

การวิจัยและพัฒนาเครื่องอบไอน้ำชาเขียว (*Camellia sinensis* L. Kuntz.)

ระดับเกษตรกร

Research and Development on Green Tea (*Camellia sinensis* L. Kuntz.)

Steamer at Farmer Level

เกรียงศักดิ์ นักผูก^{1/}

Kiangsak nukpook^{1/}

ชวนชื่น เดี่ยววิไล^{2/}

Chuancheun diawwilia^{2/}

ABSTRACT

The process of green tea production steam is rather new for the Thais and is not currently under practice in farmer's level. The research was to test and develop green tea steamer which was consisted of two components namely a box shape boiler and green tea steamer. A box shape boiler having combustion chamber was as a fits base and a smoke collecting chamber was on top of the boiler. Inside the boiler there were set of 21 tubes connect between walls of the combustion chamber and the wall of the smoke collecting chamber. The boiler could produce steam of the volume of 18 kg/h at the steam temperature of 128 °C, using liquefied petroleum gas of 2.2 kg/h. The thermal efficiency was 79%. The green tea steamer consisted of five parts namely a base unit, an upper structure, a paddling shaft, a motor (0.4 kw.) and a steaming chamber. The steaming chamber has three parts: a feeder, a steam chamber and a transportation tube. The paddling shaft operates at 120 rpm and the transportation tube rotate at 70 rpm in opposite direction of the paddling shaft. The capacity of the green tea steamer was 23 kg/h with approximate steaming time of 10 - 12 seconds.

Key words: green tea, steamer, steam tea

^{1/} ศูนย์วิจัยวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรมวิชาการเกษตร อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50202

^{1/} Agricultural Engineering Research Institute, Chiang Mai of Agricultural Engineering Research Centre, Department of Agriculture Mueang district, Chiang Mai province 50200

^{2/} สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

^{2/} Office Agricultural and Development Region 1, Department of Agriculture, Mueang district, Chiang Mai province 50200

บทคัดย่อ

กระบวนการผลิตชาเขียวอบไอน้ำยังใหม่สำหรับคนไทย มีขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการแปรรูปคือการอบไอน้ำ แต่ในปัจจุบันยังไม่มีเครื่องมือนี้ใช้ในระดับเกษตรกร ในการวิจัยนี้จึงได้ดำเนินการทดสอบและพัฒนาเครื่องอบไอน้ำชาเขียว มีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ส่วนผลิตไอน้ำและส่วนอบไอน้ำ โดยส่วนผลิตไอน้ำมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ด้านล่างเป็นห้องเผาไหม้ มีท่อไฟติดที่ผนังห้องเผาไหม้ จำนวน 21 ท่อ ผ่านเข้าไปในส่วนต้มน้ำ ปลายของท่อไฟอีกด้านต่อเข้าด้านล่างและด้านข้างของปล่องความร้อนทิ้ง (อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ) สามารถผลิตไอน้ำ โดยไม่เกิดแรงดันสูงไอน้ำที่ออกจากส่วนผลิตไอน้ำอุณหภูมิเฉลี่ย 128 °C. ผลิตไอน้ำได้ 18 กก./ชม. ที่อัตราการสิ้นเปลืองก๊าซหุงต้ม 2.2 กก./ชม. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของส่วนผลิตไอน้ำ 79 % ส่วนที่สองคือส่วนอบไอน้ำ ประกอบด้วย 5 ชั้นคือ โครงสร้างส่วนฐาน, โครงสร้างส่วนบน เพลาลำเลียงใบชา ต้นก่ำลิ่ง (มอเตอร์ขนาด 0.4 กิโลวัตต์) และห้องอบไอน้ำซึ่งประกอบด้วยโครงสร้าง 3 ชั้นคือช่องป้อนใบชา ห้องอบไอน้ำและท่อลำเลียงใบชา เครื่องอบไอน้ำชาเขียวทำงานโดย ท่อลำเลียงกับเพลาลำเลียงหมุนสวนทางกัน ด้วยความเร็ว 70 และ 120 รอบ/นาที และสามารถป้อนใบชาได้ 23 กก./ชม. ใช้เวลาอบไอน้ำประมาณ 10-12 วินาที แล้วใบชาถูกลำเลียงออกมาตามท่อลำเลียงจนสุด ปลายท่อลำเลียงที่ทางออก ได้ใบชาอบไอน้ำ

คำหลัก: ชาเขียว ส่วนผลิตไอน้ำ ชาอบไอน้ำ

คำนำ

ประเทศไทยมีการนำเข้าชาจากต่างประเทศในรูปแบบผลิตภัณฑ์ชาจำนวน 1,935 ตัน มูลค่า 144.32 ล้านบาท ทั้งที่ปัจจุบันประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกชา 113,364 ไร่ ที่จ.เชียงราย เชียงใหม่ ลำปางแพร่และแม่ฮ่องสอน โดยเป็นชาสด 61,557 ตัน ชาอัสสัม 84% ชาจีน 16% และมีการส่งออกในรูปแบบชาแห้งและผลิตภัณฑ์ชาปริมาณ 6,240 ตัน มูลค่า 388 ล้านบาท แต่พบว่าผลตอบแทนสุทธิในกลุ่มชาอัสสัม 3,970 บาท/ไร่ ชาจีน 13,939 บาท/ไร่ (นิรนาม 2551) เพราะชาที่ผลิตได้ในประเทศยังมีคุณภาพไม่ตรงตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งปัจจุบันยังขาดขบวนการและขั้นตอนในการผลิตที่มีประสิทธิภาพในการผลิตชาแต่ละชนิดต้องมีพื้นที่ที่เหมาะสม เช่น ยอดชาอัสสัมเหมาะสำหรับแปรรูปเป็นชาฝรั่ง ส่วนยอดชาในกลุ่มชาจีนเหมาะสำหรับการแปรรูปเป็นชาใบ ซึ่งรวมทั้งชาจีนและชาเขียว (*Camellia sinensis* L. Kuntz.) แต่ส่วนใหญ่เกษตรกรจะผลิตชาต่างๆจากยอดชาพันธุ์พื้นเมือง (ชาลูกผสมระหว่างชาอัสสัมและชาจีน) ซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์ชาที่ได้มีคุณภาพต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งชาจีน ส่วนผลิตภัณฑ์ชาเขียว มีการผลิตในประเทศน้อยมาก ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค และขบวนการผลิตชาชนิดนี้ยังใหม่สำหรับคนไทย ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการแปรรูปมีราคาสูง และพันธุ์ชาที่ใช้สำหรับ

การแปรรูปยังไม่แพร่หลายในกลุ่มผู้ปลูกชา มีปลูกเฉพาะงานวิจัยเท่านั้น เครื่องต้มชาเขียวเป็นเครื่องต้มเพื่อสุขภาพที่กำลังเป็นที่นิยมในประเทศไทย โดยสุวัฒน์ (2547) คาดว่าบริษัท โออิชิกรุป สามารถทำผลกำไรสุทธิได้จากเครื่องต้มชาเขียวมากถึง 312 ล้านบาท มีส่วนแบ่งของตลาดอยู่ 38% รองจากบริษัทยูนิฟ 48% และมียอดขายสูงถึง 22.95 ล้านบาท/เดือน และครันย์ (2547) คาดว่าปริมาณการบริโภคชาเขียวจะเพิ่มขึ้นถึง 277% ในปี พ.ศ. 2547 น่าจะมีการเติบโตสูงเหมือนญี่ปุ่นและไต้หวัน

สมพลและคณะ (2547) ได้สร้างเครื่องอบไอน้ำชาเขียว มีลักษณะเป็นตะแกรงทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2 ม ยาว 1.2 ม. หมุนด้วยความเร็วรอบ 10 รอบ/นาที แกนเพลลาหมุนด้วยความเร็วรอบ 100 รอบ/นาที ในทิศทางตรงกันข้ามกับการหมุนของกระบอก ในการทดสอบพบว่าใบชาติดค้างอยู่ภายในเครื่องเป็นจำนวนมากและสุกเกินไป

ดังนั้นจึงต้องทำการทดสอบและพัฒนาเครื่องอบไอน้ำชาเขียว เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆที่พบจากต้นแบบชุดเดิมทำให้ได้ต้นแบบใหม่ที่สามารถอบไอน้ำเพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชันของโพลีฟีนอล (polyphenol) ทำให้ชาคงสภาพเป็นสีเขียว เพราะชาที่สุกจนเหลืองหรือไม่สุกเป็นชาที่ไม่สามารถทำเป็นชาเขียวได้เป็นสาเหตุที่ต้องดำเนินการวิจัยนี้ รวมทั้งสร้างองค์ความรู้ที่สามารถถ่ายทอดให้แก่เกษตรกร ในแต่ละแหล่งปลูกได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสม

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยนี้ดำเนินการโดย สํารวจเก็บข้อมูลวิเคราะห์ข้อมูล และการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกลในทางวิศวกรรม เพื่อพัฒนาเครื่องต้นแบบเดิมของสมพลและคณะ (2547) ให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานได้อย่างเหมาะสม มีขั้นตอนการดำเนินงานคือ

1. ศึกษาเทคโนโลยีวิทยาการ การเก็บเกี่ยวชาที่ทำกันอยู่ในปัจจุบันโดยการตรวจสอบเอกสาร

2. เนื่องจากเครื่องต้นแบบเดิมยังไม่มีส่วนผลิตไอน้ำ จึงใช้ถังน้ำมันขนาด 200 ล. เจาะรูต่อสายยางเข้าส่วนอบไอน้ำชาเขียว ซึ่งสามารถผลิตไอน้ำได้น้อยและอุณหภูมิไอน้ำที่ได้ประมาณ 98 °C. เพราะสถานที่ทดลองอยู่บนที่สูงที่ส่วนย่อยโปร่งน้อย ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ จึงได้ดำเนินการออกแบบส่วนผลิตไอน้ำแบบท่อไฟ เพื่อผลิตไอน้ำที่ความดันบรรยากาศ ใช้วิธีการอนุรักษ์พลังงานในการออกแบบ โดยนำความร้อนที่เหลือจากการต้มน้ำมาใช้ในการดองไอน้ำในท่อความร้อนทิ้ง

- 2.1 ออกแบบท่อทิ้งความร้อน ตามแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องคือ ทฤษฎีอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน (ธนาคม, 2547) โดยมีของไหลที่อุณหภูมิสูงถ่ายเทความร้อนให้แก่ของไหลที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนที่ใช้นี้เป็นแบบของไหลไม่สัมผัสกันโดยตรง (indirect contact type) สามารถผลิตไอน้ำได้ประมาณ 15 กก./ชม. ที่อุณหภูมิไม่ต่ำ

กว่า 120 °ซ. และอุณหภูมิความร้อนไม่ถึงไม่เกิน 300 °ซ.

2.2 สร้างต้นแบบเพื่อทดสอบเก็บข้อมูล คำนวณประสิทธิภาพของส่วนผลิตไอน้ำ โดยมี ตัวแปรสำคัญคือมวลของน้ำ มวลของไอน้ำ ค่า ความร้อนของเชื้อเพลิง ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของส่วนผลิตไอน้ำ (ตระการ, 2537) อุณหภูมิของน้ำที่เข้าและออกส่วนผลิตไอน้ำ

3. ศึกษาพัฒนาเครื่องอบไอน้ำชาเขียว โดยนำเครื่องต้นแบบเดิมมาใช้ในการทดสอบหา ข้อบกพร่องต่างๆ เพื่อทำการแก้ไขปรับปรุงให้ ส่วนอบไอน้ำชาเขียวสามารถอบไอน้ำชาเขียวได้ ตามต้องการโดยทำการปรับระยะห่างใบลำเลียง กับผนังกระบอกลำเลียง ปรับใบลำเลียงให้เป็น มุมปิด และทดสอบหาความเร็วรอบเพลาลำเลียง กับท่อลำเลียงที่เหมาะสม โดยทำการเปลี่ยนชุด เฟืองโซ่ที่ขับเพลาลำเลียงและท่อลำเลียง ขนาดต่างๆ

4. ประกอบโครงสร้างส่วนผลิตไอน้ำ และส่วนอบไอน้ำชาเขียวต้นแบบตัวใหม่ ที่แก้ไข ข้อบกพร่องต่างๆที่พบจากต้นแบบชุดเดิม

5. ทดสอบเครื่องต้นแบบตัวใหม่ และ เก็บข้อมูลการทดสอบเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ความสามารถการทำงานของเครื่องอบไอน้ำชาเขียว

ผลการทดลองและวิจารณ์

ผลิตภัณฑ์ชาใบ มีพันธุ์ชาสำหรับแปรรูป เป็นผลิตภัณฑ์ชาจีนได้แก่ สายพันธุ์ชินชิงเบอร์ 12 สายพันธุ์ฮูหลงก้านอ่อน สายพันธุ์ชินชิง ฮูหลง สายพันธุ์ลีเถิดู สายพันธุ์ทิกวนอิม และ สำหรับแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชาเขียวได้แก่ สาย

พันธุ์ยาบูกิตะ สายพันธุ์ชายามะคาโอริ สายพันธุ์ โออิวาสะะ สายพันธุ์แม่จอนหลวงเบอร์ 2 สาย พันธุ์แม่จอนหลวงเบอร์ 3 สายพันธุ์ฝางเบอร์ 4 เพื่อให้ได้คุณภาพและปริมาณจำเป็นต้องมีการ เก็บที่ถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งในการเก็บ สามารถเก็บได้หลายวิธีคือ (สมพล,2553)

1. การเก็บชาโดยเครื่องจักรที่เหมาะสม สำหรับสวนที่มีขนาดใหญ่ หรือสวนที่ปลูกชาใน พื้นที่ที่สามารถใช้เครื่องทุ่นแรงได้ การเก็บชา ด้วยวิธีนี้ไม่สามารถเลือกขนาดของชาได้ การที่จะได้ชาที่มีคุณภาพจำเป็นต้องอาศัยการจัดการ ระบบในสวนชาที่ดีเป็นอย่างยิ่ง เช่น ในประเทศ ญี่ปุ่น หลังจากทำการตัดแต่งในช่วงเดือน ตุลาคม-พฤศจิกายน ชาจะพักตัว และเริ่มแตก ยอดใหม่ประมาณเดือนมีนาคม ยอดใหม่นี้จะเก็บ เกี้ยวได้ในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการจัดการสวนชาด้วยวิธีนี้ จำเป็นต้องมีช่วงเวลา ในการจัดการดูแลรักษา ด้านต่างๆ ที่แน่นอน สำหรับการดูแลรักษาสวน ชาที่ดีย่อมส่งผลให้ผลผลิตสูง และมีคุณภาพ วัตถุดิบเหมาะสำหรับการแปรรูปเป็นชาชั้นดีชนิด ต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพชาที่ยังขึ้นอยู่กับ กระบวนการแปรรูปด้วย (Figure 1 a)

2. การเก็บชาโดยการใช้กรรไกรตัด วิธี การนี้นิยมใช้ในสวนชาขนาดเล็ก หรือสวนชาที่ ปลูกตามไหล่เขาซึ่งไม่สะดวกต่อการใช้เครื่องจักร การเก็บชาด้วยวิธีนี้สามารถเก็บยอดได้มากกว่า การเก็บด้วยมือ แต่ไม่สามารถเลือกขนาดของชา ได้ สามารถเก็บได้ประมาณ 60-100 กก./วัน (Figure 1 b)



a



b



c

Figure 1 a. Harvesting tea by tractor (a)
by shears (b) and by hand (c)

3. การเก็บชาโดยการใช้มือเด็ดเป็นวิธีการนี้นิยมใช้ในส่วนชาขนาดเล็ก ส่วนชาที่ปลูกตามไหล่เขา ซึ่งไม่สะดวกต่อการใช้เครื่องจักรหรือสวนชาที่ต้องการผลิตชาคุณภาพสูงและมีราคาแพง การเก็บชาโดยวิธีนี้ทำให้สามารถเลือกขนาดของชาได้ แรงงานที่เก็บต้องมีความรู้และความชำนาญในการเก็บชา และสามารถเลือกชาที่มีคุณภาพดีไปทำการผลิตชาคุณภาพดีได้ แต่อย่างไรก็ตามแรงงานที่ว่านี้อัตราค่าจ้างจะสูงและสามารถเก็บได้ประมาณ 10-15 กก./วัน ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงตามไปด้วย นอกจากนี้การเก็บชาด้วยมือ ทำให้ความสูงของทรงพุ่มชาหลังการเก็บยอดไม่สม่ำเสมอ ยากแก่การเก็บยอดในครั้งต่อไป (Figure 1 c)

สำหรับการเก็บชาในประเทศไทยเป็นการเก็บโดยใช้มือเด็ดเพราะพื้นที่ปลูกเป็นไหล่เขา และในการทดสอบเครื่องอบไอน้ำชาเขียว ใช้ชาจีนเบอร์ 12 เก็บด้วยมือ ลักษณะคือใช้ยอดอ่อน 1 ยอดตูม 3-4 ใบบาน เพื่อแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชาเขียว

ผลการออกแบบสร้างส่วนผลิตไอน้ำเพื่อผลิตไอน้ำที่ความดันบรรยากาศใช้วิธีการอนุรักษ์พลังงานในการออกแบบ โดยใช้แนวคิดการนำความร้อนทั้งกลับมาใช้ประโยชน์ คือการนำความร้อนที่ปล่อยระบายความร้อนทั้งกลับมาใช้ในการดองไอน้ำ เป็นการนำเทคนิคการจับคู่ที่เหมาะสมระหว่างกระแสความร้อนอุณหภูมิสูงและกระแสความร้อนต่ำ (Pinch technology) มาปรับใช้ในการออกแบบ (วชิรพงษ์, 2547) ส่วนผลิตไอน้ำมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมขนาด

0.600x0.600x0.600 ม. (Figure 2 a) ด้านล่าง ออกแบบเป็นห้องเผาไหม้ มีท่อไฟติดที่ผนังห้องเผาไหม้จำนวน 21 ท่อ ทะลุผ่านเข้าไปในส่วนผลิตไอน้ำ ปลายของท่อไฟอีกด้านต่อเข้าด้านล่าง และด้านข้างปล่องความร้อนทิ้ง ที่ออกแบบเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนแบบเปลือกและท่อ (shell and tube) โดยให้เปลือกเป็นปล่องความร้อนทิ้ง ปลายด้านที่อยู่ในส่วนผลิตไอน้ำปิด ส่วนปลายด้านนอกเปิดระบายความร้อนทิ้งออกไปยังบรรยากาศภายนอก และมีท่อขนาด 25.4 มม. จำนวน 2 ท่อ (Figure 2 b) อยู่ภายในปล่องความร้อนทิ้ง ปลายท่อด้านในส่วนผลิตไอน้ำเปิดให้ไอน้ำไหลเข้า และปลายอีกข้างเปิดไว้ต่อสายยาง เพื่อนำไอน้ำไปใช้ในการอบใบชาภายในส่วนอบไอน้ำชาเขียว

หลักการทํางาน คือนํ้าในส่วนผลิตไอน้ำถูกทำให้ร้อนโดยการต้ม ความร้อนที่เหลือจากการต้มจะไหลตามท่อไฟไปรวมกันที่ท่อความร้อนทิ้งก่อนถูกปล่อยออกที่ปลายปล่องระบายความ

ร้อนทิ้ง (Figure 2 b) ที่ปล่องความร้อนทิ้งเป็นเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน ระหว่างไอน้ำเป็นของไหลอุณหภูมิต่ำและความร้อนทิ้งเป็นของไหลแหล่งอุณหภูมิสูง ไอน้ำถูกทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นจากความร้อนทิ้งภายในท่อความร้อนทิ้งนี้ ผลการทดสอบพบว่าสามารถผลิตไอน้ำโดยไม่เกิดแรงดันสูง อุณหภูมิที่ปล่องความร้อนทิ้งเฉลี่ย 227 °ซ. อุณหภูมิภายในหม้อต้มเฉลี่ยคงที่อยู่ที่ 100 °ซ. ไอน้ำที่ออกจากส่วนผลิตไอน้ำอุณหภูมิเฉลี่ย 128 °ซ. และความสามารถในการผลิตไอน้ำประมาณ 18 กก./ชม. ที่อัตราการสิ้นเปลืองก๊าซหุงต้ม 2.2 กก./ชม. ประสิทธิภาพเชิงความร้อนของส่วนผลิตไอน้ำ 79 %

ผลการทดสอบการทํางานของเครื่องต้นแบบเดิม โดยนํ้าเครื่องต้นแบบของสมพลและคณะ (2547) ที่ได้ออกแบบสร้างไว้มาใช้ในการทดสอบ พบว่าใบชาที่ถูกอบไอน้ำไปติดที่ผนังท่อลำเลียงใบชาเป็นจำนวนมาก เนื่องจากปลายของใบลำเลียงกับผนังกระบอกลำเลียงมีระยะห่างกัน

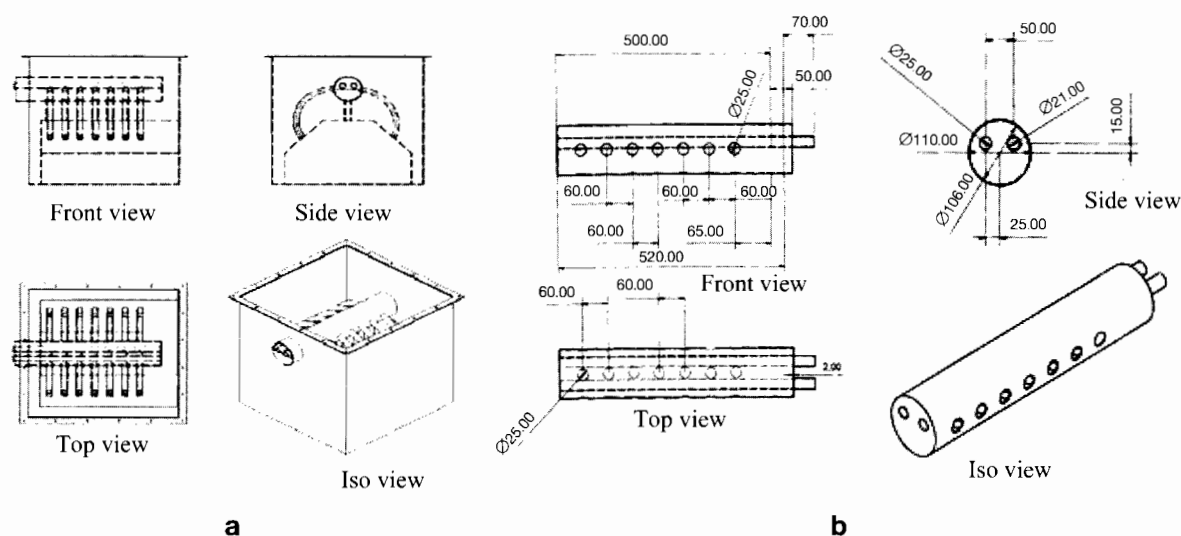


Figure 2. Production steam part: boiler water part (a) and smoke collecting chamber (b)

มากเกินไป (0.01 ม.) และความเร็วของท่อลำเลียงมีความรอบต่ำเกินไป ไม่สามารถเหวี่ยงใบชาที่ติดบนผนังของท่อให้หลุดได้ ประกอบกับอัตราการป้อนใบชาที่สูงเกินไป (50 กก./ชม.) ทำให้ใบชาสะสมกันเป็นก้อนทำให้มีความร้อนสะสมภายในก้อนใบชา ส่งผลให้การระบายความร้อนออกจากก้อนใบชาช้า และการลำเลียงใบชาออกมาช้าเกินไป เพราะความเร็วรอบของท่อลำเลียงและเพลาลำเลียงมีความเร็วรอบต่ำ (10 และ 100 รอบ/นาที) เป็นเหตุทำให้ใบชาสุกจนเกินไปมีสภาพออกมาเป็นสีเหลือง หรือถ้าหากมีก้อนชาติดที่ปลายใบลำเลียงอัดแน่น กับผนังท่อลำเลียงมากจนทำให้เพลาลำเลียงมีภาระด้านการหมุนของเพลาส่ง ส่งผลให้สายพานส่งกำลังระหว่างมอเตอร์กับชุดเฟืองทดลิ้นไกลเป็นสาเหตุให้เกิดความร้อนสูงจนสายพานไหม้

ผลการออกแบบสร้างต้นแบบส่วนอบไอน้ำ ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบชุดเดิมที่พบข้อบกพร่องที่กล่าวมาข้างต้น จึงได้ทำการแก้ไขโดยทดสอบปรับระยะห่างระหว่างปลายของใบลำเลียงกับผนังกระบอกลำเลียง ความเร็วรอบของท่อลำเลียงและเพลาลำเลียงที่เหมาะสม หลังจากทดสอบหาทางแก้ไขได้แล้ว จึงได้นำมาใช้ในการปรับปรุงส่วนอบไอน้ำชุดใหม่โดยออกแบบและสร้างขึ้นใหม่มีส่วนประกอบ 5 ชิ้น

1. โครงสร้างส่วนฐาน ทำด้วยเหล็กกล่องขนาด 0.045x0.025x0.001 ม. มีขนาดกว้าง 0.44 ม. ยาว 0.1.01 ม. สูง 0.59 ม. สำหรับยึดโครงสร้างส่วนบน (Figure 3 a)

2. โครงสร้างส่วนบน ทำด้วยเหล็ก

กล่องขนาด 0.03x0.03x0.001 ม. มีขนาดกว้าง 0.375 ม. ยาว 0.1.80 ม. สูง 0.235 ม. สำหรับยึดชุดอบไอน้ำ (Figure 3 b)

3. เพลาลำเลียง แยกออกเป็นสองส่วน ส่วนที่เป็นเพลาส่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.025 ม. ยาว 0.36 ม. บนเพลาดัดใบเกลียวส่งใบชาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.02 ม. เลี้ยวไปบนเพลายาว 0.012 ม. ที่ปลายด้านนอกติดเฟืองโซ่เบอร์ 40 จำนวน 35 ฟัน ปลายอีกด้านติดหัวต่อเพลาลักษณะหน้าตัดสี่เหลี่ยมขนาด 0.036 x 0.036 ม. ยาว 0.036 ม. ไว้สำหรับต่อเพลาลำเลียงเข้า เพลาลำเลียงมีหน้าตัดสี่เหลี่ยมกลวงขนาด 0.038 x 0.038 x 0.001 ม. ยาว 1.520 ม. บนผนังของเพลาดัดฐานยึดใบลำเลียงลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด 0.038 x 0.038 ม.หนา 0.004 ม. ติดเรียงเป็นเกลียวรอบแกนเพลาลายอีกด้านเชื่อมต่อเข้ากับเพลานาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.025 ม. ยาว 0.137 ม. และใบลำเลียงใบชา เป็นใบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดกว้าง 0.037 ม. ยาว 0.112 ม. หนา 0.003 ม. บิดเป็นมุม 30° ปลายด้านที่ยึดติดกับเพลามีร่องสะไลด์ในแนวยาว ๆ 0.025 ม. กว้าง 0.006 ม. ระยะห่างระหว่างร่องทั้งสอง 0.02 ม. เพื่อสะดวกในการปรับระยะห่างระหว่างปลายใบลำเลียง กับผนังกระบอกลำเลียงให้ชิดกันมีระยะห่างประมาณ 0.003-0.005 ม. (Figure 3 c)

4. ต้นกำลังและระบบส่งกำลัง (Figure 4) ต้นกำลังใช้มอเตอร์ขนาด 0.377 กิโลวัตต์ เดิมที่มอเตอร์ติดพูลเลย์รองบีขนาด 0.178 ม. ส่งกำลังไปยังชุดเฟืองทดมีอัตราทด 40:1 ติดพูลเลย์

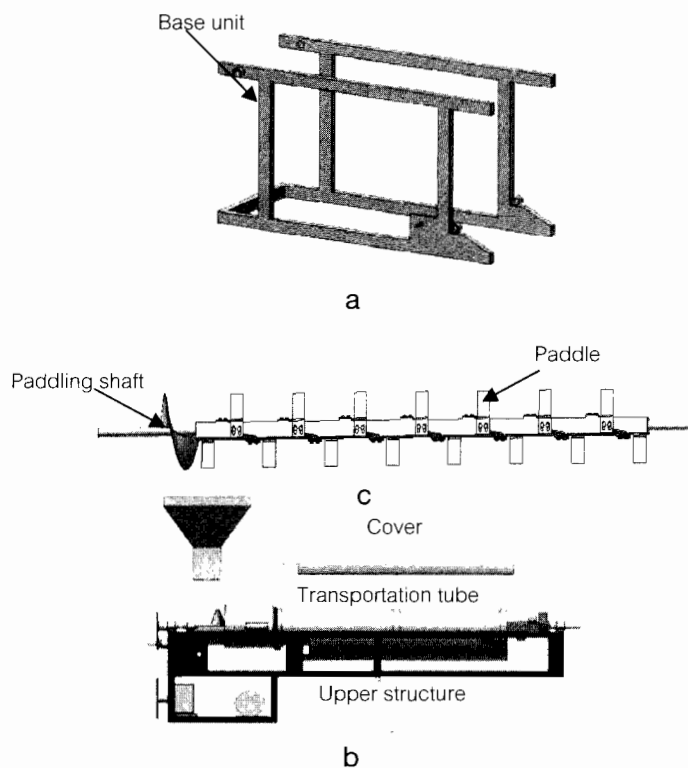
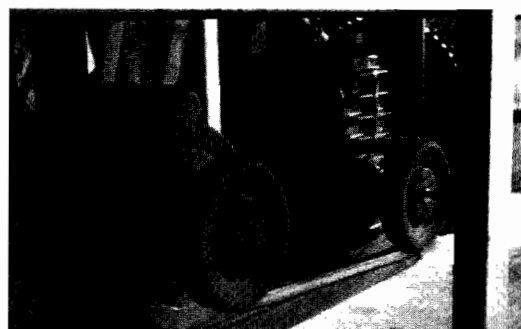


Figure 3. Main structure: base unit (a), paddling shaft by tea (b) and upper structure (c)

รองรับขนาด 0.076 ม. และชุดเฟืองทดติดเฟืองโซ่เบอร์ 40 จำนวน 58 ฟัน ส่งกำลังไปขับเพลาลำเลียง ติดเฟืองโซ่เบอร์ 40 จำนวน 12 ฟัน เพลาชับท้อลำเลียง ที่ปลายด้านนอกติดเฟืองโซ่เบอร์ 40 จำนวน 58 ฟัน จากการทดสอบหาความเร็วรอบที่เหมาะสมโดยเปลี่ยนเฟืองโซ่ชุดใหม่เป็นชุดเฟืองทดติดเฟืองโซ่เบอร์ 40 จำนวน 58 ฟัน ส่งกำลังไปขับเพลาลำเลียง ติดเฟืองโซ่เบอร์ 40 จำนวน 15 ฟัน กับเพลาชับท้อลำเลียงติดเฟืองโซ่เบอร์ 40 จำนวน 25 ฟัน ในการออกแบบสร้างต้นแบบตัวใหม่ได้ใช้มอเตอร์ขนาด 0.377 กิโลวัตต์ ที่มอเตอร์ติดพูลเลย์รองรับขนาด 0.102 ม. และชุดเฟืองทดติดพูลเลย์รองรับ



a



b

Figure 4. Power transfer system: belt and pulley (a) and chain and sprocket (b)

ขนาด 0.102 ม. ชุดเฟืองทดมีอัตราทด 20:1 (Figure 4 a) และจากชุดเฟืองทดติดเฟืองโซ่เบอร์ 40 จำนวน 58 ฟัน ส่งกำลังไปขับเพลาลำเลียง ติดเฟืองโซ่เบอร์ 40 จำนวน 35 ฟัน กับเพลาชับท้อลำเลียง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.019 ม. ยาว 0.70 ม. ที่ปลายด้านนอกติดเฟืองโซ่เบอร์ 40 จำนวน 15 ฟัน จากปลายนอกระยะ 0.60 ม. ติดเฟืองส่งกำลังเส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ 0.07 ม. จำนวน 14 ฟัน (Figure 4 b) เพื่อส่งกำลังขับให้ชุดท้อลำเลียงที่ติดเฟืองเส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ 0.222 ม. จำนวน 52 ฟัน หมุนในทิศทางสวนกันกับชุดเพลาลำเลียง

5. ห้องอบไอน้ำประกอบด้วยโครงสร้างหลักสำคัญ 3 ชั้น

5.1 ห้องอบไอน้ำ มีลักษณะเป็นเปลือกทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.26 ม. ยาว 0.22 ม. ด้านข้างมีรูไว้ต่อเข้ากับสายยางส่งไอน้ำทั้งสองด้าน ภายในห้องอบไอน้ำมีท่อลำเลียงชั้นบนซ่อนอยู่ภายใน เพื่อลำเลียงไอน้ำที่ถูกลบแล้วออกจากห้องอบไอน้ำ ด้านยาวเลยส่วนที่เป็นห้องอบไอน้ำเป็นทรงกระบอกผ่านครึ่งบนออกยาว 0.130 ม. เพื่อทำที่ยึดติดช่องป้อนใบชา (Figure 5)

5.2 ท่อลำเลียง ทำด้วยตระแกรงเหล็กกล้าไร้สนิม มีรูตระแกรงเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. ประกอบด้วย 2 ชั้นคือ ท่อลำเลียงชั้นบนมีวนเป็นทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.20 ม. ยาว 0.22 ม. ที่ปลายมีเฟืองเส้นผ่านศูนย์กลางพิทช์ 0.22 ม. จำนวน 52 ฟัน ติดอยู่เป็นปลายที่สวมต่อเข้ากับท่อลำเลียงชั้นล่าง ที่มีลักษณะมีวนเป็นทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.198 ม. ยาว 1.14 ม. (Figure 5)

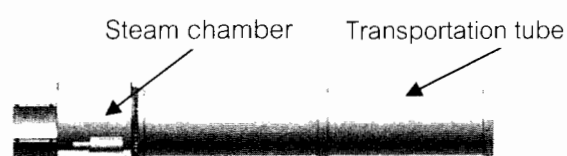


Figure 5. Steam chamber and transportation tube

5.3 ช่องป้อนใบชา ทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม มีลักษณะทรงกรวยสี่เหลี่ยม ด้านบนเป็นช่องป้อนมีขนาด 0.405x0.405 ม ปีบรีวลดขนาดลงมา เป็นช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาด

0.22 x 0.13 ม. สูง 0.185 ม. เพื่อยึดต่อเข้ากับช่องป้อนใบชาเข้าห้องอบ (Figure 6) จากที่ได้นำเสนอมาในข้างต้นได้ให้รายละเอียดต่างๆของชิ้นส่วนที่สำคัญของเครื่องอบไอน้ำชาเขียวครบทุกชิ้น ส่วนในตอนท้ายนี้ก็ได้แสดงภาพถ่ายที่ให้รายละเอียดของเครื่องอบไอน้ำที่นำชิ้นส่วนต่างๆมาประกอบขึ้นเป็นเครื่องอบไอน้ำ (Figure 6)

ผลการทดสอบเครื่องอบไอน้ำชาเขียวทำการทดสอบโดยเริ่มจุดเตาเผาไหม้แก๊สทุ้งต้มประมาณ 25 นาที ส่วนผลิตไอน้ำเดือดพร้อมให้ไอน้ำออกมาที่ปลายท่อออก ที่ถูกต่อเข้ากับส่วนอบไอน้ำที่ด้านข้างของห้องอบไอน้ำ เมื่อมีไอน้ำเข้าไปยังห้องอบไอน้ำแล้วเปิดส่วนอบไอน้ำทำงานที่ความเร็วรอบของท่อลำเลียง 70 รอบ/นาที กับเพลาลำเลียง 120 รอบ/นาที และทำการป้อนใบชาลงในช่องป้อน ใบเกลียวที่ติดบนเพลาส่ง จะส่งใบชาจากช่องป้อน เข้าไปสู่ห้องอบไอน้ำ และใช้เวลาในห้องอบไอน้ำประมาณ 10-12 วินาที จากนั้นใบชาถูกลำเลียงออกมาตามท่อลำเลียง โดยมีใบลำเลียงที่ติดบนเพลาลำเลียง ลำเลียงออกมาจนสุดปลายท่อลำเลียงที่ทางออก ใบชาสดที่ใช้ทดสอบก่อนอบไอน้ำได้สุ่มตัวอย่างตรวจความชื้นจำนวน 30 ตัวอย่าง พบว่ามีความชื้นเฉลี่ย 75% (Figure 7a)

การทดสอบที่อัตราการป้อนใบชาที่แตกต่างกันคือ อัตราการป้อน 15 20 25 กก./ชม. พบว่าที่อัตราการป้อน 15-20 กก./ชม. ไม่พบปัญหาในการทำงานของเครื่อง แต่ที่ 25 กก./ชม. พบว่าเครื่องเกิดการสะดุดขณะทำงาน จึงลดอัตราการป้อนลงมาที่ประมาณ 23 กก./ชม.

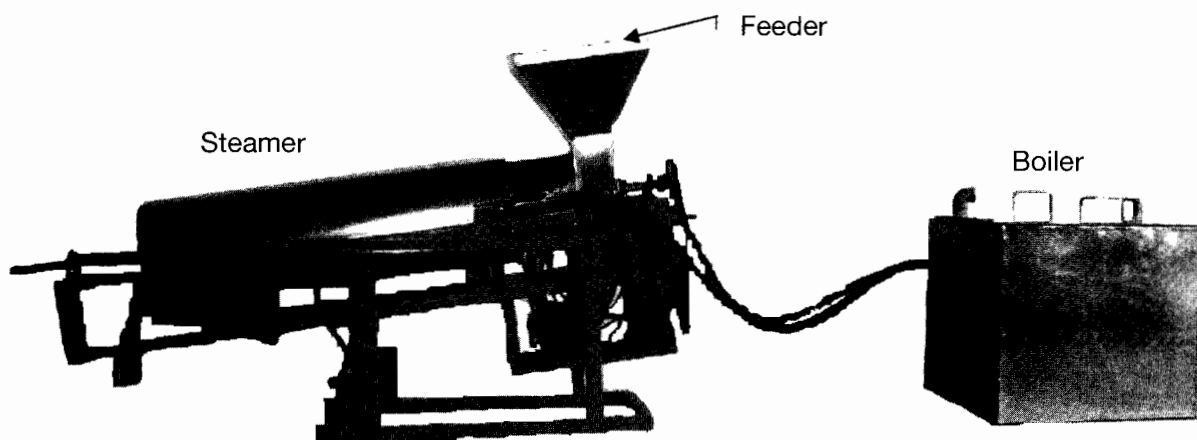


Figure 6. Green tea steamer and production steam part

เครื่องก็สามารถทำงานได้ดีไม่เกิดปัญหาดังกล่าวอีก และยังพบว่าใบชาที่ได้ออกมาจากส่วนอบไอน้ำ มีลักษณะสีเขียวสดสม่ำเสมอ จากการตรวจด้วยสายตา ส่วนความสุกตรวจด้วยการหักก้านตรงปลายระหว่างยอดกับใบแรก ต้องงอพับลงโดยไม่หักขาดจากกันแสดงว่าใบชาสุก (Figure 7 b) หากงอพับลงแล้วหักขาดจากกันแสดงว่าใบชาไม่สุก (Figure 7 c) จากการตรวจสอบนี้ไม่พบใบชาที่ไม่สุก และได้ทำการสุ่มตัวอย่างตรวจความชื้นพบว่ามีความชื้นเฉลี่ย 336% จากนั้นนำใบชาไปนวดลดความชื้นด้วยลมร้อนประมาณ 90 นาที และอบแห้งแบบชั้นบางที่อุณหภูมิ 90-

100 °ซ. เป็นเวลา 2 ชม. ได้ผลิตภัณฑ์ชาเขียวอบไอน้ำ

ในการทำงานนี้ได้ดำเนินการทดสอบและแก้ไขข้อบกพร่องของเครื่องต้นแบบชุดเดิมคือปรับระยะห่างระหว่างปลายของใบลำเลียงกับผนังของท่อลำเลียงใบชาให้ชิดมากขึ้น คือจากเดิมประมาณ 10 มม. ให้ชิดขึ้นอยู่ในช่วงประมาณ 3-5 มม. จัดเรียงใบให้เรียงกันเป็นลักษณะคล้ายเกลียว ทดสอบหาความเร็วรอบของท่อลำเลียงกับเพลาลำเลียงที่ 70 และ 120 รอบ/นาที และอัตราการป้อนใบชาที่เหมาะสมคือ 23 กก./ชม. อีกทั้งในงานนี้ได้ออกแบบ

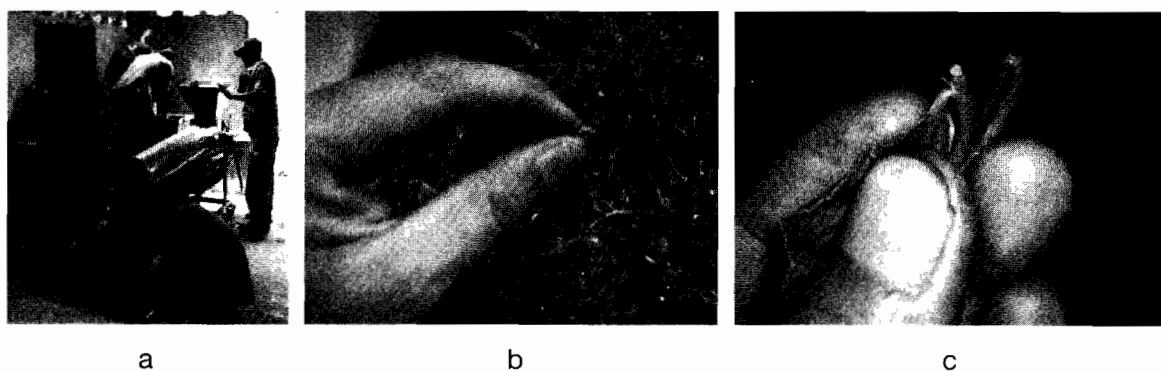


Figure 7. Teat: steamer (a), ripe green tea (b) and unripe green tea (c)

ส่วนผลิตไอน้ำเพิ่มขึ้นมาจากเดิมส่วนผลิตไอน้ำที่ใช้ถึงน้ำมันขนาด 200 ล. สามารถผลิตไอน้ำได้น้อยและอุณหภูมิไอน้ำที่ได้ประมาณ 98 °ซ. เพราะสถานที่ทดลองอยู่บนที่สูง การศึกษานี้ได้ออกแบบส่วนผลิตไอน้ำ และได้ปรับปรุงและพัฒนาส่วนอบไอน้ำขึ้นมาใหม่ ทำให้ได้เครื่องอบไอน้ำชาเขียวที่สามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์และดียิ่งขึ้นกว่าเครื่องต้นแบบชุดเดิม สามารถอบไอน้ำชาเขียวได้สุกพอดีไม่มีส่วนที่ไม่สุกหรือสุกเกินไปปะปนออกมาในการทดสอบ

สรุปผลการทดลอง

1. การเก็บชาในประเทศไทยที่พบเป็นการเก็บโดยใช้มือเด็ด
2. ในการทดสอบเครื่องอบไอน้ำชาเขียวใช้ชาจีนเบอร์ 12 เก็บด้วยมือ ลักษณะคือใช้ยอดอ่อน 1 ยอดตม 3-4 ใบบาน
3. การออกแบบส่วนผลิตไอน้ำ ใช้แนวคิดการนำความร้อนทั้งกลับมาใช้ประโยชน์ได้ส่วนผลิตไอน้ำมีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมด้านล่างเป็นห้องเผาไหม้ และใช้ท่อความร้อนทั้งในการดองไอน้ำ ในการทดสอบพบว่าสามารถผลิตไอน้ำ โดยไม่เกิดแรงดันสูง อุณหภูมิภายในหม้อต้มเฉลี่ยคงที่ 100 °ซ. ไอน้ำที่ได้อุณหภูมิเฉลี่ย 128 °ซ. ผลิตไอน้ำได้ประมาณ 18 กก./ชม. ที่อัตราการสิ้นเปลืองก๊าซหุงต้ม 2.2 กก./ชม. ประสิทธิภาพ เจริญความร้อนของส่วนผลิตไอน้ำ 79%
4. การออกแบบสร้างต้นแบบส่วนอบไอน้ำชาเขียว มีส่วนประกอบหลัก 5 ชั้น

โครงสร้างฐาน โครงสร้างบน เพลาลำเลียง ต้นกำลังกับระบบส่งกำลัง ห้องอบไอน้ำประกอบด้วยโครงสร้างหลักสำคัญ 3 ชั้นคือ ช่องป้อนใบชา มีลักษณะทรงกรวยสี่เหลี่ยม ห้องอบไอน้ำเป็นเปลือกทรงกระบอก ด้านข้างมีรูไว้ต่อเข้ากับสายยางส่งไอน้ำทั้งสองด้าน ภายในห้องอบไอน้ำมีท่อลำเลียงสวมอยู่ และเพลาลำเลียงมีส่วนที่เป็นเพลาส่งต่อเข้ากับเพลาลำเลียง บนผนังของเพลาลำเลียงติดฐานยึดใบลำเลียง ติดเสียงเป็นเกลียวรอบแกนเพลาลำเลียงอีกด้านเชื่อมต่อเข้ากับเพลาลำเลียงเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.025 ม. ยาว 0.137 ม.

5. การทดสอบเครื่องอบไอน้ำชาเขียวชุดท่อลำเลียงกับเพลาลำเลียง หมุนในทิศทางสวนกันด้วยความเร็ว 70 รอบ/นาที และ 120 รอบ/นาที สามารถป้อนใบชาได้ 23 กก./ชม. ใช้เวลาอบไอน้ำประมาณ 10-12 วินาที แล้วใบชาถูกลำเลียงออกมาตามท่อลำเลียง โดยมีใบลำเลียงที่ติดบนเพลาลำเลียงออกมาจนสุดปลายท่อลำเลียงที่ทางออก และตกออกมาจากส่วนอบไอน้ำ มีลักษณะสีเขียวสดสม่ำเสมอจากการตรวจพินิจด้วยสายตา และการสุ่มตรวจความสุกไม่พบก้านชาที่ไม่สุก นับว่าเครื่องอบไอน้ำชาเขียวนี้สามารถทำงานได้สมบูรณ์และดียิ่งขึ้นกว่าเครื่องต้นแบบชุดเดิม

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ คุณบุญช่วย น้อยยะคุณวรวิทย์ ยะกลิ้ง ทีมช่างทุกคนของศูนย์วิจัยเกษตรวิศวกรรมเชียงใหม่ สถาบันวิจัยเกษตร

วิศวกรรม ที่มีส่วนช่วยในการดำเนินงานสร้าง
ต้นแบบพร้อมทั้งทดสอบจนงานนี้แล้วเสร็จ และ
คุณสมพล นิลเวศน์ เจ้าหน้าที่ส่วนย่อยโปร่ง
น้อย และเจ้าหน้าที่ส่วนย่อยแม่จอนหลวง
ศูนย์วิจัยเกษตรเกษตรหลวงเชียงใหม่ ที่ให้ความ
ช่วยเหลือในการปฏิบัติงานทดสอบ รวมทั้ง
อนุเคราะห์ยอดชาในการทดสอบตลอดการวิจัย
และให้คำแนะนำเป็นอย่างดีจนงานนี้แล้วเสร็จ

เอกสารอ้างอิง

ตระการ ก้าวกลิกรรม. 2537. *วิศวกรรมโรง
ไฟฟ้า*. โครงการสนับสนุนเทคนิค
อุตสาหกรรม สมาคมส่งเสริม
เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) ถนนสุขุมวิท
แขวงคลองเตย เขตคลองเตย
กรุงเทพฯ. 356 หน้า.

ธนาคม สุนทรชัยนาคแสง. 2547. *การถ่ายเท
ความร้อน*. บริษัท สำนักพิมพ์ท็อป
จำกัด ถนนสวนสยาม เขตคันนายาว
กรุงเทพฯ. 512 หน้า.

วชิรพงษ์ สาลีสึงห์. 2547. ลดต้นทุนด้วยระบบ
อนุรักษพลังงาน. *Pinch Technology
Productivity World*. 25-28.

นิรนาม. 2551. *ข้อมูลพื้นฐานกิจการเกษตร*.
ศูนย์สารสนเทศการเกษตร สำนักงาน

เศรษฐกิจการเกษตร กระทรวงเกษตร
และสหกรณ์. 97 หน้า.

ศรัณย์ ถวิลหวัง. 2547. *บทวิเคราะห์ บริษัทหลัก
ทรัพย์ ฟาร์อีสท์ จำกัด*. อาคารซี
ทาวเวอร์ แขวงลุมพินี เขตปทุมวัน
กรุงเทพฯ. 6 หน้า.

สมพล นิลเวศน์ ไมตรี แนวพนิช วิบูลย์ เทเพนทร์
และยงยุทธ์ คงชาน. 2547. *รายงาน
ผลการวิจัยเรื่องเติมกลุ่มวิจัย
วิศวกรรมหลังการเก็บเกี่ยว*.
สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม กรม
วิชาการเกษตร 15-17 มีนาคม
2547 ณ โรงแรมการ์เดน ซีวิว
รีสอร์ท จังหวัดชลบุรี. 9 หน้า.

สมพล นิลเวศน์. 2553. *การผลิตชาตามหลัก
เกษตรดีที่เหมาะสม*. ศูนย์วิจัยเกษตร
หลวงเชียงใหม่ สำนักวิจัยและ
พัฒนาการเกษตร เขตที่ 1 กรมวิชา
การเกษตร กระทรวงเกษตรและ
สหกรณ์. 10 หน้า.

สุวัฒน์ ลิ้มไกรลาสศิริ. 2547. *บทวิเคราะห์
บริษัทหลักทรัพย์ กิมเอ็ง (ประเทศ
ไทย) จำกัด*. สำนักงานใหญ่เมอร์
คิวรี กรุงเทพฯ. 8 หน้า.