

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาของปัญหา.....	1
จุดมุ่งหมายของการวิจัย.....	2
ความสำคัญของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
กล้วย.....	4
พฤกษศาสตร์กล้วย.....	4
คุณค่าทางอาหารของกล้วย.....	5
พื้นที่เพาะปลูกและผลผลิต.....	7
กล้วยตาก.....	8
การแปรรูปผักและผลไม้โดยวิธีการทำแห้ง.....	9
การทำแห้งผักผลไม้โดยการอบแห้งแบบลมร้อน.....	10
การทำแห้งผักผลไม้โดยการอบแห้งด้วยไมโครเวฟ.....	13
การทำแห้งผักผลไม้ด้วยวิธีออสโมติกดีไฮเดรชัน.....	16
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพระหว่างการอบแห้งและการเก็บรักษาผักและผลไม้.....	20
ลักษณะเนื้อสัมผัสและการคืนรูป.....	21
กลิ่นและรสชาติ.....	21
การสูญเสียสารสีธรรมชาติ.....	21
การสูญเสียวิตามิน (วิตามินซีและบีตา-แคโรทีน).....	21
การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลและบทบาทของก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์.....	22
อิทธิพลของ $a_w$ .....	22
จุลินทรีย์.....	22

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>3</b>	<b>วิธีดำเนินการวิจัย.....24</b>
การเก็บและการเตรียมตัวอย่างกล้วย.....24	
การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการอบและผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้ง.....25	
การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ.....26	
การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมี.....27	
การประเมินทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation).....30	
การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา (microbiological analysis).....30	
การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....31	
<b>4</b>	<b>ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและอภิปรายผล.....32</b>
ตอนที่ 1 ผลของอุณหภูมิที่ใช้ในกระบวนการอบด้วยลมร้อนต่อ การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกล้วยอบแห้ง.....32	
ตอนที่ 2 ผลของการใช้กระบวนการไมโครเวฟก่อนการอบด้วยลมร้อน ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกล้วยอบแห้ง.....48	
ตอนที่ 3 ผลของการใช้กระบวนการอบสไมติกดีไฮเดรชันร่วมกับ ไมโครเวฟก่อนการอบด้วยลมร้อนต่อการเปลี่ยนแปลง คุณภาพของกล้วยอบแห้ง.....65	
ตอนที่ 4 ผลของกระบวนการอบสไมติกดีไฮเดรชันร่วมกับไมโครเวฟ ก่อนการอบด้วยลมร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา.....92	
<b>5</b>	<b>บทสรุป.....104</b>
ข้อเสนอแนะ.....105	
<b>บรรณานุกรม.....106</b>	

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
ภาคผนวก.....	113
ประวัติผู้วิจัย.....	116



## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 ปริมาณส่วนประกอบคุณค่าทางอาหารของกล้วยชนิดต่าง ๆ ในส่วนที่รับประทานได้ 100 กรัม.....	6
2 สถิติเพาะปลูกกล้วยน้ำว้า กล้วยหอม และกล้วยไข่ ปีเพาะปลูก 2546.....	8
3 ความชื้น (เปอร์เซ็นต์) ของกล้วยอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	35
4 ความแน่นเนื้อ (kgf) ของกล้วยอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	37
5 ค่าความสว่าง (L*) ของกล้วยอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	39
6 ค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E^*$ ) ของกล้วยอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	41
7 ผลของอุณหภูมิต่าง ๆ ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกล้วยอบ.....	44
8 คะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อผลิตภัณฑ์กล้วยอบ ที่อบด้วยอุณหภูมิต่าง ๆ.....	46
9 ปริมาณความชื้นของกล้วยอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและ ไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟที่ใช้ระยะเวลาแตกต่างกัน.....	52
10 ผลของระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการไมโครเวฟต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของกล้วยอบด้วยที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่าน การจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟ.....	53
11 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟที่ใช้ ระยะเวลาแตกต่างกัน.....	55
12 ปริมาณความชื้นของกล้วยอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟ ที่ใช้กำลังไฟแตกต่างกัน.....	60
13 ผลของกำลังไฟที่ใช้ในกระบวนการไมโครเวฟต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ของกล้วยอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่าน การจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟ.....	61

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
14 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟแตกต่างกัน.....	63
15 ผลของความเข้มข้นสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ต่อการลดลงของน้ำหนัก การสูญเสียน้ำและปริมาณของแข็งที่ได้รับของกล้วยสด.....	68
16 ผลของสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกล้วยที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน.....	69
17 ผลของสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกล้วยที่ผ่านกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชัน.....	70
18 ผลของสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกล้วยอบที่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยไมโครเวฟ.....	74
19 ผลของสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกล้วยอบที่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยไมโครเวฟ.....	75
20 ความชื้นของกล้วยอบออสโมติกดีไฮเดรชันเป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมงร่วมกับกระบวนการไมโครเวฟที่กําลังไฟ 0.5 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 5 นาที และลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่าง ๆ.....	82
21 ความชื้นของกล้วยอบออสโมติกดีไฮเดรชันเป็นระยะเวลา 3 ชั่วโมงร่วมกับกระบวนการไมโครเวฟที่กําลังไฟ 0.5 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 5 นาที และลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลาต่าง ๆ.....	83
22 ผลของสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออสโมติกดีไฮเดรชันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกล้วยอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟ.....	84

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง

หน้า

23	ผลของสารละลายออกซิเมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออกซิเมติกดีไฮเดรชันเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ต่อคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกล้วยอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟ.....	85
24	คะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อผลิตภัณฑ์กล้วยอบออกซิเมติกดีไฮเดรชันเป็นเวลา 1 ชั่วโมงร่วมกับกระบวนการไมโครเวฟที่กำลังไฟ 0.5 วัตต์/กรัมเป็นเวลา 5 นาทีและลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส.....	88
25	คะแนนความชอบของผู้ทดสอบชิมต่อผลิตภัณฑ์กล้วยอบออกซิเมติกดีไฮเดรชันเป็นเวลา 3 ชั่วโมงร่วมกับกระบวนการไมโครเวฟที่กำลังไฟ 0.5 วัตต์/กรัมเป็นเวลา 5 นาทีและลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส.....	89
26	ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) และค่าความแตกต่างของสี ( $\Delta E^*$ ) ของผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ.....	96
27	ปริมาณความชื้น (%) ของผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ.....	97
28	ค่าความแน่นเนื้อ (kgf) ของผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ.....	98
29	ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (%) ของผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ.....	99
30	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (LogCFU/กรัม) และปริมาณยีสต์และรา (LogCFU/กรัม) ของผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ.....	101

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ของกล้วยอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	34
2 ความแน่นเนื้อ (kgf) ของกล้วยอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	36
3 ค่าความสว่าง (L*) ของกล้วยอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	38
4 ค่าความแตกต่างค่าสี ( $\Delta E^*$ ) ของกล้วยอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	40
5 ผลของอุณหภูมิต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณสมบัติของกล้วยอบ (เมื่อเปรียบเทียบกับกล้วยสด) (a) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (b) ปริมาณวิตามินซีและ (c) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด.....	45
6 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์กล้วยอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ.....	47
7 ปริมาณความชื้นของกล้วยอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่าน การจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟที่ใช้ระยะเวลาแตกต่างกัน.....	51
8 ผลของระยะเวลาที่ใช้ในกระบวนการไมโครเวฟต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ของกล้วยอบ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วย กระบวนการไมโครเวฟ (a) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (b) ปริมาณวิตามินซีและ (c) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด.....	54
9 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์กล้วยอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและ ไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟที่ใช้ระยะเวลาแตกต่างกัน.....	56
10 ปริมาณความชื้นของกล้วยอบด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟ ที่ใช้กำลังไฟแตกต่างกัน.....	59
11 ผลของกำลังไฟที่ใช้ในกระบวนการไมโครเวฟต่อคุณสมบัติต่าง ๆ ของกล้วยอบ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วย กระบวนการไมโครเวฟ (a) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (b) ปริมาณวิตามินซีและ (c) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด.....	62

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
12 ลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์กล้วยอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ที่ผ่านและ ไม่ผ่านการจัดการเบื้องต้นด้วยกระบวนการไมโครเวฟที่ใช้กำลังไฟ แตกต่างกัน.....	64
13 ผลของสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออสโมติก ดีไฮเดรชันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ต่อคุณสมบัติของกล้วยสด (a) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (b) ปริมาณวิตามินซี และ (c) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด.....	71
14 ผลของสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออสโมติก ดีไฮเดรชันเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ต่อคุณสมบัติของกล้วยสด (a) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (b) ปริมาณวิตามินซีและ (c) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด.....	72
15 ผลของสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออสโมติก ดีไฮเดรชันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ร่วมกับกระบวนการไมโครเวฟ ต่อคุณสมบัติกล้วยอบ (a) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (b) ปริมาณวิตามินซีและ (c) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด.....	76
16 ผลของสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออสโมติก ดีไฮเดรชันเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ร่วมกับกระบวนการไมโครเวฟ ต่อคุณสมบัติกล้วยอบ (a) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (b) ปริมาณวิตามินซีและ (c) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด.....	77
17 ปริมาณความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ของกล้วยอบออสโมติกร่วมกับไมโครเวฟ และลมร้อน กล้วยอบไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนและกล้วยอบด้วยลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เมื่อใช้การออสโมติกดีไฮเดรชัน ที่ระยะเวลาต่าง ๆ (a) 1 ชั่วโมง (b) 3 ชั่วโมง.....	81
18 ผลของสารละลายออสโมติกผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออสโมติก ดีไฮเดรชันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ร่วมกับกระบวนการไมโครเวฟและลมร้อน ต่อคุณสมบัติกล้วยอบ (a) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (b) ปริมาณวิตามินซีและ (c) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด.....	86



## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
19 ผลของสารละลายออกซิไดคผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออกซิไดค ดีไฮเดรชันเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ร่วมกับกระบวนการไมโครเวฟและลมร้อน ต่อคุณสมบัติกล้วยอบ (a) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (b) ปริมาณวิตามินซีและ (c) ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด.....	87
20 ผลของสารละลายออกซิไดคผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออกซิไดค ดีไฮเดรชันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์กล้วยอบ.....	90
21 ผลของสารละลายออกซิไดคผสมอัตราส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในกระบวนการออกซิไดค ดีไฮเดรชันเป็นเวลา 3 ชั่วโมง ต่อลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์กล้วยอบ.....	91
22 ค่าสีของผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ (a) ค่าความสว่าง (L*) และ (b) ค่าความแตกต่างของค่าสี ( $\Delta E^*$ ).....	95
23 ปริมาณความชื้น (%) ของผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ.....	97
24 ค่าความแน่นเนื้อ (kgf) ของผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ.....	98
25 ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (%) ของผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ.....	99
26 ปริมาณจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่สภาวะต่าง ๆ (a) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Log CFU/กรัม) และ (b) ปริมาณยีสต์และรา (Log CFU/กรัม).....	100
27 การเปลี่ยนแปลงลักษณะทางคุณภาพผลิตภัณฑ์กล้วยตาก, กล้วยอบลมร้อน, กล้วยอบไมโครเวฟร่วมกับลมร้อนและกล้วยอบออกซิไดคร่วมกับไมโครเวฟและลมร้อนในระหว่างการเก็บรักษา โดยแสดงลักษณะปรากฏภายนอกและภายใน.....	102
28 การเสื่อมเสียของกล้วยตาก, กล้วยอบลมร้อน, กล้วยอบไมโครเวฟร่วมกับลมร้อน และกล้วยอบออกซิไดคดีไฮเดรชันร่วมกับไมโครเวฟและลมร้อนหลังจากการเก็บรักษาเป็นเวลามากกว่า 21 วัน.....	103