ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลและน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่อการตกตะกอนสาหร่าย *Chaetoceros calcitrans*

อังคณา โชคดีวัฒนเจริญ

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2555
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ อังคณา โชคดีวัฒนเจริญ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวภา ไหวพริบ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองทา)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวภา ไหวพริบ)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริโฉม ทุ่งเก้า)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์)
วันที่.....เดือน.....พ.ศ. 2555

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนและส่งเสริมวิทยานิพนธ์ ระดับบัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำภาคฤดูร้อน ปีการศึกษา 2553
และเงินทุนสนับสนุนบางส่วนจากศูนย์ความเป็นเลิศด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม
พิษวิทยาและการบริหารจัดการสารเคมี

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เยาวภา ไหวพริบ ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีตลอดมา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองทา ประธานกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริโฉม ทุ่งเก้า กรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่โครงการบัณฑิตศึกษา และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกจนทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง รวมถึงขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ โครงการบัณฑิตศึกษาทุกท่าน ได้แก่ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ รวมถึงสาขาวิชาวาริชศาสตร์ และสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร ที่คอยเป็นกำลังใจอันดียิ่งเสมอมา

ขอขอบคุณ คุณภัทรวดี เอียดเต็ม ที่คอยสอนการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยความเต็มใจ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จได้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านตั้งแต่ต้นจนสำเร็จการศึกษา รวมทั้งขอขอบใจพี่ชาย และน้องสาวที่ให้กำลังใจตลอดมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่ บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

อังคณา โชคดีวัฒนเจริญ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

50911474: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ: ไคโตซาน/ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล/ น้ำหนักโมเลกุล /คีโตเซอสรอส

อังคณา โชคดีวัฒนเจริญ: ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลและน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่อการตกตะกอนสาหร่าย *Chaetoceros calcitrans*. (EFFECT OF DEACETYLATION OF DEGREE AND MOLECULAR WEIGHT OF CHITOSAN ON COAGULATION OF *CHAETOCEROS CALCITRANS*). กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เยาวภา ไหวพริบ, Ph.D. 196 หน้า. ปี พ.ศ. 2555.

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (80.58, 83.34 และ 89.95 เปอร์เซ็นต์) pH (6.00, 7.00 และ 8.00) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส พบว่า มีอิทธิพลร่วมของ 3 ปัจจัย ต่อร้อยละการลดลงของความขุ่น ของแข็งทั้งหมด ค่า OD_{600} และปริมาณโปรตีน (Lowry) (p<0.05) โดยพบว่าที่สภาวะการใช้ไคโตซาน 89.95 เปอร์เซ็นต์ pH 6 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ร้อยละการลดลงของความขุ่น (95.60±0.33 เปอร์เซ็นต์) และค่า OD_{600} (80.57±0.69 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด (p<0.05) ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน 80.58±0.41 เปอร์เซ็นต์ pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ร้อยละการลดลงของค่าของแข็งทั้งหมด (10.95±0.09 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด (p<0.05) และที่สภาวะการใช้ไคโตซาน 83.34 เปอร์เซ็นต์ pH 6 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) (19.84±0.70 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด (p<0.05) ส่วนร้อยละการลดลงของค่าของแข็งแขวนลอยสูงสุด (p<0.05) มีอิทธิพลร่วมของ 2 ปัจจัย คือ ชนิดไคโตซานกับ pH และ pH กับความเข้มข้นไคโตซาน เท่ากับ 13.71±0.41 เปอร์เซ็นต์ ที่สภาวะการใช้ของไคโตซาน 89.95±0.32 เปอร์เซ็นต์ pH 6 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส่วนตะกอน พบว่าที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานเป็น 83.34 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณโปรตีนสูงสุด (p<0.05) เท่ากับ 13.55±0.07 ร้อยละน้ำหนักแห้ง ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานเป็น 80.58 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้นสูงสุด (p<0.05) เท่ากับ 49.85±0.34 และ 20.05±0.06 ร้อยละน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

ต่อมาศึกษาผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ($3.00x10^5$, $2.00x10^5$ และ $1.10x10^5$ ดาลตัน) pH (6.00, 7.00 และ 8.00) และปริมาณไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส พบว่า มีอิทธิพลร่วมของ 3 ปัจจัย

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ต่อร้อยละการลดลงของความขุ่น ของแข็งทั้งหมด ค่า OD_{600} และปริมาณโปรตีน (Lowry) ($p<0.05$) โดยพบว่าที่สภาวะการใช้ไคโตซาน $3.00\pm0.04\times10^5$ ดาลตัน pH 6 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ร้อยละการลดลงของความขุ่น (90.42±0.23 เปอร์เซ็นต์) ค่า OD_{600} (75.17±1.41 เปอร์เซ็นต์) และปริมาณโปรตีน (Lowry) (6.25±0.95 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด ($p<0.05$) และที่สภาวะการใช้ไคโตซาน $1.10\pm0.33\times10^5$ ดาลตัน pH 6 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ให้ร้อยละการลดลงของค่าของแข็งทั้งหมด (2.68±0.20 เปอร์เซ็นต์) สูงสุด ($p<0.05$) ส่วนร้อยละการลดลงของค่าของแข็งแขวนลอยสูงสุด ($p<0.05$) มีอิทธิพลร่วมของ 2 ปัจจัย คือ ชนิดไคโตซานกับ pH และ pH กับความเข้มข้นไคโตซาน เท่ากับ 17.56±2.04 เปอร์เซ็นต์ ที่สภาวะการใช้ไคโตซาน $3.00\pm0.04\times10^5$ ดาลตัน pH 7 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส่วนตะกอน พบว่าน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานเป็น 1.10×10^5 ดาลตัน ให้ปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้นสูงสุด ($p<0.05$) เท่ากับ 13.16±0.33, 47.35±0.55 และ 21.84±0.47 ร้อยละน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

50911474: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE;
M. Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)
KEYWORDS: CHITOSAN/ DEACETYLATION OF DEGREE / MOLECULAR WEIGHT/ MICROALGAE

ANGKHANA CHOKDIWATTANACHAROEN: EFFECT OF DEACETYLATION OF DEGREE AND MOLECULAR WEIGHT OF CHITOSAN ON COAGULATION OF *CHAETOCEROS CALCITRANS*. ADVISORY COMMITTEE: YAOWAPHA WAIPHIB, Ph.D. 196 P. 2012.

Effects of degree of deacetylation (80.58, 83.34 and 89.95 %) pH (6.00, 7.00 and 8.00) and dosage (0, 100, 200, 300, 400 and 500 $mg.L^{-1}$) of chitosan on coagulation of *Chaetoceros calcitrans* were investigated. The use of chitosan with deacetylation degree of 89.95 % at pH 6.00 and 500 mg L^{-1} showed significantly highest on % reduction of turbidity (95.60±0.33 %) % reduction of suspended solid content (13.71±0.41 %) and % flocculation (OD_{600}) (80.57±0.69 %)., deacetylation degree of 80.58 % at pH 6.00 and 500 $mg.L^{-1}$ showed significantly highest on % reduction of total suspended solid content (10.95±0.09 %) and deacetylation degree of 83.34 % at pH 6.00 and 500 $mg.L^{-1}$ showed significantly highest on % reduction of protein content (19.84±0.70%). The proximate analysis of the coagulated solid using 83.34 % deacetylate chitosan demonstrated highest level of protein content (p<0.05) of 13.55±0.07 % dry weight and 80.58 % deacetylate chitosan demonstrated highest level of ash and moisture contents (p<0.05), of 49.85±0.34 % dry weight and 20.05±0.058 % dry weight respectively.

Furthermore, the effects of molecular weight ($3.00x10^5$, $2.00x10^5$ and $1.10x10^5$ Da) pH (6.00, 7.00 and 8.00) and dosage (0, 100, 200, 300, 400 and 500 $mg.L^{-1}$) of chitosan on coagulation of *Chaetoceros calcitrans* were investigated. The use of chitosan with molecular weight of $3.00x10^5$ Da at pH 6.00 and 500 $mg.L^{-1}$ showed significantly highest on % reduction of turbidity (90.42±0.23 %), % flocculation (OD_{600}) (75.17±1.41 %) and protein content (6.25±0.95 %) (p<0.05)., molecular weight of

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

1.10x10^5 Da at pH 6.00 and 500 mg.L^{-1} showed significantly highest on % reduction of total suspended solid content (2.68±0.20 %) and molecular weight of 3.00x10^5 Da at pH 7.00 and 500 mg.L^{-1} showed significantly highest on % reduction of suspended solid content (17.56±2.04 %). The proximate analysis of the coagulated solid using chitosan molecular weight 3.00x10^5 Da showed highest level of protein, ash and moisture contents (p<0.05), 13.16±0.33, 47.35±0.55 and 21.84±0.47 % dry weight respectively.

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย		จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ		ช
สารบัญ		ฌ
สารบัญตาราง		ฏ
สารบัญภาพ		ฒ
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
	สมมติฐานของการวิจัย	2
	กรอบแนวคิดของการวิจัย	3
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
	ขอบเขตของการวิจัย	3
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
	ไคโตซาน (Chitosan)	5
	ไดอะตอม (Diatom)	10
	กระบวนการโคแอกกูเลชั่น	15
	การประยุกต์ใช้ไคโตซานเป็นโคแอกกูแลนท์	27
	ปัจจัยที่มีผลต่อการตกตะกอนสาหร่าย	37
3	วิธีดำเนินการวิจัย	48
	วัตถุดิบ	48
	เครื่องมือและอุปกรณ์	48
	สารเคมี	49
	ขั้นตอนดำเนินการทดลอง	50
	ศึกษาผลของน้ำหนักโมเลกุล pH และความเข้มข้นของไคโตซาน ต่อการตกตะกอนของสาหร่าย *Chaetoceros calcitrans*	53

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ศึกษาผลของน้ำหนักโมเลกุล pH และความเข้มข้นของไคโตซาน ต่อการตกตะกอนของสาหร่าย *Chaetoceros calcitrans*.....	56
4	ผลการวิจัย.....	59
	ผลการเตรียมไคโตซาน.....	59
	การศึกษาผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน pH และ ความเข้มข้นของไคโตซานต่อการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	60
	การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนใส.....	60
	ความขุ่น.....	60
	ของแข็งแขวนลอย.....	67
	ของแข็งทั้งหมด.....	74
	ค่า OD_{600}	81
	ปริมาณโปรตีน (Lowry)	88
	การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส่วนตะกอน.....	95
	การศึกษาผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และความเข้มข้น ของไคโตซานต่อการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	97
	การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของส่วนใส.....	97
	ความขุ่น.....	97
	ของแข็งแขวนลอย.....	104
	ของแข็งทั้งหมด.....	111
	ค่า OD_{600}	118
	ปริมาณโปรตีน (Lowry)	125
	การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส่วนตะกอน.....	132

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	อภิปรายและสรุปผล	134
	อภิปรายผล	134
	การเตรียมไคโตซาน	134
	การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส	137
	การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของส่วนตะกอน	142
	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และความเข้มข้นของไคโตซาน	145
	สรุปผลการทดลอง	148
	ข้อเสนอแนะ	150
บรรณานุกรม		152
ภาคผนวก		161
	ก. การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพ	162
	ข. สูตรอาหารที่ใช้เพาะเลี้ยงไดอะตอม	174
	ค. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม MINITAB	176
	ง. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยโปรแกรม SPSS	187
ประวัติย่อของผู้วิจัย		196

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2-1	สารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนเคมี.....	27
2-2	สมบัติของสารเคมีที่ใช้ตกตะกอน.....	29
2-3	สารตกตะกอนที่ใช้ในการเก็บเกี่ยวสาหร่าย.....	30
2-4	ประสิทธิภาพการตกตะกอนสาหร่ายด้วยไคโตซาน.....	32
2-5	สรุปการใช้ไคโตซานในการตกตะกอนชนิดต่าง ๆ.....	34
3-1	อุณหภูมิ เวลา และจำนวนซ้ำที่ใช้ในการผลิตไคโตซาน ที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุลต่าง ๆ กัน.....	51
4-1	ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานที่เตรียมได้จากเปลือกกุ้ง ที่ภาวะต่าง ๆ ได้แก่ ความเข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ อุณหภูมิ เวลา และจำนวนครั้งการสกัดซ้ำ.....	59
4-2	การวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองของร้อยละการลดลงของความขุ่น และร้อยละการลดลงของความขุ่น ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-C, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	64
4-3	การวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองของร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอย และค่าร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอย ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-C, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	71
4-4	การวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองของร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมด และค่าร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมด ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-C, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	78

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-5 การวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองของร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} และค่าร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-C, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ กัน..... 85

4-6 การวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองของร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน และค่าร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-C, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ กัน..... 92

4-7 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้นของส่วนตะกอน..... 95

4-8 การวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองของร้อยละการลดลงของความขุ่น และค่าร้อยละการลดลงของความขุ่น ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-D, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ กัน..... 101

4-9 การวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองของร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอย และค่าร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอย ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-D, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ กัน..... 108

4-10 การวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองของร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอย และค่าร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอย ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-D, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ กัน..... 115

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4-11	การวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองของร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} และร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-D, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	122
4-12	การวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองของร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน และค่าร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วยCS-D, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่เวลาต่าง ๆ กัน.....	129
4-13	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้นของส่วนตะกอน.....	132
5-1	สมบัติทางเคมีของไคโตซานที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้น.....	134
5-2	สภาวะที่เหมาะสมของไคโตซานในการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสของร้อยละการลดลงของตัวแปรต่าง ๆ.....	137
5-3	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่อปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้นของส่วนตะกอน....	142

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	โครงสร้างทางเคมีของ Cellulose, Chitin and Chitosan.....	6
2-2	ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลในโครงสร้างของไคติน.....	6
2-3	การผลิตไคตินและไคซานจากเปลือกกุ้ง.....	8
2-4	ลักษณะเซลล์เดี่ยวและสายโซ่ของ *Chaetoceros calcitrans*.....	11
2-5	กราฟแสดงการเจริญเติบโตของสาหร่าย.....	14
2-6	อนุภาคตะกอนก่อนเติม และเริ่มเติมสารตกตะกอน.....	17
2-7	การดูดจับอนุภาคของสารพอลิอิเล็คโทรไลต์.....	17
3-1	ขั้นตอนการเตรียมไคติน.....	50
3-2	ขั้นตอนการเตรียมไคโตซาน.....	52
3-3	ขั้นตอนการศึกษาผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล pH และความเข้มข้นของไคโตซานต่อการตกตะกอนของสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	55
3-4	ขั้นตอนการศึกษาผลของน้ำหนักโมเลกุล pH และความเข้มข้นของไคโตซานต่อการตกตะกอนของสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	58
4-1	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-A) pH (A: pH 6 , B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของความขุ่นจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	61
4-2	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-B) pH (A: pH 6 , B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของความขุ่นจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	62

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-3	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-C) pH (A: pH 6 , B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของความขุ่นจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส……	63
4-4	กราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วยไคโตซาน ต่อร้อยละการลดลงของความขุ่นที่เวลา15-120 นาที (A: 15 นาที B: 30 นาที C: 60 นาที และ E: 120 นาที)……....	65
4-5	การเปรียบเทียบค่าร้อยละการลดลงของความขุ่นที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วย CS-C, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะเดียวกัน……	66
4-6	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-A) pH (A: pH 6 , B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอยจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส……..	68
4-7	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-B) pH (A: pH 6 , B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอยจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส……..	69
4-8	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-C) pH (A: pH 6 , B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอยจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส……..	70

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-9	กราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วยไคโตซาน ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอยที่เวลา 15-120 นาที (A: 15 นาที B: 30 นาที C: 60 นาที และ D: 120 นาที).....	72
4-10	การเปรียบเทียบค่าร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอยที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วย CS-C, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะเดียวกัน.....	73
4-11	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-C) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมดจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	75
4-12	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-C) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมดจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	76
4-13	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-C) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมดจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	77
4-14	กราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วยไคโตซาน ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมดที่เวลา 15-120 นาที (A: 15 นาที B: 30 นาที C: 60 นาที และ D: 120 นาที).....	79

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-15	การเปรียบเทียบค่าร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมดที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-C, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองที่สภาวะเดียวกัน.....	80
4-16	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-C) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	82
4-17	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-C) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	83
4-18	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-C) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	84
4-19	กราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วยไคโตซาน ต่อร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} ที่เวลา 15-120 นาที (A: 15 นาที B: 30 นาที C: 60 นาที และ D: 120 นาที).....	86
4-20	การเปรียบเทียบค่าร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วย CS-C, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองที่สภาวะเดียวกัน.....	87

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-21	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-A) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	89
4-22	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-B) pH (A: pH , B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	90
4-23	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (CS-C) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	91
4-24	กราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วยไคโตซาน ต่อร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) ที่เวลา 0-120 นาที (A: 15 นาที B: 30 นาที C: 60 นาที และ D: 120 นาที).....	93
4-25	การเปรียบเทียบค่าร้อยละการลดลงของโปรตีน (Lowry) ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วย CS-C, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองที่สภาวะเดียวกัน.....	94
4-26	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีนปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้นของส่วนตะกอน.....	96
4-27	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-D) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของความขุ่นจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	98

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-28	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-E) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของความขุ่นจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	99
4-29	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-F) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของความขุ่นจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	100
4-30	กราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วยไคโตซาน ต่อร้อยละการลดลงของความขุ่นที่เวลา 15-120 นาที (A: 15 นาที B: 30 นาที C: 60 นาที และ D: 120 นาที).....	102
4-31	การเปรียบเทียบค่าร้อยละการลดลงของความขุ่นที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วย CS-D, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะเดียวกัน.....	103
4-32	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-D) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอยจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	105
4-33	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-E) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอยจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	106

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-34	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-F) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอยจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	107
4-35	กราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วยไคโตซาน ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอยที่เวลา 15-120 นาที(A: 15 นาที B: 30 นาที C: 60 นาที และ D: 120 นาที).....	109
4-36	การเปรียบเทียบค่าร้อยละการลดลงของของแข็งแขวนลอยที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วย CS-D, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองที่สภาวะเดียวกัน.....	110
4-37	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-D) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมดจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	112
4-38	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-D) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมดจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	113
4-39	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-D) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมดจากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	114

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-40	กราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วยไคโตซาน ต่อร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมดที่เวลา 15-120 นาที(A: 15 นาที B: 30 นาที C: 60 นาที และ D: 120 นาที).....	116
4-41	การเปรียบเทียบค่าร้อยละการลดลงของของแข็งทั้งหมดที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วย CS-D, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองที่สภาวะเดียวกัน.....	117
4-42	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-D) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	119
4-43	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-E) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	120
4-44	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-F) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	121
4-45	กราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วยไคโตซาน ต่อร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} ที่เวลา 15-120 นาที (A: 15 นาที B: 30 นาที C: 60 นาที และ D: 120 นาที).....	123

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-46	การเปรียบเทียบค่าร้อยละการลดลงของค่า OD_{600} ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วย CS-D, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองที่สภาวะเดียวกัน.....	124
4-47	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-D) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	126
4-48	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-E) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	127
4-49	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (CS-F) pH (A: pH 6, B: pH 7 และ C: pH 8) และความเข้มข้นไคโตซาน (0, 100, 200, 300, 400 และ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ต่อร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) จากการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส.....	128
4-50	กราฟพื้นที่ผิวตอบสนอง ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสด้วยไคโตซาน ต่อร้อยละการลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry) ที่เวลา 15-120 นาที (A: 15 นาที B: 30 นาที C: 60 นาที และ D: 120 นาที)....	130
4-51	การเปรียบเทียบค่าร้อยละการลดลงของโปรตีน (Lowry) ที่สภาวะการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอส ด้วย CS-D, pH 6 และความเข้มข้นไคโตซาน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร กับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์พื้นที่ผิวตอบสนองที่สภาวะเดียวกัน.....	131
4-52	ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้าและปริมาณความชื้นของส่วนตะกอน.....	133

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

5-1 สมบัติทางเคมีของไคโตซานที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน..... 135

5-2 สภาวะที่เหมาะสมของไคโตซานในการตกตะกอนสาหร่ายคีโตเซอรอสของร้อยละการลดลงของตัวแปรต่าง ๆ..... 138

5-3 ผลของร้อยละปริมาณโปรตีน ปริมาณเถ้า และปริมาณความชื้นของไคโตซานชนิดต่าง ๆ..... 143

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University