

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	3
บทที่ 2 สารละลายจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ลำไย	4
2.2 น้ำในอาหาร	13
2.3 กระบวนการทำแห้งอาหาร	16
2.4 ปฏิกริยาการเกิดสีน้ำตาลในอาหาร	23
2.5 อายุการเก็บรักษาและภษณะบรรจุ	30
2.6 วัตถุประสงค์	34
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	36
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	
3.1 อุปกรณ์	38
3.2 สารเคมี	39
3.3 วัตถุประสงค์	39
3.4 วิธีการทดลอง	39
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
4.1 ส่วนประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของเนื้อลำไยสดพันธุ์ดอ	47

4.2 อัตราการอบแห้งของเนื้อลำไยพันธุ์ดอ	48
4.3 ความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก โซเดียมอิริทอร์เบตและ แคลเซียมคลอไรด์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ น้ำตาลทั้งหมดและสี ของเนื้อลำไยอบแห้งพันธุ์คอกหลังอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด	50
4.4 ศึกษาผลร่วมของสารเจืออาหาร 2 ชนิดที่มีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลของ เนื้อลำไยอบแห้งพันธุ์คอกหลังอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบถาด	67
4.5 การเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ระหว่างการเก็บรักษา	72
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการทดลอง	83
5.2 ข้อเสนอแนะ	84
เอกสารอ้างอิง	85
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก รูปลำไยสด และลำไยอบแห้ง	90
ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง	95
ภาคผนวก ค วิธีวิเคราะห์คุณภาพ	106
ประวัติผู้เขียน	118

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ปริมาณและมูลค่าการส่งออกลำไยสดและผลิตภัณฑ์ของลำไย	5
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของผลลำไยในระยะเก็บเกี่ยวผล	6
2.3 องค์ประกอบทางเคมีของลำไยสดต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักสดผลสุก	7
2.4 องค์ประกอบทางเคมีของลำไยอบแห้งต่อ 100 กรัม ของน้ำหนักแห้ง	9
2.5 ความสำคัญของปริมาณน้ำที่เป็นประโยชน์ต่ออาหาร	16
2.6 คุณสมบัติในการซึมผ่านของก๊าซชนิดต่างๆของ โพลีเมอร์ที่นำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุ	32
4.1 ส่วนประกอบทางเคมีของเนื้อลำไยสดพันธุ์ดอ	47
4.2 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้นต่างๆ	50
4.3 ปริมาณความชื้น ค่ากัมมันตภาพน้ำ และความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่ สารละลายกรดซิตริกความเข้มข้นต่างๆ	51
4.4 ค่าสีของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้นต่างๆ	53
4.5 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลายกรด แอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ	54
4.6 ปริมาณความชื้น ค่ากัมมันตภาพน้ำ และความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่ สารละลายกรดแอสคอร์บิกความเข้มข้นต่างๆ	55
4.7 ค่าสีของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลายกรดแอสคอร์บิกที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ	56
4.8 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลาย โซเดียมอริทอริเบตความเข้มข้นต่างๆ	58
4.9 ปริมาณความชื้น ค่ากัมมันตภาพน้ำ และความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่ สารละลาย โซเดียมอริทอริเบตความเข้มข้นต่างๆ	59
4.10 ค่าสีของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลาย โซเดียมอริทอริเบตที่ความเข้มข้นต่างๆ	60
4.11 ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลาย แคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ	61

4.12	ปริมาณความชื้น ค่ากัมมันตภาพน้ำ และความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ	62
4.13	ค่าสีของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ	63
4.14	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลายผสมความเข้มข้นต่างๆ	68
4.15	ปริมาณความชื้น ค่ากัมมันตภาพน้ำ และความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลายผสมที่ความเข้มข้นต่างๆ	69
4.16	ค่าสีของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลายผสมความเข้มข้นต่างๆ	71
ข-1	ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาการอบและปริมาณความชื้น	96
ข-2	ค่าสีของเนื้อลำไยอบแห้งที่แช่สารละลายกรดซิตริก กรดแอสคอร์บิก โซเดียมอริทอไรบต และแคลเซียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ	97
ข-3	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	98
ข-4	การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	99
ข-5	การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	100
ข-6	การเปลี่ยนแปลงค่ากัมมันตภาพน้ำ ( $a_w$ ) ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	101
ข-7	การเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	102
ข-8	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (Lightness) ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	103
ข-9	การเปลี่ยนแปลงค่าสี C (Chroma) ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	104
ข-10	การเปลี่ยนแปลงค่าสี h (Hue) ของเนื้อลำไยอบแห้งระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิและวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน	105

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 (a) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในอาหารและค่า $a_w$ และ (b) กราฟ Sorption isotherms ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในอาหารกับค่า $a_w$	14
2.2 แสดงอัตราเร็วของปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในอาหารและการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ผันแปรตามค่า $a_w$ ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	15
2.3 การเคลื่อนที่ของความชื้นออกจากชิ้นอาหารระหว่างการทำแห้ง	17
2.4 โครงสร้างแบบวงแหวนของน้ำตาลรีดิวซ์	25
2.5 โครงสร้างแบบเส้นตรงของน้ำตาลรีดิวซ์	25
2.6 ขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (Maillard reaction)	27
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นกับเวลาการอบแห้งเนื้อลำไย (Drying curve)	49
4.2 เปรียบเทียบค่าสี L (Lightness) ของเนื้อลำไยพันธุ์ค้อหลังอบ 13 ชั่วโมง ที่แช่สารละลายชนิดต่างๆกับชุดควบคุม(แช่น้ำกลั่น) โดย CA : Citric acid AA : Ascorbic acid NE : Sodium erythorbate CC : Calcium chloride	64
4.3 เปรียบเทียบค่าสี C (Chroma) ของเนื้อลำไยพันธุ์ค้อหลังอบ 13 ชั่วโมง ที่แช่สารละลายชนิดต่างๆกับชุดควบคุม(แช่น้ำกลั่น) โดย CA : Citric acid AA : Ascorbic acid NE : Sodium erythorbate CC : Calcium chloride	65
4.4 เปรียบเทียบค่าสี h (Hue) ของเนื้อลำไยพันธุ์ค้อหลังอบ 13 ชั่วโมง ที่แช่สารละลายชนิดต่างๆกับชุดควบคุม(แช่น้ำกลั่น) โดย CA : Citric acid AA : Ascorbic acid NE : Sodium erythorbate CC : Calcium chloride	65
4.5 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของเนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °C ระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน	73
4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของเนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °C ระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน	75
4.7 การเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้นของเนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °C ระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน	76
4.8 การเปลี่ยนแปลงค่ากัมมันตภาพน้ำของเนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °C ระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน	77
4.9 การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่างของเนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °C ระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน	78

4.10	การเปลี่ยนแปลงค่าสี L (Lightness) ของเนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °C ระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน	80
4.11	การเปลี่ยนแปลงค่าสี C (Chroma) ของเนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °C ระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน	81
4.12	การเปลี่ยนแปลงค่าสี h (Hue) ของเนื้อลำไยอบแห้งที่บรรจุในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 37 °C ระหว่างการเก็บรักษา 90 วัน	82
ก-1	เนื้อลำไยสดก่อนอบแห้ง	91
ก-2	เนื้อลำไยหลังอบแห้ง	91
ก-3	เนื้อลำไยอบแห้งในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดวันที่ 0	92
ก-4	เนื้อลำไยอบแห้งในถุง Nylon/PE วันที่ 15	92
ก-5	เนื้อลำไยอบแห้งในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดวันที่ 60 เก็บที่อุณหภูมิห้อง	93
ก-6	เนื้อลำไยอบแห้งในภาชนะบรรจุ 3 ชนิดวันที่ 60 เก็บที่อุณหภูมิ 37 °C	93
ก-7	เนื้อลำไยอบแห้งใน Nylon/PE วันที่ 90	94
ก-8	เนื้อลำไยอบแห้งใน Polypropylene วันที่ 90	94
ค-1	แสดงค่า L*,a*,b*	117
ค-2	แสดงค่า Chroma และ Hue angle	117
ค-3	แสดงค่า L, C, h	117
ค-4	แสดงค่าสีของ Hue angle	117