

การปรับปรุงเตาอบถ่านอัดแท่งและการหาสมรรถนะการอบ

Charcoal Briquette Dryer Improvement and Drying Performance Investigation

นิวิธ เจริญใจ¹ และ ประสงค์ หน่อแก้ว²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการลดความชื้นของถ่านอัดแท่ง โดยออกแบบและสร้างเตาอบระบบลมร้อน เตาอบที่ใช้ในการทดลองมีขนาด 1.60 x 2.30 x 1.50 เมตร เตาอบมีระบบควบคุมอุณหภูมิแบบอัตโนมัติภายในเตาอบขณะทำการทดลองลดความชื้นถ่านอัดแท่ง วิธีการทดลองลดความชื้นของถ่านอัดแท่งแบ่งออกเป็น 2 แบบ แบบที่หนึ่งอบลดความชื้นของถ่านอัดแท่งจำนวน 1,500 แท่ง แบบที่สองอบลดความชื้นของถ่านอัดแท่งจำนวน 3,000 แท่ง ทั้งสองแบบใช้อุณหภูมิในการอบลดความชื้นที่ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากนั้นทำการวิเคราะห์หาความชื้นของถ่านอัดแท่งที่ลดลงและต้นทุนทางเศรษฐศาสตร์ต่อหน่วยของถ่านอัดแท่งจากการอบลดความชื้นด้วยเตาอบถ่านอัดแท่งที่สร้างขึ้น จากการศึกษาพบว่าในการอบถ่านอัดแท่งแบบที่ 1 และแบบที่ 2 โดยการวิเคราะห์เส้นโค้งการอบแห้งพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจะส่งผลให้ระยะเวลาในการอบลดความชื้นลดลงและพบว่าในช่วงแรกของการให้ความร้อน อัตราการลดลงของความชื้นต่ำ แต่เมื่ออุณหภูมิภายในเตาอบเพิ่มขึ้นก็จะทำให้อัตราการลดความชื้นสูงตามไปด้วยและในการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์พบว่าที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสของการอบแห้งแบบที่ 2 จะใช้ต้นทุนด้านเชื้อเพลิงที่น้อยที่สุด คิดเป็น 0.44 บาทต่อกิโลกรัม

คำสำคัญ เตาอบ ถ่านอัดแท่ง สมรรถนะ

Abstract

The purpose of this research is to investigate the reduction in the moisture content of charcoal briquettes through the design, construction and use of a Charcoal Briquette Dryer (CBD) equipped with a hot air boiler. The CBD used measures 1.60 x 2.30 x 1.50 m and has an automatic internal temperature control system installed as a heating regulator. Two experiments were employed to test the reduction in moisture content of the charcoal briquettes.

In the first set of experiments, the CBD was used to dry 1500 charcoal briquettes, whereas in the second, the CBD was used to dry 3000 charcoal briquettes. Both experiments were run at 60, 70 and 80 degrees Celsius. After the experiments, the rate of moisture reduction and the cost of drying briquettes were analyzed.

A drying curve derived from the two experiments showed that the higher the temperature, the shorter the time it took to dry briquettes. The study also showed that drying 3000 bricks at 80 degrees Celsius is the most economical method, at a cost of 0.11 baht per piece.

Key Word Dryer Charcoal Briquette Performance

¹รองศาสตราจารย์ ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

²อาจารย์ประจำ สาขาเทคโนโลยีการผลิต คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

บทนำ

ถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวเป็นถ่านอัดแท่งที่มีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ เช่น การให้ความร้อนสูงและระยะเวลาการใช้งานนานกว่าถ่านไม้ชนิดอื่น ไม่แตกประทุขณะใช้งาน ฯลฯ ทำให้ถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวเป็นที่นิยมของผู้บริโภค ถึงแม้ราคาจะสูงกว่าเมื่อเทียบกับถ่านอัดแท่งชนิดอื่นก็ตาม โดยในกระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง [1] เริ่มต้นตั้งแต่การนำถ่านกะลามะพร้าวที่ผ่านการบดย่อยลดขนาดมาผสมกับส่วนวัตถุดิบที่ใช้เป็นตัวประสาน จากนั้นนำเข้าเครื่องอัดถ่าน อัดให้เป็นแท่งและตัดให้เป็นท่อนๆ นำถ่านอัดแท่งที่ได้ไปผึ่งแดด เพื่อให้ถ่านอัดแท่งคงรูปและลดความชื้นไปในขณะเดียวกัน หากไม่มีแสงแดดหรือในช่วงฤดูฝนก็ไม่สามารถปฏิบัติด้วยวิธีการดังกล่าวได้ ผู้ประกอบการจะนำถ่านอัดแท่งลำเลียงเข้าเตาอบต่างๆ ที่มีความชื้นอยู่ปริมาณสูงและทำการอบถ่านอัดแท่งจนความชื้นอยู่ในเกณฑ์ตามมาตรฐาน(มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง(มผช.๒๓๘/๒๕๔๗) กำหนดให้ถ่านอัดแท่งต้องมีความชื้นไม่เกิน 8% โดยน้ำหนัก) หลังจากนั้นนำออกจากเตาอบ เพื่อรอการบรรจุและจัดส่งแก่ลูกค้าต่อไป

กระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งของผู้ประกอบการขนาดเล็กรายหนึ่ง ในขั้นตอนการอบลดความชื้นทางผู้ประกอบการ ได้สร้างเตาอบเพื่อใช้สำหรับการอบลดความชื้นของถ่านอัดแท่ง จากการใช้งานเตาอบที่สร้างขึ้นพบว่ามีต้นทุนด้านเชื้อเพลิงสูงและคุณภาพด้านความชื้นไม่เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาความสามารถในการอบลดความชื้นถ่านอัดแท่งด้วยเตาอบระบบลมร้อนและทำการวิเคราะห์หาค่าต้นทุนในการปรับปรุงเตาอบ โดยใช้หลักการทางเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบเตาอบ โดยมีส่วนประกอบหลัก คือ เตาอบและชุดควบคุมอุณหภูมิ โดยเตาอบมีขนาด 1.60 x 2.30 x 1.50 เมตร(กว้างxยาวxสูง) สามารถบรรจุถ่านอัดแท่งในการอบลดความชื้นได้สูงสุดครั้งละ 3,000 แท่ง ผนังชั้นในทำจากเหล็กแผ่น บุด้วยฉนวนกันความร้อนอีกชั้นหนึ่ง การให้ความร้อนกับถ่านอัดแท่งใช้ความร้อนจากหัวเผาเป็นอุปกรณ์ให้ความร้อนกับอากาศที่ไหลผ่านเข้าภายในเตาอบโดยตรงซึ่งมีระบบควบคุมการเปิด-ปิดแก๊สเชื้อเพลิง

การทดลองผลเพื่อหาปริมาณความชื้นที่ลดลงของถ่านอัดแท่ง ใช้จำนวนถ่านอัดแท่งในการทดลองครั้งละ 1,500 และ 3,000 แท่ง อุณหภูมิในการทดลอง 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส บันทึกผลปริมาณความชื้นทุก 2 ชั่วโมง โดยทำการทดลองซ้ำ 3 ครั้ง

การคำนวณหาปริมาณความชื้น ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนถ่านอัดแท่ง (มผช.๒๓๘/๒๕๔๗)

$$M = [(A - B) / A] \times 100$$

(1)

M หมายถึง ร้อยละปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่ง

A หมายถึง น้ำหนักของถ่านอัดแท่งก่อนอบ

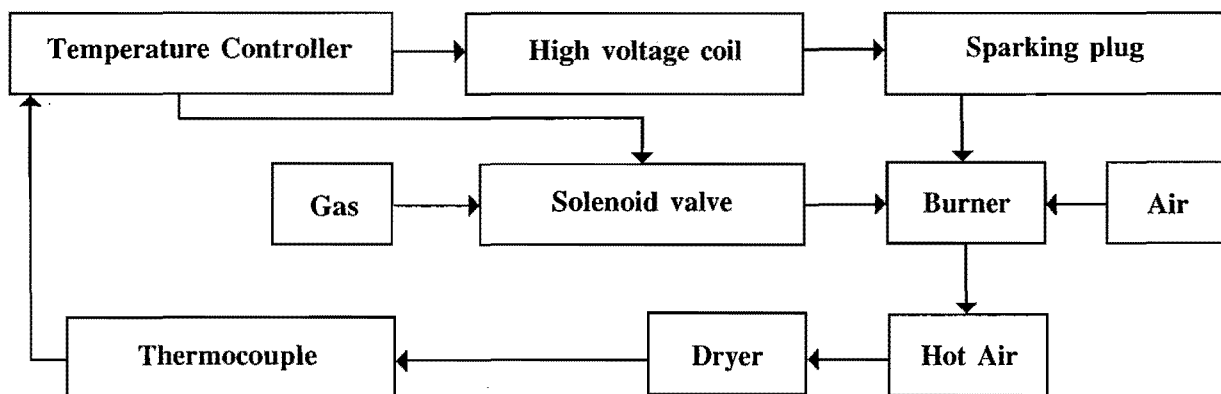
B หมายถึง น้ำหนักของถ่านอัดแท่งหลังอบ

เตาอบแบบเดิมมีขนาด 1.60 x 2.30 x 1.50 เมตร ผนังเตาอบทำจากกระเบื้องแผ่นเรียบ(กระเบื้องซีเมนต์โยหินแผ่นเรียบ) บุภายในผนังเตาอบด้วยฉนวนกันความร้อน ชุดให้ความร้อนดัดแปลงมาจากชุดให้ความร้อนของเตาอบลำไยแบบได้หัววัน [2] ดังแสดงในรูปที่ 1 อุณหภูมิลมร้อนที่วัดได้จากช่องทางเข้าประมาณ 96 C ซึ่งลมร้อนถูกปล่อยเข้าภายในเตาอบตลอดเวลาโดยลมร้อนที่ถูกปล่อยเข้าภายในเตาอบจะถูกดันออกตามบริเวณรอยต่อของผนังเตาอบเนื่องจากไม่มีช่องสำหรับระบายความชื้น ใช้เชื้อเพลิงในการอบลดความชื้น 30 กิโลกรัม ระยะเวลาในการอบลดความชื้น 24 ชั่วโมง

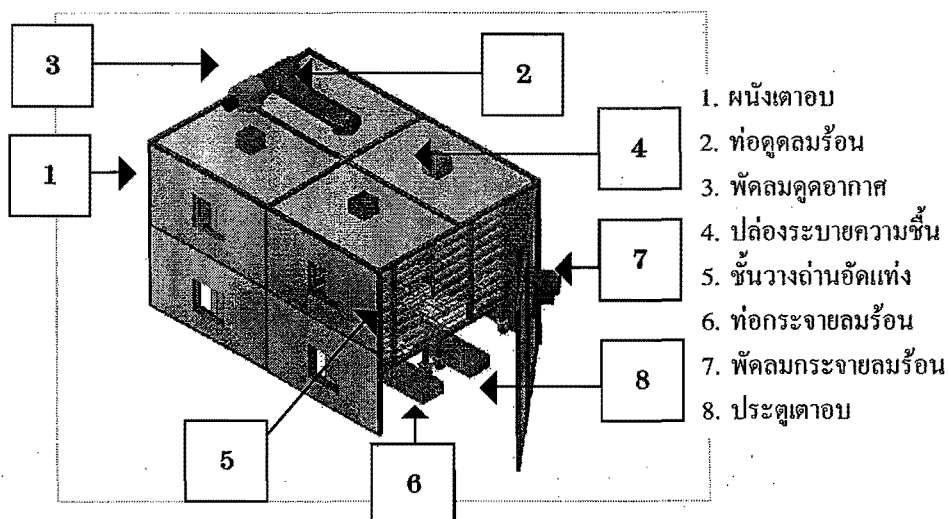


รูปที่ 1 ชุดให้ความร้อนเตาอบแบบเดิม

จากการศึกษาข้อมูลดังกล่าวข้างต้น ทางผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดในการออกแบบเตาอบ [3] โดยมีระบบควบคุมอุณหภูมิอัตโนมัติภายในและโครงสร้างเตาอบดังแสดงในรูปที่ 2 และรูปที่ 3 ตามลำดับ



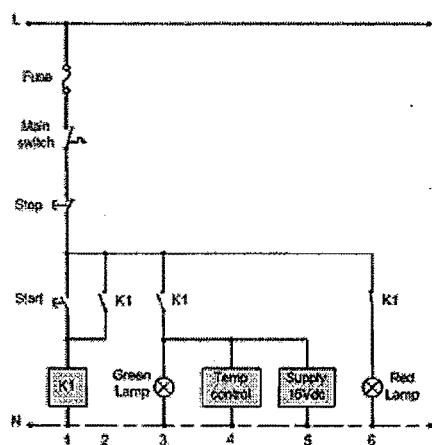
รูปที่ 2 โค้ดแกรมชุดควบคุมอุณหภูมิ



รูปที่ 3 เตาอบถ่านอัดแท่งที่ทำการออกแบบ

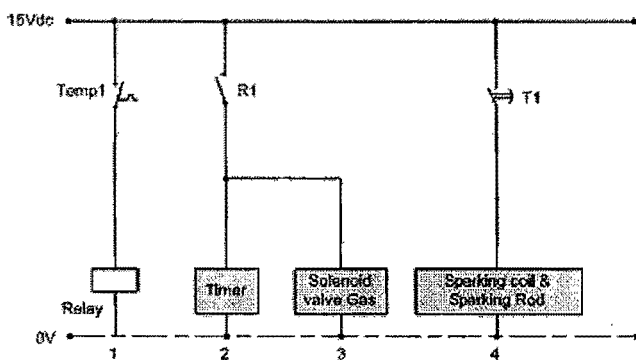
การออกแบบชุดควบคุมอุณหภูมิ โดยแบ่งออกเป็นวงจรควบคุมหลักและวงจรควบคุมการจุดประกายไฟของเตาอบถ่านอัดแท่ง โดยมีรายละเอียดดังนี้

จากรูปที่ 4 วงจรควบคุมหลัก มีหลักการทำงาน คือ เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าไหลผ่านฟิวส์ สวิตช์หลัก (Main Switch) และสวิตช์ (Stop) หลอดแสดงผลสีแดงจะสว่าง แสดงเครื่องยังไม่ทำงาน เมื่อกดสวิตช์ (Start) ทำให้เมกเนติกส์สวิตช์ (K1) ทำงาน หลอดแสดงผลสีเขียวสว่าง วงจรควบคุมอุณหภูมิเริ่มทำงาน และจะหยุดทำงานเมื่อกดสวิตช์ (Stop)



รูปที่ 4 วงจรควบคุมหลัก

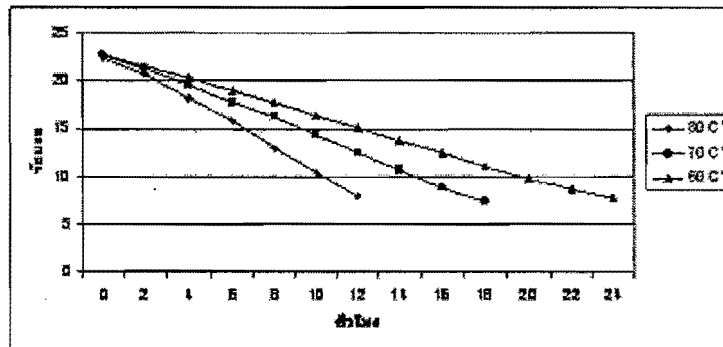
จากรูปที่ 5 วงจรควบคุมการจุดประกายไฟ หากอุณหภูมิภายในเตาอบลดลงถึงค่าที่กำหนดไว้ ตัวตรวจจับอุณหภูมิต้องวงจรควบคุมให้รีเลย์ทำงาน จากนั้นหน้าสัมผัสรีเลย์จะต้องวงจรควบคุมให้ Solenoid Valve Gas เปิด และชุด Sparking Coil และ Sparking Rod ทำงาน จากนั้นเมื่ออุณหภูมิภายในเตาอบสูงขึ้นจนถึงค่าที่กำหนดไว้จะทำให้ Sensor ตัววงจร Solenoid Valve Gas



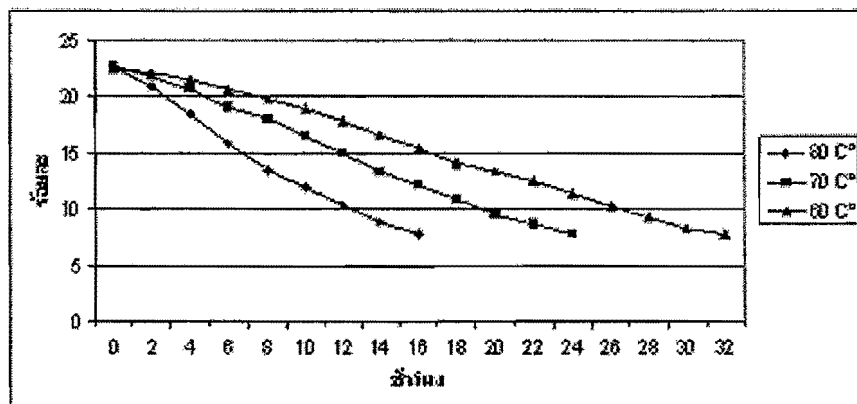
รูปที่ 5 วงจรควบคุมการจุดประกายไฟของเตาอบถ่านอัดแท่ง

ผลการทดลองอบลดความชื้นถ่านอัดแท่ง

การทดลองอบลดความชื้นถ่านอัดแท่ง แบ่งการทดลองออกเป็นสองส่วน โดยส่วนแรกใช้จำนวนถ่านอัดแท่ง 1,500 แท่ง และส่วนที่สองใช้จำนวนถ่านอัดแท่ง 3,000 แท่ง โดยกำหนดอุณหภูมิที่ใช้ในการอบคือ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับ



รูปที่ 6 ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่ง จำนวนถ่านอัดแท่ง 1,500 แท่ง



รูปที่ 7 ปริมาณความชื้นของถ่านอัดแท่ง จำนวนถ่านอัดแท่ง 3,000 แท่ง

จากรูปที่ 6 และรูปที่ 7 แสดงเส้นโค้งการอบแห้งที่จำนวนถ่านอัดแท่ง 1,500 แท่ง การอบลดความชื้นที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบลดความชื้น 24, 18 และ 12 ชั่วโมงตามลำดับ ขณะที่เส้นโค้งการอบแห้งที่จำนวนถ่านอัดแท่ง 3,000 แท่ง การอบลดความชื้นที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียสใช้เวลาในการอบลดความชื้น 32, 24 และ 16 ชั่วโมงตามลำดับ ผลที่ได้สรุปว่าเมื่ออุณหภูมิที่ใช้อบลดความชื้นสูงขึ้น จะส่งผลให้ระยะเวลาในการอบลดความชื้นลดลงและจากเส้นโค้งการอบแห้ง ยังพบอีกว่าช่วงแรกของการอบลดความชื้น อุณหภูมิภายในถ่านอัดแท่งจะยังต่ำ การลดความชื้นจะเกิดขึ้นได้น้อย ส่งผลทำให้ปริมาณของความชื้นภายในถ่านอัดแท่งในช่วงนี้ลดลงน้อย แต่เมื่ออุณหภูมิภายในเตาอบสูงขึ้น อัตราการลดความชื้นจะสูงตามไปด้วยและในช่วงท้ายของการอบลดความชื้น อัตราการลดความชื้นจะลดลง เนื่องจากปริมาณความชื้นที่เหลืออยู่ในถ่านมีปริมาณน้อย

ค่าใช้จ่ายด้านเชื้อเพลิง

เชื้อเพลิงที่ใช้ในการทดลองคือแก๊สหุงต้มหรือแก๊สปิโตรเลียมเหลว (liquefied Petroleum Gas : LPG) การทดลองใช้แก๊สเชื้อเพลิง ขนาดน้ำหนักสุทธิ 15 กิโลกรัม แรงดันใช้งาน 22 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว วัดปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้โดยการชั่งน้ำหนัก

ตารางที่ 1 ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบลดความชื้นถ่านอัดแท่ง

	1,500 แท่ง			3,000 แท่ง		
	80 C°	70 C°	60 C°	80 C°	70 C°	60 C°
ปริมาณเชื้อเพลิงที่ใช้ (กก.)	12.14	16.43	20.01	16.88	23.58	27.81
ค่าเชื้อเพลิง(19.33บาท/กก.)	234.67	317.59	386.79	326.29	455.80	537.57
ต้นทุนต่อหน่วย (บาท)	0.16	0.21	0.26	0.11	0.15	0.18

จากตารางที่ 1 พบว่าการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบลดความชื้นถ่านอัดแท่งจำนวน 1,500 แท่ง และ 3,000 แท่งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยที่สุด โดยการอบลดความชื้นถ่านอัดแท่ง จำนวน 1,500 แท่งสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเฉลี่ย 12.14 กิโลกรัม ส่วนการอบลดความชื้นถ่านอัดแท่งจำนวน 3,000 แท่งสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเฉลี่ย 16.88 กิโลกรัม แสดงให้เห็นว่าการอบลดความชื้นถ่านอัดแท่งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมต่อเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบลดความชื้นถ่านอัดแท่ง

การวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์

การหาต้นทุนต่อครั้งในการผลิตถ่านอัดแท่งและระยะเวลาในการคืนทุน(Payback Period) จากตารางที่ 1 การอบลดความชื้นที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีต้นทุนต่อหน่วยของจำนวนถ่านอัดแท่ง 3,000 แท่ง เป็นเงิน 0.11 บาทต่อหน่วยหรือ 0.44 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งเป็นค่าใช้จ่ายที่ต่ำสุด ดังนั้น จึงนำมาคำนวณต้นทุนการอบลดความชื้นถ่านอัดแท่งของเตาอบที่ทำการปรับปรุง

จากปริมาณความต้องการของลูกค้าและความสามารถในการผลิต ทางโรงงานจะทำการผลิตถ่านอัดแท่งเฉลี่ย 100 ครั้งต่อปี เครื่องจักรที่ใช้ในกระบวนการผลิตมีอายุการใช้งาน 10 ปี ในการผลิตถ่านอัดแท่ง 3,000 แท่งต่อครั้งจะได้ถ่านอัดแท่งที่พร้อมจำหน่ายแก่ลูกค้า ประมาณ 750 กิโลกรัม จำหน่าย กิโลกรัมละ 14 บาท ซึ่ง การผลิตถ่านอัดแท่งแต่ละครั้งจะได้ผลตอบแทนสุทธิ 1,838.38 บาท โดยเตาอบถ่านอัดแท่งที่ทำการปรับปรุงจะมีระยะเวลาในการคืนทุน เมื่อทำการอบถ่านอัดแท่ง จำนวน 63 ครั้งหรือ 8 เดือน

ต้นทุนของแก๊สเชื้อเพลิงที่ใช้ในการอบลดความชื้นถ่านอัดแท่ง เตาอบแบบเดิมใช้เวลาในการอบลดความชื้น 24 ชั่วโมง สิ้นเปลืองแก๊สเชื้อเพลิง จำนวน 30 กิโลกรัม ๆ ละ 19.33 บาท คิดเป็นเงิน 579.90 บาท ส่วนเตาอบที่ทำการปรับปรุงสิ้นเปลืองเชื้อเพลิง 16.88 กิโลกรัม คิดเป็นเงิน 326.29 บาท ทำให้ต้นทุนค่าเชื้อเพลิงลดลง 253.61 บาทหรือต้นทุนเชื้อเพลิงลดลงร้อยละ 43.74

สรุปผลการศึกษาวิจัย

ผู้ดำเนินการวิจัยได้ทำการออกแบบและสร้างเตาอบถ่านอัดแท่ง โดยมีขนาด ความกว้าง 1.60 เมตร ความยาว 2.30 เมตร และความสูง 1.50 เมตร โดยมีระบบควบคุมอุณหภูมิภายในเตาอบที่ทำการทดลองอบลดความชื้นถ่านอัดแท่งที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียสตามลำดับ การทดลองอบลดความชื้นถ่านอัดแท่งแบ่งจำนวนถ่านอัดแท่งเป็น 1,500 แท่ง และ 3,000 แท่ง จากนั้นทำการอบลดความชื้นถ่านอัดแท่งด้วยอุณหภูมิและจำนวนดังกล่าวข้างต้น อีกอย่างละ 3 ครั้ง พบว่าการอบลดความชื้นด้วยอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่จำนวนครั้งละ 3,000 แท่ง จะมีต้นทุนในการอบลดความชื้นต่อหน่วย ต่ำที่สุด และสามารถลดการใช้ปริมาณเชื้อเพลิง ลงได้ ร้อยละ 43.74 และระยะเวลาในการคืนทุน 8 เดือน

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชารินี มหายศนันท์. (2548). การออกแบบและสร้างเครื่องผลิตด้านอัดแท่งสำหรับการผลิตในระดับครัวเรือน. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- [2] พูนพัฒน์ พูนน้อย และ มนตรี ณะรินทร์. (2543). การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานเครื่องอบลำไยแบบไต้หวันเพื่อการอบแห้งผลผลิตเกษตร. งานวิจัย มหาวิทยาลัยแม่โจ้.
- [3] พิเชษฐ์ น้อยมณี. (2546). ผลของระยะเวลาการสับลมร้อนและความเร็วลมต่ออัตราการลดความชื้นและคุณภาพลำไยอบแห้งทั้งเปลือก. วิทยานิพนธ์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.