

## สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญภาพ	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	
- ที่มาและความสำคัญ	1
- วัตถุประสงค์ของการศึกษา	3
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
- ขอบเขตงานวิจัย	3
- นิยามคำศัพท์	4
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	
- น้ำผึ้ง	5
- การแปรรูปน้ำผึ้งผง	14
- Glass transition และสมบัติการเกาะติดของอาหารแห้ง	22
- การลดการเกาะติดของอาหารผงที่มีปริมาณน้ำตาลสูง	25
- สมบัติของอาหารผง	26
บทที่ 3 อุปกรณ์ สารเคมีและวิธีการทดลอง	
- วัตถุประสงค์	40
- สารเคมี	40
- เครื่องมือและอุปกรณ์	40
- วิธีการศึกษา	41
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์	
- สมบัติของน้ำผึ้งดอกทานตะวัน	45

	หน้า
- สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำผึ้งผง โดยการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	45
- สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำผึ้งผงจากผลิตภัณฑ์น้ำผึ้งดอกทานตะวัน โดยการอบแห้งแบบสุญญากาศ	60
- สภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมน้ำผึ้งผงจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลว โดยการอบแห้งแบบสุญญากาศ	74
- การเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำผึ้งผง	86
- การวิเคราะห์ Sorption Isotherm	91
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	96
เอกสารอ้างอิง	99
ภาคผนวก ก	108
ภาคผนวก ข	111
ภาคผนวก ค	113
ประวัติผู้เขียน	116

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของน้ำผึ้งดอกทานตะวัน น้ำผึ้งดอกลำไย และน้ำผึ้งดอกสาบเสือ	6
2.2 มาตรฐานทางเคมีของน้ำผึ้ง	8
2.3 กรดอะมิโนที่พบในน้ำผึ้ง	9
2.4 ข้อดีและข้อเสียของการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	17
2.5 ความแตกต่างระหว่างการอบแห้งแบบดั้งเดิมกับการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	18
2.6 ค่า $a_w$ ของสารละลายเกลือที่แตกต่างกันที่อุณหภูมิ 25°C	38
4.1 คุณภาพของน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลวและน้ำผึ้งดอกทานตะวันตกลึก	45
4.2 การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำผึ้งผงจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวันผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศและทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจากสถานะการผลิตเหมาะสมที่สุด	89
4.3 การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำผึ้งผงจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลวผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศและทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจากสถานะการผลิตเหมาะสมที่สุด	89
4.4 การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำผึ้งผงจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลวและผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวันผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศจากสถานะการผลิตเหมาะสมที่สุด	91
4.5 การเปรียบเทียบสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำผึ้งผงจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลวและผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวันผ่านการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็งจากสถานะการผลิตเหมาะสมที่สุด	91

## สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 โครงสร้างของผลึกน้ำตาลกลูโคส	11
2.2 Static และ dynamic of angle of repose	28
2.3 การวัด Static angle of repose	29
2.4 การวัด Dynamic angle of repose	30
2.5 ตัวอย่าง sorption isotherm ของอาหาร	33
2.6 ลักษณะ adsorption isotherm ของสารประเภท hygroscopic product และ non hygroscopic product	34
2.7 ตัวอย่าง sorption isotherm ของอาหารที่มีปริมาณน้ำตาลหรือเกลือสูง และมี capillary adsorption ต่ำ	35
2.8 ประเภทของ Sorption isotherms	36
4.1 ปริมาณความชื้นของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	47
4.2 $a_w$ ของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	48
4.3 ค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	49
4.4 ค่าสี $a^*$ ของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	50
4.5 ค่าสี $b^*$ ของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	51
4.6 ค่ามุกของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	52
4.7 ความสามารถในการละลายของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	54
4.8 ความหนาแน่นรวมของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	55
4.9 ความหนาแน่นอนุภาคของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	56
4.10 อุณหภูมิ glass transition ของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	57
4.11 อุณหภูมิหลอมเหลวของน้ำผึ้งผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	58
4.12 ตัวอย่างกราฟอุณหภูมิ glass transition ของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	59
4.13 ตัวอย่างกราฟอุณหภูมิหลอมเหลวของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ผ่านการทำให้แห้งแบบแช่เยือกแข็ง	59

รูปที่	หน้า
4.14 ลักษณะตัวอย่างผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35°C แบบสุญญากาศที่ระดับ มอลโทเด็กซ์ทรินแตกต่างกัน	61
4.15 ลักษณะตัวอย่างผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 40°C แบบสุญญากาศที่ระดับ มอลโทเด็กซ์ทรินแตกต่างกัน	61
4.16 ลักษณะตัวอย่างผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 45°C แบบสุญญากาศที่ระดับ มอลโทเด็กซ์ทรินแตกต่างกัน	61
4.17 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อปริมาณความชื้น ของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวันผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	62
4.18 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อ $a_w$ ของน้ำผึ้ง จากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวันผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	64
4.19 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อค่าความสว่าง ของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวันผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	65
4.20 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อค่าสี $a^*$ ของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวันผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	66
4.21 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อค่าสี $b^*$ ของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวันผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	67
4.22 ความสามารถในการไหลของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	68
4.23 ความสามารถในการละลายของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	69
4.24 ความหนาแน่นรวมของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	70
4.25 ความหนาแน่นอนุภาคของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	71
4.26 อุณหภูมิ glass transition ของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	72
4.27 อุณหภูมิหลอมเหลวของน้ำผึ้งจากผลึกน้ำผึ้งดอกทานตะวัน ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	73

รูปที่	หน้า
4.28 ลักษณะตัวอย่างผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 60°C แบบสุญญากาศที่ระดับ มอลโทเด็กซ์ทรินแตกต่างกัน	74
4.29 ลักษณะตัวอย่างผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80°C แบบสุญญากาศที่ระดับ มอลโทเด็กซ์ทรินแตกต่างกัน	75
4.30 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อปริมาณความชื้น ของน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลวผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	76
4.31 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อ $a_w$ ของน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลวผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	77
4.32 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อค่าความสว่าง ของน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลวผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	78
4.33 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อค่าสี $a^*$ ของน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลวผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	79
4.34 อิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและปริมาณมอลโทเด็กซ์ทรินต่อค่าสี $b^*$ ของน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลวผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	80
4.35 ความสามารถในการไหลของน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลว ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	81
4.36 ความสามารถในการไหลของน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลว ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	83
4.37 ความหนาแน่นรวมของน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลว ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	84
4.38 ความหนาแน่นอนุภาคของน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลว ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	85
4.39 อุณหภูมิ glass transition ของน้ำผึ้งจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลว ผ่านการอบแห้งแบบสุญญากาศ	86
4.40 ลักษณะ sorption isotherm ของน้ำผึ้งที่เตรียมได้จากน้ำผึ้งดอกทานตะวันเหลว และน้ำผึ้งดอกทานตะวันตกผลึก โดยเทคนิคการอบแห้งแบบสุญญากาศ และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง	92