

การผลิตและสมบัติของน้ำส้มไม้และถ่านจากไม้ไผ่และไม้ตัดขยายระยะที่สถานี เกษตรหลวงอ่างขาง โดยใช้เตาเผาถ่านไทย-อิวาเตะ

Manufacture and Properties of Wood Vinegar and Charcoal Produced from Bamboos and Thinned Woods at the Royal Agricultural Station Angkhang Using Thai-Iwate Kiln

นิคม แหยมสัก¹
อัจฉริยะ โชติจันทร์¹

Nikhom Laemsak¹
Aujchariya Chotikhun¹

1 ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900
Department of Forest Products, Faculty of Forestry, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

ABSTRACT

The studies on manufacture and properties of wood vinegar and charcoal produced from bamboos and thinned woods at the Royal Agricultural Station Angkhang using Thai-Iwate kiln were focused on 4 species, i.e. Bamboo mixed species, *Acacia confusa*, *Liquidambar formosana* and *Fraxinus griffithii*. The carbonization time consumed (full kiln : volume 12 m³) about 10 days. Charcoal from woods with different levels of moisture content had given different properties and yield of wood vinegar. The results showed wood vinegar properties varying in specific gravity between 1.006-1.016 and pH between 2.72-4.68. The color varied from brown to dark brown, with lucid bright and smoke smell. Wood vinegar from Bamboo mixed species showed red-brown color and clear than others. Properties of wood vinegar from bamboos were accepted as standard according to Japanese Wood Vinegar Association. Properties of charcoal, upper part of the kiln had fixed carbon more than lower part, but volatile matter and moisture content were lesser than lower part. In the same time, ash and heat contents had lesser value than upper part of the kiln.

Key words: wood vinegar, charcoal, Thai-Iwate kiln, bamboo, Royal Project Foundation

บทคัดย่อ

การศึกษาการผลิตและสมบัติของน้ำส้มไม้จากไม้ไผ่ และไม้ตัดขยายระยะที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้เตาเผาถ่านไทย-อิวาเตะ ได้ศึกษาจากพืช 4 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ (Bamboo mixed species) กระถินคอย (*Acacia confusa*) เมเปิ้ลหอม (*Liquidambar formosana*) และจันทร์ทอง (*Fraxinus griffithii*) พบว่า ในการผลิตถ่านไม้ 1 ครั้ง (ใส่ไม้เต็มเตาปริมาตร 12 ลูกบาศก์เมตร) ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 10 วัน ถ่านที่ใช้ไม้ต่างชนิดกัน ความชื้นในเนื้อไม้ต่างกัน จะได้ปริมาณและสมบัติของน้ำส้มไม้ที่ต่างกัน โดยมีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ระหว่าง 1.006-1.016 ค่า pH อยู่ระหว่าง

2.72-4.68 มีสีน้ำตาลใสถึงน้ำตาลเข้ม แต่มีความใสและกลิ่นควันไฟเหมือนกัน น้ำส้มไม้ที่ได้จากไม้ไผ่จะมีสีน้ำตาลแดง ซึ่งแตกต่างจากไม้ชนิดอื่นอย่างเด่นชัด น้ำส้มไม้จากไม้ไผ่มีสมบัติได้ตามมาตรฐานของสมาคมน้ำส้มไม้แห่งประเทศไทย ส่วนถ่านที่ได้จากการผลิต สมบัติของถ่านชั้นบนของเตาจะมีค่าปริมาณคาร์บอนเสถียรมากกว่าถ่านชั้นล่าง แต่ปริมาณสารระเหยและปริมาณความชื้นน้อยกว่าถ่านชั้นล่าง ขณะเดียวกันถ่านชั้นล่างจะมีค่าปริมาณซีเถ้าและค่าความร้อนน้อยกว่าถ่านชั้นบน

คำสำคัญ: น้ำส้มไม้ ถ่าน เตาเผาถ่านไทย-อิวาเตะ ไม้ มูลนิธิโครงการหลวง

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม เกษตรกรต้องสูญเสียเงินตราในแต่ละปีในการใช้ปุ๋ยและสารเคมีเพื่อให้ได้ผลผลิตที่สูง ในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมการใช้สารจากธรรมชาติมาใช้ในการเกษตรมากขึ้นเพราะนอกจากจะไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังสามารถผลิตใช้เองได้ในประเทศอีกด้วย การเผาถ่านเป็นที่รู้จักกันมาอย่างยาวนาน โดยทั่วไปคนส่วนใหญ่ใช้ประโยชน์จากถ่านสำหรับเป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มเพราะถ่านเป็นเชื้อเพลิงที่ให้ความร้อนสูง หาง่าย และมีราคาถูก (นิคม และ อลงกรณ์, 2545) ใน กระบวนการเผาถ่านนั้น จะมีควันที่เกิดจากการเกิดปฏิกิริยาของไม้กับความร้อน ทำให้สารประกอบในเนื้อไม้เกิดการสลายตัว และทำให้ได้สารประกอบใหม่ๆ มากมาย เมื่อนำควันนั้นมาควบแน่น ก็จะได้เป็นของเหลว หรือที่เรียกกันว่า น้ำส้มไม้

น้ำส้มไม้มีประโยชน์ต่อการทำเกษตรอินทรีย์ ใช้เป็นสารเร่งการเจริญเติบโต สารไล่แมลง สารปรับสภาพดิน มาเชื้อแบคทีเรียและไส้เดือนฝอย ปรับค่า pH ของดิน กรณีสนามกอล์ฟ อาจใช้เป็น organic landscape กล่าวคือ ไม้ใช้สารเคมี เพราะอาจมีผลต่อสุขภาพ ถ้านำเอาน้ำส้มไม้ไปกลั่นอีกครั้งจะได้น้ำสีเหลืองใส (vinegar tea) ที่ญี่ปุ่นนำไปใช้ทำผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับสุขภาพ เช่น เครื่องสำอางค์ ครีมนวด แชมพูสระผม สบู่ โลชั่นปรับสภาพผิว น้ำหอม ใช้ทำยาฆ่าเชื้อ ทำน้ำแร่ ผลิตภัณฑ์สปา พวกนี้ได้มาจากน้ำส้มไม้ทั้งสิ้น ส่วนทาร์หรือน้ำมันดิน ใช้ผลิตเป็นยาแก้พิษในระบบทางเดินอาหาร

น้ำส้มไม้หรือน้ำส้มควันไม้ (wood vinegar) หรือ pyroligneous acid or pyroligneous liquor เป็นของเหลวสีน้ำตาลใสมีกลิ่นควันไฟ ชิมดูจะมีรสเปรี้ยวเนื่องจากสภาพความเป็นกรด โดยของเหลวนี้จะผลิตได้จากการควบแน่นควันไฟที่เกิดขึ้น ในขณะที่ไม้กำลังเปลี่ยนเป็นถ่านในเตาเผา (ขั้นตอนที่เรียกว่า carbonization) ที่อุณหภูมิระหว่าง 300-400 องศาเซลเซียส ในสภาวะอุณหภูมิดังกล่าวสารประกอบต่างๆ ในไม้จะถูกความร้อนสลายตัวทำให้เกิดเป็นสารประกอบใหม่อันเป็นประโยชน์ในหลายๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นการปลูกพืช การเลี้ยงปลา เลี้ยงสัตว์ หรือการนำไปใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมอื่น

น้ำส้มไม้ ได้จากการควบแน่น (condensed) ของควันจากการเผาถ่านไม้ในเตา ซึ่งในญี่ปุ่นมีการนำมาใช้ประโยชน์กว่า 100 ปีมาแล้ว ในรูปของน้ำส้มไม้ที่ใช้ในอุตสาหกรรม การแพทย์ แต่ในไทยมีการควบคุมการผลิต ถ่านเข้มงวด แนวทางการผลิตเพื่อเพิ่มคุณภาพและการใช้ประโยชน์จากผลพลอยได้จึงมีน้อยมาก แต่กระนั้นตามชนบทยังมีการเผาถ่านขายอยู่จำนวนมากพอสมควร (ประพันธ์, 2547)

น้ำส้มไม้ เป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่านไม้ไผ่ในสภาพอับอากาศ (airless condition) โดยควันที่เกิดขึ้นจากกระบวนการเผาไหม้ (pyrolysis) เมื่อผ่านความเย็นจะรวมตัวกลั่นเป็นของเหลว (liquor) มีสีน้ำตาลอ่อนปนแดง มีกลิ่นควันไฟ เป็นกรดอ่อน มีรสเปรี้ยวเล็กน้อย มีค่า pH ประมาณ 3.0 ค่าความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) ประมาณ 1.015 มีสารประกอบทางเคมีมากกว่า 200 ชนิด องค์ประกอบหลักคือ กรดอะซิติก ฟอรัมาลดีไฮด์ เมทานอล

อะซิโตน และทาร์ เป็นต้น ทั้งนี้ไม้ไผ่ 1-1.4 ต้น เมื่อเผาแล้วจะได้น้ำส้มควันไม้ประมาณ 20 ลิตร (ชาญชัย, 2544)

ประโยชน์ของน้ำส้มควันไม้ที่ยังไม่ได้กลั่น ใช้เป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืช เป็นสารช่วยในการปรับปรุงสภาพดิน เป็นสารช่วยดับกลิ่น deo-derant และช่วยฆ่าเชื้อโรคต่างๆ (disinfection) เป็นสารควบคุมพืชทางอ้อม และมีความปลอดภัยต่อสัตว์และสิ่งแวดล้อม

ส่วนประโยชน์ของน้ำส้มควันไม้ที่ผ่านการกลั่นใช้ในกระบวนการอาหาร (food processing) ใช้พ่น หยอดรมควัน เคลือบ หรือเติมในเนื้อปลา ไส้กรอก เป็นต้น เพื่อช่วยรักษาความสดของเนื้อปลาและเนื้อสัตว์ ใช้รักษาแผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก แผลสด บรรเทาอาการเจ็บปวดต่างๆ ลดกลิ่นเหม็นของเหงื่อ ช่วยการไหลเวียนของเลือด เป็นต้น

เตาเผาถ่านไทย-อิวาเตตามแบบของชมรมสวนป่าผลิตภัณฑ์และพลังงานจากไม้ ซึ่งพัฒนาจากแบบเดิมโดยคุณพูนพันธ์ พึ่งวงศ์ญาติ รองประธานชมรมฯ ออกแบบปล่องดักควันแสดงเด่นที่สามารถใช้ประโยชน์จากควันไม้จำนวนมากที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการเผาถ่านมากขึ้น เป็นน้ำส้มไม้ดังกล่าวได้ โดยของเหลวจากการควบแน่นควันนี้จะมีอัตราส่วนประมาณร้อยละ 8 ของน้ำหนักไม้ หรือหากมีระบบการหล่อเย็นต่อกับแสดงเด่นที่ใช้ดักควันไม้ก็จะให้ผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น อาจได้มากถึงร้อยละ 15 ซึ่งขณะนี้เตาเผาถ่านอิวาเตขนาด 12 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งใช้อากาศจากภายนอกปล่องเก็บควันเพื่อกลั่นเก็บของเหลวจะให้น้ำส้มควันไม้ประมาณ 400 ลิตร โดยใช้ไม้ประมาณ 5 ต้น

น้ำส้มไม้ที่กล่าวว่ามีคุณประโยชน์มากมายนั้นว่าไปแล้วก็ถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานได้รอบจักรวาล เช่นเดียวกับ ถ่านไม้ไม่ว่าจะนำมาใช้ในครัวเรือนใช้ในงานเกษตรกรรม ปศุสัตว์ และอุตสาหกรรมการผลิตอีกสารพัดชนิด (เกียรติศักดิ์, 2548) ทั้งนี้ คุณสมบัติที่โดดเด่นที่สุดของผลิตภัณฑ์น้ำส้มควันไม้เห็นจะเป็นข้อที่ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นธรรมชาติ สอดคล้องกับกระแสการบริโภค ในปัจจุบันที่เน้นเรื่องของความปลอดภัย

ปลอดภัยสามารถใช้อย่างสะดวก ไร้สารเคมีตกค้างส่งผลให้ขณะนี้ การนำน้ำส้มไม้เข้าสู่ตลาดอุตสาหกรรมเป็นเรื่องที่ไม่ยากเย็นนัก น้ำส้มไม้นั้นมีสารประกอบมากกว่า 200 ชนิด เช่น กรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ชนิดต่างๆ รวมทั้งสารอินทรีย์อื่น ๆ เช่น กรดอะซิติก (acetic acid) กรดโพรไพโอโนนิก (propionic acid) และแร่ธาตุตามธรรมชาติอีกนานาชนิดซึ่งเป็นประโยชน์หลายประการในประเทศญี่ปุ่น การใช้งานผลพลอยได้จากการผลิตถ่านคือน้ำส้มควันไม้แพร่หลายมานานมากแล้ว ใช้กันทั้งในด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม เป็นผลดีอย่างที่เชื่อถือได้ทีเดียว ส่วนในการใช้ในบ้านเรา การใช้งานน้ำส้มไม้ยังอยู่ในวงจำกัด

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยเรื่องนี้ก็เพื่อศึกษาการผลิตน้ำส้มไม้และถ่านจากไม้ไผ่ และไม้ดัดขยายระยะที่สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จากไม้ 4 ชนิด ได้แก่ ไม้ไผ่ ไม้กระถินดอย ไม้เมเปิ้ลหอมและไม้จันทร์ทอง (โครงการหลวงพัฒนาภาคเหนือ, 2519) โดยใช้เตาเผาถ่านไทย-อิวาเตศึกษาสมบัติของน้ำส้มและถ่านที่ได้จากการผลิต และเพื่อเปรียบเทียบสมบัติของน้ำส้มไม้และถ่านจากไม้ต่างชนิดกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

การผลิตถ่านและน้ำส้มไม้

นำไม้ที่ได้จากการตัดขยายระยะหลังจากทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ มาตัดขนาดให้ได้ความยาวประมาณ 1 เมตร แล้วนำเข้าเรียงในเตาเผาถ่านไทย-อิวาเต โดยเรียงไม้ในแนวตั้งซึ่งจะมีปริมาตรประมาณ 12 ลูกบาศก์เมตร ณ ศูนย์สาธิตการใช้ไม้สมพรสพพรรณ สถานีเกษตรหลวงอ่างขาง จังหวัดเชียงใหม่ จากนั้นทำการศึกษาดังต่อไปนี้

1. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลา
2. ศึกษาสมบัติของถ่านโดยการส่งตัวอย่างไปวิเคราะห์
3. ศึกษาไม้ส้มไม้หลังการเก็บทิ้งไว้ในภาชนะที่บดแสงเป็นเวลา 3 เดือน

สมบัติของน้ำส้มไม้

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ทรีทเมนต์ดังนี้

- ทรีทเมนต์ที่ 1 น้ำส้มไม้จากไผ่
- ทรีทเมนต์ที่ 2 น้ำส้มไม้จากไม้กระถินคอย
- ทรีทเมนต์ที่ 3 น้ำส้มไม้จากไม้เมเปิลหอม
- ทรีทเมนต์ที่ 4 น้ำส้มไม้จากไม้จันทร์ทอง

แต่ละทรีทเมนต์มี 3 ซ้ำ โดยใน 1 ซ้ำแบ่งน้ำส้มไม้ออกเป็น 3 ตัวอย่าง (3 ส่วน คือ ส่วนบน ส่วนกลาง และส่วนล่าง) ดังนั้นในการศึกษาสมบัติของน้ำส้มไม้จะใช้ตัวอย่างทั้งหมด 36 ตัวอย่าง หลังจากเก็บตัวอย่างทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 3 เดือน จึงได้ทำการเก็บข้อมูลวัดค่าสมบัติต่างๆ คือ ความถ่วงจำเพาะกลั่น ค่า pH ความใส และสี

ผลและวิจารณ์

การศึกษาการผลิตถ่าน

จากการศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา กับอุณหภูมิที่ใช้ในการผลิตถ่าน ตั้งแต่เริ่มให้ความร้อนจนกระทั่งปิดเตาเผาถ่าน แนวโน้มที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับกระบวนการไล่ความชื้นในไม้ในช่วงแรก คือ เมื่อในเตาเผาถ่านมีความชื้นเริ่มต้นที่สูง ระยะเวลาในการไล่ความชื้นก็จะใช้เวลานานด้วย ขึ้นอยู่กับชนิดไม้ได้แก่ ไม้ไผ่ (Figure 1) ไม้กระถินคอย (Figure 2) ไม้เมเปิลหอม (Figure 3) และไม้จันทร์ทอง (Figure 4)

สุ่มตัวอย่างถ่านแล้วนำไปทดสอบสมบัติของถ่าน ได้แก่ ปริมาณความชื้น ค่าคาร์บอนเสถียร ปริมาณสารระเหย ปริมาณจีเถ้า ค่าการต้มน้ำเดือด และค่าความร้อน โดยแบ่งทดสอบสองส่วน ได้แก่ ถ่านไม้ชั้นบน และถ่านไม้ชั้นล่าง ได้สมบัติของถ่านไม้ชั้นบนภายในเตา (Table 1) และสมบัติของถ่านไม้ชั้นล่างภายในเตา (Table 2)

หลังจากเก็บตัวอย่างของน้ำส้มไม้ไว้ในถังไม้ให้ถูกแสง เพื่อให้ให้น้ำส้มไม้ได้ตกตะกอนนานเป็นเวลา 3 เดือน ได้ผลการทดลอง สมบัติของน้ำส้มไม้ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะ สี และค่า pH ที่แตกต่างกัน แต่มีความใส และกลิ่นควันไม้เหมือนกัน (Table 3)

จากการศึกษาสมบัติของน้ำส้มไม้ที่ผลิตจากศูนย์สาธิตการใช้ไม้สมพรสพหวัฒน์ โดยใช้เตาเผาถ่านไทย-อิวาเตะ การเผาถ่านไม้ไม่สามารถที่จะทำให้ความชื้นของไม้ในเตาเท่ากันได้ จึงทำให้การเผาถ่านที่จะกำหนดระยะเวลาที่แน่นอนได้ แต่เมื่อหลังจากการปิดเตาแล้ว จะใช้เวลาประมาณ 4 วัน เพื่อให้เตาเย็น น้ำส้มไม้มีสมบัติใกล้เคียงกับสมบัติของน้ำส้มไม้ที่มีการผลิตทั้งในประเทศและต่างประเทศ แต่การที่จะทำให้น้ำส้มไม้มีสมบัติเหมือนกันทุกประการเป็นเรื่องที่ทำได้ยากเพราะไม้แต่ละชนิดย่อมมีสารประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ทำให้ปริมาณของสารประกอบที่อยู่ในน้ำส้มไม้มีอัตราส่วนที่แตกต่างกันไป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องควบคุมการผลิตอย่างสม่ำเสมอ และควรทำความสะอาดท่อควบแน่น เพราะอาจจะมีน้ำมันดินติดอยู่ ทำให้ได้น้ำส้มไม้ที่มีคุณภาพต่ำ และยังได้ผลผลิตต่ำอีกด้วย

การใช้ประโยชน์จากน้ำส้มไม้จะมีลักษณะของการใช้งานที่ต่างกันไป ดังนั้นเราจึงต้องเลือกใช้ใช้น้ำส้มไม้ปริมาณ และอัตราส่วนการใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งาน เราจะเห็นได้ว่าน้ำส้มไม้มีประโยชน์มากมาย จึงควรให้มีการส่งเสริมการผลิต และการให้ความรู้แก่ประชาชน

สรุป

จากการศึกษาสมบัติของน้ำส้มไม้ที่ผลิตจากศูนย์สาธิตการใช้ไม้สมพรสพหวัฒน์ โดยใช้เตาเผาถ่านไทย-อิวาเตะ ถ่านและน้ำส้มไม้มีสมบัติดังนี้

1. สมบัติของน้ำส้มไม้จากไผ่มีสีน้ำตาลแดง แตกต่างจากไม้ชนิดอื่น ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสีน้ำตาล แต่มีความใส และกลิ่นควันไฟเหมือนกัน
2. สมบัติของถ่านจากไผ่ชั้นบนมีค่าคาร์บอนเสถียรมากกว่าไม้ชนิดอื่นในการทดลอง และค่าคาร์บอนเสถียรของถ่านชั้นบนจะมีค่ามากกว่าถ่านชั้นล่าง
3. สมบัติของน้ำส้มไม้จากไผ่เมื่อเปรียบเทียบกับสมบัติน้ำส้มไม้จากสมาคมน้ำส้มไม้แห่งประเทศไทยใกล้เคียงกัน

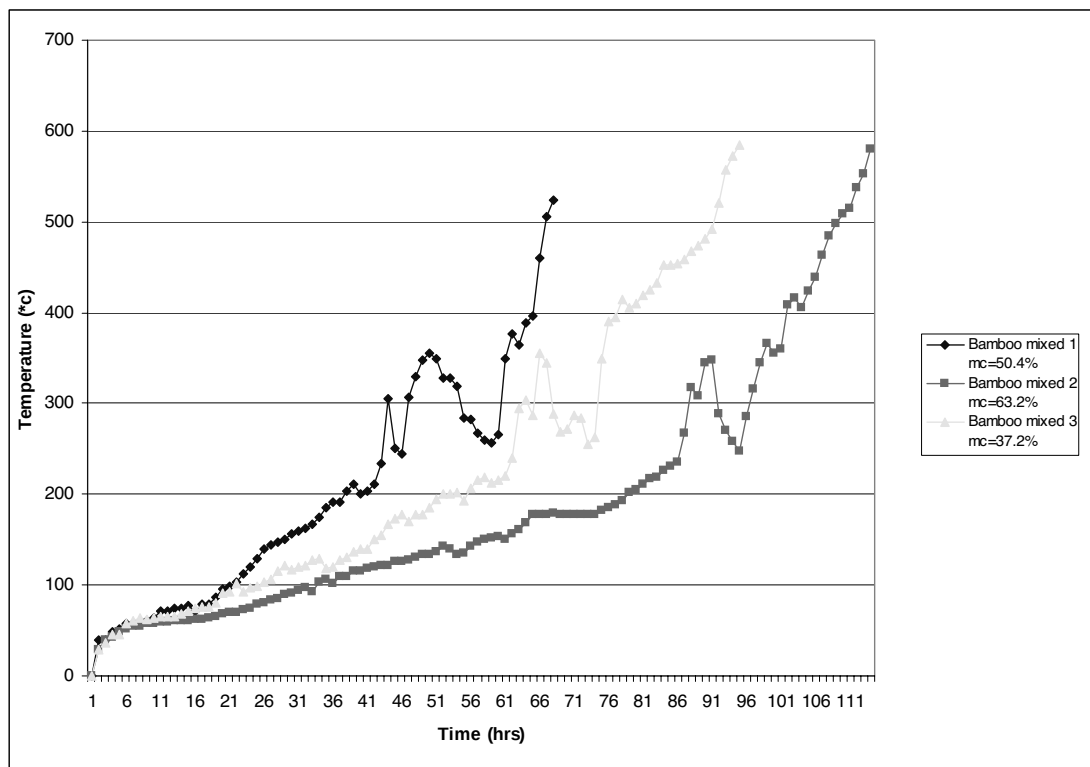


Figure1. Time and temperature relationships of Bamboos carbonization.

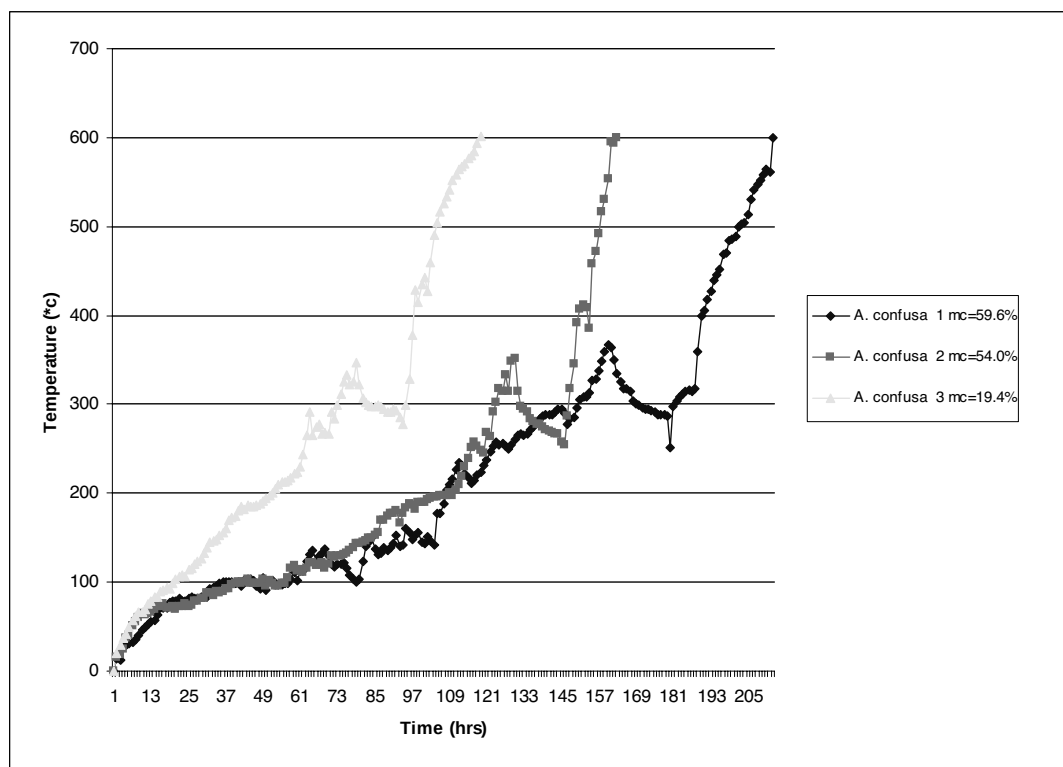


Figure 2. Time and temperature relationships of *Acacia confusa* carbonization.

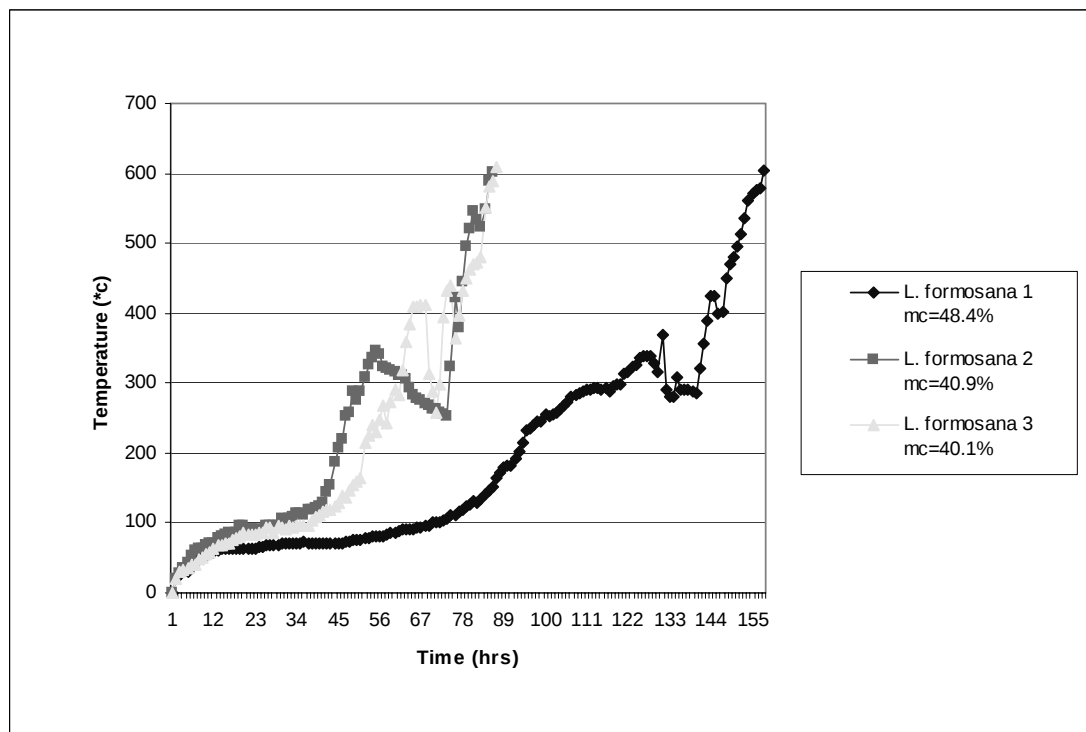


Figure 3. Time and temperature relationships of *Liquidambar formosana* carbonization.

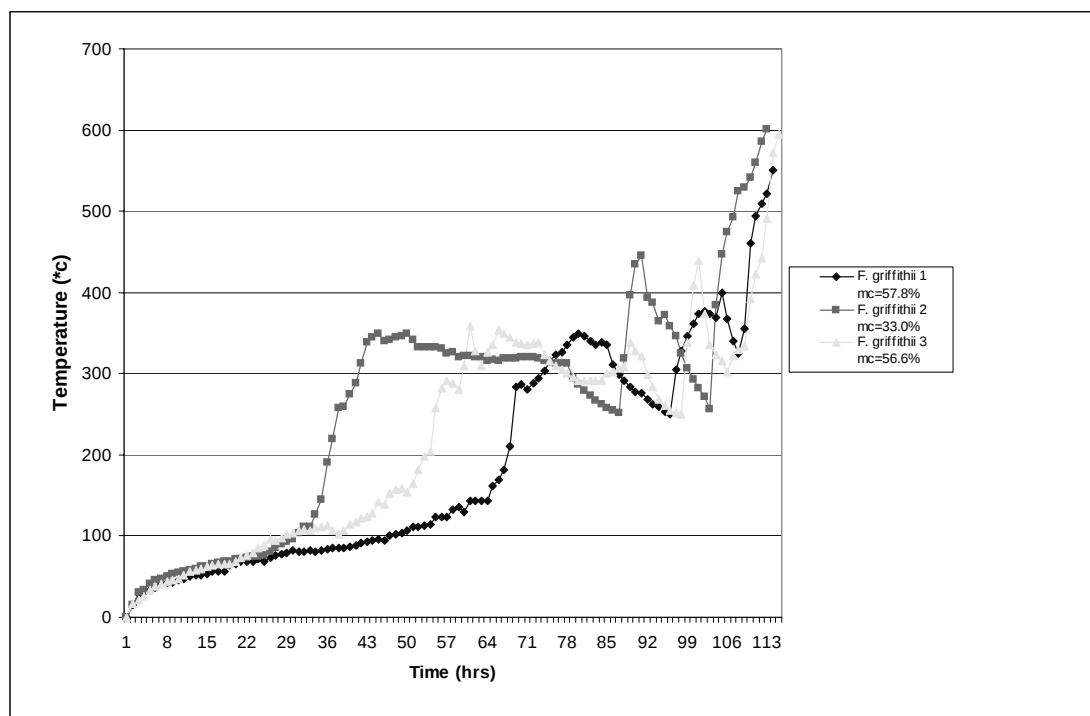


Figure 4. Time and temperature relationships of *Fraxinus griffithii* carbonization.

Table 1. Properties of charcoal using Thai-Iwate kiln, upper part of the kiln

Type	Moisture Content (%)	Fixed carbon (%)	Volatile matter (%)	Ash content (%)	Water boiling (%)	Heating value (kcal kg ⁻¹)
Bamboo (mixed)	5.1	84.0	9.1	5.8	20.20	7,280
<i>Acacia confusa</i>	5.8	82.5	10.3	1.4	21.23	7,450
<i>Liquidambar formosana</i>	4.9	74.6	14.6	5.9	21.91	6,850
<i>Fraxinus griffithii</i>	4.3	80.6	13.6	2.3	19.39	7,530

Table 2. Properties of charcoal using Thai-Iwate kiln, lower part of the kiln

Type	Moisture Content (%)	Fixed carbon (%)	Volatile matter (%)	Ash content (%)	Water boiling (%)	Heating value (kcal kg ⁻¹)
Bamboo (mixed)	5.1	75.4	8.9	4.2	18.48	7,040
<i>Acacia confusa</i>	5.8	76.8	10.1	1.3	20.66	7,260
<i>Liquidambar formosana</i>	4.9	64.9	26.2	3.9	21.67	6,400
<i>Fraxinus griffithii</i>	4.3	79.2	15.2	1.3	21.92	7,480

Table 3. Properties of wood vinegar using Thai-Iwate kiln

Type	Specific	pH	Color gravity	Smell	Transparency
Bamboo (mixed)	1.012	2.97	Orange- brown	Resemble smoke	Transparent
<i>Acacia confusa</i>	1.012	3.12	Brown	Resemble smoke	Transparent
<i>Liquidambar formosana</i>	1.010	2.92	Red- brown	Resemble smoke	Transparent
<i>Fraxinus griffithii</i>	1.010	2.91	Transparent Brown	Resemble smoke	Transparent

Table 4. Characteristics of good quality wood vinegar according to the Japanese Wood Vinegar Association

	Wood vinegar	Distilled wood vinegar
pH	1.5 ~ 3.7	1.5 ~ 3.7
Specific gravity	> 1.005	> 1.001
Acidity	1 ~ 18%	1 ~ 18%
Color	Yellow	Colorless
	~ Pale reddish brown	~ Pale yellow
	~ Reddish brown	~ Pale reddish brown
Transparency	Transparent	Transparent
Floating matters	No floating matters	No floating matters

คำนิยม

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณฝ่ายวิจัย มูลนิธิโครงการ
หลวง ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

เกียรติศักดิ์ สุตะพรหม.2548. อุปสงค์น้ำส้มควันไม้ใน
ฟาร์มเกษตรอินทรีย์ของจังหวัดยโสธร.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ
โครงการหลวงพัฒนาภาคเหนือ. 2519. พันธุ์ไม้บนดอย
อ่างขาง. โครงการหลวงพัฒนาภาคเหนือ. กรุงเทพฯ.

ชาญชัย งามเจริญ. 2544. ไม้ พืชสารพัดประโยชน์.
สวนป่าชุมชน สำนักส่งเสริมการปลูกป่า.
กรุงเทพฯ.

นิคม แหลมสัก และ อลงกรณ์ นุ่มน่วม. 2545. สมบัติและ
การใช้ประโยชน์จากไม้ตัดสาขายาระยะสวนป่า
ที่อ่างขาง. รายงานผลงานวิจัยของมูลนิธิ
โครงการหลวง ประจำปี 2545.

ประพันธ์ วัฒนวินิน. 2547. เทคโนโลยีการเกษตรเทคโนโลยี
ชาวบ้าน. แหล่งที่มา: [www.matichon.co.th/
techno](http://www.matichon.co.th/techno), 15 มีนาคม 2547.