

สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ และสมบัติการใช้งาน
ของไคโตซานที่เตรียมภายใต้ภาวะการกำจัดหมู่อะซิติลต่างกัน

นันทยา เนียบแหลม

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

มิถุนายน 2548

ISBN 974-502-512-7

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ นันทิยา เจริญแหลม ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัย
บูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....*leo m. brown*..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เขียวภา ไหวพริบ)

.....*Mr. M*..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองทา)

.....*St*..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สิริโฉม พุ่งเกล้า)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....*leo m. brown*..... ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เขียวภา ไหวพริบ)

.....*Mr. M*..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองทา)

.....*St*..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริโฉม พุ่งเกล้า)

.....*Prum yung*..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณ ภาณุตระกูล)

.....*Dr. Winit*..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิญญัติ มั่นทะจิตร)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....*Mr. Lin*..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี)

วันที่ ๒๑ เดือน มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๔๘

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เขวภา ไหวพริบ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อนันต์ ทองทา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริโณ พุ่งแก้ว กรรมการที่ปรึกษา ที่กรุณาให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นอันเป็นประโยชน์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวรรณา ภาณุตระกูล และรองศาสตราจารย์ ดร. วิภูษิต มั่นชนะจิตร กรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำโครงการบัณฑิตศึกษา และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหารทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง ขอขอบคุณ คุณนพรัตน์ วงศ์อนุรักษชัย และครอบครัว ที่มีส่วนช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจอันดีอยู่เสมอมา

ขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ ที่ให้การสนับสนุนในทุก ๆ ด้านตั้งแต่ต้นจนสำเร็จ การศึกษา รวมทั้งขอขอบใจน้องสาวซึ่งเป็นที่ปรึกษาในทุก ๆ ด้าน

คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ อันพึงได้จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นกตัญญู กตเวทิตาคุณแด่ผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งที่ได้กล่าวมาแล้ว รวมทั้งท่านอื่น ๆ ที่มีได้เอื้อนาม และขอ น้อมระลึกถึงพระคุณครู อาจารย์ผู้ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษา ฝึกอบรมและวิจัย ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการ พัฒนาบัณฑิตศึกษา และวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

นันทิยา เจียบแหลม

44910738: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: ไคโตซาน/ สมบัติทางเคมีกายภาพ/ สมบัติการใช้งาน

นันทิยา เนียบแหลม: สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ และสมบัติการใช้งานของ ไคโตซานที่เตรียมภายใต้ภาวะการกำจัดหมู่อะซีติลต่างกัน (CORRELATION BETWEEN PHYSICO-CHEMICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF CHITOSAN PREPARED UNDER DIFFERENT DEACETYLATION CONDITIONS) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: เขียวภา ไหวพริบ, Ph.D., อนันต์ ทองทา, Ph.D., ศิริ โฉม พุ่งเป้า, Ph.D. 178 หน้า. ปี พ.ศ. 2548. ISBN 974-502-512-7

ศึกษาผลของภาวะการกำจัดหมู่อะซีติลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพ (ระดับการกำจัดหมู่อะซีติล ความหนืด น้ำหนักโมเลกุล ความหนาแน่น ความเป็นกรดต่าง ปริมาณเถ้า และปริมาณไนโตรเจน) และ สมบัติการใช้งาน (ความสามารถการจับสี ย้อม ความสามารถในการจับไขมัน ความสามารถในการจับน้ำ และ ความสามารถในการเป็นอิมัลซิไฟเออร์) ของไคโตซาน โดยนำไคตินจากเปลือกกุ้งมากำจัดหมู่อะซีติลด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ภายใต้ภาวะต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ 110 120 และ 130 องศาเซลเซียส จำนวนรอบการสกัด 1 2 และ 3 รอบ ใช้เวลา 1 2 และ 3 ชั่วโมง พบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิกับจำนวนรอบการสกัด จำนวนรอบการสกัดกับเวลาที่ใช้ในการสกัด และอุณหภูมิกับ เวลาที่ใช้ในการสกัด ส่งผลให้ระดับการกำจัดหมู่อะซีติล และปริมาณเถ้าสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) นอกจากนี้พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ส่งผลให้ความหนาแน่น ความเป็นกรดต่าง และปริมาณไนโตรเจนสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ในขณะที่ความหนืด น้ำหนัก โมเลกุล ความสามารถในการจับสี ไขมัน และน้ำ รวมทั้งความสามารถเป็นอิมัลซิไฟเออร์ลดลงอย่างมี นัยสำคัญ ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ในกลุ่มสมบัติทางเคมีกายภาพของไคโตซาน พบว่าระดับการ กำจัดหมู่อะซีติล ความหนาแน่น ความเป็นกรดต่าง ปริมาณความชื้น ปริมาณเถ้า และปริมาณไนโตรเจน มีความสัมพันธ์กับความหนืด และน้ำหนักโมเลกุลในเชิงลบอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ส่วนผลการ วิเคราะห์สหสัมพันธ์ในกลุ่มสมบัติการใช้งานของไคโตซาน พบว่าทุกพารามิเตอร์มีความสัมพันธ์เชิงบวก ต่อกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) และผลการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ และ สมบัติการใช้งานของไคโตซาน พบว่าความสามารถจับสี ย้อม ไขมัน และน้ำ รวมทั้งความสามารถ เป็นอิมัลซิไฟเออร์มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) กับความหนืด ($r = 0.559, 0.676, 0.853, 0.856$) และน้ำหนักโมเลกุล ($r = 0.653, 0.774, 0.938, 0.825$) ในขณะที่มีความสัมพันธ์เชิงลบอย่างมี นัยสำคัญยิ่ง ($p < 0.01$) กับระดับการกำจัดหมู่อะซีติล ($r = -0.699, -0.849, -0.850, -0.651$) ความหนาแน่น ($r = -0.857, -0.964, -0.903, -0.602$) ความเป็นกรดต่าง ($r = -0.713, -0.713, -0.906, -0.694$) ปริมาณเถ้า ($r = -0.550, -0.535, -0.761, -0.799$) และปริมาณไนโตรเจน ($r = -0.605, -0.711, -0.620, -0.504$)

44910738: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: CHITOSAN/ PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES/ FUNCTIONAL PROPERTIES

NANTIYA CHIEPLAEM: CORRELATION BETWEEN PHYSICOCHEMICAL AND FUNCTIONAL PROPERTIES OF CHITOSAN PREPARED UNDER DIFFERENT DEACETYLATION CONDITIONS. THESIS ADVISORS: YAOWAPHA WAIPRIB, Ph.D., ANAN TONGTA, Ph.D., SIRICHOM THUNKAO, Ph.D. 178 P. 2005. ISBN 974-502-512-7

The effects of deacetylation conditions on physicochemical properties (deacetylation degree, viscosity, molecular weight, bulk density, pH, ash contents, and nitrogen contents) and functional properties (dye, fat, and water binding capacities, and emulsifying capacity) of chitosan products were investigated. At first, chitin produced from shrimp shell was deacetylated with 50% w/w sodium hydroxide at different combination of deacetylation conditions; that is, 110°C, 120°C, and 130°C with the number of repeated batch of 1, 2, and 3 for 1 hour, 2 hours, and 3 hours respectively in order to yield chitosan products. Higher deacetylation temperature and number of repeated batch, higher number of repeated batch and time of reaction, and higher deacetylation temperature and time could result in an increase of deacetylation degree and ash contents with statistical significance at the 0.05 level. Moreover, higher deacetylation temperature, number of repeated batch, and time could result in an increase of bulk density, pH, and nitrogen contents with statistical significance at the 0.05 level; however, it could result in a decrease of viscosity, molecular weight, dye binding, fat binding, water binding, and emulsifying capacities with statistical significance at the 0.05 level.

Correlation analysis among physicochemical properties demonstrated that deacetylation degree, bulk density, pH, ash, moisture, and nitrogen contents negatively correlated with viscosity, and molecular weight with statistical significance at the 0.05 level. Correlation analysis among functional properties showed significantly positive for all parameters with statistical significance at the 0.05 level. Correlation analysis between physicochemical, and function properties demonstrated that dye, fat, and water binding, and emulsifying capacities were significantly positive with viscosity ($r = 0.559, 0.676, 0.853, 0.856$) and molecular weight ($r = 0.653, 0.774, 0.938, 0.825$) with statistical significance at the 0.01 level; however, they were significantly negative with deacetylation degree ($r = -0.699, -0.849, -0.850, -0.651$), bulk density ($r = -0.964, -0.903, -0.602$), pH ($r = -0.713, -0.713, -0.906, -0.694$), ash contents ($r = -0.550, -0.535, -0.761, -0.799$), and nitrogen contents ($r = -0.605, -0.711, -0.620, -0.504$) with statistical significance at the 0.01 level.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ด
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
สถานที่ทำการวิจัย.....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ไคตินและไคโตซาน.....	5
ไคติน.....	5
ไคโตซาน.....	7
การประยุกต์ใช้ไคโตซาน.....	9
ด้านสิ่งทอและกระดาษ.....	9
การบำบัดน้ำ.....	9
การเกษตร.....	10
การแพทย์.....	10
ด้านอาหาร ยา และเครื่องสำอาง.....	11
การเตรียมไคตินและไคโตซานจากเปลือกกุ้ง.....	12
การเตรียมไคติน.....	12
การเตรียมไคโตซาน.....	14

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
สมบัติทางเคมีกายภาพของไคตินและไคโตซาน.....	17
การละลาย.....	17
ระดับการกำจัดหมู่อะซีทิล.....	17
ความหนืด.....	18
น้ำหนักโมเลกุล.....	20
ความหนาแน่น.....	20
ปริมาณแฉะและแร่ธาตุ.....	21
ปริมาณไนโตรเจนและโปรตีน.....	21
ความสามารถในการตกตะกอน.....	22
ความสามารถในการเกิดปฏิกิริยา.....	22
สมบัติการใช้งานของไคตินและไคโตซาน.....	23
ความสามารถการจับสี.....	23
ความสามารถการจับไขมัน.....	33
ความสามารถการจับน้ำ.....	37
ความสามารถการเป็นอิมัลซิไฟเออร์.....	38
ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ และสมบัติการใช้งานของไคติน และไคโตซาน.....	40
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	43
วัตถุประสงค์.....	43
วัสดุอุปกรณ์.....	43
สารเคมี.....	44
วิธีดำเนินการวิจัย.....	45
การเตรียมไคติน.....	45
การเตรียมไคโตซาน.....	46
การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของไคโตซาน.....	47
การวิเคราะห์สมบัติการใช้งานของไคโตซาน.....	48

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	48
4 ผลการวิจัย.....	49
การเตรียมไคติน.....	49
การเตรียมไคโตซาน.....	49
การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของไคโตซาน.....	52
ระดับการกำจัดหุ่อะซีติล.....	52
ความหนืด.....	57
น้ำหนักโมเลกุล.....	61
ความหนาแน่น.....	64
ความเป็นกรดต่าง.....	67
ปริมาณความชื้น.....	70
ปริมาณเถ้า.....	73
ปริมาณไนโตรเจน.....	77
การวิเคราะห์สมบัติการใช้งานของไคโตซาน.....	81
ความสามารถการจับสี.....	81
ความสามารถการจับไขมัน.....	85
ความสามารถการจับน้ำ.....	88
ความสามารถการเป็นอิมัลซิไฟเออร์.....	91
สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ กับสมบัติการใช้งานของไคโตซาน.....	97
สหสัมพันธ์ในกลุ่มสมบัติทางเคมีกายภาพ.....	97
สหสัมพันธ์ในกลุ่มสมบัติการใช้งาน.....	98
สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ กับสมบัติการใช้งานของไคโตซาน.....	99
5 อภิปรายและสรุปผล.....	101
อภิปรายผล.....	101
การเตรียมไคติน.....	101
การเตรียมไคโตซาน.....	102

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของไคโตซาน.....	103
การศึกษาสมบัติการใช้งานของไคโตซาน.....	110
สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ กับสมบัติการใช้งานของ ไคโตซาน.....	114
สรุปผลการทดลอง.....	117
ข้อเสนอแนะ.....	119
บรรณานุกรม.....	120
ภาคผนวก.....	126
ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของไคโตซาน.....	127
ภาคผนวก ข วิธีวิเคราะห์สมบัติการใช้งานของไคโตซาน.....	135
ภาคผนวก ค วิธีการคำนวณสมบัติทางเคมีกายภาพของไคโตซาน.....	140
ภาคผนวก ง วิธีการคำนวณสมบัติการใช้งานของไคโตซาน.....	145
ภาคผนวก จ ข้อมูลการทดลอง.....	153
ภาคผนวก ฉ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	167
ภาคผนวก ช ใบรับรอง.....	175
ภาคผนวก ซ ภาพประกอบ.....	177
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	178

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ปริมาณไคตินที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ.....	8
2-2 การเปรียบเทียบความสามารถการดูดซับสูงสุดของสีย้อมบางชนิดของไคโตซาน.....	25
2-3 ปริมาณการดูดซับสีย้อมสูงสุด และค่าคงที่ของแลงเมียร์ของไคโตซาน.....	27
2-4 ผลของอุณหภูมิต่อความสามารถการจับสีย้อมของไคโตซาน.....	28
2-5 ผลของไฟเบอร์ทางอาหารชนิดต่าง ๆ ต่อความสามารถการจับไขมันออกจาก อุจจาระ.....	35
2-6 ความสามารถในการจับน้ำ ไขมัน และสีย้อมของไคโตซาน.....	37
2-7 สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ กับสมบัติการใช้งานของไคตินและ ไคโตซาน.....	41
2-8 สหสัมพันธ์ในกลุ่มสมบัติทางเคมีกายภาพของไคโตซาน.....	41
2-9 สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติทางเคมีกายภาพ กับสมบัติการใช้งานของไคโตซาน.....	42
4-1 องค์ประกอบทางเคมีของไคตินที่แยกได้จากเปลือกกุ้งขาว แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	49
4-2 ผลของเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดย น้ำหนัก ต่อปริมาณไคโตซานที่ผลิตได้ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	50
4-3 ผลของอุณหภูมิ กับจำนวนรอบการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณไคโตซานที่ผลิตได้ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	51
4-4 ผลของอุณหภูมิ กับจำนวนรอบการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	53
4-5 ผลของอุณหภูมิ กับเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-6 ผลของจำนวนรอบการสกัด กับเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลาย ต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน แสดงในรูป ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	56
4-7 ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของ สารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อความหนืด และระดับค่าความหนืดของ สารละลายโคโคซานความเข้มข้นร้อยละ 1 ในกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1 ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 ± 1 องศาเซลเซียส เพิ่มความเร็วรอบครั้งละ 0.5 รอบต่อนาที ทุก ๆ 30 วินาที อ่านค่าที่ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	59
4-8 ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของ สารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน แสดงใน รูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	62
4-9 ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของ สารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อความหนาแน่นของโคโคซานขนาดอนุภาค 0.2 มิลลิเมตร แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	65
4-10 ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของ สารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อความเป็นกรดต่างของโคโคซาน แสดงใน รูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	68
4-11 ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของ สารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณความชื้นของโคโคซานแสดงใน รูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	71
4-12 ผลของอุณหภูมิ กับจำนวนรอบการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณเถ้าของโคโคซาน แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	73
4-13 ผลของอุณหภูมิ กับเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณเถ้าของโคโคซาน แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-14 ผลของจำนวนรอบการสกัด กับเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลาย ต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณเถ้าของไคโตซาน แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	76
4-15 ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของ สารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณไนโตรเจนของไคโตซาน แสดงใน รูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	79
4-16 ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของ สารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณการดูดซับสีย้อมสูงสุด และค่าคงที่ สมดุลของการดูดซับของไคโตซาน ตามแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของแลงเมียร์ แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	83
4-17 ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของ สารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อความสามารถการจับไขมันของไคโตซาน แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	86
4-18 ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของ สารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อความสามารถการจับน้ำของไคโตซาน แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	89
4-19 รูปแบบการเปลี่ยนแปลงของค่าการนำไฟฟ้าชั้นบนของสารละลายอิมัลชัน และระยะ เวลาที่ค่าการนำไฟฟ้าชั้นบนของสารละลายอิมัลชันมีค่าสูงสุด จำแนกตามภาวะการ เตรียมไคโตซานที่ใช้เป็นอิมัลซิไฟเออร์.....	94
4-20 ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของ สารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อค่า Relaxation Times (t_1) ของสารละลาย อิมัลชันชั้นบนจาก Second-Order Exponential Equation แสดงในรูปค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่า เบี่ยงเบนมาตรฐาน.....	95
4-21 สหสัมพันธ์ในกลุ่มสมบัติทางเคมีกายภาพของไคโตซาน.....	98
4-22 สหสัมพันธ์ในกลุ่มสมบัติการใช้งานของไคโตซาน.....	99
4-23 สหสัมพันธ์ระหว่างสมบัติเคมีทางกายภาพ กับสมบัติการใช้งานของไคโตซาน.....	100

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5-1 ผลของภาวะที่ใช้ในการแยกโคตินต่อปริมาณโคตินที่แยกได้ ปริมาณเถ้า และปริมาณไนโตรเจนในโคติน.....	102
ภาคผนวก ก-1 ข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้จาก Rheocalc Data โดยใช้ชุด Small Sample Adapter หัวเข็มเบอร์ SC4-18 รุ่น LV เพิ่มความเร็วรอบครั้งละ 0.5 รอบต่อนาที ทุก ๆ 30 วินาที และควบคุมอุณหภูมิที่ 25 ± 1 องศาเซลเซียส.....	129
ภาคผนวก ก-1 ความเข้มข้นของสารละลาย CPC และสารละลายโคโคซาน.....	140
ภาคผนวก ก-2 ปริมาตร PVSK ที่ใช้ในการไทเทรตเบสและสารละลาย CPC.....	141
ภาคผนวก ก-3 ปริมาตรของ PVSK ที่ใช้ในการไทเทรตสารละลายโคโคซาน.....	141
ภาคผนวก ก-4 การคำนวณค่าความหนืดของสารละลายโคโคซานในกรดอะซีติกความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ และโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 0.2 โมลาร์ ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยใช้ Ubbelohde Viscometer ขนาด 0B.....	143
ภาคผนวก ง-1 ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายสี Brilliant Blue FCF ที่ความยาวคลื่น 629 นาโนเมตร ค่าความเป็นกรดต่าง 3.....	145
ภาคผนวก ง-2 การคำนวณปริมาณการดูดซับสีของโคโคซานในแต่ละความเข้มข้น โดยใช้สารละลายสีย้อมปริมาตร 25 มิลลิลิตร และใช้ตัวอย่างโคโคซาน 50 มิลลิกรัม.....	147
ภาคผนวก ง-3 การคำนวณค่าการนำไฟฟ้าสัมพัทธ์ของสารละลายอิมัลชันชั้นบน	149
ภาคผนวก ง-4 ตัวอย่างผลการทำนายค่าการนำไฟฟ้าสัมพัทธ์ของสารละลายอิมัลชันชั้นบน จาก Second-Order Exponential Equation.....	151
ภาคผนวก จ-1 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกิด และเวลาที่ใช้ในการสกิด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณโคโคซานที่ผลิตได้.....	153
ภาคผนวก จ-2 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกิด และเวลาที่ใช้ในการสกิด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อระดับการกำจัดหมู่อะซีติลของโคโคซาน.....	154

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก จ-3 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อความหนืดของไคโตซาน.....	155
ภาคผนวก จ-4 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน.....	156
ภาคผนวก จ-5 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อความหนาแน่นของไคโตซาน.....	157
ภาคผนวก จ-6 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อความเป็นกรดต่างของไคโตซาน.....	158
ภาคผนวก จ-7 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณความชื้นของไคโตซาน.....	159
ภาคผนวก จ-8 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณเถ้าของไคโตซาน.....	160
ภาคผนวก จ-9 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณไนโตรเจนของไคโตซาน.....	161
ภาคผนวก จ-10 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณการดูดซับสีย้อมสูงสุดของไคโตซาน.....	162
ภาคผนวก จ-11 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อค่าคงที่สมดุลของไคโตซาน.....	163

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก จ-12 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อความสามารถการจับไขมันของไคโตซาน.....	164
ภาคผนวก จ-13 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อความสามารถการจับน้ำของไคโตซาน.....	165
ภาคผนวก จ-14 ข้อมูลการทดลองผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อค่าของสารละลายอิมัลชันชั้นบน โดยมีไคโตซานเป็นอิมัลซิไฟเออร์.....	166
ภาคผนวก ฉ-1 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	167
ภาคผนวก ฉ-2 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับการกำจัดหมู่อะซิดิลของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	168
ภาคผนวก ฉ-3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนืดของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	168
ภาคผนวก ฉ-4 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	169
ภาคผนวก ฉ-5 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความหนาแน่นของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	169

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก ฉ-6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความเป็นกรดต่างของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	170
ภาคผนวก ฉ-7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณความชื้นของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	170
ภาคผนวก ฉ-8 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณเถ้าของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	171
ภาคผนวก ฉ-9 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณไนโตรเจนของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	171
ภาคผนวก ฉ-10 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณการดูดซับสีย้อมสูงสุดของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	172
ภาคผนวก ฉ-11 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าคงที่สมดุลของการดูดซับของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	172
ภาคผนวก ฉ-12 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถการจับไขมันของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	173
ภาคผนวก ฉ-13 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของความสามารถการจับน้ำของไคโตซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัด และเวลาที่ใช้ในการสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก.....	173

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก ฉ-14 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Relaxation Times (t_r) ของ สารละลายอิมัลชันชั้นบน โดยมีไอโซซานที่เตรียมได้ภายใต้อุณหภูมิ จำนวน รอบการสกัด และเวลาที่ใช้การสกัดต่าง ๆ กัน ที่ความเข้มข้นของสารละลาย ค่าร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก เป็นอิมัลซิไฟเออร์.....	174

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส ไคติน และไคโตซาน.....	6
2-2 ขั้นตอนในการเตรียมไคตินและไคโตซาน.....	16
2-3 ผลของเวลาที่ใช้ในการกำจัดหมู่อะซิติลต่อความหนืดของสารละลายไคโตซาน.....	18
2-4 สมบัติแบบ Non-Newtonian และพฤติกรรมแบบ Pseudoplastic ของสารละลายไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ ที่ค่าความเป็นกรดต่าง 3 และ Ionic Strength 0.2 โมลาร์.....	19
2-5 ไอโซเทอร์มของการดูดซับทางกายภาพชนิดต่าง ๆ ของบรูเนาร์.....	30
2-6 กลไกการจับไขมันแบบขั้วแม่เหล็กของไคโตซาน.....	34
2-7 กลไกการจับไขมันแบบสร้างตาข่ายของไคโตซาน.....	34
2-8 ความสามารถในการจับไขมันและน้ำ ของ Microcrystalline Cellulose ไคติน ไคโตซาน และ Microcrystalline Chitin.....	36
3-1 ขั้นตอนการเตรียมไคติน.....	45
3-2 ขั้นตอนการเตรียมไคโตซาน.....	46
4-1 ผลของเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณไคโตซานที่ผลิตได้.....	50
4-2 ผลของอุณหภูมิ กับจำนวนรอบการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณไคโตซานที่ผลิตได้.....	52
4-3 ผลของอุณหภูมิ กับจำนวนรอบการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน.....	54
4-4 ผลของอุณหภูมิ กับเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน.....	55
4-5 ผลของจำนวนรอบการสกัด กับเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน.....	57
4-6 การลดลงของค่าความหนืดของสารละลายไคโตซานความเข้มข้นร้อยละ 1 ในกรดอะซิติกความเข้มข้นร้อยละ 1 ควบคุมอุณหภูมิที่ 25 ± 1 องศาเซลเซียส เพิ่มความเร็วครั้งละ 0.5 รอบต่อนาที ทุก ๆ 30 วินาที อ่านค่าที่ความเร็วรอบ 2 รอบต่อนาที.....	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-7 การลดลงของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน.....	63
4-8 การเพิ่มขึ้นของค่าความหนาแน่นของไคโตซานขนาดอนุภาค 0.2 มิลลิเมตร.....	66
4-9 การเพิ่มขึ้นของค่าความเป็นกรดต่างของไคโตซาน.....	69
4-10 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้นของไคโตซาน.....	72
4-11 ผลของอุณหภูมิ กับจำนวนรอบการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณแห้งของไคโตซาน.....	74
4-12 ผลของอุณหภูมิ กับเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลายต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณแห้งของไคโตซาน.....	75
4-13 ผลของจำนวนรอบการสกัด กับเวลาที่ใช้ในการสกัด ที่ความเข้มข้นของสารละลาย ต่างร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อปริมาณแห้งของไคโตซาน.....	77
4-14 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณไนโตรเจนของไคโตซาน.....	80
4-15 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณการดูดซับสีย้อมสูงสุดของไคโตซาน.....	84
4-16 การลดลงของความสามารถการจับไขมันของไคโตซาน.....	87
4-17 การลดลงของความสามารถการจับน้ำของไคโตซาน.....	90
4-18 การแยกชั้นของสารละลายอิมัลชัน โดยมีไคโตซานเป็นอิมัลซิไฟเออร์ แบ่งเป็น อิมัลชันเนื้อเดียวกัน อิมัลชันขาว และอิมัลชันน้ำมัน.....	91
4-19 การเปลี่ยนแปลงค่าการนำไฟฟ้าชั้นบนของสารละลายอิมัลชัน 3 รูปแบบ โดยมี ไคโตซานเป็นอิมัลซิไฟเออร์.....	92
4-20 การเปลี่ยนแปลงของค่า Relaxation Times (t_1) ของสารละลายอิมัลชันชั้นบน โดยมี ไคโตซานเป็นอิมัลซิไฟเออร์.....	96
ภาคผนวก ก-1 ตำแหน่ง a และ b ใน Ubbelohde Viscometer	132
ภาคผนวก ค-1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง η_{sp}/C กับความเข้มข้นของสารละลาย ไคโตซาน.....	144
ภาคผนวก ง-1 กราฟมาตรฐานของสารละลายสี Brilliant Blue FCF ที่ความยาวคลื่น 629 นาโนเมตร ค่าความเป็นกรดต่าง 3.....	146
ภาคผนวก ง-2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง $1/q$ กับ $1/C_F$	147

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาคผนวก ง-3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้าสัมพัทธ์ที่คำนวณได้ กับ ค่าการนำไฟฟ้าสัมพัทธ์ที่ทำนายได้จาก Second-Order Exponential Equation.....	152
ภาคผนวก ช-1 เปลือกกึ่งออบแห้ง ไคติน และไคโตซาน.....	177
ภาคผนวก ช-2 สารละลายสีย้อม Brilliant Blue FCF ความเข้มข้น 100-500 มิลลิกรัมต่อลิตร ก่อนและหลังการดูดซับด้วยไคโตซาน.....	177