สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ค
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ซ
สารบัญรูป	ฎ
บทนำ	
ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
กรอบแนวคิดของการวิจัย	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
ตรวจเอกสาร	
สมบัติของไคตินและไคโตแซน	4
กระบวนการดัดแปรไคตินและไคโตแซน	7
การใช้ประโยชน์ของไคตินและไคโตแซน	15
วิธีการทดลอง	
การทดลองที่ 1 การผลิตไคตินและไคโตแซนจากเปลือกกุ้งกุลาดำโดยไม่ใช้ความร้อน	16
1.1 การศึกษาปัจจัยการผลิตไคตินและไคโคแซนโดยไม่ใช้ความร้อน	
1.2 การศึกษาผลของไคโตแซนที่ผลิตโดยไม่ใช้ความร้อนต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์มายองเนส	
การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลและน้ำหนักโมเลกุลของไคโตแซนที่ผลิตโดยไม่ใช้ความร้อนต่อสมบัติของระบบอิมัลชัน	18
2.1 การผลิตไคโตแซนที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติลและน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน	
2.2 การศึกษาผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลและน้ำหนักโมเลกุลของไคโตแซนต่อสมบัติของระบบอิมัลชัน	
การทดลองที่ 3 การดัดแปรไคตินให้เป็นไคตินรูปผลึกขนาดเล็ก	21
3.1 การศึกษาปัจจัยการผลิตไคตินรูปผลึกขนาดเล็ก	
3.2 การศึกษาผลของของไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่มีต่อสมบัติของอิมัลชัน	

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

การทดลองที่ 4 การดัดแปรไคโตแซนให้เป็นคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซน 23

4.1 การศึกษาปัจจัยการผลิตคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซน

4.2 การศึกษาสมบัติของคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนในผลิตภัณฑ์มายองเนส

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 การผลิตไคตินและไคโตแซนจากเปลือกกุ้งกุลาดำโดยไม่ใช้ความร้อน 25

1.1 การศึกษาปัจจัยการผลิตไคตินและไคโตแซนโดยไม่ใช้ความร้อน

1.2 การศึกษาผลของไคโตแซนที่ผลิตโดยไม่ใช้ความร้อนต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์มายองเนส

การทดลองที่ 2 การศึกษาผลของการกำจัดหมู่อะซิติลและน้ำหนักโมเลกุลของไคโตแซนที่ผลิตโดยไม่ใช้ความร้อนต่อสมบัติของระบบอิมัลชัน 40

2.1 สมบัติเชิงหน้าที่ของไคโตแซนจากเปลือกกุ้งกุลาดำที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติลต่างกัน

2.2 สมบัติเชิงหน้าที่ของไคโตแซนจากเปลือกกุ้งกุลาดำที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน

2.3 การศึกษาผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติลและน้ำหนักโมเลกุลของไคโตแซนต่อสมบัติของระบบอิมัลชัน

การทดลองที่ 3 การดัดแปรไคตินให้เป็นไคตินรูปผลึกขนาดเล็ก 56

3.1 การศึกษาปัจจัยการผลิตไคตินรูปผลึกขนาดเล็ก

3.2 การศึกษาผลของของไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่มีต่อสมบัติของอิมัลชัน

การทดลองที่ 4 การดัดแปรไคโตแซนให้เป็นคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซน 74

4.1 การศึกษาปัจจัยการผลิตคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซน

4.2 การศึกษาสมบัติของคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซนในผลิตภัณฑ์มายองเนส

บทสรุป 93

เอกสารอ้างอิง 96

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติอนุพันธ์ของไคตินและไคโตแซนจากปฏิกิริยา acylation บางชนิด	11
2	ผลของอนุพันธ์ไคตินที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อแบคทีเรียที่อุณหภูมิ 37 °C	14
3	ลักษณะของไคโตแซนจากเปลือกกุ้งกุลาดำที่ผ่านการไฮโดรไลส์เพื่อใช้ในการทดลอง	19
4	ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกุ้งกุลาดำ	25
5	ผลของความเข้มข้นด่างและเวลาในการกำจัดโปรตีนต่อประสิทธิภาพการกำจัดโปรตีนในเปลือกกุ้งกุลาดำที่อุณหภูมิห้อง	26
6	ปริมาณเถ้าในเปลือกกุ้งกุลาดำที่ผ่านการแช่ในกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้นและเวลาที่แตกต่างกัน ที่อุณหภูมิห้อง	27
7	องค์ประกอบทางเคมีและการละลายของไคตินจากเปลือกกุ้งกุลาดำโดยไม่ใช้ความร้อน	27
8	ระดับการกำจัดหมู่อะซิติล น้ำหนักโมเลกุล และความหนืด ของไคโตแซนที่ผลิตภายใต้ระยะเวลาในการกำจัดหมู่อะซิติลต่างกัน	28
9	ผลของระยะเวลาการกำจัดหมู่อะซิติลที่มีต่อค่าความสามารถในการเกิดและความคงตัวของอิมัลชัน	29
10	ผลของระยะเวลาในการกำจัดหมู่อะซิติลไคโตแซนต่อการกระจายตัวของเม็ดไขมัน	30
11	คุณลักษณะของไคโตแซนที่ใช้ในการศึกษาผลิตภัณฑ์มายองเนส	32
12	ผลของปริมาณของไคโตแซนและแซนแทนกัมที่มีต่อค่าความหนาแน่น และค่าพีเอชของผลิตภัณฑ์มายองเนส	33
13	ผลของปริมาณไคโตแซนและแซนแทนกัมที่มีต่อค่าแรงต้านการไหลสูงสุดของมายองเนส	35
14	ผลของปริมาณไคโตแซนและแซนแทนกัมที่มีต่อค่าความคงตัวของมายองเนส	38

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	คะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์มายองเนส ที่มีการเติมไคโตแซนและแซนแทนกัมที่ระดับต่างกัน	39
16	ความหนืดของสารละลายไคโตแซนที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติลต่างกัน	40
17	ความสามารถในการจับน้ำและจับไขมันของไคโตแซนที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติลต่างกัน	41
18	ค่าสมดุลของหมู่ที่ชอบน้ำกับหมู่ที่ชอบไขมันของไคโตแซนที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติลต่างกัน	42
19	น้ำหนักโมเลกุลของไคโตแซนที่ผ่านการไฮโดรไลส์ที่สภาวะแตกต่างกัน	43
20	สมบัติของไคโตแซนที่สภาวะการไฮโดรไลส์แตกต่างกัน	43
21	ความหนืดของสารละลายไคโตแซนที่มีน้ำหนักโมเลกุลแตกต่างกัน	44
22	ความสามารถในการจับน้ำและความสามารถในการจับไขมันของไคโตแซน ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน	45
23	ค่าสมดุลของหมู่ที่ชอบน้ำกับหมู่ที่ชอบไขมันของไคโตแซนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน	46
24	ความหนืดของอิมัลชันที่เตรียมจากความเข้มข้นของไคโตแซนและอัตราส่วนระหว่าง สารละลายไคโตแซนต่อน้ำมันพืชแตกต่างกัน	48
25	ความหนืดของอิมัลชันที่เตรียมจากไคโตแซนที่มีระดับการกำจัดหมู่อะซิติล และน้ำหนักโมเลกุลต่างกัน	52
26	องค์ประกอบทางเคมี และคุณลักษณะของไคติน	56
27	ความสามารถในการเกิดอิมัลชันของไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่มีสภาวะการผลิตที่แตกต่างกัน	64
28	ค่าพีเอช ความหนาแน่น และการกระจายตัวของอนุภาคของเม็ดไขมันในมายองเนส ที่เติมไคตินรูปผลึกขนาดเล็กและแซนแทนกัมในปริมาณแตกต่างกัน	67

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
29	ค่าแรงต้านการไหลสูงสุดของผลิตภัณฑ์มายองเนสที่เติมสารเพิ่มความคงตัวเข้มข้นต่างกัน	69
30	ค่าความคงตัว (Consistency) ของผลิตภัณฑ์มายองเนสที่เติมสารเพิ่มความคงตัวต่างกัน	72
31	คะแนนผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของมายองเนสที่ใช้ปริมาณไดตินรูปผลึกขนาดเล็กและแซนแทนกัมแตกต่างกัน	73
32	ลักษณะของไดโตแซน	74
33	ผลของปัจจัยการผลิตที่มีต่อน้ำหนักโมเลกุล (กิโลดาลตัน) ของคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซน	75
34	ผลของปัจจัยการผลิตที่มีต่อการกำจัดหมู่อะซิติล (ร้อยละ) ของคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซน	77
35	ผลของปัจจัยการผลิตที่มีต่อความหนืดของสารละลายคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซน	81
36	ผลของปัจจัยการผลิตที่มีต่อค่า HLB ของสารละลายคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซนเข้มข้นร้อยละ1 (โดยน้ำหนัก)	83
37	ผลของปัจจัยการผลิตคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซนที่มีต่อความสามารถในการเกิดอิมัลชัน	84
38	ผลของปัจจัยการผลิตของคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซนที่มีต่อความคงตัวของอิมัลชัน	84
39	ผลของปัจจัยการผลิตคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซนที่มีต่อปริมาณของเม็ดไขมันในอิมัลชัน (จำนวนเม็ดไขมัน/ตารางมิลลิเมตร)	85
40	ลักษณะของมายองเนสที่เติมสารเพิ่มความคงตัวเข้มข้นต่างกัน	86
41	ค่าแรงต้านการไหลสูงสุดของผลิตภัณฑ์มายองเนสที่เติมสารเพิ่มความคงตัวเข้มข้นต่างกัน	88
42	ค่าความอยู่ตัวของผลิตภัณฑ์มายองเนสที่เติมสารเพิ่มความคงตัวเข้มข้นต่างกัน	92

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	โครงสร้างทางเคมีของเซลลูโลส ไคติน และไคโตแซน	3
2	โครงสร้างของสาร Chitose-oligomers (CO)	9
3	ปฏิกิริยา deacetylation ของไคติน	9
4	ลักษณะโครงสร้างของสาร acylatd derivatives	10
5	ลักษณะโครงสร้างของสาร Mercapto-chitin	11
6	ลักษณะโครงสร้างของสาร N-(O-carboxybenzyl) chitosan และ N-(carboxymethyl) chitosan	11
7	ปฏิกิริยา carboxymethylation ของสารไคติน	12
8	ลักษณะโครงสร้างของสาร Carboxymethyl chitosan	13
9	ลักษณะโครงสร้างของสาร Sulfuryl chitin (S-chitin)	13
10	ขนาดและการกระจายตัวของอนุภาคอิมัลชันของไคโตแซนที่มีระยะเวลาการกำจัดหมู่อะซิติลต่างกัน (กำลังขยาย 10x40 เท่า)	31
11	ค่าแรงต้านการไหลของมายองเนสที่เติมไคโตแซน (A) และแซนแทนกัม (B)	34
12	ผลของปริมาณของไคโตแซน (A) และแซนแทนกัม (B) ที่มีต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์ มายองเนส	34
13	ผลของปริมาณของไคโตแซน (A) และแซนแทนกัม (B) ที่มีต่อ compliance ของผลิตภัณฑ์มายองเนส	36
14	ผลของปริมาณของไคโตแซน (A) และแซนแทนกัม (B)ที่มีต่อ modulus ของผลิตภัณฑ์มายองเนส	37
15	ค่าความคงตัว (consistency) ของมายองเนสที่เติมไคโตแซน (A) และแซนแทนกัม (B)	37

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
16	ผลของความเข้มข้นของไคโตแซน และอัตราส่วนระหว่างสารละลายไคโตแซนต่อน้ำมันพืชต่อความสามารถในการเกิดอิมัลชันและความคงตัวของอิมัลชัน	50
17	ผลของระดับการกำจัดหมู่อะซิติล (DD) และน้ำหนักโมเลกุล (MW) ของไคโตแซนต่อความสามารถในการเกิดอิมัลชันและความคงตัวของอิมัลชัน	54
18	ขนาดอนุภาคและการกระจายตัวของเม็ดไขมันในตัวอย่างอิมัลชัน	55
19	ผลของปริมาณกรดและเวลาการย่อยสลายที่มีต่อระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของไคตินรูปผลึกขนาดเล็กโดยใช้กรดต่างกัน กรดฟอสฟอริก (A) กรดอะซิติก (B) และกรดไฮโดรคลอริก (C)	58
20	ผลของปริมาณกรดและเวลาการย่อยสลายที่มีต่อน้ำหนักโมเลกุล ของไคตินรูปผลึกขนาดเล็กโดยใช้กรดต่างกัน กรดฟอสฟอริก (A) กรดอะซิติก (B) และกรดไฮโดรคลอริก (C)	59
21	ความสามารถในการเกิดอิมัลชัน (Emulsion capacity) ของไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่ผลิตด้วยชนิดของกรด ปริมาณกรดและเวลาการย่อยสลายต่างกัน ได้แก่ กรดฟอสฟอริก (A) กรดอะซิติก (B) และกรดไฮโดรคลอริก (C)	61
22	ความสามารถในการเกิดอิมัลชัน (Emulsion capacity) ของไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่ผลิตด้วยชนิดของกรด ปริมาณกรดและเวลาการย่อยสลายต่างกัน หลังจากให้ความร้อนแก่อิมัลชันที่อุณหภูมิ 80 ^{o}C นาน 15 นาที โดยการใช้กรดฟอสฟอริก (A) กรดอะซิติก (B) และกรดไฮโดรคลอริก (C)	62

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
23	ปริมาณเม็ดไขมัน (Oil droplet number) ของอิมัลชันที่เติมไคตินรูปผลึกขนาดเล็กที่ผลิตด้วยชนิดของกรด ปริมาณกรด และเวลาการย่อยสลายต่างกัน โดยการใช้กรดฟอสฟอริก (A) กรดอะซิติก (B) และกรดไฮโดรคลอริก (C)	65
24	ลักษณะการกระจายตัวของเม็ดไขมันในอิมัลชันที่เติมไคตินรูปผลึกขนาดเล็กต่างกัน	66
25	ค่าแรงต้านการไหล (Shear stress) ของมายองเนสที่เติมไคตินรูปผลึกขนาดเล็ก (A) และแซนแทนกัม (B) ปริมาณแตกต่างกัน	68
26	ผลของปริมาณของไคตินรูปผลึกขนาดเล็ก (A) และแซนแทนกัม (B) ที่มีต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์มายองเนส	69
27	ผลของปริมาณของไคตินรูปผลึกขนาดเล็ก (A) และแซนแทนกัม (B) ที่มีต่อ compliance ของผลิตภัณฑ์มายองเนส	70
28	ผลของปริมาณของไคตินรูปผลึกขนาดเล็ก (A) และแซนแทนกัม (B) ที่มีต่อ modulus ของผลิตภัณฑ์มายองเนส	71
29	ผลของปริมาณของไคตินรูปผลึกขนาดเล็ก (A) และ แซนแทนกัม (B) ที่มีต่อความคงตัว (consistency) ของผลิตภัณฑ์มายองเนส	72
30	ผลของ Carboxymethylation time, Alkalization time และ NaOH concentration ที่มีต่อขนาดน้ำหนักโมเลกุลของคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซน โดยที่ A และ B เป็นรูปที่มี Carboxymethylation time นาน 1 และ 3 ชั่วโมง ตามลำดับ	76
31	ผลของ Carboxymethylation time, Alkalization time และ NaOH concentration ที่มีต่อระดับการกำจัดหมู่อะซิติลของคาร์บอกซีเมทิลไคโตแซน ในเวลา 1 ชั่วโมง (A) และเวลา 3 ชั่วโมง (B)	78

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
32	ผลของ Carboxymethylation time, Alkalization time และ NaOH concentration ที่มีต่อระดับการเข้าแทนที่ของหมู่คาร์บอกซีเมทิล	79
33	IR Spectra ของหมู่คาร์บอกซี (-COO-) บนโมเลกุลของคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซน ที่มีระดับการแทนที่หมู่คาร์บอกซีเมทิล 0.70 (——) เทียบกับไดโตแซนเริ่มต้น (——) ที่ความยาวคลื่น 1601 cm-1	80
34	ความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของหยดโทลูอีนที่กระจายตัวบนผิวหน้าของสารละลายอิมัลชันมาตรฐาน กับ HLB ของสารละลายอิมัลชันมาตรฐาน	82
35	ขนาดและการกระจายตัวของเม็ดไขมันของอิมัลชันที่เตรียมโดยใช้คาร์บอกซิเมทิลไดโตแซน	86
36	ผลของปริมาณของ คาร์บอกซีเมทิลไดโตแซน (A) และแซนแทนกัม (B) ที่มีต่อแรงต้านการไหลของผลิตภัณฑ์มายองเนส	87
37	ผลของปริมาณของ คาร์บอกซีเมทิลไดโตแซน (A) และแซนแทนกัม (B) ที่มีต่อความหนืดของผลิตภัณฑ์มายองเนส	89
38	ผลของปริมาณของคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซน (A) และ แซนแทนกัม (B) ที่มีต่อ compliance ของผลิตภัณฑ์มายองเนส	89
39	ผลของปริมาณของคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซน (A) และแซนแทนกัม (B) ที่มีต่อ modulus ของผลิตภัณฑ์มายองเนส	90
40	ผลของปริมาณของคาร์บอกซีเมทิลไดโตแซน (A) และ แซนแทนกัม (B) ที่มีต่อความคงตัว (consistency) ของผลิตภัณฑ์มายองเนส	91