

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(6)
รายการตาราง	(8)
รายการภาพประกอบ	(9)
บทที่	
1. บทนำ	1
บทนำขึ้นเรื่อง	1
วัตถุประสงค์การทดลอง	
ตรวจเอกสาร	2
1. การจัดการการเลี้ยงผึ้ง	5
2. ผลิตผลจากรังผึ้งที่มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์	5
3. น้ำผึ้ง	5
3.1 แหล่งและชนิดของพืชอาหารผึ้ง	6
3.2 องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำผึ้ง	7
3.3 คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำผึ้ง	9
4. การเกิดผลึกในน้ำผึ้ง	12
4.1 ความหมายของการตกผลึก และทฤษฎีการตกผลึก	12
4.2 จลนพลศาสตร์ของการตกผลึก	17
4.3 สาเหตุของการตกผลึกในน้ำผึ้ง	18
4.4 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อความเร็วในการตกผลึกของน้ำผึ้ง	20
4.5 ผลของการตกผลึกในน้ำผึ้ง	21
5. การสร้างผลึกน้ำตาลในน้ำผึ้ง	21
6. การตัดแปรร่องค้ำประกอบของน้ำตาลเพื่อเพิ่มปริมาณกลูโคสในน้ำผึ้ง	21
2. วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	24
1. วัสดุ	24
1.1 น้ำผึ้ง	24
1.2 เอนไซม์	24
1.3 สารเคมี	24

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2. อุปกรณ์	24
2.1 อุปกรณ์ที่ใช้เป็นภาชนะใส่น้ำผึ้ง	24
2.2 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ทางเคมี	25
2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในวิธีการทางเอนไซม์	25
2.4 อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ผลึก	25
2.5 อุปกรณ์ในการวัดสี	25
2.6 อุปกรณ์ในการวัดค่า water activity	26
3. วิธีการทดลอง	26
3.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง	26
3.2 ศึกษาองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำผึ้งที่ได้รับจากทั้ง 2 แหล่ง	26
3.3 ศึกษาการใช้เอนไซม์เพื่อเพิ่มองค์ประกอบของปริมาณกลูโคสในน้ำผึ้ง	27
3.4 ศึกษาการตกผลึกของน้ำผึ้งด้วยวิธีทางกายภาพ	28
3.5 ศึกษาคุณลักษณะรูปร่าง และขนาดของผลึกน้ำผึ้ง	29
3.6 ศึกษาสี และค่า water activity ของน้ำผึ้งหลังการตกผลึก	29
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล	29
3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลทดลอง	30
3.1 ลักษณะภายนอกของตัวอย่างน้ำผึ้งที่ได้รับจากทั้ง 2 แหล่ง	30
3.2 องค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำผึ้ง	33
3.3 อัตราส่วนของกลูโคสต่อน้ำ (G/W) และอัตราส่วนของฟรุกโทสต่อ กลูโคส (F/G)	38
3.4 การดัดแปรองค์ประกอบทางชีวเคมี โดยวิธีการทางเอนไซม์	40
3.5 การเกิดและอัตราการเจริญเติบโตของผลึก	44
3.6 ศึกษาสี และ ค่า water activity ของน้ำผึ้งหลังการตกผลึก	48
4. สรุปและข้อเสนอแนะ	51
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	57
ประวัติผู้เขียน	65

## รายการตาราง

ตารางที่	หน้า
1. องค์ประกอบหลักของน้ำผึ้งทั่วไป	8
2. ปริมาณความชื้น และความชื้นสัมพัทธ์ระดับต่างๆกันของน้ำผึ้งจากต้นโคลเวอร์ (clover honey)	10
3. ความสัมพันธ์ระหว่างความถ่วงจำเพาะกับความชื้นในน้ำผึ้งที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส	11
4. แสดงค่าที่ได้รับจากการวัดสีของน้ำผึ้งจากทั้ง 2 แหล่ง	32
5. แสดงค่าพีเอชของน้ำผึ้งแต่ละชนิดจากทั้ง 2 แหล่ง	33
6. แสดงค่าที่ได้รับจากการวัดค่า water activity ของน้ำผึ้งจากทั้ง 2 แหล่ง	34
7. แสดงองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำผึ้งชนิดต่างๆ จากแหล่งที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่	35
8. แสดงองค์ประกอบทางชีวเคมีของน้ำผึ้งชนิดต่างๆ จากแหล่งที่ 2 จังหวัดลพบุรี	36
9. อัตราส่วนของกลูโคสต่อน้ำ (G/W) และอัตราส่วนของฟรุกโทสต่อกลูโคส (F/G) ของตัวอย่างน้ำผึ้งที่ได้รับจากแหล่งที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่	39
10. อัตราส่วนของกลูโคสต่อน้ำ (G/W) และอัตราส่วนของฟรุกโทสต่อกลูโคส (F/G) ของตัวอย่างน้ำผึ้งที่ได้รับจากแหล่งที่ 2 จังหวัดลพบุรี	40
11. แสดงปริมาณของฟรุกโทส กลูโคส และมอลโทสในน้ำผึ้งดอกกล้วย หลังจากการเติมเอนไซม์แอลฟาไกลูโคซิเดส ( $\alpha$ -glucosidase) ในระดับต่างๆ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง	41
12. แสดงปริมาณของฟรุกโทส กลูโคส และมอลโทสในน้ำผึ้งดอกกล้วยที่ได้รับจากการย่อยสลายโดยการเติมเอนไซม์ เป็นเวลา 7 วัน	42
13. แสดงอัตราส่วนของกลูโคสต่อน้ำ และอัตราส่วนของฟรุกโทสต่อกลูโคสในน้ำผึ้งดอกกล้วย จากแหล่งที่ 1 หลังการย่อยด้วยเอนไซม์ ในระยะเวลา 0-7 วัน	44
14. แสดงค่าที่ได้รับจากการวัดสีของน้ำผึ้งหลังการตกผลึก	48
15. แสดงค่า water activity ของน้ำผึ้งหลังจากการตกผลึก	49

## รายการภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
1. แผนภาพสภาพอิมด้วยควมยิง	13
2. การอธิบายการตกผลึกเชิงคุณภาพ	14
3. แสดงการโตของผลึกแบบ two dimensional nucleation	16
4. แสดงการโตของผลึกแบบ screw dislocations	16
5. แสดงการใช้วิธีการทางเอนไซม์โดยใช้เอนไซม์ $\alpha$ -glucosidase ในการย่อย มอลโทส 1 โมเลกุลเป็นกลูโคส 2 โมเลกุล	23
6. ภาพถ่ายของเครื่องกลึงขวดน้ำผึ้ง	28
7. แสดงดอกไม้ที่ผึ้งนำมาผลิตเป็นน้ำผึ้งชนิดต่างๆ ที่ใช้ในการศึกษานี้ (a) ดอกลิ้นจี่ (b) ดอกกล้วย (c) ดอกทานตะวัน และ (d) ดอกสาบเสือ	30
8. แสดงภาพถ่ายของน้ำผึ้งชนิดต่างๆ จากแหล่งที่ 1 จังหวัดเชียงใหม่	31
9. แสดงภาพถ่ายของน้ำผึ้งชนิดต่างๆ จากแหล่งที่ 2 จังหวัดลพบุรี	32
10. แสดงโครมาโตแกรมที่ได้รับจาก HPLC (a) ตัวอย่างน้ำตาลมาตรฐาน (b) ตัวอย่างน้ำผึ้ง	38
11. แสดงฮิสโทแกรมที่บอกขนาดของผลึกอ่านค่าจาก เครื่อง มาสเตอร์ไซเซอร์ อี (Mastersizer E)	46
12. แสดงการเจริญเติบโตของผลึกตั้งแต่ 0-14 วัน	46
13. แสดงผลึกที่ได้รับจากการทดลอง (a) ผลึกของน้ำผึ้งดอกลิ้นจี่ (b) ผลึกของน้ำผึ้งดอกกล้วย	47