จุลินทรีย์สำหรับบำบัดน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งทะเล

นางสาวเปรมสุดา สมาน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-175-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

T17312933

MICROORGANISMS FOR WASTEWATER TREATMENT OF MARINE SHRIMP CULTURE

Miss.Premsuda Saman

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Sciences
Program Biotechnology
Graduate School
Chulalongkorn University
1996

ISBN 974-633-175-2

หัวข้อวิทยานิพนธ์	จุลินทรีย์สำหรับบำบัดน้ำเสียจากการเลี้ยงกุ้งทะเล
โดย	นางสาวเปรมสุดา สมาน
สาขาวิชา	หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์ ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเธียร)

....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล)

....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์)

....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ศาสตราจารย์ ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต)

....กรรมการ
(ดร. ประสาท กิตตะคุปต์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

เปรมสุดา สมาน : จุลินทรีย์สำหรับน้ำเสียที่เกิดจากการเลี้ยงกุ้งทะเล
(MICROORGANISMS FOR WASTEWATER TREATMENT OF MARINE SHRIMP CULTURE)
อ.ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล, 101 หน้า. ISBN 974-633-175-2

ทำการแยกแบคทีเรียจากตัวอย่างตะกอน และน้ำบ่อเลี้ยงกุ้งจากจังหวัดสงขลา จังหวัดนครศรีธรรมราช และจังหวัดฉะเชิงเทรา เพื่อคัดเลือกหาแบคทีเรียที่ย่อยสลายโปรตีน แป้งและไขมัน สามารถคัดเลือกแบคทีเรียที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลายสารอินทรีย์ดังกล่าวได้ดีที่สุด 5 สายพันธุ์คือ S25 สามารถย่อยสลายโปรตีน S22 และ P3 สามารถย่อยสลายโปรตีนและแป้ง P1 และ P4 สามารถย่อยสลายโปรตีน แป้ง และไขมัน ในการตรวจวัดการเจริญและเอนไซม์แอคติวิตี ภายหลังที่เลี้ยงแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์ ให้อยู่ในระยะ late exponential phase ตรวจวัดแอคติวิตีของโปรตีเอสพบว่าสายพันธุ์ P4 ผลิตโปรตีเอสได้มากที่สุด (115 U/ml) รองลงมาคือ P1 (85 U/ml) P3 (84 U/ml) S22 (80 U/ml) และ S25 (78 U/ml) ตามลำดับ เมื่อวัดแอคติวิตีของอะไมเลสพบว่าสายพันธุ์ P1 ผลิตอะไมเลสได้มากที่สุด (5 U/ml) รองลงมาคือ P4 (4.77 U/ml) S22 (3.41 U/ml) และ P3 (3.33 U/ml) ตามลำดับ และเมื่อวัดแอคติวิตีของไลเปส พบว่าสายพันธุ์ P4 (0.45 U/ml) ผลิตไลเปสได้มากกว่า P1 (0.166 U/ml) ทุกสายพันธุ์ที่คัดเลือกได้เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างท่อน สร้างสปอร์ สามารถทนต่อภาวะความชื้นต่ำได้ดี สายพันธุ์ S25 สามารถทนเค็มได้สูงจาก 10-100 ส่วนในพันส่วน เมื่อทดสอบทางชีวเคมีเพื่อจำแนกสายพันธุ์พบว่า P1 P3 P4 S22 และ S25 คือ *Bacillus subtilis* *B. megaterium* *V. firmus* *B. lentus* และ *B. marinus* ตามลำดับ จากการทดสอบการอยู่ร่วมกัน พบว่าทั้ง 5 สายพันธุ์ไม่ยับยั้งการเจริญซึ่งกันและกัน เมื่อนำไปทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายสารอินทรีย์พบว่าการใช้แบคทีเรียผสม 5 สายพันธุ์ ในอัตราส่วน 1:1:1:1:1 ลดปริมาณสารอินทรีย์ได้มากกว่าการใช้แบคทีเรียสายพันธุ์เดี่ยว และยังสามารถลดปริมาณสารอินทรีย์ของอาหารเลี้ยงกุ้งความเข้มข้น 0.5% 1% 2% และ 3% (W/V) ได้ 97% 88% 88% และ 84% ตามลำดับ ภายในเวลา 7 วัน การศึกษาครั้งนี้บ่งชี้ว่าแบคทีเรียที่แยกได้จากบ่อเลี้ยงกุ้งทะเลสามารถใช้เป็นตัวควบคุมเชิงชีวภาพในการบำบัดน้ำเสียที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงกุ้งได้

ภาควิชา ....
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางชีวภาพ
ปีการศึกษา 2538
ลายมือชื่อนิสิต เปรมสุดา สมาน
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ....

C626814 : MAJOR BIOTECHNOLOGY
KEY WORD: MICROORGANISMS / WASTEWATER TREATMENT / SHRIMP CULTURE

PREMSUDA SAMAN : MICROORGANISMS FOR WASTEWATER TREATMENT OF MARINE SHRIMP CULTURE THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SOMKIAT PIYATIRATITIVORAKUL, Ph.D. 101 pp. ISBN 974-633-175-2

Isolation of effective microorganisms that could degrade organic compounds from sediment and sea water of shrimp farms from Songkla, Nakornsrithammarat, Chachoengsao Province was investigated. Five strains were selected and designated as following : S25, the protein hydrolysing strain ; S22 and P3, protein and starch hydrolysing strains and finally P1 and P4, protein, starch and lipid hydrolysing strains. Their enzymatic activities were assayed when their growth reached late exponential phase. P4 was the highest protease producing strain (115 U/ml) following with P1 (85 U/ml), P3 (84 U/ml), S22 (80 U/ml) and S25 (78 U/ml). When activity of amylase was assayed, it was found that P1 produced the highest amylase activity at 5 U/ml, then P4 at 4.77 U/ml, S22 at 3.41 U/ml and P3 at 3.33 U/ml, consecutively. Whereas lipase activity (0.45 U/ml) of P4 was higher than that of P1 (0.166 U/ml). All isolated strains were gram positive, rod shape and spore formation bacteria. They could survive in low water activity and in salinity range of 10-100 ppt. Interestingly, S25 strain could tolerate to high salinity up to 100 ppt. Biochemical test was performed and it was found that P1, P3, P4, S22 and S25 were *Bacillus subtilis, B. megaterium, B. firmus, B. lentus, B. marinus,* respectively. Co-culture among these species showed no inhibition to individual growth. Efficiency test of organic substance degradation illustrated that when comparing only any individual strain to co-culture up to 5 strains, five strains with a ratio of 1:1:1:1:1 gave the best performance of organic substance reduction in sea water mixed with shrimp feed at concentrations 0.5%, 1%, 2%, and 3% (W/V) with the percentage of 97%, 88%, 88% and 84% in 7 days. These results indicated that bacteria isolated from this study could be monitored as a biological control for wastewater treatment of the shrimp farm.

ภาควิชา..........................
ลายมือชื่อนิสิต เปรมสุดา สมาน
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางชีวภาพ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา สมเกียรติ ปิยะธีรธิติวรกุล
ปีการศึกษา 2538
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..........................

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ลงได้โดยได้รับความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.สมเกียรดิ ปิยะธีรธิติวรกุล ผศ.ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์ ศ.ดร. เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น และช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ อ.ดร. สุเมธ ตันตระเธียร และ ดร. ประสาท กิตตะคุปต์ ที่กรุณาเป็นคณะกรรมการ ในการสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณหัวหน้าภาควิชาจุลชีววิทยา ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ และเครื่องมือในการทำงานวิจัย ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาจุลชีววิทยา รวมทั้งเพื่อนๆ และ น้องๆ ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณหน่วยปฏิบัติการเทคโนโลยีชีวภาพทางทะเลที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์ สารเคมี และส่วนหนึ่งของทุนอุดหนุนการวิจัยนี้ รวมทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ และ น้องๆ ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติที่ให้ทุนบัณฑิตศึกษาภายในประเทศ

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง ที่ได้ให้กำลังใจช่วยเหลือสนับสนุน ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ซ

สารบัญรูป.....ฌ

คำย่อ.....ฏ

บทที่

1. บทนำ.....1
2. วารสารปริทัศน์.....3
3. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง.....22
4. ผลการทดลอง.....35
5. อภิปรายผลการทดลอง.....68
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....76

เอกสารอ้างอิง.....78

ภาคผนวก ก.....87

ภาคผนวก ข.....93

ภาคผนวก ค.....96

ภาคผนวก ง.....98

ประวัติผู้เขียน.....101

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 แหล่งพลังงานและแหล่งคาร์บอนของจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ 13

2 จำนวนแบคทีเรียที่แยกได้จากบ่อกุ้งที่อำเภอระโนด จังหวัดสงขลา
จากบ่อกุ้งอายุ 2.5 เดือน และ 4.5 เดือน.................... 37

3 จำนวนแบคทีเรียที่แยกได้จากบ่อกุ้งที่อำเภอหัวไทร จังหวัดนครศรีธรรมราช
จากบ่อกุ้งอายุ 3 เดือน และ 3.5 เดือน.................... 37

4 จำนวนแบคทีเรียที่แยกได้จากบ่อกุ้งที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา
จากบ่อกุ้งอายุ 2 เดือน และ 3 เดือน.................... 37

5 ชนิดของเอนไซม์ตรวจผลในแบคทีเรียทั้ง 5 สายพันธุ์....................38

6 ลักษณะการเจริญ และการทดสอบทางชีวเคมีของแบคทีเรีย P1 P3 P4 S22
และ S25....................51

7 ชนิดและปริมาณของแบคทีเรีย P1 P3 P4 S22 และ S25 ภายหลังการเลี้ยงร่วมกันบน
อาหารแข็งนิวเตรียนท์ที่ 37^{0} ซ เป็นเวลา 24 ชม....................57

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1 ความสัมพันธ์ของจุลินทรีย์แบบลูกโซ่อาหารในบ่อเลี้ยงสัตว์......21

2 การย่อยสลายของแบคทีเรียที่แยกได้ ก) P1 ข) P3 และ ค) P4 บนอาหาร Skim milk agar บ่มที่อุณหภูมิ 37^{0}ซ 48 ชม......39

3 การย่อยสลายของแบคทีเรียที่แยกได้ ก) S22 และ ข) S25 บนอาหาร Skim milk agar บ่มที่อุณหภูมิ 37^{0}ซ 48 ชม......40

4 การย่อยสลายแป้งของแบคทีเรียที่แยกได้ ก) P1 และ ข) P3 บนอาหาร Starch agar บ่มที่อุณหภูมิ 37^{0} ซ 48 ชม......41

5 การย่อยสลายแป้งของแบคทีเรียที่แยกได้ ก) P4 และ ข) S22 บนอาหาร Starch agar บ่มที่อุณหภูมิ 37^{0} ซ 48 ชม......42

6 การย่อยสลายไขมันของแบคทีเรียที่แยกได้ ก) P1 และ ข) P4 บนอาหาร Tween 80 agar บ่มที่อุณหภูมิ 37^{0} ซ 48 ชม......43

7 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญของแบคทีเรียที่ OD$_{600}$ และแอคติวิตีของโปรติเอส ก) P1 ข) P3 และ ค) P4 ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำของการทดลอง ซึ่งเลี้ยงแบคทีเรียในอาหารเหลวที่ประกอบด้วยผงถั่วเหลืองและแป้ง ปริมาตร 300 มล. บรรจุในขวดแก้วทรงกรวยขนาด 500 มล. เขย่าเลี้ยงที่ 37^{0}ซ ความเร็ว 200 รอบต่อนาที 24 ชม......46

8 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญของแบคทีเรียที่ OD$_{600}$ และแอคติวิตีของโปรติเอส ก) S22 และ ข) S25 ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำของการทดลอง ซึ่งเลี้ยงแบคทีเรียในอาหารเหลวที่ประกอบด้วยผงถั่วเหลืองและแป้ง ปริมาตร 300 มล. บรรจุในขวดแก้วทรงกรวยขนาด 500 มล. เขย่าเลี้ยงที่ 37^{0}ซ ความเร็ว 200 รอบต่อนาที 24 ชม......47

9 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญของแบคทีเรียที่ OD$_{600}$ และแอคติวิตีของอะไมเลส ก) P1 และ ข) P3 ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำของการทดลอง ซึ่งเลี้ยงแบคทีเรียในอาหารเหลวที่ประกอบด้วยผงถั่วเหลืองและแป้ง ปริมาตร 300 มล. บรรจุในขวดแก้วทรงกรวยขนาด 500 มล. เขย่าเลี้ยงที่ 37^{0}ซ ความเร็ว 200 รอบต่อนาที 24 ชม......48

สารบัญรูป (ต่อ)

10 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญของแบคทีเรียที่ OD_{600} และแอคติวิตีของอะไมเลส ก) P4 และ ข) S22 ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำของการทดลอง ซึ่งเลี้ยงแบคทีเรียในอาหารเหลวที่ประกอบด้วยผงถั่วเหลืองและแป้ง ปริมาตร 300 มล. บรรจุในขวดแก้วทรงกรวยขนาด 500 มล. เขย่าเลี้ยงที่ 37^{0}ซ ความเร็ว 200 รอบต่อนาที 24 ชม....................49

11 ความสัมพันธ์ระหว่างการเจริญของแบคทีเรียที่ OD_{600} และแอคติวิตีของไลเปส ก) P1 และ ข) S22 ค่าที่ได้เป็นค่าเฉลี่ย 3 ซ้ำของการทดลอง ซึ่งเลี้ยงแบคทีเรียในอาหารเหลวที่ประกอบด้วยผงถั่วเหลือง แป้ง และ Tween 80 1% (W/V) ปริมาตร 300 มล. บรรจุในขวดแก้วทรงกรวยขนาด 500 มล. เขย่าเลี้ยงที่ 37^{0}ซ ความเร็ว 200 รอบต่อนาที 24 ชม....................50

12 การย้อมสีแกรมของแบคทีเรีย ก) P1 ข) P3 และ ค) P4 อายุ 24 ชม. ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ Nikon รุ่น 32 S กำลังขยาย 1000 เท่า....................54

13 การย้อมสีแกรมของแบคทีเรีย ก) S22 และ ข) S25 อายุ 24 ชม. ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ Nikon รุ่น 32 S กำลังขยาย 1000 เท่า....................55

14 การลดลงของ COD จากน้ำเสียเทียมเตรียมจากน้ำธรรมดาผสมอาหารกุ้ง 1 % (W/V) หลังจากการเติมแบคทีเรียในช่วง log phase ของ P1 P3 P4 S22 และ S25 ปริมาณ 10^{7} เซลล์ต่อมล. เลี้ยงที่อุณหภูมิ 37^{0}ซ เป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบกับค่า COD ของตัวอย่างที่ไม่ได้เติมแบคทีเรีย....................59

15 การลดลงของ COD จากน้ำเสียเทียมเตรียมจากน้ำทะเล ความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วนผสมอาหารกุ้ง 1 % (W/V) หลังจากการเติมแบคทีเรียในช่วง log phase ของ P1 P3 P4 S22 และ S25 ปริมาณ 10^{7} เซลล์ต่อมล. เลี้ยงที่อุณหภูมิ 37^{0}ซ เป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบกับค่า COD ของตัวอย่างที่ไม่ได้เติมแบคทีเรีย....................60

16 การลดลงของ COD จากน้ำเสียเทียมเตรียมจากน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วนผสมอาหารกุ้ง 1% (W/V) หลังจากการเติมแบคทีเรียช่วงการเจริญ log phase 2 สายพันธุ์ ในอัตราส่วน 1:1 ของ P1P3 P1P4 P1S22 P1S25 P3P4 P3S22 P3S25 P4S22 P4S25 และ S22S25 เลี้ยงที่อุณหภูมิ 30^{0}ซ เป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบกับค่า COD ของตัวอย่างที่ไม่ได้เติมแบคทีเรีย....................61

สารบัญรูป (ต่อ)

17 การลดลงของ COD จากน้ำเสียเทียมเตรียมจากน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ผสมอาหารกุ้ง 1% (W/V) หลังจากการเติมแบคทีเรียช่วงการเจริญ log phase 3 สายพันธุ์ ในอัตราส่วน 1:1:1 ของ P1P3P4 P1P3S22 P1P3S25 P1P4S22 P1P4S25 P1S22S25 P3P4S22 P3P4S25 P3S22S25 และ P4S22S25 เลี้ยงที่อุณหภูมิ 30^{0}ซ เป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบกับค่า COD ของตัวอย่างที่ไม่ได้เติมแบคทีเรีย............62

18 การลดลงของ COD จากน้ำเสียเทียมเตรียมจากน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ผสมอาหารกุ้ง 1% (W/V) หลังจากการเติมแบคทีเรียช่วงการเจริญ log phase 4 สายพันธุ์ ในอัตราส่วน 1:1:1:1 ของ P1P3P4S22 P1P3P4S25 P1P3S22S25 P1P4S22S25 และ P3P4S22S25 เลี้ยงที่อุณหภูมิ 30^{0}ซ เป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบกับค่า COD ของตัวอย่างที่ไม่ได้เติมแบคทีเรีย..63

19 การลดลงของ COD จากน้ำเสียเทียมเตรียมจากน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ผสมอาหารกุ้ง 1% (W/V) หลังจากการเติมแบคทีเรีย P1 P3 P4 S22 และ S25 ช่วงการเจริญ log phase อัตราส่วน 1:1:1:1:1 เลี้ยงที่อุณหภูมิ 30^{0} ซ เป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบกับค่า COD ของตัวอย่างที่ไม่ได้เติมแบคทีเรีย..64

20 การลดลงของ COD จากน้ำเสียเทียมเตรียมจากน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ผสมอาหารกุ้ง 0.5 % (W/V) หลังจากการเติมแบคทีเรีย P1 P3 P4 S22 และ S25 ช่วงการเจริญ log phase อัตราส่วน 1:1:1:1:1 เลี้ยงที่อุณหภูมิ 30^{0} ซ เป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบกับค่า COD ของตัวอย่างที่ไม่ได้เติมแบคทีเรีย..65

21 การลดลงของ COD จากน้ำเสียเทียมเตรียมจากน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ผสมอาหารกุ้ง 2 % (W/V) หลังจากการเติมแบคทีเรีย P1 P3 P4 S22 และ S25 ช่วงการเจริญ log phase อัตราส่วน 1:1:1:1:1 เลี้ยงที่อุณหภูมิ 30^{0} ซ เป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบกับค่า COD ของตัวอย่างที่ไม่ได้เติมแบคทีเรีย..66

22 การลดลงของ COD จากน้ำเสียเทียมเตรียมจากน้ำทะเลความเค็ม 30 ส่วนในพันส่วน ผสมอาหารกุ้ง 3 % (W/V) หลังจากการเติมแบคทีเรีย P1 P3 P4 S22 และ S25 ช่วงการเจริญ log phase อัตราส่วน 1:1:1:1:1 เลี้ยงที่อุณหภูมิ 30^{0} ซ เป็นเวลา 7 วัน เปรียบเทียบกับค่า COD ของตัวอย่างที่ไม่ได้เติมแบคทีเรีย..67

สัญลักษณ์และคำย่อ

มล. = มิลลิลิตร

°ซ = องศาเซลเซียส

% = เปอร์เซ็นต์

M = โมลาร์

nm = นาโนเมตร

N = นอร์มอล

COD = Chemical Oxegen Demand

U/ml = ยูนิตต่อมิลลิลิตร