AMM-30

เครื่องอบแห้งใบชาเขียวด้วยระบบสุญญากาศ

Green Tea Leaves Vacuum Dryer

อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ[1*], และทีปกร คุณาพรวิวัฒน์[2]

[1,2]สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
61 ถนนพหลโยธิน เสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
*E-mail: apirak.sa@spu.ac.th โทร 02-5791111 โทรสาร 02-5611721

บทคัดย่อ

บทความนี้ นำเสนอการออกแบบและสร้าง เครื่องอบแห้งใบชาเขียวด้วยระบบสุญญากาศ เพื่อส่งเสริมและถ่ายทอดเทคโนโลยีในการอบแห้งใบชาเขียวให้กับเกษตรกรชาวไทยภูเขาใน เขตจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย หรือพื้นที่การเกษตร ที่มีการปลูกใบชามาก เพื่อเป็นการ เพิ่มปริมาณผลผลิต ให้กับ เกษตรกร เครื่องอบแห้งใบชาที่สร้างขึ้น มีส่วนประกอบหลัก 4 ส่วนด้วยกัน คือโครงสร้างหลัก ที่ทำจากเหล็กกล่อง SS 400 ขนาดของหน้าตัดมีความกว้าง 25 mm สูง 38 mm และหนา 2 mm ส่วนชุดต้นกำลังจะใช้มอเตอร์ กระแสสลับขนาด 0.5 แรงม้า การสร้างสุญญากาศให้กับระบบจะใช้ ปั๊มชนิดโรตารี่ แบบแผ่นเวน ชุดป้อนใบชาและชุดตะแกรงและถังอบทำจากสแตนเลส สตีลรหัส 304 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังอบ 320 mm ให้ความร้อนโดยใช้ฮีตเตอร์ขนาด 500 W และชุดควบคุมอุณหภูมิที่ใช้เทอร์โมคับเปิ้ล Type K พร้อมกับอุปกรณ์ควบคุมเวลาการทำงาน น้ำหนักรวมของเครื่องประมาณ 54 kg

จากการทดสอบอบใบชาเขียวโดยการปรับค่าความดันภายในถังอบให้เป็นสุญญากาศรวมทั้งอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบพบว่า สภาวะที่เหมาะสมในการอบอยู่ที่ ความดันสุญญากาศ 15 cm.Hg อุณหภูมิภายในถังอบเฉลี่ย 60 ºC ปริมาณใบชาเขียวที่นำมาอบมีน้ำหนัก 600 g เวลาในการอบ 30 นาที จะได้ความชื้นของใบชาเขียวหลังการอบคิดเป็น 80.5 % (มาตรฐานเปียก) และ 4.12 % (มาตรฐานแห้ง) เป็นไปตามวัตถุประสงค์และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนชา อัตราการระเหยน้ำออกจากใบชา 0.85 kg/hr อัตราการผลิตใบชาแห้งสูงสุดเฉลี่ย 0.24 kg/hr ลักษณะทางกายภาพของใบชาหลังการอบจะใกล้เคียงกับใบชาที่จำหน่ายในท้องตลาด ถ้าทำการผลิตเฉลี่ยวันละ 6 ชั่วโมง จะพบว่ามีระยะเวลาคืนทุนเพียง 0.97 ปี

คำสำคัญ : ใบชาเขียว; ระบบสุญญากาศ; มาตรฐานเปียก; มาตรฐานแห้ง

Abstract

This article is to present a design of green tea leaves vacuum dryer in order to support and pass on this technology to Thai hill tribe agriculturists in Chiang Mai, Chiang Rai or other agricultural areas. This aims to increase the products for the agriculturists. The green tea leaves vacuum dryer consists of 4 main parts which are the main Steel Tube SS400 with the cut of wide 25 mm, high 38mm and thick 2 mm. The power unit uses the electric motors, alternating current with 0.5 hp. The vacuum uses the vane rotary type. A set of tea feeding, strainer, and an oven are made of stainless steel code 304 with the diameter of 320 mm. These will be used 500 w of heat. The temperature controller with thermocouple Type K and the time controller have the total weight of 54 kg.

From the test, tea leaves are dried by adjusting the pressure in the oven to make vacuity, including temperature and time. This shows that the appropriate condition in drying is 15 cm.Hg for vacuum pressure.

The temperature inside the oven is 60 °C. The amount of green tea leaves is 600 g. The processing time is 30 minutes. The humidity after drying is 80.5% (wet basis) and 4.12% (dry basis). This achieves the objective and compatible with the product standard. The water loss rate from tea leaves is 0.85 kg/hr/ and the productive rate is 0.24 kg/hr. Physical description of tea leaves is very similar to those selling in market. If the products are produced 6 hours a day, the payback period will only be 0.97 years.
Keywords: Green tea leaves, Vacuum system, Wet basis, Dry basis

1. บทนำ

ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกชาประมาณ 120,000 ไร่ โดยปลูกมากที่สุดในเขตจังหวัดเชียงราย สายพันธุ์ชาหลักที่ปลูกได้แก่ชาสายพันธุ์อัสสัม (assam) และชาสายพันธุ์จีน ผลผลิตที่ได้จะถูกนำไปแปรรูปในโรงงานที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ปลูก การแปรรูปจากใบชาสดเป็นผลิตภัณฑ์ชาแห้งนั้น จังหวัดเชียงรายมีโรงงานชาที่สามารถผลิตชาได้สองรูปแบบหลักคือ การผลิตชาอูหลงและการผลิตชาเขียว ซึ่งการผลิตทั้งสองรูปแบบนี้จะอาศัยเทคโนโลยีการผลิตที่แตกต่างกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความชำนาญการผลิต การลงทุนเครื่องจักร และความต้องการของตลาดในขณะนั้น ผลิตภัณฑ์ชาในปัจจุบันได้รับความนิยมเป็นอย่างมากจึงทำให้การผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค เนื่องจากการแปรรูปของชายังต้องอาศัยวิธีการเดิมคือการใช้แสง แดด ธรรมชาติบางครั้งปริมาณแสงอาจไม่เสถียร เนื่องจากสาเหตุต่าง ๆ จึงส่งผลต่อการแปรรูปของชา ทำให้ปริมาณที่ได้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค บางครั้งชาอาจไม่แห้งได้ตามมาตรฐานจึงทำให้คุณภาพของชามีรสชา ติที่ผิดไปจากเดิม อาจส่งผลถึงคุณภาพ ราคาตกต่ำ จากปัญหาดังกล่าว จึงทำการศึกษาถึง การออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งใบชาเขียวด้วยระบบสุญญากาศ เพื่อเป็นการปรับปรุงเทคโนโลยีการผลิตให้ทันสมัยและ เพิ่มปริมาณผลผลิตให้เพียงพอกับความต้องการของตลาดใบชา รวมทั้ง ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีกลิ่นรสเทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์ชาสากลซึ่งจะเป็นการขยายช่องทางการตลาดชาให้เข้าถึงผู้บริโภคในวงกว้าง ก่อให้เกิดรายได้จากผลิตภัณฑ์ แก่เกษตรกรผู้ปลูกผู้ผลิตและผู้ค้าชา ตามนโยบายของรัฐบาล [1]

2. วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องอบใบชาเขียวโดยใช้ระบบสุญญากาศร่วมกับการให้ความร้อน
2. เพื่อหาจุดทำงานที่เหมาะสมของการอบใบชาจากเครื่องอบที่สร้างขึ้นภายใต้ความชื้น ความชื้นสุดท้าย 80 – 82 % w.b.
3. เพิ่มผลผลิตทางการเกษตรให้กับเกษตรกร

3. กระบวนการอบแห้ง

การอบแห้งคือกระบวนการลดความชื้นซึ่งส่วนใหญ่ใช้การใช้การถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุที่ชื้นเพื่อไล่ความชื้นออกโดยการระเหย ความร้อนที่ได้รับเป็นความร้อนแฝงของการระเหย วัสดุอบแห้งมีมากมายหลายชนิด แต่ที่จะกล่าวต่อไปนี้จะเกี่ยวข้องกับการอบแห้งพืชและผลิตภัณฑ์ อาหาร โดยเฉพาะใบชา เท่านั้น ข้อดีของการอบแห้งเมล็ดพืชและ ผลิตภัณฑ์ทางด้าน อาหาร สรุปได้ตามลำดับความสำคัญดังต่อไปนี้ [2]

1.เพื่อการถนอมรักษา ใบชา เพราะใบชา ที่แห้งแล้วสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เสียเนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีน้อย

2. ลดปริมาตรและน้ำหนักใบชาที่แห้งแล้วจะมีปริมาตรและน้ำหนักลดลงทำให้สามารถลดต้นทุนในการเก็บรักษาและการขนส่ง

3. ช่วยกระบวนการผลิตดีขึ้น ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของกระบวนการผลิตนั้น ๆ

สำหรับ การทำงานของเครื่องอบแห้งใบชาเขียวด้วยระบบสุญญากาศ ถังอบเมื่อได้รับความร้อนจากตัวให้ความร้อนจะเป็นผลให้ความชื้นจากใบชาเขียวเกิดการระเหยกลายเป็นไอ อุณหภูมิในถังอบจะสูงกว่าอุณหภูมิอิ่มตัว (saturate temperature) ของความชื้นในใบชาเขียวที่ความดันภายในถังอบต่ำกว่าบรรยากาศ (vacuum) ค่าอุณหภูมิที่จะทำให้อุณหภูมิกลายเป็นไอก็จะมีค่าต่ำไปด้วย ในขณะที่ความร้อนดึงเอาความชื้นหรือน้ำออกจากใบชาเขียว ความดันที่อยู่ในถังจะพยายามทำให้อยู่ต่ำกว่าบรรยากาศ ดังนั้นภายในถังจึงไม่มีแรงดันมากระทำต่อใบ

ชาเขียว ใบชาเขียวจึงมีผิวที่ตึง (surface tension) กว่าการอบแห้งธรรมดา

นอกจากนี้การให้ความร้อนที่เข้าไปในถังอบ จะมีความสัมพันธ์กับเวลาการระเหยของน้ำ หรือเปอร์เซ็นต์ความชื้น ถ้าอบใบชาเขียวที่อุณหภูมิสูง ความร้อนสูงจะใช้เวลาในการอบใบชาเขียวให้แห้งน้อยลง แต่ต้องมีระยะเวลาที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ใบชาเขียวที่มีคุณภาพการอบใบชาเขียวด้วยถังอบสุญญากาศจะทำให้เราได้ใบชาเขียวที่มีคุณภาพเหมือนกับใบชาเขียวอบแห้งธรรมดาแต่ต้องใช้ต้นทุนในการผลิตเริ่มต้น และค่าไฟฟ้าในการอบต่างจากการอบแห้งธรรมดาซึ่งไม่มีต้นทุน แต่การอบด้วยถังสุญญากาศจะมีระยะเวลาน้อยกว่า ลักษณะของใบชาเขียว ที่ได้จะคล้ายกับ การศึกษาของ สมพร อริยะมงกุฎ [3] ที่ได้ทำการออกแบบและสร้าง เครื่องอบแห้ง พริกขี้หนูแบบสุญญากาศ ที่ได้เปอร์เซ็นต์ความชื้นตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน หรือ เสกสรร วินยางค์กูล [4] ได้สร้างเครื่องอบแห้งไล่ความชื้นในยอดใบชาโดยรังสีอินฟาเรดโดยที่มีความชื้นสุดท้ายอยู่ที่ประมาร 5% w.b. และมีลักษณะทางกายภาพเป็นที่ยอมรับของโรงงาน

3.1 ความชื้นในวัสดุ

ความชื้นเป็น การบอกปริมาตรของน้ำที่มีอยู่ในวัสดุเมื่อเปรียบเทียบกับมวลของวัสดุขึ้นหรือแห้ง ความชื้นในวัสดุสามารถแสดงได้เป็น 2 แบบ คือ [5]

1. ความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis)

คืออัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในผลิตภัณฑ์ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ชื้นโดยมีสมการดังนี้

$$M_w = \left[(w-d)/w\right]\times 100 \qquad (1)$$

2. ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis)

คืออัตราส่วนน้ำหนักของน้ำในผลิตภัณฑ์ต่อน้ำหนักผลิตภัณฑ์ชื้นโดยมีสมการดังนี้

$$M_d = \left[(w-d)/d\right]\times 100 \qquad (2)$$

โดยที่ M_w คือความชื้นมาตรฐานแห้ง M_d *คือ*ความชื้นมาตรฐานเปียก w คือน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ก่อนอบ และ d คือน้ำหนักของผลิตภัณฑ์หลังอบ

ความชื้นแบบนี้นิยมใช้กันการวิเคราะห์กระบวนการอบแห้งทางทฤษฎี เพราะช่วยให้การคำนวณสะดวกขึ้น ซึ่งเป็นเพราะมวลของวัสดุแห้งจะมีค่าคงที่หรือเกือบคงที่ระหว่างการอบแห้ง ที่ว่าเกือบคงที่นี้ เพราะผลิตผลทางการเกษตรเป็นสิ่งมีชีวิต มีการหายใจ ดังนั้นจึงมีการเผาผลาญสารอาหาร ทำให้มวลแห้งลดลง ส่วนใหญ่แล้วมวลแห้งจะลดลงเพียงเล็กน้อย [3]

3.2 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

เป็นระดับการผลิตหรือการขายระดับใดระดับหนึ่งที่ก่อให้เกิดรายได้รวม (total revenues) เท่ากับ ต้นทุนรวม (total cost) นั่นคือ จุดที่ไม่มีผลกำไรหรือขาดทุนจากการดำเนินงานโครงการ ประเมินจากสมการที่ 3 ดังนี้ [6]

$$C = F + VN \qquad (3)$$

โดยที่ C คือ ค่าใช้จ่ายในการผลิต F คือ ต้นทุนคงที่ V คือ ต้นทุนแปรผันต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการผลิต เช่น ค่าแรง ค่าไฟฟ้าในการผลิต ค่าวัตถุดิบต่อหน่วย เป็นต้น N คือ จำนวนผลผลิต รายได้จากการขาย ใบชา คำนวณจากสมการที่ 4

$$R = IR \qquad (4)$$

โดยที่ R คือ รายได้จากการขายใบชา I คือ ราคาขายต่อกิโลกรัม จุดคุ้มทุนจะเกิดขึ้นเมื่อสมการที่ 3 เท่ากับสมการที่ 4 และ N ที่ได้จะเป็นปริมาณการผลิตที่ทำให้เกิดจุดคุ้มทุน สำหรับ ระยะเวลาคืนทุน (payback period) จะประเมินจากผลของกระแสเงินสดรับสุทธิในแต่ละปีรวมกันและมีค่าเท่ากับเงินสดจ่ายลงทุนเริ่มแรก คำนวณได้จากสมการที่ 5

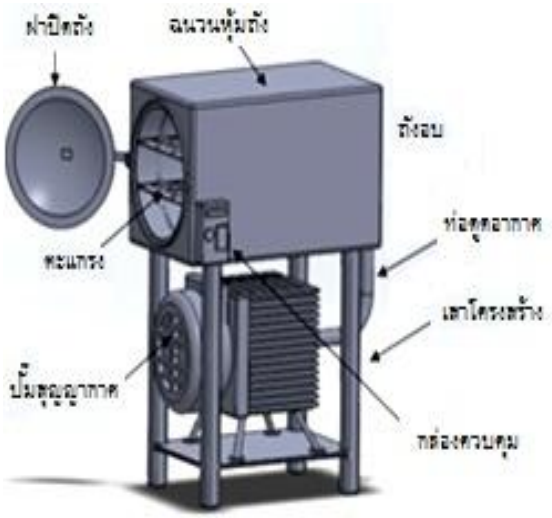
$$PP = F/(R-V) \qquad (5)$$

โดยที่ PP คือ ระยะเวลาคืนทุน

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ

ในการดำเนินการวิจัยนั้นได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องอบใบชาภายใต้วัตถุประสงค์ที่ต้องการโดยดูจากการอบไล่ความชื้น และหาอัตราการลดลงของความชื้น โดยมีรายละเอียดของเครื่องอบใบชาคือโครงสร้างหลัก ที่ทำจากเหล็กกล่อง SS 400 ขนาด ของหน้าตัดมีความกว้าง 25 mm สูง 38 mm และหนา 2 mm ส่วนชุดต้นกำลังจะใช้มอเตอร์ กระแสสลับ ขนาด 0.5 แรงม้า การสร้างสุญญากาศ ให้กับระบบจะใช้ ปั๊มชนิดโรตารี่ แบบแผ่น เวนชุดป้อน ใบชา และชุดตะแกรงและถังอบทำจากสแตนเลสสตีลรหัส 304 การทำความร้อนในการอบจะใช้ฮีตเตอร์ขนาด 500 W และชุดควบคุมอุณหภูมิที่ใช้เทอร์โมคับเปิ้ล

Type K พร้อมกับอุปกรณ์ควบคุมเวลาการทำงาน ถังอบมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 320 mm น้ำหนักรวมของเครื่องประมาณ 54 kg ลักษณะของแบบและเครื่องที่สร้างขึ้นแสดงในรูปที่ 1 และ รูปที่ 2



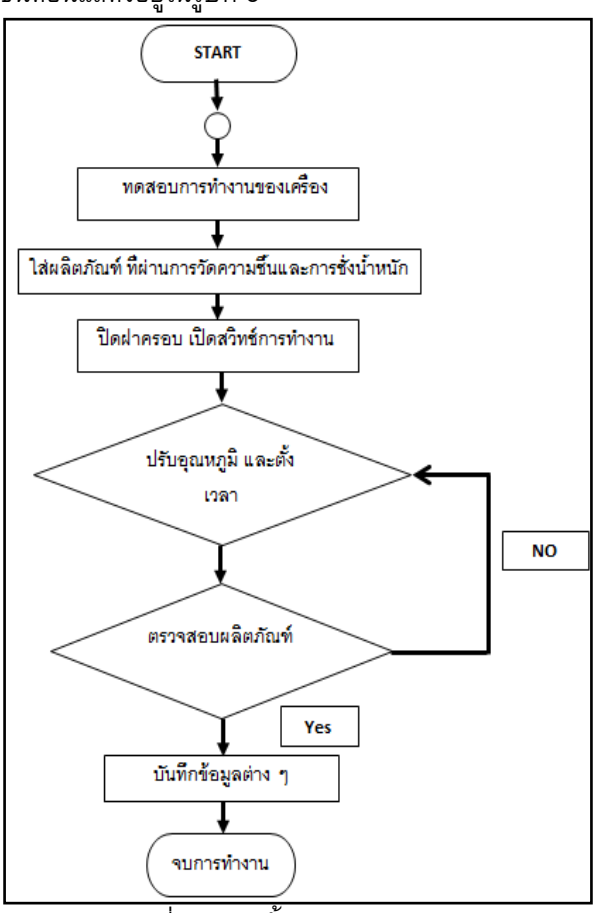
รูปที่ 1 แบบเครื่องอบใบชาสุญญากาศ

รูปที่ 2 เครื่องอบใบชาสุญญากาศ

4. วิธีการและผลการทดสอบ

4.1 วิธีการทดสอบ

ก่อนการทด สอบ เครื่องอบแห้งใบชาเขียว ได้ทำการปรับปรุงในส่วนของการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลให้ถูกต้องตามหลักของเครื่องมือวัดเพื่อที่จะทำให้อุณหภูมิภายในถังอบ แห้งถูกต้องและทำการตรวจยึดอุปกรณ์ในส่วนที่หมุนให้แน่นเนื่องจากเวลาทำงานอุปกรณ์เหล่านี้อาจขยายตัวได้เนื่องการทำงานของเครื่องอบแห้งมีอุณหภูมิการทำงานสูง แผนภาพแสดงการทดสอบอบใบชาเขียวมีวิธีการและขั้นตอนแสดงอยู่ในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงขั้นตอนการทดสอบ

การทดสอบ ได้นำเอาผลิตภัณฑ์ใบชาเขียว สายพันธ์อัสสัม (assam) มาทำการทดสอบกับเครื่องอบแห้งใบชาเขียวด้วยระบบสุญญากาศโดยมีการปรับอุณหภูมิและเวลาต่าง ๆ กันโดยกำหนดให้ปริมาณของผลิตภัณฑ์ที่นำมาอบแห้งในแต่ละครั้งนั้นคงที่ เพื่อที่จะได้หาความสัมพันธ์อุณหภูมิกับเวลาในการทำงานที่เหมาะสมที่สุด เพื่อนำข้อมูลที่ได้นี้ไปเป็นข้อมูลจำเพาะให้กับเครื่องอบแห้งใบชาเขียวด้วยระบบสุญญากาศที่สร้างขึ้น ในการทด สอบ หาค่าตัวแปรที่เหมาะสมของเครื่อง ฯโดยใช้เครื่องมือวัดความชื้นซึ่งตัวแปรที่ทำการทดสอบและทำการวัดนี้จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. ตัวแปรหลัก (object variable) ประกอบด้วย

- อุณหภูมิเริ่มต้นของเครื่องอบ (T_1) ซึ่งจะสัมพันธ์กันกับอุณหภูมิของอากาศภายในเครื่องอบ (Ta_1)
- อุณหภูมิของอากาศทางออก (Ta_2)

- ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศตอนเริ่มต้น ($ø_1$) และความชื้นสัมพัทธ์ทางออกของอากาศ ($ø_2$)
- ความดันในระบบ (vacuum pressure, P)

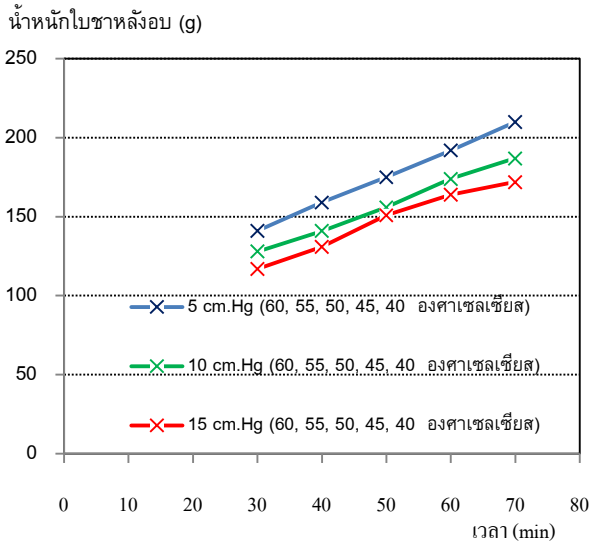
2. ตัวแปรรอง (minor variable) ประกอบด้วย
- อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (T_∞)
- ความเร็วลม (V_∞) ซึ่งส่งผลต่อการสูญเสียความร้อนในรูปการพาความร้อน

3. ตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่สามารถประเมินได้

นอกจากนั้นยังต้องมีการกำหนด ตัวแปรสำคัญที่นำมาวิเคราะห์หาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมในเครื่องอบชาเขียวด้วยระบบสุญญากาศประกอบด้วย

- ความดันสุญญากาศ (P) จะใช้ความดันอยู่ที่ 3 ระดับ ความดันคือ 5 cm.Hg 10 cm.Hg และ 15 cm.Hg
- อุณหภูมิภายในถังอบ (T_2) จะใช้ที่ 40 45 50 55 และ 60 ºC จากการทดสอบค่าความดัน (P) และค่าอุณหภูมิของถังหลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้ได้ความชื้นตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

4.2 ผลการทดสอบ



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักใบชา 600 g กับเวลาในการอบ อุณหภูมิที่อบ และความดันในการอบ

จากรูปที่ 4 หลังจากทดสอบอบใบชาในปริมาณ 400 g 500 g และ 600 g อุณหภูมิในการอบอยู่ในช่วง 40 – 60 °C เพิ่มขึ้นครั้งละ 5 °C และความดันสุญญากาศที่ 5 cm.Hg 10 cm.Hg และ 15 cm.Hg ทำให้ได้ปริมาณของใบชาที่เหมาะสมในการอบแต่ละครั้งคือ 600 g อุณหภูมิในการอบคือ 60 °C และเวลาไม่ควรเกิน 30 นาที จากนั้นจึงทำการทดสอบเพื่อหาปริมาณความชื้นที่เหมาะสมตามเงื่อนไขภายใต้สภาวะ น้ำหนักใบชา 600 g อุณหภูมิอบ 60 °C เวลา 5 ถึง 30 นาที และความดัน 5 cm.Hg 10 cm.Hg และ 15 cm.Hg ตามลำดับโดยมีผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 1 ถึง ตารางที่ 3 และสรุปความสัมพันธ์ของเวลา อุณหภูมิ และความดันต่าง ๆ ในรูปที่ 5

จากการทดสอบการอบใบชาพบว่าภายใต้เวลาที่กำหนดไว้นั่นคือไม่เกิน 30 นาที การอบใบชาที่มีน้ำหนัก 600 g อุณหภูมิอบ 60 °C และ ความดัน 15 cm.Hg จะได้ความชื้นคิดเป็น 80.5 % (มาตรฐานเปียก) และ 4.12 % (มาตรฐานแห้ง) เป็นไปตามตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และมีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน [7]

ตารางที่ 1 การทดสอบอบที่ น้ำหนักใบชา 600 g อุณหภูมิอบ 60 °C และ ความดัน 5 cm.Hg

ลำดับ	*เวลา (min)*	*มวลที่ลดลง (g)*	*% ความชื้นใบชา*
1	*5*	*362*	*60.33*
2	*10*	*347*	*57.84*
3	*15*	*241*	*40.16*
4	*20*	*226*	*36.36*
5	*25*	*210*	*35.00*
6	*30*	*152*	*25.34*

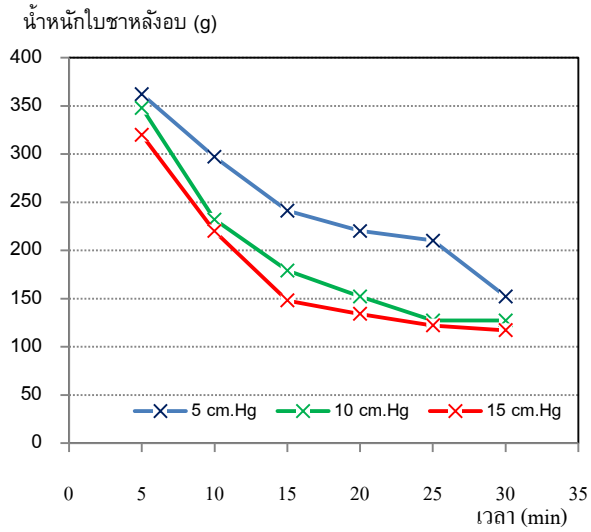
ตารางที่ 2 การทดสอบอบที่ น้ำหนักใบชา 600 g อุณหภูมิอบ 60 °C และ ความดัน 10 cm.Hg

ลำดับ	*เวลา (min)*	*มวลที่ลดลง (g)*	*% ความชื้นใบชา*
1	*5*	*348*	*57.78*
2	*10*	*232*	*38.67*
3	*15*	*179*	*29.84*
4	*20*	*152*	*25.34*
5	*25*	*127*	*21.12*
6	*30*	*127*	*21.12*

ตารางที่ 3 การทดสอบอบที่ น้ำหนักใบชา 600 g อุณหภูมิอบ 60 °C และ ความดัน 15 cm.Hg

ลำดับ	*เวลา (min)*	*มวลที่ลดลง (g)*	*% ความชื้นใบชา*
1	*5*	*320*	*53.33*
2	*10*	*220*	*36.67*
3	*15*	*148*	*24.67*
4	*20*	*134*	*22.33*

5	*25*	*122*	*20.33*
6	*30*	*117*	*19.50*



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักใบชากับเวลาที่อุณหภูมิ 60 °C และความดัน 5,10,15 cm.Hg

4.3 การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์

ต้นทุนในการผลิตเครื่องอบแห้งใบชาเขียวด้วยระบบสุญญากาศมีมูลค่าประมาณ 26,800 บาท ต้นทุนใบชาเขียวสด 1 kg ราคา 7.5 บาท (1 ตัน = 7,500 บาท ที่มา : มหาวิทยาลัยการเกษตรแม่โจ้ วิทยาเขตสันทราย) กำลังไฟฟ้ารวม 1,400 W ค่าพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 3.5 บาท/kWh ราคาใบชาเขียวอบแห้ง 120 บาท/kg (ที่มา : ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากโครงการในพระราชดำริดอยตุง) ส่วนใบชาที่ได้จากการทดสอบจะใช้ที่ ราคา 100 บาท/kg ถ้าผู้ประกอบการทำงาน 6 hr/วัน 280 วัน/ปี และกำลังการผลิตของเครื่องเท่ากับ 0.24 kg/hr คิดเป็นรายได้จากใบชาหลังการอบเท่ากับ 37 ,296 บาท/ปี ค่าใช้จ่ายรายปีประกอบด้วยค่าไฟฟ้า 8 ,232 บาท/ปี ค่าบำรุงรักษาคิดที่ร้อยละ 5 ของต้นทุนราคาเครื่องหรือ 1,340 บาท/ปี ดังนั้นรายได้สุทธิหลังหักค่าใช้จ่ายจะมีค่า 27 ,724 บาท /ปี คิดเป็นระยะเวลาคืนทุนประมาณ 0.97 ปี

5. สรุปผลการทดสอบ

เครื่องอบแห้งใบชาเขียวด้วยระบบสุญญากาศ ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น มีองค์ประกอบของโครงสร้างหลักที่ทำจากเหล็กกล่อง SS ขนาด 400ของหน้าตัดมีความกว้าง 25 mm สูง 38 mm และหนา 2 mm ส่วนชุดต้นกำลังจะใช้มอเตอร์ กระแสสลับขนาด 0.5 แรงม้า การสร้างสุญญากาศให้กับระบบจะใช้ปั๊มชนิดโรตารี่แบบแผ่นเวน ชุดป้อนใบชาและชุดตะแกรงและถังอบทำจากสแตนเลสสตีลรหัส 304 การทำความร้อนในการอบจะใช้ฮีตเตอร์ขนาด 500 W ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 Φ 220 V.พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 1,400 W ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของถังอบ 320 mm มีน้ำหนักสุทธิ 54 kg ชุดควบคุมอุณหภูมิที่ใช้เทอร์โมคับเปิ้ล Type K พร้อมกับอุปกรณ์ควบคุมเวลาการทำงาน

จากการทดสอบโดยการปรับค่าความดันสุญญากาศ , อุณหภูมิในการอบและเวลาในการอบ พบว่า ที่ความดันคงที่ 15 cm.Hg (vacuum) อุณหภูมิถังอบตั้งไว้ที่ 60 °C ปริมาณใบชาเขียว 600 g ที่เวลาในการอบ 30 นาที ปริมาณของใบชาหลังการอบเท่ากับ 117 g คิดเป็นร้อยละของความชื้นของใบชาที่ลดลงเท่ากับ 19.50 จะได้ความชื้นของใบชาเขียวต่อการอบคิดเป็น 80.5 % (มาตรฐานเปียก) และ 4.12 % (มาตรฐานแห้ง) เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กำหนด และมาตรฐานชุมชนชา ความสามารถในการระเหยน้ำออกจากใบชา คิดเป็น 0.85 kg/hr อัตราการผลิต ในสภาวะใบแห้ง แห้งสูงสุด 0.24 kg/hr ถ้าผู้ประกอบการทำงานวันละ 6 ชั่วโมง ระยะเวลาการคืนทุนจะอยู่ที่ 0.97 ปี

เอกสารอ้างอิง

[1] กรมส่งเสริมการเกษตร “ชา” เอกสารอัดสำเนา กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,กรุงเทพมหานคร,2546

[2] พรพล รมย์นุกูล “การถนอมอาหาร ” กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2545.

[3] สมพร อริยะมงกุฎ “เครื่องอบแห้งพริกขี้หนู” ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548

[4] เสกสรร วินยางค์กูล และคณะ, 2551, “การออกแบบและสร้างเครื่องอบแห้งไล่ความชื้นในยอดใบชาโดยรังสีอินฟาเรด” การประชุมเครือข่ายวิศวกรรมเครื่องกลแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 22, 15-17 ตุลาคม 2551, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต จังหวัด ปทุมธานี

[5] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 2540, การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท ,มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพ, 338 หน้า

[6] อภิรักษ์ สวัสดิ์กิจ และคณะ, 2551, “การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจากขี้เถ้าแกลบผสมซังข้าวโพดและกะลามะพร้าวด้วยเทคนิคเอ็กซ์ทรูชั่นโดยใช้แป้งเปียกเป็นตัวประสาน ” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิจัยของสถาบันอุดมศึกษา , 17 – 19 มกราคม 2551 โรงแรมโซฟิเทล ราชาออคิด จังหวัดขอนแก่น

[7] สำนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.), 2549,“ประกาศมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนชา”,สมอ., กรุงเทพฯ,หน้า 1-7