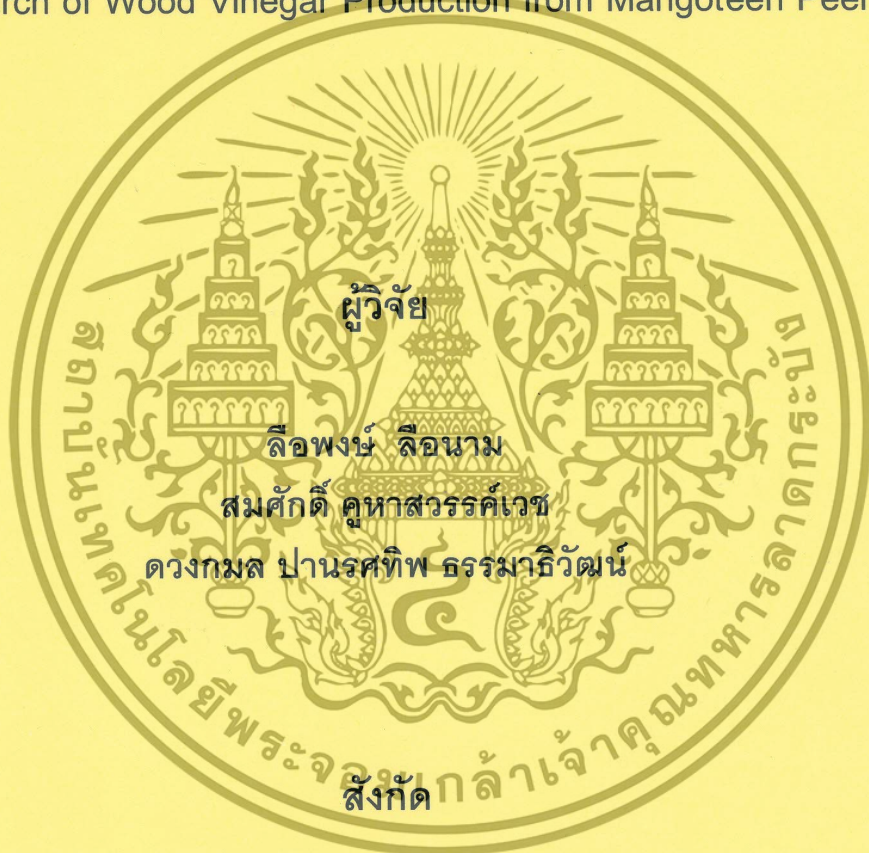


รายงานวิจัย

เรื่อง

การวิจัยการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

Research of Wood Vinegar Production from Mangoteen Peel



สาขาวิชาพัฒนาการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

10 กุมภาพันธ์ 2555

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณ ปี 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานวิจัย

เรื่อง

การวิจัยการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

Research of Wood Vinegar Production from Mangoteen Peel



สาขาวิชาพัฒนการเกษตรและการจัดการทรัพยากร คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

10 กุมภาพันธ์ 2555

งานวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากเงินงบประมาณ ปี 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การวิจัยการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

ชื่อผู้วิจัย นายลือพงษ์ ลือนาม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

นายสมศักดิ์ คุณาสวรรค์เวช ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

นางดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์ อาจารย์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล.

ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยประเภท การวิจัยและพัฒนา ประจำปี 2554 จำนวนเงิน 268,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ พฤศจิกายน 2553 ถึง ตุลาคม 2554

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ เพื่อดำเนินการวิจัยและพัฒนาการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดหรือผลมังคุดที่เหลือทิ้ง สวนมังคุดของเกษตรกรพื้นที่เพาะปลูกมังคุด 1 ไร่ จะปลูกมังคุดได้ 11 ต้น แต่ละต้นมังคุดที่ร่วงหล่นใต้ทรงพุ่มเฉลี่ย 2.44 กิโลกรัม/ต้น หรือประมาณ 23-25 ผล/ต้น การผลิตน้ำส้มควันไม้จากมังคุด ด้วยวิธีเตาเผาถ่าน 200 ลิตร และใช้ถัง 50 ลิตร บรรจุมังคุดวางไว้บนหลังเตา โดยบรรจุมังคุดปริมาณ 5 กิโลกรัม และใช้ไม้ฟืนปริมาณ 50 กิโลกรัม เพื่อทำให้เกิดความร้อนขณะการเผาถ่าน ผลิตน้ำส้มควันไม้มังคุด พบว่า สามารถผลิตน้ำส้มควันไม้ฟืนได้ 1.47 ลิตร และน้ำส้มควันไม้มังคุดได้ 1.00 ลิตร โดยได้ถ่านไม้ฟืน 12.50 กิโลกรัม และ ถ่านมังคุด 0.89 กิโลกรัม แต่ยังมีทั้งไม้ฟืนและมังคุดบางส่วนที่ไม่ถูกเผาให้กลายเป็นถ่าน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตไม้ฟืนและถ่านมังคุดได้เพียง 86.55 และ 22.69 เปอร์เซ็นต์

Abstract

In this study to conduct research and Production of wood vinegar by mangosteen fruit waste. A farmer's land area is planted with 11 trees/rai. Each of the plants that fall under the canopy averaged 2.44 kg/tree or about 23-25 fruits/trees. Production of wood vinegar with a 200 liter of charcoal grills and use tank 50 liters. Packing plants placed on the back burner. The packing of 5 kg of fruit and 50 kg of firewood. The heat produced while burning charcoal, wood vinegar fruit. Found that, Wood vinegar production was 1.47 liters and the mangosteen fruit vinegar is 1.00 liters. Charcoal firewood 12.50 kg and coal plants 0.89 kg. But there are some fruit trees and firewood was burned to a cinder. As a result, firewood and charcoal production plants for only 86.55 and 22.69 percent.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้ประสบความสำเร็จได้ โดยการได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินรายได้ประจำปี 2554 ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะนักวิจัยใคร่ขอขอบคุณคณาจารย์ ข้าราชการ นักศึกษา เจ้าหน้าที่ ตลอดจนเกษตรกร ผู้แปรรูปมังคุดและเกษตรกรชาวสวนมังคุดทุกท่านที่ให้คำปรึกษา อนุเคราะห์ข้อมูล ความรู้ และเสนอแนะการดำเนินการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

นอกจากนี้คณะผู้ดำเนินการวิจัยใคร่ขอขอบคุณ บุคคล องค์กร หน่วยราชการ สถานประกอบการ และที่ไม่ได้กล่าวชื่อนาม ซึ่งให้ความร่วมมือหรือมีส่วนช่วยให้มีการศึกษาครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี คณะผู้วิจัยจึงใคร่ขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้



คณะผู้ดำเนินการวิจัย
กุมภาพันธ์ 2555

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	4
1.2 ขอบเขตของโครงการวิจัย	4
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์	4
1.4 คำสำคัญ (Keywords) ของการวิจัย	5
บทที่ 2 วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 สถานการณ์การผลิตมังคุดของประเทศไทย	6
2.2 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของมังคุด	8
2.3 การเพาะปลูกมังคุด	8
2.4 ส่วนประกอบของผลมังคุด	12
2.5 สรรพคุณของเปลือกมังคุด	12
2.6 การแปรรูปมังคุด	14
2.7 การผลิตถั่ว	14
2.8 การใช้ประโยชน์จากถั่ว	15
2.9 น้ำส้มควั่นไม้	17
2.10 การเก็บน้ำส้มควั่นไม้จากเตาเผาถั่ว	18
2.11 การทำน้ำส้มควั่นไม้ให้บริสุทธิ์	18
2.12 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควั่นไม้ดิบ	19
2.13 การใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควั่นไม้	20
2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	23
3.1 การสำรวจปริมาณผลมังคุดที่ร่วงหล่นเหลือทิ้งภายในสวนของเกษตรกร	23
3.2 การศึกษาทดลองผลิตน้ำส้มควั่นไม้จากเปลือกมังคุด	23
3.3 การศึกษาคุณภาพของน้ำส้มควั่นไม้เปลือกมังคุด	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษาและอภิปรายผล	27
4.1 ผลการสำรวจปริมาณผลมังคุดที่ร่วงหล่นเหลือทิ้งภายในสวนของเกษตรกร	27
4.2 การศึกษาทดลองผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด	28
4.3 ผลการศึกษาคุณภาพของน้ำส้มควันไม้จากมังคุด	33
บทที่ 5 สรุปและเสนอแนะ	35
5.1 การสำรวจสวนที่เหลือทิ้งภายในสวนมังคุด	35
5.2 การผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด	35
5.3 คุณภาพของน้ำส้มควันไม้มังคุด	35
5.4 ข้อเสนอแนะ	36
บรรณานุกรม	37
ภาคผนวก	39



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

มังคุด พืชเศรษฐกิจของประเทศไทย จัดเป็นผลไม้ชั้นนำที่สุด จนได้ชื่อว่า ราชีนีแห่งผลไม้ (Queen of Fruits) เพราะให้รสชาติหวานฉ่ำอมเปรี้ยว กลิ่นหอมเฉพาะตัว เนื้อฟูสีขาว อ่อนนุ่มลิ้นเมื่อเคี้ยวในปาก แม้ดูภายนอกก็ดึงดูดใจผู้ได้พบเห็นจากสีส้ม เปลือกหุ้ม โครงสร้างแข็งแรง ผิวเปลือกสีแดงอมม่วง-ม่วง แกรมตรงซั้วผลมีกลีบดอกสีเขียวอ่อน 4 กลีบ สวยงามเสริมให้อีก รูปทรงสมส่วน กลมมนเล็กน้อย ขนาดพอเหมาะกับการหยิบจับกระชับมือ เป็นที่ชื่นชอบของชาวต่างประเทศที่ได้สัมผัสและลิ้มรสชาติ จนมีความต้องการมาก อย่างไม่จำกัด แต่ติดขัดเรื่องคุณภาพที่ยังไม่ผ่านมาตรฐานหลายประเด็น ทำให้เสียโอกาสสร้างรายได้เข้าประเทศ ขณะที่ปริมาณผลผลิตมีมาก เกิดปัญหาล้นตลาด ขายไม่ได้ราคา ชาวสวนเดือดร้อน (มนตรี, 2550)

สำหรับการผลิตมังคุดให้ได้ผลผลิตที่ดีมีคุณภาพ และการจัดการเพื่อเพิ่มปริมาณผลผลิตให้ดีขึ้น คุณภาพ การควบคุมปริมาณดอกต้องไม่ให้ดอกมากเกินไป โดยการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอ ในบางปีต้องใส่ปุ๋ยเคมีอัตราสูง เพื่อให้มังคุดสลัดผลอ่อนให้เหลือปริมาณพอเหมาะ ควรให้น้ำสม่ำเสมอช่วยควบคุมการเกิดเนื้อแก้ว ยางไหล (มังคุดคุณภาพทำอย่างไร, 2552)

มังคุดปลูกกันมากทางภาคใต้และภาคตะวันออก พื้นที่ปลูกรวมกันประมาณ 4.0 แสนไร่ ผลผลิตรวม 2.6 แสนตัน เฉพาะภาคตะวันออกนั้นมีพื้นที่ปลูกในจังหวัดระยอง จันทบุรี และตราด ประมาณ 1.8 แสนไร่ ผลผลิตรวม 1.1 แสนตัน จากสถานการณ์ที่ปริมาณผลผลิตมังคุดออกสู่ตลาดพร้อม ๆ กัน ทำให้ราคามังคุดตกต่ำเกือบทุกปีเพราะการบริโภคในประเทศไม่ทัน ขณะที่การส่งออกต่างประเทศเพิ่งเริ่มเปิดตลาดได้บ้าง ในปี 2550 มีปริมาณการส่งออกมังคุดสดและมังคุดแช่แข็ง จำนวน 47,233 ตัน มูลค่า 755.65 ล้านบาท โดยมีประเทศที่นำเข้ามังคุดได้แก่ฮ่องกง จีน สหรัฐ เกาหลีใต้ และญี่ปุ่น ซึ่งยังมีปริมาณน้อย เมื่อเทียบกับผลผลิตในประเทศ เพราะปัญหาอุปสรรคด้านคุณภาพและกฎระเบียบของประเทศผู้นำเข้านี้เข้มงวดมาก โดยเฉพาะประเด็นคุณภาพ โรคแมลงและสารเคมีตกค้างที่ยังเป็นข้อจำกัดในการส่งออก ทำให้มีปริมาณผลผลิตมังคุดเหลือในประเทศจำนวนมาก ส่งผลให้ราคาของมังคุดตกต่ำ ทำการเกษตรกรชาวสวนปล่อยทิ้งมันคุดให้ร่วงหล่นภายในสวน เนื่องจากการจากเก็บเกี่ยวมังคุดมีค่าใช้จ่ายสูงกว่าราคาจำหน่ายมังคุด จนชาวสวนขาดทุนและภาครัฐต้องเข้าแทรกแซงราคาอยู่ทุกปี จึงทำให้หน่วยงานของรัฐบาลและสถาบันการศึกษา จึงได้ร่วมกันวิจัยจนสามารถพัฒนามังคุดเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทั้งที่เป็นอาหารและไม่เป็นอาหารมากกว่า 32 ชนิด เช่น ผงมังคุดอบแห้ง มังคุดบดละเอียดปรับกรด เนื้อมังคุดแห้งแช่เยือกแข็ง มังคุดฝาคึ่งลูกและเนื้อมังคุดแกะแช่แข็ง เครื่องดื่มน้ำมังคุด น้ำมังคุดเข้มข้น มังคุดลอยแก้ว ซอสมังคุด ชามังคุด เหยี่ยวทองมังคุด มังคุดแผ่น เยลลี่มังคุด เค้กเนยมังคุด ทาเว้ตมังคุด มังคุดกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มังคุดแช่หิมอบแห้ง ข้าวตังมังคุด บัวยมังคุด ไอศกรีมมังคุด เครื่องดื่มผงจากเนื้อมังคุด โลชั่นบำรุงผิว เจลทำความสะอาด โฟมล้างมือ น้ำยาทำความสะอาด ถ่านเปลือกมังคุด สีสผสมอาหารจากเปลือกมังคุด สบู่เหลวจากสารสกัดเปลือกมังคุด มังคุดอบแห้ง สารสกัดมังคุด (เกษตรสงมังคุดไทยไปญี่ปุ่น, 2552)

จากสถานการณ์การผลิตมังคุดของภาคตะวันออก ปี 2550 ซึ่งผลผลิตที่ออกสู่ตลาดมากจะเป็นเดือนเมษายน-พฤษภาคม ส่วนภาคใต้มีพื้นที่ปลูกมากกว่าภาคตะวันออกประมาณ 2 เท่า ทำให้มีผลผลิตมากในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม และ กรกฎาคม-สิงหาคม ของทุกปี ซึ่งในปี 2550 มีเหตุการณ์เหมือนเดิม โดยที่ภาคใต้มีราคาตกต่ำมาก ขายราคา 3-5 บาท ต่อกิโลกรัม และในช่วง 3-4 ปีที่ผ่านมา ชาวสวนประสบปัญหาหาราคาผลไม้ตกต่ำ โดยเฉพาะมังคุดราคาต่ำมาก ราคาขายมังคุดคุณภาพเกรดรองอยู่ระหว่างกิโลกรัมละ 5-8 บาท ขณะที่ต้นทุนการผลิตมังคุดเฉลี่ยกิโลกรัมละ 11.03 บาท ชาวสวนได้รับผลกระทบมากและประสบกับการขาดทุน ทำให้การแปรรูปผลิตภัณฑ์จากมังคุด จึงเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลผลิต สามารถทำได้โดยกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร กลุ่มวิสาหกิจชุมชน และกลุ่มผู้ปลูกมังคุด เพื่อจะเป็นทางเลือกในการบริโภคมังคุดในรูปแบบต่างๆ ให้มากกว่าการบริโภคเพียงผลสด ซึ่งแต่ละปีมีการทิ้งเปลือกมังคุดหลายหมื่นตันเป็นขยะที่ไร้ประโยชน์ (มนตรี, 2550)

เปลือกมังคุดเมื่อวิเคราะห์พบว่า มีการประกอบ 3 กลุ่มที่สำคัญ คือ กลุ่มสารแทนนิน (Tannin) ให้รสฝาด เป็นสารที่ช่วยสมานแผลให้หายเร็ว รักษาแผลในกระเพาะอาหาร กลุ่มที่เป็นรงควัตถุ (Anthocyanin) หรือเม็ดสีบริเวณผิวเปลือกด้านนอกสีแดง สีม่วง น้ำตาล มีคุณสมบัติเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และสุดท้ายเป็นกลุ่มสำคัญคือ สารแซนโทน (Xanthone) ซึ่งมีอยู่มากถึง 43 ชนิด เช่น mangostin, mangostenol เป็นต้น ซึ่งสารแซนโทนนี้มีมากที่เปลือกมังคุด แต่จริงแล้วมีที่เมล็ด ลำต้น และใบด้วย แต่ปริมาณน้อยกว่าที่เปลือก เมื่อกล่าวถึงเปลือกมังคุด พบว่า มีสรรพคุณหลายด้านซึ่งมีการใช้มาตั้งแต่โบราณ โดยการใช้เป็นยาฆ่าพยาธิ แก้ท้องเสีย แก้บิด รักษาแผล ไม่เฉพาะไทยเท่านั้น ประเทศอินโดนีเซียใช้เปลือกแก้บิด ใบแห้งนำมาต้มน้ำดื่มแก้ไข้ บรรเทาอาการปวดท้อง คนจีนใช้เป็นยาแก้บิด และนำไปผสมในขี้ผึ้ง ทาแก้ผื่นคัน รักษาอาการท้องเสียและหนองใน ฟิลิปปินส์ใช้แก้ท้องเสีย ถ่ายพยาธิ ส่วนมาเลเซียใช้เปลือก ราก ต้มรักษาอาการประจำเดือนมาไม่ปกติ ประโยชน์ของเปลือกมังคุดเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา จะมีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา (มนตรี, 2550)

จากรายงานข้อมูลด้านการผลิตในเบื้องต้น พบว่า วัตถุดิบมังคุด 100 กิโลกรัม จะได้เนื้อมังคุด 31.9 กิโลกรัม เนื้อในของเปลือก 32.3 กิโลกรัม และเปลือกนอกมังคุด 25.8 กิโลกรัม เมื่อทำการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตของเนื้อมังคุดอบแห้ง แบบแช่แข็ง 6.25 กิโลกรัม เนื้อในเปลือกมังคุดผง 11.95 กิโลกรัม และเปลือกนอกมังคุดผง 10.85 กิโลกรัม (สุชาติ และคณะ, 2552)

น้ำส้มควนไม้หรือน้ำส้มไม้เป็นสารอินทรีย์ ที่ได้จากการเผาถ่านไม้ที่ไม่แห้งและสดเกินไป ตามกรรมวิธีเผาถ่านในที่อับอากาศและที่อุณหภูมิเหมาะสม ควนที่ออกมาเมื่อกระทบความเย็นจะกลั่นตัว เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลายเป็นหยดน้ำ โดยเริ่มดักเก็บน้ำส้มควันไม้ ที่อุณหภูมิปลายปล่องควัน 80-180 องศาเซลเซียส น้ำส้มควันไม้ที่ได้มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลใส โปร่งแสง มีกลิ่นใหม่ มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน รสเปรี้ยว สำหรับการนำไปใช้ประโยชน์ต้องตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนก่อนประมาณ 3 เดือน เพื่อให้สารอาหารที่เป็นอันตรายต่อพืชและสิ่งมีชีวิตแยกชั้นออกจากน้ำส้มควันไม้ การผลิตน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านแยกเป็น 2 ประเภท คือ เตาอิฐเตาและเตาเผาถ่านถังน้ำมัน 200 ลิตร ซึ่งเกษตรกรนิยมใช้เตาเผาถ่านแบบถังน้ำมันมากกว่า เนื่องจากสร้างง่าย ราคาถูก ผลิตถ่านไม้ได้ปริมาณมาก ใช้แรงงานน้อย แต่การเผาถ่านแบบเตาถังน้ำมันยังมีข้อจำกัดและอุปสรรคในการใช้งานอยู่ค่อนข้างมาก ได้แก่ การบรรจุฟืนเข้าเตา การนำถ่านออกจากเตา การป้อนเชื้อไฟทำได้ค่อนข้างลำบาก ไม่สามารถควบคุมอากาศและอุณหภูมิภายในเตาได้ ในบางครั้งอุณหภูมิภายในเตาสูงเกิน 310 องศาเซลเซียส จนทำให้ลิกนินเริ่มสลายเป็นน้ำมันดินหรือสารทาร์ปนออกมากับน้ำส้มควันไม้มากกว่าปกติ (สุกัญญา, 2546)

ประโยชน์ของถ่านและน้ำส้มควันไม้ในทางการเกษตร ใช้ถ่านเป็นสารปรับปรุงดิน เนื่องจากมีธาตุรูนุ่มากมาย เมื่อใส่ถ่านไม้ลงในดินจะทำให้ดินร่วนซุย อุ้มน้ำและอากาศได้ดีขึ้น ทำให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็ว ช่วยดูดซับปุ๋ยไนโตรเจนไม่ให้ระเหยสู่อากาศ และแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในถ่านไม้จะเป็นแหล่งจุลินทรีย์สำหรับพืชได้เป็นอย่างดี สำหรับน้ำส้มควันไม้มีสารประกอบที่สำคัญ ได้แก่ น้ำ ประมาณ 85 % กรดอินทรีย์ประมาณ 3 % และสารอินทรีย์อื่นๆ อีกประมาณ 12 % มีค่าความเป็นกรด(pH)ประมาณ 3 ความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.012-1.014 แตกต่างกันไปตามชนิดของไม้ ประโยชน์ด้านการเกษตร น้ำส้มควันไม้ที่มีความเข้มข้นสูง มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่รุนแรง เนื่องจากมีความเป็นกรดสูง และมีสารประกอบ เช่น เมธานอลและฟีนอล จึงสามารถฆ่าเชื้อได้ดีเมื่อเจือจาง 200 เท่า ทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์และต่อต้านเชื้อแบคทีเรียจะเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากได้รับสารอาหารจากกรดน้ำส้ม ซึ่งใช้น้ำส้มควันไม้กำจัดแมลงและจุลินทรีย์ทางการเกษตร ดังเช่น การผสมกับน้ำ 20 เท่า ฉีดพ่นลงดิน ใช้รักษาโรคเน่าจากแบคทีเรีย โรคโคนเน่าจากเชื้อรา และได้เดือนผุย การผสมกับน้ำ 50 เท่า ใช้ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เข้าทำลายพืช และการผสมน้ำ 200 เท่า ฉีดพ่นที่ใบพืช รวมทั้งพ่นดินรอบต้นพืชทุก ๆ 7-15 วัน เพื่อขับไล่แมลง ป้องกันและกำจัดเชื้อรา กระตุ้นความต้านทานและการเจริญเติบโตของพืช ทำลายไข่แมลงและฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อพืช (สื่อเกษตร, 2548) เกษตรกรจึงมีความสนใจและใช้เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากช่วยลดค่าใช้จ่ายของสารเคมีได้มากกว่า 50 % อีกทั้งช่วยลดการใช้สารเคมีและเพิ่มคุณภาพของผลิตทางการเกษตร (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2544)

จากการผลิตมังคุดคุณภาพ มังคุดที่ร่วงหล่นภายในสวน และกระบวนการแปรรูปมังคุด ทำให้การมีวัสดุเปลือกมังคุดเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ดังนั้นการศึกษาวิจัยกระบวนการเผาถ่านเพื่อให้ได้น้ำส้มควันไม้ โดยใช้วัตถุดิบเป็นเปลือกมังคุดที่เหลือทิ้ง เพื่อเพิ่มมูลค่าจากเปลือกมังคุดเหลือทิ้งให้สูงขึ้น อีกทั้งได้ผลิตภัณฑ์น้ำส้มควันไม้ ที่มีประโยชน์ต่อกระบวนการผลิตผลไม้ของเกษตรกร เนื่องจากเปลือกมังคุดมีสารในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อต้านเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรา อันเป็นสาเหตุของโรคพืชต่าง ๆ เมื่อกลั่นเป็นน้ำส้มควันไม้จะได้สารอินทรีย์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราของโรคพืช ทำให้เกษตรกรลดใช้สารเคมีในการผลิตผลไม้ โดยเฉพาะมังคุดเพื่อการส่งออก เป็นผลให้ได้มังคุดที่มีคุณภาพดีและปลอดภัยจากสารเคมี ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายของรัฐบาล รวมถึงนำสู่การพัฒนาเป็นสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) อาทิเช่น น้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด ถ่านจากเปลือกมังคุด และผลิตภัณฑ์จากน้ำส้มควันไม้หรือจากถ่านเปลือกมังคุด ก่อเกิดความยั่งยืนและความเข้มแข็งภายในชุมชน ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

เป้าหมายหลักโครงการนี้ เพื่อดำเนินการวิจัยและพัฒนาการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดหรือผลมังคุดที่เหลือทิ้ง โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ คือ

- 1) เพื่อปรับปรุงพัฒนากรรมวิธีผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด
- 2) เพื่อออกแบบสร้างและทดสอบเตาเผาถ่านเปลือกมังคุดผลิตน้ำส้มควันไม้

1.2 ขอบเขตของโครงการวิจัย

การวิจัยโครงการนี้ ได้กำหนดพื้นที่เป้าหมายศึกษาวิจัย ณ แหล่งผลิตมังคุดเขตพื้นที่ภาคตะวันออก ซึ่งเป็นแหล่งผลิตมังคุดที่สำคัญ โดยมีกลุ่มเกษตรกรและวิสาหกิจชุมชนเกี่ยวกับการผลิตและแปรรูปมังคุดจำนวนมาก จึงเห็นว่าพื้นที่เป้าหมายดังกล่าวมีความเหมาะสมเร่งด่วนในการแก้ไขปัญหาและก่อให้เกิดประโยชน์โดยตรงกับเกษตรกรชาวสวนมังคุด

การศึกษานี้จะมุ่งเน้นพัฒนากรรมวิธีการผลิตน้ำส้มควันไม้ และออกแบบเตาผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกหรือผลมังคุด ด้วยหลักการเผาถ่านในสภาวะอับอากาศ หรือการควบคุมอากาศให้ไหลเข้าไปในเตาได้อย่างต่อเนื่อง จนเกิดความร้อนขึ้นภายในเตาเพื่อทำให้เกิดการเผาไหม้เปลือกมังคุดภายในเตา จนสามารถดักเก็บน้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุดได้ โดยมีค่าชี้ผลในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ ความชื้นเปลือกมังคุด ปริมาณผลผลิตน้ำส้มควันไม้ คุณภาพของน้ำส้มควันไม้ เปอร์เซ็นต์การเผาถ่าน ประสิทธิภาพการผลิตถ่าน อัตราการผลิตน้ำส้มควันไม้ เป็นต้น

โดยคาดว่า การดำเนินการวิจัยตามขอบเขตของโครงการที่กำหนดจะได้ผลสำเร็จ เป็นเตาเผาถ่านผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด ที่เกิดประโยชน์ต่อกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกมังคุดในพื้นที่เป้าหมาย

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1 เกษตรกรชาวสวนมังคุดสามารถเพิ่มมูลค่าจากเปลือกมังคุดที่เหลือทิ้ง
- 2 ได้เทคโนโลยีในการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดที่เหลือทิ้ง
- 3 เกษตรกรชาวสวนมังคุดได้ถ่านเปลือกมังคุดเป็นวัตถุดิบในการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 เกษตรกรชาวสวนมังคุดได้สารอินทรีย์น้ำส้มควันไม้กำจัดหรือยับยั้งโรคแมลงภายในสวน

5 เกษตรกรชาวสวนมังคุดเพิ่มรายได้จากผลิตภัณฑ์ถ่านเปลือกมังคุด

6 ส่งเสริมให้เกิดแหล่งพลังงาน/ผลิตภัณฑ์จากถ่านภายในชุมชนท้องถิ่น

7 ส่งเสริมให้การผลิตมังคุดอินทรีย์น้ำส้มควันไม้จากการผลิตใช้เองในชุมชนท้องถิ่น

8 สอดคล้องกับยุทธศาสตร์การวิจัยของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) ทั้งด้านเกษตรและอาหาร

9 สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ของคณะเทคโนโลยีการเกษตร สจล. ทั้งด้านการลดใช้สารเคมีในการผลิตทางการเกษตร

1.4 คำสำคัญ (Keywords) ของการวิจัย

น้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar) หมายถึง สารอินทรีย์ที่ได้จากดักเก็บควันไฟจากการเผาถ่านในสภาวะอับอากาศ มีลักษณะของเหลวใสสีเหลืองปนน้ำตาลหรือน้ำตาลแดง

การผลิตน้ำส้มควันไม้ หมายถึง กระบวนการให้ความร้อนกับเนื้อไม้หรือการคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) จนสารอินทรีย์ในเนื้อไม้สลายตัวกลายเป็นถ่าน แล้วดักเก็บควันไฟขณะการเผาถ่าน จนได้หยดน้ำใสหรือมีสีเหลืองปนน้ำตาลมีกลิ่นควันไฟ เรียกว่าน้ำส้มควันไม้หรือน้ำส้มไม้

เปลือกมังคุด (Mangoteen Peel) หมายถึง ส่วนภายนอกของผลมังคุดที่หุ้มเมล็ด มีลักษณะผิวเรียบสีน้ำตาลดำ เป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูปมังคุด และผลมังคุดจากการตัดแต่งหรือผลมังคุดร่วงหล่นภายในสวนผลไม้

ถ่าน (Charcoal) หมายถึง วัสดุมีลักษณะสีดำที่ได้จากการให้ความร้อนหรือการคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) กับชีวมวลภายในสภาวะควบคุมอากาศ จนสารอินทรีย์ในชีวมวลสลายตัวกลายเป็นถ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภาคใต้จัดเป็นแหล่งปลูกมังคุดที่ใหญ่ที่สุดในประเทศไทยและสามารถผลิตมังคุดที่มีคุณภาพดี มีรสชาติดีเมื่อเทียบกับมังคุดในภูมิภาคอื่นของประเทศ เนื่องจากมีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม จากความมีเอกลักษณ์ในรูปร่างของผลที่สวยงาม และมีรสชาติที่หวานอมเปรี้ยว ถูกปากทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ จนได้รับฉายาว่า “Queen of Fruits” ดังนั้น ในปัจจุบันมังคุดจึงจัดเป็นผลไม้ที่มีศักยภาพสูงในการส่งออก ซึ่งประเทศไทยเป็นประเทศที่ส่งออกเป็นอันดับ 1 ของโลก มูลค่าปีละมากกว่า จำนวน 1,500 ล้านบาท จากสถิติข้อมูลการส่งออกของประเทศไทยในปี พ.ศ. 2553 สามารถส่งออกผลผลิตมังคุดได้ จำนวน 120,000 ตัน โดยส่งออกไปจำหน่ายทั้งในรูปผลสดและผลแช่แข็ง ซึ่งส่งออกในรูปของผลสด จำนวน 80,000 ตัน และส่งออกในรูปของผลแช่แข็ง จำนวน 40,000 ตัน และในอนาคตมีแนวโน้มว่ามังคุดจะมีความสำคัญมากขึ้น เนื่องจากประเทศไทยได้ขยายตลาดการส่งออกมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศจีน ซึ่งมีประชากรสูง ก็ให้ความสนใจกับไม้ผลชนิดนี้ด้วย

ส่วนเปลือกผลแห้งมังคุด มีรสฝาด แก้ท้องเสีย บิด มูกเลือด ในชนบทมักจะทำน้ำดื่มเปลือกมังคุด ชะล้างแผลจะช่วยให้แผลหายเร็วขึ้น เปลือกผลมังคุดมีสาร "แทนนิน" เป็นจำนวนมาก มีฤทธิ์แก้อาการท้องเดินได้ดี และในเปลือกมังคุดยังออกฤทธิ์สำหรับการสมานแผลได้ดี ทั้งยังมีสรรพคุณฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้อีกด้วย โดยเฉพาะเชื้อที่ทำให้เกิดหนองและมีฤทธิ์ลดอาการอักเสบ กองวิจัยทางแพทยกรรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ศึกษารายงานว่าไม่มีพิษเฉียบพลันแต่ควรระวังเรื่องขนานของการใช้เพราะสารที่เปลือกมังคุดมีฤทธิ์กดประสาทส่วนกลางและเพิ่มความดันเลือดได้ เปลือกมังคุดใช้เป็นยารักษาอาการท้องเสีย โดยใช้เปลือกที่ตากแห้งต้มน้ำปูนใสหรือผสมกับน้ำดื่ม ได้แก่ อาการเป็นบิด (ปวดเบ่ง มีมูก และอาจมีเลือดออก) โดยใช้เปลือกผลแห้งประมาณครึ่งผล (4 กรัม) ย่างไฟให้เกรียมผสมกับน้ำปูนใสประมาณครึ่งแก้วดื่มทุกชั่วโมง

2.1 สถานการณ์การผลิตมังคุดของประเทศไทย

การผลิตมังคุดของภาคตะวันออก ปี 2550 มีการสำรวจพบว่า มีพื้นที่ปลูก 1.8 แสนไร่ พื้นที่เก็บเกี่ยว 1.4 แสนไร่ มีปริมาณผลผลิตรวม 1.1 แสนตัน ให้ผลผลิตเฉลี่ย 770 กิโลกรัมต่อไร่ ซึ่งผลผลิตที่ออกสู่ตลาดมากจะเป็นเดือนเมษายน-พฤษภาคม ส่วนภาคใต้นั้นมีพื้นที่ปลูกมากกว่าภาคตะวันออกประมาณ 2 เท่า ทำให้มีผลผลิตมากในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม และ กรกฎาคม-สิงหาคม ของทุกปี (มนตรี, 2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตมังคุดในปีการเก็บเกี่ยว 2551 ผลผลิตมังคุดรวมทั้งประเทศประมาณ 1.7 แสนตัน จังหวัดที่ให้ผลผลิตสูงสุด 3 อันดับแรก ได้แก่ จังหวัดจันทบุรีประมาณ 7.5 หมื่นตัน จังหวัดนครศรีธรรมราชประมาณ 2.1 หมื่นตัน และจังหวัดตราดประมาณ 2.0 หมื่นตัน เป็นต้น โดยมีผลผลิตต่อไร่(เนื้อที่ให้ผล)ทั้งประเทศ 438 กิโลกรัม

ตารางที่ 2.1 แสดงสถานการณ์การผลิตมังคุดในประเทศไทยปี 2551

ภาค/จังหวัด	เนื้อที่ยืนต้น (ไร่)	เนื้อที่ให้ผล (ไร่)	ผลผลิต (ตัน)	ผลผลิตต่อไร่ (กก.)	
				เนื้อที่ยืนต้น	เนื้อที่ให้ผล
รวมทั้งประเทศ	489,767	396,325	173,511	354	438
ภาคกลาง	314	199	101	322	508
นนทบุรี	314	199	101	322	510
ภาคตะวันออก	193,391	155,394	110,165	570	709
จันทบุรี	134,337	109,324	75,980	566	695
ชลบุรี	261	183	91	349	497
ตราด	30,457	24,385	21,089	692	865
ปราจีนบุรี	1,793	1,276	1,233	688	966
ระยอง	26,543	20,226	11,772	444	582
ภาคตะวันตก	1,087	686	358	329	522
ประจวบคีรีขันธ์	1,087	686	358	329	522
ภาคใต้	294,975	240,046	62,887	213	262
กระบี่	3,572	2,892	578	162	200
ชุมพร	77,501	75,903	14,270	184	188
ตรัง	5,964	4,844	1,942	326	401
นครศรีธรรมราช	95,247	69,125	20,738	218	300
นราธิวาส	27,628	20,830	8,273	118	161
ปัตตานี	3,804	2,497	507	133	203
พังงา	13,577	12,987	3,883	286	299
พัทลุง	14,200	9,172	596	42	65
ภูเก็ต	507	376	56	110	150
ยะลา	8,199	6,431	1,981	242	308
ระนอง	17,220	15,009	6,964	404	464
สงขลา	5,351	4,277	2,352	440	550
สตูล	2,630	1,798	590	224	328
สุราษฎร์ธานี	19,575	14,405	5,157	263	358

ที่มา : สถานการณ์การผลิตมังคุด, 2552

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ลักษณะพฤกษศาสตร์ของมังคุด

มังคุด พืชเศรษฐกิจของประเทศไทย จัดเป็นผลไม้ชั้นนำที่สุด จนได้ชื่อว่า ราชีนีแห่งผลไม้ (Queen of Fruits) เพราะให้รสชาติหวานฉ่ำอมเปรี้ยว กลิ่นหอมเฉพาะตัว เนื้อฟูสีขาว อ่อนนุ่มลิ้นเมื่อเคี้ยวในปาก ลักษณะภายนอกดึงดูดใจผู้ได้พบเห็นจากสีส้ม เปลือกหุ้ม โครงสร้างแข็งแรง ผิวเปลือกสีแดงอมม่วง บริเวณตรงข้ามผลมีกลีบดอกสีเขียวอ่อน 4 กลีบ มีรูปทรงสมส่วน กลมมนเล็กน้อย ขนาดพอเหมาะ (มนตรี, 2550) มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Garcinia mangostana* L. อยู่ในวงศ์ Guttiferae มีชื่ออังกฤษว่า Mangosteen (มังคุด, 2552) พันธุ์มังคุดในทางวิชาการจะมีเพียงพันธุ์เดียว แต่ต้นพันธุ์มังคุดที่พบเห็นตามสภาพที่ปลูกตามแหล่งต่าง ๆ ของประเทศไทย จะมีลักษณะแตกต่างกันตามลักษณะของผลผลิต จำแนกได้เป็น 2 ชนิด คือ พันธุ์ผลกลม หรือ สายพันธุ์ปักซี่ใต้ มีลักษณะและคุณสมบัติสำคัญได้แก่ ทรงผลกลม เปลือกหนา มีน้ำหนักต่อผลมาก ผลสุกเปลือกมีสีส้มแดง ใบค่อนข้างหนา รูปทรงใบค่อนข้างกลมมน และเนื้อที่รับประทานจะมีความแน่น เป็นต้น ส่วนพันธุ์ผลแป้น หรือ สายพันธุ์เมืองนนท์ มีลักษณะและคุณสมบัติสำคัญได้แก่ ทรงผลแป้น เปลือกบาง น้ำหนักต่อผลน้อย ผลสุกเปลือกมีสีส้มม่วง ใบค่อนข้างบาง รูปทรงใบกลมรี และเนื้อที่รับประทานไม่แน่น เป็นต้น (วิษณุ และคณะ, 2552)



ก. พันธุ์ผลแป้น

ข. พันธุ์ผลกลม

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของมังคุดที่ปลูกในประเทศไทย (วิษณุ และคณะ, 2552)

2.3 การเพาะปลูกมังคุด

มังคุดจะให้ผลผลิตประมาณปีที่ 7 หลังปลูก แต่ผลผลิตต่อต้นในระยะแรกจะต่ำ ช่วงที่ให้ผลผลิตดีประมาณ 13 ปีขึ้นไป มังคุดเป็นไม้ผลที่มีระบบรากหาอาหารค่อนข้างลึก ประมาณ 90-120 เซนติเมตร จากผิวดิน ดังนั้นจึงต้องการสภาพแล้ง ก่อนออกดอกค่อนข้างนาน โดยต้นมังคุดที่สมบูรณ์ใบยอดมีอายุระหว่าง 9-12 สัปดาห์ เมื่อผ่านช่วงแล้งติดต่อกัน 21-30 วัน และมีการกระตุ้นน้ำถูกวิธีมังคุดจะออกดอก ช่วงพัฒนาการของดอก (ผลิตดอก ถึง ดอกบาน) ประมาณ 30 วัน ช่วงพัฒนาของผล (ดอกบาน ถึง เก็บเกี่ยว) เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมาณ 11-12 สัปดาห์ ระยะเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม คือ เริ่มมีสายเลือดได้ 1-2 วัน ผลมังคุดที่มีสีม่วงแดง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10-13 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 % เก็บรักษาได้นานประมาณ 2-4 สัปดาห์



ภาพที่ 2.2 การพัฒนาของดอกมังคุด (การผลิตมังคุดของไทย, 2552)

2.3.1 ดินและวิธีปลูก เนื่องจากมังคุดเป็นไม้ผลที่มีทรงพุ่มขนาดใหญ่ เจริญเติบโตช้า ระยะปลูกที่แนะนำ คือ 8-9 x 8-9 เมตร สำหรับสวนที่จะใช้เครื่องจักรกลแทนแรงงาน ควรเว้นระยะระหว่างแถวให้ห่างพอที่เครื่องจักรกลจะเข้าไปทำงาน แต่ให้ระยะระหว่างต้นชิดขึ้น จำนวนต้นต่อไร่ 20-25 ต้นต่อไร่ ดินที่มีหน้าดินลึก มีอินทรีย์วัตถุสูงระบายน้ำได้ดี เป็นดินที่มังคุดเจริญเติบโตได้ดีมาก ซึ่งดินประเภทนี้จะมีลักษณะ เป็นกรดอ่อนๆ ถ้าเทียบระดับในทางวิชาการมี pH ประมาณ 5.5-6 หากเป็นที่ลุ่มระดับน้ำใต้ดินสูง ควรยกร่อง ก่อนปลูกมังคุด เพราะต้นมังคุดจะหยั่งรากยึดดินไว้ได้ทำให้ต้นไม้โค่นล้มง่าย และอากาศในพื้นที่ดิน มีเพียงพอต่อการหายใจของราก ส่วนดินที่มังคุดไม่ชอบ จะเป็นดินที่มีลักษณะตรงกันข้ามกับที่กล่าวมา เช่น ดินที่มีหน้าดิน มีอินทรีย์วัตถุน้อยดินมีลักษณะเป็นกรดมาก (ดินเปรี้ยว) หรือดินที่เป็นด่างมาก (มีหินปูนในดินมาก) ดินที่มีการระบายน้ำไม่ดี เมื่อฝนตกเพียงเล็กน้อยจะเกิดการขังแฉะหรือพวยุด การให้น้ำจะแห้งและจับตัวเป็นก้อนแข็ง เป็นต้น ดินพวกนั้นนอกจากจะไม่อุ้มน้ำและระบายน้ำไม่ดี แล้วอากาศภายในดินยังมีน้อยอีกด้วย ทำให้รากมีการเจริญช้า หรือไม่เจริญเลยเลย แต่ถ้าดินในสวนเป็นดินที่มีหน้าดินไม่ลึกและมีลักษณะเป็นกรดหรือด่างมากกว่า ปกติเล็กน้อย อาจแก้ไขได้โดยใช้วิธีการปรับปรุงดิน เช่น การเพิ่มอินทรีย์วัตถุ การใส่ปุ๋ยขาวหรือปุ๋ยมาล และการเลือก ใช้ปุ๋ยเคมีให้เหมาะกับดินนั้น ทำให้ปลูกมังคุดได้ผลดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 วิธีการให้น้ำ ต้นมังคุดนั้นเดิมที่ชาวสวนใช้วิธีรดรด หากปลูกบนหลังร่อง หรือใช้วิธีสูบน้ำผ่านสายยางรด หากปลูกในพื้นที่ราบ สำหรับในเขตที่ราบหรือดอนนั้นในระยะหลังเมื่อน้ำในคุคลงน้อยลง ฝนตกน้อยลง ประกอบกับค่าแรงงานสูงขึ้น ดังนั้น จึงเปลี่ยนมาใช้วิธีการให้น้ำแบบหัวปล่อยน้ำที่โคนต้น เรียกว่า มินิสปริงเกอร์ หรือที่เรียกกันในหมู่ชาวสวนว่า น้ำเหียงบ้าง น้ำดันบ้าง เป็นวิธีการให้น้ำสะดวกมากขึ้นกว่าเดิม ใช้แรงงานน้อย แต่ต้องลงทุนสูงขึ้นถึงแม้จะไม่ประหยัดน้ำเท่าวิธีการให้น้ำแบบหยด แต่สะดวกในการปฏิบัติงานและประหยัดกว่าวิธีอื่น ๆ เคยใช้กันมาและยังสามารถควบคุมปริมาณในการให้น้ำได้ดี การให้น้ำแบบประหยัดนั้น ควรจะให้แต่น้อย แต่ให้บ่อยครั้ง เพื่อให้ดินบริเวณรอบ ๆ รากมังคุดชุ่มชื้นอยู่เสมอ และป้องกันไม่ให้น้ำส่วนเกินไหลไปทางหน้าดิน หรือไหลซึมลงไปดินชั้นล่างซึ่งเป็นระดับที่ลึกกว่ารากมังคุดควรมีบ่อหรือสระเก็บน้ำไว้ใช้หน้าแล้งอย่างเพียงพอ โดยมีการกะประมาณกันว่าพื้นที่ที่เป็นบ่อหรือสระควรมีสัก 5 เพอร์เซ็นต์ของพื้นที่ทั้งหมด เช่น ที่ดิน 10 ไร่ ควรใช้เป็นสระน้ำสักประมาณ 200 ตารางวา เป็นต้น แต่ถ้ามีการใช้น้ำอย่างประหยัด พื้นที่เก็บน้ำ จะลดลงได้หรือในเขตที่มีฝนตกกระจายตลอดปี ไม่จำเป็นต้องเก็บน้ำไว้มากนัก การเตรียมการให้น้ำมังคุดนั้น ควรเริ่มพร้อมกับการวางแผนผังสวนคือ ควรกำหนดพื้นที่ที่จะทำบ่อหรือสระเก็บน้ำ ให้อยู่ในตำแหน่งที่จะเก็บน้ำได้ดี (ต่ำ หรือ ลุ่มกว่าที่อื่น) และจ่ายน้ำไปยังที่ปลูกได้อย่างทั่วถึงและที่สำคัญคือต้องประหยัด (ใช้ท่อน้อย) สำหรับการวางท่อ ท่อใหญ่ควรผ่านกลางแปลงโดยให้อยู่ในตำแหน่งที่ซ่อมแซมได้สะดวก และควรเลือกท่อที่มีราคาประหยัดและทนทานมากที่สุด ในช่วงที่มังคุดจะออกดอกประมาณ 1 เดือน จะต้องลดปริมาณการให้น้ำกับมังคุดหรือชาวสวน เรียกว่างดน้ำ คือจะให้ในปริมาณที่จะทำให้ต้นเกิดการพักตัวเท่านั้น จะทำให้ต้นมังคุดออกดอกได้ดี

2.3.3 ดัชนีการเก็บเกี่ยวมังคุด การเลือกระยะเวลาพัฒนาการทางสายเลือดที่เกิดจากผลมังคุดสัมพันธ์กับการจำหน่ายถึงมือผู้บริโภค การเก็บรักษาและขนย้ายไปจำหน่าย ในวันรุ่งขึ้นหรือขายในตลาดท้องถิ่นหรือ ตลาดกรุงเทพมหานคร ซึ่งใช้ระยะเวลาในการจัดการและเดินทางไม่กี่ชั่วโมง ควรเลือก เก็บที่ระดับที่ 4-5 แสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ระยะการเจริญเติบโตของผลมังคุดที่แสดงตามดัชนีการเก็บเกี่ยว

ระดับสีที่ 1	ผลมีสีเหลืองอ่อนอมเขียว มีจุดสีชมพูกระจายอยู่ในบางส่วนของผล ยางภายในเปลือกยังคงมีอยู่ในระดับรุนแรง เนื้อและเปลือกยังไม่สามารถแยกออกจากกันได้ ผลที่เก็บเกี่ยวในระยะนี้ ถึงแม้ว่าจะเปลี่ยนสีไปเป็นระดับที่ 6 ก็ตาม แต่ผลที่ได้จะมีรสชาติไม่ดี
ระดับสีที่ 2	ผลมีสีเหลืองอ่อนอมชมพู มีประสีชมพูกระจายไปทั่วผล ยางภายในเปลือกอยู่ในระดับปานกลาง การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกทำได้ยากถึงปานกลางเป็นระยะอ่อนที่สุดสำหรับการเก็บเกี่ยว เพื่อให้ได้ผลที่มีคุณภาพดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับสีที่ 3	ผลมีสีชมพูสม่ำเสมอ ประสีชมพูเริ่มขยายมารวมกัน ไม่แยกกันอย่างชัดเจนเช่นในระดับสีที่ 2 ยางภายในเปลือกยังคงมีอยู่น้อยมาก การแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกปานกลาง
ระดับสีที่ 4	ผลมีสีแดงหรือน้ำตาลอมแดง บางครั้งมีแต้มสีม่วง ยางภายในเปลือกมีน้อยมากจนถึงไม่มีเลยการแยกตัวระหว่างเนื้อและเปลือกดีมาก เป็นระยะเกือบจะรับประทานได้
ระดับสีที่ 5	ผลมีสีม่วงแดง ภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่ายเป็นระยะที่รับประทานได้
ระดับสีที่ 6 :	ผลมีสีม่วง หรือม่วงเข้มจนถึงสีดำ ซึ่งบางครั้งพบว่ามีสีม่วงปนอยู่เล็กน้อย ภายในเปลือกไม่มียางเหลืออยู่ เนื้อและเปลือกสามารถแยกออกจากกันได้ง่าย เป็นระยะที่เหมาะสมแก่การรับประทาน

ที่มา : การผลิตมังคุดของไทย, 2552



ภาพที่ 2.3 ดัชนีความสุกของผลมังคุด (การผลิตมังคุดของไทย, 2552)

2.3.4 การจัดการหลักควรเก็บเกี่ยว การจัดการผลมังคุดภายหลังจากที่เก็บผลมังคุดแล้ว มีดังนี้

1. ทุกครั้งที่จับหรือเคลื่อนย้ายผลมังคุดต้องระวังไม่ให้ช้ำและไม่วางซ้อนทับกันมากเกินไป
2. เมื่อเก็บผลมังคุดมาจากต้นแล้ว จะต้องนำมาแยกผลที่แก่ อ่อนออกจากกันตามความเข้มของสีม่วงแดงที่เปลือก อาจแยกได้เป็น 3 พวก ได้แก่ พวกที่ยังมีสีเขียวที่ผิวผล พวกที่ผิวผลมีสีแดงอ่อนจนถึงน้ำตาลแดง และพวกที่ผิวผลมีสีม่วงแดงจนถึงม่วงดำ ซึ่งสองพวกแรกนั้นเหมาะสำหรับส่งตลาดที่อยู่ไกล ส่วนพวกสุกทำควรเก็บไว้ส่งตลาดท้องถิ่นหรือ ตลาดที่อยู่ไม่ไกลนัก

3. หลังจากแยกมังคุดเป็น 3 พวก ตามความแก่อ่อนของผลแล้ว ในแต่ละพวกยังจะต้องนำมาแยกตามขนาดของผลออกเป็น 3 ประเภท คือ ขนาดเล็กประมาณ 16-25 ผลต่อกิโลกรัม ขนาดกลางประมาณ 10-15 ผลต่อกิโลกรัม และขนาดใหญ่ประมาณ 7-9 ผลต่อกิโลกรัม ซึ่งการแยกขนาดนี้จะทำให้การขายได้ราคาดีกว่าการขายคละในกรณีที่จะนำส่งพ่อค้าส่งออกจะทำได้ง่ายขึ้น

4. ในระหว่างที่ทำกรคัดผล ถ้าพบว่าผลมีตำหนิ ช้ำ มีแมลง เพลี้ย มด ติดอยู่หรือเน่าเสีย ควรคัดแยกไว้ต่างหากไม่นำมารวมกับพวกที่จะส่งตลาด แต่อาจขายให้กับคนที่ซื้อไปเพาะเมล็ดก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ภาชนะที่ใช้ใส่ผลมังคุด ควรใช้เข่งขนาดเล็กหรือตะกร้าพลาสติก ด้านในควรใช้วัสดุ เช่น กระดาษ หรือ กระสอบปุยกรุ เพื่อกันน้ำหรือลดการเสียดสี ในการบรรจุไม่ควรบรรจุผลมังคุดเกิน 20 กิโลกรัม เพราะจะทำให้ ผลซ้อนทับกันมากเกินไป ในขณะที่ที่พวกเขาชวนนิยมใช้ใส่ผลมังคุด เพื่อส่งตลาด มีทั้งเข่งไม้ไผ่ ลังไม้ และตะกร้าพลาสติก สำหรับภาชนะบรรจุมังคุดที่ดีควรมีสมบัติ 3 ประการ ดังต่อไปนี้ คือ ข้อแรก ต้องมีขนาดกะทัดรัด น้ำหนักไม่มาก สะดวกต่อการขนส่ง ข้อที่สอง ต้องป้องกันการกระทบ กระแทกและรับน้ำหนักได้ดี และข้อที่สามคือ มีราคาถูกและมีความทนทาน

6. เมื่อเก็บผลมังคุดจากต้นแล้ว ควรวางผลมังคุดไว้ในที่ร่มอากาศถ่ายเทได้ดี และเมื่อทำการบรรจุเสร็จ ควรรีบส่งตลาดทันทีหากบรรทุกบนรถ ควรมีหลังคาและไม่จอดรถในที่แจ้งหรือจอดใต้ร่มเงา

2.4 ส่วนประกอบของผลมังคุด

จากรายงานข้อมูลด้านการผลิตในเบื้องต้น พบว่า วัตถุดิบมังคุด 100 กิโลกรัม จะได้เนื้อมังคุด 31.9 กิโลกรัม เนื้อในของเปลือก 32.3 กิโลกรัม และเปลือกนอกมังคุด 25.8 กิโลกรัม เมื่อทำการอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส จะได้ผลผลิตของเนื้อมังคุดอบแห้ง แบบแช่แข็ง 6.25 กิโลกรัม เนื้อในเปลือกมังคุดผง 11.95 กิโลกรัม และเปลือกนอกมังคุดผง 10.85 กิโลกรัม (สุชาติดา และคณะ, 2552) กองโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข สรุปว่า ในเนื้อมังคุด 100 กรัม ประกอบด้วย โปรตีน 0.5 กรัม คาร์โบไฮเดรต 18.4 กรัม ไขมันไม่มี ใยอาหาร 1.7 กรัม แคลเซียม 11 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 17 มิลลิกรัม เหล็ก 0.9 กรัม วิตามินบี 1 0.09 มิลลิกรัม วิตามินบี 2 0.06 มิลลิกรัม ไนอะซิน 0.1 มิลลิกรัม (มนตรี, 2550)

2.5 สรรพคุณของเปลือกมังคุด

เปลือกมังคุดเมื่อวิเคราะห์พบว่า มีการประกอบ 3 กลุ่มที่สำคัญ คือ กลุ่มสารแทนนิน (Tannin) ให้รสฝาด เป็นสารที่ช่วยสมานแผลให้หายเร็ว รักษาแผลในกระเพาะอาหาร กลุ่มที่เป็นรงควัตถุ (Anthocyanin) หรือเม็ดสีบริเวณผิวเปลือกด้านนอกสีแดง สีม่วง-น้ำตาล มีคุณสมบัติเป็นสารต่อต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) และสุดท้ายเป็นกลุ่มสำคัญคือ สารแซนโทน (Xanthone) ซึ่งมีอยู่มากถึง 43 ชนิด เช่น mangostin, mangostenol เป็นต้น ซึ่งสารแซนโทนนี้มีมากที่เปลือกมังคุด แต่จริงแล้วมีที่เมล็ด ลำต้น และใบด้วย แต่ปริมาณน้อยกว่าที่เปลือก เมื่อก้าวถึงเปลือกมังคุดพบว่า มีสรรพคุณหลายด้านซึ่งมีการใช้มาตั้งแต่โบราณ โดยการใช้เป็นยาฝาดสมาน แก้ท้องเสีย แก้บิด รักษาแผล ไม่เฉพาะไทยเท่านั้น ประเทศอินโดนีเซียใช้เปลือกแก้บิด ใบแห้งนำมาต้มดื่มแก้ไข้ บรรเทาอาการปวดท้อง คนจีนใช้เป็นยาแก้บิด และนำไปผสมในซีฟิ่ง ทาแก้ผื่นคัน รักษาอาการท้องเสียและหนองใน ฟิลิปปินส์ใช้แก้ท้องเสีย ถ่ายพยาธิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนมาเลเซียใช้เปลือก ราก ต้มรักษาอาการประจำเดือนมาไม่ปกติ หากจะจำแนกประโยชน์ของเปลือกมังคุดเกี่ยวกับฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา สามารถแบ่งได้เป็น 6 ประเด็น ดังนี้

1. มีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อแบคทีเรีย สารสกัดจากเปลือกมังคุดสามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย *S.aureus* สาเหตุแผล ผื่น หนอง ของร่างกายมนุษย์ ทั้งสายพันธุ์ปกติและสายพันธุ์ดื้อยาเพนนิซิลลิน ประสิทธิภาพเทียบเท่า ยาแผนปัจจุบันคือ Vancomycin ที่ใช้เป็นสาร antibiotic กับคนไข้ ไอซียู ต้านเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดอาการท้องร่วง แผลในกระเพาะอาหาร เช่น *E.coli*, *Shigella Spp.* ต้านเชื้อแบคทีเรีย *H.pyroli* และต้านเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดสิว ผื่น พวก *P.acne*

2. มีฤทธิ์ต่อต้านเชื้อรา พวกเชื้อราสาเหตุของโรคผิวหนัง กลาก เกื้อยได้บางชนิด

3. เป็นสารกดการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางในหนู ซึ่งทำให้สงบ เชื่องช้า เป็นสารเสริมฤทธิ์ยานอนหลับ ทำให้หลับนานขึ้น ช่วยกระตุ้นกล้ามเนื้อหัวใจ และเพิ่มความดันโลหิต

4. สารเมงโกสทินและอนุพันธ์ สามารถลดอาการอักเสบ บวมแดงและร้อนของกล้ามเนื้อผิวหนัง ใช้ทาแผลสด แผลไฟไหม้ได้ดี พอๆ กับว่านหางจระเข้ รักษาแผลโรคเบาหวานและแผลเรื้อรังจากการติดเชื้อแบคทีเรียได้ดี สามารถต้านการอักเสบได้ดีกว่ายาแอสไพริน 3 เท่า

5. ต้านออกซิเดชัน (antioxidant) ในกระบวนการต่อต้านและกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในร่างกายและจากสภาพแวดล้อมภายนอกที่เป็นสาเหตุอาการผิดปกติของร่างกาย เซลล์ผิวหนัง เนื้อเยื่อต่างๆ ป้องกันการเกิด LDL และลดความเสี่ยงต่อการเกิดเส้นเลือดอุดตัน จากการทดสอบความสามารถในการดูดซับอนุมูลอิสระของสารสกัดจากผลไม้ชนิดต่างๆ เช่น แครอท กล้วยเบอร์รี่ โปมกรานต วูฟเบอร์รี่ และมังคุด พบว่า สารแซนโทนจากมังคุด มีคุณสมบัติดูดซับอนุมูลอิสระได้มากที่สุด

6. บรรเทาอาการแพ้ โดยมีฤทธิ์ต้านฮิสตามีน และเซโรโทนิน สาเหตุโรคภูมิแพ้ น้ำมูกไหล จาม-ไอ แก้มแดง ตาแดง ผื่นคัน ผื่นคัน ระบายเคือง ลดอาการบวมแดงเนื่องจากหลอดเลือดขยายตัว ผลทดสอบในห้องทดลองจากประเทศจีน สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น อินเดีย และยุโรป ยังพบว่า ยับยั้งเอนไซม์ของเชื้อ HIV และสารที่เป็นพิษต่อพันธุกรรมมนุษย์ กระตุ้นกระบวนการ phagocytosis คือ การกำจัดสิ่งแปลกปลอมพวกจุลินทรีย์ที่เข้าสู่ร่างกายและช่วยปกป้องผิวจากแสงแดดที่มีรังสีอัลตราไวโอเล็ต โดยมีค่า SPF 10.4

จากผลการวิจัยที่ว่า สารแซนโทนและอนุพันธ์ มีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาหลายด้าน จึงได้มีการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ หลายแบบ เช่น ยาการ์ซิดีน (*Garcidine*) ยาใส่แผลสดจากเปลือกมังคุด ที่ใช้ทดแทนยาแดง ยาเหลือง ทิงเจอร์ไอโอดีน ที่ชื่อโพวีโดนไอโอดีน ซึ่งยานี้มีข้อจำกัดเพราะมีสารโลหะหลายชนิดและเป็นพิษต่อร่างกาย ระบายเคืองแสบมากและเปื้อนเสื้อผ้า ไม่สมานแผลจึงหายช้า ที่สำคัญคือ ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ขาดดุลการค้ามหาศาล ขณะที่ยาการ์ซิดีนนั้นมีประสิทธิภาพฆ่าเชื้อได้ดีกว่ายาโพวีโดนไอโอดีน เพราะมาจากธรรมชาติ มีฤทธิ์ต้านการอักเสบและฝาดสมาน แผลจะหายเร็วกว่า จึงเป็นการเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สร้างมูลค่าเพิ่มให้ผลผลิตมังคุด ลดการกำจัดขยะจากเปลือกมังคุด การนำเข้ายาฆ่าเชื้อ และพึ่งตนเองได้ นอกจากนี้ ญญ. วัจนา ตั้งความเพียร ยังได้พูดถึงการพัฒนาผลิตภัณฑ์มังคุดแปรรูปของโรงพยาบาลเจ้าพระยาอภัยภูเบศร์ ว่ามีหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มผลิตภัณฑ์อาหาร/อาหารเสริม เช่น แคปซูลเปลือกมังคุดที่บรรจุน้ำมันหอมระเหย ใช้กินแก้โรคกระเพาะอาหาร ปวดท้อง ท้องเสีย ต้านอนุมูลอิสระ กลุ่มเครื่องสำอาง เช่น แชมพู ผงขัดหน้า สบู่อาบน้ำ ครีมทาผิวป้องกันแสงแดด กลุ่มผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม เช่น น้ำมังคุดพร้อมดื่ม น้ำมังคุดแช่แข็ง ผงมังคุดบดแห้งหรือสกัด เหล่านี้ล้วนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้รูปสมุนไพร และมีโอกาสทางการตลาดสูงมาก (มนตรี, 2550)

2.6 การแปรรูปมังคุด

เนื่องจากผลผลิตมังคุดที่ออกสู่ตลาดมากจะเป็นเดือนเมษายน-พฤษภาคม ส่วนภาคใต้มีพื้นที่ปลูกมากกว่าภาคตะวันออกประมาณ 2 เท่า ทำให้มีผลผลิตมากในช่วงเดือนเมษายน-พฤษภาคม และกรกฎาคม-สิงหาคม ของทุกปี ซึ่งในปี 2550 ก็มีเหตุการณ์เหมือนเดิม โดยที่ภาคใต้มีราคาตกต่ำมาก ขายราคา 3-5 บาท ต่อกิโลกรัม จึงทำให้หน่วยงานของรัฐบาลและสถาบันการศึกษา จึงได้ร่วมกันวิจัยจนสามารถพัฒนามังคุดเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ทั้งที่เป็นอาหารและไม่เป็นอาหารมากกว่า 32 ชนิด เช่น ผงมังคุดอบแห้ง มังคุดบดละเอียดปรับกรด เนื้อมังคุดแห้งแช่เยือกแข็ง มังคุดผ่าครึ่งลูกและเนื้อมังคุดแกะแช่แข็ง เครื่องดื่มน้ำมังคุด น้ำมังคุดเข้มข้น มังคุดลอยแก้ว ซอสมังคุด ชามังคุด เหยียบยวบมังคุด มังคุดแผ่น เยลลี่มังคุด เค้กเนยมังคุด ทาเจี๋ยมังคุด มังคุดกวน มังคุดแช่อิ่มอบแห้ง ข้าวต้มมังคุด บัวมังคุด ไอศกรีมมังคุด เครื่องดื่มผงจากเนื้อมังคุด โลชั่นบำรุงผิว เจลทำความสะอาด โฟมล้างมือ น้ำยาทำความสะอาด ถ่านเปลือกมังคุด สีส้มอาหารจากเปลือกมังคุด สบู่เหลวจากสารสกัดเปลือกมังคุด มังคุดอบแห้ง สารสกัดมังคุด (เกษตรสงมังคุดไทยไปญี่ปุ่น, 2552)

2.7 การผลิตถ่าน

วิวัฒนาการของวิธีการเผาถ่านนั้นจะเกิดขึ้นตามยุคต่างๆ ของความเจริญที่เกิดขึ้น อารยธรรมโบราณในอดีตสามารถแบ่งเขตได้จากมรดกที่สืบทอดกันมาออกเป็น 3 ส่วน คือ ตะวันออกกลาง จีนและอินเดีย ในปัจจุบันพบเห็นเพียงในส่วนของตะวันออกกลางและจีนเท่านั้น และจากยุคตะวันออกกลางมาถึงความเจริญในยุคของยุโรป ดังนั้นวิวัฒนาการ การเผาถ่านในโลกที่เกิดขึ้นเราอาจจะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ยุค ดังนี้ 1. ยุคของตะวันออกกลาง ได้แก่ อิหร่าน อัฟกานิสถาน ปากีสถาน 2. ยุคของจีน ได้แก่ เกาหลี ญี่ปุ่น และ 3. ยุคของยุโรป ได้แก่ ยุโรปและประเทศอาณานิคม สามารถแยกประเภทการผลิตถ่านได้เป็น 2 ลักษณะ คือ (สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ, 2544)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 การผลิตแบบพื้นเมือง มีการพัฒนาที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ มาก เช่น สภาพของป่า ธรณีวิทยา ภูมิประเทศ สภาพอากาศ และวิธีการนำถ่านไปใช้ประโยชน์ และสามารถแบ่งวิธีการผลิตได้เป็น 2 วิธี ได้แก่ การเผาแบบถมเกลบ และการเผาในเตาเผา

2.7.2 การผลิตถ่านแบบอุตสาหกรรม สามารถแบ่งเป็น 3 วิธี ได้แก่

1) วิธีการกลั่นแยกไม้แบบแห้ง เป็นกระบวนการผลิตที่ได้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการแยกองค์ประกอบของไม้ในโรงงาน โดยวัตถุประสงค์หลักเพื่อ การผลิตกรดอะซิติก เมทานอล อะซิโตน และน้ำมันดินจากไม้ ส่วนผลพลอยได้คือ ถ่าน และก๊าซจากไม้ ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นในทศวรรษที่ 19 ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการกลั่นแยกไม้แบบแห้งเกือบหมดไปแล้ว

2) วิธีการกลั่นแยกแบบแห้งสำหรับการผลิตน้ำมันสน นิยมใช้กันทั่วไปเพื่อผลิตถ่านใช้เองในครัวเรือน โดยการใช้ไม้สนหรือต่อไม้ในการผลิตน้ำมันสน เพื่อใช้สำหรับเป็นวัตถุดิบในการทำรูปหอมหรือกำยาน พบในประเทศจีนและแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

3) กระบวนการคาร์บอนไนเซชันสำหรับการผลิตถ่าน คือ กระบวนการที่ทำให้สารอินทรีย์ในเนื้อไม้เปลี่ยนรูปเป็นถ่าน ประกอบด้วย ขั้นตอนที่ 1 การเผาไหม้ เป็นกระบวนการที่ต้องการปริมาณออกซิเจนจำนวนมากระหว่างการเกิดคาร์บอนไนเซชัน โดยให้ความร้อนกับไม้ภายในเตาถ่าน ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในเตาเผาถ่านสูงกว่าอุณหภูมิบรรยากาศมากกว่า 500 องศาเซลเซียส หลังจากการสิ้นสุดการเผาไหม้ปริมาณของออกซิเจนภายในห้องเผาไหม้จะลดลงอย่างรวดเร็ว และอุณหภูมิภายในห้องเผาไหม้จะลดต่ำลง จนถึงอุณหภูมิประมาณ 120 องศาเซลเซียส ขั้นตอนที่ 2 การลดความชื้น เป็นให้ความร้อนโดยการเผาได้ความชื้นภายในเนื้อไม้ ระหว่างนี้อุณหภูมิของเตาเผาจะสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งอุณหภูมิประมาณ 270 องศาเซลเซียส ความชื้นเนื้อไม้จะเริ่มลดลงหมดไปในที่สุด ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณไอน้ำสีขาวที่เกิดขึ้นจนหนาทึบ ขั้นตอนที่ 3 การคายความร้อน หลังจากกระบวนการได้ความชื้นเสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์ จึงเริ่มทำให้เกิดคายความร้อนของไม้ โดยกำจัดอากาศไม่ให้เข้าไปทำปฏิกิริยาในเตาเผาอีก และภายในเตาถ่านอุณหภูมิจะสูงถึงประมาณ 700 องศาเซลเซียส ซึ่งในระหว่างการคายความร้อนจะมีควันสีเหลืองและการระเหยของไอน้ำพร้อมทั้งเกิดก๊าซต่าง ๆ ขึ้น เช่น กรดอะซิติก เมทิลแอลกอฮอล์ และน้ำมันดิน สำหรับวัสดุแข็งหลังจากการคายความร้อนเรียกว่า “ถ่าน” ขั้นตอนที่ 4 การทำให้เย็นตัว เป็นกระบวนการลดความร้อนของเตา เพื่อนำถ่านที่ได้จากกระบวนการคาร์บอนไนเซชันออกจากเตา

2.8 การใช้ประโยชน์จากถ่าน

ผลผลิตถ่านไม้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าที่หลายท่านเข้าใจกันเพียงแต่นำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนเท่านั้น ในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น ซึ่งมีเทคโนโลยีการผลิตถ่านไม้ อย่างล้ำหน้าจะสามารถผลิตถ่านขาวหรือ White Charcoal เพื่อใช้ถ่านขาวในเชิงเพื่อสุขภาพโดยเฉพาะ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น ใช้ถ่านขาวใส่ลงในกาต้มน้ำร้อนเพื่อทำน้ำแร่ เพราะถ่านชนิดนี้จะละลายแร่ธาตุต่าง ๆ ออกมาเพิ่มคุณภาพและรสชาติของน้ำร้อน ใช้ชงกาแฟหรือจะใช้ผสมเหล้าวิสกี้ก็จะได้รสชาติที่นุ่มละมุน นี่เป็นตัวอย่างการใช้ถ่านแบบพิเศษในต่างประเทศ ในบ้านเรา ผลผลิตถ่านส่วนใหญ่จะเป็นถ่านดำที่ผลิตภายใต้อุณหภูมิ ต่ำซึ่งไม่เหมาะจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง บั้ง – ย่างอาหาร แต่ถ่านดำได้เปรียบกว่าถ่านบริสุทธิ์ตรงที่ผลิตได้ จำนวนมากกว่า ซึ่งเหมาะแก่การนำไปใช้ทำเชื้อเพลิงอื่น ๆ ที่ไม่เป็นการประกอบอาหารโดยตรง เช่น ใช้เป็น แหล่งพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงถ่านหินชนิดต่าง ๆ ซึ่งมักจะมีค่ามลพิษที่สูงมาก แต่อย่างไรก็ดี ถ่านดำที่ ผลิตด้วยอุณหภูมิสูงที่เราเรียกว่าถ่านบริสุทธิ์นั้น หากมีปริมาณผลผลิตที่มากพอและคงที่ สามารถนำไปใช้ ประโยชน์หลากหลายทั้งในครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรมได้ ตามรายงาน ของชมรมสวนป่า ผลิตถ่านที่ และพลังงานจากไม้ ดังนี้ (บริษัท ไทยทิวไม้จำกัด, 2551)

2.8.1 การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม ถ่านบริสุทธิ์เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมผลิตสารเคมี ต่าง ๆ เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbondisulphide) โซเดียมไซยาไนด์ (Sodium Cyanide) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) หรือถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เป็นต้น สำหรับถ่านกัมมันต์ ที่ได้จากถ่านไม้ที่มี ค่าคาร์บอนเสถียรสูง (High Fixed Carbon) ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ อาทิใช้ในระบบกรองและ บำบัดอุตสาหกรรมน้ำดื่ม ระบบผลิตน้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น ประโยชน์จากคาร์บอนใน อุตสาหกรรมโลหะหรือใช้เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ ให้แข็งตัวช้า และมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น ฯลฯ

2.8.2 การใช้ประโยชน์ในครัวเรือน คุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นและความชื้นของถ่าน เป็นที่ รับรู้กันดีแล้วสำหรับผู้อ่าน แต่ในต่างประเทศ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องประดับจากถ่านเพื่อใช้ประโยชน์ใน บ้านเรือนได้รับความนิยมมาก คนญี่ปุ่น เป็นตัวอย่างของผู้ที่มองเห็นคุณประโยชน์ของถ่านอย่างชัดเจน การใช้ถ่านเพื่อทำหน้ากากที่ลดกลิ่นในห้องปรับอากาศ มีประสิทธิภาพที่ดีมาก ในห้องแอร์ ที่ทำงานหรือในรถ โดยเฉพาะที่ที่มีผู้สูบบุหรี่ หรืออาจจะมีเชื้อจุลินทรีย์ ควรนำถ่านไม้ไปวางดักไว้ที่ช่องดูดอากาศกลับของ เครื่องดูดอากาศ ภูพูนและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในถ่านไม้จะดูดซับกลิ่นและเชื้อโรคต่าง ๆ เอาไว้ ช่วย ลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้อย่างดี หรือจะใช้ถ่านเพื่อการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน ก่อนปล่อยสู่ท่อระบาย สาธารณะก็ยังเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

2.8.3 การใช้ประโยชน์ในการเกษตร ในภาคการผลิตเชิงเกษตร การนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์ นับว่ามีคุณค่าที่น่าสนใจไม่น้อย เนื่องจากถ่านมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษภัยต่อพืชและสัตว์จึงสามารถ ใช้ ทดแทนสารเคมีราคาแพงได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพไม่แพ้กันทีเดียว

1) ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน ถ่านไม้จะมีภูพูนมากมาย เมื่อใส่ถ่านปนลงในดินจะช่วยปรับ สภาพดินให้ร่วนซุย คุมน้ำได้ดีขึ้นส่งผลให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็วช่วยลดการใช้ปุ๋ยเพราะสมบัติต่าง ๆ ของจุลธาตุที่มีอยู่หลายชนิดในถ่าน จะเป็นประโยชน์ให้แก่พืชที่ปลูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ถ่านไม้ที่นำมาใช้ปรับปรุงดินควรเป็นเศษถ่าน ขนาดไม่เกิน 5 มม. โดยอาจจะเป็นถ่านแกลบหรือถ่านชานอ้อย แต่ควรระวังซี้เถ้าซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างสูงเพราะพีชก็ไม่ชอบดินที่มีค่าเป็นด่างสูงควรรักษาความเป็นกรดต่างของดินไว้ที่ pH 6.0 – 6.8

3) ช่วยรักษาผลผลิตให้สดนานขึ้น ผักและผลไม้จะมีกลิ่นเหม็นคาวเอทิลีน (Ethylene) เพื่อให้ตัวเองสุก เราสามารถรักษาผลผลิตให้สดนานขึ้นโดยใส่ผงถ่านลงในกล่องบรรจุเพื่อดูดซับก๊าซดังกล่าวไว้ไม่ให้ออกฤทธิ์ผักผลไม้จะยังคงสดอยู่ได้นานถึง 17 วัน โดยไม่เสียหายหรือสุกงอม ปัจจุบันได้มีการนำผงถ่านกัมมันต์ผสมลงในกระดาษที่ใช้ทำกล่องบรรจุผลผลิตเพื่อการนี้แล้ว

4) ถ่านแกลบหรือถ่านชานอ้อย ใช้ทดแทนแกลบรองพื้นคอกสัตว์ซึ่งราคาถูกและหาง่ายพอ ๆ กัน เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนและก๊าซต่าง ๆ อันเป็นสาเหตุหนึ่งของอาการเครียดในสัตว์ส่งผลให้สุขภาพและผลผลิตจากปศุสัตว์มีคุณภาพดีขึ้น

5) ใช้ผสมอาหารสัตว์ นำผงถ่านผสมในอาหารสัตว์ด้วยอัตราส่วนเพียง 1 % ถ่านจะช่วยดูดซับก๊าซในกระเพาะและลำไส้ ช่วยลดอาการท้องอืดเนื่องจากปริมาณน้ำในอาหารสูงเกินได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์

6) ปรับปรุงคุณภาพแหล่งน้ำ นำถ่านไม้ใส่กระสอบ (ในปริมาณที่สอดคล้องกับปริมาณแหล่งน้ำ) ไว้ที่ก้นบ่อ และจัดให้มีการไหลเวียนน้ำบริเวณกระสอบถ่านนั้น เศษอินทรีย์วัตถุต่าง ๆ ในน้ำจะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ที่อยู่ในรูปฟองของถ่าน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำในบ่อเลี้ยงปลาหรือกึ่งได้เช่นกัน

2.9 น้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้หรือน้ำส้มไม้ (Wood Vinegar) มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลใสมีกลิ่นควันไฟ มีรสเปรี้ยวเนื่องจากสภาพความเป็นกรด เป็นผลพลอยได้จากการเผาถ่าน แล้วทำการควบแน่นควันไฟที่เกิดขึ้นให้เป็นหยดน้ำ ในขณะที่ฟืนไม้กำลังเปลี่ยนเป็นถ่านในเตาเผา หรือเรียกว่า การคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) ที่อุณหภูมิระหว่าง 300-400 องศาเซลเซียส ในสภาวะอุณหภูมิดังกล่าวสารประกอบต่างๆ ในไม้ฟืน จะถูกความร้อนสลายตัวทำให้เกิดเป็นสารประกอบใหม่ อันเป็นประโยชน์ในหลายๆด้าน ได้แก่ การปลูกพืช การเลี้ยงปลา เลี้ยงสัตว์ และการนำไปใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม

น้ำส้มควันไม้บริสุทธิ์ประกอบสารต่าง ๆ มากกว่า 200 ชนิด จำพวกกรดอินทรีย์และแอลกอฮอล์ชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากการสลายตัวของเฮมิเซลลูโลส และเซลลูโลส ส่วนฟีนอลได้จากการสลายตัวของลิกนิน น้ำส้มควันไม้จะคุณสมบัติเป็นกรดมีค่า pH ประมาณ 3 มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.12-1.024 แตกต่างกันตามชนิดไม้ มีสารประกอบ ได้แก่ น้ำ 85 เปอร์เซ็นต์ กรดอินทรีย์ 3 เปอร์เซ็นต์ และสารอินทรีย์อื่น ๆ อีกประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีสารประกอบ ดังนี้ (คณะทำงานพลังงานยั่งยืนจังหวัดสุรินทร์, 2546)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) กรดน้ำส้ม (อะซิติก) มีคุณสมบัติในการเป็นตัวกัดกร่อน มีความเปรี้ยวใช้ฆ่าเชื้อโรคได้
- 2) กรดฟอร์มิก(กรดมด) มีคุณสมบัติในการเป็นตัวทำลาย ช่วยในการปรับตัวของดินได้ดี
- 3) เมทานอล มีคุณสมบัติเร่งการงอกของเมล็ดและราก ใช้ฆ่าเชื้อโรคได้ดี
- 4) ฟอรัลดีไฮด์ มีคุณสมบัติเป็นพิษสูง ใช้ฆ่าเชื้อโรคและไล่แมลง เป็นตัวควบคุม ระวัง ยับยั้ง
- 5) อะซีโตน มีคุณสมบัติเป็นตัวละลายวัตถุ ใช้ทำน้ำยาล้างเล็บและเป็นสารเสพติด
- 6) ฟีนอล มีคุณสมบัติเป็นสารฆ่าแมลง ใช้ล้างแผลสด เป็นยาจำพวกแอสไพริน เป็นกลุ่มที่

ควบคุมการเจริญเติบโตของพืช

2.10 การเก็บน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่าน

ความสำคัญของการเก็บน้ำส้มควันไม้ ปล่องดักควันต้องอยู่ห่างจากปากปล่องควันของเตาผลิตถ่าน 20-30 เซนติเมตร แต่ถ้าเชื่อมต่อกันโดยตรงจะเป็นการเพิ่มความยาวให้กับปล่องควันของเตา ทำให้อากาศภายในเตาไหลเวียนมากขึ้น ส่งผลให้คุณภาพและการผลิตถ่านไม้ลดลง ซึ่งอุณหภูมิปากปล่องควันเก็บน้ำส้มควันไม้จะอยู่ในช่วง 80-150 องศาเซลเซียส และภายในเตาจะสูงถึง 300-400 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่ผลผลิตน้ำส้มควันไม้มีคุณภาพดี สำหรับเตาอิฐเผา (พุฒินันท์, 2544) สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ดักเก็บน้ำส้มควันไม้ต้องทำจากวัสดุทนกรด เช่น ท่อไม้ไผ่ ท่อใยหิน สเตนเลส เป็นต้น และต้องทำมุมเอียงประมาณ 30 องศากับแนวระดับ จะทำให้การควบแน่นของควันกลายเป็นน้ำ ไหลตามท่อลงมายังภาชนะดักเก็บได้ดี ซึ่งน้ำส้มควันไม้ที่ได้ยังมีสารปนเปื้อนไปใช้ได้ทันที จึงต้องเก็บในภาชนะบรรจุที่ทนกรดได้ดีและควรเก็บไว้ในที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เพื่อให้สารทาร์ (Tar) ตกตะกอน หากเก็บไว้ในที่โล่งแจ้งน้ำส้มควันไม้จะทำปฏิกิริยากับอากาศและรังสีอัลตราไวโอเล็ตในแสงอาทิตย์ จะทำให้น้ำส้มควันไม้กลายเป็นน้ำมันทาร์ ซึ่งมีสารก่อมะเร็ง ปัจจุบันมีการเก็บน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่าน ทั้งที่ทำจากผนังอิฐเรียกว่า เตาน้ำส้มควันไม้ ส่วนใหญ่เป็นการทำในเชิงของธุรกิจเพราะลงทุนสูง และเตาที่ทำจากถังน้ำมันเรียกว่า เตาลัง 200 ลิตร เนื่องจากมีขั้นตอนในการสร้างไม่ยุ่งยาก สะดวกต่อการใช้งาน และค่าลงทุนก่อสร้างต่ำ จึงเป็นที่นิยมของเกษตรกร (จิระศักดิ์, 2548) ทั้งนี้ปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผา จะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิภายในเตา ซึ่งการเผาไม้มะม่วงภายในเตาลัง 200 ลิตร ที่บรรจุไม้มะม่วงได้ 40 กิโลกรัม จะสามารถผลิตน้ำส้มควันไม้ได้ประมาณ 1 ลิตร ได้ถ่านประมาณ 7.5 กิโลกรัม (ลือพงษ์, 2551)

2.11 การทำน้ำส้มควันไม้ให้บริสุทธิ์

น้ำส้มควันไม้ดิบที่เก็บจากการกลั่นตัวที่ปล่องควันยังไม่สามารถนำมาใช้ได้ทันที เนื่องจากยังมีส่วนประกอบที่เป็นอันตรายต่อพืชหรือสิ่งมีชีวิต เช่น น้ำมันดินหรือสารทาร์ (Tar) ที่อาจจะไปปิดปากใบและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกาะติดรากในพีชทำให้พีชเติบโตช้าหรือตายได้ ดังนั้นการนำน้ำส้มควันไม้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต้องผ่านขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ โดยมีด้วยกัน 3 วิธี ได้แก่ (พุดนิพันธ์, 2544)

2.11.1 การปล่อยให้ตกตะกอน เป็นที่นิยมเลือกใช้มาก โดยนำน้ำส้มควันไม้ดิบที่กลั่นได้ มาทิ้งให้ตกตะกอน 90 วัน จะทำให้น้ำส้มควันไม้แยกตัวเป็น 3 ระดับ ชั้นบนจะเป็นน้ำมันใส ชั้นกลางจะเป็นของเหลวสีชาหรือน้ำส้มควันไม้ และชั้นล่างเป็นของเหลวข้นสีดำ หรือสามารถลดเวลาการตกตะกอน โดยการผสมผงถ่านประมาณ 5% ของน้ำหนักรวมของน้ำส้มควันไม้ทั้งหมด ซึ่งผงถ่านจะดูดซับทั้งน้ำมันใสชั้นบน และน้ำมันดินลงสู่ชั้นล่าง จะใช้เวลาที่เร็วขึ้นเพียง 45 วัน ถึงตกตะกอนควรมีทรงสูงมากกว่าความกว้างประมาณ 3 เท่า และติดตั้งวาล์ว 3 ระดับ หรือ 2 ระดับ ในกรณีเลือกใช้ผงถ่านในการช่วยตกตะกอนโดยวาล์วนี้จะช่วยในการเก็บผลผลิตให้สะดวกขึ้น หลังจากตกตะกอนในถังจนครบกำหนดแล้วจึงนำของเหลวสีชาในชั้นกลาง มากรองซ้ำอีกครั้งด้วยผ้ากรอง จึงจะสามารถนำไปใช้ ประโยชน์ได้ โดยน้ำส้มควันไม้ที่บริสุทธิ์ควรมีน้ำมันดินไม่เกิน 1% พิจารณาง่ายๆ ด้วยสายตา น้ำส้มควันไม้ที่ดีควรมีสีใสจนถึงชา หากมีลักษณะขุ่นดำแสดงถึงความหนาแน่นของน้ำมันดิน ซึ่งไม่เป็นผลดีในการนำไปใช้

2.11.2 การกรอง โดยใช้ผ้ากรองหรือถังกรองที่บรรจุผงถ่านกัมมันต์ มีผลให้คุณสมบัติน้ำส้มควันไม้ไม่มีความเป็นกรดลดลง เหมาะสำหรับการนำไปเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรม

2.11.3 การกลั่น มีทั้งแบบกลั่นในความดันบรรยากาศ กลั่นแบบลดความดัน และแบบลำดับ ส่วน เพื่อแยกสารเฉพาะภายในน้ำส้มควันไม้ ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมผลิตยา

2.12 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ

ครอบคลุมเฉพาะน้ำส้มควันไม้ดิบที่ใช้ในการเกษตร ปศุสัตว์ อุตสาหกรรม และครัวเรือน โดยนิยามน้ำส้มควันไม้ดิบ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในรูปของเหลวใส สีน้ำตาลแดงหรือสีเหลืองอมน้ำตาล ได้จากการควบแน่นของควันไฟที่เกิดจากการเผาถ่านในช่วงอุณหภูมิเผา 300-400 องศาเซลเซียส โดยใช้อุปกรณ์ควบแน่นที่ทำจากสแตนเลสหรือไม้ เพื่อป้องกันการละลายของแคลเซียม เหล็ก หรือสังกะสี แล้วนำไปผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์โดยตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนอย่างน้อย 45 วัน

สำหรับคุณลักษณะที่ต้องการ ลักษณะทั่วไปต้องเป็นของเหลวใส สีน้ำตาลแดงหรือสีเหลืองอมน้ำตาล เป็นเนื้อเดียวกัน ไม่แยกชั้น ตกตะกอน ไม่มีสิ่งแปลกปลอม หรือมีสารแขวนลอย ต้องมีกลิ่นเหมือนควันไฟ ไม่เปลี่ยนเป็นสีดำ ความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 2.8-3.7 ความถ่วงจำเพาะไม่น้อยกว่า 1.005 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส การบรรจุต้องอยู่ภายในภาชนะที่สะอาด แห้ง ทึบแสง ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2548)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 การใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบต่างๆ มากมาย เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ทางการเกษตรจะมีคุณสมบัติ เช่น เป็นสารปรับปรุงดิน สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช และสารเร่งการเติบโตของพืช นอกจากนี้ มีการนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม เช่น ใช้ผลิตสารดับกลิ่นตัว ผลิตสารปรับผิวนุ่ม ใช้ผลิตยารักษาโรคผิวหนัง เป็นต้น เนื่องจากน้ำส้มควันไม้ไม่มีความเป็นกรดสูง ดังนั้นก่อนที่จะนำไปใช้ควรจะนำมาเจือจางให้เกิดสภาวะที่เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ดังตารางที่ 2.3 และภาพที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 อัตราส่วนผสมน้ำส้มควันไม้กับน้ำเพื่อใช้ประโยชน์

อัตราส่วน	การใช้ประโยชน์ทางการเกษตร
1: 20(ผสมน้ำ 20 เท่า)	พ่นลงดินเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่เป็นประโยชน์และแมลงในดินซึ่งควรทำก่อนการเพาะปลูก 10 วัน
1: 50(ผสมน้ำ 50 เท่า)	พ่นลงดินเพื่อฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำลายพืช หากใช้ความเข้มข้นที่มากกว่านี้ รากพืชอาจได้รับอันตรายได้
1: 100(ผสมน้ำ 100 เท่า)	ราดโคนต้นไม้รักษาโรคเหี่ยว และโรคเน่า รวมทั้งป้องกันแมลงมาวางไข่
1: 200(ผสมน้ำ 200 เท่า)	พ่นใบไม้รวมทั้งพื้นดินรอบๆ ต้นพืชทุกๆ 7-15 วัน เพื่อขับไล่แมลงและป้องกันเชื้อรา และรดโคนต้นไม้เพื่อเร่งการเจริญเติบโต
1: 500(ผสมน้ำ 500 เท่า)	พ่นผลอ่อน หลังจากติดผลแล้ว 15 วัน ช่วยขยายผลให้โตขึ้นและพ่นอีกครั้งก่อนเก็บเกี่ยว 20 วัน เพื่อเพิ่มน้ำตาลในผลไม้
1: 1,000(ผสมน้ำ 1,000 เท่า)	เป็นสารจับใบ เนื่องจากสามารถออกฤทธิ์ได้ดีในสารละลายที่เป็นกรดอ่อนๆ จึงช่วยให้ประสิทธิภาพของสารเคมี ทำให้ใช้สารเคมีลดลงมากกว่าครึ่ง
การใช้ประโยชน์ในครัวเรือน	
ความเข้มข้น 100 %	ใช้รักษาแผลสด แผลถูกน้ำร้อน รักษาโรคน้ำกัดเท้าและเชื้อราที่ผิวหนัง
1: 20(ผสมน้ำ 20 เท่า)	ราดทำลายปลวกและมด
1: 50(ผสมน้ำ 50 เท่า)	ใช้ป้องกันปลวก มด และสัตว์ต่างๆ เช่น ตะขาบ แมงป่อง
1: 100(ผสมน้ำ 100 เท่า)	ใช้ฉีดพ่นถึงขยะเพื่อป้องกันกลิ่นและแมลงวัน ใช้ดับกลิ่นในห้องน้ำ ห้องครัว และบริเวณชื้นแฉะ

ที่มา : ปรับปรุงมาจากศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2548

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 ลักษณะสีของน้ำส้มควันไม้ที่ผสมน้ำในอัตราส่วนต่างๆ

ที่มา : ศูนย์ศึกษาการพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2548

ประโยชน์ด้านงานปศุสัตว์ น้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 200 เท่า ใช้ฉีดพ่นคอกสัตว์เพื่อลดกลิ่นและแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยอาจใช้ในความเข้มข้นมากขึ้นในครั้งแรก ๆ อีกทั้งใช้ในการผสมอาหารสัตว์ เพื่อช่วยย่อยอาหารและป้องกันโรคท้องเสีย โดยการผสมกับผงถ่านเดียวกัน ให้ใช้น้ำส้มควันไม้ 2 ลิตร ผสมกับผงถ่าน 8 กิโลกรัม แล้วจึงนำผงถ่านผสมน้ำส้มควันไม้ไปผสมอาหารสัตว์อีก 990 กิโลกรัม คลุกคล้าให้เข้ากันอีกครั้ง จะได้อาหารสัตว์ 1 ตันพอดี ซึ่งถ่านผสมอาหารสัตว์นั้นจะช่วยให้สุขภาพสัตว์ในระบบทางเดินอาหารทำงานได้ดี และมีผลผลิตที่ดีขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

ประโยชน์ด้านอุตสาหกรรม มีการนำไปใช้อย่างแพร่หลาย ได้แก่ การผลิตเครื่องสำอาง การผลิตอาหารมควัน การย้อมผ้า การผลิตสารป้องกันเชื้อราในเนื้อไม้ ตลอดจนการผลิตสารช่วยย่อย เป็นต้น ซึ่งน้ำส้มควันไม้ยังมีกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid) เป็นประโยชน์หลายอย่าง เช่น สร้างความเป็นกรดให้ลำไส้ใหญ่ ยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ช่วยควบคุมฤทธิ์ต่างของสารเคมี ก่อมะเร็งช่วยเพิ่มการดูดซึมแคลเซียม และแมกนีเซียมในลำไส้ใหญ่ มีผลทำให้กระดูกแข็งแรง ช่วยขยายหลอดเลือด ทำให้เลือดหมุนเวียนจากลำไส้กลับเข้าสู่เส้นเลือดดำตับสะดวกขึ้น เป็นพลังงานสำคัญในเซลล์ตับ ช่วยคลายกล้ามเนื้อลำไส้ใหญ่ จึงทำให้ท้องไม่ผูก ช่วยดูดซึมเกลือแร่ แก้อาการท้องเสีย เป็นต้น ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้น้ำส้มควันไม้กลิ่นเป็น Prebiotics เนื่องจากในปัจจุบัน มนุษย์กินอาหารเส้นใยน้อย กินเนื้อสัตว์มาก การไม่กินผักผลไม้หรืออาหารแปรรูปธรรมชาติ การกินยาอย่างไม่ระมัดระวัง ทั้งตกค้างในการใช้ยากับปศุสัตว์ ทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับแบคทีเรีย ในลำไส้ใหญ่ (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2548)

สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม (2548) รายงานว่า ใช้น้ำส้มควันไม้เป็นสารเร่งดอกติดผล ป้องกันเพลี้ยกระโดด เพลี้ยจักจั่นและราดำทำลายดอกมะม่วง ในอัตราส่วนน้ำส้มควันไม้ผสมน้ำ 1:400 ฉีดพ่นทั้งพุ่มเมื่อเริ่มออกดอกทุก 7-15 วันต่อครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุชาติดา (2547) ศึกษาผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วฝักยาวไร้ค้าง พันธุ์ มข.25 พบว่า น้ำส้มควันไม้ ช่วงเร่งการเจริญเติบโต ทำให้ต้นถั่วสูงขึ้น จำนวนใบเพิ่มขึ้นและทำให้ ดอกและฝักเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้น้ำเปล่า

2.14 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลือพงษ์ (2551) ได้ศึกษาวิจัยการเผาถ่านเพื่อผลิตน้ำส้มควันไม้จากไม้มะม่วง ด้วยเตาเผาถ่านถึง น้ำมัน 200 ลิตร ด้วยวิธีการคาร์บอนในเขชันสำหรับการผลิตถ่านที่มีทรายหรือดินเป็นชนวนป้องกันการ สูญเสียความร้อนขณะเผาถ่าน พบว่า อุณหภูมิภายในเตาเพิ่มสูงขึ้นถึง 100 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 1 ชั่วโมง และอุณหภูมิภายในเตายังเพิ่มขึ้นต่อเนื่องจนถึง 800 องศาเซลเซียส ภายในช่วงเวลา 6-8 ชั่วโมง โดยสามารถผลิตถ่านได้ประมาณ 8 กิโลกรัม และผลิตน้ำส้มควันไม้ได้ประมาณ 1 ลิตร

พุดินันท์ (2544) กล่าวว่า การทำให้อากาศภายในเตาไหลเวียนมากขึ้น ส่งผลให้คุณภาพและการ ผลิตถ่านไม้ลดลง ซึ่งอุณหภูมิปากปล่องควันกับน้ำส้ม ไม้จะอยู่ในช่วง 80-150 องศาเซลเซียส และภายใน เตาคอุณหภูมิจะสูงถึง 300-400 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงที่ผลผลิตน้ำส้มควันไม้มีคุณภาพดี

สุชัย และสมชาย (2533) ศึกษาเตาผลิตถ่านกะลามะพร้าวแบบเผาไหม้กิ่งต่อเนื่อง พบว่า การเผา กะลามะพร้าวให้เป็นถ่าน ต้องเผาในที่อับอากาศ คือให้อากาศเข้าไปไม่ได้มากนัก ส่วนที่ไม่ใช่คาร์บอน เช่น ไฮโดรเจน ออกซิเจน และมีการสลายแยกตัวออกกลายเป็นก๊าซ บางส่วนของคาร์บอนและสารอื่น ๆ จะ กลายเป็นคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ เมทานอล กรดน้ำส้ม ฯลฯ เหลือแต่ถ่านที่จับตัวอยู่ใน โครงสร้างคล้ายกราฟิต์ อุณหภูมิที่เผาในขั้นนี้ประมาณ 400-600 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การดำเนินงานวิจัย

เพื่อให้การศึกษาวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์ จึงกำหนดแนวทางการศึกษาเป็นขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาปริมาณผลมังคุดที่ร่วงหล่นเหลือทิ้งภายในสวนของเกษตรกร การศึกษาทดลองการผลิตน้ำส้มคว้นไม้จากเปลือกมังคุด และการศึกษาคุนภาพของน้ำส้มคว้นไม้เปลือกมังคุด โดยมีวิธีการดำเนินการดังนี้

3.1 การสำรวจปริมาณผลมังคุดที่ร่วงหล่นเหลือทิ้งภายในสวนของเกษตรกร

ดำเนินการศึกษาเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณร่วงหล่นของผลมังคุดหลังฤดูการเก็บเกี่ยวในสวนของเกษตรกร เพื่อให้ทราบปริมาณของผลมังคุดที่เหลือทิ้งต่อต้น โดยใช้วิธีการสุ่มเก็บตัวอย่าง ของผลมังคุดที่ร่วงหล่น บริเวณรัศมีทรงพุ่มของต้นมังคุด ภายในสวนของเกษตรกร ในแต่ละสวนโดยทำการเก็บตัวอย่างผลของมังคุดมาทดสอบ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

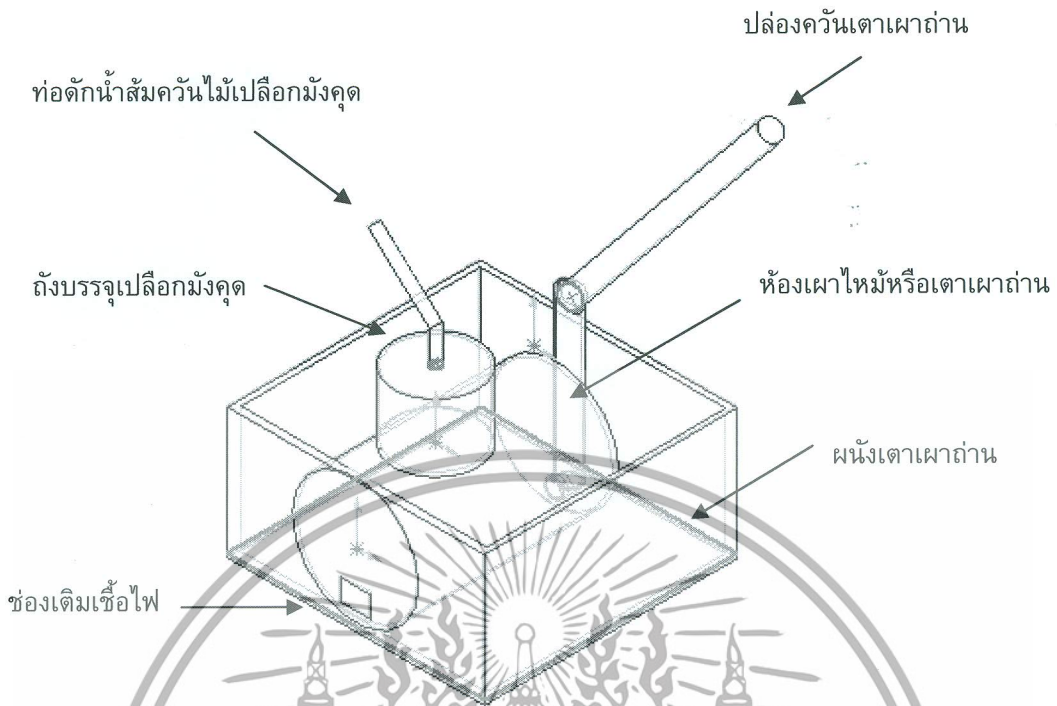
- 1.เตรียมอุปกรณ์และตรวจสอบตาชั่งให้พร้อมใช้งาน
- 2.กำหนดพื้นที่หรือสวนมังคุดที่จะทำการเก็บข้อมูล
- 3.เก็บผลมังคุดที่ร่วงหล่นตามรัศมีทรงพุ่มของต้นมังคุดในแต่ละสวน มงซึ่งน้ำหนัก แล้วบันทึกน้ำหนักของผลมังคุดที่เก็บได้

3.2 การศึกษาทดลองผลิตน้ำส้มคว้นไม้จากเปลือกมังคุด

3.2.1 การออกแบบและสร้างเตาเผาผลิตน้ำส้มคว้นไม้จากเปลือกมังคุด

ในการออกแบบสร้างเตาเผาอะละมะพร้าวผลิตน้ำส้มคว้นไม้ ได้อาศัยลักษณะการวางตัวเตาแบบการเผาถ่านผลิตน้ำส้มคว้นไม้ด้วยถัง 200 ลิตร ซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรนิยมเพราะหาอุปกรณ์ได้ง่าย และสามารถเผาวัสดุที่มีขนาดเล็กๆ ให้เป็นถ่านได้ และการปรับปรุงวิธีการเติมเชื้อไฟและช่องทางเข้าของอากาศให้สามารถจุดไฟและควบคุมได้ง่ายขึ้น ในงานวิจัยการผลิตน้ำส้มคว้นไม้จากไม้มะม่วงด้วยเตา 200 ลิตร (ลีพงษ์ ลีอนาม, 2551) ตลอดจนการมีฉนวนกันความร้อนด้วยทราย ทำให้สามารถรักษาความร้อนภายในเตาได้ดี และช่วยให้อายุการใช้งานของเตายาวนานขึ้น จากลักษณะข้อดีของเตาแบบต่างๆ จึงได้ออกแบบเตาผลิตน้ำส้มคว้นไม้จากเปลือกมังคุด (ภาพที่ 3.1) โดยประกอบด้วย ห้องเผาไหม้ทำจากถังน้ำมัน 200 ลิตร มีช่องด้านบนเติมสำหรับเติมไม้ฟืน และมีช่องวางถังบรรจุเปลือกมังคุดหรือผลมังคุด เพื่อทำการเผาตัดเก็บน้ำส้มคว้นไม้จากเปลือกมังคุดระหว่างการเผาถ่านไม้ฟืนภายในเตาหรือห้องเผาไหม้ มีช่องเติมฟืนเชื้อไฟด้านหน้า และมีทางออกของควันอยู่ด้านหลังทำด้วยท่อใยหิน ผนังด้านนอกเตาก่อด้วยอิฐบุล็อกเพื่อผนังสำหรับบรรจุทรายเป็นฉนวนกันความร้อนขณะทำการเผาผลิตน้ำส้มคว้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แบบโครงสร้างเตาผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

3.2.2 การหาค่าความชื้นของเปลือกมังคุดและความชื้นไม้พิน

มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ทราบถึงค่าความชื้นของเปลือกมังคุดและไม้พินที่จะทำการทดลอง โดยมีอุปกรณ์ในการศึกษา ได้แก่ ตู้อบลมร้อน เครื่องชั่งขนาด 2500 กรัม ภาชนะใส่ตัวอย่าง เป็นต้น มีรายละเอียดดังนี้

- เตรียมตู้อบลมร้อนและอุปกรณ์ให้พร้อมสำหรับใช้งาน
- นำตัวอย่างชิ้นเปลือกมังคุดและไม้พินที่ได้จากการสุ่มแต่ละผลมาใส่ภาชนะ ๆ ละ 1

ตัวอย่าง แล้วชั่งน้ำหนักก่อนอบ

- นำภาชนะที่ใส่ตัวอย่างเข้าตู้อบขณะที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง เพื่อให้ความชื้นในเปลือกมังคุดและไม้พินที่ระเหยออก

- นำตัวอย่างออกจากตู้อบชั่งน้ำหนัก และบันทึกผลจนครบทุกตัวอย่าง
- คำนวณหาค่าความชื้นของเปลือกมังคุด ดังสมการ

$$\text{ความชื้นเปลือกมังคุดและไม้พิน (\%ฐานเปียก)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ(กรัม)} - \text{น้ำหนักหลังอบ(กรัม)}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ(กรัม)}} \times 100$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 การทดสอบเตาผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด โดยกำหนดการทดลองเผาถ่านจากไม้พินภายในเตา 200 ลิตร ซึ่งทำให้เกิดความร้อนสูงขึ้นภายในเตา แล้วนำความร้อนมาเผาเปลือกมังคุดที่บรรจุภายในถัง เพื่อให้เปลือกมังคุดภายในถังเกิดการเผาไหม้จนเกิดควันขึ้น จากนั้นทำการดับเก็บน้ำส้มควันไม้จากการเผาเปลือกมังคุดภายในถัง โดยทำการทดลองผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดจำนวน 3 ครั้ง เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิภายในเตา ระยะเวลาในการเผา ปริมาณของถ่าน และน้ำส้มควันไม้กะละมะพร้าวที่ได้จากการเผา ซึ่งมีอุปกรณ์ในการทดสอบ ได้แก่ เตาเผาถ่านผลิตน้ำส้มควันไม้ ตาชั่ง นาฬิกา เครื่องวัดอุณหภูมิ เลื่อย ข่ง เป็นต้น มีวิธีการดังนี้

- 1) เตรียมอุปกรณ์และตรวจสอบเตาเผาถ่านผลิตน้ำส้มควันไม้
- 2) สุ่มตัวอย่างเปลือกมังคุดและไม้พินที่ใช้ในการทดลอง โดยการตัดชิ้นตัวอย่างไม้พินช่วงกึ่งกลางของชิ้นยาวประมาณ 5 เซนติเมตร และเก็บเปลือกมังคุด 1 ชิ้น จำนวน 5 ตัวอย่าง เพื่อนำมาหาค่าความชื้นเปลือกมังคุดและไม้พิน
- 3) ชั่งน้ำหนักเปลือกมังคุดและไม้พิน แล้วบรรจุไม้พินลงในเตาด้านบนจนเต็มเตา และบรรจุเปลือกมังคุดจนเต็มถึงด้านบนเตา บันทึกน้ำหนักเปลือกมังคุดและไม้พิน และเวลาในบรรจุเข้าเตา
- 4) ปิดฝาเตา และเตรียมไม้สำหรับจุดเชื้อไฟหน้าเตา โดยชั่งน้ำหนักแบ่งเป็นกอง ๆ
- 5) จุดเชื้อไฟหน้าเตา เติมเชื้อไฟเพื่ออบไล่ความชื้นไม้พินภายในเตาจนกว่าควันปากปล่องพุ่งแรงและมีสีเหลืองปนเทาหนา เริ่มบันทึกเวลาในการล่อเชื้อไฟหน้าเตา และเก็บปริมาณเชื้อไฟที่ใช้
- 6) หลังจากนั้นสังเกตสีควันที่เกิด บันทึกลักษณะของควัน และเวลาที่เริ่มเก็บน้ำส้มควันไม้ของไม้พินและเปลือกมังคุดที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะช่วงที่เริ่มสามารถดับเก็บน้ำส้มควันไม้ได้
- 7) สังเกตลักษณะของน้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุดจากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ ตั้งแต่เริ่มหยดจนถึงหยุดเก็บ โดยบันทึกเวลาปริมาณของน้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุดจากการเก็บ
- 8) ดำเนินการเผาถ่านต่อไป จนควันไม่มีสีควัน จึงทำการปิดเตาทำให้ถ่านเย็นตัวเป็นเวลา 12 ชั่วโมง บันทึกเวลาที่ปิดเตา
- 9) หลังจากพักถ่านครบตามกำหนดเวลา ทำการเปิดเตา นำถ่านออกจากเตา โดยแยกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ หัวถ่าน และสันถ่าน จากนั้นนำมาชั่งน้ำหนักแต่ละส่วนและบันทึกผล
- 11) ดำเนินการตามขั้นตอนที่ 2 – 10 จนครบการทดลองทั้ง 3 ครั้ง

3.2.4 ค่าชี้ผลการศึกษาการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

สำหรับการทดลองการเผาถ่านผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด เป็นการศึกษาขั้นตอนการเผาถ่านผลิตน้ำส้มควันไม้ เพื่อให้ได้วิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะของเปลือกมังคุด โดยมีค่าชี้ผลในศึกษาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- $$1) \text{ อัตราการผลิตน้ำส้มควันไม้ (ลิตร/กิโลกรัม)} = \frac{\text{ปริมาณน้ำส้มควันไม้(ลิตร)}}{\text{น.น.กะลาที่เผาภายในเตา(กิโลกรัม)}} \times 100$$
- $$2) \text{ เปอร์เซ็นต์การผลิตถ่าน (\%)} = \frac{\text{น.น.ถ่านที่เผาได้(กิโลกรัม)}}{\text{น.น.กะลาที่เผาภายในเตา(กิโลกรัม)}} \times 100$$
- $$3) \text{ ประสิทธิภาพการผลิตถ่าน (\%)} = \frac{\text{น.น.ถ่านที่เผาได้(กิโลกรัม)} - \text{น.น.สันถ่าน(กิโลกรัม)}}{\text{น.น.กะลาที่เผาภายในเตา(กิโลกรัม)}} \times 100$$

3.3 การศึกษาคุณภาพของน้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุด

การวิเคราะห์คุณภาพของน้ำส้มควันไม้ เพื่อการตรวจคุณภาพน้ำส้มควันไม้ นั้น เพื่อศึกษาคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ที่ดักเก็บได้จากการทดลอง โดยทำการวัดค่าความถ่วงจำเพาะ และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) หลังจากดักเก็บน้ำส้มควันไม้จากท่อดัก มีวิธีการดังนี้

- 1) สังเกตลักษณะทั่วไปของน้ำส้มควันไม้ ได้แก่ ความขุ่น สี และกลิ่น
- 2) นำน้ำส้มควันไม้ที่เก็บไว้ตั้งให้อุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิห้อง เทใส่กระบอกตวงขนาด 1 ลิตร แล้วค่อย ๆ จุ่มแท่งไฮโดรมิเตอร์ ลงในกระบอกตวง เมื่อแท่งไฮโดรมิเตอร์นิ่งจึงอ่านค่า
- 3) หลังจากนั้นนำแท่งไฮโดรมิเตอร์ขึ้น แล้วจุ่มเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลงในกระบอก เมื่อค่าที่ได้ไม่เปลี่ยนแปลงจึงอ่านค่า แล้วบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

การศึกษาในแต่ละขั้นตอนตั้งแต่ การศึกษาปริมาณผลมังคุดที่ร่วงหล่นเหลือทิ้งภายในสวนของเกษตรกร การศึกษาทดลองการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด และการศึกษาคุณภาพของน้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุด มีผลการศึกษาและอภิปรายผลได้ดังนี้

4.1 ผลการสำรวจปริมาณผลมังคุดที่ร่วงหล่นเหลือทิ้งภายในสวนของเกษตรกร

การดำเนินการศึกษาหาปริมาณการร่วงหล่นเหลือทิ้งของผลและเปลือกมังคุดในสวนของเกษตรกร หลังฤดูการเก็บเกี่ยวในสวนของเกษตรกร โดยดำเนินการเก็บข้อมูล ณ ตำบลห้วยน้ำขาว อำเภอเมือง จังหวัดตราด ซึ่งทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากสวนของเกษตรกรจำนวน 3 แห่ง ในวันที่ 27 พฤษภาคม 2553 ได้ทำการเก็บผลมังคุดหรือเปลือกมังคุดที่ร่วงหล่น ได้โคนต้นมังคุด (ภาพที่ 4.1) นำมาชั่งน้ำหนักและหาค่าเฉลี่ยต่อต้นของแต่ละสวน จะทำการสุ่มเก็บตัวอย่างแบบไม่เลือกต้นมังคุด และเก็บผลมังคุดหรือเปลือกมังคุดที่ร่วงหล่น ตามความกว้างในรัศมีของทรงพุ่มของต้นมังคุด ซึ่งมีขนาดของทรงพุ่มในแต่ละต้น ประมาณ 5 - 10 เมตรอายุของต้นมังคุด ในแต่ละต้น มีอายุ ประมาณ 8 - 10 ปี สาเหตุส่วนใหญ่ที่เกษตรกรชาวสวนมังคุดปล่อยให้มังคุดหล่นได้ต้นโดยไม่นำมาจำหน่ายเนื่องจาก มังคุดเริ่มมีการล้นตลาดในช่วงปลายฤดูการ ซึ่งหากนำไปจำหน่ายอาจไม่คุ้มกับค่าใช้จ่ายในการเดินทาง และไม่มีพ่อค้าคนกลางมารับซื้อ เพราะไม่คุ้มกับค่าต้นทุนในการเดินทาง จากการเก็บข้อมูลการร่วงหล่นของมังคุดหรือเปลือกมังคุดในสวนของเกษตรกร ได้ผลการศึกษา ดังนี้



ภาพที่ 4.1 ผลและเปลือกมังคุดที่ร่วงหล่นใต้ทรงพุ่มต้นมังคุดภายในสวนของเกษตรกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ปริมาณผลและเปลือกมังคุดที่ร่วงหล่นภายในสวนของเกษตรกร

สวนมังคุดที่	จำนวนพื้นที่ (ไร่)	จำนวนต้น	จำนวนมังคุดที่ร่วงหล่น (กิโลกรัม/ต้น)	จำนวนมังคุดที่ร่วงหล่น (กิโลกรัม/ไร่)
1	13	143	1.98	21.78
2	7	77	2.38	26.18
3	10	110	2.96	32.56
เฉลี่ย	10	110	2.44	26.84

สวนมังคุดของเกษตรกรที่ทำการเก็บข้อมูลมีระยะการปลูก 12 X 12 เมตร ซึ่งในพื้นที่เพาะปลูกมังคุด 1 ไร่ จะสามารถปลูกมังคุดได้ 11 ต้น โดยในแต่ละต้นปริมาณมังคุดที่ร่วงหล่นได้ทรงพุ่มเฉลี่ย 2.44 กิโลกรัม/ต้น หรือประมาณ 23-25 ผล/ต้น ดังนั้นปริมาณมังคุดที่ร่วงหล่นได้ทรงพุ่ม เฉลี่ย 26.84 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 253-275 ผล/ไร่ โดยพื้นที่ภาคตะวันออกมีพื้นที่เพาะปลูกมังคุด 1.8 แสนไร่ ปริมาณมังคุดที่ร่วงหล่นได้ทรงพุ่มจะมีสูงถึง 4,830 ตัน ซึ่งเป็นปริมาณมังคุดที่ร่วงหล่นเหลือทิ้งไม่ได้ใช้ประโยชน์

4.2 การศึกษาทดลองผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

การศึกษาในขั้นตอนนี้ ได้ดำเนินการทดลองผลิตน้ำส้มควันไม้จากผลและเปลือกมังคุด ณ แปลงกสิกรรมยั่งยืน สาขาวิชาพัฒนากาเกษตรและการจัดการทรัพยากร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยได้สร้างและออกแบบเตาทดสอบผลิตน้ำส้มควันไม้จากผล ได้ทำการทดลองในสภาพอากาศแวดล้อมบริเวณทดสอบ มีลมพัด แสงแดดตลอดทั้งวัน และมีอุณหภูมิประมาณ 28 องศาเซลเซียส (ภาพที่ 4.2) โดยทำการทดลองเผามังคุดผลิตน้ำส้มควันไม้จำนวน 3 ครั้ง แสดงขั้นตอนและข้อมูลการทดลองในภาคผนวก



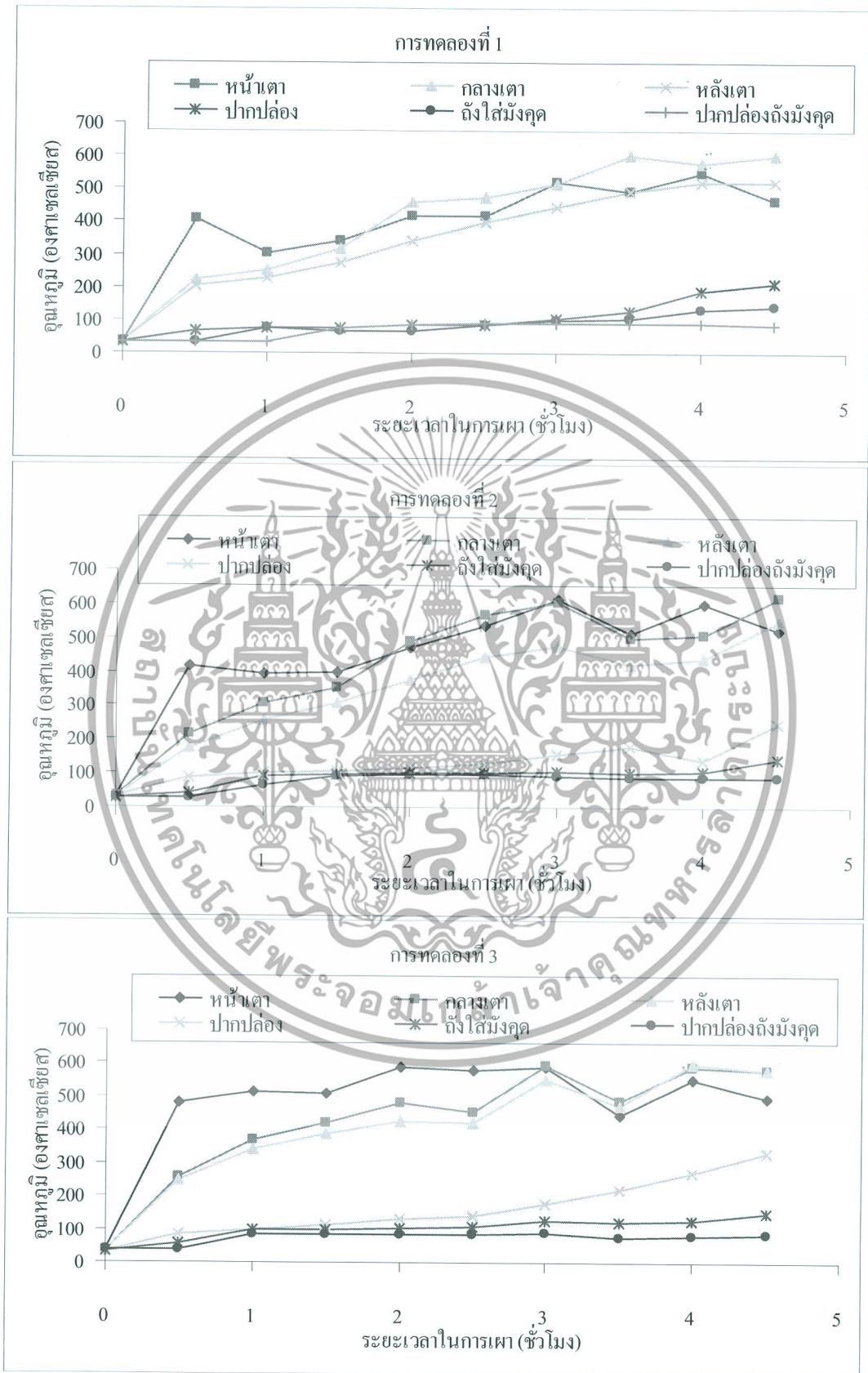
ภาพที่ 4.2 การทดสอบเตาผลิตน้ำส้มควันไม้จากมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองเริ่มจากตัดไม้เป็นท่อนยาวประมาณ 20 เซนติเมตร รองไว้ด้านล่างหรือไม้หมอน เพื่อให้อากาศไหลผ่านได้สะดวก จากนั้นทำการตัดไม้ยาวประมาณ 70 เซนติเมตร และบรรจุเข้าเตาทางด้านบนของเตา โดยบรรจุไม้ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กก่อน แล้วจึงเรียงท่อนที่มีขนาดใหญ่กว่าด้านบนเป็นชั้นๆ จนเต็มเตา จากนั้นบรรจุมังกุคปริมาณ 5 กิโลกรัม เข้าในถังขนาด 50 ลิตร แล้วนำถังบรรจุมังกุควางไว้ด้านบนของเตาเผาถ่าน และปิดรอยต่อระหว่างเตาและถังบรรจุมังกุคด้วยทราย แล้วเติมมังกุคลงไปในถัง และเติมไม้เชื้อไฟหน้าเตาพร้อมกับจุดไฟ รวมทั้งการเป่าลมเข้าหน้าเตา เพื่อให้อากาศร้อนไหลเข้าภายในเตา พร้อมกับบันทึกการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่าง ดังภาพที่ 4.3 หลังจากการจุดไฟหน้าเตาได้ไม่นานจะมีควันค่อยๆ ลอยออกทางปากปล่องเตา ระหว่างนั้นต้องคอยเติมเชื้อไฟในช่องไฟหน้าเตาเป็นระยะๆ ประมาณ 5-6 ครั้ง และวิเคราะห์ผลได้ดังตารางที่ 4.2 อภิปรายผล ดังนี้

การทดลองที่ 1 การทดลองใช้ปริมาณไม้พืนในเตา 50.00 กิโลกรัม มีความชื้น 15.42 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ใช้ไม้พืนเชื้อไฟ 6.00 กิโลกรัม เริ่มต้นการทดลองอุณหภูมิ ณ หน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุมังกุค และปากปล่องถึงบรรจุมังกุค มีระดับ 33 33 33 34 33 และ 31 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเริ่มจุดไฟหน้าเตาอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 20 นาที มีน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านหยดลงภาชนะดักเก็บ มีอุณหภูมิหน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุมังกุค และปากปล่องถึงบรรจุมังกุค ที่ระดับ 322 198 171 65 32 และ 33 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และการทดลองผ่านไปประมาณ 1.00 ชั่วโมง เริ่มมีน้ำส้มควันไม้จากถังบรรจุมังกุคหยดลงภาชนะดักเก็บ โดยอุณหภูมิหน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุมังกุค และปากปล่องถึงบรรจุมังกุค สูงถึง 304 249 227 74 74 และ 33 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การดำเนินการทดลองผ่านไป 4.00 ชั่วโมง น้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านหยุดไหลลงภาชนะเก็บ หน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุมังกุค และปากปล่องถึงบรรจุมังกุค มีอุณหภูมิ 546 579 521 191 135 และ 90 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แต่น้ำส้มควันไม้จากถังบรรจุมังกุคยังหยดลงภาชนะเก็บ เมื่อเวลาผ่านไป 4.25 ชั่วโมง น้ำส้มควันไม้จากถังบรรจุมังกุคหยุดไหลลงภาชนะเก็บ มีอุณหภูมิหน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุมังกุค และปากปล่องถึงบรรจุมังกุค สูงถึง 454 643 567 211 147 และ 89 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากนั้นอุณหภูมิภายในเตาเริ่มลดลง จนเวลาผ่านไป 4.30 ชั่วโมง จึงปิดหน้าเตาและปากปล่องเตาเผาถ่านเพื่อหยุดการเผาไหม้ แล้วพักถ่านไว้ 24 ชั่วโมง จากตรวจสอบปริมาณถ่านไม้พืนและถ่านมังกุค พบว่า จากเตาเผาถ่านไม้พืน ได้ปริมาณถ่านจำนวน 12.00 กิโลกรัม เหลือสันถ่านหรือไม้พืนไม่เป็นถ่าน 2.00 กิโลกรัม และปริมาณน้ำส้มควันไม้ 1.50 ลิตร สำหรับการผลิตน้ำส้มควันไม้มังกุค ได้ปริมาณถ่านมังกุคจำนวน 0.80 กิโลกรัม เหลือสันถ่านหรือมังกุคไม่เป็นถ่าน 0.70 กิโลกรัม และปริมาณน้ำส้มควันไม้มังกุค 1.00 ลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ ภายในเตาผลิตน้ำส้มควันไม้จากมั่งคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 2 การทดลองใช้ปริมาณไม้พินในเตา 50.00 กิโลกรัม มีความชื้น 15.01 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ใช้ไม้พินเชื้อไฟ 7.00 กิโลกรัม เริ่มต้นการทดลองอุณหภูมิ ณ หน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุถัง และปากปล่องถึงบรรจุถัง มีระดับ 30 30 30 32 28 และ 28 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเริ่มจุดไฟหน้าเตาอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 20 นาที มีน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านหยดลงภาชนะดักเก็บ มีอุณหภูมิหน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุถัง และปากปล่องถึงบรรจุถัง ที่ระดับ 184 159 102 69 31 และ 28 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และการทดลองผ่านไปประมาณ 0.55 ชั่วโมง เริ่มมีน้ำส้มควันไม้จากถังบรรจุถังหยดลงภาชนะดักเก็บ โดยอุณหภูมิหน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุถัง และปากปล่องถึงบรรจุถัง สูงถึง 369 306 245 101 76 และ 27 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การดำเนินการทดลองผ่านไป 4.00 ชั่วโมง น้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านหยุดไหลลงภาชนะเก็บ หน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุถัง และปากปล่องถึงบรรจุถัง มีอุณหภูมิ 600 508 442 138 106 และ 87 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แต่ น้ำส้มควันไม้จากถังบรรจุถังยังหยุดลงภาชนะเก็บ เมื่อเวลาผ่านไป 4.25 ชั่วโมง น้ำส้มควันไม้จากถังบรรจุถังหยุดไหลลงภาชนะเก็บ มีอุณหภูมิหน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุถัง และปากปล่องถึงบรรจุถัง สูงถึง 553 615 525 230 136 และ 89 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากนั้นอุณหภูมิภายในเตาเริ่มลดลง จนเวลาผ่านไป 4.30 ชั่วโมง จึงปิดหน้าเตาและปากปล่องเตาเผาถ่าน เพื่อหยุดการเผาไหม้ แล้วพักถ่านไว้ 24 ชั่วโมง จากตรวจสอบปริมาณถ่านไม้พินและถ่านมังคุด พบว่า จากเตาเผาถ่านไม้พิน ได้ปริมาณถ่านจำนวน 12.50 กิโลกรัม เหลือถ่านหรือไม้พินไม่เป็นถ่าน 2.00 กิโลกรัม และปริมาณน้ำส้มควันไม้ 1.50 ลิตร สำหรับการผลิตน้ำส้มควันไม้มังคุด ได้ปริมาณถ่านมังคุดจำนวน 0.90 กิโลกรัม เหลือถ่านหรือมังคุดไม่เป็นถ่าน 0.70 กิโลกรัม และปริมาณน้ำส้มควันไม้มังคุด 1.00 ลิตร

การทดลองที่ 3 การทดลองใช้ปริมาณไม้พินในเตา 50.00 กิโลกรัม มีความชื้น 15.37 เปอร์เซ็นต์ (ฐานเปียก) ใช้ไม้พินเชื้อไฟ 6.00 กิโลกรัม เริ่มต้นการทดลองอุณหภูมิ ณ หน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุถัง และปากปล่องถึงบรรจุถัง มีระดับ 32 32 32 34 33 และ 32 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเริ่มจุดไฟหน้าเตาอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 20 นาที มีน้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านหยดลงภาชนะดักเก็บ มีอุณหภูมิหน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุถัง และปากปล่องถึงบรรจุถัง ที่ระดับ 246 176 170 73 44 และ 40 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และการทดลองผ่านไปประมาณ 0.50 ชั่วโมง เริ่มมีน้ำส้มควันไม้จากถังบรรจุถังหยดลงภาชนะดักเก็บ โดยอุณหภูมิหน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึงบรรจุถัง และปากปล่องถึงบรรจุถัง สูงถึง 418 362 339 95 95 และ 34 องศาเซลเซียส ตามลำดับ การดำเนินการทดลองผ่านไป 3.50 ชั่วโมง น้ำส้มควันไม้จากเตาเผาถ่านหยุดไหลลงภาชนะเก็บ หน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรจุมังคุด และปากปล่องถังบรรจุมังคุด มีอุณหภูมิ 490 577 568 253 121 และ 69 องศาเซลเซียส ตามลำดับ แต่น้ำส้มควันไม้จากถังบรรจุมังคุดยังหยดลงภาชนะเก็บ เมื่อเวลาผ่านไป 4.25 ชั่วโมง น้ำส้มควันไม้จากถังบรรจุมังคุดหยุดไหลลงภาชนะเก็บ มีอุณหภูมิหน้าเตา กลางเตา หลังเตา ปากปล่อง ถังบรรจุมังคุด และปากปล่องถังบรรจุมังคุด สูงถึง 516 608 589 323 153 และ 85 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากนั้นอุณหภูมิภายในเตาเริ่มลดลง จนเวลาผ่านไป 4.30 ชั่วโมง จึงปิดหน้าเตาและปากปล่องเตาเผาถ่าน เพื่อหยุดการเผาไหม้ แล้วพักถ่านไว้ 24 ชั่วโมง จากตรวจสอบปริมาณถ่านไม้ฟืนและถ่านมังคุด พบว่า จากเตาเผาถ่านไม้ฟืน ได้ปริมาณถ่านจำนวน 13.00 กิโลกรัม เหลือส้นถ่านหรือไม้ฟืนไม่เป็นถ่าน 1.00 กิโลกรัม และปริมาณน้ำส้มควันไม้ 1.40 ลิตร สำหรับการผลิตน้ำส้มควันไม้มังคุด ได้ปริมาณถ่านมังคุดจำนวน 0.90 กิโลกรัม เหลือส้นถ่านหรือมังคุดไม่เป็นถ่าน 0.60 กิโลกรัม และปริมาณน้ำส้มควันไม้มังคุด 1.00 ลิตร

ตารางที่ 4.2 ผลการศึกษาคัดสอบเตาผลิตน้ำส้มควันไม้จากมังคุด

รายการวิเคราะห์ผล	การทดลองที่			เฉลี่ย
	1	2	3	
น้ำหนักไม้ฟืน(กิโลกรัม)	50.00	50.00	50.00	50.00
น้ำหนักไม้ฟืนเชื้อไฟ(กิโลกรัม)	6.00	7.00	6.00	6.33
น้ำหนักมังคุดถังบรรจุ(กิโลกรัม)	5.00	5.00	5.00	5.00
ความชื้นไม้ฟืน(%ฐานเปียก)	15.42	15.01	15.37	15.27
ระยะเวลาในการเผาทั้งหมด(ชั่วโมง)	4.30	4.30	4.30	4.30
ระยะเวลาในการเกิดน้ำส้มควันไม้ฟืน(ชั่วโมง)	3.40	3.40	3.30	3.37
ระยะเวลาในการเกิดน้ำส้มควันไม้มังคุด(ชั่วโมง)	3.25	3.40	3.45	3.37
ปริมาณน้ำส้มควันไม้ฟืน(ลิตร)	1.50	1.50	1.40	1.47
ปริมาณน้ำส้มควันไม้มังคุด(ลิตร)	1.00	1.00	1.00	1.00
น้ำหนักถ่านไม้ฟืน(กิโลกรัม)	12.00	12.50	13.00	12.50
น้ำหนักส้นถ่านไม้ฟืน(กิโลกรัม)	2.00	2.00	1.00	1.67
น้ำหนักถ่านมังคุด(กิโลกรัม)	0.80	0.90	0.90	0.87
น้ำหนักส้นถ่านมังคุด(กิโลกรัม)	0.70	0.70	0.60	0.67
อัตราการผลิตน้ำส้มควันไม้ฟืน(ลิตร/ชั่วโมง)	0.29	0.29	0.30	0.30
อัตราการผลิตน้ำส้มควันไม้มังคุด(ลิตร/ชั่วโมง)	0.31	0.29	0.29	0.30
เปอร์เซ็นต์การผลิตถ่านไม้ฟืน(%)	24.00	25.00	26.00	25.00
เปอร์เซ็นต์การผลิตถ่านมังคุด (%)	16.00	18.00	18.00	17.33
ประสิทธิภาพการผลิตถ่านไม้ฟืน(%)	83.33	84.00	92.31	86.55
ประสิทธิภาพการผลิตถ่านมังคุด(%)	12.50	22.22	33.33	22.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบเตาผลิตน้ำส้มควันไม้จากมังคุดโดยใช้ปริมาณไม้พื้น ปริมาณไม้เชื้อไฟ ปริมาณ มังคุด และความชื้นของไม้ในการทดลองแต่ละครั้งใกล้เคียงกัน เนื่องจากลักษณะ ขนาด การเรียง ของท่อน ไม้ไม่แตกต่างกันมากนัก ผลการทดลองดังตารางที่ 4.2 พบว่า ปริมาณไม้พื้นที่ใช้ในการเผาผลิตน้ำส้มควัน ไม้มังคุด 50 กิโลกรัม โดยใช้มังคุดในการผลิตน้ำส้มควันไม้มังคุด 5 กิโลกรัม ระยะเวลาในการเผาถ่านไม้ พื้นผลิตน้ำส้มควันไม้มังคุด 4.30 ชั่วโมง ซึ่งสามารถผลิตน้ำส้มควันไม้พื้นได้ 1.47 ลิตร และน้ำส้มควันไม้ มังคุด 1.00 ลิตร โดยในแต่ละการทดลองมีระยะเวลาในการเกิดน้ำส้มควันไม้พื้น ระยะเวลาในการเกิด น้ำส้มควันไม้มังคุด น้ำหนักถ่านที่เผาได้ น้ำหนักถ่านมังคุดที่เผาได้ เปอร์เซนต์การผลิต เปอร์เซนต์การผลิต ถ่านมังคุดใกล้เคียงกัน แต่ประสิทธิภาพการผลิตถ่านในการทดลองที่ 3 มีค่าสูงที่สุดถึง 92.31 เปอร์เซนต์ ดังเช่นประสิทธิภาพการผลิตถ่านมังคุดการทดลองที่ 3 มีค่าสูงที่สุดถึง 33.33 เปอร์เซนต์

เมื่อพิจารณาวิธีการผลิตน้ำส้มควันไม้จากมังคุด ด้วยเตาเผาถ่าน 200 ลิตร โดยบรรจุมังคุดในถัง 50 ลิตร ที่วางไว้บนหลังเตา ให้ความร้อนจากการเผาถ่านทำการเผามังคุดภายในถังเพื่อผลิตน้ำส้มควันไม้ มังคุด จะใช้ไม้พื้นปริมาณ 50 กิโลกรัม ในการผลิตความร้อน และใช้มังคุดปริมาณ 5 กิโลกรัม ในการผลิต น้ำส้มควันไม้ ปรากฏว่า สามารถผลิตน้ำส้มควันไม้พื้นได้ 1.47 ลิตร และน้ำส้มควันไม้มังคุดได้ 1.00 ลิตร โดยได้ถ่านไม้พื้น 12.50 กิโลกรัม และ ถ่านมังคุด 0.89 กิโลกรัม แต่เป็นที่สังเกตว่า ยังมีทั้งไม้พื้นและมังคุด บางส่วนที่ไม่ถูกเผาให้กลายเป็นถ่าน อาจมีสาเหตุมาจาก ลักษณะของเตาเผาถ่านไม้พื้นผลิตความร้อนมี การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์หรือการไหลของอากาศที่ไม่สะดวก ทำให้ไม้พื้นเผาไม่หมดจนกลายเป็นสันถ่าน เป็นผลให้มังคุดที่บรรจุภายในถัง ได้รับความร้อนไม่เพียงพอหรือระยะเวลาการให้ความร้อนกับมังคุดไม่ เหมาะสมหรือน้อยเกินไป ทำให้มีมังคุดบางส่วนไม่ถูกเผาให้กลายเป็นถ่าน จึงเหลือสันถ่านมังคุดเกิดขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตไม้พื้นและถ่านมังคุดได้เพียง 86.55 และ 22.69 เปอร์เซนต์ โดยเฉพาะถ่าน มังคุดค่อนข้างต่ำมาก ถ้าเพิ่มประสิทธิภาพการเผาถ่านมังคุดให้สูงขึ้น คาดว่าอาจจะได้น้ำส้มควันไม้มังคุด ที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น การผลิตน้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุดด้วยวิธีการนี้ สามารถผลิตน้ำส้มควันไม้ได้ ทั้งไม้พื้นและมังคุด แต่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ให้สูงขึ้น

4.3 ผลการศึกษาคุณภาพของน้ำส้มควันไม้จากมังคุด

สำหรับคุณภาพของน้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุดภายหลังทิ้งไว้ในที่ร่มไม่ถูกแสงนาน 60 วัน (ตาราง ที่ 4.3) พบว่า น้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุดที่ผลิตได้มีกลิ่นเหมือนควันไฟ มีลักษณะเป็นของเหลวสีม่วงเขียว มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 4.56 มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 1.020 ซึ่งมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ แต่ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุด มีค่าสูงกว่า มาตรฐาน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะคุณสมบัติเฉพาะตัวของน้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุด ซึ่งควรมีการศึกษา รายละเอียดคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้เปลือกมังคุดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำส้มควันไม้ที่เผาได้จากเปลือกมังคุด

คุณสมบัติน้ำส้มควันไม้	ค่าการวัดน้ำส้มควันไม้กะลามะพร้าว	ค่ามาตรฐานน้ำส้มควันไม้ดิบ
ลักษณะทั่วไป	ของเหลวใส เป็นเนื้อเดียวกัน	ของเหลวใส เป็นเนื้อเดียวกัน
กลิ่น	เหมือนควันไฟ	เหมือนควันไฟ
สี	มีสีม่วงเขียว	ไม่เป็นสีดำ
ความเป็นกรด-ด่าง(pH)	4.56	2.8-3.7
ความถ่วงจำเพาะ	1.020	ไม่น้อยกว่า1.005

การผลิตน้ำส้มควันไม้มังคุด ด้วยเตาเผาถ่าน 200 ลิตร โดยบรรจุมังคุดในถัง 50 ลิตร ที่วางไว้บนหลังเตา จากปริมาณมังคุดที่บรรจุในถัง 5 กิโลกรัม สามารถผลิตน้ำส้มควันไม้ 1.00 ลิตร โดยใช้ไม้พืนปริมาณ 50 กิโลกรัม และไม้พืนเชื้อไฟหน้าเตา 6.33 กิโลกรัม มีระยะเวลาในการเผาทั้งหมด 4.30 ชั่วโมง สามารถดักเก็บน้ำส้มควันไม้มังคุดได้ 3.37 ชั่วโมง ซึ่งเท่ากับเวลาในการดักเก็บน้ำส้มควันไม้พืนที่ผลิตความภายในเตาเผาถ่าน โดยคุณภาพของน้ำส้มควันไม้มังคุดที่เก็บไว้นานเกิน 60 วัน ลักษณะของน้ำส้มควันไม้มังคุดที่ผลิตได้จะมีกลิ่นเหมือนควันไฟ มีลักษณะเป็นของเหลวสีม่วงเขียว มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 4.56 มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 1.020 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำส้มควันไม้ดิบ มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาวิจัยการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด และดำเนินการตรวจสอบคุณภาพของน้ำส้มควันไม้ดิบเปลือกมังคุด สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1 การสำรวจสวนที่เหลือทิ้งภายในสวนมังคุด

สวนมังคุดของเกษตรกรที่ทำการเก็บข้อมูลมีระยะการปลูก 12 X 12 เมตร พื้นที่เพาะปลูกมังคุด 1 ไร่ จะปลูกมังคุดได้ 11 ต้น ซึ่งในแต่ละต้นปริมาณมังคุดที่ร่วงหล่นใต้ทรงพุ่มเฉลี่ย 2.44 กิโลกรัม/ต้น หรือประมาณ 23-25 ผล/ต้น ดังนั้นปริมาณมังคุดที่ร่วงหล่นใต้ทรงพุ่ม เฉลี่ย 26.84 กิโลกรัม/ไร่ หรือประมาณ 253-275 ผล/ไร่ โดยเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือพื้นที่ปลูกมังคุด 1.8 แสนไร่ ปริมาณมังคุดที่ร่วงหล่นใต้ทรงพุ่มจะมีสูงถึง 4,830 ตัน ซึ่งเป็นส่วนที่ร่วงหล่นเหลือทิ้งไม่ได้ใช้ประโยชน์

5.2 การผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

เมื่อพิจารณาวิธีการผลิตน้ำส้มควันไม้จากมังคุด ด้วยเตาเผาถ่าน 200 ลิตร โดยบรรจุมังคุดในถัง 50 ลิตร ที่วางไว้บนหลังเตา บรรจุมังคุดปริมาณ 5 กิโลกรัม เพื่อการผลิตน้ำส้มควันไม้ และใช้ไม้พื้บรรจุในเตา 200 ลิตร ปริมาณ 50 กิโลกรัม เพื่อให้ความร้อนที่เกิดจากการเผาถ่าน ทำการเผามังคุดภายในถัง สำหรับผลิตน้ำส้มควันไม้มังคุด พบว่า สามารถผลิตน้ำส้มควันไม้พื้ได้ 4.47 ลิตร และน้ำส้มควันไม้มังคุดได้ 1.00 ลิตร โดยได้ถ่านไม้พื้ 12.50 กิโลกรัม และ ถ่านมังคุด 0.89 กิโลกรัม แต่ ยังมีทั้งไม้พื้และมังคุดบางส่วนที่ไม่ถูกเผาให้กลายเป็นถ่าน ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตไม้พื้และถ่านมังคุดได้เพียง 86.55 และ 22.69 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะถ่านมังคุดค่อนข้างต่ำมาก ถ้าเพิ่มประสิทธิภาพการเผาถ่านมังคุดให้สูงขึ้น คาดว่าอาจจะได้น้ำส้มควันไม้มังคุดที่เพิ่มขึ้นตามไปด้วย

5.3 คุณภาพของน้ำส้มควันไม้มังคุด

สำหรับคุณภาพของน้ำส้มควันไม้มังคุดภายหลังจากทิ้งไว้ในที่ร่มไม่ถูกแสงนาน 60 วัน แล้วนำมาตรวจสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ พบว่า ลักษณะของน้ำส้มควันไม้มังคุดที่ผลิตได้จะมีกลิ่นเหมือนควันไฟ มีลักษณะเป็นของเหลวสีม่วงเขียว มีค่าความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ย 4.56 มีค่าความถ่วงจำเพาะเฉลี่ย 1.020 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำส้มควันไม้ดิบ มีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำส้มควันไม้ดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการศึกษาวิจัยการผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด สามารถผลิตน้ำส้มควันไม้ได้ทั้งไม้พื้และมังคุด แต่ต้องมีการปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ให้สูงขึ้น สำหรับคุณสมบัติของน้ำส้มควันไม้ควรต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมมากขึ้นในลำดับต่อไป ถึงค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำส้มไม้เปลือกมังคุดที่แท้จริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

การผลิตมังคุดของไทย. 2552. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

<http://www.nfi.or.th/mangosteen/th/ThaiMangosteen.asp>

เกษตรส่งมังคุดไทยไปญี่ปุ่น. 2552. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

<http://www.rd1677.com/branch.php?id=35863>

คณะทำงานพลังงานยั่งยืนจังหวัดสุรินทร์. 2546. เอกสารประกอบการฝึกอบรม โครงการสัมมนาการ

เก็บและใช้น้ำส้มควันไม้ในการเกษตร. ณ ศาลาพลังงานและสิ่งแวดล้อม มูลนิธิพัฒนาอีสาน.

โครงการพลังงานยั่งยืน สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม. สุรินทร์

จิระศักดิ์ ผุยมูลตรี. 2548. เทคนิคการผลิตถ่าน. เกษตรกรรมธรรมชาติ (6) : 21-34

บริษัท ไทยซุმიจำกัด. 2551. การใช้ประโยชน์จากถ่านไม้ [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

http://www.charcoal.snmcenter.com/charcoalthai/charcoal_fun2.php

พัฒน์นัท พึ่งวงศ์ญาติ, 2544. ถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้. กรมป่าไม้และองค์การความร่วมมือระหว่าง

ประเทศแห่งญี่ปุ่น. กรุงเทพฯ.

มนตรี กล้าชาย. 2550 มังคุดไทย : พืชสมุนไพรของโลก. เทคโนโลยีชาวบ้าน. ปีที่ 20. ฉบับที่ 418.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2548. “น้ำส้มไม้ดิบ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

http://www.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps659_47.pdf

มังคุดคุณภาพทำอย่างไร. 2552 [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

<http://www.agriteacher.doae.go.th/fruit/chompon.pdf>

มังคุด. 2552. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

<http://www.medplant.mahidol.ac.th/pubhealth/garcinia.html>

ลือพงษ์ ลือนาม 2551. การศึกษาพัฒนาวิธีการผลิตน้ำส้มควันไม้จากไม้มะม่วง. ในรายงาน การ

ประชุมวิชาการเทคโนโลยีสู่ชุมชนเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน. ระหว่างวันที่ 17-19 มกราคม 2551. ณ

โรงแรมซีพีเทล ราชา ออคิด จังหวัดขอนแก่น. หน้า 515

วิษณุ แย้มเจริญ และคณะ. 2552. ชุตวิชา การผลิตมังคุดเพื่อการส่งออก. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก

<http://ebook.nfe.go.th/ebook/APage/all7word.doc>

ศูนย์ศึกษากาพัฒนาอ่าวคุ้งกระเบนอันเนื่องมาจากพระราชดำริ, 2548 “น้ำส้มควันไม้” [ออนไลน์]

เข้าถึงได้จาก http://www.fisheries.go.th/cf-kung_krabaen/agricul1.htm

สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม, 2548. ประโยชน์และวิธีการใช้น้ำส้มควันไม้. เกษตรกรรมธรรมชาติ (6):

40-53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุชัย ศศิวิมลพันธุ์ และสมชาย วงศ์วิเศษ. 2533. เตาผลิตถ่านกะลามะพร้าวแบบเผาไหม้กึ่งต่อเนื่อง ในวารสารเกษตรอุตสาหกรรม. เล่มที่ 1 ประจำปี 2533. หน้า 6-10.

สุชาติ ไชยสวัสดิ์ และคณะ. 2552. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก
http://www.scisoc.or.th/stt/31/sec_f/paper/stt31_F0047.pdf

สุชาติ อินทะศรี. 2547. ผลของน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วฝักยาวไร้ค้างพันธุ์ มข.25. หน้า 63-67. ใน การศึกษาการใช้ประโยชน์จากน้ำส้มควันไม้สำหรับการเกษตรอินทรีย์ โครงการพลังงานยั่งยืน สมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม. ม.ป.ท.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, 2548 “ชุดโครงการการพัฒนาอุตสาหกรรมไม้และเยื่อ” [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก http://www.trfmag.org/Article_48.htm

สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ. 2544. ถ่าน : การผลิตที่ถูกต้องและประโยชน์ (Charcoal : Small Scale Production and Use). กรุงเทพฯ. 112 หน้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.1 ค่าความชื้นไม้ที่ศึกษาทดสอบผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

การทดลอง ที่	ตัวอย่างที่	น้ำหนักไม้เชื้อเพลิง(กรัม)		ความชื้นไม้ % (ฐานเปียก)
		ก่อนอบ	หลังอบ	
1	1	65.86	55.21	16.17
	2	289.40	245.48	15.18
	3	97.88	82.55	15.66
	4	118.56	100.20	15.49
	5	259.36	219.48	15.38
	เฉลี่ย	166.21	140.58	15.42
2	1	116.50	100.02	14.15
	2	306.58	260.30	15.10
	3	66.52	56.45	15.14
	4	105.88	90.23	14.78
	5	98.22	82.55	15.95
	เฉลี่ย	138.74	117.91	15.01
3	1	105.25	88.65	15.77
	2	98.25	82.45	16.08
	3	298.88	253.56	15.16
	4	128.83	109.36	15.11
	5	68.58	58.24	15.08
	เฉลี่ย	139.96	118.45	15.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๒.2 ผลการศึกษาทดสอบผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

การ ทดลอง ที่	ปริมาณ ไม้พิน ในเตา (กก.)	ปริมาณ มังคุด ในเตา (กก.)	ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น (ตามนาฬิกา : น.)						ปริมาณ น้ำหมัก น้ำส้ม ควันไม้ มังคุด (กก.)	ปริมาณ น้ำหมัก สับเตา มังคุด (กก.)	ปริมาณ น้ำหมัก สับเตา มังคุด (กก.)	เวลา เกิด น้ำส้ม ควันไม้ (ชม.)	ปริมาณ น้ำส้ม ควันไม้ (ลิตร)	การเกิด น้ำส้ม ควันไม้ มังคุด (ชม.)	ปริมาณ น้ำส้ม ควันไม้ (ลิตร)	ปริมาณ น้ำส้ม ควันไม้ มังคุด (ลิตร)	เวลาใน การเผา ทั้งหมด (ชม.)	คุณสมบัติ ค่าน้ำส้ม ควันไม้เปลือกมังคุด		
			เริ่ม จุด เตา	เกิด น้ำส้ม ควันไม้	เกิด น้ำส้ม ควันไม้ มังคุด	ปริมาณ น้ำส้ม ควันไม้ มังคุด (กก.)	ปริมาณ น้ำหมัก สับเตา มังคุด (กก.)	ปริมาณ น้ำหมัก สับเตา มังคุด (กก.)										ปริมาณ น้ำส้ม ควันไม้ มังคุด (กก.)	ความ ถ่วงจำเพาะ	ค่า PH
1	50.00	5.00	15:00	15:20	16:00	19:00	19:25	19:30	6:00	12:00	2:00	0:80	0:70	3:40	1:50	3:25	1:00	4:30	1:020	4:55
2	50.00	5.00	13:00	13:20	13:55	17:00	17:25	17:30	7:00	12:50	2:00	0:90	0:70	3:40	1:50	3:40	1:00	4:30	1:020	4:61
3	50.00	5.00	14:00	14:20	14:50	17:50	18:25	18:30	6:00	13:00	1:00	0:90	0:60	3:30	1:40	3:45	1:00	4:30	1:020	4:53
เฉลี่ย	50.00	5.00	-	-	-	-	-	-	6:33	12:50	1:67	0:87	0:67	3:37	1:47	3:37	1:00	4:30	1:020	4:56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตีพิมพ์หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.3 ระดับอุณหภูมิของการทดสอบผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดการทดลองที่ 1

เวลา	ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ (°C)						
	อากาศ	หน้าเตา	กลางเตา	หลังเตา	ปากปล่องเตา	ถังมั่งคุด	ปากปล่องถังมั่งคุด
15:00	32	33	33	33	34	33	31
15:05	32	39	43	43	40	33	32
15:10	32	228	118	103	49	32	32
15:15	31	308	155	139	57	32	32
15:20	32	322	198	171	65	32	33
15:25	32	304	198	173	65	33	33
15:30	31	406	222	202	66	35	32
15:35	32	340	209	186	67	45	32
15:40	32	362	229	201	68	50	32
15:45	32	300	223	197	70	54	33
15:50	32	304	231	201	70	57	33
15:55	32	349	254	233	78	75	33
16:00	32	304	249	227	74	74	33
16:05	32	308	245	221	74	65	35
16:10	32	321	270	234	75	58	39
16:15	32	332	274	243	75	55	46
16:20	32	458	377	302	76	40	57
16:25	33	415	358	287	78	62	78
16:30	32	342	316	272	75	65	77
16:35	32	362	337	289	76	46	77
16:40	32	322	312	275	76	44	73
16:45	32	334	315	275	76	35	67
16:50	32	343	371	286	79	35	69
16:55	32	421	433	335	83	63	83
17:00	32	416	458	340	84	66	87
17:05	32	423	449	351	81	78	90
17:10	32	442	446	366	81	80	87
17:15	33	452	453	379	83	81	90
17:10	32	442	446	366	81	80	87
17:15	33	452	453	379	83	81	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.4 ระดับอุณหภูมิของการทดสอบผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดการทดลองที่ 1 (ต่อ)

เวลา	ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ (°C)						
	อากาศ	หน้าเตา	กลางเตา	หลังเตา	ปากปล่องเตา	ถังมั่งคุด	ปากปล่องถังมั่งคุด
17:20	32	476	482	406	87	82	91
17:25	32	465	499	391	85	84	91
17:30	32	417	475	396	85	85	89
17:35	32	448	514	413	85	88	87
17:40	32	455	503	416	89	90	87
17:45	31	491	507	420	98	92	89
17:50	31	475	519	434	92	97	88
17:55	31	506	509	442	93	98	90
18:00	31	523	515	446	103	98	91
18:05	31	523	560	459	112	98	92
18:10	31	494	573	474	111	97	90
18:15	31	506	563	469	117	98	89
18:20	31	528	574	467	121	98	90
18:25	31	510	586	480	124	99	92
18:30	31	493	600	493	129	103	91
18:35	31	544	543	470	134	133	89
18:40	31	538	563	468	139	132	91
18:45	31	526	557	483	147	135	89
18:50	31	545	546	486	162	132	92
18:55	31	512	550	491	173	135	90
19:00	31	546	579	521	191	135	90
19:05	30	511	569	505	185	137	90
19:10	30	510	601	523	189	137	88
19:15	31	544	625	544	216	135	84
19:20	30	582	635	546	222	138	86
19:25	30	454	643	567	211	147	89
19:30	30	463	599	520	212	144	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.5 ระดับอุณหภูมิของการทดสอบผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดการทดลองที่ 2

เวลา	ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ (°C)						
	อากาศ	หน้าเตา	กลางเตา	หลังเตา	ปากปล่องเตา	ถังมั่งคุด	ปากปล่องถังมั่งคุด
13:00	28	30	30	30	32	28	28
13:05	28	64	45	42	35	29	28
13:10	28	57	56	48	44	29	28
13:15	28	126	96	83	53	30	28
13:20	27	184	159	102	69	31	28
13:25	27	331	167	139	72	34	28
13:30	27	418	214	172	86	42	27
13:35	26	346	224	184	87	50	27
13:40	26	310	233	180	85	51	27
13:45	26	353	274	224	97	67	26
13:50	26	369	306	245	101	76	27
13:55	26	452	357	281	112	90	29
14:00	26	395	306	254	101	94	64
14:05	26	404	340	265	101	94	77
14:10	26	377	318	263	102	96	83
14:15	26	415	327	272	103	95	84
14:20	26	438	351	285	103	96	88
14:25	26	430	361	298	104	97	90
14:30	26	400	353	308	106	97	90
14:35	26	398	367	314	107	97	90
14:40	26	452	405	317	109	97	92
14:45	27	492	463	351	108	98	93
14:50	27	479	441	353	108	98	94
14:55	27	478	483	364	111	99	93
15:00	27	473	489	374	113	99	95
15:05	27	485	505	380	113	99	94
15:10	27	505	542	405	116	100	93
15:15	27	526	510	401	116	101	93
15:20	27	562	587	435	124	101	95
15:25	27	574	595	453	129	101	94

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.6 ระดับอุณหภูมิของการทดสอบผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดการทดลองที่ 2 (ต่อ)

เวลา	ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ (°C)						
	อากาศ	หน้าเตา	กลางเตา	หลังเตา	ปากปล่องเตา	ถังมั่งคุด	ปากปล่องถังมั่งคุด
15:30	27	537	568	442	126	101	94
15:35	27	565	562	445	129	101	93
15:40	27	555	549	437	132	101	90
15:45	27	598	575	452	137	103	93
15:50	27	548	589	461	137	102	92
15:55	27	589	597	468	147	103	93
16:00	27	612	606	475	153	103	94
16:05	27	471	494	433	156	102	90
16:10	27	511	492	426	161	102	89
16:15	27	531	487	429	164	102	87
16:20	27	528	506	431	171	102	87
16:25	27	464	494	423	173	102	86
16:30	27	511	498	423	177	102	85
16:35	27	549	518	432	121	102	85
16:40	27	513	526	436	124	103	87
16:45	27	562	506	436	126	104	89
16:50	27	540	518	437	131	105	86
16:55	27	610	495	438	134	106	87
17:00	27	600	508	442	138	106	87
17:05	27	573	540	474	203	107	90
17:10	27	533	593	485	222	118	90
17:15	27	551	603	498	221	135	90
17:20	27	527	627	515	254	135	84
17:25	27	553	615	525	230	136	89
17:30	27	521	620	549	246	144	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๗.7 ระดับอุณหภูมิของการทดสอบผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดการทดลองที่ 3

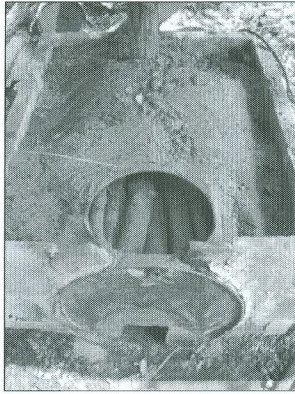
เวลา	ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ (°C)						
	อากาศ	หน้าเตา	กลางเตา	หลังเตา	ปากปล่องเตา	ถังมั่งคุด	ปากปล่องถังมั่งคุด
14:00	32	32	32	32	34	33	32
14:05	32	73	57	54	38	35	38
14:10	32	221	120	117	50	34	37
14:15	32	307	207	196	85	38	40
14:20	32	246	176	170	73	44	40
14:25	31	303	210	196	74	46	37
14:30	32	481	259	248	84	57	37
14:35	32	389	273	248	87	66	37
14:40	31	445	323	299	92	75	33
14:45	32	391	341	316	92	88	33
14:50	31	418	362	339	95	95	34
14:55	31	386	352	331	97	96	56
15:00	31	514	370	339	98	97	82
15:05	31	483	401	370	106	99	87
15:10	31	417	387	370	104	100	88
15:15	31	431	399	363	107	100	86
15:20	31	567	425	382	110	100	86
15:25	32	448	410	368	114	100	87
15:30	31	507	419	389	114	99	85
15:35	31	497	414	388	116	101	88
15:40	32	498	413	385	114	100	85
15:45	31	507	427	384	120	99	82
15:50	31	549	446	399	125	102	85
15:55	31	443	429	382	126	101	85
16:00	32	586	482	425	130	101	86
16:05	31	591	495	438	136	103	90
16:10	31	594	472	413	137	102	89
16:15	31	566	503	451	137	103	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

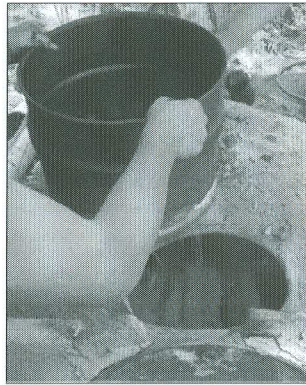
ตารางที่ ๘.๘ ระดับอุณหภูมิของการทดสอบผลผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุดการทดลองที่ 3 (ต่อ)

เวลา	ระดับอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งต่างๆ (°C)						
	อากาศ	หน้าเตา	กลางเตา	หลังเตา	ปากปล่องเตา	ถังมั่งคุด	ปากปล่องถังมั่งคุด
16:20	31	534	455	439	136	107	88
16:25	31	451	432	406	141	106	86
16:30	32	579	451	419	139	108	86
16:35	32	583	490	497	140	111	90
16:40	31	545	568	534	153	113	88
16:45	32	541	557	559	156	118	94
16:50	31	586	589	539	164	119	93
16:55	31	609	579	521	171	121	92
17:00	31	590	592	550	177	124	90
17:05	31	537	579	549	188	125	86
17:10	31	485	523	501	183	127	87
17:15	31	469	502	481	193	124	80
17:20	31	455	495	480	202	122	75
17:25	30	470	505	490	215	121	76
17:30	30	444	484	471	220	119	74
17:35	30	447	488	477	228	119	67
17:40	30	436	486	476	237	118	65
17:45	30	499	546	557	246	120	68
17:50	30	490	577	568	253	121	69
17:55	30	488	583	579	259	126	79
18:00	30	552	587	597	273	126	80
18:05	30	544	596	577	283	136	86
18:10	30	511	598	588	292	133	86
18:15	30	513	629	597	302	146	81
18:20	30	535	613	594	310	151	83
18:25	29	516	608	589	323	153	85
18:30	29	495	578	579	331	150	83

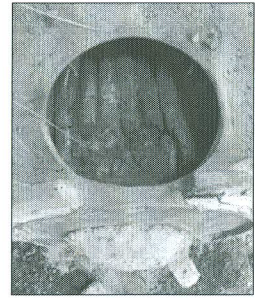
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



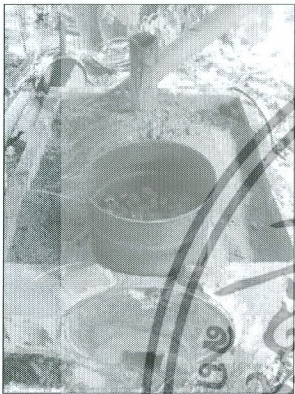
1.การบรรจุไม้พื้นเขาเตา



6.การเปิดเตานำถ่านออก



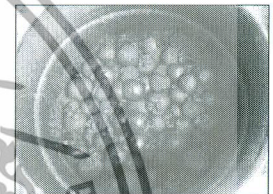
6.1 ลักษณะถ่านไม้



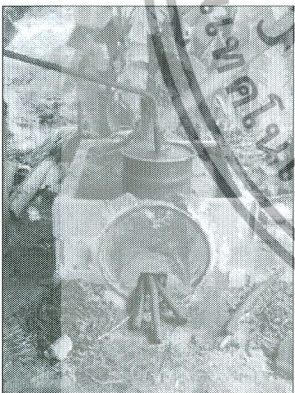
2.การบรรจุมังคุดลงถัง



5.การเปิดเตาลดอุณหภูมิ



5.1 ลักษณะถ่านมังคุด



3.การเผาถ่านผลิตน้ำส้มควันไม้



4.การดักเก็บน้ำส้มควันไม้

ภาพที่ ผ.1 การดำเนินการทดลองผลิตน้ำส้มควันไม้จากเปลือกมังคุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๐๖๕๒๕๑