการเตรียมสารเคมีเพื่อใช้ในการวิเคราะห์แอคติวิตีของเอนไซม์ และให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มความสามารถ

ขอขอบคุณเพื่อนทุกคน ในมหาวิทยาลัยบูรพา และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และขอขอบคุณบอย วายุ หมอก บิว จี ไบร์ท ดุเดือด ดีฟ และไดร์ฟ ที่อยู่เคียงข้างเสมอมา

พัทธนันท์ ธนัทพงศ์พลิน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

44910831: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์ชีวภาพ; วท.ม. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพ)
คำสำคัญ: กุ้งกุลาดำ/ โพรไบโอติก/ แอคติวิตีจำเพาะ/ ทริปซิน/ ไคโมทริปซิน

พัทธนันท์ ธนัทพงศ์พลิน: การประยุกต์ใช้โพรไบโอติกในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) (APPLICATION OF PROBIOTICS FOR BLACK TIGER SHRIMP (*Penaeus monodon*)) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, Ph.D., วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, Ph.D., กัลยาณ์ ศรีธัญญลักษณา, Ph.D. 97 หน้า. ปี พ.ศ. 2549. ISBN 974-502-868-1

ศึกษาคัดเลือกจุลินทรีย์จากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก และลำไส้กุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) มาทดสอบการย่อยสลายสารอาหารโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน แบบเชื้อจุลินทรีย์เดี่ยว เชื้อจุลินทรีย์คู่ และเชื้อจุลินทรีย์ผสมรวม ทดสอบการยับยั้งเชื้อก่อโรค *Vibrio harveyi* และทดสอบความไวต่อยาต้านจุลชีพบนจานเพาะเชื้อจุลินทรีย์ ผลการศึกษา พบว่า เชื้อจุลินทรีย์คู่ของ *Bacillus subtilis* (F6) และ *Micrococcus* sp. (S2) มีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้เป็นโพรไบโอติกในการศึกษาครั้งนี้

ศึกษาการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำ โดยนำกุ้งที่มีอายุประมาณ 30 วัน มาเลี้ยงในบ่อทดลอง ขนาด 100 ลิตร เป็นเวลา 90 วัน เก็บตัวอย่างก่อนการเริ่มทดลอง และทุก 2 สัปดาห์หลังจากเริ่มการทดลองเพื่อทำการชั่งน้ำหนัก และวัดความยาว โดยให้อาหารกุ้งไม่เสริมโพรไบโอติก (T1) อาหารกุ้งผสมโพรไบโอติก (T2) และเติมโพรไบโอติกลงในน้ำ (T3) พบว่า การเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำมีความแตกต่างกันตามระยะเวลาของการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำที่เลี้ยงด้วยอาหารทั้ง 3 สูตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$) แต่เมื่อทำการเหนี่ยวนำให้เกิดโรคเรืองแสงด้วยเชื้อก่อโรค *Vibrio harveyi* ต่อไปอีกเป็นเวลา 10 วัน พบว่า กุ้งกุลาดำที่ได้รับการเติมโพรไบโอติกลงในน้ำมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด ร้อยละ 60.83 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างกุ้งกุลาดำก่อนเริ่มการทดลอง และหลังให้อาหารในชั่วโมงที่ 3, 6, 12, 24 วันที่ 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70 และวันที่ 84 เพื่อหาค่าแอคติวิตีจำเพาะของเอนไซม์ย่อยอาหาร พบว่า ค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลซียส มีค่าสูงที่สุดในช่วงวันที่ 70 และ วันที่ 84 ของการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่าสูงที่สุดในวันที่ 70 ของการทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน และไคโมทริปซินในกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติก ผสมในอาหาร เติมลงโพรไบโอติกลงในน้ำ และไม่ได้รับการเติมโพรไบโอติก ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

44910831: MAJOR: BIOLOGICAL SCIENCE; M.Sc. (BIOLOGICAL SCIENCE)
KEYWORDS: *Penaeus monodon*/ PROBIOTICS/ SPECIFIC ACTIVITY/ TRYPSIN/ CHYMOTRYPSIN

PHATTANUNT TANUTPONGPALIN: APPLICATION OF PROBIOTICS FOR BLACK TIGER SHRIMP (*Penaeus monodon*). THESIS ADVISORS: SUBUNTITH NIMRAT, Ph.D., VERAPONG VUTHIPHANDCHAI, Ph.D., KALLAYA SRITUNYALUCKSANA, Ph.D.
97 P. 2006. ISBN 974-502-868-1

A mixture of *Bacillus Subtilis* (F6) and *Micrococcus* sp. (S2) was isolated from probiotic products and black tiger shrimp intestines for tesing in three ways with single, double, and mixed bacteria by the degradation of diet (protein, carbohydrates, and fat), and by the the testing of the effect on the immune response system of the *Vibrio harveyi* , and by testing the sensitivity to antimicrobial agents. The results of the study showed that the *Bacillus Subtilis* (F6) and *Micrococcus* sp. (S2) bacteria were most suitable to use as probiotics in this study.

The study was also conducted to study the growth rate of black tiger shrimp. The thirty-day-old shrimps were cultured in one hundred litre culture ponds over ninety days. Shrimp samples were collected before the experiment began, and every two weeks thereafter, to check weight and length. Three types of treatments were measured: giving no probiotics (control, T1), giving probiotics with food (T2), and adding probiotics in the water (T3). A significant statistical difference was found to be dependent on the period of the experiment ($p<0.05$). A significant statistical difference was not found to be dependent on the three types of treatments ($p>0.05$). After challenging all of the shrimp pond cultures with *Vibrio harveyi*, the shrimp pond in treatment three (adding probiotics in the water) was found to have the highest survival rate of 60.83% ($p<0.05$), compared to the other treatments.

Shrimp samples were collected at random before the start of the experiment, and after feeding in 3 hours, 6 hours, 12 hours, 24 hours, and on day 3, day 5, day 7, day 14, day 21, day 28, day 42, day 56, day 70, and day 84. These samples were taken to measure the specific activities of the proteinase enzyme. It was found that the trypsin specific activity at 50 $^{\circ}$C was highest on day 70 and day 80 of the experiment period ($p<0.05$). Chymotrypsin specific activity at 50 $^{\circ}$C highest at day 70 of the experiment period. However, there was no significant difference in specific activity among the three types of treatments.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

สมมติฐานในการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 3

นิยามศัพท์เฉพาะ 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

ชีววิทยาของกุ้งกุลาดำ (*Penaeus monodon*) 4

รูปร่างและลักษณะทั่วไปของกุ้งกุลาดำ 4

โปรตีนและเอนไซม์ 7

โพรไบโอติก (Probiotics) 9

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 11

3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย 17

อุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการทดลอง 17

วิธีการทดลอง 19

การคัดเลือกจุลินทรีย์ 19

การศึกษากิจกรรมของเชื้อคู่ผสมและเชื้อผสมรวม (Mixed Culture) 20

การศึกษาความสามารถของจุลินทรีย์เชื้อเดี่ยว เชื้อคู่ และเชื้อผสมรวม ในการต่อต้านเชื้อก่อโรคในกุ้งกุลาดำ 21

การศึกษาความไวต่อยาต้านจุลชีพ 21

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การเตรียมเซลล์สด (Fresh Cells) ของโพรไบโอติกเพื่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	22
	การเตรียมอาหารเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	23
	การทดสอบแบบ In Vivo ด้วยการนำจุลินทรีย์มาเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	23
	การสกัดเอนไซม์ย่อยอาหารจากกุ้งกุลาดำ	24
	การวัดแอคติวิตีของเอนไซม์ย่อยอาหาร	25
	การทดสอบความต้านทานต่อเชื้อ *V. harvevi* กับกุ้งกุลาดำ	25
	การวิเคราะห์ทางสถิติ	26
	อักษรย่อ	26
4	ผลการศึกษา	27
	การคัดเลือกจุลินทรีย์เพื่อใช้เป็นโพรไบโอติก	27
	ผลของโพรไบโอติกต่อการเจริญเติบโต และอัตรารอดของกุ้งกุลาดำ	40
	การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ทริปซินและไคโมทริปซิน	45
	แอคติวิตีของทริปซินในกุ้งกุลาดำ	45
	แอคติวิตีของไคโมทริปซินในกุ้งกุลาดำ	47
	ปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหาร	50
	แอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน	52
	แอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน	54
5	อภิปรายผลการทดลอง	57
	อภิปรายผลการทดลอง	57
	สรุปผลการทดลอง	61
	ข้อเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม		63
ภาคผนวก		70
	ภาคผนวก ก แสดงตารางผลการวิเคราะห์ SPSS	71
	ภาคผนวก ข สูตรโครงสร้างที่ใช้ในการวิจัย	80
	ภาคผนวก ค อาหารและสารเคมีที่ใช้ในการเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย	88
	ภาคผนวก ง ตารางมาตรฐานสำหรับแปลผลความไวของเชื้อต่อยาชนิดต่าง ๆ	94
ประวัติย่อของผู้วิจัย		97

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชื่อย่อของเชื้อจุลินทรีย์ที่นำมาคัดเลือกเป็นโพรไบโอติก	26
2	แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตของจุลินทรีย์เดี่ยว บน Starch Agar เมื่อหยดไอโอดีนแล้ว ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	28
3	แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายโปรตีนของจุลินทรีย์เดี่ยว บน Skim Milk Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	29
4	ทดสอบการย่อยไขมันของจุลินทรีย์เดี่ยว แสดงขนาดหยดเชื้อ และบริเวณใสที่เกิดขึ้นบน Tributyrin Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	30
5	แสดงขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนใสที่ไม่มีโคโลนีของเชื้อเกิดขึ้น (Zone of Inhibition) เมื่อทดสอบกับยาต้านเชื้อจุลชีพ	32
6	แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตของจุลินทรีย์คู่ บน Starch Agar เมื่อหยดไอโอดีนแล้ว ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	33
7	แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายโปรตีนของจุลินทรีย์คู่ แสดงขนาดหยดเชื้อ และบริเวณใสที่เกิดขึ้นบน Skim Milk Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	34
8	แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายไขมันของจุลินทรีย์คู่ บน Tributyrin Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	35
9	แสดงประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันของเชื้อจุลินทรีย์รวม บน Starch Agar เมื่อหยดไอโอดีนแล้ว Skim Milk Agar และ Tributyrin Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	37
10	แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อก่อโรคบนอาหาร NA ที่มี 3% NaCl ที่ทำ การเกลี่ย *Vibrio harveyi* จนทั่วที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	38
11	แสดงการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำตามน้ำหนัก (กรัม) ตามระยะเวลาในการทดลองต่าง ๆ ที่ทรีทเมนท์ต่างกันต่างกัน	41
12	แสดงการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำตามความยาว (เซนติเมตร) ตามระยะเวลาในการทดลอง ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน	43
13	แสดงอัตราการรอดตายของกุ้งกุลาดำที่ทรีทเมนท์ต่างกัน	44

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

14 แอคติวิตีของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} ml^{-1}) ของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลอง ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 46

15 แอคติวิตีของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} ml^{-1}) ของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 49

16 ปริมาณโปรตีนในน้ำย่อยอาหารที่สกัดจากกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 50

17 แอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} mg^{-1} protein) ของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลอง ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 53

18 แอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} mg^{-1} protein) ของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 55

19 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างระหว่างกลุ่มของแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินของกุ้งกุลาดำตามเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 71

20 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างระหว่างกลุ่มของโปรตีนในเอนไซม์ของกุ้งกุลาดำตามเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 72

21 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างระหว่างกลุ่มของแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินของกุ้งกุลาดำตามเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 73

22 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างระหว่างกลุ่มของ T/ C Ratio ของกุ้งกุลาดำตามเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 74

23 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างระหว่างกลุ่มของการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนัก และความยาวของกุ้งกุลาดำตามเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 75

24 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างระหว่างกลุ่มของอัตรารอดของกุ้งกุลาดำตามเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 76

25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างระหว่างกลุ่มของแอคติวิตีของทริปซินของกุ้งกุลาดำตามเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 77

26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวน และความแตกต่างระหว่างกลุ่มของแอคติวิตีของไคโมทริปซินของกุ้งกุลาดำตามเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน..... 78

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
27	สูตรโมเลกุลและมวลโมเลกุล	84
28	การเตรียมสารละลายโปรตีนมาตรฐาน *p*-Nitroaniline	85
29	การเตรียมสารละลายโปรตีนมาตรฐาน BSA	86
30	มาตรฐานสำหรับแปลผลความไวของเชื้อต่อยาต้านจุลชีพชนิดต่าง ๆ	95

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1 แสดงการย่อยสลายสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันของเชื้อจุลินทรีย์เดี่ยว จากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก และจากลำไส้กุ้งกุลาดำ 31

2 แสดงการย่อยสลายสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันของเชื้อจุลินทรีย์คู่ จากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก และจากลำไส้กุ้งกุลาดำ 36

3 แสดงการย่อยสลายสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันของเชื้อจุลินทรีย์รวม จากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก และจากลำไส้กุ้งกุลาดำ 37

4 แสดงการยับยั้งเชื้อก่อโรค ของเชื้อจุลินทรีย์เดี่ยว เชื้อจุลินทรีย์คู่ และเชื้อจุลินทรีย์รวม จากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก และจากลำไส้กุ้งกุลาดำ 39

5 แสดงน้ำหนักของกุ้งกุลาดำ ตามระยะเวลาในการทดลองต่าง ๆ ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน 40

6 แสดงความยาวของกุ้งกุลาดำ ตามระยะเวลาในการทดลอง ต่าง ๆ ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน ... 42

7 แสดงอัตรารอดของกุ้งกุลาดำที่ทรีทเมนท์ต่างกันหลังจากเหนี่ยวนำให้เกิดโรค 44

8 แสดงแอคติวิตีของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} ml^{-1}) ตามระยะเวลาในการทดลองของกุ้งกุลาดำ ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน 45

9 แสดงแอคติวิตีของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} ml^{-1}) ตามระยะเวลาในการทดลอง ของกุ้งกุลาดำ ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน 48

10 แสดงแอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} mg $Protein^{-1}$) ของกุ้งกุลาดำ ตามระยะเวลาในการทดลอง ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน 52

11 แสดงแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} mg $Protein^{-1}$) ของกุ้งกุลาดำ ตามระยะเวลาในการทดลอง ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน 54

12 สูตรโครงสร้างของ N α-Benzoyl-DL-Arginine 4-Nitroanilide Hydrochloride 80

13 สูตรโครงสร้างของ N-Succinyl-Ala-Ala-Pro-Phe p-Nitroanilide 80

14 สูตรโครงสร้างของ 4-Nitroaniline (p-Nitroaniline) 80

15 กราฟมาตรฐานของโปรตีนโดยใช้ BSA ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ 81

16 กราฟมาตรฐานของ p-Nitroaniline 81

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University