

ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติกและน้ำหนักโมเลกุลของโคโตซานต่อการลด
ของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง

ภาณุเชษฐ รักขันแสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา

กรกฎาคม 2548

ISBN 974-502-514-3

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ ภาณุเชษฐ รักรักษ์แสง ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตาม
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

..... *Perum Koon* ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวภา ไหวพริบ)

..... *[Signature]* กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาญ สว่างวงศ์)

..... *[Signature]* กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองทา)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... *Perum Koon* ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวภา ไหวพริบ)

..... *[Signature]* กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาญ สว่างวงศ์)

..... *[Signature]* กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองทา)

..... *[Signature]* กรรมการ

(ดร. ละมุล วิเศษ)

..... *[Signature]* กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิภูษิต มั่นทะจัตถ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... *[Signature]* คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี)

วันที่ A...เดือน...ปีพ.ศ. 2548

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เยาวภา ไหวพริบ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่กรุณาใช้เวลาให้แนวคิด คำแนะนำ ตลอดจนการแก้ไข ปัญหาต่าง ๆ ที่พบในงานวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสอนหลักการทํางานวิจัย การจุดประกาย ความคิดและมุมมองในด้านอื่น ๆ และขอขอบพระคุณศาสตราจารย์ ดร.อนันต์ ทองทา และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชาญ สว่างวงศ์ กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาเสียสละ เวลาให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียด ถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ให้กำลังใจ คำแนะนำสั่งสอน ขอขอบคุณคุณนันทิยา เขียบแหลม คุณภัทระ พฤตสินทร ที่ให้ความช่วยเหลือ และคำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณครอบครัวราชวีล (Radziwill) ที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนทุนการศึกษา ตลอดจน พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ทุกท่านที่มีส่วนช่วยเหลือทั้งแรงกายแรงใจเพื่อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย, โครงการบัณฑิตศึกษา, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ การอาหารทุกท่านที่เสียสละเวลาในการจัดหาและอำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีด้วยความราบรื่น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษา ฝึกอบรมและวิจัย ด้วยวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการบริหารการจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการ พัฒนาศึกษาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ภานุเชษฐ รักขันแสง

44910783: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

คำสำคัญ: ไคโตซาน/ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติก/ น้ำหนักโมเลกุล/ เต้าหู้แข็ง

ภาณุเชษฐ รักขันแสง: ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติกและน้ำหนักโมเลกุลของ ไคโตซานต่อการลดของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง (EFFECTS OF DEGREE OF DEACETYLATION AND MOLECULAR WEIGHT OF CHITOSAN ON REDUCTION OF SUSPENDED SOLIDS FROM HARD TOFU PROCESSING WASTEWATER) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: เขียวภา ไหวพริบ, Ph.D., พิชาญ สว่างวงศ์, Ph.D., อนันต์ ทองทา, Ph.D. 223 หน้า. ปี พ.ศ. 2548. ISBN 974-502-514-3

งานวิจัยนี้ศึกษาผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติกของไคโตซาน (72.13, 79.55 และ 82.60 เปอร์เซ็นต์) pH (5.0, 5.5 และ 6.0) และปริมาณไคโตซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง พบว่ามีอิทธิพลร่วมของทั้ง 3 ปัจจัย ต่อการลดลงของความขุ่น ของแข็งแขวนลอยของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของแข็งทั้งหมด และ ปริมาณโปรตีน (Lowry) ($p < 0.05$) โดยพบว่าที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติก 82.60 เปอร์เซ็นต์ pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าดังกล่าวสูงสุด ($p < 0.05$) เท่ากับ 97.10 ± 0.10 , 97.40 ± 0.10 , 38.40 ± 0.00 , 95.40 ± 0.10 และ 84.13 ± 0.84 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของส่วนตะกอน พบว่าที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติกของไคโตซาน 82.60 เปอร์เซ็นต์ ให้ปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) และปริมาณเถ้าสูงสุด ($p < 0.05$) เท่ากับ 46.13 ± 0.22 และ 2.90 ± 0.11 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ต่อมาศึกษาผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (0.50×10^6 , 0.72×10^6 และ 1.28×10^6 ดาลตัน) pH (5.0 5.5 และ 6.0) และปริมาณไคโตซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง พบว่ามีอิทธิพลร่วมของทั้ง 3 ปัจจัย ต่อการลดลงของความขุ่น ของแข็งแขวนลอย ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของแข็งทั้งหมด และ ปริมาณโปรตีน (Lowry) ($p < 0.05$) โดยพบว่าที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน 1.28×10^6 ดาลตัน pH 5.0 และปริมาณไคโตซาน 0.30 กรัมต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าดังกล่าวสูงสุด ($p < 0.05$) เท่ากับ 97.51 ± 0.58 , 97.59 ± 0.04 , 43.32 ± 0.24 , 95.82 ± 0.03 และ 92.42 ± 0.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของส่วนตะกอน พบว่าน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน 1.28×10^6 ดาลตัน ให้ปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) และปริมาณเถ้าสูงสุด ($p < 0.05$) เท่ากับ 49.42 ± 0.30 และ 4.09 ± 0.08 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

44910783: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE;

M.Sc. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: CHITOSAN/ DEGREE OF DEACETYLATION/MOLECULAR WEIGHT/
WASTEWATER

PANUCHET RAGKANSANG: EFFECTS OF DEGREE OF DEACETYLATION
AND MOLECULAR WEIGHT OF CHITOSAN ON REDUCTION OF SUSPENDED
SOLIDS FROM HARD TOFU PROCESSING WASTEWATER. THESIS ADVISORS:
YAO WAPHA WAIPRIB, Ph.D., PICHAN SAWANGWONG, Ph.D., ANAN TONGTA,
Ph.D. 223 P. 2005. ISBN 974-502-514-3

Effects of degree of deacetylation (72.13, 79.55, and 82.60%) pH (5.0, 5.5, and 6.0) and dosage (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20, and 0.30 g L⁻¹) of chitosan on reduction of suspended solids from hard tofu processing wastewater were investigated. The use of chitosan with deacetylation degree of 82.60% at pH 5.0 and 0.30 g L⁻¹ showed significantly highest on % reduction of turbidity (97.10±0.10%), suspended solid content (97.40±0.10 %), total dissolved solid content (38.40±0.00 %), total solid content (95.40±0.10 %) and protein content (84.13±0.84 %) (*p*<0.05). The proximate analysis of the coagulated solids using 82.60% deacetylated chitosan demonstrated highest level of protein and ash contents (*p*<0.05), of 46.13±0.22 and 2.90±0.11 % respectively. Furthermore, the effects of molecular weight (0.50×10⁶, 0.72×10⁶, and 1.28×10⁶ Da) pH (5.0, 5.5, and 6.0) and dosage (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20, and 0.30 g L⁻¹) of chitosan on reduction of suspended solids from hard tofu processing wastewater were also investigated. The use of chitosan with molecular weight of 1.28×10⁶ Da at pH 5.0 and 0.30 g L⁻¹ showed significantly highest on % reduction of turbidity (97.51±0.58 %), suspended solid content (97.59±0.04 %), total dissolved solid content (43.32±0.24 %), total solid content (95.82±0.03 %) and protein content (92.42±0.63 %) (*p*<0.05). The proximate analysis of the coagulated solids using chitosan with molecular weight 1.28×10⁶ Da showed highest level of protein and ash contents (*p*<0.05), of 49.42±0.30 % and 4.09±0.08 % respectively.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ณ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ไคโตซาน.....	4
กระบวนการโคแอกกูเลชัน.....	10
การประยุกต์ใช้ไคโตซานเป็นโคแอกกูแลนท์.....	14
เต้าหู้.....	22
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	27
เครื่องมือและอุปกรณ์.....	27
สารเคมี.....	28
วัตถุดิบ.....	29
วิธีดำเนินการทดลอง.....	29
4 ผลการวิจัย.....	40
ผลการเตรียมไคโตซาน.....	40
การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการ	
การผลิตเต้าหู้แข่งก่อนกระบวนการตกตะกอน.....	41

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
การศึกษามลของระดับการกำจัดหมู่อะซีติลของโคโคซาน pH และ ปริมาณโคโคซานต่อการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	41
การศึกษามลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน pH และ ปริมาณโคโคซานต่อการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	79
5 อภิปรายผลและสรุป.....	115
อภิปรายผล.....	115
สรุปผลการทดลอง.....	136
ข้อเสนอแนะ.....	137
บรรณานุกรม.....	139
ภาคผนวก.....	145
ภาคผนวก ก.....	146
ภาคผนวก ข.....	158
ภาคผนวก ค.....	165
ภาคผนวก ง.....	167
ภาคผนวก จ.....	171
ภาคผนวก ฉ.....	183
ภาคผนวก ช.....	191
ประวัติย่อของผู้วิจัย.....	223

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1-1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกกุ้งประเภทต่าง ๆ ปี 2542-2546.....	1
2-1 สารเคมีที่ใช้ในการตกตะกอนเคมี ในการบำบัดน้ำเสีย.....	13
2-2 สรุปการใช้โคโคซานเป็นโคแอกกูแลนท์.....	19
2-3 สารอาหารหลักในเต้าหู้.....	22
2-4 สารโคแอกกูแลนท์ที่ใช้ในกระบวนการผลิตเต้าหู้.....	24
2-5 ปริมาณสารโคแอกกูแลนท์ที่นิยมใช้ในการทำเต้าหู้.....	25
2-6 คุณค่าทางอาหารของเต้าหู้ผง และ SPI.....	25
3-1 อุณหภูมิ เวลา และจำนวนครั้งการสกัดซ้ำที่ใช้ในการผลิตโคโคซาน โดยใช้ NaOH 50% โดยน้ำหนัก เพื่อให้มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุลต่าง ๆ กัน.....	31
4-1 ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน ที่เตรียมได้จากเปลือกกุ้งที่ภาวะต่าง ๆ ได้แก่ ความเข้มข้น โซเดียมไฮดรอกไซด์ อุณหภูมิ เวลา จำนวนครั้งการสกัดซ้ำ.....	40
4-2 สมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งก่อนกระบวนการ ตกตะกอน.....	41
4-3 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน pH และปริมาณโคโคซานต่อ ความขุ่นสุดท้าย เปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น และอัตราการลดลงของ ความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งในช่วง 5 นาทีแรก.....	49
4-4 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน pH และปริมาณโคโคซานต่อ ค่าของแข็งแขวนลอย ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าของแข็งทั้งหมด ปริมาณโปรตีน (Lowry) และเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าต่าง ๆ.....	58
4-5 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน ต่อปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) ของส่วนตะกอน.....	75
4-6 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน ต่อปริมาณเถ้าของส่วนตะกอน.....	76
4-7 สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าจากการทดลองและค่าจากการทำนาย.....	78

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4-8 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโตซาน pH และปริมาณโคโตซานต่อ ความขุ่นสุดท้าย เปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น และอัตราการลดลงของ ความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งในช่วง 5 นาทีแรก.....	86
4-9 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโตซาน pH และปริมาณโคโตซานต่อ ค่าของแข็งแขวนลอย ค่าของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมด ค่าของแข็งทั้งหมด ปริมาณโปรตีน (Lowry) และเปอร์เซ็นต์การลดลงของค่าต่าง ๆ.....	94
4-10 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) ของส่วตะกอน.....	111
4-11 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโตซาน ต่อปริมาณเถ้าของส่วนตะกอน.....	113
4-12 สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างค่าจากการทดลองและค่าจากการทำนาย.....	114
5-1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ก่อนกระบวนการตกตะกอนนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงาน อุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม.....	116
5-2 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุล ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ ความขุ่น.....	118
5-3 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุล ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ ของแข็งแขวนลอย.....	120
5-4 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุล ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ ของแข็งละลายได้ทั้งหมด.....	121
5-5 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุล ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ ของแข็งทั้งหมด.....	123
5-6 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุล ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ ปริมาณโปรตีน (Lowry).....	126
5-7 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุล ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ ปริมาณโปรตีน (Kjeldahl).....	127

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
5-8 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติก และน้ำหนักโมเลกุล ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณเก่า.....	129
ภาคผนวก จ-1 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติกของไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อ การลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	171
ภาคผนวก จ-2 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติกของไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	171
ภาคผนวก จ-3 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติกของไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่ออัตราการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	172
ภาคผนวก จ-4 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติกของไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อการลดลงของของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	172
ภาคผนวก จ-5 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติกของไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	173
ภาคผนวก จ-6 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดอะซิติกของไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อการลดลงของของแข็งละลายได้ทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	173
ภาคผนวก จ-7 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติกของไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งละลายได้ทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	174
ภาคผนวก จ-8 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติกของไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อการลดลงของของแข็งทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	174

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก จ-9 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่ อะซิติลของโคโคซาน pH และ ปริมาณโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลง ของของแข็งทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	175
ภาคผนวก จ-10 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่ อะซิติลของโคโคซาน pH และ ปริมาณโคโคซาน ต่อการลดลงปริมาณ โปรตีนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	175
ภาคผนวก จ-11 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่ อะซิติลของโคโคซาน pH และ ปริมาณโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลง ปริมาณโปรตีนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	176
ภาคผนวก จ-12 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่ อะซิติลของโคโคซาน pH และ ปริมาณโคโคซานต่อการลดลงปริมาณโปรตีน ของส่วนตะกอนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	176
ภาคผนวก จ-13 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ระดับการกำจัดหมู่ อะซิติลของโคโคซาน pH และ ปริมาณโคโคซาน ต่อการลดลงปริมาณแก้ว ของส่วนตะกอนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	176
ภาคผนวก จ-14 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล โคโคซาน pH และ ปริมาณโคโคซาน ต่อ การลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	177
ภาคผนวก จ-15 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล โคโคซาน pH และ ปริมาณโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	177
ภาคผนวก จ-16 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล โคโคซาน pH และ ปริมาณโคโคซาน ต่ออัตราการลดลงของความขุ่นของ น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	178

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก จ-17 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล ไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อการลดลงของของแข็งแขวนลอย ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	178
ภาคผนวกจ-18 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล ไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ ของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	179
ภาคผนวก จ-19 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล ไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ชาน ต่อการลดลงของของแข็ง ละลายได้ทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	179
ภาคผนวกจ-20 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล ไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็ง ละลายได้ทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	180
ภาคผนวกจ-21 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล ไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อการลดลงของของแข็งทั้งหมดของ น้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	180
ภาคผนวก จ-22 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล ไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ชาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ ของแข็งทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	181
ภาคผนวก จ-23 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล ไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อการลดลงปริมาณโปรตีนของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	181
ภาคผนวกจ-24 ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวน ของปัจจัยต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักโมเลกุล ไคโตซาน pH และ ปริมาณไคโตซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงปริมาณ โปรตีนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	182

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก จ-25 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักโมเลกุลของโคโตซานต่อการลดลงของปริมาณโปรตีนของส่วนตะกอนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	182
ภาคผนวก จ-26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักโมเลกุลของโคโตซานต่อการลดลงของปริมาณเถ้าของส่วนตะกอนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	182
ภาคผนวก ข-1 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโตซาน pH และปริมาณโคโตซานต่อความชุ่มสุดท้ายจากการทดลอง (Observed) และความชุ่มสุดท้ายจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	191
ภาคผนวก ข-2 ผลการกำหนดค่า n เพื่อทำนายกลไกการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโตซานเป็น 72.13%, 79.55% และ 82.60% pH 5.0, 5.5 และ 6.0 และ ปริมาณโคโตซานเป็น 0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20, 0.30 g L ⁻¹	193
ภาคผนวก ข-3 ผลการไม่กำหนดค่า n และ B เพื่อทำนายกลไกการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโตซาน เป็น 72.13%, 79.55% และ 82.60% pH 5.0, 5.5 และ 6.0 และ ปริมาณโคโตซาน เป็น 0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20, 0.30 g L ⁻¹	195
ภาคผนวก ข-4 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโตซาน pH และปริมาณโคโตซานต่อค่า n ที่ได้จากการทดลอง(Observed) และ ค่า n ที่ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	197
ภาคผนวก ข-5 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโตซาน pH และปริมาณโคโตซานต่อค่าของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการทดลอง(Observed) และค่าของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	199

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก ข-6 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน pH และปริมาณโคโคซาน ต่อค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ได้จากการทดลอง(Observed) และค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	201
ภาคผนวก ข-7 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน pH และปริมาณโคโคซาน ต่อค่าของแข็งทั้งหมดที่ได้จากการทดลอง (Observed) และค่าของแข็ง ทั้งหมดที่ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิต เต้าหู้แข็ง.....	203
ภาคผนวก ข-8 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน pH และปริมาณโคโคซาน ต่อปริมาณโปรตีนที่ได้จากการทดลอง (Observed) และปริมาณโปรตีนที่ ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	205
ภาคผนวก ข-9 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน pH และปริมาณโคโคซาน ต่อค่าความขุ่นสุดท้ายที่ได้จากการทดลอง (Observed) และความขุ่น สุดท้ายที่ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการ ผลิตเต้าหู้แข็ง.....	207
ภาคผนวก ข-10 ผลการกำหนดค่า n เพื่อทำนายกลไกการลดปริมาณของแข็งแขวนลอย ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่น้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน เป็น 0.50×10^6 0.72×10^6 และ 1.28×10^6 ดาลตัน pH 5.0 5.5 และ 6.0 และปริมาณโคโคซานเป็น 0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 0.30 g L ⁻¹	209
ภาคผนวก ข-11 ผลการไม่กำหนดค่า n และ B เพื่อทำนายกลไกการลดปริมาณของแข็ง แขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่น้ำหนักโมเลกุลของ โคโคซาน เป็น 0.50×10^6 0.72×10^6 และ 1.28×10^6 ดาลตัน pH 5.0 5.5 และ 6.0 และปริมาณโคโคซานเป็น 0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 0.30 g L ⁻¹	211

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ภาคผนวก ข-12 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อค่า n ที่ได้จากการทดลอง (Observed) และ ค่า n ที่ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	213
ภาคผนวก ข-13 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อค่าของแข็งแขวนลอยที่ได้จากการทดลอง (Observed) และค่าของแข็ง แขวนลอยที่ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการ ผลิตเต้าหู้แข็ง.....	215
ภาคผนวก ข-14 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ได้จากการทดลอง (Observed) และค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	217
ภาคผนวก ข-15 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อค่าของแข็งทั้งหมดที่ได้จากการทดลอง (Observed) และค่าของแข็งทั้งหมดที่ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	219
ภาคผนวก ข-16 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีนที่ได้จากการทดลอง(Observed) และปริมาณโปรตีนที่ได้จากการคำนวณ (Predicted) ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	221

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 โครงสร้างทางเคมีของ Cellulose, Chitin and Chitosan.....	5
2-2 ผลของการเติมอ็อกอนที่มีประจุตรงข้ามให้กับคอลลอยด์ (ก่อนเติมอ็อกอน).....	11
2-3 ผลของการเติมอ็อกอนที่มีประจุตรงข้ามให้กับคอลลอยด์ (หลังเติมอ็อกอน).....	11
2-4 กลไกทำลายเสถียรภาพของอนุภาคคอลลอยด์แบบเชื่อมต่อกันด้วยโพลีเมอร์.....	12
3-1 กระบวนการผลิตไคติน.....	30
3-2 กระบวนการผลิตไคโตซาน.....	32
3-3 กระบวนการผลิตเต้าน้ำแข็ง.....	33
3-4 สรุปขั้นตอนการศึกษาผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน pH และปริมาณไคโตซาน ต่อการลดปริมาณของแข็งแขวนลอยของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าน้ำแข็ง.....	39
4-1 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (72.13 เปอร์เซ็นต์) pH (A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณไคโตซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าน้ำแข็งในช่วง 0-20 นาที.....	43
4-2 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (79.55 เปอร์เซ็นต์) pH (A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณไคโตซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าน้ำแข็งในช่วง 0-20 นาที.....	44
4-3 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน (82.60 เปอร์เซ็นต์) pH (A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณไคโตซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าน้ำแข็งในช่วง 0-20 นาที.....	45
4-4 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อค่า n ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานต่าง ๆ A: 72.13 เปอร์เซ็นต์, B: 79.55 เปอร์เซ็นต์ และ C: 82.60 เปอร์เซ็นต์.....	47
4-5 ผลของปริมาณไคโตซาน และ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ต่อค่า n ที่ pH ต่าง ๆ A1: pH 5.0, B1: pH 5.5 และ C1: pH 6.0.....	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-6 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานต่าง ๆ A: 72.13 เปอร์เซ็นต์, B: 79.55 เปอร์เซ็นต์ และ C: 82.60 เปอร์เซ็นต์.....	53
4-7 ผลของปริมาณไคโตซาน และ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ต่อการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	54
4-8 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของค่าของแวนดอว ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ของไคโตซานต่าง ๆ A: 72.13 เปอร์เซ็นต์, B: 79.55 เปอร์เซ็นต์ และ C: 82.60 เปอร์เซ็นต์.....	62
4-9 ผลของปริมาณไคโตซาน และ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ต่อการลดลงของค่าของแข็งแวนดอวของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	63
4-10 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานต่าง ๆ A: 72.13 เปอร์เซ็นต์, B: 79.55 เปอร์เซ็นต์ และ C: 82.60 เปอร์เซ็นต์.....	66
4-11 ผลของปริมาณไคโตซาน และ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ต่อค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	67
4-12 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานต่าง ๆ A: 72.13 เปอร์เซ็นต์, B: 79.55 เปอร์เซ็นต์ และ C: 82.60 เปอร์เซ็นต์.....	69
4-13 ผลของปริมาณไคโตซาน และ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ต่อค่าของแข็งทั้งหมด ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	70

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-14 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อค่า ต่อปริมาณโปรตีนของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานต่าง ๆ A: 72.13 เปอร์เซ็นต์, B: 79.55 เปอร์เซ็นต์ และ C: 82.60 เปอร์เซ็นต์.....	73
4-15 ผลของปริมาณไคโตซาน และ ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	74
4-16 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ต่อปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) ของส่วนตะกอน.....	76
4-17 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ต่อปริมาณเถ้าของส่วนตะกอน.....	77
4-18 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (0.50×10^6 ดาลตัน) (A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณไคโตซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ในช่วง 0-20 นาที.....	80
4-19 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (0.72×10^6 ดาลตัน) (A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณไคโตซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ในช่วง 0-20 นาที.....	81
4-20 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน (1.28×10^6 ดาลตัน) (A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณไคโตซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ในช่วง 0-20 นาที.....	82
4-21 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อค่า n ที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ A: 0.50×10^6 ดาลตัน, B: 0.72×10^6 ดาลตัน และ C: 1.28×10^6 ดาลตัน.....	84
4-22 ผลของปริมาณไคโตซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อค่า n ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	85

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-23 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ A: 0.50×10^6 ดาลตัน, B: 0.72×10^6 ดาลตัน และ C: 1.28×10^6 ดาลตัน	90
4-24 ผลของปริมาณไคโตซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	91
4-25 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของค่าของแข็งแขวนลอย ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ A: 0.50×10^6 ดาลตัน, B: 0.72×10^6 ดาลตัน และ C: 1.28×10^6 ดาลตัน.....	98
4-26 ผลของปริมาณไคโตซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อการลดลงของค่าของแข็งแขวนลอย ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	99
4-27 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ A: 0.50×10^6 ดาลตัน, B: 0.72×10^6 ดาลตัน และ C: 1.28×10^6 ดาลตัน	102
4-28 ผลของปริมาณไคโตซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน ต่อการลดลงของค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการ ผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	103
4-29 ผลของปริมาณไคโตซาน และ pH ต่อการลดลงของค่าของแข็งทั้งหมด ของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ A: 0.50×10^6 ดาลตัน, B: 0.72×10^6 ดาลตัน และ C: 1.28×10^6 ดาลตัน.....	105
4-30 ผลของปริมาณไคโตซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานต่าง ๆ ต่อการลดลงของค่าของแข็งทั้งหมดของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	106

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4-31 ผลของปริมาณโคโคซาน และ pH ต่อการลดลงของปริมาณโปรตีนของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของโคโคซานต่าง ๆ A: 0.50×10^6 ดาลตัน, B: 0.72×10^6 ดาลตัน และ C: 1.28×10^6 ดาลตัน.....	109
4-32 ผลของปริมาณโคโคซาน และ น้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน ต่อการลดลงของปริมาณโปรตีนของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง ที่ pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	110
4-33 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซานต่อปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) ของส่วนตะกอน.....	112
4-34 ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน ต่อปริมาณเถ้าของส่วนตะกอน.....	113
5-1 สมดุลมวลสารของกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็ง.....	115
5-2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับค่าของแข็งแขวนลอย.....	117
5-3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความขุ่นกับค่าของแข็งทั้งหมด.....	117
5-4 (a) ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น.....	119
5-4 (b) ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของความขุ่น.....	119
5-5 (a) ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซานต่อเปอร์เซ็นต์การลดลง ของของแข็งแขวนลอย.....	120
5-5 (b) ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งแขวนลอย.....	121
5-6 (a) ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ ของแข็งละลายได้ทั้งหมด.....	122
5-6 (b) ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็ง ละลายได้ทั้งหมด.....	122
5-7 (a) ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของ ของแข็งทั้งหมด.....	123
5-7 (b) ผลของน้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของของแข็งทั้งหมด.....	124

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
5-8 (a) ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry).....	126
5-8 (b) ผลของหนักโมเลกุลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การลดลงของปริมาณโปรตีน (Lowry).....	127
5-9 (a) ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การได้ปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) กลับคืน.....	128
5-9 (b) ผลของหนักโมเลกุลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การได้ปริมาณโปรตีน (Kjeldahl) กลับคืน.....	128
5-10 (a) ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของปริมาณเถ้า.....	129
5-10 (b) ผลของหนักโมเลกุลของโคโคซาน ต่อเปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้นของปริมาณเถ้า.....	130
ภาคผนวก ข-1 กราฟมาตรฐานแสดงค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย Bovine Serum Albumin ที่ความเข้มข้น 0-1.1 มิลลิกรัมต่อลิตร.....	162
ภาคผนวก ฉ-1 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน (72.13 เปอร์เซ็นต์) pH (A: pH , 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณโคโคซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งในช่วง 0-120 นาที.....	184
ภาคผนวก ฉ-2 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน (79.55 เปอร์เซ็นต์) pH (A: pH , 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณโคโคซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งในช่วง 0-120 นาที.....	185
ภาคผนวก ฉ-3 ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซาน (82.60 เปอร์เซ็นต์) pH (A: pH , 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0) และปริมาณโคโคซาน (0.00, 0.01, 0.05, 0.10, 0.20 และ 0.30 กรัมต่อลิตร) ต่อความขุ่นของน้ำทิ้งจากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งในช่วง 0-120 นาที.....	186

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ภาคผนวก ข-4 ผลของปริมาณโคโคซานและเวลาต่อการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน เท่ากับ 0.50×10^6 ดาลตัน ที่ค่า pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	188
ภาคผนวก ข-5 ผลของปริมาณโคโคซานและเวลาต่อการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน เท่ากับ 0.72×10^6 ดาลตัน ที่ค่า pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	189
ภาคผนวก ข-6 ผลของปริมาณโคโคซานและเวลาต่อการลดลงของความขุ่นของน้ำทิ้ง จากกระบวนการผลิตเต้าหู้แข็งที่น้ำหนักโมเลกุลของโคโคซาน เท่ากับ 1.28×10^6 ดาลตัน ที่ค่า pH ต่าง ๆ A: pH 5.0, B: pH 5.5 และ C: pH 6.0.....	190