สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
วิทยาเขตแสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

การย่อยสลายของเสียบางชนิดในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาโดยกลุ่มแบคทีเรีย

สาลินี ผลมาตย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2546

20 ต.ค. 2546
169969

ISBN 974-9604-92-X

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์
ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย)

.....กรรมการ
(ดร.สุดารัตน์ สวนจิตร)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย)

.....กรรมการ
(ดร.สุดารัตน์ สวนจิตร)

.....กรรมการ
(ดร.นิตยา ไชยเนตร)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วรวิทย์ ชีวาพร)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประทุม ม่วงมี)
วันที่ 16 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2564

ประกาศคุณูปการ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย และดร.สุดารัตน์ สวนจิตร กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง

ขอกราบขอบพระคุณ คุณดำริ ปั้นประณต, คุณชาลี จีนเสาร์ เจ้าของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ อ.พนัสนิคม จ.ชลบุรี คุณมาเรียม เหลืองอ่อน เจ้าของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ อ.พานทอง จ.ชลบุรี ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดินตะกอน และเจ้าของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ จ.จันทบุรี ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์กุ้งกุลาดำสำหรับใช้ในการศึกษา

ขอกราบขอบพระคุณ บัณฑิตวิทยาลัย, ภาควิชาจุลชีววิทยา, ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งเอื้อเฟื้อเครื่องมือ อุปกรณ์และสถานที่ที่ใช้ในการทดลอง

ขอกราบขอบพระคุณศูนย์วิเคราะห์และทดสอบสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรมที่สนับสนุนให้ศึกษาต่อและแนะนำ ให้ข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของภาคตะวันออก

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่กรุณาให้คำอบรมสั่งสอน สนับสนุนให้ทุนการศึกษาและเป็นแรงบันดาลใจให้ศึกษาต่อ ขอขอบคุณรุจิรัตน์ กิจเลิศพรไพโรจน์ คุณจันทรา นิรนพรัตน์ คุณจเด็จราช ศรีวงษ์ชัย, คุณกิตติภูมิ ผลมาตย์และคุณกิตติวดี ดวงแก้ว ที่คอยช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย, ภาควิชาจุลชีววิทยาและภาควิชาวาริชศาสตร์ทุกท่านที่เสียสละเวลาในการจัดหา จัดเตรียมเครื่องมือต่าง ๆ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ และน้อง ๆ รวมถึงผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทุกท่านเป็นอย่างยิ่ง

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษา ฝึกอบรมและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ทบวงมหาวิทยาลัย

สาลินี ผลมาตย์

43911019 : สาขาวิชา : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ : การย่อยสลาย/ของเสียบางชนิด/กลุ่มแบคทีเรีย

สาลินี ผลมาตย์ : การย่อยสลายของเสียบางชนิดในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนาโดยกลุ่มแบคทีเรีย (Biodegradation of Selected Wastes Releasing in the Intensive Black Tiger Shrimp Pond by Bacterial Consortium.) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ : สุบัณฑิต นิ่มรัตน์, Ph.D.,วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, Ph.D., สุดารัตน์ สวนจิตร, Ph.D. 220 หน้า. ISBN. 974-9604-92-X

ดินตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำมีจุลินทรีย์ผสมที่สามารถย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท และสามารถแยกแบคทีเรียได้ คือ ไอโซเลท SP-1 บนอาหารแข็ง BT ที่มีแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตเป็นองค์ประกอบ แต่แบคทีเรีย SP-1 ไม่สามารถย่อยสลายและเจริญได้ในอาหารเหลวที่มีสารดังกล่าวข้างต้นเป็นองค์ประกอบ และเมื่อนำแบคทีเรีย SP-1 มาตรวจสอบการย่อยสลายในน้ำและดินตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้ง พบว่าสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ไนโตรเจนแล้วทำให้เกิดการสะสมของแอมโมเนีย แบคทีเรีย SP-1 จึงน่าที่จะเป็นแบคทีเรียกลุ่มแอมโมนิฟายอิ้ง

สารละลายดินตะกอนและสารละลายนมพลาสเจอร์ไรซ์เสีย มีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน และภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรทได้ใกล้เคียงกัน เมื่อคัดแยกแบคทีเรียจากแหล่งของจุลินทรีย์ทั้งสอง พบว่า *Enterobacter* และ *Aeromonas* เป็นแบคทีเรียส่วนใหญ่ที่สามารถย่อยสลายสารเหล่านั้นได้ทั้งสองสภาวะ จึงนำเอาแบคทีเรียมาผสมกันแล้วนำไปตรวจสอบความสามารถในการย่อยสลายสารเหล่านั้นพบว่ากลุ่มแบคทีเรียสามารถย่อยสลายภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรทได้ใกล้เคียงกัน แต่ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนมีกลุ่มแบคทีเรียย่อยสลายไนไตรต์ได้ (94.78 เปอร์เซ็นต์) ดีกว่าภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท (81.06 เปอร์เซ็นต์) ภายในระยะเวลา 15 วัน เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพการย่อยสลายในบ่อเลี้ยงกุ้งจำลอง กลุ่มแบคทีเรียสามารถย่อยสลายสารอินทรีย์ได้จากร้อยละ 1.84 เหลือร้อยละ 1.76 ภายใน 7 วัน แต่จะมีการสะสมของแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟต จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าการใช้กลุ่มแบคทีเรียในการควบคุมคุณภาพน้ำในขณะที่มีการเติมขี้เลนลงไปในระบบสูงเกินไป จะไปส่งผลให้กลุ่มแบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์มากกว่าไปย่อยสลายสารที่ต้องการ ทำให้คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้งจำลองไม่ดีขึ้น

43911019 : MAJOR : ENVIRONMENTAL SCIENCE ;
M.Sc. (:ENVIRONMENTAL SCIENCE)
KEY WORD : BIODEGRADATION/SELECTED WASTES/BACTERIAL CONSORTIUM

SALINEE PHOLMAT : BIODEGRADATION OF SELECTED WASTES RELEASING IN THE INTENSIVE BLACK TIGER SHRIMP POND BY BACTERIAL CONSORTIUM. THESIS ADVISOR : SUBUNTITH NIMRAT, Ph.D., VERAPONG VUTHIPHANDCHAI, Ph.D., SUDARAT SAUNJIT, Ph.D. 220 P. ISBN. 974-9604-92-X

Mixed microorganisms in collected sediments from shrimp pond were able to degrade ammonia, nitrate, nitrite and phosphate under aerobic and aerobic denitrifying conditions. SP-1 strain was isolated from those sediments onto BT media containing ammonia, nitrate, nitrite and phosphate. However, SP-1 strain can not degrade and grow in liquid media or in shrimp pond water containing selected substances. In contrast, it converted organic nitrogen and accumulated ammonia in those cultures. This findings suggested that SP-1 strain could be an ammonifying bacteria.

Sediments and deteriorated pasteurized milk slurries also consisted of microorganisms which were able to degrade ammonia, nitrate, nitrite and phosphate under aerobic and aerobic denitrifying conditions. *Entrobacter* and *Aeromonas* were majority of isolated bacteria from both cultures. The mixed culture of *Entrobacter* 2 isolates and *Aeromonas* 1 isolate were setup for studying the capability of selected substances under aerobic and aerobic denitrifying conditions. Obtain results showed that mixed cultures can degrade selected substances in the similar fashion, while the mixed cultures can degrade nitrite under aerobic (94.78%) and aerobic denitrifying conditions (81.06%) within 15 days. Then the mixed cultures were utilized to simulate in the shrimp pond. The mixed cultures can degrade organic materials from 1.84% to 1.76% and can accumulate ammonia, nitrate, nitrite and phosphate within 7 days of incubation. In this study, it is found out that biodegrading bacteria could cause the deterioration of water quality in the case of high amount of black, anaerobic organic material accumulation of the pond sediment.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ
สารบัญ..... ฉ
สารบัญตาราง..... ญ
สารบัญภาพ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ..... 1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 3
สมมติฐานของการวิจัย..... 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 3
ขอบเขตของการวิจัย..... 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5
ชีววิทยาของกุ้งกุลาดำ..... 5
รูปแบบการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ..... 7
เทคโนโลยีการเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา..... 8
คุณภาพน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงกุ้งกุลาดำ..... 10
คุณภาพดิน..... 15
คุณลักษณะของน้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ..... 17
น้ำทิ้งจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม..... 17
การบำบัดน้ำทิ้งจากนากุ้ง..... 20
จุลินทรีย์และการหมุนเวียนของสารอินทรีย์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง..... 22
รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาค้นคว้า..... 32

บทที่ หน้า

3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย..... 37
อุปกรณ์..... 37
วิธีการดำเนินการวิจัย..... 40

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... 69
ผลการศึกษาการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงกุ้ง..... 69
ผลการศึกษาการทดสอบการย่อยสลายสารที่เป็นของเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน..... 70
ผลการศึกษาการทดสอบการย่อยสลายสารที่เป็นของเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท..... 76
ผลการศึกษาการแยกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตจากขวดซีรั่มของชุดทดลองที่ผ่านการทดสอบการย่อยสลายสาร ที่เป็นของเสียจากบ่อกุ้งภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน..... 83
การแยกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตจากขวดซีรั่มของชุดทดลองที่ผ่านการทดสอบการย่อยสลายสารที่เป็นของเสียจากบ่อกุ้งภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท..... 85
ผลการศึกษาการตรวจสอบความสามารถของแบคทีเรียที่ย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟต ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน โดยใช้อาหาร DMSM..... 87
ผลการศึกษาการตรวจสอบความสามารถของแบคทีเรียที่ย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟต ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท โดยใช้อาหาร DMSM..... 90
ผลการศึกษาการตรวจสอบความสามารถของแบคทีเรียที่ย่อยสลายแอมโมเนีย และไนเตรท โดยใช้น้ำจากบ่อกุ้งที่ผ่านการฆ่าเชื้อผสมกับสารที่ต้องการทดสอบ 95
ผลการศึกษาการตรวจสอบความสามารถของแบคทีเรียที่ย่อยสลายแอมโมเนีย และไนเตรท โดยใช้น้ำจากบ่อกุ้งที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อผสมกับสารที่ต้องการทดสอบ 97

บทที่ หน้า

ผลการศึกษาการตรวจสอบความสามารถของแบคทีเรียที่ย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรทและไนไตรต์ โดยใช้น้ำและดินตะกอนจากบ่อกุ้งที่ผ่านการฆ่าเชื้อกับสารที่ต้องการทดสอบ..... 101
ผลการศึกษาการตรวจสอบความสามารถของแบคทีเรียที่ย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรทและไนไตรต์ โดยใช้น้ำและดินตะกอนจากบ่อกุ้งที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อกับสารที่ต้องการทดสอบ..... 103
ผลการศึกษาการทดสอบการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตของกลุ่มจุลินทรีย์จากดินตะกอนบ่อเลี้ยงกุ้ง (enriched consortiums derived from shrimp pond sediments) โดยใช้น้ำและดินตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกับสารที่ต้องการทดสอบ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน..... 107
ผลการศึกษาการทดสอบการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตของกลุ่มจุลินทรีย์จากดินตะกอนบ่อเลี้ยงกุ้ง (enriched consortiums derived from shrimp pond sediments) โดยใช้น้ำและดินตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกับสารที่ต้องการทดสอบ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท..... 111
ผลการศึกษาการแยกแบคทีเรียที่มีความสามารถในการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตจากขวดซีรั่มของชุดทดลองที่มีการเติมกลุ่มจุลินทรีย์จากดินตะกอน (enriched consortiums derived from shrimp pond sediments) ที่ผ่านการทดสอบการย่อยสลายสาร ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท..... 117
ผลการศึกษาการตรวจสอบการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟต ของกลุ่มแบคทีเรีย (mixed cultures) โดยใช้น้ำและดินตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกับสารที่ต้องการทดสอบ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน..... 118
ผลการศึกษาการตรวจสอบการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตของกลุ่มแบคทีเรีย (mixed cultures) โดยใช้น้ำและดินตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้งกับสารที่ต้องการทดสอบ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท..... 122
ผลการศึกษาการทดสอบความสามารถและวัดประสิทธิภาพในการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตในบ่อเลี้ยงกุ้งจำลอง โดยกลุ่มแบคทีเรีย (mixed cultures)..... 128

บทที่ หน้า

5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..... 136
สรุปผลการวิจัย..... 136
อภิปรายผลการทดลอง..... 137
ข้อเสนอแนะ..... 154

บรรณานุกรม..... 155

ภาคผนวก..... 167
ภาคผนวก ก 168
ภาคผนวก ข 174
ภาคผนวก ค 178
ภาคผนวก ง 186

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 203

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงผลกระทบของออกซิเจนในน้ำที่มีผลต่อการดำรงชีวิตของกุ้งในบ่อ.....	13
2	แสดงผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมีที่ทำการตรวจวัดได้ ณ จุดเก็บตัวอย่างและในห้องปฏิบัติการ.....	69
3	แสดงลักษณะต่าง ๆ ของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างที่ได้จากขวดซีรั่มของชุดทดลองภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน.....	84
4	แสดงลักษณะต่าง ๆ ของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้จากตัวอย่างที่ได้จากขวดซีรั่มของชุดทดลองภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท.....	86
5	แสดงการจัดจำแนกจีนัสของแบคทีเรียที่แยกได้จากสารละลายดินตะกอนจากขวดซีรั่มของชุดทดลองที่มีการเติมจุลินทรีย์จากดินตะกอน ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท.....	117
6	แสดงการเตรียมสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียที่ความเข้มข้น 0.1-0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร.....	187
7	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแอมโมเนียที่ความเข้มข้น 0.1-0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640นาโนเมตร.....	188
8	แสดงการเตรียมสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียที่ความเข้มข้น 0.1-0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร.....	189
9	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของแอมโมเนียที่ความเข้มข้น 0.1-0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 640 นาโนเมตร.....	190
10	แสดงการเตรียมสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ความเข้มข้น 2-10 ไมโครกรัม.....	191
11	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มของไนเตรทที่ความเข้มข้น 2-10 ไมโครกรัมและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร.....	191
12	แสดงการเตรียมสารละลายมาตรฐานไนเตรทที่ความเข้มข้น 0.5-17 มิลลิกรัมต่อลิตร.....	193
13	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไนเตรทที่ความเข้มข้น 0.5-17 มิลลิกรัม ต่อลิตร และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 410 นาโนเมตร.....	194

ตารางที่ หน้า

14 แสดงการเตรียมสารละลายมาตรฐานไนไตรต์ที่ความเข้มข้น 0.01-0.2 มิลลิกรัม ต่อลิตร..... 195
15 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไนไตรต์ที่ความเข้มข้น 0.01-0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร..... 195
16 แสดงการเตรียมสารละลายมาตรฐานไนไตรต์ที่ความเข้มข้น 0.01-2.0 มิลลิกรัม ต่อลิตร..... 196
17 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของไนไตรต์ที่ความเข้มข้น 0.01-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 543 นาโนเมตร..... 197
18 แสดงการเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 0.005-0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 199
19 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 0.005-0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 885 นาโนเมตร..... 200
20 แสดงการเตรียมสารละลายมาตรฐานฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 0.01-0.25 มิลลิกรัม ต่อลิตร..... 201
21 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 0.01-0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 885 นาโนเมตร..... 201

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงลักษณะและส่วนต่าง ๆ ของกุ้งกุลาดำ	6
2	วงจรชีวิตของกุ้งกุลาดำ *(Penaeus monodon)*	7
3	ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตในบ่อเลี้ยงกุ้ง	23
4	ภาพรวมการหมุนเวียนของสารอินทรีย์ต่างๆ ในบ่อเลี้ยงกุ้ง	24
5	วัฏจักรของไนโตรเจนในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	25
6	วัฏจักรของฟอสฟอรัสในแหล่งน้ำและบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ	32
7	แผนผังแสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำและตัวอย่างดินตะกอนจากบ่อเลี้ยงกุ้งที่ทำกาศึกษา.	41
8	แสดงลักษณะทางกายภาพโดยทั่วไปของบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	42
9	แสดงลักษณะการให้อากาศในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	43
10	แสดงลักษณะการเก็บตัวอย่างดินตะกอน	43
11	แสดงชุดการทดลองเพื่อศึกษาการย่อยสลายของเสียจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน	45
12	แสดงชุดการทดลองเพื่อวิเคราะห์แอมโมเนีย	48
13	แสดงชุดการทดลองเพื่อวิเคราะห์ไนเตรท	49
14	แสดงชุดการทดลองเพื่อวิเคราะห์ไนไตรต์	51
15	แสดงชุดการทดลองเพื่อวิเคราะห์ฟอสเฟต	52
16	แสดงการเลี้ยงเซลล์เพื่อเก็บเซลล์และการเตรียม cell suspension	56
17	แสดงชุดการทดลองเพื่อศึกษาการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตของแบคทีเรีย SP-1 โดยใช้อาหาร DMSM ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน	59
18	แสดงชุดการทดลองเพื่อศึกษาการย่อยสลายแอมโมเนียและไนเตรท ของแบคทีเรีย SP-1 โดยใช้น้ำจากบ่อกุ้งที่ผ่านการฆ่าเชื้อ	61
19	แสดงชุดการทดลองเพื่อศึกษาการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรทและไนไตรต์ของแบคทีเรีย SP-1 โดยใช้น้ำและดินตะกอนจากบ่อกุ้งที่ผ่านการฆ่าเชื้อ	63
20	แสดงการเก็บขี้เลนจากบ่อเลี้ยงจากบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำ	67
21	แสดงลักษณะบ่อเลี้ยงกุ้งจำลอง	67
22	แสดงลักษณะการเตรียมดินพื้นบ่อเลี้ยงกุ้งจำลอง	68

ภาพที่ หน้า

23 แสดงลักษณะการเตรียมน้ำลงในบ่อเลี้ยงกุ้งจำลอง..... 68
24 แสดงลักษณะทางกายภาพในวันที่เริ่มต้นทำการทดลอง..... 70
25 แสดงลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปในวันที่ 6 ของการทดลอง..... 71
26 แสดงลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปในวันที่ 11 ของการทดลอง..... 71
27 แสดงลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปในวันที่ 42 ของการทดลอง..... 72
28 แสดงลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปในชุดทดลองในระยะต่าง ๆ..... 72
29 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 73
30 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 73
31 แสดงความเข้มข้นของไนไตรต์ในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 74
32 แสดงความเข้มข้นของฟอสเฟตในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 74
33 แสดงปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 75
34 แสดงลักษณะทางกายภาพในวันที่เริ่มต้นทำการทดลอง..... 76
35 แสดงลักษณะทางกายภาพที่เปลี่ยนแปลงไปในวันที่ 11 หลังจากเริ่มทำการทดลอง 77
36 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 78
37 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 78
38 แสดงความเข้มข้นของไนไตรต์ในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 79
39 แสดงความเข้มข้นของฟอสเฟตในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 79
40 แสดงปริมาณแก๊สที่เกิดขึ้นในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 80
41 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์ และฟอสเฟตที่เกิดขึ้นภาย
ในขวดซีรั่มของชุดทดลองภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ระยะเวลา 28 วัน..... 81
42 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์ และฟอสเฟตที่เกิดขึ้น
ภายในขวดซีรั่มของชุดทดลองภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท
ระยะเวลา 28 วัน..... 82
43 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1.. 87
44 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1..... 88
45 แสดงความเข้มข้นของไนไตรต์ในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1.... 88
46 แสดงความเข้มข้นของฟอสเฟตในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1.... 89
47 แสดงการเจริญของแบคทีเรีย SP-1ในระหว่างที่มีการย่อยสลายแอมโมเนีย
ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟต..... 89

ภาพที่ หน้า

48 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-11 90
49 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-11... 91
50 แสดงความเข้มข้นของฟอสเฟตในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-11.. 92
51 แสดงความเข้มข้นของฟอสเฟตในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-11... 92
52 แสดงการเจริญของแบคทีเรีย SP-11 ในระหว่างที่มีการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟต..... 92
53 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟต ที่เกิดขึ้นภายในขวดซีรั่มของชุดทดลองโดยการย่อยสลายของแบคทีเรีย SP-1 ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ระยะเวลา 10 วัน..... 93
54 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตที่เกิดขึ้น ภายในขวดซีรั่มของชุดทดลองโดยการย่อยสลายของแบคทีเรีย SP-11 ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและ ไนเตรท ระยะเวลา 10 วัน..... 94
55 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1. 95
56 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1.... 96
57 แสดงการเจริญของแบคทีเรีย SP-1 ในระหว่างที่มีการย่อยสลายแอมโมเนียและ ไนเตรท..... 96
58 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1. 97
59 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1.... 98
60 แสดงการเจริญของแบคทีเรีย SP-1 ในระหว่างที่มีการย่อยสลายแอมโมเนียและ ไนเตรท..... 98
61 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทที่เกิดขึ้นภายในขวดซีรั่มของชุดทดลอง โดยการย่อยสลายของแบคทีเรีย SP-1 ในน้ำบ่อเลี้ยงกุ้งที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนระยะเวลา 11 วัน..... 99
62 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทที่เกิดขึ้นภายในขวดซีรั่มของชุดทดลองโดยการย่อยสลายแบคทีเรีย SP-1 ในน้ำบ่อเลี้ยงกุ้งที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนระยะเวลา 11 วัน..... 100
63 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1.. 101
64 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1..... 102

ภาพที่ หน้า

65 แสดงความเข้มข้นของไนไตรต์ในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1.... 102
66 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1.. 103
67 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1..... 104
68 แสดงความเข้มข้นของไนไตรต์ในระหว่างที่มีการย่อยสลายโดยแบคทีเรีย SP-1.... 104
69 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทที่เกิดขึ้นภายในขวดซีรั่มของชุดทดลอง โดยการย่อยสลายของแบคทีเรีย SP-1 ในดินตะกอนและน้ำบ่อเลี้ยงกุ้งที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ระยะเวลา 5 วัน..... 105
70 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทที่เกิดขึ้นภายในขวดซีรั่มของชุดทดลอง โดยการย่อยสลายของแบคทีเรีย SP-1ในน้ำดินตะกอนและบ่อเลี้ยงกุ้งที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ระยะเวลา 5 วัน..... 106
71 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 108
72 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 108
73 แสดงความเข้มข้นของไนไตรต์ในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 109
74 แสดงความเข้มข้นของฟอสเฟตในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 109
75 แสดงการเจริญของจุลินทรีย์ระหว่างที่มีการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์ และฟอสเฟต..... 110
76 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 112
77 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 112
78 แสดงความเข้มข้นของไนไตรต์ในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 113
79 แสดงความเข้มข้นของฟอสเฟตในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 113
80 แสดงการเจริญของจุลินทรีย์ระหว่างที่มีการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์ และฟอสเฟต..... 114
81 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตที่เกิดขึ้นภายในขวดซีรั่มของชุดทดลอง โดยการย่อยสลายของกลุ่มจุลินทรีย์จากดินตะกอน ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ระยะเวลา 15 วัน..... 115
82 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟตที่เกิดขึ้นภายในขวดซีรั่มของชุดทดลอง โดยการย่อยสลายของกลุ่มจุลินทรีย์จากดินตะกอนภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท ระยะเวลา 15 วัน..... 116

ภาพที่ หน้า

83 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 119
84 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 119
85 แสดงความเข้มข้นของไนไตรต์ในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 120
86 แสดงความเข้มข้นของฟอสเฟตในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 120
87 แสดงการเจริญของจุลินทรีย์ระหว่างที่มีการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท..... 121
88 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 123
89 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 123
90 แสดงความเข้มข้นของไนไตรต์ในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 124
91 แสดงความเข้มข้นของฟอสเฟตในระหว่างที่มีการย่อยสลาย..... 124
92 แสดงการเจริญของจุลินทรีย์ระหว่างที่มีการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์ และฟอสเฟต..... 125
93 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟต ที่เกิดขึ้นภายในขวดซีรั่มของชุดทดลอง โดยการย่อยสลายของกลุ่มแบคทีเรีย ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ระยะเวลา 15 วัน..... 126
94 การเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟต ที่เกิดขึ้นภายในขวด ซีรั่มของชุดทดลอง โดยการย่อยสลายของกลุ่มแบคทีเรีย ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนและไนเตรท ระยะเวลา 15 วัน..... 127
95 แสดงการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลอง..... 128
96 แสดงการเปลี่ยนแปลงของความเป็นกรดด่างในช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลอง... 129
97 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนละลายในช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลอง..... 129
98 แสดงความเข้มข้นของแอมโมเนียในระหว่างที่มีการย่อยสลายของกลุ่มแบคทีเรีย 130
99 แสดงความเข้มข้นของไนเตรทในระหว่างที่มีการย่อยสลายของกลุ่มแบคทีเรีย.... 131
100 แสดงความเข้มข้นของไนไตรต์ในระหว่างที่มีการย่อยสลายของกลุ่มแบคทีเรีย... 132
101 แสดงความเข้มข้นของฟอสเฟตในระหว่างที่มีการย่อยสลายของกลุ่มแบคทีเรีย... 133
102 แสดงการเจริญของกลุ่มแบคทีเรียในระหว่างที่มีการย่อยสลายแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์และฟอสเฟต..... 134
103 แสดงปริมาณสารอินทรีย์ที่เปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาที่ทำการทดลอง..... 134

ภาพที่ หน้า

104 แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของแอมโมเนีย ไนเตรท ไนไตรต์ และฟอสเฟต ของชุดทดลองในระหว่างที่มีการย่อยสลายของกลุ่มแบคทีเรีย..... 135
105 แสดงกราฟมาตรฐานของแอมโมเนียที่ความเข้มข้น 0.1-0.9 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 188
106 แสดงกราฟมาตรฐานของแอมโมเนียเจือจาง 10 เท่า ที่ความเข้มข้น 0.1-0.35 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 190
107 แสดงกราฟมาตรฐานของไนเตรทที่ความเข้มข้น 2-10 ไมโครกรัม..... 192
108 แสดงกราฟมาตรฐานของไนเตรทเจือจาง 40 เท่า ที่ความเข้มข้น 0.5-17 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 194
109 แสดงกราฟมาตรฐานของไนไตรต์ที่ความเข้มข้น 0.01-0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 196
110 แสดงกราฟมาตรฐานของไนไตรต์เจือจาง 10 เท่า ที่ความเข้มข้น 0.01-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร 198
111 แสดงกราฟมาตรฐานของฟอสเฟตที่ความเข้มข้น 0.005-0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร.... 200
112 แสดงกราฟมาตรฐานของฟอสเฟตเจือจาง 1 เท่า ที่ความเข้มข้น 0.01-0.25 มิลลิกรัมต่อลิตร..... 202