

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัย	2
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	3
บทที่ 2 สารระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	33
3.1 อุปกรณ์	33
3.2 สารเคมี	34
3.3 วัสดุดิบ	35
3.4 วิธีการทดลอง	35
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	39
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านทางเคมี และทางกายภาพ ของมะเดื่อฝรั่งก่อนการแปรรูป	39
4.2 อัตราการอบแห้งของมะเดื่อฝรั่งโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบถาด	40
4.3 ศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ กรดซัลฟูริก แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อการยับยั้ง ปฏิกิริยาการเปลี่ยนสีน้ำตาล	42
4.4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งในระหว่างการเก็บรักษา ด้วยบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ	62

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	73
5.1 สรุปผลการทดลอง	73
5.2 ข้อเสนอแนะ	74
เอกสารอ้างอิง	75
ภาคผนวก	79
ภาคผนวก ก ผลมะเดื่อฝรั่งสดและมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	81
ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลอง	89
ภาคผนวก ค วิเคราะห์หาค่าคุณภาพ	102
ประวัติผู้เขียน	115



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
 Copyright © by Chiang Mai University
 All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 องค์ประกอบของมะเดื่อฝรั่งต่อ 100 กรัมของน้ำหนัก	5
2.2 การถ่ายเทมวลและความร้อนระหว่างการลดความชื้น	6
2.3 ปริมาณสารประกอบซัลไฟด์ที่มีการอนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ	24
2.4 กลุ่มของอาหารแปรรูปที่ถนอมอาหารด้วยน้ำตาลและทำแห้งควรเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสม	29
4.1 ส่วนประกอบทางเคมีของมะเดื่อฝรั่งผลสด	39
4.2 ผลของสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้นต่างๆ ต่อคุณภาพทางเคมีของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	42
4.3 ผลของสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้นต่างๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร็อกซิเดสของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	43
4.4 ผลของสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าสีและแรงเหนียวของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	44
4.5 ผลของสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อคุณภาพทางเคมีของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	45
4.6 ผลของสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร็อกซิเดสของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	46
4.7 ผลของสารละลายกรดซิตริกที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าสีและค่าแรงเหนียวของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	47
4.8 ผลของสารละลายแคลเซียมแลคเตตที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อคุณภาพทางเคมีของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	48
4.9 ผลของสารละลายแคลเซียมแลคเตตที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร็อกซิเดสของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	49
4.10 ผลของสารละลายแคลเซียมแลคเตตที่ความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าสีและแรงเหนียวของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	50

4.11 ผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ต่อคุณภาพ ทางเคมีของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	51
4.12 ผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ต่อกิจกรรมของเอนไซม์ โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	52
4.13 ผลของสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นต่างๆ ต่อกำสีและแรงเนียน ของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	53



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
2.1 ภาพตัดขวางของผลมะเดื่อฝรั่ง	4
2.2 การอบแห้งในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่และลดลง	7
2.3 ลักษณะของเครื่องอบแห้งแบบถาด	10
2.4 ลักษณะการหดตัวระหว่างการอบแห้ง	12
2.5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Water activity กับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในอาหาร	13
2.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นในอาหารและค่า Water activity	14
2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำกับ Water activity ในอาหารที่อุณหภูมิ 20 °ซ	15
2.8 ปฏิกิริยา Peroxidatic reaction ซึ่งเร่งปฏิกิริยาโดยเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส ในสภาพที่มีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	16
2.9 ปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เร่งด้วยเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส	17
2.10 สารประกอบที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาคาราไมเซชัน เมื่อน้ำตาลซูโครสได้รับความร้อนสูง ในระยะเวลาต่าง ๆ กันที่อุณหภูมิ 200 °ซ	20
4.1 อัตราส่วนปริมาณความชื้น (Moisture ratio) ที่เปลี่ยนแปลงในผลมะเดื่อฝรั่งตามเวลา การอบที่อุณหภูมิ 55 °C	40
4.2 Sorption isotherms จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นและ Water activity ของมะเดื่อฝรั่งอบแห้ง	41
4.3 เปรียบเทียบค่า L ของมะเดื่อฝรั่งที่แช่น้ำกลั่น โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ กรดซิตริก แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมคลอไรด์กับชุดควบคุมที่ไม่แช่สารละลาย ก่อนอบแห้ง	55
4.4 เปรียบเทียบค่า a^* ของมะเดื่อฝรั่งที่แช่น้ำกลั่น โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟด์ กรดซิตริก แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมคลอไรด์กับชุดควบคุมที่ไม่แช่สารละลาย ก่อนอบแห้ง	56

4.5	เปรียบเทียบค่าสี b^* ของมะเดื่อฝรั่งที่แช่ในน้ำกลั่น โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ กรดซิตริก แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมคลอไรด์กับชุดควบคุมที่ไม่ใช่สารละลายก่อนอบแห้ง	57
4.6	เปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของมะเดื่อฝรั่งที่แช่ในน้ำกลั่น โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ กรดซิตริก แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมคลอไรด์กับชุดควบคุมที่ไม่ใช่สารละลายก่อนอบแห้ง	58
4.7	เปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของมะเดื่อฝรั่งที่แช่ในน้ำกลั่น โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ กรดซิตริก แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมคลอไรด์กับชุดควบคุมที่ไม่ใช่สารละลายก่อนอบแห้ง	59
4.8	เปรียบเทียบกิจกรรมโพลีฟีนอลออกซิเดสของมะเดื่อฝรั่งที่แช่ในน้ำกลั่น โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ กรดซิตริก แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมคลอไรด์ กับชุดควบคุมที่ไม่ใช่สารละลายก่อนอบแห้ง	60
4.9	เปรียบเทียบกิจกรรมเปอร์ออกซิเดสของมะเดื่อฝรั่งที่แช่ในน้ำกลั่น โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ กรดซิตริก แคลเซียมแลคเตต และแคลเซียมคลอไรด์ กับชุดควบคุมที่ไม่ใช่สารละลายก่อนอบแห้ง	61
4.10	ปริมาณความชื้นของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผันแปรตามเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่ 30°C	62
4.11	ค่ากิจกรรมของน้ำของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผันแปรตามเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่ 30°C	63
4.12	ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผันแปรตามเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่ 30°C	64
4.13	ปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผันแปรตามเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่ 30°C	65
4.14	กิจกรรมของเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสในมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผันแปรตามเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่ 30°C	66
4.15	กิจกรรมของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสในมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผันแปรตามเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่ 30°C	67
4.16	ค่าสี L ของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผันแปรตามเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่ 30°C	68
4.17	ค่าสี a^* ของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผันแปรตามเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่ 30°C	69
4.18	ค่าสี b^* ของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผันแปรตามเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่ 30°C	69
4.19	ค่าแรงเนียนของมะเดื่อฝรั่งอบแห้งที่ผันแปรตามเวลาเก็บรักษา 4 สัปดาห์ ที่ 30°C	71