# การออกแบบและสร้างเตาผึ่งใบชาแบบเป่าลมเย็น โดยใช้พลังงานน้ำ สำหรับชุมชนหมู่บ้านดอยปู่หมื่น อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่

# Designing and Constructing Air Stove for Drying Tea Leaves by Using Hydropower for the Community of Doi Pu Muen Village, Mae Ai District, Chiang Mai Province

*สมหมาย สารมาท[1/] และพิเชษฐ์ ทานิล[2/]*

*Sommai Saramath[1/] and Phiched Thanin[2/]*

**Abstract:** This research was design and construction air stove for withering tea leaves by using a 3-bar water pressure hydropower turbine with 1,300 rpm speed blowing air into the withering chamber with oven dry tea inside a steel mesh layer for placing fresh Assam tea. The tea is dried for about 8 hours and to 70 percent moisture. This method of rolling and drying produced dried tea leaves with better quality than the traditional drying method. The traditional method of natural drying took 18 hours, then panning, rolling and drying respectively. Results of the sensory quality by experts from Chiang Mai Royal Agricultural Research Center showed that the quality of dried tea leaves was better. When put to the tasting test, the tea color scent and taste were better. The sanitary process of drying has been required by the market. According to this improvement, the market price of the dried tea leaves increases from 50 – 70 baht to 70 - 100 baht per kilogram dried leave, and can also increase the production rate in each production cycle in the future.

**Keywords:** Design, withering, assam tea, hydropower, water turbines

[1/]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จ.เชียงใหม่ 50300

[1/]Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Lanna, Chiang Mai 50300, Thailand

[2/]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนอร์ท–เชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50230

[2/]Faculty of Engineering, North-Chiang Mai University, Chiang Mai 50230, Thailand

**บทคัดย่อ**: งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเตาผึ่งใบชาแบบเป่าลมเย็น โดยใช้พลังงานน้ำขับเคลื่อนในขั้นตอนการผึ่งยอดชาสด โดยใช้ความดันน้ำประมาณ 3 บาร์ เป็นต้นกำลังขับกังหันน้ำหมุนใบพัดลมที่ความเร็วรอบประมาณ 1,300 รอบต่อนาที เป่าลมเย็นเข้าเตาผึ่งใบชา โครงสร้างทำจากเหล็กภายในมีตะแกรงเป็นชั้นสำหรับวางยอดใบชาสดใช้ชาพันธุ์อัสสัมผลิตเป็นชาฝรั่งชนิดเส้น ผลจากการใช้เตาผึ่งใบชาโดยใช้พลังงานน้ำขับเคลื่อนใช้เวลาในการผึ่งประมาณ 8 ชั่วโมง ค่าความชื้นที่ระดับ 70 เปอร์เซ็นต์ จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการนวดชาและอบแห้ง ทำให้ได้คุณภาพของชาที่ดีกว่าวิธีการผึ่งแบบเดิมซึ่งเป็นการผึ่งตามธรรมชาติใช้เวลาถึง 18 ชั่วโมง จึงจะนำชาที่ได้ไปคั่วชานวดชาและผึ่งแดดตามลำดับ

จากผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญจากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ พบว่าคุณภาพของใบชาแห้งดียิ่งขึ้น เมื่อนำไปชงและทดสอบด้วยการชิมน้ำชา ลักษณะของน้ำชามีสี กลิ่น รสชาติที่ดีขึ้นเป็นที่น่าพอใจ รวมถึงขั้นตอนการผึ่งมีความสะอาดถูกต้องตามหลักสุขลักษณะอนามัย ยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาไร่ชาดอยปู่หมื่นให้เป็นที่ต้องการของตลาด ได้ราคาสูงขึ้นจากราคาปกติ 50 - 70 บาท เพิ่มขึ้นเป็น 70 - 120 บาทต่อกิโลกรัมชาแห้ง อีกทั้งยังสามารถเพิ่มอัตราการผลิตในแต่ละรอบการผลิตได้

**คำสำคัญ**: การออกแบบ การผึ่ง ชาอัสสัม พลังงานน้ำ กังหันน้ำ

## คำนำ

การบริโภคชาของคนไทยเป็นที่นิยมมาตั้งแต่อดีตในกลุ่มคนไทยที่ตั้งถิ่นฐานทางภาคเหนือของประเทศไทย โดยผลิตภัณฑ์ชาที่ได้รับความนิยมทดแทนและมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ ตามจำนวนประชากรที่เพิ่มมากขึ้น คือ ชาฝรั่ง ทำให้ประเทศไทยต้องนำเข้าผลิตภัณฑ์ชาคุณภาพสูงชนิดต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของตลาดปีละหลายสิบล้านบาท (สัณห์, 2535) ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดในการแปรรูปชาฝรั่ง คือ ขั้นตอนการหมักยอดชาเพราะเป็นขั้นตอนที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีให้เกิดสารประกอบที่เกิดความหอมและสีของน้ำชาในสัดส่วนที่ต้องการ (Werkhoven, 1974) จากการศึกษาทำให้ทราบวิธีการแปรรูปชาโดยใช้เครื่องมือที่เกษตรกรมีอยู่เดิม หรือเครื่องจักรที่มีราคาถูก แต่สามารถผลิตชาให้มีรสชาติทัดเทียมกับผลิตภัณฑ์ที่ตลาดต้องการ เป็นเรื่องที่ต้องกระทำเพื่อเป็นทางเลือกสำหรับเกษตรกรรายย่อยที่ปลูกชาพื้นเมืองให้สามารถแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ชาที่มีคุณภาพส่งออกสู่ตลาดได้ พื้นที่ชุมชนดอยปู่หมื่น ชาวบ้านมีอาชีพหลักคือทำไร่ชา โดยใช้วิธีการแปรรูปชาแบบดั้งเดิมโดยการผึ่งยอดชาสดกับพื้นที่ปูด้วยผ้าใบซึ่งเป็นการแปรรูปใบชาที่ไม่ถูกสุขลักษณะอนามัยแสดงตามภาพที่ 1 เกิดจากการใช้เวลาในการผึ่งใบชาตามธรรมชาติ ซึ่งใช้เวลานานเมื่อมาผ่านกระบวนการอื่น ทำให้คุณภาพด้อยลง สถานที่โรงงานคับแคบเป็นปัญหาอย่างมากในช่วงฤดูฝน ซึ่งยอดชาสดจะมีความชื้นในใบชามากกว่าปกติ ทำให้ สี กลิ่น และรสชาติของชาเปลี่ยนไป คุณภาพของชาที่ผลิตได้มีคุณภาพของ สี กลิ่น และรสชาติของน้ำชาต่ำ ถ้ามีสร้างเตาผึ่งเป่าลมเย็นจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ ทั้งนี้ทางชุมชนนี้มีฝายทดน้ำ ซึ่งมีอัตราการไหลน้ำ และความสูงหัวน้ำเพียงพอในการขับเคลื่อนใบพัดเมื่อสร้างเตาผึ่งเป่าลมเย็นในกิจกรรมนี้

ชุมชนดอยปู่หมื่นมีลักษณะภูมิประเทศเป็นพื้นที่สูงมีน้ำไหลต่อเนื่องตลอดปี ทางผู้วิจัยและชุมชนจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนากระบวนการแปรรูปใบชาให้มีคุณภาพดีมากขึ้นโดยการออกแบบและสร้างเตาผึ่งใบชาให้สามารถใช้พลังงานน้ำเป็นต้นกำลังขับเคลื่อนใบพัดลมเป่าลมเย็นเพื่อลดความชื้นของใบชาสด โครงสร้างขึ้นรูปด้วยเหล็ก สามารถถอดประกอบเป็นชิ้นส่วนได้ง่ายต่อการติดตั้งในพื้นที่สูง การบำรุงรักษาง่ายเตาผึ่งใบชาแบบเป่าลมเย็นนี้จะช่วยลดระยะเวลาของการผึ่งใบชา อัตราการผลิตต่อรอบเพิ่มมากขึ้น คุณภาพของชาจะดีขึ้น และลดพื้นที่การผึ่งชาในโรงเรือนและพื้นที่กลางแจ้ง ทำให้มีพื้นที่ว่างพอในการทำกิจกรรมอื่น ๆ อันจะก่อให้เกิดรายได้ เป็นการเน้นให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาและใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำในพื้นที่อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

Figure 1 Withered tea leaves in the tea transform plant

**วัตถุประสงค์ของงานวิจัย**

1. เพื่อออกแบบและสร้างเตาผึ่งใบชาของชุมชนหมู่บ้านดอยปู่หมื่น อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่
2. เพื่อลดระยะเวลาของการผึ่งใบชาโดยเปรียบเทียบสี กลิ่น และรสชาติ ของน้ำชาหลังจากผ่านกระบวนการผึ่งโดยวิธีธรรมชาติ เทียบกับการผึ่งโดยใช้เตาผึ่งใบชา
3. เพื่อเปรียบเทียบต้นทุนการแปรรูปชาของการผึ่งโดยวิธีธรรมชาติและการผึ่งโดยใช้เตาผึ่งใบชา

## อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบและสร้างเตาผึ่งใบชาโดยใช้พลังงานน้ำขับเคลื่อนชุดกังหันน้ำเพื่อส่งกำลังด้วยสายพานหมุนใบพัดลมในเตาผึ่งใบชา เพื่อเป่าลมเย็นให้กับใบชาสดซึ่งจะเป็นการลดระยะเวลาในขั้นตอนการผึ่งโดยใช้ระบบการส่งกำลังจากแกนเพลากังหันน้ำชนิดเพลตัน ไปยังชุดขับเคลื่อนใบพัดลมในชุดกำเนิดลมเย็นของเตาผึ่งผ่านสายพานทดรอบด้วยมู่เลย์โดยคำนวณระบบขับเคลื่อนที่ความดันน้ำ 3 - 4 บาร์ที่ความสูงหัวน้ำ 39 เมตร เพื่อให้ได้ความเร็วรอบแกนใบพัดลม 1,300 - 1,400 รอบต่อนาที โดยมีอุปกรณ์ในการออกแบบและสร้างเตาผึ่งใบชาแบบเป่าลมเย็นโดยใช้พลังงานน้ำแสดงตามภาพที่ 2

หลักการทำงานของเตาผึ่งใบชาคือใช้ท่อพีวีซีส่งน้ำฉีดด้วยความดันน้ำประมาณ 3-4 บาร์ หมุนใบพัดลมที่ความเร็วรอบประมาณ 1,300 – 1,400 รอบต่อนาที ความเร็วรอบของใบพัดลมจะเป่าลมเย็นเข้าภายในเตาผึ่งใบชา ซึ่งเป็นชั้นตะแกรงสำหรับวางใบชาสดลมเย็นพัดผ่านชั้นของใบชาสดทำให้ความชื้นของใบชาลดลงตามระยะเวลาที่ต้องการ เมื่อใบชาสดถูกลดความชื้นด้วยลมเย็นทำให้เกิดการหมักตัวของใบชาในระยะเวลาและความชื้นที่เหมาะสม ไม่ช้าหรือเร็วเกินไปให้ได้ความชื้น 70 เปอร์เซ็นต์จะส่งผลทำให้กลิ่นของใบชามีคุณภาพดีขึ้นสามารถลดระยะเวลาการผึ่งน้อยกว่าการผึ่งแบบวิธีธรรมชาติ และเพิ่มรอบการผลิตของชาแต่ละครั้งได้

**วิธีดำเนินการวิจัย**

ในการศึกษาวิจัยมีขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

**1. ศึกษาข้อมูลแหล่งน้ำของชุมชนหมู่บ้านดอยปู่หมื่น อ.แม่อาย จ.เชียงใหม่**

ชุมชนหมู่บ้านดอยปู่หมื่น อ.แม่อาย จ.เชียงใหม่ มีพื้นที่ปลูกชาประมาณ 1,500 ไร่ การเก็บเกี่ยวใบชาสดในแต่ละรอบการผลิตประมาณ 100 กิโลกรัมต่อวัน เว้นระยะการเก็บยอดชา 3 วันต่อรอบการผลิต และฤดูการเก็บยอดชาอยู่ในช่วงระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงพฤศจิกายนของทุกปี ลักษณะภูมิประเทศของชุมชนเป็นพื้นที่ป่าบนที่ราบสูงมีฝายทดน้ำ (weir) ขนาด 30 ลูกบาศก์เมตร และมีระดับความสูงของหัวน้ำ (head) จากฝายทดน้ำถึงโรงแปรรูปชา 39 เมตร จากการเก็บข้อมูลและการสำรวจข้อมูลแหล่งน้ำพบว่ามีน้ำไหลผ่านตลอดทั้งปีซึ่งเพียงพอสำหรับใช้เป็นพลังงานน้ำขับเคลื่อนกังหันน้ำในการเป็นต้นกำลังหมุนใบพัดลมเพื่อเป่าลมเย็นสำหรับเตาผึ่งใบชา

**2. ออกแบบและสร้างเตาผึ่งใบชาแบบเป่าลมเย็น**

**2.1 เตาผึ่งลมเย็น** เตาผึ่งโครงสร้างทำจากเหล็ก มีตะแกรง 1 ชั้น ด้านบนสำหรับวางใบชาสดเพื่อรับลมเย็นจากใบพัดลมส่วนด้านหน้าของเตา โดยพัฒนาเตาผึ่งใบชาจากเตาอบแห้งแบบกระบะมีขนาดความกว้าง 90 เซนติเมตร ความยาว 720 เซนติเมตร และความสูง 90 เซนติเมตร การผึ่งแต่ละรอบการผลิตประมาณ 100 กิโลกรัม ส่วนประกอบด้านข้างสามารถถอดประกอบเป็นชิ้นตามขนาดของเหล็กแผ่น และเคลื่อนย้ายได้แสดงตามภาพที่ 3

**2.2 ชุดกำเนิดลมเย็น** โครงสร้างใช้เหล็กฉากขนาด 1 นิ้ว x 1 นิ้ว หนา 2 มิลลิเมตร ผนังใช้เหล็กแผ่นหนา 1.2 มิลลิเมตร พร้อมติดตั้งใบพัดลมโรงงานขนาด 24 นิ้ว และขับเคลื่อนด้วยกังหันน้ำชนิดเพลตัน แสดงตามภาพที่ 4

**2.3 กังหันน้ำชนิดเพลตัน** (pelton type) ต้นกำลังใช้กังหันน้ำชนิดเพลตันโดยที่การออกแบบกังหันน้ำจะคำนวณหาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกังหันน้ำ (pitch circle diameter : p.c.d. ) โดยพิจารณาค่าความสูงหัวน้ำและอัตราการไหลของน้ำ ความเร็วรอบการหมุนที่ได้จะไปขับเคลื่อนใบพัดลมสำหรับเตาผึ่งใบชาที่ความเร็วรอบประมาณ 1,350 รอบต่อนาที ดังนั้นคำนวณขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกังหันน้ำของชุดกังหัน ที่ความสูงหัวน้ำสุทธิ 39 เมตร ได้ดังนี้ (Harvey, 1993) แสดงตามภาพที่ 5

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกังหันน้ำ (pitch circle diameter : p.c.d.)

$$\text{p.c.d} = \frac{38\sqrt{H_{net}}}{\text{rpm}} = \frac{38\sqrt{39}}{1{,}350} = 175\ mm \quad \text{.....(1)}$$

อัตราการไหลของน้ำที่เข้าสู่กังหันน้ำเท่ากับ 0.011 $m^3/s$ สามารถหาเส้นผ่าศูนย์กลางของเจ็ต (jet diameter) คือ

$$Jet\ diameter = \sqrt{\frac{Flow}{3.43\sqrt{H_{net}}}} = \sqrt{\frac{0.011}{3.43\times\sqrt{39}}} = 23\ mm \quad \text{.....(2)}$$

เมื่อ $H_{net}$ = ระดับความสูงของหัวน้ำ

$rpm$ =ความเร็วรอบ

$Flow$ = อัตราการไหลของน้ำ

ใบกังหันน้ำ (bucket) เป็นแบบถ้วยผ่าครึ่งวงกลมมีส่วนเว้าสำหรับการถ่ายเทน้ำที่มากระทบ ส่วนกลางมีส่วนกั้นเพื่อการสะท้อนน้ำออกด้านข้าง ขึ้นรูปด้วยวิธีการหล่อโลหะ วัสดุที่ใช้เป็นทองเหลืองซึ่งสามารถทนการกัดกร่อนได้ดีกว่าโลหะเหล็กหล่อ โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบกังหัน 7 เซนติเมตร จำนวน 13 ใบ จากผลการทดสอบที่ความดันน้ำ 3 บาร์ ใช้มู่เลย์ขับและมู่เลย์ตาม ขนาด 2 นิ้ว จากการคำนวณความเร็วรอบ (บรรเลง และสมนึก, 2552) วัดความเร็วรอบเฉลี่ยของแกนเพลาใบพัดลมเท่ากับ 1,302 รอบต่อนาที แสดงตามภาพที่ 6

**2.4 ความเร็วลมของเตาผึ่งใบชา** ตรวจวัดความเร็วลมเพื่อดูการกระจายของลมบริเวณพื้นที่ด้านบนตะแกรงของเตาผึ่ง โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลม วัดจำนวน 6 จุด ที่ระยะห่าง 1 เมตร เริ่มจุดแรกบริเวณด้านหน้าชุดกำเนิดลมเย็นและจุดสุดท้ายบริเวณท้ายเตาผึ่ง พบว่าความแตกต่างของความเร็วลมบริเวณจุดกำเนิดของลมน้อยกว่าบริเวณท้ายเตาผึ่งโดยมีค่าเฉลี่ยความเร็วลมด้านบนตะแกรง 3.4 เมตรต่อวินาที และมีการกระจายทั่วทั้งบริเวณตะแกรงของเตาผึ่ง ค่าความเร็วลมแต่ละจุดมีค่าใกล้เคียงกันที่ความเร็วรอบของใบพัดลม 1,300 รอบต่อนาที แสดงตามภาพที่ 7

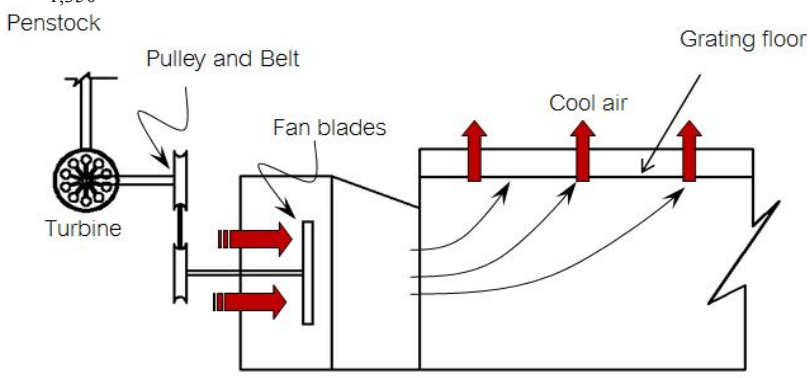


Figure 2 Working process of the withered tea air stove using hydropower

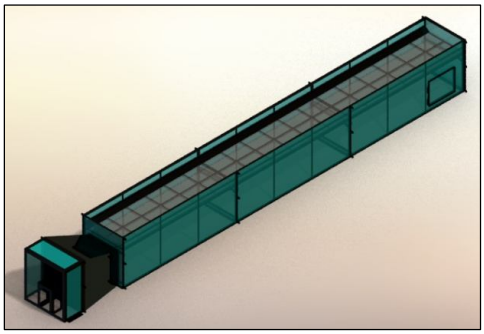

Figure 3 Tray type withered tea air stove in Tray

Figure 4 Blower

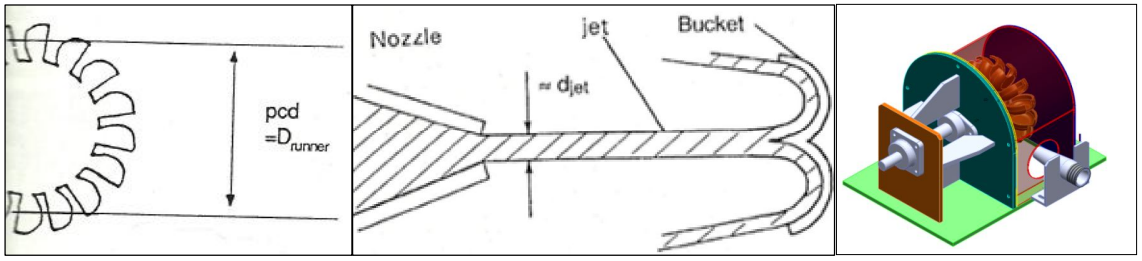


Figure 5 Pelton Type Water Turbine

Figure 6 Installation of the withered tea air stove using hydropower

Figure 7 Anemometer on the withered tea air stove

### 3. ขั้นตอนการแปรรูปใบชา

การแปรรูปชาชนิดเส้นของเกษตรกรหรือผู้แปรรูปชารายย่อย พื้นที่ชุมชนหมู่บ้านดอยปูหมื่น ที่ใช้ยอดชาพันธุ์อัสสัมเป็นวัตถุดิบมีขั้นตอนการแปรรูปคือรับซื้อยอดชาสด (กิโลกรัมละ12 – 14 บาท) นำมาผึ่งในร่มใช้เวลาในการผึ่งประมาณ 12-18 ชั่วโมง นำยอดชามาคั่วและนวดด้วยเครื่องนวด และนำไปผึ่งแดดจนแห้งเมื่อยอดชาแห้งดีแล้วจึงทำการอบซ้ำอีกครั้ง ก่อนนำไปบรรจุเพื่อส่งออกจำหน่ายในท้องตลาดได้ราคาประมาณกิโลกรัมละ 50 – 70 บาท โดยการแปรรูปชาชนิดเส้นโดยใช้ยอดชาพันธุ์อัสสัมของเกษตรกรมีขั้นตอนการแปรรูป แสดงตามภาพที่ 8

สำหรับการพัฒนากระบวนการแปรรูปชาฝรั่งชนิดเส้นด้วยยอดชาพันธุ์อัสสัมของชุมชนหมู่บ้านดอยปูหมื่น เพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาให้มีคุณภาพที่ดีขึ้น โดยลดขั้นตอนการคั่ว แต่ใช้ขั้นตอนการอบแห้งที่ 110 องศาเซลเซียส ในการหยุดปฏิกิริยาทางเคมีของยอดใบชา (สมพล, 2554; Willson and Clifford, 1992) มีกระบวนการแปรรูปแสดงตามภาพที่ 9 ดังนี้

1) ติดตั้งเตาผึ่งใบชาต่อระบบท่อน้ำเข้ากับหัวฉีดกังหันน้ำแรงดันน้ำประมาณ 3 – 4 บาร์

2) ตรวจสอบความเร็วรอบ ประมาณ 1,300 – 1,400 รอบต่อนาที

3) นำยอดชาสดพันธุ์ชาอัสสัมปริมาณ100 กิโลกรัม วางบนตะแกรงเตาผึ่งเฉลี่ยให้ความหนาของชั้นยอดชาสดเท่า ๆ กัน

4) เปิดวาล์วน้ำเพื่อให้กังหันน้ำหมุนส่งกำลังขับด้วยสายพานหมุนพัดลมเป่าลมเย็นเข้าบริเวณเตาผึ่ง

5) ลดความชื้นให้เหลือ 70% โดยมีการพลิกกลับยอดชาทุก ๆ 1 ชั่วโมง และตรวจวัดค่าความชื้นใช้เวลาประมาณ 8 – 10 ชั่วโมง

6) นำยอดชาไปผ่านกระบวนการนวดโดยใช้แรงกด 3 – 5 กิโลกรัม ประมาณ 5 - 8 นาที

7) อบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง จากนั้นลดอุณหภูมิลงอบแห้งให้ความชื้นสุดท้ายของใบชาแห้งเหลือประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์

(8A) Indoor withering

(8B) Panning

(8C) Rolling

(8D) Solar withering or Drying

**Figure 8** Traditional tea drying process of Assam tea in the community of Doi Pu Muen village

Figure 9 Tea drying process of Assam tea by using hydropower withered tea air stove

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

การออกแบบและสร้างเตาผึ่งใบชาแบบเป่าลมเย็นโดยใช้พลังงานน้ำ ผลการศึกษาพบว่า เตาผึ่งใบชามีขนาดความกว้าง 90 เซนติเมตร ความยาว 720 เซนติเมตร และความสูง 90 เซนติเมตร มีตะแกรง 1 ชั้น สำหรับวางใบชาสดปริมาณ 100 กิโลกรัม ต้นกำลังใช้กังหันน้ำชนิดเพลตัน โดยมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใบกังหัน 7 เซนติเมตร จำนวน 13 ใบ เส้นผ่าศูนย์กลางของกังหันน้ำ 175 มิลลิเมตร ที่ระดับความสูงหัวน้ำ 39 เมตร ความดันน้ำ 3 บาร์ ได้ความเร็วรอบของแกนเพลาใบพัดลม 1,300 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นชุดกำเนิดลมเย็นเพื่อเป่าลมเย็นเข้าในบริเวณตะแกรงสำหรับผึ่งยอดชาสดทำให้ได้ความชื้นของใบชา 70 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลา 8 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับวิธีการผึ่งแบบธรรมชาติซึ่งต้องใช้เวลาถึง 18 ชั่วโมง และเมื่อนำใบชาที่ผ่านกระบวนการผึ่งไปนวด 5-8 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1 ชั่วโมงเพื่อให้หยุดปฏิกิริยาทางเคมีของใบชา จากนั้นลดอุณหภูมิในการอบลงตามความเหมาะสมให้เหลือความชื้นประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะได้ชาแห้งประมาณ 25 กิโลกรัม จากชาสด 100 กิโลกรัม ซึ่งการใช้เตาผึ่งใบชาเข้ามาเป็นอุปกรณ์เพิ่มในขั้นตอนการผึ่งใบชาสดเป็นการปรับปรุงกระบวนการแปรรูปชาของชุมชนดอยปู่หมื่นโดยจะไม่มีขั้นตอนการคั่ว แต่ใช้วิธีการหยุดปฏิกิริยาทางเคมีของใบชาสดในขั้นตอนการอบแห้ง ซึ่งเป็นเทคนิควิธีของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ที่ได้เสนอแนะกรรมวิธีการแปรรูปดังกล่าวทำให้กลิ่นของน้ำชามีกลิ่นหอมไม่มีกลิ่นของควันฟืนในขั้นตอนการคั่วด้วยกระทะที่ชาวบ้านแปรรูปชาแบบดั่งเดิม

การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาที่ผ่านกระบวนการผึ่งด้วยเตาผึ่งลมเย็นเปรียบเทียบกับการผึ่งด้วยวิธีธรรมชาติของชุมชนหมู่บ้านดอยปู่หมื่น โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญจากศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ กรมวิชาการเกษตร จังหวัดเชียงใหม่ และใช้ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ชามาตรฐาน กรมวิชาการเกษตรหลวงเชียงใหม่ เป็นตัวอย่างอ้างอิง เพื่อกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาของชุมชนดอยปู่หมื่น โดยผู้เชี่ยวชาญจะทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัสด้วยการชิมชา มีการทดสอบซ้ำครั้งละ 2 ตัวอย่างผลการทดสอบ พบว่า ผลิตภัณฑ์ชาที่ผ่านกระบวนการแปรรูปด้วยวิธีธรรมชาติ มีค่าระดับคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 2.93 อยู่ในระดับปานกลาง ส่วนผลิตภัณฑ์ชาที่ผ่านการแปรรูปด้วยกระบวนการผึ่งด้วยเตาผึ่ง ค่าระดับคะแนนเฉลี่ย เท่ากับ 4.07 อยู่ในระดับดี โดยมีลักษณะสีของกากชา ลักษณะกลิ่นของน้ำชา และลักษณะรสชาติของน้ำชา อยู่ในระดับดีมาก และเมื่อเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์ชาของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ ค่าระดับคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.81 อยู่ในระดับดีมาก สำหรับการใช้เตาผึ่งใบชาเข้ามาแปรรูปทำให้คุณภาพของชามีคุณภาพที่ดีขึ้นจากเดิม และการใช้เตาผึ่งแบบเป่าลมเย็นจะใช้ระยะเวลาในการผึ่ง 8 ชั่วโมง ซึ่งสามารถลดระยะเวลาการผึ่งด้วยวิธีธรรมชาติได้ถึง 10 ชั่วโมง อีกทั้งยังสามารถเพิ่มอัตราการผลิตในแต่ละรอบการผลิตได้มีราคาขายเพิ่มขึ้นเป็น 70 – 120 บาทต่อกิโลกรัม จากราคาเดิม 50 - 70 บาทต่อกิโลกรัม

การเปรียบเทียบต้นทุนใช้แนวทางการคิดต้นทุนผลิตภัณฑ์จากน้ำส้มควันไม้จะประกอบไปด้วยต้นทุนด้านบรรจุภัณฑ์และสารหัวเชื้อสำหรับทำผลิตภัณฑ์ ส่วนน้ำส้มควันไม้ถ่านไม้จะได้จากกระบวนการทำชุมชนทำอยู่แล้วจึงไม่คิดต้นทุนในส่วนนี้จากผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเพิ่มมูลค่าน้ำส้มควันไม้ของชุมชนโดยประเมินเป็นกระเช้าผลิตภัณฑ์โดยเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ชุมชนดังกล่าวกับที่มีขาย (กิตติกร และคณะ, 2557) ผลการเปรียบเทียบต้นทุนการแปรรูปชาชนิดเส้นด้วยยอดชาพันธุ์อัสสัมในกระบวนการผึ่งแบบธรรมชาติจะใช้เวลาทั้งหมด 34 ชั่วโมง มีต้นทุนการแปรรูป 1,465 บาท คิดราคาขายชาแห้งกิโลกรัมละ 70 บาท เป็นเงิน1,750 บาท ต่อชาแห้ง 25 กิโลกรัม ได้กำไร 285 บาทต่อครั้ง สำหรับการใช้เตาผึ่งใบชาแบบเป่าลมเย็นจะใช้เวลาทั้งหมด 17 ชั่วโมง มีต้นทุนการแปรรูป 1,344 บาท คิดราคาขายชาแห้งกิโลกรัมละ 120 บาท เป็นเงิน 3,000 บาท ต่อชาแห้ง 25 กิโลกรัม ได้กำไร 1,656 บาทต่อครั้ง ซึ่งทำให้ได้กำไรเพิ่มขึ้นประมาณ 5 เท่าจากกระบวนการแปรรูปแบบเดิม รายละเอียดแสดงตามตารางที่ 1

**Table 1** Comparison of processing cost of Assam tea of the community of Doi Pu Muen village

| Indoor Withering | | | Withering using air Stove Airs | | | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Items | Time (Hr.) | Cost (Baht) | Items | Time (Hr.) | Cost (Baht) | |
| Hand Plucking | 6 | 1,200 | Hand plucking | 6 | 1,200 | Tea leaves (100 kg.) |
| Withering (Indoor) | 18 | 240 | Withering (air Stove airs) | 8 | 120 | Tea moisture 70% (70 kg.) |
| Panning / Rolling | 1 | 25 | Rolling | 1 | - | |
| Solar withering | 9 | - | Drying (110 °C) | 2 | 24 | Tea moisture 5% (25 kg.) |
| **Total** | **34** | **1,465** | **Total** | **17** | **1,344** | |
| The market price of the farmer method for Assam tea is 50-70 baht/kg. (dried leaves) | | | The market price of the black tea processing for Assam tea is 70-120 baht/kg. (dried leaves) | | | |

## สรุป

จากการออกแบบและสร้างเตาผึ่งใบชาแบบเป่าลมเย็นโดยใช้พลังงานน้ำ ที่ความดันน้ำ 3 บาร์ ได้ความเร็วรอบของแกนเพลาใบพัดลม 1,300 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นชุดกำเนิดลมเย็นเพื่อเป่าลมเย็นเข้าในบริเวณตะแกรงสำหรับผึ่งยอดชาสดทำให้ได้ความชื้นของใบชา 70 เปอร์เซ็นต์ใช้เวลา 8 ชั่วโมง เมื่อเทียบกับวิธีการผึ่งแบบธรรมชาติต้องใช้เวลาถึง 18 ชั่วโมง และเมื่อนำใบชาที่ผ่านกระบวนการผึ่ง ไปนวด 5-8 นาที และอบแห้งที่อุณหภูมิประมาณ 110 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 1 ชั่วโมง เพื่อให้หยุดปฏิกิริยาทางเคมีของใบชา จากนั้นลดอุณหภูมิในการอบลงตามความเหมาะสมให้เหลือความชื้นประมาณ 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะได้ชาแห้งประมาณ 25 กิโลกรัมจากชาสด 100 กิโลกรัม และผลการทดสอบคุณภาพชาทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญของศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ พบว่าเมื่อนำใบชาที่ผ่านขั้นตอนการผึ่ง นวดชา และอบแห้งนำไปชงและทดสอบด้วยการชิมน้ำชาลักษณะของน้ำชาจะมีสี กลิ่น และรสชาติที่ดีขึ้นเป็นที่น่าพอใจ รวมถึงขั้นตอนการผึ่งมีความสะอาดถูกต้องตามหลักสุขลักษณะอนามัยเป็นที่ต้องการของตลาด ได้ราคาสูงขึ้นจากราคาปกติ 50 - 70 บาท เพิ่มขึ้นเป็น 70 - 120 บาท และเมื่อเปรียบเทียบต้นทุนการแปรรูปชาชนิดเส้นในกระบวนการผึ่งแบบธรรมชาติจะใช้เวลาทั้งหมด 34 ชั่วโมง มีต้นทุนการแปรรูป 1,465 บาทต่อชาแห้ง 25 กิโลกรัม คิดราคาขายชาแห้งกิโลกรัมละ 70 บาท ได้กำไร 285 บาทต่อครั้ง สำหรับการใช้เตาผึ่งใบชาแบบเป่าลมเย็นจะใช้เวลาทั้งหมด 17 ชั่วโมง มีต้นทุนการแปรรูป 1,344 บาท ต่อชาแห้ง 25 กิโลกรัม คิดราคาขายชาแห้งกิโลกรัมละ 120 บาท ได้กำไร 1,656 บาทต่อครั้ง ซึ่งทำให้ได้กำไรเพิ่มขึ้นประมาณ 5 เท่าจากกระบวนการแปรรูปแบบเดิม

## กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเครือข่ายบริหารการวิจัยภาคเหนือตอนบน สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา (สกอ.) โครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานรากปีงบประมาณ 2553 และชุมชนดอยปู่หมื่น อำเภอแม่อาย จังหวัดเชียงใหม่ ที่ให้สนับสนุนอุปกรณ์ และความร่วมมือในการศึกษาวิจัยเป็นอย่างดี

## เอกสารอ้างอิง


กิตติกร สาสุจิตต์ นิกราน หอมดวง และณัฐวุฒิ ดุษฎี. 2557. การเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์น้ำส้มควันไม้เพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ชุมชนของศูนย์เรียนรู้การเกษตรพอเพียง บ้านหนองไชตำบลป่าสักจังหวัดลำพูน. วารสารการพัฒนาชุมชนและคุณภาพชีวิต 2(2): 125-132.

บรรเลง ศรนิล และสมนึก วัฒนศรียกุล. 2552. ตารางคู่มืองานโลหะ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ. 392 หน้า.

สัณห์ ละอองศรี. 2535. ชา. สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ. 166 หน้า.

สมพล นิลเวศน์ อุทัย นพคุณวงศ์ ธิติ หาญเจริญกิจ และพยุงศักดิ์ ไชยกอ. 2554. โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตชาฝรั่งสำหรับเกษตรกรและผู้ประกอบการแปรรูปชารายย่อยในเชิงการค้า. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.), กรุงเทพฯ. 88 หน้า.

Harvey, A. 1993. Micro-Hydro Design Manual. Intermediate Technology Publications, London. 374 p.

Werkhoven, J. 1974. Tea Processing. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 196 p.

Willson, K.C. and M.N. Clifford. 1992. Tea: Cultivation to Consumption. 1st ed. Chapman and Hall, London. 769 p.