บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาคัดเลือกจุลินทรีย์ โดยศึกษาประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอาหาร คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ศึกษาการต่อต้านเชื้อก่อโรคในกุ้งกุลาดำ และความไวของเชื้อต่อยาต้านจุลชีพ ได้ทำการคัดเลือกจุลินทรีย์เชื้อคู่มาทดลองใช้เป็นโพรไบโอติก โดยเสริมลงในอาหาร และในน้ำให้กับกุ้งกุลาดำอายุประมาณ 1 เดือน แล้วสุ่มเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ค่าแอคติวิตีของเอนไซม์ย่อยอาหาร เมื่อเลี้ยงครบ 90 วันทำการเหนี่ยวนำให้เกิดโรคด้วย *Vibrio harveyi* ต่อไปอีก 10 วัน ผลการศึกษาวิจัยในแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

การคัดเลือกจุลินทรีย์เพื่อใช้เป็นโพรไบโอติก

การคัดเลือกจุลินทรีย์ เพื่อนำมาใช้เป็นโพรไบโอติกในการศึกษาทดลองครั้งนี้ ได้นำผลการทดลองของปฏิมา ชัยพิริยะศักดิ์ (2546) ที่ทำการคัดเลือกจุลินทรีย์จากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติกในการย่อยสลายสารอาหาร และการต่อต้านเชื้อก่อโรคในกุ้งกุลาดำ และวุฒิศักดิ์ ศักดิ์สิทธิ์ (2546) ที่ทำการคัดเลือกจุลินทรีย์จากลำไส้กุ้งกุลาดำเพื่อใช้เป็นโพรไบโอติกสำหรับกุ้งกุลาดำ พบว่าเชื้อจุลินทรีย์ F1, F2, F3, F4, F5, F6, C1, C2, C3, C4, C5, C6 และ S2, S3, T0, T1, T2 และ T3 มีคุณสมบัติในการย่อยสลายสารอาหาร คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันได้ดี

1. ทดสอบการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน

เชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 18 เชื้อดังกล่าว ถูกนำมาทดสอบการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันโดยพิจารณาสัดส่วนระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณใสรอบโคโลนีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของหยดเชื้อเป็นเกณฑ์

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต ของจุลินทรีย์เดี่ยวทั้ง 18 เชื้อดังแสดงผลในตารางที่ 2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตของจุลินทรีย์เดี่ยว บน Starch Agar เมื่อหยดไอโอดีนแล้ว ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

รหัสเชื้อ	ขนาดหยดเชื้อโดยเฉลี่ย (ซม.)	ขนาดเคลียร์โซนโดยเฉลี่ย (ซม.)	ประสิทธิภาพการย่อยสลาย
F1	0.20 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00
F2	0.13 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00
F3	0.22 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00
F4	1.40 ± 0.00	1.40 ± 0.00	1.00
F5	1.88 ± 0.03	1.87 ± 0.06	0.99
F6	2.20 ± 0.00	2.20 ± 0.00	1.00
C1	0.70 ± 0.00	0.88 ± 0.03	1.26
C2	2.18 ± 0.03	1.12 ± 0.03	0.51
C3	0.63 ± 0.03	0.62 ± 0.03	0.98
C4	0.92 ±0.03	0.92 ± 0.03	1.00
C5	1.82 ± 0.03	1.80 ± 0.00	0.99
C6	0.43 ± 0.03	0.42 ± 0.03	0.98
S2	0.12 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00
S3	0.42 ± 0.03	0.88 ± 0.03	2.10
T0	0.20 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00
T1	0.10 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00
T2	0.38 ± 0.03	0.38 ± 0.03	1.00
T3	0.17 ± 0.03	0.17 ± 0.03	1.00

Mean ± S.D. (N = 3)

พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด คือ S3 (2.10), C1 (1.26) และ F4, F6, C4, T2, T3 (1.00) ตามลำดับ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายโปรตีน ของจุลินทรีย์เดี่ยวทั้ง 18 เชื้อ ดังแสดงผลในตารางที่ 3

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 3 แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายโปรตีนของจุลินทรีย์เดี่ยว บน Skim Milk Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

รหัสเชื้อ	ขนาดหยดเชื้อโดยเฉลี่ย (ซม.)	ขนาดเคลียร์โซนโดยเฉลี่ย (ซม.)	ประสิทธิภาพการย่อยสลาย
F1	0.20 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00
F2	0.08 ± 0.03	0.32 ± 0.03	4.00
F3	0.28 ± 0.03	0.38 ± 0.03	1.36
F4	0.37 ± 0.03	1.58 ± 0.03	4.27
F5	0.32 ± 0.03	1.08 ± 0.03	3.38
F6	0.20 ± 0.00	1.42 ± 0.03	7.10
C1	0.18 ± 0.03	1.28 ± 0.03	7.11
C2	0.30 ±0.00	1.60 ± 0.00	5.33
C3	0.28 ± 0.03	1.52 ± 0.03	5.43
C4	0.32 ± 0.03	1.58 ± 0.03	4.94
C5	0.23 ± 0.03	1.50 ± 0.00	6.52
C6	0.28 ± 0.03	1.48 ± 0.03	5.29
S2	0.12 ± 0.03	0.87 ± 0.03	7.25
S3	0.22 ± 0.03	1.58 ± 0.03	7.18
T0	0.10 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00
T1	0.10 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00
T2	0.23 ± 0.03	1.47 ± 0.03	6.39
T3	0.10 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00

Mean ± S.D. (N = 3)

พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายโปรตีนสูงที่สุดคือ S2 (7.25), S3 (7.18), C1 (7.11), F6 (7.10) ตามลำดับ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายไขมัน ของจุลินทรีย์เดี่ยวทั้ง 18 เชื้อ ดังแสดงผลในตารางที่ 4

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 4 ทดสอบการย่อยไขมันของจุลินทรีย์เดี่ยว แสดงขนาดหยดเชื้อ และบริเวณใสที่เกิดขึ้นบน Tributyrin Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

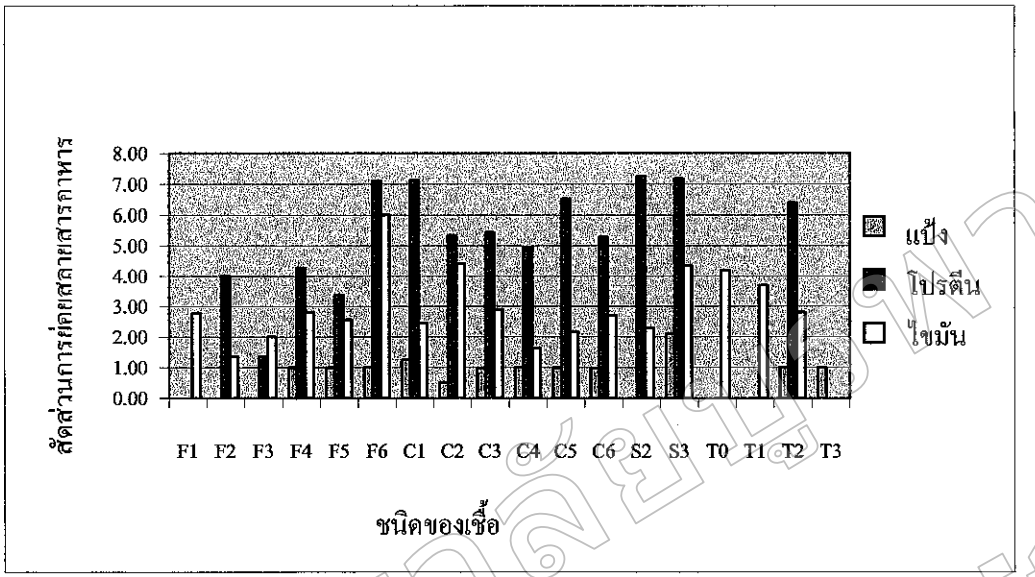
รหัสเชื้อ	ขนาดหยดเชื้อโดยเฉลี่ย (ซม.)	ขนาดเคลียร์โซนโดยเฉลี่ย (ซม.)	ประสิทธิภาพการย่อยสลาย
F1	0.18 ± 0.03	0.50 ± 0.00	2.78
F2	0.22 ± 0.03	0.30 ± 0.00	1.36
F3	0.20 ± 0.00	0.40 ± 0.00	2.00
F4	0.32 ± 0.03	0.90 ± 0.00	2.81
F5	0.43 ± 0.03	1.10 ± 0.00	2.56
F6	0.22 ± 0.03	1.32 ± 0.03	6.00
C1	0.53 ± 0.03	1.30 ± 0.00	2.45
C2	0.28 ± 0.03	1.23 ± 0.03	4.39
C3	0.38 ± 0.03	1.10 ± 0.00	2.89
C4	0.80 ± 0.00	1.30 ± 0.00	1.63
C5	0.60 ± 0.00	1.30 ± 0.00	2.17
C6	0.38 ± 0.03	1.03 ± 0.06	2.71
S2	0.10 ± 0.00	0.23 ± 0.03	2.30
S3	0.33 ± 0.06	1.43 ± 0.03	4.33
T0	0.22 ± 0.03	0.92 ± 0.03	4.18
T1	0.13 ± 0.03	0.48 ± 0.03	3.69
T2	0.35 ± 0.00	0.98 ± 0.03	2.80
T3	0.10 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00

Mean ± S.D. (N = 3)

พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายไขมันสูงที่สุด คือ F6 (6.00), C2 (4.39), S3 (4.33) และ T0 (4.18) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบจุลินทรีย์เชื้อเดี่ยวที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายโปรตีนได้ดีที่สุดเป็นหลัก (เนื่องจาก กุ้งกุลาดำเป็นสัตว์ที่ต้องการสารอาหารประเภทโปรตีนสูง (ลิลา เรืองแป้น, 2542ค) ดังแสดงในภาพที่ 1

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 1 แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันของจุลินทรีย์เดี่ยวจากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก และจากลำไส้กุ้งกุลาดำ

ประกอบกับความสามารถในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตและไขมันได้ดีจึงทำการคัดเลือกเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 7 เชื้อ คือ F6, C1, C2, C5, S2, S3 และ T2 ซึ่งเป็นจุลินทรีย์กลุ่ม *Bacillus* และ *Micrococcus* ซึ่งเป็นแบคทีเรียที่ไม่ก่อโรค แล้วนำเชื้อจุลินทรีย์ทั้ง 7 เชื้อไปทดสอบความไวของเชื้อต่อยาต้านจุลชีพ โดยใช้ยาต้านจุลชีพที่มัก ถูกคัดเลือกใช้เป็นอันดับแรก First Choice (คณะแพทย์ศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2537 และ คณะทำงานจัดทำคู่มือการใช้ยาต้านจุลชีพ, 2539) จำนวน 3 ชนิด คือเพนนิซิลินจี 10 ยูนิต เป็นยากลุ่มเบตาแลคแตม ออกฤทธิ์ฆ่าทำลายเชื้อแบคทีเรีย (Bactericidal) (มาลิน จุลศิริ, 2540) ซึ่งถูกเลือกใช้เป็น Drug of Choice ของแบคทีเรียกลุ่มแกรมบวกรูปกลม และยาต้านจุลชีพที่แบคทีเรียกลุ่มที่จะนำไปพัฒนาเป็นโพรไบโอติกไม่ควรจะมีการดื้อคือแวนโคมัยซิน 30 ไมโครกรัม เป็นยากลุ่ม Aminoglycosides ออกฤทธิ์ฆ่าทำลายเชื้อแบคทีเรีย (Bactericidal) (มาลิน จุลศิริ, 2540) รวมทั้ง Drug of Choice ของแบคทีเรียกลุ่ม *Bacillus* คือแวนโคมัยซิน 30 ไมโครกรัม และเจนตามัยซิน 10 ไมโครกรัม เป็นยากลุ่ม Glycopeptides ออกฤทธิ์ฆ่าทำลายเชื้อแบคทีเรีย (Bactericidal) (มาลิน จุลศิริ, 2540) ดังตารางที่ 5

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 5 แสดงขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของส่วนใสที่ไม่มีโคโลนีของเชื้อเกิดขึ้น (Zone of Inhibition) เมื่อทดสอบกับยาต้านเชื้อจุลชีพ

รหัสเชื้อ	เคลียร์โซนเจนตามัยซิน เฉลี่ย (ซ.ม.)	เคลียร์โซน แวนโคมัยซินเฉลี่ย (ซ.ม.)	เคลียร์โซน เพนนิซิลิน จี เฉลี่ย (ซ.ม.)
C1	2.18 ± 0.03	2.22 ± 0.03	2.92 ± 0.03
C2	2.25 ± 0.05	2.23 ± 0.06	2.43 ± 0.15
C5	2.20 ± 0.10	2.20 ± 0.10	3.12 ± 0.03
F6	2.25 ± 0.05	2.17 ± 0.06	2.92 ± 0.03
S2	1.77 ± 0.06	1.73 ± 0.06	2.17 ± 0.06
S3	1.82 ± 0.03	2.05 ± 0.09	2.47 ± 0.03
T2	2.17 ± 0.06	1.87 ± 0.06	2.02 ± 0.10

Mean ± S.D. (N = 3)

นำค่าที่ได้ไปเทียบกับตารางมาตรฐานสำหรับแปลผลความไวของเชื้อต่อยาชนิดต่าง ๆ จากขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (ภาคผนวก ง)

พบว่า จุลินทรีย์ที่ทำการคัดเลือกทุกเชื้อมีความไวต่อยาต้านจุลชีพ ซึ่งสามารถถูกทำลายได้ด้วยยาต้านจุลชีพทั้ง 3 ชนิด

หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตแบบเชื้อคู่ โดยนำจุลินทรีย์ทั้ง 7 เชื้อ มาทำการจับคู่แบบต่างสายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 6

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 6 แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตของจุลินทรีย์คู่ บน Starch Agar เมื่อหยดไอโอดีนแล้ว ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

รหัสเชื้อ	ขนาดหยดเชื้อ โดยเฉลี่ย (ซ.ม.)	ขนาดเคลียร์โซน โดยเฉลี่ย (ซ.ม.)	ประสิทธิภาพ การย่อยสลาย
C1_C2	1.43 ± 0.12	1.63 ± 0.06	1.14
C1_S2	1.03 ± 0.06	1.43 ± 0.06	1.39
C1_S3	1.40 ± 0.10	1.60 ± 0.00	1.14
C1_T2	0.90 ± 0.10	1.17 ± 0.15	1.30
C5_C2	1.30 ± 0.00	1.50 ± 0.00	1.15
C5_S2	1.00 ± 0.00	1.20 ± 0.00	1.20
C5_S3	1.43 ± 0.12	1.63 ± 0.12	1.14
C5_T2	1.13 ± 0.06	1.33 ± 0.06	1.18
F6_C2	1.17 ± 0.12	1.47 ± 0.21	1.26
F6_S2	1.00 ± 0.00	1.50 ± 0.00	1.50
F6_S3	1.33 ± 0.15	1.43 ± 0.06	1.08
F6_T2	1.40 ± 0.17	1.53 ± 0.23	1.10
S2_C2	1.27 ± 0.06	1.47 ± 0.06	1.16
S2_S3	1.13 ± 0.12	1.57 ± 0.06	1.38
T2_C2	1.27 ± 0.06	1.50 ± 0.00	1.18
T2_S3	1.13 ± 0.06	1.50 ± 0.00	1.32

Mean ± S.D. (N = 3)

ผลการทดสอบการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรตแบบจุลินทรีย์เชื้อคู่ พบว่า เชื้อจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอาหารคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุดคือ F6_S2 (1.50), C1_S2 (1.39) และ S2_S3 (1.38) ตามลำดับ

หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายโปรตีนแบบเชื้อคู่ โดยนำจุลินทรีย์ทั้ง 7 เชื้อ มาทำการจับคู่แบบต่างสายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 7

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 7 แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายโปรตีนของจุลินทรีย์คู่ แสดงขนาดหยดเชื้อ และบริเวณใสที่เกิดขึ้นบน Skim Milk Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

รหัสเชื้อ	ขนาดหยดเชื้อ โดยเฉลี่ย (ซ.ม.)	ขนาดเคลียร์โซน โดยเฉลี่ย (ซ.ม.)	ประสิทธิภาพ การย่อยสลาย
C1_C2	0.90 ± 0.00	2.10 ± 0.00	2.33
C1_S2	0.67 ± 0.15	1.67 ± 0.15	2.50
C1_S3	0.78 ± 0.10	1.97 ± 0.21	2.51
C1_T2	0.75 ± 0.22	1.70 ± 0.26	2.27
C5_C2	0.57 ± 0.12	1.53 ± 0.03	2.71
C5_S2	0.60 ± 0.00	1.57 ± 0.06	2.61
C5_S3	0.73 ± 0.06	2.20 ± 0.20	3.00
C5_T2	0.73 ± 0.06	1.67 ± 0.06	2.27
F6_C2	0.77 ± 0.06	2.13 ± 0.12	2.78
F6_S2	0.70 ± 0.10	2.17 ± 0.15	3.10
F6_S3	0.83 ± 0.06	2.43 ± 0.06	2.92
F6_T2	0.63 ± 0.06	2.02 ± 0.08	3.18
S2_C2	0.85 ± 0.05	2.10 ± 0.10	2.47
S2_S3	0.65 ± 0.05	2.30 ± 0.10	3.54
T2_C2	0.77 ± 0.12	2.07 ± 0.12	2.70
T2_S3	0.62 ± 0.08	2.30 ± 0.10	3.73

Mean ± S.D. (N = 3)

ผลการทดสอบการย่อยสลายโปรตีนแบบจุลินทรีย์เชื้อคู่ พบว่าเชื้อจุลินทรีย์เชื้อคู่ที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอาหารโปรตีนสูงที่สุดคือ T2_S3 (3.73), S3_S3 (3.54) และ F6_T2 (3.18) ตามลำดับ

หลังจากนั้นจึงทำการทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายไขมันแบบเชื้อคู่ โดยนำจุลินทรีย์ทั้ง 7 เชื้อ มาทำการจับคู่แบบต่างสายพันธุ์ ดังแสดงในตารางที่ 8

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 8 แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายไขมันของจุลินทรีย์คู่ บน Tributyrin Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

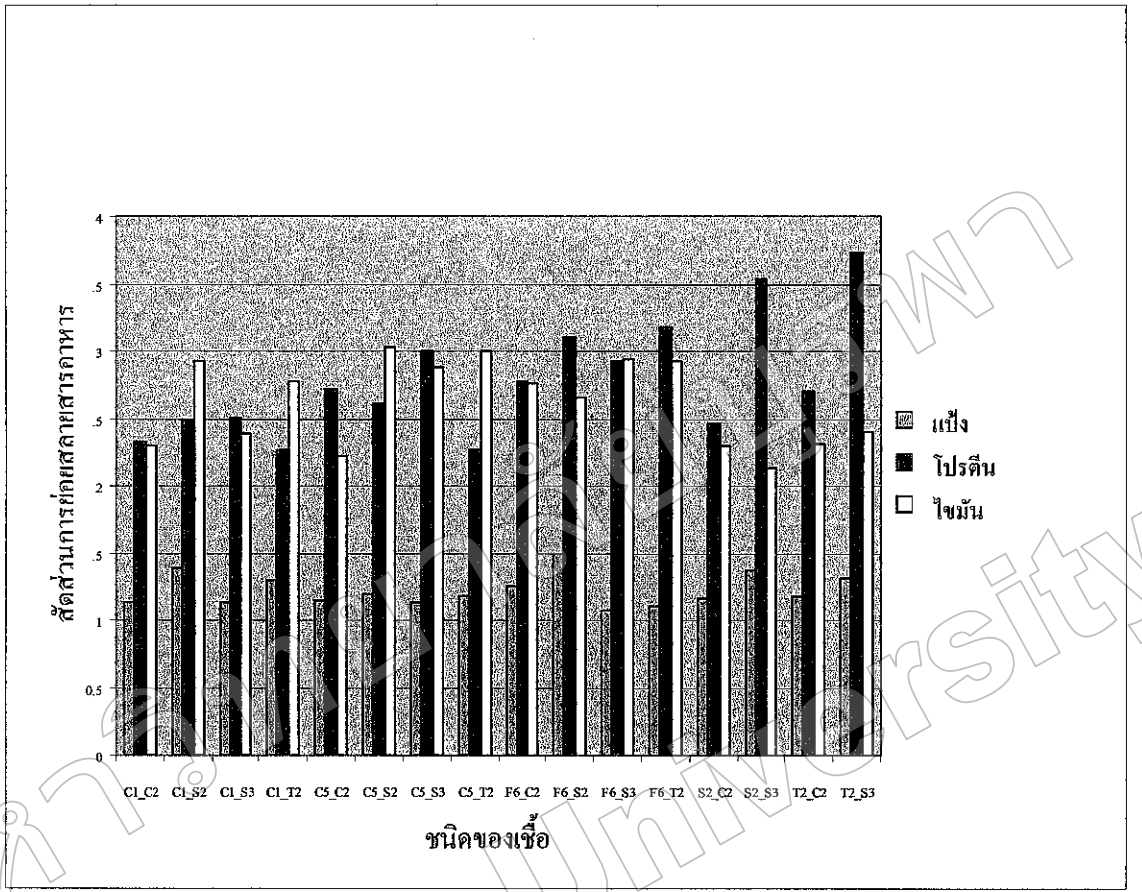
รหัสเชื้อ	ขนาดหยดเชื้อ โดยเฉลี่ย (ซ.ม.)	ขนาดเคลียร์โซน โดยเฉลี่ย (ซ.ม.)	ประสิทธิภาพ การย่อยสลาย
C1_C2	0.67 ± 0.15	1.53 ± 0.12	2.30
C1_S2	0.50 ± 0.10	1.47 ± 0.06	2.93
C1_S3	0.63 ± 0.06	1.52 ± 0.13	2.39
C1_T2	0.50 ± 0.00	1.38 ± 0.03	2.77
C5_C2	0.77 ± 0.06	1.70 ± 0.10	2.22
C5_S2	0.48 ± 0.03	1.47 ± 0.06	3.03
C5_S3	0.53 ± 0.06	1.53 ± 0.06	2.88
C5_T2	0.53 ± 0.06	1.60 ± 0.10	3.00
F6_C2	0.57 ± 0.06	1.57 ± 0.06	2.76
F6_S2	0.58 ± 0.14	1.55 ± 0.13	2.66
F6_S3	0.52 ± 0.03	1.52 ± 0.03	2.94
F6_T2	0.50 ± 0.00	1.47 ± 0.06	2.93
S2_C2	0.67 ± 0.06	1.53 ± 0.03	2.30
S2_S3	0.80 ± 0.10	1.70 ± 0.10	2.13
T2_C2	0.73 ± 0.06	1.70 ± 0.00	2.32
T2_S3	0.73 ± 0.06	1.77 ± 0.06	2.41

Mean ± SD. (N = 3)

ผลการทดสอบการย่อยสลายไขมันแบบจุลินทรีย์เชื้อคู่ พบว่า เชื้อจุลินทรีย์คู่ที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายไขมันสูงที่สุดคือ C5_S2 (3.03), C5_T2 (3.00) และF6_S3 (2.94) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบจุลินทรีย์เชื้อคู่ที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ดังแสดงในภาพที่ 2

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2 แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันของจุลินทรีย์คู่จากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก และจากลำไส้กุ้งกุลาดำ

พบว่า จุลินทรีย์คู่ที่มีประสิทธิภาพการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันได้ดี เป็นอันดับแรก ๆ คือ T2_S3, S2_S3, F6_T2, F6_S2, C5_S3, F6_S3 และ F6_C2 ตามลำดับ

แล้วหลังจากนั้นจึงทำการทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันแบบเชื้อรวม โดยนำจุลินทรีย์ทั้ง 7 เชื้อ มาผสมรวมกัน ดังแสดงในตารางที่ 9

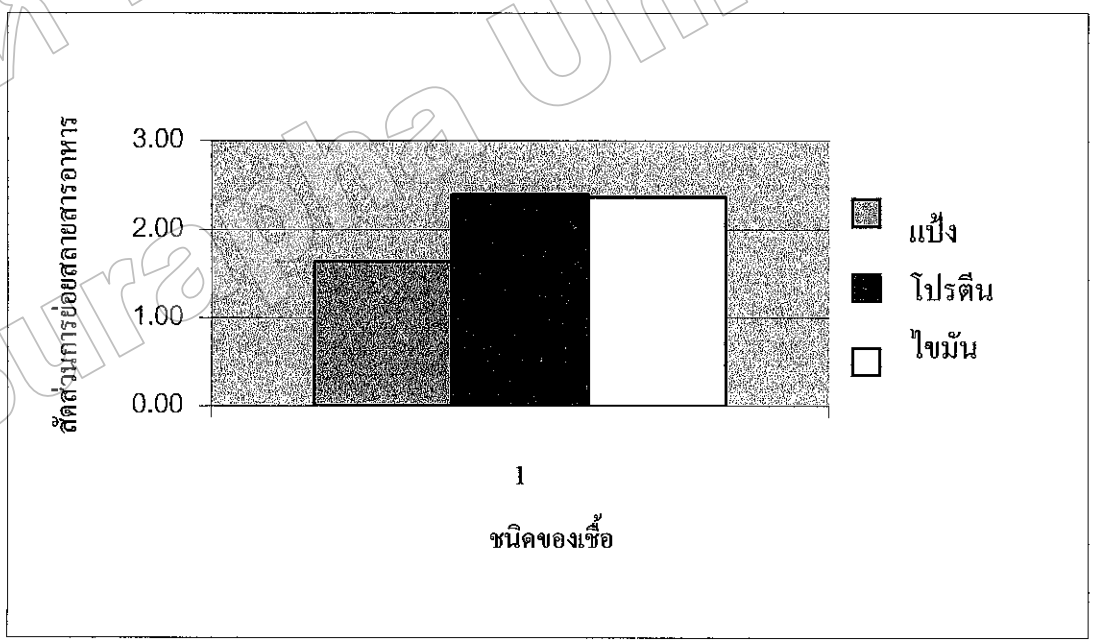
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 9 แสดงประสิทธิภาพการย่อยคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันของเชื้อจุลินทรีย์รวม บน Starch Agar เมื่อหยดไอโอดีนแล้ว Skim Milk Agar และ Tributyrin Agar ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

เชื้อรวม	ขนาดหยดเชื้อ โดยเฉลี่ย (ซ.ม.)	ขนาดเคลียร์โซน โดยเฉลี่ย (ซ.ม.)	ประสิทธิภาพ การย่อยสลาย
คาร์โบไฮเดรต	1.03 ± 0.07	1.69 ± 0.25	1.64
โปรตีน	1.21 ± 0.12	2.90 ± 0.22	2.40
ไขมัน	1.13 ± 0.13	2.67 ± 0.20	2.36

Mean ± S.D. (N = 3)

และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันของจุลินทรีย์รวมดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 แสดงประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอาหารคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันของจุลินทรีย์รวมจากผลิตภัณฑ์โพรไบโอติก และจากลำไส้กุ้งกุลาดำ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

พบว่า สัดส่วนการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน เป็น 1.64, 2.40 และ2.36 ตามลำดับ

2. ทดสอบการยับยั้งเชื้อก่อโรค *V. harveyi*

นำเชื้อจุลินทรีย์แบบเชื้อเดี่ยว เชื้อคู่ และเชื้อรวม มาทดสอบการยับยั้งเชื้อก่อโรค *V. harveyi* ในอาหาร Nutrient Agar ที่มี 3% NaCl บนจานเพาะเลี้ยงเชื้อ โดยพิจารณาจากสัดส่วนระหว่างเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณใสรอบโคโลนีต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนี ดังแสดงในตารางที่ 10

พบว่า จุลินทรีย์คู่เท่านั้นที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อก่อโรคได้ โดยจุลินทรีย์คู่ที่มีความสามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคได้ดีที่สุด คือ F6_S2 รองลงมาคือ T2_C2, S2_S3, F6_S3, C5_C2, C5_S3, T2_S3, F6_C2 และS2_C2 ตามลำดับ

ตารางที่ 10 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อก่อโรคบนอาหาร NA ที่มี 3% NaCl ที่ทำการเกลี่ย *Vibrio harveyi* จนทั่วที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

รหัสเชื้อ	ขนาดหยดเชื้อ โดยเฉลี่ย(ซ.ม.)	ขนาดเคลียร์โซน โดยเฉลี่ย(ซ.ม.)	ประสิทธิภาพ การยับยั้งเชื้อก่อโรค
C1	1.32 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00
C2	1.48 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00
C5	2.25 ± 0.05	0.00 ± 0.00	0.00
F6	2.20 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00
S2	0.92± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00
S3	2.10 ± 0.00	0.00 ± 0.00	0.00
T2	1.17± 0.08	0.00 ± 0.00	0.00
C1_C2	1.15 ± 0.09	0.00 ± 0.00	0.00
C1_S2	1.20 ± 0.05	0.00 ± 0.00	0.00
C1_S3	1.12 ± 0.03	0.00 ± 0.00	0.00
C1_T2	1.25± 0.05	0.00 ± 0.00	0.00
C5_C2	1.13 ± 0.06	1.47 ± 0.12	1.29
C5_S2	1.70 ± 0.10	0.00 ± 0.00	0.00
C5_S3	1.00 ± 0.00	1.27 ± 0.03	1.27
C5_T2	1.70 ± 0.10	0.00 ± 0.00	0.00

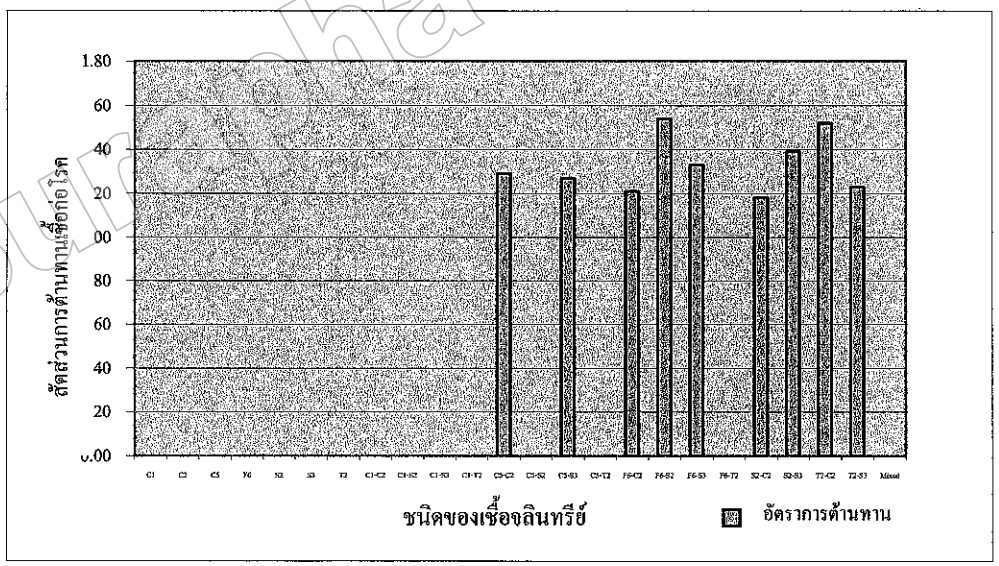
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 10 (ต่อ)

รหัสเชื้อ	ขนาดหยดเชื้อ โดยเฉลี่ย(ซ.ม.)	ขนาดเคลียร์โซน โดยเฉลี่ย(ซ.ม.)	ประสิทธิภาพ การยับยั้งเชื้อก่อโรค
F6_C2	1.13 ± 0.06	1.37 ± 0.12	1.21
F6_S2	0.93 ± 0.12	1.43 ± 0.21	1.54
F6_S3	1.15± 0.05	1.53 ± 0.06	1.33
F6_T2	1.12 ± 0.10	0.00 ± 0.00	0.00
S2_C2	1.10 ± 0.00	1.30 ± 0.00	1.18
S2_S3	1.12± 0.07	1.48 ± 0.06	1.39
T2_C2	1.03 ± 0.12	1.70 ± 0.10	1.52
T2_S3	1.25 ± 0.03	1.27 ± 0.06	1.23
Mixed	1.25 ± 0.05	0.00 ± 0.00	0.00

Mean ± S.D. (N = 3)

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการต้านทานเชื้อก่อโรคของจุลินทรีย์แบบเชื้อเดี่ยวเชื้อคู่ และเชื้อรวม ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อก่อโรคของเชื้อจุลินทรีย์เดี่ยว เชื้อจุลินทรีย์คู่ และเชื้อจุลินทรีย์รวม

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

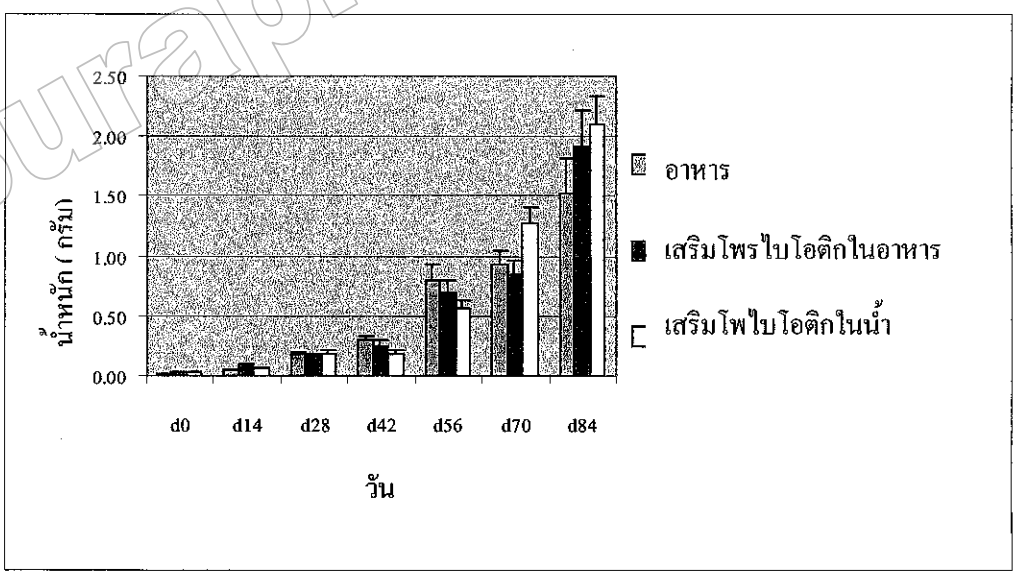
พบว่า จุลินทรีย์เดี่ยว และจุลินทรีย์รวม ไม่มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรค *V. harveyi* เลย แต่จุลินทรีย์คู่บางคู่สามารถยับยั้งเชื้อก่อโรคได้ โดยพบว่า เชื้อคู่ F6_S2 มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรคได้สูงที่สุด มีสัดส่วนเป็น 1.54 รองลงมา คือ T2_C2 (1.52) และ S2_S3 (1.39) ตามลำดับ

และเมื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน พบว่า จุลินทรีย์เดี่ยวมีประสิทธิภาพในการย่อยสลายคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันได้สูงที่สุด จุลินทรีย์คู่มีประสิทธิภาพรองลงมา และจุลินทรีย์รวมมีประสิทธิภาพต่ำที่สุด ประกอบกับความสามารถในการต้านทานต่อเชื้อก่อโรค พบว่าจุลินทรีย์เดี่ยว และจุลินทรีย์รวมไม่มีความสามารถในการต้านทานเชื้อก่อโรค ในขณะที่จุลินทรีย์คู่บางคู่มีความสามารถในการต้านทานเชื้อก่อโรคได้ดี จึงคัดเลือกจุลินทรีย์คู่ F6_S2 เพื่อใช้เป็นโพรไบโอติกในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำในการทดลองขั้นต่อไป

ผลของโพรไบโอติกต่อการเจริญเติบโตและอัตรารอดของกุ้งกุลาดำ

1. การเจริญเติบโต

เปรียบเทียบการเจริญเติบโตในภาพรวม ของกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก (T1) กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร (T2) และกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ (T3) โดยการชั่งน้ำหนักของกุ้งกุลาดำในวันที่ 0, 14, 28, 42, 56, 70 และ 84 แสดงผลตามภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงน้ำหนักของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลองต่าง ๆ ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

พบว่า วันที่ 84 กุ้งกุลาดำมี น้ำหนักเฉลี่ยสูงที่สุด1.84 และวันที่ 70 กุ้งกุลาดำมีน้ำหนักเฉลี่ย รองลงมา 1.01 กรัม วันที่ 56, 42, 28 และ14 กุ้งกุลาดำมี น้ำหนักเฉลี่ย 0.68 กรัม 0.24 กรัม 0.18 กรัม และ 0.07 กรัม ตามลำดับ และการเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักของกุ้งกุลาดำไม่มีความสัมพันธ์กับการได้รับการเสริมโพรไบโอติก

แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบน้ำหนักของกุ้งกุลาดำในแต่ละวันตลอดการทดลอง ระหว่างกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้ รับโพรไบโอติก กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร และ กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำตามน้ำหนัก (กรัม) ตามระยะเวลาในการทดลองต่าง ๆ ที่ทรีทเมนท์ต่างกันต่างกัน

วัน	กุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก (กรัม)	กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร (กรัม)	กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ (กรัม)
0	0.008 ± 0.001^{a1}	0.036 ± 0.001^{c1}	0.027 ± 0.001^{b1}
14	0.050 ± 0.006^{a1}	0.096 ± 0.011^{b1}	0.062 ± 0.013^{a1}
28	0.179 ± 0.024^{a1}	0.167 ± 0.019^{a1}	0.182 ± 0.036^{a1}
42	0.291 ± 0.045^{a1}	0.256 ± 0.040^{a1}	0.181 ± 0.027^{a1}
56	0.800 ± 0.129^{a2}	0.694 ± 0.097^{a2}	0.569 ± 0.054^{a2}
70	0.922 ± 0.128^{a2}	0.839 ± 0.114^{a2}	1.274 ± 0.140^{a3}
84	1.530 ± 0.283^{a3}	1.918 ± 0.296^{a3}	2.098 ± 0.231^{a4}

Mean $\pm$ S.E. (N = 3)

หมายเหตุ: - ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้ง คือ ระยะเวลาที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

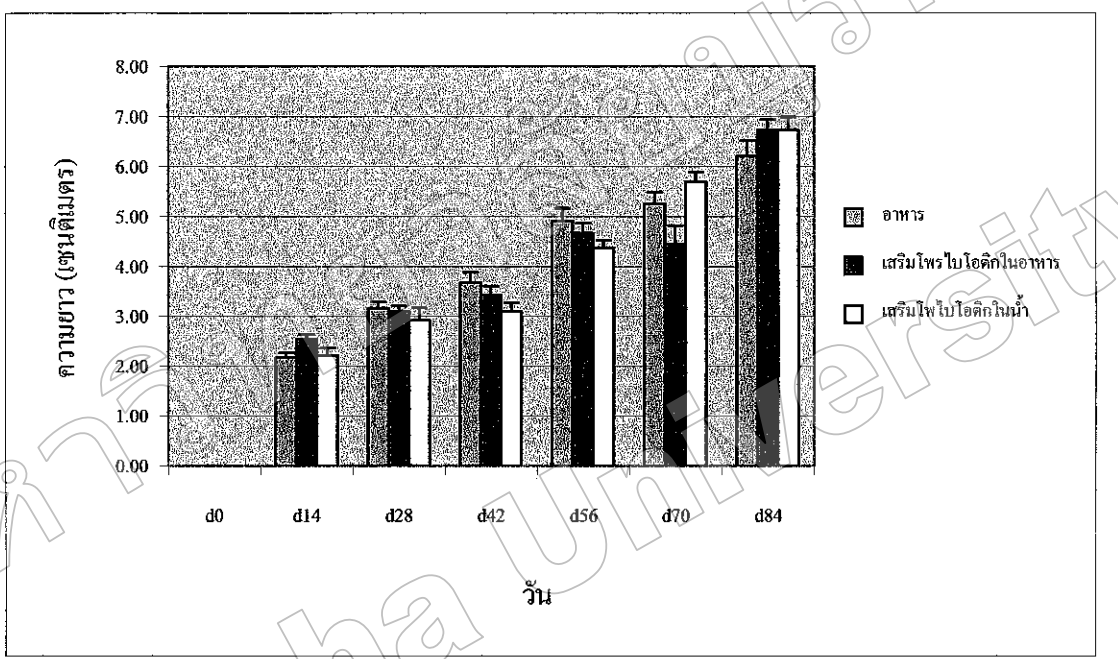
- ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนคือทรีทเมนท์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

พบว่า ในระยะเวลาการทดลองตลอด 84 วัน การเจริญเติบโตทางด้านน้ำหนักของกุ้งกุลาดำจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเฉพาะในวันที่ 14 เท่านั้น โดยกุ้งกุลาดำที่ได้รับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

โพรไบโอติกในอาหารมีน้ำหนักมากกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับการเสริมโพรไบโอติก สำหรับวันอื่น ๆ ไม่พบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนท์

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตในภาพรวม ของกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก (T1) กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร (T2) และกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ (T3) โดยการวัดความยาวของกุ้งกุลาดำในวันที่ 0, 14, 28, 42, 56, 70 และ 84 แสดงผลตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แสดงความยาวของกุ้งกุลาดำ ตามระยะเวลาในการทดลองต่าง ๆ ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

พบว่า วันที่ 84 กุ้งกุลาดำมีความยาวเฉลี่ยสูงสุด 6.56 ซม. วันที่ 70 กุ้งกุลาดำ มีความยาวเฉลี่ยรองลงมา 5.13 ซม. วันที่ 56, 42, 28, และ14 กุ้งกุลาดำมี ความยาวเฉลี่ย 4.65 ซม., 3.40 ซม., 3.06 ซม. และ2.31 ซม.ตามลำดับ และการเจริญเติบโตทางความยาวของกุ้งกุลาดำไม่มีความสัมพันธ์กับ การได้รับการเสริม โพรไบโอติก

แต่เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความยาวของกุ้งกุลาดำในแต่ละวันตลอดการทดลอง ระหว่างกุ้งกุลาดำที่ ไม่ได้รับโพรไบโอติก กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร และ กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ ดังแสดงในตารางที่ 12

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 12 แสดงการเจริญเติบโตของกุ้งกุลาดำตามความยาว (เซนติเมตร) ตามระยะเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

วัน	กุ้งกุลาดำที่ไม่ได้ รับโพรไบโอติก (ซม.)	กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร (ซม.)	กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ (ซม.)
0	0.000 ± 0.000^{a1}	0.000 ± 0.000^{a1}	0.000 ± 0.000^{a1}
14	2.167 ± 0.103^{a2}	2.544 ± 0.099^{a2}	2.211 ± 0.159^{a2}
28	3.156 ± 0.126^{a3}	3.089 ± 0.122^{a23}	2.922 ± 0.249^{a3}
42	3.678 ± 0.202^{a3}	3.433 ± 0.183^{a3}	3.100 ± 0.167^{a3}
56	4.911 ± 0.257^{a4}	4.667 ± 0.203^{a4}	4.378 ± 0.146^{a4}
70	5.256 ± 0.226^{a4}	4.444 ± 0.382^{a4}	5.700 ± 0.194^{b5}
84	6.211 ± 0.313^{a5}	6.733 ± 0.209^{a5}	6.744 ± 0.250^{a6}

Mean $\pm$ S.E. (N = 3)

หมายเหตุ: - ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งคือระยะเวลาที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

- ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนคือทรีทเมนท์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

พบว่า ในระยะเวลาการทดลองตลอด 84 วัน การเจริญเติบโตทางด้านความยาวของกุ้งกุลาดำจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 70 เท่านั้น โดยกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำมีความยาวมากกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับการเสริมโพรไบโอติก สำหรับวันอื่น ๆ ไม่พบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนท์

2. อัตรารอดและความต้านทานต่อเชื้อก่อโรคของกุ้งกุลาดำ

การศึกษาอัตราการรอดตายของกุ้งกุลาดำหลังจากทำการเลี้ยงครบ 90 วัน แล้วทำการเหนี่ยวนำให้เกิดโรคเรืองแสงด้วยเชื้อ *Vibrio harveyi* ต่อไปอีกเป็นเวลา 10 วัน ดังแสดงในตารางที่ 13 และภาพที่ 7

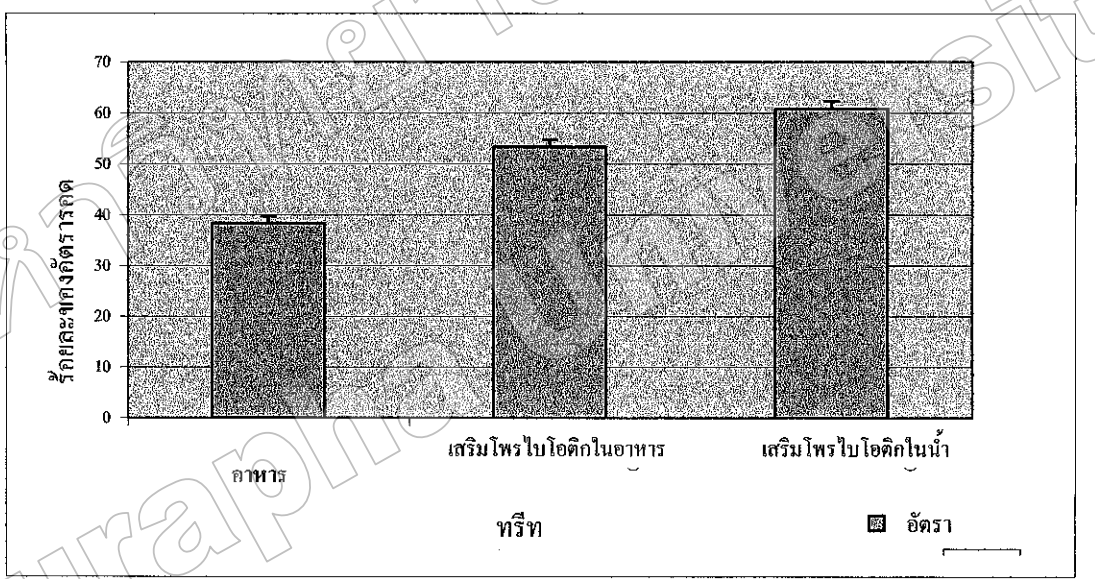
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 13 แสดงอัตราการรอดตายของกุ้งกุลาดำที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

ทรีทเมนท์	อัตรารอดของกุ้งกุลาดำร้อยละ
อาหาร	38.33 ± 1.44^{a}
เสริมโพรไบโอติกในอาหาร	53.33 ± 1.44^{b}
เสริมโพรไบโอติกในน้ำ	60.83 ± 1.44^{c}

Mean $\pm$ S.E. (N = 3)

หมายเหตุ: - ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งคือทรีทเมนท์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)



ภาพที่ 7 แสดงอัตรารอดของกุ้งกุลาดำที่ทรีทเมนท์ต่างกันหลังจากเหนี่ยวนำให้เกิดโรค

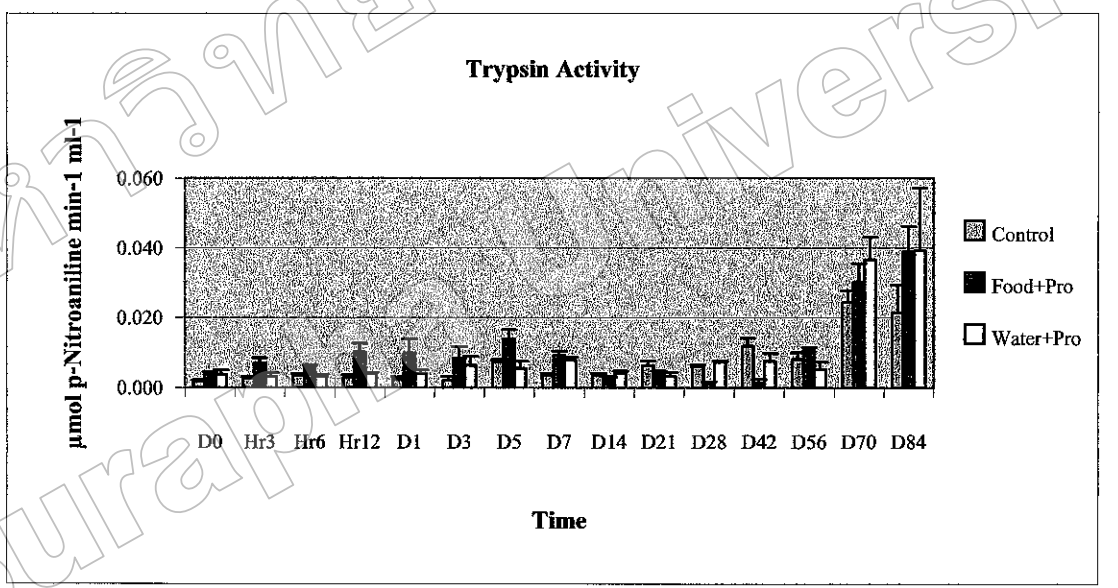
พบว่า การเสริมโพรไบโอติกมีผลต่ออัตรารอดตายของกุ้งกุลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำมีอัตราการรอดตายสูงที่สุด คิดเป็นร้อยละ 60.83 กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหารมีอัตรารอดตายรองลงมาคิดเป็นร้อยละ 50.33 และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก มีอัตรารอดต่ำที่สุดคิดเป็นร้อยละ 38.33

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การศึกษากิจกรรมของเอนไซม์ทริปซินและไคโมทริปซิน

1. แอคติวิตีของทริปซินในกุ้งกุลาดำ

ทำการศึกษาค่าแอคติวิตีของทริปซินในกุ้งกุลาดำ ระหว่างกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร และกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ โดยวัดค่าแอคติวิตีของทริปซินในกุ้งกุลาดำก่อนการทดลอง (วันที่ 0) และสุ่มเก็บตัวอย่างกุ้งกุลาดำหลังจากเริ่มให้อาหารมื้อแรกในชั่วโมงที่ 3, 6 และ12 วันที่ 1, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70 และ 80 โดยศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างทริปซินสับสเตรต (1.25 mM Benzoyl-L-Arginine-p-Nitroanilide ละลายใน 0.2 M Tris-HCl Buffer pH 8.4) และเอนไซม์ที่สกัดจากกุ้งกุลาดำที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วพิจารณาอัตราการผลิตของ p-Nitroaniline ที่ค่าการดูดกลืนแสง 410 นาโนเมตร ต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงแอคติวิตีของทริปซิน (µmol p-Nitroaniline min^{-1} ml^{-1}) ตามระยะเวลาในการทดลองของกุ้งกุลาดำที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

พบว่า แอคติวิตีของทริปซินของกุ้งกุลาดำโดยรวมมีค่าสูงที่สุดในวันที่ 84 และวันที่ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่า การเสริมโพรไบโอติกในอาหารทำให้ค่าแอคติวิตีของทริปซินในกุ้งกุลาดำมีค่าสูงที่สุด รองลงมา คือ กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ และ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติกมีค่าแอคติวิตีของทริปซินต่ำที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

แต่เมื่อพิจารณาผลของการเสริมโพรไบโอติกในกุ้งกุลาดำต่อค่าแอคติวิตีของทริปซินในแต่ละช่วงเวลาตลอดการทดลอง ดังแสดงผลในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 แอคติวิตีของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} ml^{-1}) ของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

กุ้งกุลาดำ	อาหาร	เติมโพรไบโอติกในอาหาร	เติมโพรไบโอติกในน้ำ
วันที่ 0	0.0017 ± 0.0005^{a1}	0.0038 ± 0.0007^{a1}	0.0038 ± 0.0013^{a1}
ชม. ที่ 3	0.0026 ± 0.0005^{a1}	0.0070 ± 0.0015^{a1}	0.0032 ± 0.0010^{a1}
ชม. ที่ 6	0.0035 ± 0.0005^{a1}	0.0061 ± 0.0005^{b12}	0.0032 ± 0.0006^{a1}
ชม. ที่ 12	0.0029 ± 0.0007^{a1}	0.0102 ± 0.0025^{b12}	0.0041 ± 0.0003^{a1}
วันที่ 1	0.0023 ± 0.0007^{a1}	0.0098 ± 0.0040^{a12}	0.0041 ± 0.0010^{a1}
วันที่ 3	0.0020 ± 0.0011^{a1}	0.0084 ± 0.0033^{a12}	0.0064 ± 0.0025^{a1}
วันที่ 5	0.0073 ± 0.0008^{a12}	0.0139 ± 0.0026^{a2}	0.0055 ± 0.0020^{a1}
วันที่ 7	0.0035 ± 0.0005^{a2}	0.0093 ± 0.0011^{b12}	0.0079 ± 0.0009^{b1}
วันที่ 14	0.0035 ± 0.0005^{a1}	0.0026 ± 0.0005^{a1}	0.0041 ± 0.0007^{a1}
วันที่ 21	0.0064 ± 0.0012^{a12}	0.0041 ± 0.0007^{a1}	0.0032 ± 0.0012^{a1}
วันที่ 28	0.0061 ± 0.0005^{b12}	0.0014 ± 0.0003^{a1}	0.0073 ± 0.0003^{b1}
วันที่ 42	0.0119 ± 0.0023^{b2}	0.0014 ± 0.0010^{a1}	0.0075 ± 0.0023^{ab1}
วันที่ 56	0.0081 ± 0.0019^{a12}	0.0107 ± 0.0008^{a12}	0.0052 ± 0.0022^{a1}
วันที่ 70	0.0244 ± 0.0033^{a3}	0.0302 ± 0.0053^{a3}	0.036 ± 0.0065^{a2}
วันที่ 84	0.0215 ± 0.0078^{a3}	0.0389 ± 0.0073^{a4}	0.0392 ± 0.0180^{a2}

Mean $\pm$ S.E. (N = 3)

หมายเหตุ: - ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งคือระยะเวลาที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

- ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนคือทรีทเมนท์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

พบว่า ในระยะเวลาการทดลองตลอด 84 วัน แอคติวิตีของทริปซินของกุ้งกุลาดำ จะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังต่อไปนี้

แอคติวิตีของทริปซินของกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหารในชั่วโมงที่ 6 และชั่วโมงที่ 12 มีค่าสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก

แอคติวิตีของทริปซินของกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร และกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำในวันที่ 7 มีค่าสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก

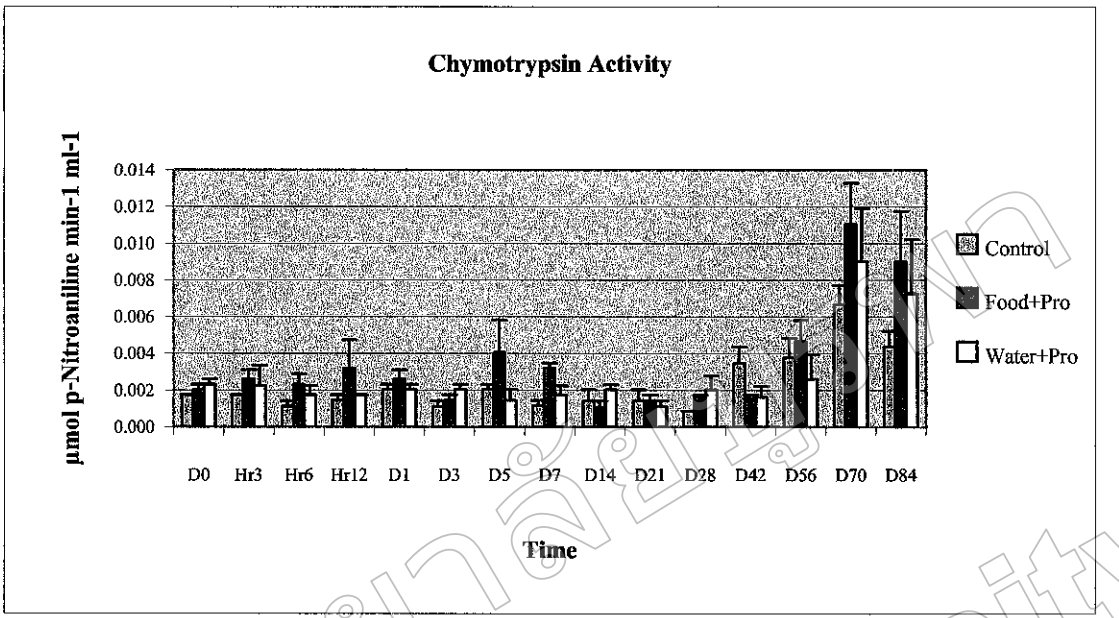
แอคติวิตีของกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก และกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำในวันที่ 28 มีค่าสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร

แอคติวิตีของกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติกในวันที่ 42 มีค่าสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ และสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร

2. แอคติวิตีของไคโมทริปซินในกุ้งกุลาดำ

ทำการศึกษาค่าแอคติวิตีของไคโมทริปซินระหว่างกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร และกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ โดยวัดค่าแอคติวิตีของไคโมทริปซินในกุ้งกุลาดำก่อนการทดลอง (วันที่ 0) และสุ่มเก็บตัวอย่างกุ้งกุลาดำหลังจากเริ่มให้อาหารมื้อแรก ในชั่วโมงที่ 3, 6, 12 วันที่ 1, 3, 5, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70 และ 84 โดยศึกษาการเกิดปฏิกิริยาระหว่างไคโมทริปซินสับสเตรต (0.1 mM N-Succinyl-Ala-Ala-Pro-Phe-p-Nitroanilide ละลายใน 0.2 M Tris-HCl Buffer pH 8.4) และเอนไซม์ที่สกัดจากกุ้งกุลาดำที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส แล้วพิจารณาอัตราการผลิตของ p-Nitroaniline ที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ 410 นาโนเมตรต่อนาที ดังแสดงในภาพที่ 9

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 9 แสดงแอคติวิตีของไคโมทริปซิน (µmol p-Nitroaniline min^{-1} ml^{-1}) ของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

พบว่า แอคติวิตีของไคโมทริปซินของกุ้งกุลาดำโดยรวมมีค่าสูงที่สุดในวันที่ 70 และวันที่ 84 รองลงมาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่า การเสริมโพรไบโอติกในอาหารทำให้ค่าแอคติวิตีของไคโมทริปซินในกุ้งกุลาดำมีค่าสูงที่สุด รองลงมาคือการเสริมโพรไบโอติกในน้ำ และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติกมีค่าแอคติวิตีของไคโมทริปซินต่ำที่สุด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

แต่เมื่อพิจารณาผลของการเสริมโพรไบโอติกในกุ้งกุลาดำต่อค่าแอคติวิตีของไคโมทริปซินในแต่ละช่วงเวลาตลอดการทดลอง ดังแสดงผลในตารางที่ 15

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

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

กุ้งกุลาดำ	อาหาร	เติมโพรไบโอติกในอาหาร	เติมโพรไบโอติก ในน้ำ
วันที่ 0	0.0017 ± 0.0000^{a12}	0.0020 ± 0.0003^{a1}	0.0023 ± 0.0003^{a1}
ชม. ที่ 3	0.0017 ± 0.0000^{a12}	0.0026 ± 0.0005^{a1}	0.0023 ± 0.0011^{a1}
ชม. ที่ 6	0.0011 ± 0.0003^{a1}	0.0023 ± 0.0006^{a1}	0.0017 ± 0.0005^{a1}
ชม. ที่ 12	0.0014 ± 0.0003^{a1}	0.0032 ± 0.0015^{a1}	0.0017 ± 0.0000^{a1}
วันที่ 1	0.0020 ± 0.0003^{a123}	0.0026 ± 0.0005^{a1}	0.0020 ± 0.0003^{a1}
วันที่ 3	0.0011 ± 0.0003^{a1}	0.0014 ± 0.0003^{a1}	0.0020 ± 0.0003^{a1}
วันที่ 5	0.0020 ± 0.0003^{a123}	0.0041 ± 0.0018^{a1}	0.0015 ± 0.0006^{a1}
วันที่ 7	0.0012 ± 0.0003^{a1}	0.0032 ± 0.0003^{b1}	0.0017 ± 0.0005^{a1}
วันที่ 14	0.0015 ± 0.0006^{a1}	0.0011 ± 0.0003^{a1}	0.0020 ± 0.0003^{a1}
วันที่ 21	0.0015 ± 0.0006^{a1}	0.0014 ± 0.000^{a1}	0.0011 ± 0.0003^{a1}
วันที่ 28	0.0009 ± 0.0000^{a1}	0.0017 ± 0.0000^{a1}	0.0020 ± 0.0008^{a1}
วันที่ 42	0.0035 ± 0.0009^{a234}	0.0017 ± 0.0000^{a1}	0.0016 ± 0.0006^{a1}
วันที่ 56	0.0038 ± 0.0011^{a34}	0.0047 ± 0.0012^{a1}	0.0026 ± 0.0013^{a1}
วันที่ 70	0.0067 ± 0.0010^{a5}	0.0110 ± 0.0023^{a2}	0.0090 ± 0.0029^{a2}
วันที่ 84	0.0043 ± 0.0009^{a4}	0.0090 ± 0.0027^{a2}	0.0073 ± 0.0030^{a2}

Mean $\pm$ S.E. (N = 3)

หมายเหตุ: - ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งคือระยะเวลาที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

- ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนคือทรีทเมนท์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

พบว่า ในระยะเวลาการทดลองตลอด 84 วัน แอคติวิตีของไคโมทริปซินของกุ้งกุลาดำจะแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เฉพาะในวันที่ 7 เท่านั้น โดยแอคติวิตีของไคโมทริปซินของกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร มีค่าสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. ปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหาร

ก่อนการวิเคราะห์หาค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน และค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินนั้นจำเป็นที่จะต้องหาปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารก่อน การหาปริมาณของโปรตีนในน้ำย่อยอาหารของกุ้งกุลาดำ ใช้วิธี Bio-Rad DC (Detergent-Compatible) Protein Assay (Rungruangsak-Torrisen et al., 2002)

พบว่า การเสริมโพรไบโอติก มีผลต่อปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารของกุ้งกุลาดำ โดยรวมในทรีทเมนท์ต่าง ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยัง พบว่า ระยะเวลาในการเลี้ยงมีผลต่อความแตกต่างของปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารของกุ้งกุลาดำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เช่นเดียวกัน โดยพบว่า กุ้งกุลาดำที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกในอาหารมีปริมาณของโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารสูงที่สุดเฉลี่ย 1.675 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และปริมาณโปรตีนรวมใน น้ำย่อยอาหารมีค่าต่ำที่สุดในกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับการเสริมโพรไบโอติก

แต่เมื่อพิจารณาผลของการเสริมโพรไบโอติกต่อปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารในแต่ละช่วงอายุของกุ้งกุลาดำตลอดการทดลอง ดังแสดงผลในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ปริมาณโปรตีนในน้ำย่อยอาหารที่สกัดจากกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

กุ้งกุลาดำ	ปริมาณโปรตีนในน้ำย่อยอาหาร ($mg\ ml^{-1}$)		
	อาหาร	เติมโพรไบโอติกในอาหาร	เติมโพรไบโอติกในน้ำ
วันที่ 0	1.0365 ± 0.0741^{a1}	1.1657 ± 0.0440^{a1}	1.1590 ± 0.0320^{a1}
ชม. ที่ 3	1.2732 ± 0.0510^{a12}	1.5480 ± 0.0450^{b123}	1.1778 ± 0.0669^{a1}
ชม. ที่ 6	1.2853 ± 0.1415^{a12}	1.5214 ± 0.1726^{a123}	1.8709 ± 0.5177^{a23}
ชม. ที่ 12	1.7437 ± 0.1943^{a34}	1.6976 ± 0.1887^{a23}	1.2390 ± 0.1275^{a1}
วันที่ 1	1.3109 ± 0.1314^{a12}	1.5873 ± 0.0155^{a123}	1.5294 ± 0.2010^{a123}
วันที่ 3	1.2207 ± 0.1354^{a12}	1.3577 ± 0.1136^{a12}	1.4210 ± 0.1413^{a123}
วันที่ 5	1.2262 ± 0.0432^{a12}	1.5353 ± 0.0465^{a123}	1.3404 ± 0.1073^{a12}
วันที่ 7	1.2654 ± 0.0232^{a12}	1.7268 ± 0.1296^{b23}	1.3027 ± 0.0559^{a12}
วันที่ 14	1.2933 ± 0.0778^{a12}	1.2977 ± 0.0692^{a12}	1.2759 ± 0.0819^{a12}
วันที่ 21	1.3653 ± 0.0152^{a12}	1.3358 ± 0.0379^{a12}	1.1621 ± 0.1597^{a1}

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 16 (ต่อ)

กุ้งกุลาดำ	ปริมาณโปรตีนในน้ำย่อยอาหาร (mg ml^{-1})		
	อาหาร	เติมโพรไบโอติกในอาหาร	เติมโพรไบโอติกในน้ำ
วันที่ 28	1.8444 ± 0.0514^{ab34}	1.6346 ± 0.1010^{a123}	2.0211 ± 0.0727^{b34}
วันที่ 42	2.0738 ± 0.2686^{a4}	1.9239 ± 0.1904^{a34}	1.7785 ± 0.1526^{a123}
วันที่ 56	2.4552 ± 0.1341^{a5}	2.6333 ± 0.1159^{a5}	2.4735 ± 0.2617^{a4}
วันที่ 70	1.5259 ± 0.0043^{a23}	1.9320 ± 0.0882^{b34}	1.8737 ± 0.0647^{b23}
วันที่ 84	1.7929 ± 0.0545^{a34}	2.2305 ± 0.3553^{a4}	2.0138 ± 0.1751^{a34}

Mean $\pm$ S.E. (N = 3)

หมายเหตุ: - ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งคือระยะเวลาที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

- ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนคือทรีทเมนท์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

พบว่า ในระยะเวลาการทดลองตลอด 84 วัน ปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารของกุ้งกุลาดำจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ดังต่อไปนี้

ปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารของ กุ้งกุลาดำที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกในอาหารในชั่วโมงที่ 3 และวันที่ 7 มีปริมาณสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก

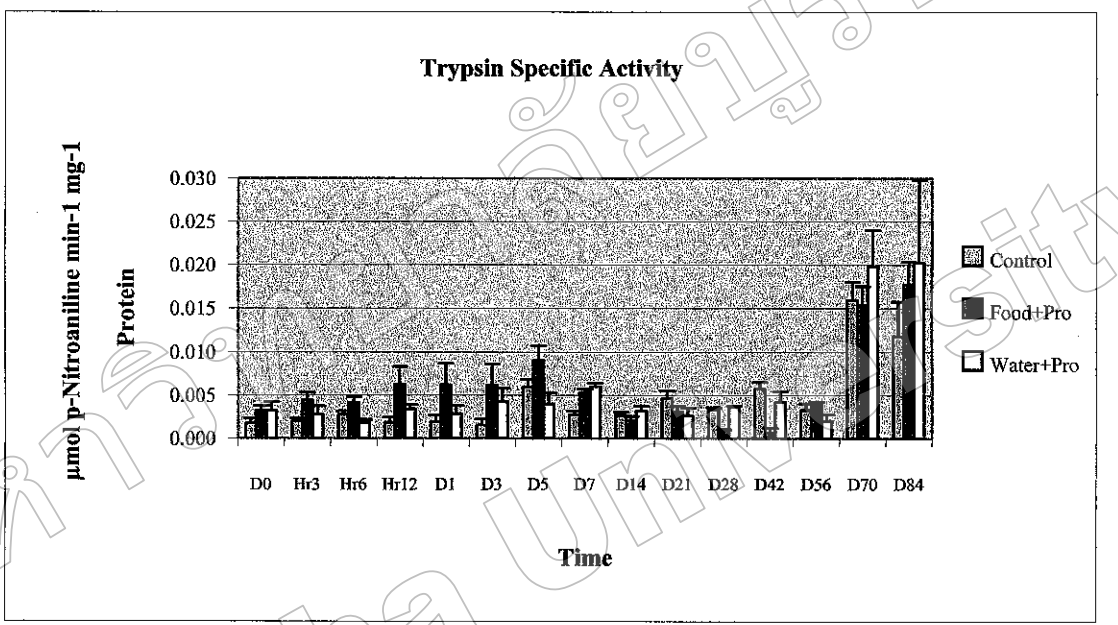
ปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารของกุ้งกุลาดำที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกในน้ำในวันที่ 28 มีปริมาณสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก และสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร

และปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารของกุ้งกุลาดำที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกในอาหาร และกุ้งกุลาดำที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกในน้ำ ในวันที่ 70 มีปริมาณสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

4. แอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน

ทำการศึกษาค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน โดยนำค่าแอคติวิตีของทริปซินในกุ้งกุลาดำ (μmol p-Nitroaniline min^{-1} ml^{-1}) ในตารางที่ 14 มาหารด้วยปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารของกุ้งกุลาดำ (mg ml^{1}) ในตารางที่ 16 จะได้เป็นค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} mg^{-1} Protein) ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงแอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} mg^{-1} Protein) ของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลอง ที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

พบว่า ค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินของกุ้งกุลาดำโดยรวมมีค่าสูงที่สุดในวันที่ 70 และวันที่ 84 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่า ค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินกุ้งกุลาดำที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกในอาหาร กุ้งกุลาดำที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกในน้ำ และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับการเสริมโพรไบโอติก มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

แต่เมื่อพิจารณาผลของการเสริมโพรไบโอติกต่อค่าแอคติวิตีจำเพาะของทริปซินของกุ้งกุลาดำในแต่ละช่วงอายุของกุ้งกุลาดำตลอดการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 17

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ตารางที่ 17 แอคติวิตีจำเพาะของทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} mg^{-1} protein) ของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

กุ้งกุลาดำ	อาหาร	เติมโพรไบโอติกในอาหาร	เติมโพรไบโอติกในน้ำ
วันที่ 0	0.0018 ± 0.0006^{a12}	0.0032 ± 0.0005^{a12}	0.0032 ± 0.0010^{a1}
ชม. ที่ 3	0.0020 ± 0.0003^{a12}	0.0044 ± 0.0008^{a123}	0.0028 ± 0.0010^{a1}
ชม. ที่ 6	0.0027 ± 0.0004^{ab12}	0.0041 ± 0.0007^{b12}	0.0018 ± 0.0003^{a1}
ชม. ที่ 12	0.0018 ± 0.0007^{a12}	0.0063 ± 0.0021^{a23}	0.0034 ± 0.0005^{a1}
วันที่ 1	0.0019 ± 0.0008^{a12}	0.0062 ± 0.0025^{a23}	0.0028 ± 0.0010^{a1}
วันที่ 3	0.0015 ± 0.0007^{a1}	0.0062 ± 0.0025^{a23}	0.0043 ± 0.0015^{a1}
วันที่ 5	0.0060 ± 0.0008^{a2}	0.0091 ± 0.0017^{a3}	0.0040 ± 0.0013^{a1}
วันที่ 7	0.0028 ± 0.0004^{a12}	0.0053 ± 0.0003^{a123}	0.0060 ± 0.0004^{b1}
วันที่ 14	0.0027 ± 0.0004^{a12}	0.0021 ± 0.0005^{a12}	0.0032 ± 0.0006^{a1}
วันที่ 21	0.0047 ± 0.0009^{a12}	0.0031 ± 0.0006^{a12}	0.0026 ± 0.0009^{a1}
วันที่ 28	0.0033 ± 0.0003^{b12}	0.0008 ± 0.0002^{a1}	0.0036 ± 0.0012^{b1}
วันที่ 42	0.0057 ± 0.0008^{b12}	0.0007 ± 0.0005^{a1}	0.0042 ± 0.0013^{b1}
วันที่ 56	0.0033 ± 0.0007^{a12}	0.0041 ± 0.0002^{a12}	0.0020 ± 0.0007^{a1}
วันที่ 70	0.0160 ± 0.0021^{a4}	0.0155 ± 0.0021^{a4}	0.0198 ± 0.0042^{a2}
วันที่ 84	0.0118 ± 0.0040^{a3}	0.0178 ± 0.0026^{a4}	0.0202 ± 0.0096^{a2}

Mean $\pm$ S.E. (N = 3)

หมายเหตุ: - ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งคือระยะเวลาที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

- ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนคือทรีทเมนท์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

พบว่า ในระยะเวลาการทดลองตลอด 84 วัน แอคติวิตีจำเพาะของทริปซินของกุ้งกุลาดำจะมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) ดังต่อไปนี้

แอคติวิตีจำเพาะของทริปซินของกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหารในชั่วโมงที่ 6 มีค่าสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก และสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ

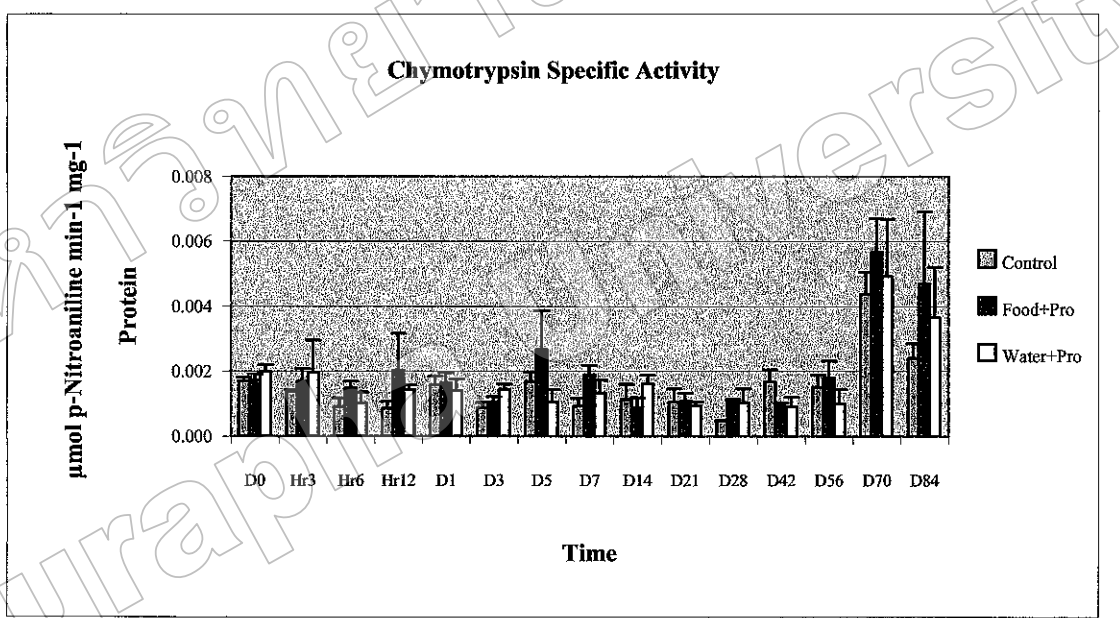
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แอคติวิตีจำเพาะของทริปซินของกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำในวันที่ 7 มีค่าสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก

แอคติวิตีจำเพาะของทริปซินของกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติกในวันที่ 28 และวันที่ 42 มีค่าสูงกว่ากุ้งกุลาดำที่เสริมโพรไบโอติกในอาหาร

5. แอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน

ทำการศึกษาค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน โดยนำค่าแอคติวิตีของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} ml^{-1}) ในตารางที่ 15 มาหารด้วยปริมาณโปรตีนรวมในน้ำย่อยอาหารของกุ้งกุลาดำ (mg ml^{-1}) ในตารางที่ 16 จะได้เป็นค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} mg^{-1} Protein) ดังแสดงใน ภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} mg^{-1}Protein) ของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

พบว่า ค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินของกุ้งกุลาดำโดยรวมมีค่าสูงที่สุดในวันที่ 70 และวันที่ 84 มีค่ารองลงมา อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบว่า ค่าแอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินของกุ้งกุลาดำที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกในอาหาร กุ้งกุลาดำที่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกในน้ำ และกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับการเสริมโพรไบโอติกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

แต่เมื่อพิจารณาผลของการเสริมโพรไบโอติกต่อค่าแอคติวิตีของไคโมทริปซินของกุ้งกุลาดำในแต่ละช่วงอายุของกุ้งกุลาดำตลอดการทดลอง ดังแสดงในตารางที่ 18

ตารางที่ 18 แอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซิน (μmol p-Nitroaniline min^{-1} mg^{-1} Protein) ของกุ้งกุลาดำตามระยะเวลาในการทดลองที่ทรีทเมนท์ต่างกัน

กุ้งกุลาดำ	อาหาร	เติมโพรไบโอติกในอาหาร	เติมโพรไบโอติกในน้ำ
วันที่ 0	0.0017 ± 0.0001^{a23}	0.0017 ± 0.0002^{a1}	0.0020 ± 0.0002^{a12}
ชม. ที่ 3	0.0014 ± 0.0001^{a123}	0.0017 ± 0.0004^{a1}	0.0020 ± 0.0010^{a12}
ชม. ที่ 6	0.0009 ± 0.0003^{a12}	0.0015 ± 0.0002^{a1}	0.0010 ± 0.0003^{a1}
ชม. ที่ 12	0.0008 ± 0.0002^{a12}	0.0020 ± 0.0012^{a1}	0.0014 ± 0.0001^{a12}
วันที่ 1	0.0016 ± 0.0003^{a123}	0.0016 ± 0.0003^{a1}	0.0014 ± 0.0004^{a12}
วันที่ 3	0.0009 ± 0.0002^{a12}	0.0010 ± 0.0002^{a1}	0.0014 ± 0.0002^{a12}
วันที่ 5	0.0017 ± 0.0003^{a23}	0.0027 ± 0.0012^{a12}	0.0011 ± 0.0004^{a1}
วันที่ 7	0.0009 ± 0.0002^{a12}	0.0019 ± 0.0003^{a1}	0.0013 ± 0.0004^{a12}
วันที่ 14	0.0011 ± 0.0005^{a12}	0.0009 ± 0.0003^{a1}	0.0016 ± 0.0003^{a12}
วันที่ 21	0.0010 ± 0.0004^{a12}	0.0011 ± 0.0003^{a1}	0.0009 ± 0.0001^{a1}
วันที่ 28	0.0005 ± 0.0000^{a1}	0.0011 ± 0.0001^{a1}	0.0010 ± 0.0004^{a1}
วันที่ 42	0.0017 ± 0.0004^{a23}	0.0009 ± 0.0001^{a1}	0.0009 ± 0.0003^{a1}
วันที่ 56	0.0015 ± 0.0004^{a123}	0.0018 ± 0.0005^{a1}	0.0010 ± 0.0005^{a1}
วันที่ 70	0.0044 ± 0.0007^{a4}	0.0056 ± 0.0010^{a3}	0.0049 ± 0.0018^{a3}
วันที่ 84	0.0024 ± 0.0005^{a3}	0.0047 ± 0.0022^{a23}	0.0037 ± 0.0016^{a23}

Mean $\pm$ S.E. (N = 3)

หมายเหตุ: - ตัวเลขที่ต่างกันในแนวตั้งคือระยะเวลาที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

- ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนคือทรีทเมนท์ที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

พบว่าในระยะเวลาการทดลองตลอด 84 วัน แอคติวิตีจำเพาะของไคโมทริปซินของกุ้งกุลาดำที่ไม่ได้รับโพรไบโอติก กุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในอาหาร และกุ้งกุลาดำที่ได้รับโพรไบโอติกในน้ำ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$)

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University