

การผลิตสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานที่ผลิตได้จากแหล่งต่าง ๆ และสมบัติ
การยับยั้งจุลินทรีย์

เปรมกมล ภูแก้ว

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

กรกฎาคม 2553

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ เปรมกมล ภูแก้ว ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ของ
มหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....*100 ม. ไหวพริบ*..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขวภา ไหวพริบ)

.....*ศิริ โฉม*..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริ โฉม พุ่งเกล้า)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

.....*100 ม. ไหวพริบ*..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เขวภา ไหวพริบ)

.....*ศิริ โฉม*..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริ โฉม พุ่งเกล้า)

.....*สมถวิล จริตวร*..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมถวิล จริตวร)

คณะวิทยาศาสตร์ อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดาม
หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ของ
มหาวิทยาลัยบูรพา

.....*อ.อ.อ.อ.*..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อุษาวดี ดันตวรานุรักษ์)

วันที่...*1*...เดือน...*กรกฎาคม*...พ.ศ. 2553

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.เขวภา ไหวพริบ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ดร.ศิริโฉม พุ่งเป้า อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.อนันต์ ทองทา และ ดร.สมถวิล จริตวร พิภทรวดี เขียดเต็ม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน คณะกรรมการสอนวิทยานิพนธ์ทุกท่าน เจ้าหน้าที่ประจำภาควิชา ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบ รวมทั้งให้คำแนะนำแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยให้มีคุณภาพ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จากชาวบ้านบางพระ โรงงานไทยยูเนียน โพรเซ้นฟูดส์ ที่ให้วัตถุดิบในการผลิต ที่ใช้ในการวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ๆ เพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบเป็นกตัญญูจดเวทิตาแด่ บพการี บุรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

เปรมกมล ภูแก้ว

47912115: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร; วท.ม. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

คำสำคัญ: ไคโตซาน/ เปลือกกุ้ง/ เปลือกปู/ แขนหมึก/ สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์

เปรมกมล ภูแก้ว: การผลิตสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานที่ผลิตได้จากแหล่งต่าง ๆ และสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ (PRODUCTION OF CHITOOLIGOSACCHARIDES MIXTURES FROM CHITOSAN DERIVED FROM DIFFERENT SOURCES AND ANTIMICROBIAL PROPERTY) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: เขียวภา ไหวพริบ, Ph.D., หิรินม พุ่งแก้ว, Ph.D. 175 หน้า. ปี พ.ศ. 2553.

งานวิจัยนี้ศึกษาชนิดและสมบัติของไคโตซานที่ผลิตจากเปลือกกุ้ง เปลือกปู และ แขนหมึก ที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิดต่างกัน โดยนำเปลือกกุ้งมาเตรียมเป็นไคโตซานที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิด 76.25 84.77 และ 95.68 เปลือกปูมาเตรียมเป็นไคโตซานที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิด 61.81, 71.67 และ 95.35 และแขนหมึกมาเตรียมเป็นไคโตซานที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิด 81.44, 85.87 และ 89.69 ย่อยด้วยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า พบว่า ความหนืด ปริมาณไคโตซานที่เหลือ ร้อยละผลผลิตของสารละลายไคโตซานที่ผลิตจากเปลือกกุ้ง เปลือกปู และ แขนหมึก มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 5$) โดยปริมาณไคโตซานที่เหลือมีค่าอยู่ในช่วง 0.8080-0.5147 0.9758- 0.5510 และ 0.9420- 0.8660 กรัม ร้อยละผลผลิต มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 4.43-60.56 5.65-39.40 7.73-38.60 ย่อยสารละลายไคโตซานจากเปลือกกุ้ง เปลือกปู และแขนหมึก และกรองด้วย Ultrafiltration Membrane ที่ Molecular Weight Cut Off 10 kDa และ 1 kDa เพื่อให้ได้สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุล ≥ 10 kDa 10kDa - 1 kDa และ ≤ 1 kDa มีค่าระดับพอลิเมอร์ 1-6

ผลการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ที่มีน้ำหนักโมเลกุล ≥ 10 kDa 10kDa - 1 kDa และ ≤ 1 kDa สามารถยับยั้งแบคทีเรียได้ โดยสารละลายไคโตซานเปลือกกุ้ง กรดอะซิดิก สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ เปลือกกุ้ง น้ำหนักโมเลกุล ≥ 10 kDa และ 10kDa - 1 kDa ที่ความเข้มข้น 100 250 500 1000 และ 2000 ppm สามารถยับยั้งแบคทีเรีย เชื้อ *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *E. coli*, *S. aureus* และ *L. Monocytogenes* ได้ คือ ส่วนสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์แขนหมึกน้ำหนักโมเลกุล ≥ 10 kDa และไคโตซานสามารถยับยั้ง เชื้อ *V. parahaemolyticus*, *V. cholerae*, *E. coli*, *S. aureus* และ *L. Monocytogenes* ที่ความเข้มข้น 1000 และ 2000 ppm ซึ่งมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อที่ต่ำ

47912115: MAJOR: FOODSCIENCE AND TECHNOLOGY; M.Sc.

(FOODSCIENCE AND TECHNOLOGY)

KEYWORDS: CHITOSAN/ SHRIMP SHELL/ CRAB SHELL/SQUID PEN/
CHITOLIGOSACCHARIDES MIXTURE

PRAMKAMOLE PHOKEAW : PRODUCTION OF CHITOLIGOSACCHARIDES
MIXTURES FROM CHITOSAN DERIVED FROM DIFFERENT SOURCES AND
ANTIMICROBIAL PROPERTY. ADVISORY COMMITTEE: YAOWAPHA WAIPRIB, Ph.D.,
Ph.D., SIRICHOM TUNGKAO, Ph.D. 175 P. 2010.

The purpose of this research was to study of kind and property of chitosan from shrimp shell crab shell and squid pen. Chitosan from shrimp shell were deacetylation degree 76.25 84.77 and 95.68 Chitosan from crab shell were deacetylation degree 61.81 71.67 and 95.35 Chitosan from squid pen were deacetylation degree 81.44 85.87 and 89.69. Production of chitooligosaccharides mixture from shrimp chitosan crab chitosan and squid chitosan by enzyme commercial cellulose, viscosity chitosan substrate (0.8080-0.5147 0.9758- 0.5510 and 0.9420-0.8660 gram) and Percentage yield of chitooligosaccharides mixture (4.43-60.56 5.65-39.40 and 7.73-38.60) of the shrimp chitosan crab chitosan and squid chitosan with statistical significance at the 0.05 level, and filtration by ultrafiltration membrane with molecular weight cut off 10 kDa and 1 kDa for production chitooligosaccharides mixture were molecular weight ≥ 10 kDa 10kDa - 1 kDa and ≤ 1 kDa and degree of polymer 1-6

Antibacterial activity of chitooligosaccharides mixture were molecular weight ≥ 10 kDa 10kDa - 1 kDa and ≤ 1 kDa were antibacterial activity This effect of molecular weight and concentration upon the activity of chitooligosaccharides mixture from shrimp chitosan and crab chitosan molecular weight ≥ 10 kDa 10kDa - 1 kDa chitosan and acetic acid were agenst *V. paraheamolyticus* *V. cholerea* *E. coli* *S. aureus* and *L. Monocytogenes* .at concentration 100 250 500 1000 and 2000 ppm but chitooligosaccharides mixture from squid chitosan molecular weight ≥ 10 kDa and chitosan were agenst *V. paraheamolyticus*, *V. cholerea*, *E. coli*, *S. aureus* and *L. Monocytogenes* at concentration 1000 and 2000 ppm

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
สารบัญ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
สมมติฐานของการวิจัย.....	3
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
ไคตินและไคโตซาน.....	4
เอนไซม์เซลลูเลส.....	12
กระบวนการอัลตราฟิวเตรชั่น.....	12
ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์.....	13
สมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของไคโตซานและสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์.....	21
แบคทีเรียก่อโรคและการปนเปื้อนเป็นจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเล.....	30
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	35
วัตถุดิบ อุปกรณ์และสารเคมี.....	35
วิธีดำเนินการวิจัย.....	39
การเตรียมไคติน ไคโตซานจากเปลือกกุ้ง เปลือกปูและแกนหมึก.....	39
การศึกษาสมบัติของไคโตซานที่ผลิตจากเปลือกกุ้ง เปลือกปู และแกนหมึกในการผลิตสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	40
การศึกษาสมบัติของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ต่อการยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค ในผลิตภัณฑ์กุ้งแช่แข็ง.....	43

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 ผลการวิจัย.....	44
การเตรียมไคติน ไคโตซานจากเปลือกกุ้ง เปลือกปูและแกนหมึก.....	44
การวิเคราะห์สมบัติทางเคมีกายภาพของไคโตซาน.....	49
การศึกษาสมบัติของไคโตซานที่ผลิตจากเปลือกกุ้ง เปลือกปู และแกนหมึกในการเตรียม	
สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	51
การศึกษาสมบัติของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ต่อการยับยั้งแบคทีเรีย.....	78
5 อภิปรายและสรุปผล.....	84
การเตรียมไคตินจากเปลือกกุ้งเปลือกปูและแกนหมึก.....	84
การเตรียมไคโตซานจากเปลือกกุ้งเปลือกปูและแกนหมึก.....	86
การเตรียมสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	91
การยับยั้งแบคทีเรียโดยสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์.....	98
บรรณานุกรม.....	100
ภาคผนวก.....	111
ภาคผนวก ก.....	114
ภาคผนวก ข.....	124
ภาคผนวก ค.....	134
ภาคผนวก ง.....	140

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 องค์ประกอบทางเคมีในเปลือกของสัตว์ทะเล.....	5
2-1 องค์ประกอบทางเคมีในเปลือกของสัตว์ทะเล (ต่อ).....	6
2-2 การแบ่งกลุ่มเอนไซม์ย่อยสลายโคโคไลลิโกแซคคาไรด์ตามลักษณะการทำงาน.....	10
2-3 การแบ่งกลุ่มเอนไซม์ย่อยสลายโคโคไลลิโกแซคคาไรด์ตามระบบ EC Number.....	10
2-4 การแบ่งกลุ่มเอนไซม์ย่อยสลายโคโคไลลิโกแซคคาไรด์ตามระบบ EC Number และตามลักษณะการทำงาน.....	11
2-5 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์.....	18
2-5 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์(ต่อ).....	19
2-5 ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์(ต่อ).....	20
2-6 ผลของน้ำหนักโมเลกุลและระดับชั้นพอลิเมอร์ต่อสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์.....	25
2-6 ผลของน้ำหนักโมเลกุลและระดับชั้นพอลิเมอร์ต่อสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์(ต่อ).....	26
2-6 ผลของน้ำหนักโมเลกุลและระดับชั้นพอลิเมอร์ต่อสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์(ต่อ).....	27
2-6 ผลของน้ำหนักโมเลกุลและระดับชั้นพอลิเมอร์ต่อสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์(ต่อ).....	28
2-6 ผลของน้ำหนักโมเลกุลและระดับชั้นพอลิเมอร์ต่อสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์(ต่อ).....	29
2-6 ผลของน้ำหนักโมเลกุลและระดับชั้นพอลิเมอร์ต่อสมบัติการยับยั้งจุลินทรีย์ของสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์(ต่อ).....	30
2-7 ผลของลักษณะของอาหารต่อสมบัติของสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์.....	31
3-1 อุณหภูมิ เวลาและจำนวนซ้ำที่ใช้ในการเตรียมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์ที่มีระดับการกำจัดหมู่ะซิดิลต่าง ๆ กัน.....	38
3-2 อุณหภูมิ เวลาและจำนวนซ้ำที่ใช้ในการเตรียมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์ที่มีระดับการกำจัดหมู่ะซิดิลต่าง ๆ กัน.....	38
3-2 ผลของลักษณะของอาหารต่อสมบัติของสารผสมโคโคไลลิโกแซคคาไรด์.....	31

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4-1	สรุปร้อยละการผลิตในกระบวนการผลิต ไคติน จากเปลือกกุ้ง เปลือกปู และแกนหมึก... 31
4-2	สรุปร้อยละการผลิตในกระบวนการผลิต ไคโดซาน จากเปลือกกุ้งและเปลือกปู..... 47
4-3	สรุปร้อยละการผลิตในกระบวนการผลิต ไคโดซาน จากแกนหมึก..... 48
4-4	ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัดและเวลาที่ใช้ในการสกัดไคโดซาน ที่ความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อระดับการจัดหมู่ะซิติลของไคโดซาน แสดงค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน..... 50
4-5	ผลของอุณหภูมิ จำนวนรอบการสกัดและเวลาที่ใช้ในการสกัดไคโดซาน ที่ความเข้มข้นสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก ต่อระดับการจัดหมู่ะซิติลของไคโดซาน แสดงค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน..... 50
4-6	ผลการวิเคราะห์ความหนืด ปริมาณไคโดซานที่เหลือ ร้อยละผลผลิตของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโดซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่ะซิติลร้อยละ 76.25 84.77 และ 95.68 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน..... 61
4-6	ผลการวิเคราะห์ความหนืด ปริมาณไคโดซานที่เหลือ ร้อยละผลผลิตของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโดซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่ะซิติลร้อยละ 76.25 84.77 และ 95.68 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(ต่อ)..... 62
4-7	การแยก Molecular Weight สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ ด้วย Ultrafiltration Membrane)..... 64
4-8	ผลการวิเคราะห์ความหนืด ปริมาณไคโดซานที่เหลือ ร้อยละผลผลิตของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโดซานเปลือกปูที่ระดับการกำจัดหมู่ะซิติลร้อยละ โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน..... 68
4-8	ผลการวิเคราะห์ความหนืด ปริมาณไคโดซานที่เหลือ ร้อยละผลผลิตของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโดซานเปลือกปูที่ระดับการกำจัดหมู่ะซิติลร้อยละ โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(ต่อ)..... 69
4-9	การแยก Molecular Weight สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ ด้วย Ultrafiltration Membrane)..... 71

สารบัญตาราง

4-10	ผลการวิเคราะห์ความหนืด ปริมาณโคโคซานที่เหลือ ร้อยละผลผลิตของสารผสม โคโค โอลิโกแซคคาไรด์จากโคโคซานแกนหมักที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลร้อยละ 81.44 85.87 และ 89.69 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	74
4-10	ผลการวิเคราะห์ความหนืด ปริมาณโคโคซานที่เหลือ ร้อยละผลผลิตของสารผสม โคโค โอลิโกแซคคาไรด์จากโคโคซานแกนหมักที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลร้อยละ 81.44 85.87 และ 89.69 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน(ต่อ).....	75
4-11	การแยก Molecular Weight สารผสมโคโค โอลิโกแซคคาไรด์ ด้วย Ultrafiltration Membrane).....	76
4-12	ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมโคโค โอลิโกแซคคาไรด์ของโคโคซานกึ่งระดับการ กำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 76.25.....	77
4-13	ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมโคโค โอลิโกแซคคาไรด์ของโคโคซานกึ่งระดับการ กำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 84.77.....	77
4-14	ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมโคโค โอลิโกแซคคาไรด์ของโคโคซานกึ่งระดับการ กำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 95.68.....	77
4-15	ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมโคโค โอลิโกแซคคาไรด์ของโคโคซานปฐระดับการ กำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 61.81.....	78
4-16	ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมโคโค โอลิโกแซคคาไรด์ของโคโคซานปฐระดับการ กำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 71.67.....	78
4-17	ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมโคโค โอลิโกแซคคาไรด์ของโคโคซานปฐระดับการ กำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 95.35.....	78
4-18	ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมโคโค โอลิโกแซคคาไรด์ของโคโคซานหมักระดับการ กำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 81.44.....	79
4-19	ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมโคโค โอลิโกแซคคาไรด์ของโคโคซานหมักระดับการ กำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 85.87.....	79
4-20	ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมโคโค โอลิโกแซคคาไรด์ของโคโคซานหมักระดับการ กำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 89.69.....	79

สารบัญตาราง

4-21	ผลยับยั้งการเจริญแบคทีเรียของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกกุ้ง ที่ระดับ Molecular Weight Cut Off ต่างกัน และความเข้มข้นต่างกัน $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	81
4-22	ผลยับยั้งการเจริญแบคทีเรียของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกปู ที่ระดับ Molecular Weight Cut Off ต่างกัน และความเข้มข้นต่างกัน $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	87
4-23	ผลยับยั้งการเจริญแบคทีเรียของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานแกนหมึก ที่ระดับ Molecular Weight Cut Off ต่างกัน และความเข้มข้นต่างกัน $\pm$ ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน.....	93
	ภาคผนวกที่ ก-1 แสดงสถานะในการผลิตไคโตซาน.....	116
	ภาคผนวกที่ ก-2 แสดงสถานะในการผลิตไคโตซานจากแกนหมึก.....	119
	ภาคผนวกที่ ก-3 ตัวอย่างความเข้มข้นของสารละลาย 1 เอน – เฮกซะเดซิล ไพริเดียม คลอไรด์ โมโนไฮเดรต และสารละลายไคโตซาน.....	122
	ภาคผนวกที่ ก-4 ตัวอย่างปริมาตรของ เอน/400 โพแทสเซียม โพลีไวนิล ซัลเฟต ที่ใช้ในการ ไทเทรตเบลงค์และสารละลาย 1 เอน – เฮกซะเดซิล ไพริเดียม คลอไรด์ โมโนไฮ เดรต.....	122
	ภาคผนวกที่ ก-5 ตัวอย่างปริมาตรของ เอน/400 โพแทสเซียม โพลีไวนิล ซัลเฟต ที่ใช้ในการ ไทเทรตสารละลายไคโตซาน.....	123
	ภาคผนวกที่ ง-1 ตารางสรุปร้อยละการผลิตในกระบวนการผลิต ไคติน จากเปลือกกุ้ง เปลือก ปูและแกนหมึก.....	140
	ภาคผนวกที่ ง-2 ตารางผลการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานที่ผลิตในสถานะต่าง ๆ กัน จากเปลือกกุ้ง เปลือกปู และแกนหมึก.....	141
	ภาคผนวกที่ ง-3 ตารางผลการวิเคราะห์น้ำหนักโมเลกุลของไคโตซานที่ผลิตในสถานะต่าง ๆ กัน จากเปลือกกุ้ง เปลือกปู และแกนหมึก.....	141
	ภาคผนวกที่ ง-4 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับการกำจัดหมู่อะซิดิลของ ไคโตซานเปลือกกุ้ง เปลือกปู และแกนหมึก ที่ผลิตในสถานะต่าง ๆ กัน.....	142
	ภาคผนวกที่ ง-5 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับการกำจัดหมู่อะซิดิลของ ไคโตซานจากเปลือกกุ้ง ที่ผลิตในสถานะต่าง ๆ กัน.....	142

สารบัญตาราง

ภาคผนวกที่ ง-6 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของ ไคโตซานจากเปลือกปู ที่ผลิตในสถานะต่าง ๆ กัน.....	142
ภาคผนวกที่ ง-7 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของ ไคโตซานจากแกนหมึก ที่ผลิตในสถานะต่าง ๆ กัน.....	143
ภาคผนวกที่ ง-8 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน เปลือกกุ้ง ที่ผลิตในสถานะต่าง ๆ กัน.....	143
ภาคผนวกที่ ง-9 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน เปลือกกุ้ง ที่ผลิตในสถานะต่าง ๆ กัน.....	143
ภาคผนวกที่ ง-10 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน เปลือกปู ที่ผลิตในสถานะต่าง ๆ กัน.....	144
ภาคผนวกที่ ง-11 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของน้ำหนักโมเลกุลของไคโตซาน แกนหมึกที่ผลิตในสถานะต่าง ๆ กัน.....	144
ภาคผนวกที่ ง-12 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืด ของสารผสม ไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 76.25 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	144
ภาคผนวกที่ ง-13 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืด ของสารผสม ไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 84.77 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	145
ภาคผนวกที่ ง-14 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืด ของสารผสม ไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 95.68 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	145
ภาคผนวกที่ ง-15 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืด ของสารผสม ไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 61.81 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	145
ภาคผนวกที่ ง-16 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืด ของสารผสม ไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 71.67 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	146

[illegible]

[illegible]

สารบัญตาราง

[illegible]

สารบัญตาราง

ภาคผนวกที่ ง-43 ตารางผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าร้อยละผลผลิตของสารผสม ไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานแทนหมึกที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 81.44 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	155
ภาคผนวกที่ ง-44 ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ของไคโตซานกึ่ง ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 76.25.....	156
ภาคผนวกที่ ง-45 ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ของไคโตซานกึ่ง ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 84.77.....	156
ภาคผนวกที่ ง-46 ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ของไคโตซานกึ่ง ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 95.68	156
ภาคผนวกที่ ง-47 ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ของไคโตซานระดับ การกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 61.81.....	157
ภาคผนวกที่ ง-48 ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ของไคโตซานระดับ การกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 71.67.....	157
ภาคผนวกที่ ง-49 ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ของไคโตซานระดับ การกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 95.35.....	157
ภาคผนวกที่ ง-50 ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ของไคโตซานหมึก ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 81.44.....	158
ภาคผนวกที่ ง-50 ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ของไคโตซานหมึก ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 85.87.....	158
ภาคผนวกที่ ง-50 ระดับชั้นของพอลิเมอร์สารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์ของไคโตซานหมึก ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล ร้อยละ 89.69.....	158

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 โครงสร้างของไคตินและไคโตซาน.....	7
2-2 ระบบการย่อยสลายไคตินด้วยเอนไซม์ โดยเอนไซม์.....	7
3-1 ขั้นตอนการผลิตสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากเปลือกกุ้ง เปลือกปู และแกนหมึก..	41
4-1 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานต่าง ๆ โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	52
4-2 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานร้อยละ 76.25 84.77 และ 95.68 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	53
4-3 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกปูที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานต่าง ๆ โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	54
4-4 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกปูที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานร้อยละ 61.81 71.67 และ 95.35 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	55
4-5 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานแกนหมึกที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานต่าง ๆ โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	56
4-6 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานแกนหมึกที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานร้อยละ 81.44 85.87 และ 89.69 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	57
4-7 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์จากไคโตซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซานร้อยละ 76.25 84.77 และ 95.68 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า และปริมาณไคโตซานที่เหลือจากการย่อยโดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	59
4-8 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไคโตซานเปลือกกุ้งที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคโตซาน ร้อยละ 76.25 84.77 และ 95.68 ที่เหลือจากการย่อยโดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้าและของปริมาณสารผสมไคโตโอลิโกแซคคาไรด์.....	60

สารบัญภาพ

4-9 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมโคโคโอเลโทแคโรได์จากโคโคซานเปลือกปูที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซานร้อยละ 61.81 71.67 และ 95.35 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า และปริมาณโคโคซานที่เหลือจากการย่อยโดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	66
4-10 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมโคโคโอเลโทแคโรได์จากโคโคซานเปลือกปูที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซานร้อยละ 61.81 71.67 และ 95.35 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า และปริมาณโคโคซานที่เหลือจากการย่อยโดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	67
4-11 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมโคโคโอเลโทแคโรได์จากโคโคซานแกนหมึกที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซานร้อยละ 81.44 85.87 และ 89.69 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า และปริมาณโคโคซานที่เหลือจากการย่อยโดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	73
4-12 ผลการวิเคราะห์ความหนืดของสารผสมโคโคโอเลโทแคโรได์จากโคโคซานแกนหมึกที่ระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของโคโคซานร้อยละ 81.44 85.87 และ 89.69 โดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า และปริมาณโคโคซานที่เหลือจากการย่อยโดยเอนไซม์เซลลูเลสทางการค้า.....	74
4-13 (a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ CT กุ้ง ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	82
4-14 (a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ กุ้ง ≥ 10 kDa ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	83
4-15 (a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ COS กุ้ง 10 kDa - 1 kDa ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	84
4-16 (a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ COS กุ้ง ≤ 1 kDa ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	85

สารบัญภาพ

4-17	(a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ CT ปู ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	88
4-18	(a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ ปู ≥ 10 kDa ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	89
4-19	(a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ COS ปู 10 kDa - 1 kDa ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	90
4-20	(a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ COS ปู ≤ 1 kDa ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	91
4-21	(a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ CT แกนหมึก ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	94
4-22	(a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ แกนหมึก ≥ 10 kDa ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	95
4-23	(a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ COS แกนหมึก 10 kDa - 1 kDa ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	96
4-16	(a) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. paraheamolyticus</i> , (b) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>V. cholerae</i> , (c) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>E. coli</i> , (d) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>S. aureus</i> , (e) แสดงสมบัติการยับยั้ง <i>L. Monocytogenes</i> ของ COS แกนหมึก ≤ 1 kDa ที่ระดับความเข้มข้นต่าง ๆ	97
	ภาคผนวกที่ ก-1 ขั้นตอนการเตรียมโคตินโคโดซาน.....	117
	ภาคผนวกที่ ก-2 ขั้นตอนการเตรียมโคตินโคโดซานจากแกนหมึก.....	119
	ภาคผนวกที่ ข-1 แสดง Peak ของโคโดโอลิโกแซคคาไรด์มาตรฐาน	130
	ภาคผนวกที่ ข-2 กราฟมาตรฐาน Degree of polymerization, DP-1.....	130

สารบัญภาพ

ภาคผนวกที่ ข-3 กราฟมาตรฐาน Degree of polymerization, DP-2.....	131
ภาคผนวกที่ ข-4 กราฟมาตรฐาน Degree of polymerization, DP-3.....	131
ภาคผนวกที่ ข-5 กราฟมาตรฐาน Degree of polymerization, DP-4.....	131
ภาคผนวกที่ ข-6 กราฟมาตรฐาน Degree of polymerization, DP-5.....	132
ภาคผนวกที่ ข-7 กราฟมาตรฐาน Degree of polymerization, DP-6.....	132

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University