

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญรูป	ฏ
รายการสัญลักษณ์	ฒ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย	4
2.1 กลัวย	4
2.2 การทำแห้ง	14
2.3 งานวิจัยการอบกลัวยด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	31
2.4 การเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล	35
2.5 การยับยั้งกิจกรรมของเอนไซม์ Polyphenol oxidase (PPO)	38
2.6 งานวิจัยการยับยั้งปฏิกิริยาของ PPO	42
2.7 วิธีการเก็บรักษาและอายุการเก็บผลิตภัณฑ์	43
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	48
3.1 อุปกรณ์ วัสดุดิบและอาหารเลี้ยงเชื้อ	48
3.2 วิธีการทดลอง	49

	หน้า
ตอนที่ 1 ศึกษาเพื่อทราบลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ	49
ตอนที่ 2 ศึกษาเพื่อคัดเลือกระยะเวลาแก่อ่อนของกล้วยที่ เหมาะสมและวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	49
ตอนที่ 3 ศึกษาเพื่อหาระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการ แช่สารละลายที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	52
ตอนที่ 4 ศึกษาหากรรมวิธีการอบแห้งที่เหมาะสม	53
ตอนที่ 5 ศึกษาเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษากกล้วยตากที่มีผลต่อ การเก็บรักษา	53
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	54
4.1 การสำรวจเค้าโครงผลิตภัณฑ์กล้วยอบ	54
4.2 ผลการคัดเลือกระยะเวลาแก่อ่อนของกล้วยที่เหมาะสม และวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	56
4.2.1 ผลการศึกษาระยะเวลาแก่-อ่อนของกล้วย	56
4.2.1.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	56
4.2.1.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี	58
4.2.2 ผลการศึกษาเพื่อหาวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	61
4.2.2.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	61
4.2.2.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี	64
4.3 ผลการศึกษาเพื่อหาระดับความเข้มข้นและระยะเวลา ในการแช่สารละลายที่เหมาะสมในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	69
4.3.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	69
4.3.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี	73
4.3.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีวินวิทยา	77
4.3.4 ผลการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส	79
4.4 ผลการศึกษาหากรรมวิธีการอบแห้งที่เหมาะสม	83
4.4.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	83
4.4.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี	84

	หน้า
4.4.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา	87
4.4.4 ผลการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส	88
4.5 ผลการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการเก็บรักษากล้วยอบที่มีผลต่อการเก็บรักษา	89
4.5.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ	89
4.5.2 ผลการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี	94
4.5.3 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา	102
4.5.4 ผลการวิเคราะห์ทางด้านประสาทสัมผัส	105
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	107
5.1 สรุปผลการทดลอง	107
5.2 ข้อเสนอแนะ	110
เอกสารอ้างอิง	111
ภาคผนวก	124
ภาคผนวก ก รูปการอบกล้วยและการเก็บรักษากล้วย	125
ภาคผนวก ข การทดลองยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกล้วย	131
ภาคผนวก ค แบบทดสอบด้านประสาทสัมผัส	157
ภาคผนวก ง ข้อมูลการอบกล้วยใน Solar tunnel dryer	161
ภาคผนวก จ กราฟการอบแห้ง	167
ภาคผนวก ฉ วิธีวิเคราะห์	170
ประวัติผู้เขียน	183

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 ความแก่ของกล้วยชนิดต่างๆสำหรับตลาดในประเทศ	6
2.2 องค์ประกอบทางเคมีของกล้วยสุกพันธุ์ต่างๆต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสดผลสุก	8
2.3 องค์ประกอบทางเคมีของกล้วยหอมสุกต่อ 100 กรัมของน้ำหนักสดผลสุก	9
2.4 คุณสมบัติบางอย่างของโพลิเมอร์ที่นำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุ	45
3.1 แผนการทดลองวิธีการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล	50
3.2 แผนการทดลองโดยใช้ปัจจัยของความเข้มข้นของสารละลายและระยะเวลาในการแช่	52
4.1 ลักษณะผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคต้องการและค่าสัดส่วน Ideal ratio profile	54
4.2 ค่าสีของเปลือกกล้วย	56
4.3 ค่าสีและค่าแรงเหวี่ยงของกล้วยสด	57
4.4 ค่ากิจกรรมของ PPO ความชื้นและกัมมันตภาพน้ำของกล้วยสด	58
4.5 ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรด ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ น้ำตาลรีดิซซ์และน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยสด	59
4.6 ค่า yield และแรงเหวี่ยงของกล้วยน้ำว้าอบ	62
4.7 ค่า Hue และ Chroma ของกล้วยน้ำว้าอบ	63
4.8 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกล้วยน้ำว้าอบ	65
4.9 ค่าความชื้นและกัมมันตภาพน้ำของกล้วยน้ำว้าอบ	66
4.10 ค่าปริมาณกรด ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยน้ำว้าอบ	67
4.11 ค่าน้ำตาลรีดิซซ์และน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยน้ำว้าอบ	68
4.12 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบใน Solar tunnel dryer	80
4.13 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยน้ำว้าอบใน Tray dryer	81
4.14 ค่า yield ค่าแรงเหวี่ยง ค่า Hue และ Chroma ของกล้วยน้ำว้าอบใน Solar tunnel dryer	83
4.15 ค่า yield ค่าแรงเหวี่ยงและค่า Hue และ Chroma ของกล้วยน้ำว้าอบใน Tray dryer	84
4.16 ค่ากิจกรรมของเอนไซม์ PPO ของกล้วยน้ำว้าอบ	85
4.17 ค่าปริมาณกรด ความเป็นกรด-ด่างและปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยน้ำว้าอบ	85

	หน้า
4.18 ค่าปริมาณความชื้นและค่ากัมมันตภาพน้ำของกล้วยอบ	86
4.19 ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์และน้ำตาลทั้งหมดของกล้วยอบ	87
4.20 ค่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์และราของกล้วยอบ	87
4.21 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer	88
4.22 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบใน Tray dryer	88
4.23 ค่า yield ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer และ Tray dryer	89
4.24 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆใน Solar tunnel dryer	105
4.25 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆใน Tray dryer	106

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 รูปร่างตามขวางของผลกล้วยเมื่ออายุต่างกัน	5
2.2 น้ำหนักที่เปลี่ยนแปลงระหว่างการอบแห้ง	15
2.3 ปริมาณความชื้นที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาการอบแห้ง	16
2.4 drying rate curve	17
2.5 แบบจำลองการหาค่าอัตราการอบแห้ง	19
2.6 Solar tunnel dryer	28
2.7 ขั้นตอนการสังเคราะห์สารประกอบฟีนอลและการเกิดสีน้ำตาล	36
4.1 ลักษณะเค้าโครงผลิตภัณฑ์กล้วยอบ	55
4.2 ความสัมพันธ์ของเวลาและ pH ต่อค่า Hue ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	70
4.3 ความสัมพันธ์ของเวลาและ pH ต่อค่า Chroma ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	72
4.4 ความสัมพันธ์ของเวลาและ pH ต่อค่าของกิจกรรม PPO ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	74
4.5 ความสัมพันธ์ของเวลาและ pH ต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	77
4.6 ความสัมพันธ์ของเวลาและ pH ต่อ yeast & mold ของกล้วยอบใน Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	78
4.7 เค้าโครงผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้าอบใน Solar tunnel dryer	80
4.8 เค้าโครงผลิตภัณฑ์กล้วยน้ำว้าอบใน Tray dryer	81
4.9 ค่าแรงเฉือนของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	90
4.10 ค่า Hue ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	92

	หน้า
4.11 ค่า Chroma ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	93
4.12 ค่ากิจกรรมเอนไซม์ PPO ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Tray dryer	94
4.13 ปริมาณกรดของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	96
4.14 ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	97
4.15 ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำได้ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	98
4.16 ปริมาณความชื้นของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	100
4.17 ค่า a_w ของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	101
4.18 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	103
4.19 ปริมาณยีสต์และราของกล้วยอบที่สภาวะการเก็บต่างๆ โดย Solar tunnel dryer และใน Tray dryer	104

รายการสัญลักษณ์

a_w	กัมมันตภาพน้ำ (Water Activity)
Q_c	พลังงานความร้อนที่แผงรับแสงอาทิตย์รับไว้, kW
I	ความเข้มแสงอาทิตย์, kW/m ²
A_c	พื้นที่ของแผงรับแสงอาทิตย์, m ²
U	Unit

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University