

## ปัจจัยของตัวแปรที่มีผลต่อการลดความชื้นน้ำผึ้ง Effect of Variables on Honey Dehydration

ดริญญา มุลชัย<sup>1</sup>, กาญจนา สี่ไม้<sup>2</sup>, นภาพร ปัญญโญใหญ่<sup>3</sup>, ธนศิษฐ์ วงศ์ศิริอำนวย<sup>4</sup> และ ทิพาพร คำแดง<sup>5\*</sup>  
Darinya Moonchai<sup>1</sup>, Kanjana Seemai<sup>2</sup>, Numpon Panyoyai<sup>3</sup>, Thanasit Wongsiriamnuay<sup>4</sup>  
and Tipapon Khamdaeng<sup>5\*</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup> คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้

<sup>1,2,3,4,5</sup> Faculty of Engineering and Agro-Industry, Maejo University

\* Corresponding author e-mail: tipapon@mju.ac.th

### บทคัดย่อ

น้ำผึ้งตามธรรมชาติอยู่ในสถานะของเหลวจึงมักมีปัญหาการจัดการในการดำเนินการผลิตหรือการบริโภคเนื่องจากความหนืดและเหนียวของมันเอง ผู้บริโภคจึงต้องการน้ำผึ้งแห้งหรือน้ำผึ้งความชื้นต่ำ เพื่อความสะดวกในการบริโภคหรือใช้ในอุตสาหกรรมอาหารงาน วิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลในการลดความชื้นน้ำผึ้ง เพื่อให้ น้ำผึ้งมีความเข้มข้นขึ้น สามารถเก็บไว้ได้นาน และตรงความต้องการของผู้บริโภค น้ำผึ้งที่ใช้ทดสอบเป็นน้ำผึ้งดอกกล้วยไม้เก็บเกี่ยวในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 2557 ความเข้มข้นเริ่มต้น 50% Brix ลดความชื้นจนเหลือ 80% Brix ทดสอบ 2 สภาวะคือความดันบรรยากาศและสุญญากาศ อุณหภูมิน้ำร้อนที่ใช้ในการลดความชื้นในสภาวะความดันบรรยากาศทดสอบ 2 ระดับคือ 60 และ 80 องศาเซลเซียส ส่วนสภาวะสุญญากาศ (15 cm<sub>Hg</sub>) ทดสอบ 4 ระดับคือ 28 (อุณหภูมิห้อง) 40 60 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าความดันบรรยากาศที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีอัตราการระเหยความชื้นดีที่สุด 21.41 กรัม/ชั่วโมง ส่วนสภาวะสุญญากาศที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีอัตราการระเหยมากที่สุด 13.12 กรัม/ชั่วโมง ทั้งนี้ค่าความหวานและความชื้นในน้ำผึ้งกับอุณหภูมิ น้ำร้อนและเวลาที่ใช้ในการทำระเหยมีความสัมพันธ์แบบพหุนาม ความแตกต่างระหว่างความชื้นของน้ำผึ้งที่ได้จากการทดลองและจากสมการทำนายภายใต้สภาวะบรรยากาศและสุญญากาศ เท่ากับ  $\pm 4.3\%$  และ  $\pm 3\%$  ตามลำดับ ข้อเสนอแนะสำหรับการลดความชื้นในน้ำผึ้ง เพื่อคงกลิ่นหอม รสชาติ และสีของน้ำผึ้งไว้ ควรลดความชื้นน้ำผึ้งด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียสที่สภาวะความดันบรรยากาศ

คำสำคัญ: ความชื้น น้ำผึ้ง ระบบสุญญากาศ ลดความชื้น

### Abstract

Honey, in general, presents significant handling problems in mass production operations or consumption due to its viscosity and stickiness. There is a strong and constant consumer demand for dried honey that is convenient to be consumed or used in the food industry. This research aimed to study factors affecting the honey dehydration. After dehydrating process, honey was so intense and can be stored for long time, requiring the needs of consumers. Honey sample used in the experiments was from longan orchard and harvested in February-April 2014 which its initial concentration was 50% Brix dehydrating down to 80% Brix. Two dehydration conditions were at atmospheric pressure and vacuum pressure. With the first condition, there were 2 boiled water temperatures of 60 and 80°C to be tested. As for the vacuum condition of 15 cm<sub>Hg</sub>, the tests were done at 28 (room temperature) and boiled water temperatures of 40, 60 and 80°C. Results showed that the boiled water temperature of 80°C at atmospheric pressure gave the best evaporation rate of 21.41 gram per hour. On the other hand, the 60°C boiled water temperature at the vacuum condition resulted the best evaporation rate of 13.12 gram per hour. The difference between water content of honey (%Water) obtained from experiment and model at atmospheric and vacuum pressures were  $\pm 4.3\%$  and  $\pm 3\%$ , respectively. The sweetness and moisture content in dried honey were related with boiled water temperature and the dehydration time in term of the polynomial function. In order to have an acceptable honey dehydration, due to the aroma and flavor components and color conserved, the boiled water temperature for evaporation process should be set at 60°C at atmospheric pressure.

**Keywords:** Moisture content, Honey, Vacuum, Dehydration

## บทนำ

ในปัจจุบันการเลี้ยงผึ้งได้กลายเป็นอาชีพที่สำคัญทางการเกษตรอาชีพหนึ่ง ที่สามารถสร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรเป็นจำนวนมาก และมีการเลี้ยงอย่างแพร่หลายจนกลายเป็นอุตสาหกรรม ผลผลิตที่สำคัญได้จากการเลี้ยงผึ้งก็คือน้ำผึ้ง ปัจจุบันมีการพัฒนาคุณภาพของน้ำผึ้งให้ดีขึ้นเพื่อแข่งขันเข้าสู่ตลาด และตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค น้ำผึ้งเป็นน้ำตาลบริสุทธิ์ที่มีความหวานและคุณประโยชน์จากธรรมชาติ เป็นแหล่งรวมสารอาหารต่างๆ ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง อีกทั้งยังมีวิตามิน และแร่ธาตุ ในปัจจุบันนี้ยังได้นำน้ำผึ้งมาใช้ประโยชน์กันอีกหลาย ๆ ด้าน มีสรรพคุณในการป้องกัน หรือยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ ได้อีกด้วย เนื่องจากสารอินทรีย์ที่มีผลต่อต้านเชื้อโรคเพราะมีการผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในปฏิกิริยา เปลี่ยนน้ำตาลกลูโคสเป็นกลูโคสในแลคโตนโดยเอนไซม์กลูโคออกซิเดส จึงมีการนำน้ำผึ้งมาใช้ในการรักษา บาดแผลสด ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก แผลติดเชื้อ และสารกระตุ้นปฏิกิริยาทางชีวภาพอื่น ๆ

## วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการลดความชื้นน้ำผึ้งลำไย โดยศึกษาถึงผลของอุณหภูมิ ความดัน และเวลา ที่ใช้ในการลดความชื้นต่อค่าเปอร์เซ็นต์ความหวานและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำผึ้ง และสร้างสมการทำนายค่าเปอร์เซ็นต์ความหวานและเปอร์เซ็นต์ความชื้นในกระบวนการลดความชื้นน้ำผึ้งภายใต้สภาวะบรรยากาศและสุญญากาศ

## แนวคิด ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

น้ำผึ้งเป็นของเหลวที่มีรสหวาน เกิดจากน้ำหวานชั้นที่ผึ้งงานเก็บสะสมเอามาจากตอมน้ำหวานของดอกไม้ชนิดต่างๆ โดยผึ้งจะกลืนน้ำหวานลงสู่กระเพาะน้ำหวาน ซึ่งจะมีเอนไซม์จากตอมน้ำลายออกมาช่วยย่อยน้ำหวานขณะบินกลับรังแล้วนำมาเก็บไว้ในหลอดรวงผึ้งผ่านการระเหยน้ำโดยที่ผึ้งจะช่วยกันกระพือปีกไล่ความชื้น ทำให้มีการระเหยของน้ำออกไปจนได้น้ำผึ้งที่มีปริมาณน้ำตาลเข้มข้นมากพอเหมาะสำหรับการเก็บรักษา หลังจากนั้นผึ้งงานก็จะปิดฝาหลอดรวงซึ่งเราเรียกน้ำผึ้งนี้

ว่า “น้ำผึ้งสุก” ซึ่งคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานจะมีความชื้นอยู่ไม่เกิน 21 เปอร์เซ็นต์ (วิภาวรรณ, 2554) ส่วนสีของน้ำผึ้งนั้นจะมีระดับของสีแตกต่างกันระหว่างสีเหลืองอ่อนถึงเขียวเข้มหรือน้ำตาลอ่อนถึงน้ำตาลไหม้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแหล่งที่มาคือชนิดของเกสรดอกไม้ ค่าสภาพนำไฟฟ้าที่ความเข้มข้น 70% โดยน้ำหนัก มีค่าเป็น 15-28  $\mu\text{s}/\text{cm}$  มีความหวานสูงกว่าน้ำตาลทุกชนิดโดยมีค่าประมาณ 80% Brix (สุภาพ และคณะ, 2550) น้ำผึ้งแต่ละชนิดจะมีความหนืดที่ต่างกัน และมีคุณสมบัติเป็นแบบ Newtonian ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ และความชื้นของน้ำผึ้ง โดยเฉพาะความชื้นของน้ำผึ้งจะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม และการจัดการการเลี้ยงผึ้งที่กระทำ เวลาเก็บเกี่ยวผลผลิต ทำให้มีผลต่อคุณภาพของน้ำผึ้งแบบปีต่อปี และความหนืดน้ำผึ้งจะลดลงเมื่อความชื้นและอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น (Yanniotis et al., 2006)

น้ำผึ้งเดือนห้าเป็นฤดูกาลการบานของดอกลำไยคือตั้งแต่ปลายเดือนกุมภาพันธ์ถึงต้นเดือนเมษายน ซึ่งตรงกับฤดูร้อนของประเทศไทย ซึ่งน้ำผึ้งจะมีกลิ่นและรสรวมทั้งความหอมหวานตามธรรมชาติเพราะมีปริมาณของน้ำตาล ฟรุคโตสค่อนข้างสูงเก็บไว้ได้นานจึงเป็นน้ำผึ้งที่นิยมรับประทานกันและถูกนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย อัญชลี และคณะ (2549) ได้ศึกษาถึงการพัฒนาการเทคโนโลยีการทำน้ำผึ้งครีมจากน้ำผึ้ง จากดอกไม้ 3 ชนิด คือ น้ำผึ้งลำไย ลิ้นจี่ และ สدابเสือ ผลการศึกษาพบว่า น้ำผึ้งลำไย มีความหวาน 79.3% Brix มีความชื้น 19.21 เปอร์เซ็นต์ น้ำผึ้งลิ้นจี่ มีความหวาน 74.4% Brix มีความชื้น 21 เปอร์เซ็นต์ น้ำผึ้งสาบเสือ มีความหวาน 76.5% Brix มีความชื้น 20 เปอร์เซ็นต์ น้ำผึ้งปกติและน้ำผึ้งครีมที่ได้มีองค์ประกอบใกล้เคียงกัน และพบว่า น้ำผึ้งที่มีความชื้น 18 เปอร์เซ็นต์ สามารถนำมาผลิตน้ำผึ้งครีมที่มีคุณภาพดีที่สุด มนตรา (2553) พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในการลดความชื้นน้ำผึ้งตกผลึกคือ 60 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิเกินกว่านี้จะทำให้สารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำผึ้งสูญเสียไป มาศวาจา และ วรณัฐ (2556) ได้ใช้วิธีการอบแห้งแบบสุญญากาศเพื่อผลิตน้ำผึ้งดอกลำไยผง พบว่าการทำแห้งแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 100 ชั่วโมง จะทำให้ได้น้ำผึ้งผงที่มีความชื้น 0.43 เปอร์เซ็นต์

## อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

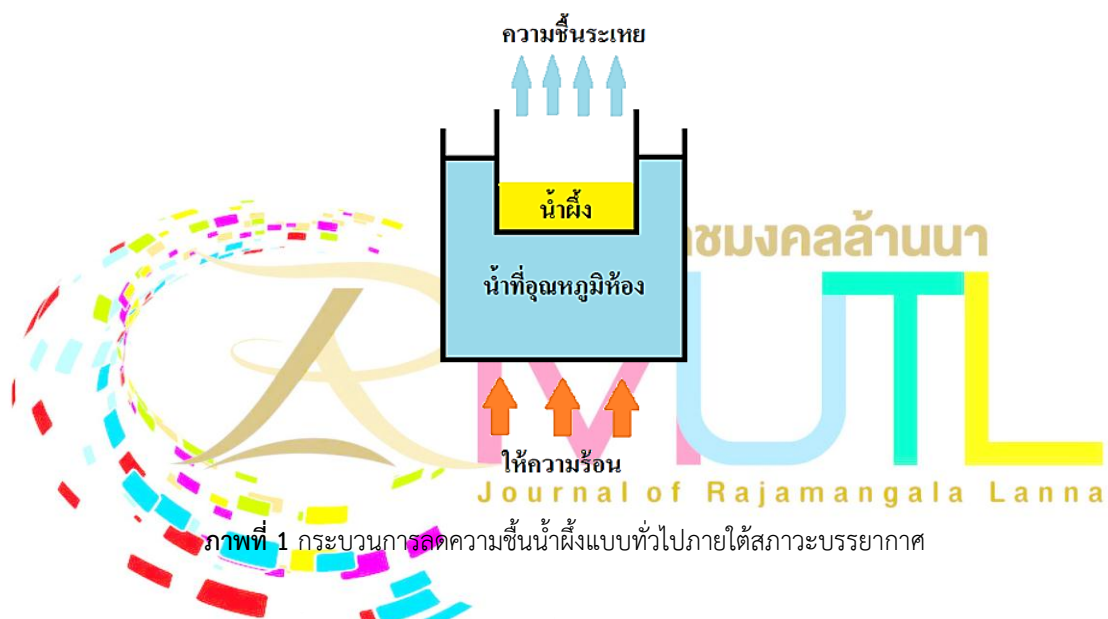
งานวิจัยนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาหาปัจจัยของตัวแปรที่มีผลต่อการลดความชื้นน้ำผึ้ง โดยตัวแปรการทดสอบหลักที่ทำการศึกษา ประกอบด้วย อุณหภูมิความร้อน ความดัน และเวลาในการทำระเหย

### 1. การเตรียมน้ำผึ้งที่ความหวาน 50% Brix

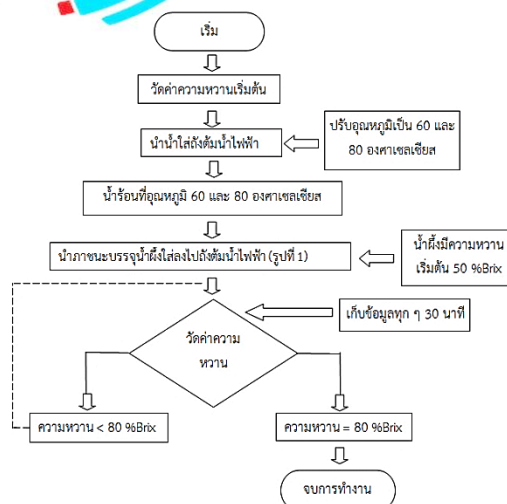
วิธีการทดลอง คือ ชั่งน้ำหนักน้ำผึ้ง 500 กรัม และวัดค่าความหวานเริ่มต้นจากนั้นเพิ่มความชื้นโดยทำการเติมน้ำจนน้ำผึ้งมีความหวานลดลงเหลือ 50% Brix และชั่งน้ำหนักน้ำผึ้งที่เพิ่มความชื้นแล้ว

### 2. วิธีการทดลอง

นำน้ำผึ้งที่เตรียมไว้ไประเหยความชื้นออก โดยวิธีการใช้น้ำเป็นตัวกลางถ่ายเทความร้อนไปยังภาชนะบรรจุน้ำผึ้ง ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยต้มน้ำด้วยถังต้มน้ำไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 60 และ 80 องศาเซลเซียส ทำการวัดค่าความหวานชั่งน้ำหนักและบันทึกผลทุก ๆ 30 นาที จนกระทั่งความหวานเป็น 80% Brix ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง โดยมีลำดับขั้นตอนการทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 2



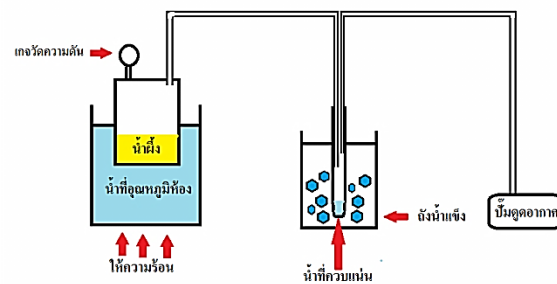
ภาพที่ 1 กระบวนการลดความชื้นน้ำผึ้งแบบทั่วไปภายใต้สภาวะบรรยากาศ



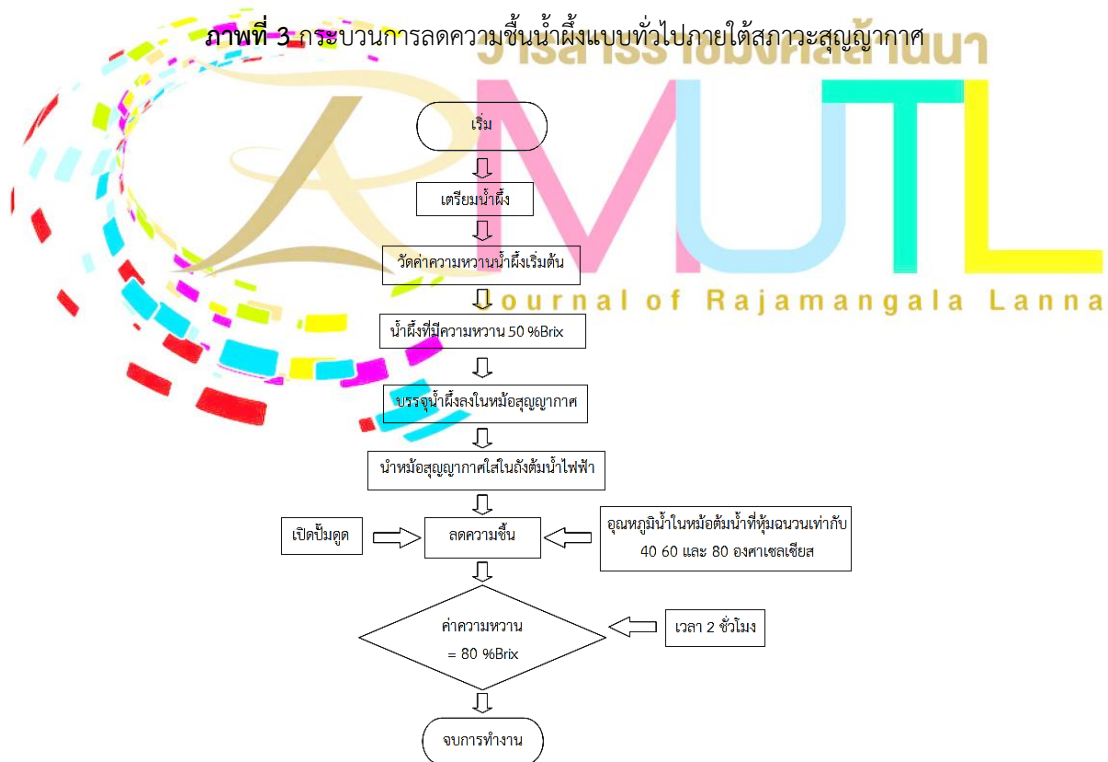
ภาพที่ 2 แสดงกระบวนการทดลองการลดความชื้นแบบทั่วไปภายใต้สภาวะบรรยากาศ

การทดสอบการลดความชื้นที่ความดันสุญญากาศ วิธีการทดลองที่อุณหภูมิห้อง คือ นำน้ำผึ้งที่เตรียมไว้เทใส่ หม้อสุญญากาศ (ชุด Vacuum ใช้ปั๊มดูดอากาศรุ่น Yamano AP-10 แรงดันลม 0.02 MPa) เปิดปั๊มดูดอากาศ 2 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักน้ำที่ควบแน่น และน้ำผึ้ง วัดค่า ความหวานอ่านค่าความดัน และบันทึกผล วิธีการทดลอง ที่อุณหภูมิ 40 60 และ 80 องศาเซลเซียสคือ นำน้ำผึ้งที่

เตรียมไว้ใส่ลงในหม้อสุญญากาศ แล้วนำหม้อสุญญากาศ ใส่ในหม้อสแตนเลสขนาดใหญ่ที่ติดฉนวน ดังแสดงใน รูปที่ 3 เตาที่มีอุณหภูมิ 40 60 และ 80 องศาเซลเซียส ลงในหม้อสแตนเลส เปิดปั๊มดูดอากาศ 2 ชั่วโมง แล้ว ชั่งน้ำหนักน้ำที่ควบแน่น และน้ำผึ้ง วัดค่าความหวานอ่าน ค่าความดัน และบันทึกผล โดยมีลำดับขั้นตอนการทดสอบ ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 3 กระบวนการลดความชื้นน้ำผึ้งแบบทั่วไปภายใต้สภาวะสุญญากาศ



ภาพที่ 4 แสดงกระบวนการทดลองการลดความชื้นแบบทั่วไปภายใต้สภาวะสุญญากาศ

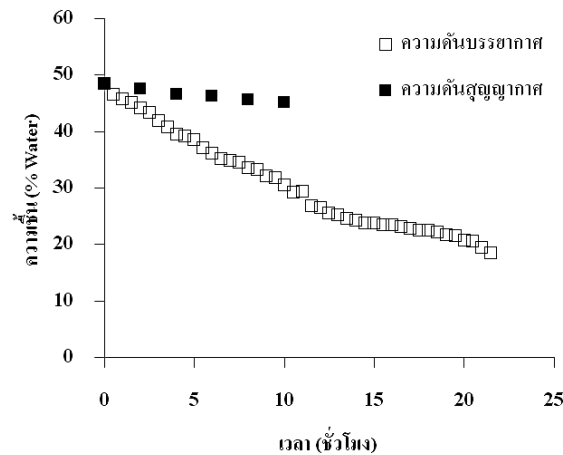
### ผลการทดลองและอภิปรายผล

ทดลองให้ความร้อนน้ำผึ้งด้วยน้ำร้อนที่ความดันบรรยากาศและสุญญากาศผ่านหม้อต้ม 2 ชั้น จากนั้น สร้างความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นและเวลา ที่อุณหภูมิ น้ำร้อน 60 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะ

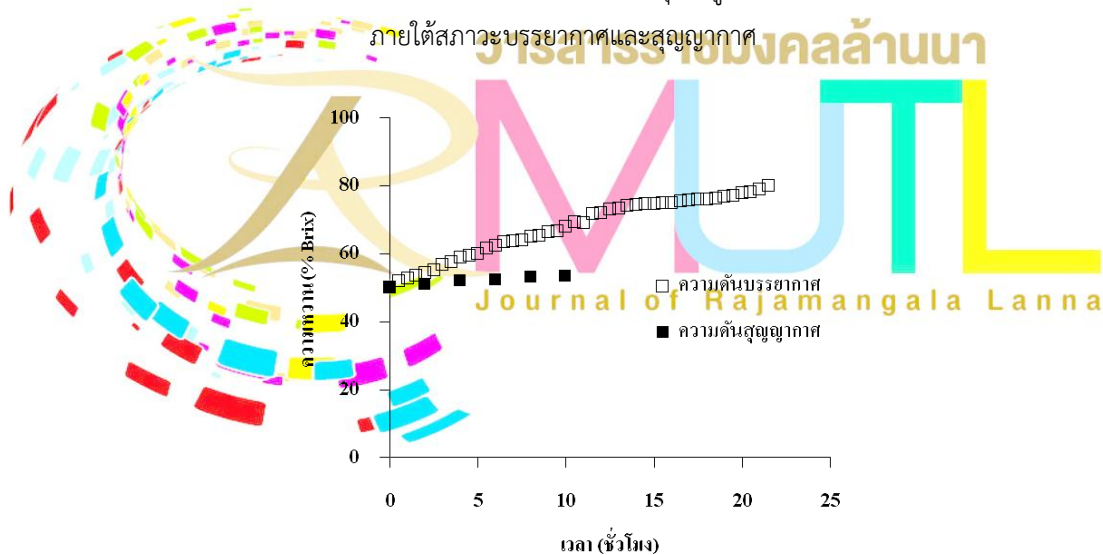
บรรยากาศและสุญญากาศ ดังแสดงในรูปที่ 5 การลดความชื้นภายใต้สภาวะบรรยากาศ พบว่าเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ความชื้นในน้ำผึ้งลดลงอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งเหลือความชื้นสุดท้ายที่ 18.5% ใช้เวลา 21 ชั่วโมง 30 นาที ซึ่งมีค่าความหวานเท่ากับ 80% Brix (รูปที่ 6) การลด

ความชื้นภายใต้สภาวะสุญญากาศ พบว่าความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงแรก และคงที่เมื่อเวลาเพิ่มขึ้น ความชื้นสุดท้ายภายใต้สภาวะสุญญากาศที่สามารถทำได้

คือ 37.5% ใช้เวลา 10 ชั่วโมง ได้ค่าความหวานเท่ากับ 61% Brix



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นและเวลา ที่อุณหภูมิน้ำร้อน 60 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะบรรยากาศและสุญญากาศ



ภาพที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหวานและเวลา ที่อุณหภูมิน้ำร้อน 60 องศาเซลเซียส ภายใต้สภาวะบรรยากาศและสุญญากาศ

จากการทดลองลดความชื้นน้ำฝังบานภายใต้สภาวะบรรยากาศ โดยใช้อุณหภูมิน้ำร้อนที่ 60 และ 80 องศาเซลเซียส สามารถสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรคือ อุณหภูมิและเวลา ต่อเปอร์เซ็นต์ความหวาน ค่าที่ได้จากการทดลองแปลงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำฝังบาน ซึ่งสามารถนำไปสร้างสมการสำหรับการทำนายค่าเปอร์เซ็นต์ความหวาน และเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำฝังบาน ดังสมการที่ (1) และสมการที่ (2)

$$\%Brix = 0.27T^{1.02} + 0.61t^{0.57} + 27.94 \quad (1)$$

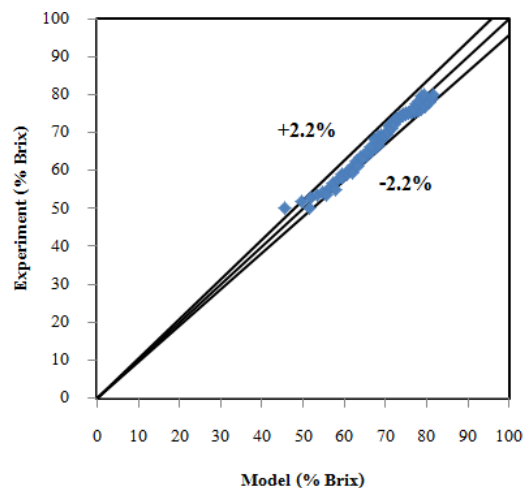
$$\%Water = -0.27T^{1.01} - 0.61t^{0.57} + 70.56 \quad (2)$$

เมื่อ %Brix คือ ค่าความหวาน (เปอร์เซ็นต์)

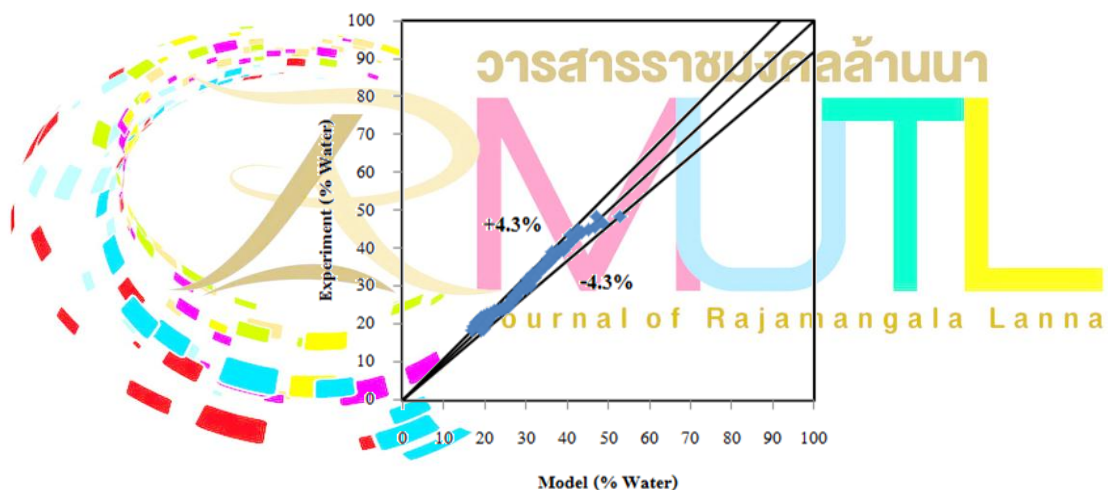
%Water คือ ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)

T คือ อุณหภูมิน้ำร้อน (องศาเซลเซียส)

t คือ เวลาที่ใช้การให้ความร้อนแก่น้ำฝังบาน (นาท)



ภาพที่ 7 การเปรียบเทียบ %Brix ระหว่างค่าที่ได้จากผลการทดลอง  
และสมการทำนายภายใต้สภาวะบรรยากาศ



ภาพที่ 8 การเปรียบเทียบ %Water ระหว่างค่าที่ได้จากผลการทดลอง  
และสมการทำนายภายใต้สภาวะบรรยากาศ

จากภาพที่ 7 และ 8 เมื่อเปอร์เซ็นต์ความหวานมาก เปอร์เซ็นต์ความชื้นจะน้อย เนื่องจากสมการการทำนายของเปอร์เซ็นต์ความหวานกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นนั้นแปรผกผันกัน และตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปรมีผลทำให้ค่าการทำนายของสมการมีความคลาดเคลื่อน จากสมการค่าความคลาดเคลื่อน การทำนายค่าเปอร์เซ็นต์ความหวานและเปอร์เซ็นต์ความชื้น จะอยู่ในช่วง  $\pm 2.2\%$  และ  $\pm 4.3\%$  ตามลำดับ

จากการทดลองลดความชื้นน้ำฝังบึงภายใต้สภาวะสุญญากาศ ที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิร้อนที่ 40 60 และ 80 องศาเซลเซียส พบความสัมพันธ์ของตัวแปรอุณหภูมิและเวลา ต่อเปอร์เซ็นต์ความหวาน ค่าที่ได้จากการทดลองแปลงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำฝังบึง ซึ่งสามารถนำไปสร้างสมการสำหรับการทำนายค่าเปอร์เซ็นต์ความหวานและเปอร์เซ็นต์ความชื้นของน้ำฝังบึง ได้ดังสมการที่ (3) และสมการที่ (4)

$$\%Brix = 3 \times 10^{-5} T^{2.84} + 1.13 t^{0.51} + 46.82 \quad (3)$$

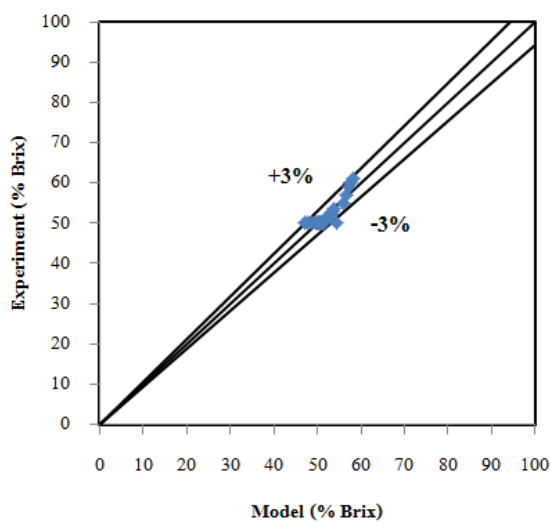
$$\%Water = -3 \times 10^{-5} T^{2.84} - 1.13 t^{0.51} + 51.68 \quad (4)$$

เมื่อ %Brix คือ ค่าความหวาน (เปอร์เซ็นต์)

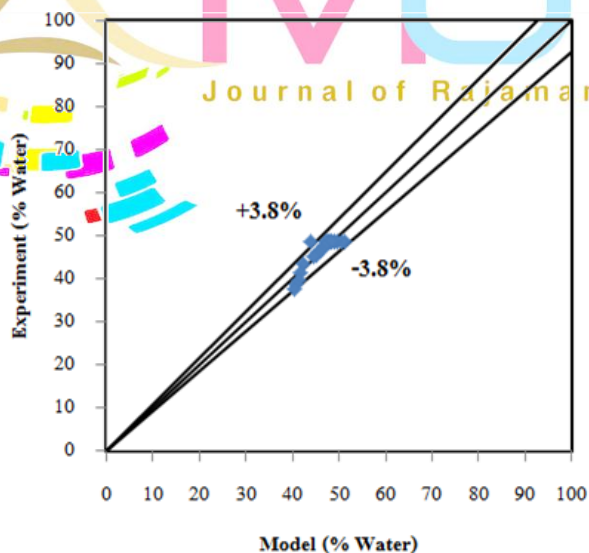
%Water คือ ค่าความชื้น (เปอร์เซ็นต์)

T คือ อุณหภูมิความร้อน (องศาเซลเซียส)

t คือ เวลาที่ใช้การให้ความร้อนแก่น้ำผึ้ง (ชั่วโมง)



ภาพที่ 9 การเปรียบเทียบ %Brix ระหว่างค่าที่ได้จากการทดลอง และสมการทำนายภายใต้สภาวะสุญญากาศ



ภาพที่ 10 การเปรียบเทียบ %Water ระหว่างค่าที่ได้จากการทดลอง และสมการทำนายภายใต้สภาวะสุญญากาศ

จากภาพที่ 9 และ 10 เมื่อเปอร์เซ็นต์ความหวานมากเปอร์เซ็นต์ความชื้นจะน้อย เนื่องจากสมการการทำนายของเปอร์เซ็นต์ความหวานกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นนั้นแปรผกผันกัน และตัวแปรทั้ง 2 ตัวแปรนี้มีผลทำให้ค่า

การทำนายของเปอร์เซ็นต์ความหวานและเปอร์เซ็นต์ความชื้นมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง  $\pm 3\%$  และ  $\pm 3.8\%$  ตามลำดับ

## สรุป

วิธีการระเหย (Evaporation) เป็นวิธีลดความชื้นของเหลว และเหมาะสำหรับการลดความชื้นน้ำผึ้งมากที่สุด ซึ่งเป็นการดึงน้ำบางส่วนออกจากน้ำผึ้ง โดยการให้ความร้อนและทำให้ระเหยกลายเป็นไอ ทำให้น้ำผึ้งที่เหลือมีความเข้มข้นเพิ่มมากขึ้น

ปัจจัยที่มีผลต่อการลดความชื้นน้ำผึ้ง ได้แก่ อุณหภูมิและเวลา โดยที่เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ทำให้การระเหยความชื้นเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และใช้เวลาน้อยลง

การทดลองลดความชื้นน้ำผึ้งที่ความดันบรรยากาศใช้อุณหภูมิน้ำร้อนที่ 60 และ 80 องศาเซลเซียส พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสม คือ 60 องศาเซลเซียส ค่าความหวานเริ่มต้นเท่ากับ 50% Brix ที่ความชื้น 48.5% ใช้เวลาในการระเหย 21 ชั่วโมง 30 นาที ความชื้นระเหยออกไป 284.45 กรัม เมื่อวัดค่าความหวานสูงสุดสุดท้ายได้ 80% Brix

การทดลองลดความชื้นน้ำผึ้งที่ระบบสุญญากาศใช้อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิน้ำร้อนที่ 40 60 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมคือที่ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการลดความชื้นมากกว่าที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส โดยใช้เวลาในการลดความชื้น 10 ชั่วโมง ความชื้นระเหยไป 15.63 กรัม วัดค่าความหวานได้ 53.4% Brix (ความชื้น 45.1%) จากความหวานเริ่มต้น 50% Brix (ความชื้น 48.5%) และมีแรงดันสุญญากาศเท่ากับ 0.01733 bar

จากการทดลองวัดค่าสีของน้ำผึ้งพบว่าการลดความชื้นน้ำผึ้งที่อุณหภูมิน้ำร้อน 60 องศาเซลเซียส จะมีสีของน้ำผึ้งเข้มกว่าที่อุณหภูมิน้ำร้อน 80 องศาเซลเซียส เนื่องจากที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จะใช้เวลาในการลดความชื้นน้ำผึ้งนานกว่าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส แต่สารอาหารและอินทิปีในน้ำผึ้งยังคงอยู่

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้ ที่ให้การสนับสนุนงานวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

มนตรา ศิริชะแย้ม. (2553). สมบัติด้านเชื้อจุลินทรีย์และ การต้านออกซิเดชันของน้ำผึ้งจากผึ้งพันธุ์. คณะ วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่.

มาศวาทา ชูรัตน์ และ วรณช ศรีเจษฎารักษ์. (2556).

ผลของสภาวะการทำแห้งและสารช่วยทำแห้งต่อ ลักษณะคุณภาพน้ำผึ้งดอกกล้วยงที่ได้จากการทำแห้ง แบบสุญญากาศ. Graduate Research Conference 2013, Khon Kaen University: 1-9.

วิภาวรรณ ศรีมุข. (2554). น้ำผึ้ง: ความหวานที่มี

คุณประโยชน์จากธรรมชาติ. สืบค้นจาก <https://socclaimon.wordpress.com>.

สุภาพ ชูพันธ์ ผ่องศรี มังกรทอง และนิกร มังกรทอง.

(2550). การศึกษาคุณสมบัติเชิงไฟฟ้าและเชิงแสง น้ำผึ้ง. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อัญชลี สวัสดิ์ธรรม, สุคันธรส ธาดากิตติสาร,

สุทธิ ชัยพฤกษ์ และอรพินธ์ โรจนะ. (2549).

Honey cream technology development for some kinds of honey. คณะเทคโนโลยี การเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ธัญบุรี.

Yanniotis, S., Skaltsi, S., Karaburnioti, S. 2006.

Effect of moisture content on the viscosity of honey at different temperatures. *Journal of Food Engineering* 72(4), 372-377.