

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่การค้นคว้าวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
<b>บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>4</b>
<b>บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง</b>	<b>36</b>
3.1 วัสดุดิบและอุปกรณ์	36
3.2 วิธีการทดลอง	41
3.3 แผนการทดลอง	43
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและอภิปรายผล</b>	<b>51</b>
<b>บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ</b>	<b>80</b>
5.1 สรุปผลการทดลอง	80
5.2 ข้อเสนอแนะ	82

เอกสารอ้างอิง	84
ภาคผนวก	92
ภาคผนวก ก ภาพประกอบกระบวนการสกัดโคโคซานจากเกล็ดปลานิล	93
ภาคผนวก ข ภาพประกอบการผลิตฟิล์มโคโคซาน	96
ภาคผนวก ค ภาพประกอบการผลิตกัลละแม	98
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์คุณภาพ	100
ประวัติผู้เขียน	106



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่  
 Copyright© by Chiang Mai University  
 All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ชนิดและคุณลักษณะของไคติน	5
2.2 ปริมาณไคตินและไคโตซานในแหล่งวัตถุดิบต่าง ๆ	8
2.3 สรุปขั้นตอนการสกัดไคตินและไคโตซานที่มีผลต่อค่าร้อยละการกำจัด หมู่อะซีทิล	12
2.4 คุณสมบัติพื้นฐานของไคตินและไคโตซาน	15
2.5 วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของไคตินและไคซาน	16
2.6 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกและนำเข้า	20
2.7 คุณสมบัติของเจลาติน	27
3.1 ระดับปัจจัยของการศึกษาผลความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์และ อุณหภูมิในขั้นตอนการกำจัดโปรตีน	44
3.2 แผนการทดลองแบบ Central Composite Design ในการศึกษาผลของความ เข้มข้นโซเดียมไฮดรอกไซด์ และอุณหภูมิในขั้นตอนการกำจัดโปรตีน	44
3.3 ระดับปัจจัยของการศึกษาผลของความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 นอ้มัดและเวลาในขั้นตอนกำจัดแร่ธาตุ	46
3.4 แผนการทดลองแบบ Central Composite Design ในการศึกษาผลของความ เข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 นอ้มัด และเวลาในขั้นตอนกำจัดแร่ธาตุ	46
3.5 ระดับปัจจัยของการศึกษาผลความเข้มข้นของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และ อุณหภูมิในขั้นตอนการผลิตไคโตซาน	47
3.6 แผนการทดลองแบบ Central Composite Design ในการศึกษาผลของความ เข้มข้นในขั้น โซเดียมไฮดรอกไซด์ และอุณหภูมิในขั้นตอนการผลิตไคโตซาน	48
3.7 แผนการทดลองแบบ Mixture design ในการศึกษาผลของสารละลายไคโตซาน ร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในกรดแลคติกร้อยละ 1 ความเข้มข้นของ กลีเซอริน และความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ในขั้นตอนการผลิตฟิล์ม ไคโตซาน	49

4.1	ผลการศึกษากำจัดโปรตีนออกจากตัวอย่างเกล็ดปลานิลโดยการผันแปรปัจจัยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และอุณหภูมิ	52
4.2	สมการถดถอยสมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์และอุณหภูมิต่อค่าการกำจัดโปรตีนออกจากตัวอย่างเกล็ดปลานิล	53
4.3	ผลการศึกษากำจัดแร่ธาตุออกจากตัวอย่างเกล็ดปลานิลโดยการผันแปรปัจจัยกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 นอ้มล และเวลา	55
4.4	สมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 นอ้มล และเวลาต่อค่าการกำจัดแร่ธาตุออกจากตัวอย่างเกล็ดปลานิล	56
4.5	ปริมาณของไคโตซานที่ผลิตจากไคตินจากเกล็ดปลานิลที่ผลิตจากการผันแปรปัจจัยโซเดียมไฮดรอกไซด์ และอุณหภูมิ	58
4.6	สมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ และอุณหภูมิต่อค่าคุณภาพของไคโตซานในกระบวนการผลิตไคโตซานจากไคตินที่สกัดมาจากเกล็ดปลานิล	59
4.7	ค่าร้อยละการกำจัดโปรตีน ค่าร้อยละการกำจัดแร่ธาตุ ระดับของการกำจัดหมู่อะซีทิล และปริมาณไคโตซาน ที่ได้จากการทำนายและจากการผลิตจริงและร้อยละความคลาดเคลื่อน	61
4.8	ค่าคุณภาพของฟิล์มไคโตซานเมื่อผันแปรปัจจัยสารละลายไคโตซานร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในกรดแลคติกร้อยละ 1 ความเข้มข้นของกลีเซอริน และความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ในขั้นตอนการผลิตฟิล์มไคโตซาน	64
4.9	ความสัมพันธ์ของสมการถดถอยกับค่าคุณภาพของฟิล์มไคโตซาน	66
4.10	ผลการเปรียบเทียบค่าคุณสมบัติของแผ่นฟิล์มไคโตซานที่ได้จากการทำนายและจากการผลิตจริงและร้อยละความคลาดเคลื่อน	68
4.11	ผลของการศึกษาผลของฟิล์มไคโตซานที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อยีสต์และราในผลิตภัณฑ์กาดะแม	75
4.12	ต้นทุนจากการสกัดไคโตซานที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในกลุ่มผลิตอาหารจากเกล็ดปลานิลต่อเกล็ดปลานิล 100 กรัม	78

สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 โครงสร้างของไคติน	5
2.2 โครงสร้างของไคโตซาน	9
2.3 ลักษณะเกล็ดปลานิล	23
2.4 โครงสร้างของกลีเซอริน	27
2.5 เครื่องมือใช้วัดอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน	33
3.1 แผนผังการสกัดไคตินจากเกล็ดปลานิลเพื่อใช้ในการขึ้นรูปเป็นฟิล์มที่บริโภคได้ และการประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์กอลาแม	41
3.2 แผนผังการสกัดไคโตซานจากเกล็ดปลานิลเพื่อใช้ในการขึ้นรูปเป็นฟิล์มที่บริโภคได้ และการประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์กอลาแม	42
4.1 กระบวนการผลิตที่ดีที่สุด (Optimization) สำหรับการศึกษผลของโซเดียมไฮดรอกไซด์ และอุณหภูมิ ในการกำจัดโปรตีน	53
4.2 กระบวนการผลิตที่ดีที่สุด (Optimization) สำหรับการศึกษผลของกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 2 นอ้มล และเวลาในการกำจัดแร่ธาตุ	56
4.3 กระบวนการผลิตที่ดีที่สุด (Optimization) สำหรับการศึกษผลของการผันแปรโซเดียมไฮดรอกไซด์ และอุณหภูมิ ในการสกัดไคโตซานจากไคตินในเกล็ดปลานิล	60
4.4 กราฟแสดงค่าการ Transmittance ของไคโตซานมาตรฐานจากบริษัท ต้าหมิง เอ็นเตอร์ไพร์ส จำกัด	62
4.5 กราฟแสดงค่าการ Transmittance ของไคโตซานที่ผลิตได้จากเกล็ดปลานิล	62
4.6 กราฟการซ้อนทับของส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์แผ่นฟิล์มไคโตซานจากการศึกษาทั้ง 12 สิ่งทดลอง ที่ได้จากการวางแผนแบบ Mixture design	67
4.7 ผลของฟิล์มไคโตซานทั้ง 12 สูตรต่อค่าการยับยั้งเชื้อ <i>Penicillium</i> จากการผันแปรปริมาณความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในกรดแลคติกร้อยละ 1 ความเข้มข้นของกลีเซอริน และความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ วันที่ 1	70

4.8	ผลของฟิล์มไคโตซานทั้ง 12 สูตรต่อค่าการยับยั้งเชื้อ <i>Penicillium</i> จากการผันแปรปริมาณความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในกรดแลคติกร้อยละ 1 ความเข้มข้นของกลีเซอริน และความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ วันที่ 2	71
4.9	ผลของฟิล์มไคโตซานทั้ง 12 สูตรต่อค่าการยับยั้งเชื้อ <i>Penicillium</i> จากการผันแปรปริมาณความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในกรดแลคติกร้อยละ 1 ความเข้มข้นของกลีเซอริน และความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ วันที่ 3	72
4.10	ผลของฟิล์มไคโตซานทั้ง 12 สูตรต่อค่าการยับยั้งเชื้อ <i>Penicillium</i> จากการผันแปรปริมาณความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในกรดแลคติกร้อยละ 1 ความเข้มข้นของกลีเซอริน และความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ วันที่ 4	73
4.11	ผลของฟิล์มไคโตซานทั้ง 12 สูตรต่อค่าการยับยั้งเชื้อ <i>Penicillium</i> จากการผันแปรปริมาณความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ในกรดแลคติกร้อยละ 1 ความเข้มข้นของกลีเซอริน และความเข้มข้นของน้ำมันตะไคร้ วันที่ 5	74
4.12	เชื้อยีสต์และราในกาละแม่วันที่ 0	76
4.13	เชื้อยีสต์และราในกาละแม่วันที่ไม่ได้ห่อฟิล์มไคโตซานวันที่ 3	76
4.14	เชื้อยีสต์และราในกาละแม่วันที่ห่อด้วยฟิล์มไคโตซานวันที่ 3	76
4.15	เชื้อยีสต์และราในกาละแม่วันที่ไม่ได้ห่อฟิล์มไคโตซานวันที่ 6	77
4.16	เชื้อยีสต์และราในกาละแม่วันที่ห่อด้วยฟิล์มไคโตซานวันที่ 6	77
4.17	เชื้อยีสต์และราในกาละแม่วันที่ไม่ได้ห่อฟิล์มไคโตซานวันที่ 9	77
4.18	เชื้อยีสต์และราในกาละแม่วันที่ห่อด้วยฟิล์มไคโตซานวันที่ 9	77
4.19	เชื้อยีสต์และราในกาละแม่วันที่ไม่ได้ห่อฟิล์มไคโตซานวันที่ 12	77
4.20	เชื้อยีสต์และราในกาละแม่วันที่ห่อด้วยฟิล์มไคโตซานวันที่ 12	77
4.21	เชื้อยีสต์และราในกาละแม่วันที่ห่อด้วยฟิล์มไคโตซานวันที่ 15	78
5.1	กระบวนการผลิตไคติน-ไคโตซาน ที่เหมาะสม	81
ก-1	ขั้นตอนกระบวนการสกัดไคตินจากเมล็ดปาลานิล	94

ก-2	ขั้นตอนกระบวนการสกัดไคโตซานตามเกณฑ์มาตรฐานที่ใช้ในการผลิตอาหารจากเกล็ดปลา	95
ข-1	ภาพประกอบการผลิตฟิล์มไคโตซาน	97
ค-1	ขั้นตอนกระบวนการผลิตกอลาแม	99
ง-1	กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานของดีกลูโคซามีนไฮโดรคลอไรด์ (D-glucosamine hydrochloride : GlcN)	102
ง-2	กราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานของอะซิติลกลูโคซามีน (Acetyl-glucosamine : GlcNAC)	102