

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ฉ
สารบัญตารางภาคผนวก	๗
สารบัญภาพภาคผนวก	๗
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหาที่นำไปสู่การค้นคว้าแบบอิสระ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการค้นคว้าแบบอิสระ	2
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับการศึกษา	3
1.4 ขอบเขตการค้นคว้าแบบอิสระ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลำไย	4
2.1.1 ส่วนประกอบทางเคมีของลำไยสดและลำไยอบแห้ง	5
2.1.2 กรดแกลลิก และกรดเอลลาจิกในลำไย	7
2.1.3 ลำไยอบแห้ง	10
2.2 การทำแห้งอาหาร	10
2.2.1 ความหมาย	10
2.2.2 กราฟการทำแห้ง	12
2.2.3 กราฟอัตราการทำแห้ง	13
2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการทำแห้ง	14
2.4 ผลของการอบแห้งที่มีต่ออาหารอบแห้งในด้านต่างๆ	15
2.5 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี (a_w)	16
2.6 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหาร	18
2.6.1 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์	18

2.6.2 การควบคุมปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ในอาหาร	20
2.6.3 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์	21
2.6.4 การจำแนกชนิดของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์	21
2.6.5 คาราเมลไลเซชัน	22
2.6.6 ปฏิกิริยาเมลลาร์ด	22
2.6.7 การวัดปฏิกิริยาเมลลาร์ด	24
2.6.8 การควบคุมปฏิกิริยาเมลลาร์ด	25
2.7 เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน	27
2.8 เครื่องอบแห้งไมโครเวฟ	28
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	29
บทที่ 3 เครื่องมือ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	33
3.1 เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์	33
3.1.1 วัสดุ	33
3.1.2 สารเคมี	33
3.1.3 เครื่องมือ และอุปกรณ์	34
3.2 วิธีการทดลอง	35
3.2.1 ศึกษาลักษณะของลำไยสดก่อนการแปรรูป	35
3.2.2 ศึกษาอัตราการอบแห้งเนื้อลำไย โดยใช้ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	35
3.2.3 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้ง	36
3.2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส	37
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	38
4.1 ส่วนประกอบทางกายภาพและเคมีของลำไยสดพันธุ์ดอ	38
4.2 การอบแห้งเนื้อลำไยพันธุ์ดอด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	39
4.2.1 การอบแห้งเนื้อลำไยพันธุ์ดอด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	39
4.3 การวิเคราะห์ คุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	48
4.3.1 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ	48
4.3.2 การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี	51
4.3.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส	57

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	59
5.1 สรุปผลการทดลอง	59
5.2 ข้อเสนอแนะ	60
เอกสารอ้างอิง	61
ภาคผนวก	65
ภาคผนวก ก รูปเครื่องอบแห้งด้วยไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน ลำไยสด และผลิตภัณฑ์เนื้อลำไยอบแห้ง	65
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และแบบทดสอบ ทางประสาทสัมผัส	70
ภาคผนวก ค ข้อมูลจากการทดลองเพิ่มเติม	80
ประวัติผู้เขียน	93

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลำไยในระยะเก็บเกี่ยวผล	5
2.2 ส่วนประกอบทางเคมีของลำไยอบแห้งต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง	6
2.3 ความสำคัญของค่า a_w ต่ออาหาร	17
3.1 หน่วยทดลอง และสภาวะในการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	36
4.1 ส่วนประกอบทางกายภาพ และเคมีของเนื้อลำไยสดพันธุ์คอที่ได้จากการทดลอง เปรียบเทียบกับงานวิจัยอื่นๆ	38
4.2 เวลาในการอบแห้งเนื้อลำไยด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่มีปริมาณความชื้น ที่ต่ำกว่าร้อยละ 18	47
4.3 ผลของปัจจัยต่างๆที่ศึกษาต่อคุณภาพทางกายภาพของเนื้อลำไยอบแห้ง	48
4.4 ผลของปัจจัยต่างๆที่ศึกษาต่อคุณภาพทางเคมีของเนื้อลำไยอบแห้ง	52
4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส	57

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 สูตรโครงสร้างของกรดแกลลิก	8
2.2 สูตรโครงสร้างของกรดเอลลาจิก	9
2.3 การเคลื่อนที่ของความชื้นออกจากชั้นอาหารระหว่างการทำแห้ง	11
2.4 เส้นกราฟการทำแห้ง	12
2.5 กราฟอัตราการการทำแห้ง	13
2.6 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์ PPO	19
2.7 ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด	23
2.8 แผนภูมิแสดงขั้นตอนของปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่อาศัยเอนไซม์	25
4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นที่เหลือ (ร้อยละ) กับเวลาอบแห้งเนื้อลำไย (นาทึ) ของ 8 หน่วยทดลองของเนื้อลำไยอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	40
4.2 กราฟอัตราการอบแห้งที่กำลังงานไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที	42
4.3 กราฟอัตราการอบแห้งที่กำลังงานไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที	42
4.4 กราฟอัตราการอบแห้งที่กำลังงานไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที	43
4.5 กราฟอัตราการอบแห้งที่กำลังงานไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที	43
4.6 กราฟอัตราการอบแห้งที่กำลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที	44
4.7 กราฟอัตราการอบแห้งที่กำลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที	44
4.8 กราฟอัตราการอบแห้งที่กำลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที	45

4.9 กราฟอัตราการอบแห้งที่กำลังงานไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน
60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที

45



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก	หน้า
ค-1 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของเนื้อลำไยสดพันธุ์คอกับระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	81
ค-2 การเปลี่ยนแปลงอัตราการอบแห้งของเนื้อลำไยสดพันธุ์คอกับระยะเวลาที่ใช้ในการอบแห้งโดยใช้ไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	82
ค-3 ผลการวิเคราะห์ ความเหนียว และค่าสี L^* a^* b^*	84
ค-4 ผลการวิเคราะห์ ความชื้น a_w น้ำตาลรีดิวิซ์ และน้ำตาลทั้งหมด	85
ค-5 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ สารประกอบ 5-ไฮดรอกซีเมทิล-2-เฟอร์ฟูรัลดีไฮด์ (HMF)	86
ค-6 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Gallic acid	87
ค-7 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ Ellagic acid	89
ค-8 ผลวิเคราะห์ ANOVA ของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ	91
ค-9 ผลวิเคราะห์ ANOVA ของปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อคุณภาพทางเคมี	92

สารบัญภาพภาคผนวก

รูปภาคผนวก	หน้า
ก-1 เครื่องอบแห้งไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	66
ก-2 เนื้อลำไยพันธุ์คอกก่อนการอบแห้ง	66
ก-3 การอบแห้งเนื้อลำไยด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน	66
ก-4 เนื้อลำไยที่ผ่านการอบด้วยเครื่องไมโครเวฟเพียงอย่างเดียวที่พลังงานสูงสุด 5 นาที่ ก่อนที่จะนำไปอบแห้งร่วมกับลมร้อน (Pretreatment)	67
ก-5 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงาน ไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที	67
ก-6 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงาน ไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที	67
ก-7 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงาน ไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที	68
ก-8 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงาน ไมโครเวฟ 100 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที	68
ก-9 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงาน ไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที	68
ก-10 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงาน ไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 40 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที	69
ก-11 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงาน ไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 5 เมตรต่อวินาที	69
ก-12 เนื้อลำไยอบแห้งที่ได้จากการอบแห้งด้วยเครื่องไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนที่กำลังงาน ไมโครเวฟ 300 วัตต์ อุณหภูมิลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมร้อน 10 เมตรต่อวินาที	69