

การพัฒนาเตาต้มหน่อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน Development of Bamboo Shoots Stove from Charcoal Carbonization

ลือพงษ์ ลือนาม¹ สมศักดิ์ คุหาสวรรค์เวช² และ สดศรี นกอยู่³
^{1, 2, 3} คณะเทคโนโลยีการเกษตร อาคารเจ้าคุณทหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
1 ถนนผลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520 โทรศัพท์ : 023298520 E-mail: kluepon@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีจุดประสงค์ เพื่อวิจัยพัฒนาเตาต้มหน่อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน โดยการประยุกต์ใช้ความร้อนสูงที่เกิดจากการเผาไหม้ภายในเตาเผาถ่าน จึงได้ออกแบบสร้างเตาต้มหน่อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน พบว่า สามารถบรรจุหน่อไม้สดในหม้อต้มได้เฉลี่ย 93.33 กิโลกรัม โดยใช้ปริมาณไม้ฟืนบรรจุเข้า 150 กิโลกรัม และใช้ไม้ฟืนหน้าเตาปริมาณ 23 กิโลกรัม สามารถต้มน้ำให้เดือดได้นานถึง 2.15 ชั่วโมง ทำให้อุณหภูมิในหม้อต้มสูง 98.00 องศาเซลเซียส และทำให้อุณหภูมิภายในหน่อไม้สูงที่สุดถึง 94.33 องศาเซลเซียส โดยสามารถต้มหน่อไม้ให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส ได้เป็นระยะเวลาานานกว่า 30 นาที ซึ่งทำลายสารพิษโบทูลินที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหน่อไม้ต้มได้ หลังจากการต้มหน่อไม้จะได้ผลผลิตถ่านจำนวน 38.00 กิโลกรัม และได้ปริมาณน้ำควันไม้ 0.93 ลิตร

คำสำคัญ: เตาเผาถ่าน, ถ่าน, น้ำส้มควันไม้, การต้ม, หน่อไม้

Abstract

The objective of this study was research and development of a charcoal stove, boiled bamboo shoots with the application of heat caused by burning charcoal in a kiln. The heat was the boiled bamboo shoots fresh. Test furnace shoot live shows that can be packed bamboo shoots, bamboo fresh in boiled averaged 93.33 kg. The total firewood packed 150 kg and firewood front burner 23 kg. Boil water up to 2.15 hours, the temperature water in the boiler height 98.00 °C and the temperature shoot up to 94.33 °C. Boiled bamboo shoots with temperatures above 80 °C for a period longer than 30 minutes, which destroys the toxins do two lists that are harmful. Consumers can cook asparagus. After boiling the bamboo charcoal yield of 38.00 kg and 0.93 liters of water wood.

Keywords: Charcoal Stove, Charcoal, Wood vinegar, boiled, bamboo shoots,

1. บทนำ

การทำหน่อไม้ต้มบรรจุถุง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้วิธีการถนอมอาหารด้วยความร้อน มีลักษณะการผลิตพัฒนาจากภายในครัวเรือน

เป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เพื่อเป็นสินค้าสำหรับจำหน่ายทั้งภายในและต่างประเทศ การทำหน่อไม้บรรจุถุงเป็นการถนอมอาหารที่ใช้บริโภคนอกฤดูกาล ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดอย่างต่อเนื่อง โดยนิยมนำมาเป็นส่วนประกอบอาหารพื้นบ้าน อนึ่งในการผลิตหน่อไม้ต้มมีปัญหาในการผลิต ทำให้ผลิตภัณฑ์มีการเน่าเสียมากถึงร้อยละ 30 ของจำนวนที่ผลิตได้ จากรายงานการศึกษาพบว่า กรรมวิธีการผลิตเป็นแบบพื้นบ้าน ทำให้ได้คุณภาพไม่สม่ำเสมอ มีอายุการเก็บค่อนข้างสั้นจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ในขณะเดียวกันช่วงกลางเดือนมีนาคม 2549 มีข่าว " หน่อไม้เป็นพิษ" กับชาวบ้านที่ตำบลปากา ตำบลสวด อำเภอบ้านหลวง จังหวัดน่าน เนื่องจากบริโภคหน่อไม้ต้มบรรจุปี๊บมีน้ำพริกจะเป็นอาหารกลางวัน ทำให้ชาวบ้านล้มป่วยเพราะพิษปนเปื้อนที่ร้ายแรงในหน่อไม้ปี๊บ คือ โบทูลินัมท็อกซิน (botulinum toxins) ซึ่งเกิดจากเชื้อแบคทีเรียที่ไม่ต้องการออกซิเจน ชื่อ คลอสตริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium Botulinum*) เมื่อบริโภคเข้าสู่ร่างกายมีระยะฟักตัว 12 - 36 ชั่วโมง จะมีอาการปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน ปวดมวนท้อง ปากแห้ง แน่นในคอ กลืนลำบาก มีอาการทางระบบประสาท มองภาพไม่ชัด เห็นภาพซ้อน ลิ้มตาไม่ขึ้น หายใจขัด และมีอัตราเสียชีวิตสูงถึงร้อยละ 60 สำหรับกรณีไม่เสียชีวิต จะต้องใช้เวลารักษาเป็นเวลานานหลายเดือน [1]

การต้มหน่อไม้ส่วนใหญ่มักทำโดยตั้งปี๊บบนเตาฟืนโดยตรง ทำให้ปี๊บได้รับความร้อนที่สูงจากเปลวไฟที่เลื้อยอยู่รอบๆ ปี๊บ จึงเกิดความเสี่ยงที่สารเคมีซึ่งใช้เคลือบภายในปี๊บและยารอยปี๊บ เกิดการสลายตัวแล้วละลายลงในหน่อไม้และน้ำที่อยู่ในปี๊บ ผู้ผลิตบางส่วนยังใช้ฟืนในลักษณะที่ยังเป็นต้นมาสุ่มไฟ ทำให้เป็นการสิ้นเปลืองและทำลายสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก หน่อไม้ปี๊บที่ผลิตจำหน่ายอยู่ทั่วไปในประเทศไทย จึงมีความเสี่ยงทั้งจากอันตรายทางชีวภาพที่มาจากสารพิษโบทูลินและอันตรายทางเคมี แม้ว่าสารพิษโบทูลินจะมีความรุนแรงที่สูงมาก สารพิษกลับสามารถถูกทำลายโดยใช้ความร้อนที่สูงมากนัก การให้ความร้อนแก่สารพิษโบทูลินที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ก็เพียงพอที่จะทำลายโบทูลินได้แล้ว [1]

จากการผลิตหน่อไม้ต้ม จำเป็นต้องมีการใช้เชื้อเพลิงจำนวนมาก ได้แก่ ไม้ฟืน ไม้ฟืน และวัสดุทางการเกษตรอื่น ๆ เป็นต้น ทำให้การจัดหาเชื้อเพลิงมีค่าใช้จ่ายเพิ่มมากขึ้น และเตาต้มหน่อไม้มีประสิทธิภาพต่ำ ทำให้เกิดการสูญเสียความร้อนในการต้มหน่อไม้ เป็นผลต่อเนื่องให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงที่นำมาผลิตความร้อนต้มหน่อไม้ ซึ่งในบางครั้งมีเกษตรกรหลายรายมีปัญหาด้านเชื้อเพลิงจึงต้องหยุดการแปรรูปในบางช่วง เนื่องจากเชื้อเพลิงขาดแคลน รวมถึงกระบวนการผลิต

หม้อไม้ต้ม จำเป็นต้องใช้ความร้อนทำให้น้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลานานพอสมควร แต่เตาเกษตรกรที่ใช้ปัจจุบันยังไม่สามารถทำให้น้ำเดือดที่อุณหภูมิได้สูงพอ เนื่องจากมีการสูญเสียความร้อนขณะทำการต้มหม้อไม้จำนวนมาก ประกอบกับการใช้ท่อนฟืนมาสุญไฟความร้อนที่ได้รับลดลง [1]

จากการศึกษาวิจัยการผลิตไอน้ำสำหรับอบฆ่าเชื้อโรงเรือนเพาะเห็ด ด้วยการประยุกต์ใช้ความร้อนสูงที่เกิดจากการเผาไหม้ภายในเตาเผาถ่าน โดยนำความร้อนสูงที่เกิดขึ้นมาผลิตไอน้ำสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ด พบว่า ใช้ไม้ฟืนเชื้อเพลิงเพียง 246.50 กิโลกรัม สามารถผลิตไอน้ำทำให้น้ำเดือดได้มากกว่า 4 ชั่วโมง และอุณหภูมิของน้ำเดือดสูงถึง 100 องศาเซลเซียส จากลักษณะการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายในเตาและปริมาณความร้อนภายในเตาเผาถ่าน จะก่อประโยชน์ต่อการผลิตหม้อไม้ต้ม เนื่องจากสามารถทำให้น้ำเดือดได้นานไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง คาดว่าเพียงพอต่อการต้มหม้อไม้และสามารถฆ่าเชื้อโรคที่ปะปนมากับหม้อไม้สดได้ และเป็นการพัฒนาต่อยอดการใช้พลังงานทางเลือกที่เหมาะสมเกิดประโยชน์กับชุมชนท้องถิ่น ซึ่งนอกจากเป็นการใช้เพลิงในท้องถิ่น ลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน ในการผลิตหม้อไม้ต้มของเกษตรกรแล้ว ยังทำให้หม้อไม้ต้มมีคุณภาพ ปราศจากเชื้อโรคที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค เกษตรกรยังได้ถ่านและน้ำส้มควันไม้จากการผลิตไอน้ำ ใช้ประโยชน์และเพิ่มรายได้อีกด้วย [2]

2. วัตถุประสงค์

การดำเนินการวิจัยและพัฒนาเตาต้มหม้อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน สำหรับแหล่งผลิตหม้อไม้ต้มเขตจังหวัดปราจีนบุรี มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบ สร้าง ทดสอบเตาต้มหม้อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน

3. แนวคิด ทฤษฎี กรอบแนวคิดการวิจัยและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 แนวคิด จากการผลิตถ่านไม้ด้วยการคาร์บอนไนเซชันภายในเตา ทำให้เกิดปฏิกิริยาความร้อนจากการเผาไหม้และการคายความร้อน เป็นผลให้เกิดแหล่งความร้อนที่มีอุณหภูมิสูงเป็นระยะเวลาไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง คณะนักวิจัยจึงมีแนวคิดว่าการนำความร้อนขณะผลิตถ่านมาประยุกต์ใช้ต้มหม้อไม้ไปพร้อมกัน โดยการพัฒนาออกแบบเตาผลิตไอน้ำด้วยหลักการเผาถ่านแบบควบคุมอากาศ ให้มีห้องเผาไหม้สำหรับผลิตถ่าน และหม้อต้มน้ำสำหรับต้มหม้อไม้ รวมถึงก่อให้เกิดประโยชน์ต่อชุมชนท้องถิ่นแหล่งผลิตแปรรูปหม้อไม้ ทั้งด้านพลังงาน ด้านการเกษตร และด้านสิ่งแวดล้อม

3.2 ทฤษฎีการเผาไหม้ (Combustion) หมายถึง ปฏิกิริยาคายความร้อน และปฏิกิริยาเคมีเกิดขึ้นระหว่างสารต่าง ๆ กับออกซิเจนในอากาศ เกิดเป็นสารประกอบของออกซิเจน (ออกไซด์) ทำให้เกิดความร้อนและเปลวไฟออกมา โดยทั่วไปเชื้อเพลิงประกอบด้วยคาร์บอน (C) ไฮโดรเจน (H₂) ออกซิเจน (O) ซัลเฟอร์ (S) ไนโตรเจน (N) น้ำ (H₂O) และเถ้า

การผลิตถ่านไม้ หรือ การคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) หมายถึง กระบวนการสลายสารอินทรีย์ในเนื้อไม้ให้เปลี่ยนรูปหรือสลายตัวกลายเป็นถ่าน ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1) การเผาไหม้ เป็นกระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมาก ระหว่างการเกิดคาร์บอนไนเซชัน เพื่อให้ความร้อนกับไม้ภายในเตาถ่าน เพิ่มอุณหภูมิภายในเตาเผาให้สูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศมากกว่า 500 องศาเซลเซียส หลังจากการสิ้นสุดการเผาไหม้ปริมาณของออกซิเจนภายในห้องเผาไหม้จะลดลง อุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียส

2) การลดความชื้น เป็นให้ความร้อนโดยการเผาไล่ความชื้นภายในเนื้อไม้ ระหว่างนี้อุณหภูมิของเตาเผาจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งอุณหภูมิประมาณ 270 องศาเซลเซียส ความชื้นเนื้อไม้จะเริ่มลดลง ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจนหนาขึ้น

3) การคายความร้อน หลังจากกระบวนการไล่ความชื้นเสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์ จึงเริ่มทำให้เกิดคายความร้อนของไม้ โดยควบคุมอากาศไม่ให้เข้าไปทำปฏิกิริยาภายในเตาเผาจากจนเกิดไฟ ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในเตาถ่านจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนถึง 700 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า ซึ่งในระหว่างการคายความร้อนสารอินทรีย์จะสลายตัวในรูปของ ควันสีเหลือง ระเหยเป็นไอน้ำ และก๊าซต่างๆ ขึ้น เช่น กรดอะซิติก เมทิลแอลกอฮอล์ และน้ำมันดิน เมื่อสารอินทรีย์สลายตัวออกหมดควันจะใส ซึ่งทำให้เหลือวัสดุแข็งหลังจากการคายความร้อนเรียกว่า “ถ่าน”

4) การทำให้เย็นตัว หลังจากสารอินทรีย์สลายตัวหมดแล้ว ควันเหลือเพียงถ่านร้อน จึงหยุดกระบวนการคายความร้อน เพื่อลดอุณหภูมิและความร้อนภายในเตา ทั้งไว้เป็นระยะเวลาหนึ่งแล้วจึงเปิดเตาถ่านไม้ออกจากเตา

การผลิตน้ำส้มควันไม้หรือการเก็บน้ำส้มควันไม้ หมายถึง การดักเก็บควันจากการผลิตถ่าน ณ ปากปล่องควันที่ระดับอุณหภูมิในช่วง 80-150 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในเตาสูงประมาณ 300-400 องศาเซลเซียส แล้วใช้ท่อดักเก็บน้ำควันไม้จากวัสดุทนกรด เช่น ท่อไม้ไผ่ ท่อใยหิน สเตนเลส เป็นต้น โดยทำมุมเอียงประมาณ 30 องศาขึ้นแนวนอน เพื่อทำให้เกิดการควบแน่นของควันกลายเป็นหยดน้ำ แล้วไหลตามท่อลงมายังภาชนะเก็บ ซึ่งการเผาถ่านแบบเตาถ่านน้ำมัน 200 ลิตร สามารถดักเก็บน้ำส้มควันไม้ได้นานถึง 6-8 ชั่วโมง และอุณหภูมิในเตาสูงประมาณ 200-700 องศาเซลเซียส

การต้มหม้อไม้ หมายถึง การให้ความร้อนกับน้ำหรือการต้มในภาชนะบรรจุให้เดือด เพื่อนำความร้อนของน้ำไปใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตรและการแปรรูปอาหาร โครงสร้างหลักของการต้มหม้อไม้ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

1) เตาหรือห้องเผาไหม้ เป็นแหล่งกำหนดความร้อนหรือห้องเผาไหม้เชื้อเพลิง ซึ่งเป็นแหล่งให้ความร้อนหรือเพิ่มอุณหภูมิให้กับน้ำภายในหม้อต้ม โดยการใช้เชื้อเพลิงรูปแบบต่าง ๆ

2) ส่วนเก็บน้ำ เป็นภาชนะเก็บหรือหม้อต้มน้ำสำหรับทำให้น้ำเดือดกลายเป็นไอน้ำด้วยความร้อนจากห้องเผาไหม้

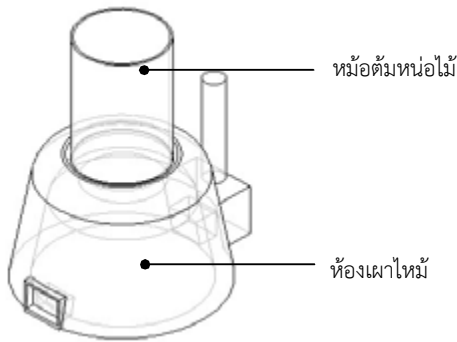
3.3 กรอบแนวคิด การวิจัยและพัฒนา มีกรอบแนวคิดจากการนำเชื้อเพลิงที่มีในท้องถิ่น มาผ่านกระบวนการเผาภายในเตาต้มหน่อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน ซึ่งคาดว่าจะได้ผล ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 กรอบแนวคิดการวิจัยและพัฒนา

In put	Process	Out put	Profit
เชื้อเพลิงได้จาก: -วัสดุเกษตรเหลือทิ้ง -ไม้จากการตัดแต่งกิ่ง -ไม้ไม่โตเร็วในท้องถิ่น -ไม้ไม่จากการแต่งกิ่ง	การแปรรูป หน่อไม้ต้มจาก เตาต้มหน่อไม้ ด้วยวิธีการเผา ถ่าน	1.ได้หน่อไม้ต้ม	หน่อไม้ต้มคุณภาพ
		2.ได้ถ่านหุงต้ม	แหล่งพลังงาน
		3.ได้น้ำส้มควันไม้	สารอินทรีย์
		4.เชื้อเพลิงหาได้ง่าย	พลังงานความร้อน

4. วิธีดำเนินงาน

การดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ได้ออกแบบเตาต้มหน่อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน ซึ่งประกอบ 2 ส่วน (ภาพที่ 1) ได้แก่ ส่วนเตาเผาหรือห้องเผาไหม้ และส่วนหม้อต้มหน่อไม้ มีหลักการการทำงานของเตาต้มหน่อไม้โดยใช้ความร้อนจากการเผาถ่านต้มน้ำในหม้อต้ม โดยการบรรจุไม้พินเข้าเตาเผาทางด้านบน เริ่มจากการวางเป็นไม้หมอนใต้เตา เรียงไม้พินขนาดเล็กไว้ด้านล่างเตาเผา และเรียงไม้พินขนาดใหญ่ไว้ด้านบนจนเต็มเตา จากนั้นปิดหลังเตาด้วยหม้อต้มหน่อไม้ เติมน้ำเข้าหม้อต้มให้มีระดับปริมาณน้ำภายในหม้อต้ม 2 ใน 3 ส่วน แล้วจุดไฟหน้าเตาเริ่มการเผาไหม้ต้มหน่อไม้



ภาพที่ 1 รูปแบบเตาต้มหน่อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน

การดำเนินการทดสอบเตาต้มหน่อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่านจำนวน 3 ครั้ง เพื่อการเก็บข้อมูล ปริมาณหน่อไม้สดที่ใช้ต้ม ปริมาณไม้พิน ปริมาณน้ำในหม้อต้ม เวลาในการต้มหน่อไม้ เวลาการเกิดน้ำส้มควันไม้ อุณหภูมิ น้ำ อุณหภูมิหน่อไม้ ผลผลิตหน่อไม้ต้ม ผลผลิตถ่าน ปริมาณน้ำส้มควันไม้ เป็นต้น ในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบ จะทำการแสดงเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำและหน่อไม้ต้มเป็นกราฟแสดงผล อัตราการผลิตถ่าน อัตราการผลิตน้ำส้มควันไม้ ประสิทธิภาพเผาไหม้ และประสิทธิภาพเชิงความร้อน แสดงผลการทดสอบเป็นตารางเปรียบเทียบ จากการคำนวณด้วยสมการ ดังนี้

ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (%) = [(MiCpdT+MeL) x 100]/MH (1)

M = มวลของไม้เชื้อเพลิง (กิโลกรัม)

H = ค่าความร้อนของไม้เชื้อเพลิง (7400 กิโลจูล/กิโลกรัม)

Mi = น้ำหนักของน้ำที่ใช้ในการต้ม (กิโลกรัม)

Cp = ความร้อนจำเพาะของน้ำ (4.19 กิโลจูล/กิโลกรัม-องศาเซลเซียส)

dT = อุณหภูมิของน้ำที่เปลี่ยนแปลง (องศาเซลเซียส)

Me = น้ำหนักของน้ำที่ระเหยกลายเป็นไอ (กิโลกรัม)

L = ความร้อนแฝงของการระเหยของน้ำ (2256 กิโลจูล/กิโลกรัม)

ความชื้นไม้เชื้อเพลิง (%ฐานเปียก)

=
$$\frac{\text{น.น.ก่อนอบ (กรัม)} - \text{น.น.หลังอบ (กรัม)}}{\text{น.น.ก่อนอบ (กรัม)}} \times 100$$
 (2)

เปอร์เซ็นต์การผลิตถ่าน (%)

=
$$\frac{\text{น.น.ถ่านที่เผาได้ (กรัม)}}{\text{น.น.ไม้ที่เผา (กรัม)}} \times 100$$
 (3)

ประสิทธิภาพการผลิตถ่าน (%)

=
$$\frac{\text{น.น.ถ่านที่เผาได้ (กรัม)} - \text{น.น.สันถ่าน (กรัม)}}{\text{น.น.ถ่านที่เผาได้ (กรัม)}} \times 100$$
 (4)

อัตราการผลิตน้ำส้มควันไม้ (ลิตร/ชั่วโมง)

=
$$\frac{\text{ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่ได้ (ลิตร)}}{\text{ระยะเวลาการเก็บน้ำส้มควันไม้ (ชั่วโมง)}}$$
 (5)

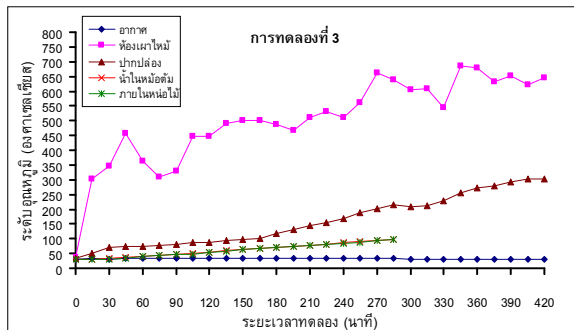
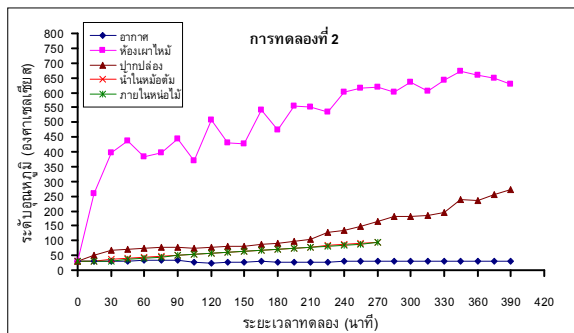
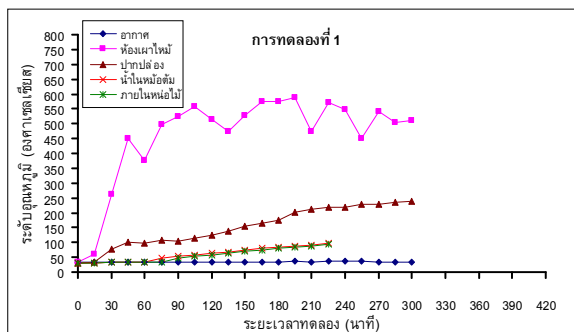
5. ผลการศึกษา

การศึกษาทดสอบเตาต้มหน่อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน ดำเนินทดสอบ ณ บ้านเนินหาด ตำบลดงชีเหล็ก อำเภอมะนัง จังหวัดปราจีนบุรี (ภาพที่ 2) ในสภาพอากาศแวดล้อมบริเวณทดสอบ มีลมพัดแสงแดดตลอดทั้งวัน โดยทำการทดสอบเก็บข้อมูลเตาต้มหน่อไม้จำนวน 3 ครั้ง แต่ละครั้งใช้เวลาทดสอบเก็บข้อมูล 2 วัน รวมระยะเวลาทดสอบ 6 วัน



ภาพที่ 2 การทดสอบเตาต้มหน่อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน

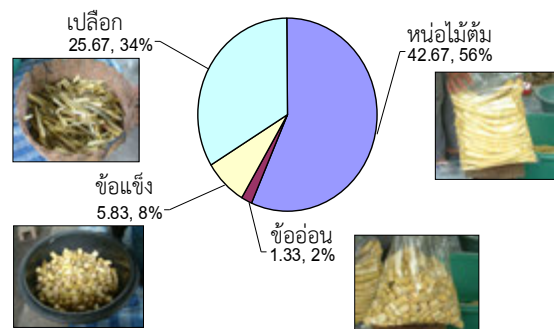
การทดลองเริ่มจากตัดไม้เป็นท่อนยาวประมาณ 100 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อน เพื่อเป็นไม้หมอนรองใต้เตา และทำการตัดไม้พินเป็นท่อน ยาวประมาณ 50 เซนติเมตร แล้วบรรจุเข้าเตาต้ม หม้อไม้ด้านบน โดยบรรจุไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กก่อน แล้วเรียงท่อนไม้พินที่มีขนาดใหญ่ไว้ด้านบนเป็นชั้นๆ จนเต็มเตา จากนั้นนำหม้อต้มหม้อไม้ที่สร้างขึ้นตั้งด้านบนเตา และปิดรอยต่อระหว่างหม้อต้ม หม้อไม้กับเตาให้สนิทด้วยทรายเปียก แล้วเติมน้ำหม้อต้มหม้อไม้ จำนวน 100 ลิตร พร้อมกับบรรจุหม้อไม้สดลงในหม้อต้ม จากนั้นทำการจุดไฟหน้าเตาพร้อมเติมไม้เชื้อไฟหน้าเตา รวมกับการเป่าลมเข้าหน้าเตา เพื่อให้อากาศร้อนไหลเข้าภายในเตา พร้อมกับบันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ๆ หลังจากการจุดไฟหน้าเตาได้ไม่นานจะมีควันค่อยๆ ลอยออกจากปากปล่องเตา ระหว่างนั้นต้องเติมเชื้อไฟในช่องไฟหน้าเตาเป็นระยะๆ 5-6 ครั้ง จากการวิเคราะห์ผลการศึกษาแสดงกราฟอุณหภูมิดังภาพที่ 3 และผลการทดสอบเตาต้มหม้อไม้ดังตารางที่ 2 อภิปรายผลได้ดังนี้



ภาพที่ 3 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ การทดสอบเตาต้มหม้อไม้

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาทดสอบเตาต้มหม้อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน

รายการวิเคราะห์ผล	การทดลองที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
น้ำหนักไม้เชื้อเพลิง (กิโลกรัม)	150.00	150.00	150.00	150.00
น้ำหนักไม้เชื้อไฟ (กิโลกรัม)	18.00	23.00	28.00	23.00
ความชื้นไม้เชื้อเพลิง (%ฐานเปียก)	55.63	56.62	59.76	57.33
ปริมาณน้ำในหม้อต้ม (กิโลกรัม)	100.00	100.00	100.00	100.00
อุณหภูมิของน้ำในหม้อต้มสูงสุด (°C)	98.00	96.00	98.00	97.33
อุณหภูมิภายในหม้อไม้สูงสุด (°C)	93.00	93.00	97.00	94.33
เวลาที่เกิดไอน้ำ (ชั่วโมง/นาที)	1:40	2:20	2:45	2:15
เวลาการเผาทั้งหมด (ชั่วโมง/นาที)	5:00	6:30	7:00	6:10
เวลาการเกิดน้ำส้มควันไม้ (ชั่วโมง/นาที)	2:55	4:00	4:05	3:53
เวลาอุณหภูมิหม้อไม้สูงกว่า 80 °C (ชั่วโมง/นาที)	0:45	0:45	1:00	0:50
ปริมาณน้ำส้มควันไม้ (ลิตร)	0.80	1.00	1.00	0.93
ปริมาณน้ำที่ระเหย (ลิตร)	22.00	25.50	30.00	25.83
ปริมาณเกลือ (กิโลกรัม)	3.00	3.00	3.00	3.00
ปริมาณหม้อไม้สด (กิโลกรัม)	100.00	90.00	90.00	93.33
ปริมาณหม้อไม้ต้ม (กิโลกรัม)	79.00	72.00	77.50	76.17
ปริมาณหม้อไม้ที่จำหน่ายได้ (กิโลกรัม)	44.00	41.50	42.50	42.67
ปริมาณเชื้อหม้อไม้ที่จำหน่ายได้ (กิโลกรัม)	3.00	1.00	0.00	1.33
ปริมาณเชื้อหม้อไม้ที่เหลือทิ้ง (กิโลกรัม)	7.00	2.50	8.00	5.83
ปริมาณเปลือกหม้อไม้ที่เหลือทิ้ง (กิโลกรัม)	25.00	27.00	25.00	25.67
ปริมาณถ่านที่เผาได้ (กิโลกรัม)	39.50	34.50	40.00	38.00
ปริมาณถ่าน (กิโลกรัม)	20.50	15.50	14.00	16.67
ประสิทธิภาพเชิงความร้อน (%)	7.30	7.64	8.26	7.73
อัตราการผลิตน้ำส้มควันไม้ (ลิตร/ชั่วโมง)	0.31	0.25	0.25	0.27
เปอร์เซ็นต์การผลิตถ่าน (%)	26.33	23.00	26.67	25.33
ประสิทธิภาพการผลิตถ่าน (%)	48.10	55.07	65.00	56.06



ภาพที่ 4 สัดส่วนของหม้อไม้ต้มจากการทดลอง

ผลการศึกษาทดสอบเตาต้มหม้อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่านพบว่า หม้อต้มหม้อไม้สามารถบรรจุหม้อไม้สดได้เฉลี่ย 93.33 กิโลกรัม โดยการต้มหม้อไม้ใช้ปริมาณไม้พิน 150 กิโลกรัม และใช้ไม้พินเชื้อไฟหน้าเตาปริมาณ 23 กิโลกรัม สามารถต้มน้ำให้เดือดได้นานถึง 2:15 ชั่วโมง ทำให้อุณหภูมิของน้ำในหม้อต้มสูง 98.00 องศาเซลเซียส และทำให้อุณหภูมิภายในหม้อไม้สูงได้ถึง 94.33 องศาเซลเซียส โดยสามารถต้มหม้อไม้ให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส ได้เป็นระยะเวลานานกว่า 30 นาที ซึ่งทำลายสารพิษโบทูลินที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคหม้อไม้ต้ม เนื่องจากสารพิษโบทูลินจะถูกทำลายเมื่อให้ความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที [1] โดยการต้มหม้อไม้ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงสิ้นสุดใช้ระยะเวลาทั้งหมด 6:10 ชั่วโมง หลังจากการต้มน้ำหม้อไม้ออกจากเตาซึ่งน้ำหนักได้ปริมาณ 76.17 กิโลกรัม จากนั้นทำการนำหม้อไม้ไปผึ่งลมให้เย็น แล้วทำการปอกเปลือกตัดแต่งคัดแยกส่วนต่าง ๆ ของ

หน่อไม้ต้ม พบว่า หน่อไม้ต้มสุกสามารถปอกเปลือกได้ง่าย สีของหน่อไม้มีลักษณะเป็นสีเหลือง มีกลิ่นหอม ตัดแต่งแยกส่วนต่าง ๆ ของหน่อไม้ต้มได้ง่าย ซึ่งแบ่งหน่อไม้ต้มได้เป็นส่วนๆ (ภาพที่ 4) ที่จำหน่ายได้ 42.67 กิโลกรัม ขั้วหน่อไม้ที่จำหน่าย 1.33 กิโลกรัม ขั้วหน่อไม้ที่เหลือทิ้ง 5.83 กิโลกรัม และเปลือกหน่อไม้ที่เหลือทิ้ง 25.67 กิโลกรัม ซึ่งหลังจากการต้มหน่อไม้เสร็จ แล้วปิดเตาทิ้งไว้เป็นเวลา 48 ชั่วโมง พบว่า เตาต้มหน่อไม้ด้วยหลักการเผาถ่าน ให้ผลผลิตถ่านจำนวน 38.00 กิโลกรัม และมีไม้ฟืนที่กลายเป็นถ่านไม่สมบูรณ์หรือสันถ่าน 16.67 กิโลกรัม แต่มีประสิทธิภาพการผลิตถ่านสูงถึง 25.33 เปอร์เซ็นต์ โดยได้ปริมาณน้ำควันไม้หลังจากการดักเก็บระหว่างการต้มหน่อไม้ 0.93 ลิตร

6. สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยพัฒนาเตาต้มหน่อไม้ด้วยวิธีการเผาถ่าน ทำให้หน่อไม้สดที่บรรจุในหม้อต้มถูกต้มให้มีอุณหภูมิภายในหน่อไม้สูง จนถึงระดับที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เนื่องจากสามารถต้มหน่อไม้ให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส ได้เป็นระยะเวลานานกว่า 30 นาที ซึ่งทำลายสารพิษโบ툴ินที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคของหน่อไม้ต้ม เนื่องจากสารพิษโบ툴ินจะถูกทำลายเมื่อให้ความร้อนที่ 80 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที นอกจากนั้นเตาต้มหน่อไม้ด้วยหลักการเผาถ่าน ยังสามารถผลิตถ่านเชื้อเพลิงและน้ำส้มควันไม้ไปพร้อม ๆ กันกับกระบวนการผลิตหน่อไม้ต้มด้วย ทำให้เกษตรกรผู้ผลิตหน่อไม้ต้มในแต่ละครั้งได้ผลิตภัณฑ์ถ่านกว่า 38 กิโลกรัม และน้ำส้มควันไม้ประมาณ 1 ลิตร ซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการผลิตหน่อไม้ต้ม นำไปใช้ประโยชน์หรือจำหน่ายเพิ่มรายได้ต่อไป สำหรับเตาต้มหน่อไม้ด้วยหลักการเผาถ่านที่พัฒนาขึ้น สามารถบรรจุหน่อไม้สดได้ประมาณ 100 กิโลกรัม จึงเหมาะสมกับเกษตรกรรายย่อยที่ผลิตหน่อไม้ต้มไม่เกินวันละ 100 กิโลกรัม/วัน สำหรับรับเกษตรกรผลิตหน่อไม้ต้มรายใหญ่ มีจำนวนการ

ผลิตหน่อไม้ต้มประมาณ 200-300 กิโลกรัม/วัน เตาต้มหน่อไม้ด้วยหลักการเผาถ่านนี้ ยังไม่เพียงพอเหมาะสมกับปริมาณการผลิตหน่อไม้ต้มของเกษตรกรรายใหญ่นัก ซึ่งจะได้พัฒนาเตาในลำดับต่อไป

7. กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการส่งเสริมสุขภาพ (สสส.) คณะผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชีระวัฒน์ เหมะจุฬา. 2006. “โรคหน่อไม้พิษ” ศูนย์ปฏิบัติการโรคทางสมอง. โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก <http://www.cueid.org/content/view/full/35/40/> (25 มกราคม 2553)
- [2] ลีพงษ์ ลีอนาม ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมมาธิวัฒน์ สมศักดิ์ คูหาสวรรค์เวช. 2553. การออกแบบพัฒนาเตาผลิตไอน้ำสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ด. ในรายงานการประชุมทางวิชาการปี 2553 “การพัฒนาชนบทที่ยั่งยืน”. ระหว่างวันที่ 21-23 มกราคม 2555. ณ มหาวิทยาลัยขอนแก่น วิทยาเขตหนองคาย อำเภอเมือง จังหวัดหนองคาย. หน้า 236.