

กระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้คุณภาพสูง The Production of high quality wood vinegar.

อรัญ ขวัญปาน^{1*}, ชนะกานต์ พงศาสนองกุล²

^{1*}คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

²สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพสูงที่ได้จากการเผาไม้โดยแยกตามชนิด อายุ และความชื้นของเนื้อไม้ ซึ่งเป็นแนวทางสู่การผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพไว้ใช้ในครัวเรือน ในการดำเนินการศึกษานั้นแบ่งการศึกษาเป็น 4 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกนั้นเป็นการสร้างเตาเผาถ่านจากถังโลหะขนาด 200 ลิตร ขั้นตอนที่สองเป็นการเผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้ โดยศึกษาไม้ 3 ชนิด คือ ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง เมื่อได้น้ำส้มควันไม้มาแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนที่สามคือการทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ ขั้นตอนที่สุดคือการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ 659 (2547) เพื่อวัดประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้

โดยกระบวนการดังนี้ 1.จุดเตาไล่ความชื้น หรือคายความร้อน จะมีกลิ่นเหม็นกรดประเภทเมธาทอลที่อยู่ในเนื้อไม้ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส ใส่เชื้อเพลิงต่อไป ควันมีกลิ่นเหม็นฉุน 2.การเก็บน้ำส้มควันไม้ เเผาไปอีกระยะอุณหภูมิบริเวณปากปล่องควัน มีค่าระหว่าง 80-85 องศาเซลเซียส ไม้ที่อยู่ในเตาจะคายความร้อนที่สะสมเอาไว้เพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิในเตาจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงนี้ค่อยๆ ลดการป้อนเชื้อเพลิงหน้าเตา และเริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ ควบคุมอากาศโดยการหรี่หน้าเตาหรือลดพื้นที่หน้าเตาประมาณ 20-30 ตารางเซนติเมตร สำหรับให้อากาศเข้าเพื่อรักษาระดับของอุณหภูมิในเตาไว้ให้นานที่สุด โดยช่วงที่เหมาะสมกับการเก็บน้ำส้มควันไม้ควรมีอุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 85-120 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นช่วงที่สารในเนื้อไม้ถูกขับออกมา เมื่อควันเปลี่ยนจากควันสีเทาเป็นสีน้ำเงิน ให้หยุดเก็บน้ำส้มควันไม้ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 100-200 องศาเซลเซียส 3.ทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ นำน้ำส้มควันไม้มาเก็บในถังที่ไม่ใช่โลหะทรงสูง โดยทิ้งไว้ประมาณ 55-72 วัน ไม่ต้องขยับเขยื้อน เพื่อให้ น้ำส้มควันไม้ตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุดจะเป็นน้ำมันเบา (Light Oil) มีปริมาณบางๆ บริเวณชั้นผิวหน้า ชั้นกลางจะมีมากที่สุดเป็นของเหลวใสสีชา (Wood Vinegar) คือน้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างสุดเป็นของเหลวสีเข้มดำคือ น้ำมันดิน (Tar)

ผลการศึกษา พบว่า กระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพสูงที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิด อายุ และความชื้นของเนื้อไม้ สามารถเผาไม้ทั้ง 3 ชนิด คือ ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง ที่มีค่าความชื้นระหว่าง 21%-45% ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ 10-30 วัน ได้ค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 2.4-3.4 ค่าความความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.04-1.07 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ (มผช. 659/2547)

คำสำคัญ : น้ำส้มควันไม้

Abstract

The objective of the research is to produce high quality wood vinegar from different types of tree, age, and moisture content of the raw wood, in a small scale incinerator. The experimental were carried out in four part. The first part was constructing the incinerator form the 200 liters metal tank. The second part was producing the wood vinegar for Three different types of wood, i.e., grapefruit tree, guava fruit tree, and mango tree. The third was pure wood vinegar. The final part was doing physical and chemical analysis. The quality of the produced wood vinegar was compared against the Thai industrial standard of wood vinegar no. 659/2547.

The process is as follows: 1. The oven moisture flue entrance temperature of about 70 – 75° C , next the fuel The smoke has a pungent odor. 2. Collecting wood vinegar burning in the mouth for some time, temperature flue 80-85° C , wood in the stove to heat it accumulated enough to keep the temperature in the oven to rise, during this gradual Reduce fuel entering the furnace Page and collecting wood vinegar. Climate by dimming control or reduce the front-burner stove page 20-30 cm³, to maintain the temperature in the oven as long as possible. Proper temperature flue collecting wood vinegar about 85 – 120° C , because as the gas in the timber is ejected. 3. Done making pure wood vinegar the wood vinegar being stored in a non-metallic tank lid about 55-72 days do not be impacted, wood vinegar settling into 3 layers, upstairs is light oil, midway is wood vinegar and below is tar.

The results showed that the wood vinegar produced from this method has moisture content of 21%-45%, pH in the range of 2.4 to 3.4, and the specific gravity between 1.0 to 1.07. The physical and chemical properties of the wood vinegar from this research are complied with Thai industrial standard of wood vinegar no.659/2547.

Keywords : wood vinegar

บทนำ

น้ำส้มควันไม้ หรือ ควันที่เกิดจากการเผาถ่านในช่วงที่ไม่กำลังเปลี่ยนเป็นถ่านเมื่อทำให้เย็นลงจนควบแน่นแล้วกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของเหลวที่ได้นี้เรียกว่า น้ำส้มควันไม้ มีกลิ่นไหม้ ส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นกรดอะซิติกมีความเป็นกรดต่ำ มีสีน้ำตาลแกมแดง นำน้ำส้มควันไม้ที่ได้ทิ้งไว้ในภาชนะพลาสติกประมาณ 3 เดือนในที่ร่ม ไม่สัมผัสเทือนเพื่อให้ น้ำส้มควันไม้ที่ได้ตกตะกอนและแยกตัวเป็น 3 ชั้น คือ น้ำมันเบา (ลอยอยู่ผิวน้ำ) น้ำส้มไม้ และน้ำมันทาร์ (ตกตะกอนอยู่ด้านล่าง) แยกน้ำส้มควันไม้มาใช้ประโยชน์ต่อไป น้ำส้มควันไม้ จัดเป็นสารอินทรีย์ที่มีประโยชน์หลากหลายประการ เช่น ไล่แมลง ศัตรูพืช กำจัดปลวก กำจัดเห็บ ลิ่น ไร ในสัตว์เลี้ยง ปรับปรุงดิน ให้ธาตุอาหารพืชในการเกษตร แต่การใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้นี้ยังมีข้อมูลทางวิชาการจำนวนน้อย แต่ผู้นำไปใช้เกือบทั้งหมดบอกว่าสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ อีกทั้งข้อมูลด้านการใช้วัตถุดิบ (ไม้) ที่นำมาเผา ยังไม่มีผู้ศึกษาว่าการใช้ไม้ชนิดใด แบบใด ขนาดเท่าใด จึงให้ผลผลิตที่ดี น้ำส้มควันไม้ในปัจจุบันจัดการซื้อขายแบบง่าย ๆ ไม่มีบรรจุภัณฑ์ที่เด่นชัด ไม่มีการประยุกต์ไปใช้ประโยชน์แบบอื่นๆ ดังนั้น หากมีการพัฒนาด้านการศึกษาการใช้ประโยชน์ และพัฒนาบรรจุภัณฑ์จะสามารถสร้างรายได้แก่กลุ่มผู้ผลิตได้มากขึ้นและต่อเนื่องจนให้เกิดเป็นการผลิตที่เป็นอาชีพหลัก หรือเป็นรายได้หลักของครัวเรือนต่อไปได้

จังหวัดนครปฐมเป็นพื้นที่ที่ผู้วิจัยสนใจศึกษา พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกใช้เพื่อการเกษตรกรรม

ไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่ ส้มโอ ฝรั่ง ชมพู่มะม่วง และมะพร้าวน้ำหอม โดยเฉพาะส้มโอและมะพร้าวน้ำหอม ซึ่งในปัจจุบันนี้พบปัญหาว่าอำเภอด่างๆ ที่ปลูกพืชผล จะมีวัตถุดิบที่เป็นกิ่งไม้ จำนวนมากสามารถนำไปใช้ประโยชน์ต่างๆ กิ่งไม้เหล่านี้ได้จากการตัดแต่งกิ่งเป็นส่วนใหญ่ โดยในแต่ละรอบของการตัดแต่งกิ่งไม้ผล จะได้กิ่งไม้ที่ไม่ใช่ประโยชน์เป็นจำนวนมาก มีเพียงส่วนน้อยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ส่วนที่เหลือก็จะกองทิ้งไว้จนแห้งระหว่างนั้นก็จะเกิดปัญหาการเน่าเปื่อย และเมื่อแห้งแล้วกิ่งไม้ส่วนนี้ก็จะถูกเผาทิ้งจนกลายเป็นมลภาวะทางอากาศ จากวัตถุดิบดังกล่าวจึงสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการผลิตเป็นถ่านและน้ำส้มควันไม้เพื่อใช้ในครัวเรือนหรือสามารถผลิตขายเป็นรายได้เสริม ซึ่งต้นทุนในการก่อสร้างเตาเพียง 900-2,000 บาท แต่สามารถใช้งานได้นับร้อยครั้ง และที่สำคัญอีกประการคือสามารถลดปัญหาของกิ่งพันธุ์ที่มีจำนวนมาก ที่ก่อให้เกิดการเน่าเปื่อย เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของสัตว์มีพิษ และก่อให้เกิดมลภาวะทางอากาศ

ผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการใช้ทรัพยากรอย่างรู้ฉลาด ในการนำเอากิ่งไม้เหลือทิ้งจากการเกษตรมาเผาเป็นถ่านได้ใช้ในครัวเรือนและผลิตน้ำส้มควันไม้ ในขณะเดียวกันก็มาบูรณาการในการเรียนการสอนและนำความรู้จากการวิจัยมาบริการชุมชน เพื่อให้การบริหารจัดการเรียนการสอน งานวิจัยและการบริการวิชาการแก่สังคมมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล เพื่อสนับสนุนพันธกิจตามแผนยุทธศาสตร์ของมหาวิทยาลัย จึงดำเนินโครงการผลิตน้ำส้มควัน

ไม้จากเตาเผาถ่าน ให้กับเกษตรกรในชุมชน อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม โดยการให้ความรู้เชิงปฏิบัติการ การถ่ายทอดเทคโนโลยี นำไปสู่การปฏิบัติได้จริงในพื้นที่

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณสมบัติสูงที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิดอายุ และความชื้นของเนื้อไม้

2. เพื่อเป็นแนวทางสู่การผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพไว้ใช้ในครัวเรือน

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) ในการศึกษากระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณสมบัติสูงที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิด อายุ และความชื้นของเนื้อไม้ ตลอดจนจนถึงการอบรมให้ความรู้แก่ชุมชน เป็นแนวทางสู่การผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพไว้ใช้ในครัวเรือน โดยจะดำเนินโครงการสร้างเตาเผาในพื้นที่ชุมชนในการเก็บตัวอย่าง และทำการวิเคราะห์ผลตัวอย่างการทดลองในห้องปฏิบัติการ (Laboratory) โดยการวิเคราะห์ผลทางกายภาพ และทางเคมี

1. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

1.1 เครื่องมือสำหรับสร้างเตาเผาถ่าน

1.1.1 ถังน้ำมัน 200 ลิตร 1 ถัง เลือกชนิดที่มีฝาเปิด-ปิด แบบมีตัวล็อก จะทำให้สะดวกในการทำไม่ต้องตัดฝาเพื่อเชื่อมใหม่อาจเลือกใช้ถังไซสบู มีขายทั่วไปดีกว่าถังน้ำมันซึ่งบางกว่า ปกติขายใบละ 500-700 บาท

1.1.2 ท่อใยหิน เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1 – 1.5 เมตร 1 ท่อ สำหรับใช้ทำเป็นปล่องควันในการเก็บน้ำส้มควันไม้

1.1.3 ไม้ไผ่เจาะทะลุปล้อง ตัดปากเฉียง 45 องศา ด้านหนึ่ง วัดห่างจากปากด้านข้างเจาะรูด้วยเลื่อย กว้าง 2 เซนติเมตร ไขว้รองน้ำส้มควันไม้

1.1.4 ข้องใยหิน 90 องศา เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สำหรับเชื่อมต่อระหว่างตัวเตากับท่อใยหินที่เป็นปล่องควัน

1.1.5 ข้องใยหิน 45 องศา เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว สำหรับเชื่อมต่อระหว่างปล่องควันจากตัวเตากับท่อไม้ไผ่

1.1.6 อีฐบล็อก ปูนทราย สำหรับก่อผนังเตาปิดถัง 200 ลิตร

1.1.7 ดินหรือทราย สำหรับทำฉนวนหุ้มรอบเตาระหว่างถังโลหะ 200 ลิตร กับผนังเตาที่ก่อด้วยอิฐบล็อก

1.1.8 ผ้าหนาหรือกระสอบป่าน สำหรับพันรอบกระบอกไม้ไผ่ตอนเก็บน้ำส้มควันไม้

1.1.9 ขวดน้ำตัดปาก สำหรับใส่น้ำส้มควันไม้ตอนเก็บน้ำส้มควันไม้

1.1.10 เทอโมคัมเบิล สำหรับวัดอุณหภูมิของเตา

1.2 เครื่องมือในการวิเคราะห์คุณภาพของน้ำส้มควันไม้

1.2.1 เครื่องวัดความชื้นของไม้

1.2.2 อุปกรณ์วัดค่า pH

1.2.3 ค่าความถ่วงจำเพาะ

2. วิธีการดำเนินการ

การดำเนินการศึกษาแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกนั้นเป็นการสร้างเตาเผาถ่านเพื่อเตรียมน้ำส้มควันไม้ ขั้นตอนที่สองจะเป็นการเผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้ เมื่อได้น้ำส้มควันไม้มาแล้วจะเข้าสู่ขั้นตอนที่สามคือการทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์ และขั้นตอนสุดท้ายคือการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมีเพื่อวัดประสิทธิภาพของน้ำส้มควันไม้ ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.1 การสร้างเตาเผาถ่าน

2.1.1 นำถังโลหะ 200 ลิตร ฝาเปิดด้านบน เจาะเป็นรูสี่เหลี่ยม 20x20 เซนติเมตร ส่วนด้านบนถึงให้เจาะรูกลมเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 4 นิ้ว เล็กน้อยเพื่อให้ใส่ช่องโหว่ได้สะดวก

2.1.2 ปรับพื้นที่ที่จะตั้งเตาให้ได้ระดับ แน่น และเรียบ

2.1.3 นำถังน้ำมันมาวางนอนให้รูกลมท้ายเตาอยู่ด้านล่าง และหาไม้หนุนด้านหน้าเตา (ฝาเปิดด้านบนถึง) สูงกว่าเล็กน้อยเพื่อช่วยเรื่องการระบายน้ำและการไหลเวียนของอากาศดีขึ้น

2.1.4 วัดระยะห่างออกจากตัวถัง 3 ด้าน (ด้านซ้าย ด้านขวา และด้านหลัง) ข้างละ 20 เซนติเมตร เพื่อก่ออิฐทำผนังเตา

2.1.5 ประกอบผนังด้วยอิฐบล็อกและฉาบผิว ดังรูปที่ 1 (ก)



รูปที่ 1 (ก) แสดงการก่อผนังเตา



รูปที่ 1 (ข) แสดงการประกอบข้อต่อ

2.1.6 ประกอบช่องอโยหินที่รูกลมด้านท้ายเตา (ช่องอให้เจาะรู 1 นิ้ว มุมฉากด้านนอก เพื่อใช้ระบายน้ำที่เกิดจากการควบแน่นของควันในท่อโยหินที่ไหลย้อนกลับมาจากปล่องควัน) เพื่อทำเป็นปล่องควัน ใช้ดินเหนียว ชั่งข้าวแกลบ ผสมให้เข้ากันจนเหนียวผสมทรายรยต่อระหว่างช่องอกับถัง ได้ระดับแล้วก็ตอกไม้หลักกั้นไม่ให้ช่องอถอยออก ดังรูปที่ 1 (ข)

2.1.7 นำท่อโยหินต่อบนช่องอท้ายเตาให้ตรงแล้วผสมทรายรยต่อ (วัสดุเช่นเดียวกับข้อ 2.1.6) ควรใช้ลวดผูกท่อโยหินกับไม้หลักไว้ไม่ให้เคลื่อน ควรผสมทรายรยต่อด้านในถึงกับช่องอ

โยหินด้วย ปิดผนังด้านท้ายเตาด้วยการตอกหลักห่างจากท้ายเตา 10-15 เซนติเมตร ตักทรายหยาบถมระหว่างผนังทั้ง 3 ด้านให้เต็มเพื่อเป็นการสะสมความร้อนทำให้หยัดเชื้อเพลิง

2.2 การเผาเพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้

2.2.1 การเตรียมไม้ ฟืน ก่อนอื่นต้องเตรียมไม้ฟืนโดยใช้ไม้ที่ตัดไว้ไม่เกินกว่า 10-30 วัน ขนาดที่เหมาะสมสำหรับเตาขนาดนี้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1-2 นิ้ว ความยาวที่เหมาะสม 65 เซนติเมตร และแยกเป็น 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง ใหญ่

คุณสมบัติเตา	ไม้ส้มโอ	ไม้ฝรั่ง	ไม้มะม่วง
ตากทิ้งไม้ 10 วัน			
ความชื้นก่อนเผา	40%	45%	37%
ปริมาณของถ่าน	32%	25%	21%
ตากทิ้งไม้ 20 วัน			
ความชื้นก่อนเผา	37%	35%	31%
ปริมาณของถ่าน	39%	42%	40%
ตากทิ้งไม้ 30 วัน			
ความชื้นก่อนเผา	27%	24%	21%
ปริมาณของถ่าน	37%	45%	41%

2.2.2 การจัดเรียงไม้ ในการจัดเรียงไม้เพื่อเตรียมเผานั้น จะใช้ไม้ทั้ง 3 ขนาด โดยนำไม้ขนาดเล็กเข้าเริ่มเรียงในแนวนอน และให้ส่วนปลายไม้ซึ่งมีขนาดเล็กกว่าหันไปทางท้ายเตา เพราะอุณหภูมิในเตาจะไม่เท่ากัน ด้านหน้าอุณหภูมิจะสูงกว่าด้านหลัง การจัดเรียงวิธีนี้จะทำให้ไม้เป็นถ่านพร้อมกันทั้งท่อน เมื่อจัดเรียงไม้ขนาดเล็กได้ประมาณ 1/3 ของเตาแล้วจึงเปลี่ยนเป็นจัดเรียงไม้ขนาดกลางต่อ จัดเรียงในลักษณะเดียวกันได้ประมาณ 1/3 ของเตาแล้วจึงเปลี่ยนเป็นจัดเรียงไม้ขนาดใหญ่ต่อ สาเหตุที่ต้องจัดเรียงไม้ขนาดใหญ่ไว้ส่วนบนของเตานั้น เป็นเพราะว่าอุณหภูมิส่วนบนของเตาจะสูงกว่า ส่วนกลางเตาและส่วนล่างของเตา จะทำให้ไม้เป็นถ่านได้พร้อมกันทั้ง 3 ขนาด เมื่อจัดเรียงไม้เต็มเตาแล้วจึงปิดฝาเตาและ ล็อกฝาเตาให้แน่น ดังรูปที่ 2



ดังรูปที่ 2 แสดงการจัดเรียงไม้และการปิดฝาเตา

2.2.3 การติดเตา ใช้เชื้อเพลิงแห้งที่หาได้ในพื้นที่ เช่น ฟาง เศษหญ้า กิ่งไม้เล็กๆ แล้วเริ่มจุดไฟหน้าเตา โดยการป้อนเชื้อเพลิงทีละน้อยเพื่อให้ความร้อนสะสมในเตาและค่อยๆ ไล่ความชื้นออกจากเตา ใช้เวลาประมาณ 1-2 ชั่วโมง แต่ก็จะขึ้นอยู่กับชนิด ขนาด และความชื้นของไม้ ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการเผาไล่ความชื้นและการเก็บน้ำส้มควันไม้

2.2.4 ขั้นตอนการเผาด่าน ทำการเผาไม้ทั้ง 3 ชนิด ตามตารางที่ 1 โดยเผาไม้แต่ละชนิดตามความชื้นที่ต่างกัน รวมเผาชนิดละ 3 ครั้ง คือ เผาที่ความชื้น 10 วัน 20 วัน และ 30 วัน รวมทั้ง 3 ชนิดแล้วเผาเป็นจำนวน 9 ครั้ง แต่ละครั้งที่เผามีกระบวนการเผาดังนี้

1) ช่วงที่ 1 ไล่ความชื้น หรือคายความร้อน เริ่มจุดไฟเตา บริเวณที่อยู่หน้าเตา ใส่เชื้อเพลิงให้ความร้อนกระจายเข้าสู่เตา เพื่อไล่อากาศเย็นและความชื้นที่อยู่ในเตาและในเนื้อไม้ ควันที่ออกมาจากปล่องควันจะเป็นสีขาว

ควันจะมีกลิ่นเหม็น ซึ่งเป็นกลิ่นของกรดประเภทเมธาทอลที่อยู่ในเนื้อไม้ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 70 - 75 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 150 องศาเซลเซียส ใส่เชื้อเพลิงต่อไป ควันสีขาวตรงปล่องควันจะเพิ่มขึ้น อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 70-75 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 200-250 องศาเซลเซียส ควันมีกลิ่นเหม็นฉุน

2) ช่วงที่ 2 เมื่อไม้กลายเป็นถ่าน หรือ ปฏิกริยาคลายความร้อน เมื่อเผาไป

อีกระยะหนึ่ง ควันสีขาวจะเริ่มบางลง และเปลี่ยนเป็นสีเทา อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 80-85 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 300-400 องศาเซลเซียส ไม้ที่อยู่ในเตาจะคายความร้อนที่สะสมเอาไว้ เพียงพอที่จะทำให้อุณหภูมิในเตาจะเพิ่มสูงขึ้น ในช่วงนี้ค่อยๆ ลดการป้อนเชื้อเพลิงหน้าเตาจนหยุดการป้อนเชื้อเพลิง และเริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ หลังจากการหยุดการป้อนเชื้อเพลิงหน้าเตา จะต้องควบคุมอากาศโดยการหรี่หน้าเตาหรือลดพื้นที่หน้าเตาลงให้เหลือช่องพื้นที่หน้าเตา ประมาณ 20-30 ตารางเซนติเมตร สำหรับให้อากาศเข้า เพื่อรักษาระดับของอุณหภูมิในเตาไว้ให้นานที่สุด และยืดระยะเวลาการเก็บน้ำส้มควันไม้ให้นานที่สุด โดยช่วงที่เหมาะสมกับการเก็บน้ำส้มควันไม้ควรมีอุณหภูมิ บริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 85-120 องศาเซลเซียส เนื่องจากเป็นช่วงที่สารในเนื้อไม้ถูกขับออกมา เมื่อควันเปลี่ยนจากควันสีเทาเป็นสีน้ำเงิน ให้หยุดเก็บน้ำส้มควันไม้ อุณหภูมิบริเวณปากปล่องควัน ประมาณ 100-200 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตาประมาณ 400-450 องศาเซลเซียส

เก็บน้ำส้มควันไม้นั้นให้นำไม้ไฟที่เตรียมไว้ ประกอบเข้ากับท่อโยหินอาจจะสวมไม้พอตีมักจะหลวมจะต้องใช้ดินเหนียวผสมขี้ข้าวและกลบอัดปิดให้แน่น (ไม้ไฟเจาะทะลุปล่องตัดปากเฉียง 45 องศา ด้านหนึ่งวัดห่างจากปากเจาะรูกว้าง 2 เซนติเมตร ไว้ร่อนน้ำส้มควันไม้)

3)ช่วงที่ 3 ช่วงทำถ่านให้บริสุทธิ์ ขั้นตอนนี้เป็นช่วงที่จะเปลี่ยนเป็นถ่าน ต้องทำการเพิ่มอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว โดยการ

เปิดหน้าเตา ประมาณ 1 ใน 3 ของหน้าเตาทั้งไว้ ประมาณ 30 นาที เมื่อควันสีน้ำเงิน เป็นสีฟ้า แสดงว่าไม้เริ่มเป็นถ่านใกล้หมดจากนั้นควันสีฟ้าอ่อนลงและจะกลายเป็นควันสีเทา เมื่อมีควันสีเริ่มทำการปิดหน้าเตา โดยใช้ดินเหนียวผสมขี้ข้าวปิดรอยรั่วและรอยต่อ จากนั้นทำการปิดปล่องควันให้สนิทและอุดรูรั่วทั้งหมด ไม่ให้อากาศภายนอกผ่านเข้าไปได้

4)ช่วงที่ 4 ช่วงทำการให้ถ่านในเตาเย็นลง กลิ้งดินบนเตาออกให้เห็นหลังเตา เพื่อระบายความร้อนในเตา จากนั้นทิ้งไว้ประมาณ 1 คืน หรือประมาณ 8 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย เพื่อให้ถ่านดับสนิท แล้วจึงเริ่มการเปิดเตาเพื่อนำถ่านออกจากเตา และนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป

2.3การทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์

น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเก็บจากเตาผลิตถ่าน ยังไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้ทันที ดังนั้นจึงต้องทำให้บริสุทธิ์เสียก่อน ซึ่งทำได้คือการปล่อยให้ตกตะกอน โดยนำน้ำส้มควันไม้มาเก็บในถังทรงสูง หรือขวดน้ำ ภาชนะที่ไม่ใช่โลหะ มีความสูงมากกว่าความกว้างประมาณ 3 เท่า ไม่ต้องขยับเขยื้อน โดยทิ้งไว้ประมาณ 50 วัน เพื่อให้ น้ำส้มควันไม้ตกตะกอนแบ่งเป็น 3 ชั้น ชั้นบนสุดจะเป็นน้ำมันเบา (Light Oil) มีปริมาณ บางๆ บริเวณชั้นผิวหน้า ชั้นกลางจะมีมากที่สุด เป็นของเหลวใสสีชา (Wood Vinegar) คือน้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างสุดเป็นของเหลวสีขุ่นดำคือน้ำมันดิน (Tar)

2.4การทดสอบคุณภาพของน้ำส้มควันไม้

หลังจากตกตะกอนจนครบกำหนดแล้ว นำน้ำส้มควันไม้มารองซ้ำอีกครั้งด้วยผ้า

กรอง แล้วนำไปใช้ประโยชน์ได้ น้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ ต้องมีน้ำมันดินไม่เกิน 1% ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ง่ายโดยดูความใส หากมีน้ำมันดินเกิน 1% น้ำส้มควันไม้จะขุ่นและมีสีดำ น้ำส้มควันไม้ที่ดีจะมีลักษณะใสสีขาวหรือน้ำตาลแดง แตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ หลังแยกน้ำมันดินออกแล้วจะมีลักษณะใสสีขาว

การทดสอบคุณภาพของน้ำส้มควันไม้ โดยการวัดค่าความเป็นกรด ความถ่วงจำเพาะเพื่อให้แน่ใจว่านำไปใช้โดยเจือจางตามสัดส่วนมาตรฐานแล้วได้ผลตามต้องการ ตรวจค่าความเป็นกรดด้วย pH Meter นำน้ำส้มควันไม้เทใส่แก้วใส ค่ามาตรฐานจะอยู่ที่ pH 2.8-3.7 ตรวจค่าความถ่วงจำเพาะใช้ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer) ค่ามาตรฐานอยู่ที่ 1.005 ค่าที่เหมาะสมโดยใช้ประโยชน์ทางเกษตรอยู่ที่ประมาณ 1.005-1.024 การทดสอบคุณภาพนั้นจำเป็นมากถ้าเก็บน้ำส้มควันไม้แล้วไม่ได้ค่าความเป็นกรดต่าง หรือความถ่วงจำเพาะที่เหมาะสม เมื่อนำไปใช้ในสัดส่วนที่ทดสอบไว้ก็จะไม่ได้ผลตามนั้น

ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยขอรายงานผลการวิจัยในครั้งนี้ของการได้มาซึ่งข้อมูลการทดลองคือ กระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพสูงที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิด อายุ และความชื้นของเนื้อไม้ เพื่อเป็นแนวทางสู่การผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพไว้ใช้ในครัวเรือนของผู้เข้าร่วมโครงการ ดังนี้

1.กระบวนการผลิตน้ำส้มควันไม้ที่มีคุณภาพสูงที่ได้จากการเผาไม้ตามชนิด อายุ และความชื้นของเนื้อไม้ พบว่า ไม้ส้มโอ ความชื้นก่อนเผา 27%-40% ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่ได้ 660-820 มิลลิลิตร ไม้ฝรั่ง ความชื้นก่อนเผา 24%-45% ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่ได้ 620-890 มิลลิลิตร และไม้มะม่วง ความชื้นก่อนเผา 21%-37% ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่ได้ 610-750 มิลลิลิตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลของการเผาไม้

คุณสมบัติเตา	ไม้ส้มโอ	ไม้ฝรั่ง	ไม้มะม่วง
ตากทั้งไม้ 10 วัน ความชื้นก่อนเผา ปริมาณของถ่าน ปริมาณของน้ำส้มควันไม้ ระยะเวลาในการเผา	40% 32% 820 มิลลิลิตร 6.30 ชั่วโมง	45% 25% 890 มิลลิลิตร 6.30 ชั่วโมง	37% 21% 750 มิลลิลิตร 6 ชั่วโมง
ตากทั้งไม้ 20 วัน ความชื้นก่อนเผา ปริมาณของถ่าน ปริมาณของน้ำส้มควันไม้ ระยะเวลาในการเผา	37% 39% 730 มิลลิลิตร 5.30 ชั่วโมง	35% 42% 620 มิลลิลิตร 5 ชั่วโมง	31% 40% 670 มิลลิลิตร 5 ชั่วโมง
ตากทั้งไม้ 30 วัน ความชื้นก่อนเผา ปริมาณของถ่าน ปริมาณของน้ำส้มควันไม้ ระยะเวลาในการเผา	27% 37% 660 มิลลิลิตร 5 ชั่วโมง	24% 45% 630 มิลลิลิตร 5 ชั่วโมง	21% 41% 610 มิลลิลิตร 5 ชั่วโมง

2. คุณภาพของน้ำส้มควันไม้

การเผาไม้ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ 10-30 วัน ไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง จะมีระยะเวลาในการแยกชั้นขนน้ำส้มควันไม้ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ ส่วนคุณสมบัติด้านอื่นๆ นั้นพบว่าเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลของคุณภาพน้ำส้มควันไม้

คุณสมบัติทางกายภาพ	ไม้ส้มโอ	ไม้ฝรั่ง	ไม้มะม่วง	มาตรฐาน
ตากทิ้งไม้ 10 วัน				
การแยกชั้น	62	55	72	ไม่กำหนด
กรด-ด่าง	3.2	2.4	2.9	2.8-3.7
ความถ่วงจำเพาะ	1.02	1.07	1.01	ไม่น้อยกว่า 1.001
ตากทิ้งไม้ 20 วัน				
การแยกชั้น	58	60	65	ไม่กำหนด
กรด-ด่าง	3.2	2.7	3.4	2.8-3.7
ความถ่วงจำเพาะ	1.01	1.05	1.02	ไม่น้อยกว่า 1.001
ตากทิ้งไม้ 30 วัน				
การแยกชั้น	62	60	64	ไม่กำหนด
กรด-ด่าง	2.4	3.2	2.8	2.8-3.7
ความถ่วงจำเพาะ	1.02	1.04	1.01	ไม่น้อยกว่า 1.001

สรุปและอภิปรายผล

1.เตาเผาถ่านสามารถใช้ในการเผาไม้ที่มีค่าความชื้นสูงระหว่าง 21%-45% ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ 10-30 วัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพของไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง เมื่อนำมาเผาแล้วจะได้ปริมาณถ่านที่แตกต่างกัน ตากไว้นาน 30 วัน จะได้ปริมาณถ่านมากที่สุด 37% - 45% และจะให้ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่แตกต่างกัน ซึ่งไม้ที่ตัดตากทิ้งไว้ 10 วัน จะได้ปริมาณน้ำส้มควันมากที่สุดเนื่องจากความชื้นในเนื้อไม้ โดยพบว่าไม้ที่มีความชื้นมากจะเก็บน้ำส้มควันไม้ได้มากกว่าไม้ที่มีความชื้นน้อยจะได้ปริมาณน้ำส้มควัน 750-890 มิลลิลิตร ต่อการเผา 1 ครั้ง และใช้เวลาในการเผามากกว่าไม้ที่มี

ความชื้นน้อยกว่าโดยใช้เวลาการเผา 6-6.30 ชั่วโมง ดังตารางที่ 2

2.คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี เมื่อตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำส้มควันไม้แล้ว สามารถอธิบายลักษณะทางกายภาพและทางเคมีได้ดังนี้

2.1น้ำส้มควันไม้ที่ผลิตจากการเผา ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง ได้จากควันกระทบกับท่อไม้ไผ่เกิดการควบแน่นเป็นของเหลวที่เรียกว่าน้ำส้มควันไม้ และเมื่อตั้งของเหลวทิ้งไว้ 55-72 วัน ระยะเวลาดังกล่าวจะอยู่ในช่วงไหนจะขึ้นอยู่กับชนิด และความชื้นของไม้ เมื่อตกตะกอนจะแบ่งเป็น 3 ชั้น น้ำส้มควันไม้

จะอยู่ชั้นกลาง สามารถนำไปใช้ในการเกษตร
ปศุสัตว์ อุตสาหกรรมและครัวเรือน เพราะ
คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ที่ได้เป็นไปตาม
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน

2.2 ใช้มือโบกกลิ่นน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3
ชนิด ที่ผลิตจากการเผาไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้
มะม่วง เพื่อดมจะได้กลิ่น ปรากฏว่าน้ำส้มควันไม้
นั้นมันกลิ่นเหมือนควันไฟ ตรงตาม ลักษณะของ
น้ำส้มควันไม้ทั่วไป ซึ่งสอดคล้องกับจรรยา
คุณากาญจน์ (2550, หน้า 64) กล่าวไว้ และตรง
กันมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ
(มผช.659/2547)

2.3 สีของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด
เป็นของเหลวสีเหลืองอ่อนและน้ำตาลอ่อน
สอดคล้องกับสุนันท์ วิทิตสิริ (2551, หน้า 83)
นอกจากนี้สีเป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ไม่ตก
ตะกอน ไม่มีสิ่งแปลกปลอมหรือมีสารแขวนลอย
และทดสอบการเปลี่ยนสี โดยเปิดฝาดูอย่าง
น้ำส้มควันไม้ที่ไม่เคยเปิดฝามาก่อน ตั้งทิ้งไว้ให้
โดนแสงแดดและอากาศไม่น้อยกว่า 30 นาที
แล้วตรวจพินิจ ปรากฏว่าไม่เปลี่ยนสี ตรงตาม
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ
(มผช.659/2547)

2.4 ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำส้ม
ควันไม้ พบว่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำส้มควัน
ไม้ทั้ง 3 ชนิด อยู่ในช่วง 2.4-3.4 ซึ่งอยู่ในสภาวะ
ความเป็นกรดสูง ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์
ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ (มผช.659/2547) ที่
กำหนดให้ความเป็นกรด-ด่าง ต้องอยู่ระหว่าง
2.8 ถึง 3.7 ระยะเวลาการตากไม้ และชนิดของ
ไม้จะมีผลต่อความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำส้มควันไม้

2.5 ความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควัน
ไม้ โดยใช้เครื่องวัดความถ่วงจำเพาะ พบว่า
ความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควันไม้ทั้ง 3 ชนิด มี
ค่าอยู่ในช่วง 1.01-1.07 ซึ่งสอดคล้องกับสุนันท์
วิทิตสิริ (2551, หน้า 84) ได้ค่า 1.01-1.03 และ
ตรงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้
ดิบ (มผช.659/2547) ที่กำหนดให้มีค่าไม่น้อย
กว่า 1.005 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

3. คุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ คุณสมบัติ
ทางกายภาพและทางเคมี เมื่อตรวจสอบ
คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีโดยพิจารณา
ถึงชนิดของไม้ และความชื้นของไม้ กับคุณภาพ
ของน้ำส้มควันไม้ สามารถอธิบายลักษณะทาง
กายภาพและทางเคมีได้ดังนี้

3.1 การแยกชั้นของน้ำส้มควันไม้แยก
ตามชนิดของไม้ การเผาไม้ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้
10-30 วัน ไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้
มะม่วง จะมีระยะเวลาในการแยกชั้นของน้ำส้ม
ควันไม้ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ อายุ
และความชื้นในเนื้อไม้ โดยไม้มะม่วงจะใช้เวลา
ในการแยกชั้นมากกว่าไม้อื่น 2 ชนิด โดยใช้เวลา
64-72 วัน

3.2 การแยกชั้นของน้ำส้มควันไม้แยก
ตามความชื้นของไม้ เวลาในการแยกชั้นของ
น้ำส้มควันไม้ ไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และ
ไม้มะม่วง ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ ตั้งแต่ 10-30 วัน
เมื่อนำมาเผาแล้วจะใช้ระยะเวลาในการแยกชั้น
น้ำส้มควันไม้ที่แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย อาจจะ
เป็นเพราะว่าในการตากแดดนั้นแสงแดดจะคอย
ให้ความร้อนแก่เนื้อไม้ มีการถ่ายเทอากาศตาม
ธรรมชาติ ความชื้นในเนื้อไม้ค่อยๆ ระเหยออก

มาอย่างช้าๆ ในทางกลับกันไม้ที่ใช้เวลาตากน้อย หากเนื้อไม้มีความชื้นสูง ในขณะที่เผาอุณหภูมิในการเผาจะสูงกว่าความร้อนจากดวงอาทิตย์ และอยู่ในสภาพถูกควบคุมอากาศ การระเหยความชื้นจึงเป็นลักษณะเชิงบังคับและใช้เวลาแค่สั้นๆ จึงอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้โครงสร้างทางเคมีในน้ำส้มควันไม้เกิดขึ้นแตกต่างกัน การแยกชั้นน้ำส้มควันไม้จึงใช้เวลาต่างกัน

3.3ระดับความเป็นกรด-ด่าง ไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ ตั้งแต่ 10-30 วัน เมื่อนำมาเผาแล้วจะมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดของเนื้อไม้และความชื้นในเนื้อไม้ อาจจะเป็นเพราะระดับความชื้นที่ต่างกันของเนื้อไม้ ทำให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ต่างกัน เมื่อได้รับความร้อนจากการเผาโดยจำกัดเรื่องของอากาศเข้า

3.4ค่าความความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควันไม้ ไม้ทั้ง 3 ชนิด ไม้ส้มโอ ไม้ฝรั่ง และไม้มะม่วง ที่ตัดแล้วตากทิ้งไว้ ตั้งแต่ 10-30 วัน เมื่อนำมาเผาแล้วจะมีค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควันไม้ที่ต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ ความชื้นของไม้ มีผลทำให้ ค่าความความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควันไม้มีค่าแตกต่างกันโดยที่ไม้ฝรั่งจะให้ค่าความความถ่วงจำเพาะมากกว่าไม้อีก 2 ชนิด ค่าความความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 1.04-1.07 ค่าความความถ่วงจำเพาะของน้ำส้มควันไม้ดังกล่าวเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำ ส้ม ค วั น ไม้ ดิบ (มผช.659/2547) ที่กำหนดให้มีค่าไม่น้อยกว่า 1.005 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

เอกสารอ้างอิง

- จิระพงษ์ คูหากาญจน์. (2550) **คู่มือการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้**. กรุงเทพมหานคร. เกษตรกรรมธรรมชาติ.
- จุไรวัลย์ รัตนะพิสิฐ วรสร โพธิ์ทอง และกวินธิดา อธิกิจไพบูลย์ (ม.ป.ป.). (2550). **การศึกษาเบื้องต้นเพื่อประเมินคุณลักษณะน้ำส้มควันไม้จากขี้เลื่อยไม้ยางพารา**. สงขลา. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- เทคโนโลยีที่เหมาะสม, สมาคม. (2549). **คู่มือเตาเผาถ่าน 200 ลิตร**. กรุงเทพมหานคร. พิษณุเศษพรินทร์ เซ็นเตอร์.
- บทความ เรื่องเตาเผาถ่าน. ออนไลน์. [เดือนตุลาคม 2554] <http://www.planeenergy.co.th/node/38>
- บทความ เรื่องน้ำส้มควันไม้. ออนไลน์. เดือนตุลาคม 2554 เวลาประมาณ 23.00น. http://www.fisheries.go.th/cf-kung_krabaen/agricul1.htm
- บทความ เรื่อง sun flower น้ำส้มควันไม้ เอนกประสงค์. เดือน ธันวาคม 2554 เวลาประมาณ 23.00 น. <http://www.nsam2006.com/index.asp?&title=Home+Page>
- ประกิตต์ โกะสูงเนิน. (2554). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำส้มควันไม้และถ่านไม้ที่ได้จากเตาอบถ่านไม้แบบถัง 200 ลิตร**, มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่

เฉลิมพระเกียรติ.

ปรีชา เกียรติกระจาย. (2559). โครงการศึกษา
ทดสอบการผลิตและการใช้
ประโยชน์น้ำส้มควันไม้.

วารสารเกษตรกรรม ธรรมชาติ.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547).

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
น้ำส้มควันไม้ ดิบ.659.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2547).

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
น้ำส้มควันไม้ กลั่น.660.

สุชาดา อินทะศรี. น้ำส้มควันไม้เพื่อเกษตรกรรม
อินทรีย์. 2548 เวลาประมาณ 23.00 น.
<http://www.ata.or.th/>