สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฌ
สารบัญรูปภาพ	ญ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์และวิธีทดลอง	35
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง	42
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	75
เอกสารอ้างอิง	76
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส	81
ภาคผนวก ข. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลไม้อบแห้ง	83
ภาคผนวก ค. การวิเคราะห์เคมีกายภาพและจุลชีววิทยา	92
ภาคผนวก ง. ภาพของเครื่องอบแห้งและผลิตภัณฑ์	97
ภาคผนวก จ. ตัวอย่างการคำนวรค่า D	101
ประวัติผู้เขียน	103

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 คุณค่าทางโภชนาการจากส่วนที่เป็นอาหารได้ 100 กรัม	4
2.2 ค่า Water Activity น้อยที่สุดที่จุลินทรีย์ชนิดสำคัญ ๆ จะเจริญเติบโตได้	6
2.3 อัตราการละลายสูงสุดของน้ำตาลซูโครสที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน	13
3.1 แผนการทดลองแบบ Central Composite Design (CCD)	36
3.2 สารละลายเกลือที่ใช้สำหรับปรับสภาพความชื้นสัมพัทธ์	40
4.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	43
4.2 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	44
4.3 ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	45
4.4 สมการถดถอยแสดงความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติแครอทแช่อิ่มอบแห้ง และสูตรสารละลายออสโมติก	47
4.5 สูตรของสารละลายออสโมติกที่เหมาะสมเพื่อให้ได้คุณภาพด้านต่างๆของแครอทแช่อิ่มอบแห้งที่ดี	59
4.6 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้น (D water) และสารละลาย (D solid) และดัชนีประสิทธิภาพการลดความชื้นด้วยการออสโมซิสที่อุณหภูมิต่างๆ ที่เวลา 60 นาที	63
4.7 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	67
4.8 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยา ของแครอทแช่อิ่มที่ผ่านกระบวนการอบแห้งวิธีต่างๆ	71
4.9 ปริมาณแคโรทีนอยด์ทั้งหมดและ เบต้าแคโรทีน ของแครอทแช่อิ่มอบแห้งที่ผ่านกระบวนการอบแห้งแบบต่างๆ	72

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
2.1 กราฟ Moisture Sorption Isotherm	7
2.2 รูปร่างของชิ้นอาหารก่อนการอบแห้งและหลังการอบแห้ง	18
2.3 ลักษณะการหดตัวระหว่างการอบแห้งของชิ้นอาหาร	18
2.4 อัตราการลดลงของปริมาตรอาหารหลังจากอบแห้งเทียบกับความชื้นของอาหาร	19
2.5 โครงสร้างของ β-carotene	20
2.6 กราฟแสดง Phase diagram ของน้ำบริสุทธิ์	25
4.1 อิทธิพลร่วมของระดับน้ำตาลและแบะแซ ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อปริมาณความชื้นสุดท้าย (%) ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	48
4.2 อิทธิพลร่วมของระดับน้ำตาลและกลีเซอรอล ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อปริมาณความชื้นสุดท้าย (%) ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	49
4.3 อิทธิพลร่วมของระดับแบะแซและกลีเซอรอล ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อปริมาณความชื้นสุดท้าย (%) ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	49
4.4 อิทธิพลร่วมของระดับน้ำตาลและแบะแซ ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อปริมาณของแข็ง (%) ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	50
4.5 อิทธิพลร่วมของระดับน้ำตาลและกลีเซอรอล ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อปริมาณของแข็ง (%) ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	51
4.6 อิทธิพลร่วมของระดับกลีเซอรอลและแบะแซ ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อปริมาณของแข็ง (%) ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	51
4.7 อิทธิพลร่วมของระดับน้ำตาลและแบะแซ ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อแรงตัดขาด (Max force) ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	53
4.8 อิทธิพลร่วมของระดับน้ำตาลและกลีเซอรอล ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อแรงตัดขาด (Max force) ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	54
4.9 อิทธิพลร่วมของระดับกลีเซอรอลและแบะแซ ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อแรงตัดขาด (Max force) ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง	54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

4.10 อิทธิพลร่วมของระดับน้ำตาลและแบะแซ 55
ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อระดับความชอบด้านรสหวานของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง
4.11 อิทธิพลร่วมของระดับน้ำตาลและกลีเซอรอล 56
ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อระดับความชอบด้านรสหวานของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง
4.12 อิทธิพลร่วมของระดับแบะแซและกลีเซอรอล 56
ในสารละลายออสโมติกที่มีต่อระดับความชอบด้านรสหวานของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง
4.13 พฤติกรรมการทำแห้งของแครอทแช่อิ่มอบแห้งที่วางแผนการทดลองแบบ CCD 58
4.14 ค่า การสูญเสียน้ำ (water loss) ใน 60
ระหว่างกระบวนการออสโมซิสที่อุณหภูมิต่างๆ
4.15 ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้นในระหว่างกระบวนการออสโมซิสที่อุณหภูมิต่างๆ 61
4.16 ค่าการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนัก 62
ในระหว่างกระบวนการออสโมซิสที่อุณหภูมิต่างๆ
4.17 การสูญเสียน้ำหนัก (Generalized weight) ระหว่างการอบแห้ง 64
ของแครอทที่ผ่านกระบวนการออสโมซิสที่อุณหภูมิต่างๆ
4.18 อัตราการทำแห้งของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง 65
ที่แช่ในสารละลายที่อุณหภูมิต่างๆ
4.19 อัตราการทำแห้งเมื่อเวลาต่างๆของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง 66
ที่แช่ในสารละลายอุณหภูมิต่างๆ
4.20 กราฟ desorption Isotherm ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง 66
ที่แช่ในสารละลายที่อุณหภูมิต่างๆ ระหว่างการอบแห้งแบบลมร้อน
ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส
4.21 กราฟ sorption isotherm ของแครอทแช่อิ่มอบแห้ง 73
ที่ผ่านกระบวนการอบแห้งแบบต่างๆ
ง. 1 แครอทที่ผ่านการแช่ในสารละลายออสโมติกก่อนการทำแห้ง 98
ง. 2 แครอทที่ผ่านการแช่อิ่มอบแห้งสิ่งทดลอง ที่ 1-6 (จากซ้ายไปขวา) 98
ง. 3 แครอทที่ผ่านการแช่อิ่มอบแห้งสิ่งทดลอง ที่ 7-12 (จากซ้ายไปขวา) 98
ง. 4 แครอทที่ผ่านการแช่อิ่มอบแห้งสิ่งทดลอง ที่ 13-18 (จากซ้ายไปขวา) 99
ง.5 แครอทที่ผ่านการอบแห้งและแช่ที่อุณหภูมิ 30 40 และ 50 องศาเซลเซียส 99
(จากซ้ายไปขวา)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ง. 6 แครอทที่ผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง แบบลมร้อนและแบบไมโครเวฟ (จากซ้ายไปขวา) 99
ง.7 เครื่องทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง 100
ง.8 เครื่องทำแห้งแบบลมร้อน 100
ง.9 เครื่องทำแห้งแบบไมโครเวฟ 100

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved