

Research Title : The Study of Quality of Nutshell Charcoal from The Trees
Researcher : Assist. Prof. Wijit Choawunklang
Ms .Pimlapa Pasaja
Organization : Physics Program, Faculty of Science and Technology
Rajabhat Maha Sarakham University
Year : 2018

ABSTRACT

The study of quality of nutshell charcoal from the trees aimed to produce charcoal from nutshell, to evaluate quality and to identify appropriate type of nutshell charcoal for utilization. Ten nutshells from the different trees were burned by pyrolysis process in a 200-liter tank fuel. The following qualities of the charcoal were evaluated: smoke, luster and spark. Also, heat energy production was studied using the Automatic Bomb Calorimeter.

The results showed that charcoal could be produced from nutshell of the trees. Nutshell charcoal had good quality in terms of little of smoke, except for nutshell charcoal from golden shower tree and bael fruit tree which had quite a large amount of smoke. Regarding luster, nutshell charcoal from red flame-trees had high shiny luster, where as charcoal from coconut and toddy palm had dull luster. For sparks, when nutshells charcoal were burned, all nutshells charcoal had little sparks. The highest heat energy production was found in nutshell charcoal from wood tree apple at 31.847 MJ/kg, follow by nutshell charcoal from toddy palm tree, bael tree, and makha tree, respectively. As well as, nutshell charcoal from golden shower tree generated the lowest heat energy at 20.212 MJ/kg. Regarding the quality of nutshell charcoal for utilization, charcoal from wood tree apple was suitable for heat production. On the other hand, when other factors were considered, nutshell charcoal from makha tree should be selected because of the availability and amount of resources.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาจาก คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือวัดค่าพลังงานความร้อน ในงานวิจัย จนงานวิจัย สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ นางสาวนิชาภา เพ็งอินทร์ นางสาวพยอม มาตสมบัติ นายกัมปนาท อามาตย์เสนา และนายพงศธร ไชยศรีสุทธิ์ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการรวบรวมข้อมูลการวิจัย

ขอขอบคุณสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้ห้องปฏิบัติการ

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา ที่สนับสนุนเงิน ทุนในการทำวิจัย ทำให้งานวิจัย นี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

คณะผู้วิจัย

2561

หัวข้อวิจัย : การศึกษาคุณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้
ผู้ดำเนินการวิจัย : ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจิตร เชาว์วันกลาง
นางพิมพ์ลภา ปาสาจะ
หน่วยงาน : สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ปี พ.ศ. : 2561

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ เป็นการการศึกษาคุณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ โดยมีวัตถุประสงค์ ในการผลิตถ่าน หาคุณภาพของถ่าน และหาชนิดของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ที่เหมาะสมในการนำมาใช้งาน โดยนำผลของต้นไม้ 10 ชนิด เผาด้วย กระบวนการไพโรไลซิส โดยใช้การเผาด้วยถัง 200 ลิตร แล้วนำถ่านที่ได้มาวิเคราะห์หาคุณภาพในด้าน การเกิดควัน ความมันวาว การแตกระเบิดขณะติดไฟ และหาค่าพลังงานความร้อน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ค่าพลังงานความร้อน (Automatic Bomb Calorimeter)

ผลการวิจัยพบว่า ผลของต้นไม้ที่มีเปลือกแข็ง สามารถนำมาเผาให้เป็นถ่านได้ ถ่านที่ได้ มีคุณภาพในด้านการเกิดควันไม่มาก ยกเว้น ถ่านจากฝักราชพฤกษ์ และจากลูกมะตูม กาแดง ที่มีควันค่อนข้างมาก ในด้านความมันวาว ถ่านจากฝักหางนกยูงดอกแดง จะมันวาวที่สุด ส่วนถ่านจากลูกมะพร้าว และลูกตาล ไม่มีความมันวาว ในด้านการแตกระเบิดขณะติดไฟ ถ่านทุกชนิดมีการแตกระเบิดไม่มากนัก และค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากถ่านลูกมะสัง มีค่าสูงสุดที่ 31.847 MJ/kg รองลงมา คือลูกตาล ลูกมะตูม กาแดง และ ฝักมะค่าโมง และฝักของต้นราชพฤกษ์ จะมีค่าพลังงานความร้อนน้อยที่สุด คือ 20.212 MJ/kg เมื่อพิจารณาถ่านที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์คุณภาพด้านพลังงานความร้อน จึงควรใช้ถ่านจากลูกมะสัง จะเหมาะสมที่สุดในการนำมาใช้งาน หากใช้เกณฑ์ด้านอื่นประกอบด้วย ควรเลือกใช้ถ่านของฝักต้นมะค่าโมง ซึ่งหาได้ง่ายและมีปริมาณมาก

บทที่ 1

บทนำ

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยที่ศึกษาคุณภาพงานที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ ซึ่งมีความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำวิจัย ดังนี้

ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำวิจัย

จากสถานการณ์ราคาน้ำมัน และปริมาณการใช้ น้ำมันของโลกในปัจจุบัน ทำให้แต่ละประเทศต้องตระหนักถึงความสำคัญของพลังงาน ปัจจุบันพลังงานน้ำมันมีความสำคัญ และพลังงานส่วนใหญ่ มาจาก เชื้อเพลิงฟอสซิล พลังงานเป็นปัจจัยสำคัญในการตอบสนองต่อความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจของประเทศ ประเทศไทยเราก็ประสบปัญหาด้านพลังงาน และราคามีแนวโน้มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากปัจจัยและสภาพแวดล้อมหลายประการ ปริมาณสำรองของพลังงานลดลง ความไม่มั่นคงทางเศรษฐกิจ และการเมือง ปัญหาที่เกิดจากกลุ่มประเทศตะวันออกกลางของแหล่งผลิตพลังงานน้ำมันใหญ่ของโลก ประเทศไทยต้องพึ่งพาเป็นหลัก รวมถึงสงครามก่อการร้าย ซึ่งคาดว่าประเทศมหาอำนาจไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ของราคา และปริมาณการผลิตน้ำมันของตะวันออกกลางในประเทศกลุ่มโอเปกได้ ส่งผลกระทบต่อราคาน้ำมันเชื้อเพลิง และเชื้อเพลิงฟอสซิลอื่นๆ ปัจจุบันประเทศไทยต้องนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิงถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ของปริมาณการใช้ทั้งหมด น้ำมันเชื้อเพลิงเพื่อการพาณิชย์ เช่น น้ำมันดีเซล เบนซิน ฯลฯ ถูกใช้ในภาคการขนส่งถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งคิดเป็นเงินประมาณ แสนล้านบาทต่อปี เนื่องจากการคมนาคมขนส่งของประเทศ ได้ผูกติดกับการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง จึงน่าเป็นห่วงหากราคาน้ำมันยังคงสูงขึ้นไปอีก ประเทศจะเผชิญกับปัญหาในการสูญเสียเงินตราออกไปเป็นจำนวนมหาศาล และขาดดุลการค้า ขณะนี้ประเทศไทยได้ประกาศยุทธศาสตร์ที่จะพัฒนาประเทศให้เป็นศูนย์กลางทางด้านอุตสาหกรรมรถยนต์แห่งภูมิภาคเอเชีย (Detroit Of Asia) ซึ่งมีสวนส่งเสริมให้เกิดการผลิตรถยนต์เพื่อใช้ภายในประเทศ และส่งออกต่างประเทศเพิ่มขึ้น โดยคาดว่าในแต่ละปี ยอดขายรถยนต์รวมทุกประเภทของประเทศคาดว่าจะมีจำนวนมาก ซึ่งหากมองในด้านของการเจริญเติบโตของอุตสาหกรรมรถยนต์ของประเทศเป็นเรื่องที่ดี ปัญหาตามมาจะพบว่าทำให้มีรถยนต์ใหม่เข้ามาในระบบคมนาคมของประเทศเพิ่มขึ้น ซึ่งหมายถึงความต้องการใช้เชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย จากสถานการณ์ทางด้านพลังงานดังกล่าว ย่อมมีผลกระทบต่อตรงต่อการดำเนินชีวิตของมนุษย์ เพื่อแสวงหาแหล่งพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ มาทดแทน และสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้สะดวกเกิดประสิทธิภาพ ที่สำคัญช่วยประหยัดและช่วยลดค่าใช้จ่าย โดยตั้งอยู่บนพื้นฐานของการพึ่งพาพลังงานจากแหล่งท้องถิ่นภายในประเทศนำมาผลิต และใช้พลังงานอย่างยั่งยืน ซึ่งจะเป็นหนทางหนึ่งที่ช่วยลดการทำลายทรัพยากรของธรรมชาติ ตลอดจนช่วยลดปัญหามลพิษให้กับสภาวะแวดล้อม อันเป็นภัยคุกคามอย่างร้ายแรงต่อโลกและมนุษยชาติ เชื่อว่าพลังงานทดแทนจะเป็นทิศทางหนึ่งของการแก้ไขวิกฤตการณ์ด้านพลังงานและสิ่งแวดล้อมของโลกได้ ซึ่งในอนาคตประเทศไทยจะได้รับผลกระทบอย่างรุนแรงจากสถานการณ์ทางด้านพลังงานอย่างแน่นอน ไม่เพียงส่งผลต่อระบบเศรษฐกิจของประเทศ

เท่านั้น ประชาชนทุกคนที่ใช้พลังงานก็จะได้รับผลกระทบตามไปด้วย เชื่อกันว่าการ ใช้พลังงานของโลก ในอีกประมาณ 50 ปีข้างหน้า การใช้พลังงานจากเชื้อเพลิงฟอสซิลจะถึงจุดสูงสุด แต่ เป็นที่น่ายินดีที่ หลายประเทศได้เริ่มตระหนักทำการศึกษา เร่งวิจัยและพัฒนา ค้นหาพลังงานทดแทนในรูปแบบต่างๆ มาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับสภาพทั่วไปของประเทศของตน

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม นอกจากนี้ยังมีอุตสาหกรรมทางการเกษตรครบวงจร เพื่อนำผลผลิตทางการเกษตรออกสู่ตลาดทั้งในและนอกประเทศ ทำให้มีกากและเศษวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรและกากจากผลิตภัณฑ์ทางการเกษตรที่หลากหลาย และมีศักยภาพที่จะนำไปใช้ให้เกิด ประโยชน์สูงสุด ในรูปของพลังงานทดแทน ซึ่งสามารถนำไปผ่านกระบวนการเผาไหม้ได้โดยตรง พลังงานเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญกับการดำเนินชีวิตในปัจจุบัน จากความจำเป็นของการใช้พลังงาน เพื่อพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศซึ่งต้องพึ่งพาน้ำมันจากต่างประเทศ ทำให้ต้องสูญเสียเงินตราเป็น จำนวนมาก เพื่อลดการพึ่งพาและการสูญเสียเงินตรา รัฐบาลจึงได้มีนโยบายและแนวทางในการผลิต พลังงานทดแทนจากแหล่งภายในประเทศ ปัจจุบันรัฐบาลมีการส่งเสริม และกำหนดเป้าหมายให้มีการ พัฒนาพลังงานทดแทนให้เพิ่มขึ้น ซึ่งในปี พ.ศ. 2554 มีเป้าหมายการใช้พลังงานทดแทนเพิ่มขึ้น 8 เปอร์เซ็นต์ ของการใช้พลังงานขั้นสุดท้าย และมุ่งหวังให้การส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนสามารถลด ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เช่น ลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อีกทั้งพลังงานชีวมวล ยังเป็นการ นำเชื้อเพลิงที่มีอยู่ในประเทศมาเพิ่มมูลค่าการใช้ ซึ่งเป็นการเพิ่มผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจให้ ภาคอุตสาหกรรม และชุมชนอีกด้วย ซึ่งประเทศไทยของเราเป็นประเทศเกษตรกรรม ที่มีผลผลิตทาง การเกษตรมากมายหลายชนิด ในอดีตเคยมีป่าไม้อันอุดมสมบูรณ์ แต่เนื่องด้วยมีการตัดไม้ทำลายป่ากัน มากมาย ทำให้พื้นที่ป่าของเมืองไทยมีจำนวนลดลง สาเหตุที่สำคัญอันหนึ่งก็คือการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ปัจจุบันมีผู้นำเอาผลผลิตทางการเกษตร และนำผลผลิตทางการเกษตรนำกลับมา ใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนถ่านไม้ ซึ่งสามารถลดการตัดไม้ทำลายป่าได้ และยังช่วยแก้ไขปัญหาในการค้าขาย เนื่องจากราคาพืชผลไม้ตกต่ำ และล้นตลาด ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่สำหรับเกษตรกร

การนำวัสดุเหล่านี้ไปใช้แทนฟืน และถ่านไม้ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเชื้อเพลิง สำหรับใช้ในครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมครัวเรือน และเป็นการลดปริมาณขยะที่จะต้องนำไปกำจัดซึ่งจะ ช่วยลดปัญหา และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอีกด้วย นับเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมา ผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทน และยังเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ทั้งภาครัฐ และเอกชนได้มีการส่งเสริมในเรื่องพลังงานทดแทนอย่างจริงจัง โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ ในท้องถิ่น ทางเลือกที่น่าสนใจของพลังงานทดแทน และเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพทั่วไปของประเทศ

คณะผู้วิจัย จึงเล็งเห็น ความสำคัญว่า การนำวัสดุที่เหลือจากธรรมชาติมาก่อประโยชน์ และ เพิ่มมูลค่า โดยการนำเอา ผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ในท้องถิ่น เช่น ผลของ มะพร้าว มะตูมกา แดง มังคุด มะสัง ตาล ฝักมะค่าโมง ฝักสำโรง ฝักคูณ ฝักแดง และฝักหางนกยูงดอกแดง เป็นต้น นำมาผลิตเป็นถ่าน เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน ฟืน และถ่านไม้ ซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจาก ต่างประเทศ ลดการใช้จ่ายในการจัดซื้อเชื้อเพลิงสำหรับใช้ในครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมครัวเรือนอีก ด้วย นับเป็นการนำวัสดุที่เหลือจากธรรมชาติมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทน เป็นการลดปริมาณขยะที่ จะต้องนำไปกำจัดซึ่งจะช่วยลดปัญหาและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอีกด้วย และยังเป็นการนำวัสดุที่ เหลือจากธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์ และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อผลิตถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้
2. เพื่อหาคุณภาพของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้
3. เพื่อหาชนิดของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ที่เหมาะสม ในการนำมาใช้งาน

ขอบเขตการวิจัย

1. ในการวิจัยนี้ ใช้ผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ 10 ชนิด คือ ผลของมะพร้าว ผลมะตูมกาแดง ผลมังคุด ผลมะสัง ผลตาล ฝักมะค่าโมง ฝักสำโรง ฝักคูณ ฝักแดง และฝักหางนกยูงดอกแดง
2. ในการศึกษาครั้งนี้ คณะผู้วิจัยจะศึกษาคุณภาพของถ่านในด้าน ลักษณะความมันวาว การเกิดควัน การแตกหรือระเบิดขณะจุดไฟ และค่าพลังงานความร้อน
3. ในการเผาถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ ผู้วิจัยใช้วิธีการเผาแบบไพโรไลซิส
4. ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาคุณภาพถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ คือ การเกิดควัน ลักษณะความมันวาว การแตกหรือระเบิดขณะจุดไฟ และค่าพลังงานความร้อน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ไพโรไลซิส (Pyrolysis) คือ กระบวนการกลั่นสลาย (Destructive distillation) ในที่ที่ไม่มีออกซิเจน ผลผลิตของการไพโรไลซิสจะประกอบด้วย ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยของแข็งที่ได้ก็คือคาร์บอน ของเหลวก็คือเอททีลีน และก๊าซคือมีเทน
2. กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) คือกระบวนการที่ทำให้ไม้กลายเป็นถ่าน ซึ่งอาศัยความร้อนไล่ความชื้นในเนื้อไม้ ที่อยู่ในเตา ที่เป็นระบบปิด สามารถควบคุมอากาศได้ โดยไม่มีการลุกติดไฟของเนื้อไม้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบกระบวนการผลิตถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้
2. ได้ทราบคุณภาพและความแตกต่างของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้แต่ละชนิด
3. เป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ในครัวเรือน ประหยัดค่าใช้จ่ายจากการซื้อถ่าน
4. เพื่อใช้เวลาว่างหลังการทำอาชีพเกษตรกรรมโดยการนำวัสดุที่เหลือจากธรรมชาติมาผลิตถ่านเป็นรายได้เสริม
5. ลดการตัดทรัพยากรป่าไม้โดยตรงในการนำไม้มาเผาเป็นถ่าน

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยที่เป็นการศึกษาคุณภาพงานที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ ดังนั้น จึงมีการศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง

1. ผลไม้

ผลของต้นไม้ เป็นผลผลิตของพืชเพื่อการขยายพันธุ์ของพืช บางชนิดมนุษย์สามารถรับประทานได้ บางชนิดรับประทานไม่ได้ ชนิดที่รับประทานได้เรามักเรียกว่า ผลไม้ ตัวอย่างผลไม้ เช่น ส้ม แอปเปิ้ล กล้วย มะม่วง ทูเรียน รวมถึง มะเขือเทศ ที่สามารถจัดได้ว่าเป็นทั้งผัก และผลไม้

ผลไม้ อธิบายได้ว่า คือสิ่งที่เป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นจากสิ่งมีชีวิตจำพวกพืช โดยลักษณะรวม ๆ จะมีรูปทรงคล้ายทรงกลมหรือทรงรี ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันบ้างตามสายพันธุ์ โดยปกติผลไม้ จะต้องมีการเจริญเติบโต สามารถขยายพันธุ์ได้โดยดอก เมล็ด หรืออื่นๆ ซึ่งผลไม้ที่ออกมานี้ตอนแรกจะมีขนาดเล็ก และมักจะไม่ค่อยถูกนำมารับประทานโดยมนุษย์ แต่เมื่อเติบโตจนสุกงอม จะมีลักษณะที่แตกต่างไปจากเดิม คือ เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง มีกลิ่นหอม และรสหวาน เป็นต้น จนสามารถนำมารับประทานหรือประกอบอาหาร ส่วนมากมักจะเป็นอาหารหวาน ถ้าผลไม้สุกงอมเต็มที่ จะมีลักษณะที่ก่อให้เกิดประโยชน์ได้น้อยลง เช่น เน่าเสีย บุค ขึ้นรา เป็นต้น และจะหลุดร่วงจากต้น ลงสู่พื้นดิน หรือพื้นน้ำ กลายเป็นอาหารให้แก่ห่วงโซ่อาหารลำดับถัดไป เช่น แบคทีเรีย จุลินทรีย์ จนกลายเป็นอินทรีย์ธาตุ หรืออนินทรีย์ธาตุ หมุนเวียนเป็นวัฏจักรต่อไป การที่จะบอกได้ว่าเป็นผลไม้ชนิดไหน จำเป็นต้องมีสิ่งบ่งชี้อื่นๆ ประกอบหลายอย่าง เช่น เปลือกมีลักษณะเป็นหนาม และแข็ง เนื้อข้างในสีเหลือง หมายถึงทูเรียน เป็นต้น

1.1 ชนิดของผลไม้

1.1.1 ผลแห้ง (dry fruit) เมื่อผลเจริญเต็มที่ พบว่า มีความชื้นลดลงมาก เหลือเพียง ร้อยละ 10-15 ดังนั้น ผลจึงมีความแข็ง ผลแห้งสามารถแบ่งย่อยได้อีกดังนี้

1. ผลไม่แตก (indehiscent fruit) เปลือกผลยังคงปิดอยู่ เมื่อเจริญเต็มที่ ดังนั้น ผลและเมล็ดจึงแพร่กระจายไปพร้อมกัน เช่น ผลมะพร้าว ผลประเภทนี้ใน 1 ผลจะมีเพียงหนึ่ง หรือสองเมล็ดเท่านั้น

2. ผลแตก (dehiscent fruit) เปลือกผลจะแตกออกเมื่อเจริญเต็มที่ เพื่อช่วยในการแพร่กระจายเมล็ดพันธุ์ที่มีจำนวนมาก ซึ่งใน 1 ผล จะมีเมล็ดเป็นจำนวนมาก และเป็นเพียงส่วนเดียวที่มีการแพร่กระจายออกไป

1.1.2 ผลสด (fleshy fruit) ความชื้นในผลยังสูงมากเมื่อเจริญเต็มวัย โดยยังมีความชื้นสูงถึงประมาณร้อยละ 80-90 ดังนั้น ผลจึงมีความนิ่ม แบ่งย่อยได้ดังนี้

1.1.2.1 ผลมีเปลือกหนา (rind) และเหนียว ผลประเภทนี้ มีเปลือกที่หนา ทำหน้าที่ห่อหุ้มเนื้อเยื่อสดไว้ภายในผล ผลกลุ่มนี้แบ่งย่อยออกเป็น ๒ แบบ

1. ผลแบบแตง (pepo) บางคนอาจเรียกผลชนิดนี้ว่า ผลมีเนื้อหลายเมล็ด ที่ปรับเปลี่ยน (modified berry) เช่น แตงกวา และแตงโม ผลแบบนี้มาจากเกสรเพศเมียเดี่ยวและรังไข่อยู่ต่ำกว่าส่วนอื่น ๆ ของดอก

2. ผลแบบส้ม (hesperidium) เช่น ส้ม มาจากรังไข่ที่อยู่สูงกว่าส่วนอื่น ๆ ของดอก แต่ผนังผลเพียงอย่างเดียว

1.1.2.2 ผลมีเปลือกบาง ผลประเภทนี้มีเปลือกบาง โดยเปลือกของผลกับเนื้อเยื่อสดอยู่ด้านนอก เช่นมะเขือเทศ และองุ่น แบ่งออกเป็น 3 แบบ

1. ผลที่มีเนื้อหลายเมล็ด (berry) มาจากเกสรเพศเมียเดี่ยว และรังไข่อยู่เหนือวงกลีบ ในส่วนผนังผล ทั้งผนังแบ่งกัน และเนื้อเยื่อส่วนที่ออกลดติดกับรังไข่ มีลักษณะเป็นเนื้อสดทั้งหมด ผลประเภทนี้มีหลายเมล็ด เช่น มะเขือเทศ มะละกอ กัลยัม ผรั่ง องุ่น

2. ผลเมล็ดเดี่ยวแข็ง (drupe) ผลประเภทนี้เจริญเติบโตเต็มที่ จะมีเพียงเมล็ดเดียว ผนังผลชั้นนอก และผนังผลชั้นกลาง มีลักษณะเป็นเนื้อสด แต่ผนังผลชั้นใน มีลักษณะแข็งมากที่เรียกว่า pit ผนังผลชั้นในนี้ติดแน่นกับเปลือกเมล็ด เช่น มะกอก มะม่วง พีช พลัม และเชอร์รี่

3. ผลแบบแอปเปิล (pome) ผลประเภทนี้ เป็นผลที่มีการวิวัฒนาการก้าวหน้ามากที่สุด มาจากรังไข่เชิงประกอบ ชนิดอยู่ต่ำกว่าส่วนอื่น ๆ ของดอก ที่อยู่ภายในหลอดดอกขนาดใหญ่ โปรตสังเกตว่า เนื้อแอปเปิลที่เรากินเป็นส่วนที่พัฒนามาจากฐานดอกรูปถ้วย ในขณะที่ใจกลางผลที่เราทิ้งไปนั้น คือส่วนของผลที่แท้จริง เช่นแอปเปิล แพร์ (สมโภชน์ ผ่องใส, 2553)

1.2 ผลของต้นไม้ชนิดต่างๆ

1.2.1 มะพร้าว



รูปที่ 2.1 มะพร้าว

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Cocos nucifera</i> L.
ชื่อสามัญ	Coconut
ชื่อวงศ์	Arecaceae

1. **ลักษณะทั่วไป** มะพร้าว เป็นพืชยืนต้น ใบจะมีลักษณะที่เป็นใบประกอบแบบขนนก ผลประกอบด้วยเอพิคาร์ป (epicarp) คือเปลือกนอก ถัดไปข้างใน จะเป็นมีโซคาร์ป (mesocarp) หรือใยมะพร้าว ถัดไปข้างในเป็นส่วนเอนโดคาร์ป (endocarp) หรือกะลามะพร้าว ซึ่งจะมีรูสีคล้ายอยู่ 3 รู สำหรับงอก ถัดจากส่วนเอนโดคาร์ปเข้าไป จะเป็นส่วนของเอนโดสเปิร์ม หรือที่เรียกว่าเนื้อมะพร้าว ภายในมะพร้าวจะมีน้ำมะพร้าว ซึ่งเมื่อมะพร้าวแก่ ส่วนเอนโดสเปิร์ม ก็จะดูดเอาน้ำมะพร้าวไปหมด ขณะที่มะพร้าวยังอ่อน ชั้นเอนโดสเปิร์ม (เนื้อมะพร้าว) ภายในผลมีลักษณะบาง และอ่อนนุ่ม ภายในมีน้ำมะพร้าว ซึ่งในระยะนี้ เรามักสอยเอามะพร้าวลงมารับประทานน้ำ และเนื้อ เมื่อมะพร้าวแก่ ซึ่งสังเกตได้จากการที่เปลือกนอกเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ชั้นเอนโดสเปิร์มก็จะหนา และแข็งขึ้น จนในที่สุดมะพร้าวก็หล่นลงจากต้น

2. **ประโยชน์ของมะพร้าว** คนไทยจะคุ้นเคยกับมะพร้าว กันมาเป็นเวลานาน และใช้ประโยชน์จากทุก ๆ ส่วนของมะพร้าว เช่น ผลอ่อนจะใช้รับประทานสด (น้ำและเนื้อ) เนื้อมะพร้าวจากผลแก่นำไปปรุงอาหารและขนมหลายชนิด และใช้สกัดน้ำมัน กากที่เหลือใช้เลี้ยงสัตว์ น้ำมันมะพร้าวใช้ประกอบอาหาร เนยเทียม และสบู่ เปลือกมะพร้าวนำไปแยกเอาเส้นใยใช้ทำเชือก วัสดุทำเบาะและที่นอน ขุยมะพร้าวใช้ทำวัสดุเพาะชำต้นไม้ กะลาใช้ทำภาชนะ ตักตวงของเหลว (กระจำ กระจวย ฯลฯ) ทำกระดุม เครื่องประดับ เครื่องดนตรี (ซอฮู้) ทำเชื้อเพลิง และถ่านกัมมันต์ (มีคุณสมบัติในการดูดซับสูง) ใบมะพร้าวทั้งอ่อน และแก่ ตลอดจนก้านใบใช้มุงหลังคา เครื่องจักสาร ไม้กวาดทางมะพร้าว ใช้ทำรั้วและเชื้อเพลิง ลำต้นแก่ใช้ในการก่อสร้างประดิษฐ์เครื่องเรือน ยอดอ่อนใช้เป็นอาหาร จั่น (ช่อดอก) มีน้ำหวานรองมาดื่มเป็นน้ำผลไม้ หรือทำน้ำตาล หมักทำเหล้า และน้ำสัรรากใช้ทำยา สีย้อมผ้า และเชื้อเพลิง แต่อย่างไรก็ตามการปลูกมะพร้าวโดยทั่วไปก็เพื่อนำเอาเนื้อมะพร้าวไปประกอบอาหาร และสกัดเอาน้ำมันเช่นเดียวกับปาล์ม

1.2.2 มะตูมกาแดง



รูปที่ 2.2 ผลมะตูมกาแดง

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Strychnos nux-vomica</i> Linn.
ชื่อสามัญ	Nux-vomica Tree, Snake Wood
ชื่อวงศ์	Strychnaceae

1. **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** มะตูมกาแดง เป็นไม้ยืนต้น สูงประมาณ 30 เมตร ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปไข่แกมขอบขนาน กว้าง 5-8 เซนติเมตร ยาว 7-12 เซนติเมตร ดอกช่อ ออกที่ซอกใบ กลีบดอกสีเขียวย่อมน ผลเป็นผลสด รูปกลม เมล็ดกลมแบนคล้ายกระดุม มีสีเขียวแกมเทา มีขนสีน้ำตาลอ่อนนุ่มปกคลุม

2. **ประโยชน์ของมะตูม** มะตูมที่เมล็ดแก่แห้ง เรียกว่า โทศกะกลิ้ง ใช้เป็นยาขมเจริญอาหาร บำรุงหัวใจ ขับน้ำย่อย พบว่ามีแอลคาลอยด์ Strychnine และ Brucine ซึ่งมีฤทธิ์กระตุ้นระบบประสาทส่วนกลาง มีความเป็นพิษสูง หากได้รับเกินขนาดจะเป็นอันตราย อาการพิษคือ กล้ามเนื้อกระตุกและชัก อาจถึงตาย ปัจจุบันไม่ค่อยใช้เป็นยา และกำหนดขนาดไว้ให้กินได้ไม่เกินครั้งละ 60 มิลลิกรัม แต่ใช้เป็นยาเบื่อหนู และสุนัข

1.2.3 มังคุด



รูปที่ 2.3 ผลมังคุด
มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Garcinia mangostana* Linn.

ชื่อสามัญ Mangosteen

วงศ์ Guttiferae

1. **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้ต้นสูง 10-12 เมตร ทุกส่วนจะมียางสีเหลือง ใบเดี่ยว เรียงตรงข้าม รูปไข่ หรือรูปวงรีแกมขอบขนาน กว้าง 6-11 เซนติเมตร ยาว 15-25 เซนติเมตร เนื้อใบหนา และค่อนข้างเหนียว คล้ายหนัง หลังใบมีสีเขียวเข้มเป็นมัน ท้องใบมีสีอ่อน ดอกเดี่ยวหรือเป็นคู่ ออกที่ซอกใบ ใกล้ปลายกิ่ง เป็นดอกสมบูรณ์เพศ หรือแยกเพศ กลีบเลี้ยง มีสีเขียวอมเหลือง กลีบดอกสีแดง ฉ่ำน้ำ ผลเป็นผลสด ค่อนข้างกลม

2. **ประโยชน์ของมังคุด** สารสกัดมังคุดมีฤทธิ์ยับยั้ง การเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย อันเป็นสาเหตุอาการท้องเสีย สารที่พบมากที่สุดคือ tannin มีฤทธิ์ฝาดสมาน จึงช่วยแก้อาการท้องเสีย นอกจากนี้ยังมีฤทธิ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย สาเหตุการเกิดหนอง และยังรักษาแผลได้อีกด้วย

1.2.4 มะสัง



รูปที่ 2.4 ผลมะสัง

ชื่อวิทยาศาสตร์	<i>Feroniella lucida</i> (Scheff.) Swingle
ชื่อสามัญ	Wood Apple
ชื่อวงศ์	Rutaceae

1. **ลักษณะทางพฤกษศาสตร์** เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง สูงประมาณ 5-10 เมตร แผ่กิ่งก้านจำนวนมาก ตั้งฉากกับลำต้นออกเป็นทรงพุ่ม ลำต้นและกิ่งก้าน มีหนามแหลมยาว แข็ง ประมาณ 1-2 เซนติเมตร ใบประกอบแบบขนนกชั้นเดียว หรือสองชั้น ออกเวียนเป็นเกลียวตามกิ่ง ใบอ่อนออกเป็นคู่ตรงข้ามกัน ตรงปลายมีใบยอดเพียงใบเดียว ใบกลมรี ขอบใบเว้าเข้าหาเส้นกลางใบ ดอกคล้ายกังปลา มี 3-5 แฉก แผ่นใบโค้งขึ้นด้านบนเล็กน้อย สีเขียวเข้ม เป็นมันวาว ความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร ฐานใบแหลม มน หรือกลม ตามผิวใบมีต่อมน้ำมัน ดอกออกเป็นช่อ แยกแขนงที่ซอกใบ คล้ายดอกกระถิน เป็นพุ่มๆ มีสีขาว กลีบเลี้ยงและกลีบดอกมี 5-6 กลีบ เกสรเพศผู้มี 10-12 อันแยกกัน เกสรเพศเมียมี 1 อัน ผลสีเขียวคล้ายผลมะนาว รูปกลม มีขนาดประมาณ 2.5 นิ้ว เมื่อแก่จัดสีน้ำตาล เปลือกแข็งและหนามาก มีเมล็ดจำนวนมาก ผลมีรสเปรี้ยว ใช้แทนมะนาวได้ ยอดอ่อน และใบอ่อนกินสด หรือนำไปปิ้งไฟให้หอม เป็นผักได้ พบตามป่าเต็งรัง ป่าดิบแล้ง ขยายพันธุ์ด้วยเมล็ด

2. **ประโยชน์ของมะสัง** ใช้เป็นไม้แคระประดับ ยอดอ่อนรับประทานเป็นผักกับลาบ ชุปหน่อไม้ ผลปรุงน้ำพริกหรือใส่แกง ผลรับประทานได้ มีรสเปรี้ยว

1.2.5 ตาล



รูปที่ 2.5 ผลตาล

ชื่อวิทยาศาสตร์

Borassus flabellifer Linn.

ชื่อสามัญ

Asian palmyra palm, Palmyra palm

ชื่อวงศ์

Palmae

1. ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ ตาลเป็นพันธุ์ไม้พวงปาล์มขนาดใหญ่สกุล (Genus) *Borassus* ในวงศ์ (Family) *Palmae* เป็นปาล์มที่แข็งแรงมากชนิดหนึ่ง และเป็นปาล์มที่แยกเพศกันอยู่คนละต้น ลำต้นสูงถึง 40 เมตร และโต วัดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 60 เซนติเมตร ลำต้นเป็นเสี้ยนสีดำแข็งมาก แต่ใ้กลางลำต้นอ่อน บริเวณโคนต้นจะมีรากเป็นกลุ่มใหญ่ ใบเหมือนพัดขนาดใหญ่ กว้าง 1–1.5 เมตร มีก้านเป็นทางยาว 1–2 เมตร ขอบของทางของก้านทั้งสองข้าง มีหนามเหมือนฟันเลื่อยสีดำแข็งๆ และคมมาก โคนก้านแยกออกจากกันคล้ายคีมเหล็กโอบหุ้มลำต้นไว้ ช่อดอกเพศผู้ใหญ่ รวมกันเป็นกลุ่มคล้ายนิ้วมือ เราเรียกว่า นิ้วตาลแต่ละนิ้วยาวประมาณ 40 เซนติเมตร และโตวัดผ่ากลางประมาณ 1.5–2 เซนติเมตร โคนกลุ่มช่อดอกจะมีก้าน ช่อรวมและมีกาบแข็ง ๆ หลายกาบหุ้มโคนก้านช่อดอกอีกทีหนึ่ง ช่อดอกเพศเมียก็คล้าย ๆ กัน แต่นี้จะเป็นปุ่มปม ปุ่มปมคือดอกที่ติดนิ้วตาล ดอกหนึ่ง ๆ โตวัดผ่ากลางประมาณ 2 เซนติเมตร และมีกาบแข็ง ๆ หุ้มแต่ละดอก กาบนี้จะเติบโตไปเป็นหัวจุกลูกตาลอีกทีหนึ่ง ผลกลมหรือรูปทรงกระบอกสั้นๆ โตวัดผ่ากลางประมาณ 15 เซนติเมตร ผลเป็นเส้นใยแข็งเป็นมัน มักมีสีเหลืองแกมดำคล้ำเป็นมันหุ้มห่อเนื้อเยื่อสีเหลืองไว้ภายในผลหนึ่ง ๆ จะมีเมล็ดใหญ่แข็ง 1–3 เมล็ด

2. ประโยชน์ของตาล ใบอ่อน ใช้ในการจักสานทำของใช้ และของเล่นสำหรับเด็ก ใบแก่ใช้ทำหลังคาบ้านแดดฝน ท้องใบสด ทางก้านใบ ลอกเอามาขยี้ทำเชือกที่เหนียวดีมาก ส่วนที่เหลือใช้ทำเชื้อเพลิง ตาลทั้งเพศผู้เพศเมียที่ยังไม่แก่เต็มที่ จะให้น้ำตาลที่เราเอาไปทำน้ำตาลก้อน หรือน้ำตาลปีบ ลูกตาล ถ้าเป็นลูกอ่อน เราจะเอาส่วนที่ติดขั้วจุก และใจกลางของลูกไปใช้เป็นอาหารใช้แทนผัก ลูกใช้ทำขนมที่เรียกว่า ลูกตาลลอยแก้ว พอผลแก่ เนื้อเยื่อสีเหลืองที่หุ้มเมล็ด ใช้ทำเป็นขนมที่เราเรียกว่า ขนมตาล เมล็ดที่ทิ้งไว้จนมีรากงอก ทิ้งไว้พอควร จะมีเนื้อเยื่อข้างใน เรานำมาเชื่อมทำขนม เราเรียกว่าลูกตาลเชื่อม เปลือกที่หุ้ม ใช้ทำเชื้อไฟ ซึ่งให้ความร้อนสูงมาก ลำต้นใช้ทำกระดาน

ทำเสาที่ทนแดดทนฝน และการเสียดสีได้ดีมาก ใช้ทำเครื่องใช้ และเครื่องตกแต่ง บ้าน ที่มีราคาสูงมาก ใช้ทำเรือขุด ที่เรียกว่า เรืออีโปง ใช้ทำท่อระบายน้ำในพื้นที่ทางเกษตร

1.2.6 ราชพฤกษ์ หรือคูน



รูปที่ 2.6 ฝักของต้นราชพฤกษ์

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Cassia fistula* Linn.
ชื่อสามัญ Golden shower
ชื่อวงศ์ Fabaceae

1. ลักษณะทั่วไป ราชพฤกษ์เป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง มีความสูง 10-20 เมตร ดอกขึ้นเป็นช่อยาว 20-40 เซนติเมตร แต่ละดอกมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4-7 เซนติเมตร มีกลีบดอกสีเหลืองขนาดเท่ากัน 5 กลีบ ผลเป็นฝักกลม สีน้ำตาลเข้มหรือดำ เปลือกแข็ง ผิวเรียบ ภายในมีผนังกันเป็นห้อง แต่ละห้องมีเมล็ด 1 เมล็ด มีเนื้อหุ้มเมล็ดสีดำเหนียว ผลยาว 30-62 เซนติเมตร และกว้าง 1.5-2.5 เซนติเมตร มีกลิ่นฉุน และมีเมล็ดที่มีพิษเป็นจำนวนมาก

2. ประโยชน์ของต้นราชพฤกษ์ มีดังนี้ ฝักแก่ เนื้อสีน้ำตาลดำและขึ้นตลอดเวลา มีรสหวาน สามารถใช้เป็นยาระบายได้ โดยนำฝักมาต้มกับน้ำ และเติมเกลือเล็กน้อย ต้มก่อนนอนหรือก่อนรับประทานอาหาร นอกจากนั้น ฝักแก่ ยังมีสารที่ออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง เมื่อนำฝักมาบดผสมน้ำ แช่ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 วัน สารละลายที่กรองได้สามารถฉีดพ่นกำจัดแมลงและหนอนในแปลงผักได้ ฝักแก่ ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้มด้วยเตาเศรษฐกิจ มีขนาดที่พอเหมาะ ไม่ต้องผ่า เลื่อยหรือตัดเนื้อของฝักแก่ ใช้แทนกากน้ำตาลในการทำหัวเชื้อจุลินทรีย์และจุลินทรีย์ขยาย

ฝักอ่อน สามารถใช้ขับเสมหะได้

ใบ สามารถนำมาใช้ในการฆ่าเชื้อโรคได้

ดอก ช่วยแก้แผลเรื้อรัง ใช้เป็นยาถ่าย ยาระบาย ช่วยหล่อลื่นลำไส้ รักษาโรคที่เกี่ยวข้องกับกระเพาะอาหาร

1.2.7 มะค่าโมง



รูปที่ 2.7 ฝักของต้นมะค่าโมง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Afzelia xylocarpa* (Kurz) Craib.
 ชื่อสามัญ Makha Tree
 ชื่อวงศ์ Caesalpiniaceae

1. ลักษณะทั่วไป มะค่าโมงเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ ผลัดใบ มีความสูงระหว่าง 15-20 เมตร แตกกิ่งต่ำเรือนยอดเป็นพุ่มแผ่กว้าง ตามลำต้นมักเป็นครีบและมักจะมีปุ่มปมตั้งแต่ขนาดเล็กถึงขนาดใหญ่ เข้าใจว่าปุ่มนี้เกิดจากเซลล์มะเร็งที่ทำให้เกิดการพัฒนาผิดปกติไป เปลือกสีน้ำตาลอ่อนหรือชมพูอมน้ำตาลตาม หรือสีเทา มีรูระบายอากาศ

ใบ เป็นช่อเรียงสลับกัน ช่อใบยาว 18-29 เซนติเมตร ก้านช่อใบ ค่อนข้างสั้น ยาวประมาณ 2 เซนติเมตร บนแกนช่อใบมีใบย่อยขึ้น ตรงข้ามกันเป็นคู่ ๆ 3-5 คู่ ใบย่อย รูปไข่แกมรูปขอบขนาน กว้าง 2-5 เซนติเมตร ยาว 4-9 เซนติเมตร ก้านใบย่อยยาว 3-5 มิลลิเมตร ปลายใบมน มักจะเว้าตื้น ๆ ตรงกลาง โคนใบมนหรือหยักเว้าเข้าเล็กน้อย ใบคู่ล่างจะมีขนาดเล็กกว่าคู่ที่ถัดขึ้นไป

ดอก สีเขียวอ่อน แต้มสีแดงเรื่อ ๆ ออกเป็นช่อแตกแขนงที่ปลายกิ่ง ยาว 5-15 เซนติเมตร มีขนคลุมบาง ๆ ก้านดอกย่อยยาว 7-10 มิลลิเมตร ใบประดับรูปขอบขนานแกมรูปไข่ ยาว 6-9 มิลลิเมตร มีขนประปราย กลีบรองกลีบดอกติดกัน ส่วนบนแยกเป็นกลีบรูปขอบขนาน 4 กลีบ แต่ละกลีบซ้อนทับกัน กลีบยาวประมาณ 10-12 มิลลิเมตร กลีบดอกมีเพียงกลีบบนสุดเพียงกลีบเดียว ที่เจริญขึ้นเป็นกลีบดอก สีแดงเรื่อ ๆ หรือแดงอมชมพู ทรงเกือบจะเป็นแผ่นกลมยาวประมาณ 7-9 มิลลิเมตร ส่วนฐานสอดเข้าหากันเป็นก้านกลีบดอก ยาว 5-12 มิลลิเมตร เกสรเพศผู้มี 10 อัน ที่สมบูรณ์มี 7 อัน เป็นหมัน 3 อัน เกสรเพศเมีย 1 อัน ก้านเกสรแยกจากกันเป็นอิสระหรือติดกันเล็กน้อย ที่ฐานเกสรผู้ปลอม 3 อัน ค่อนข้างสั้น รังไข่ ยาวประมาณ 7 มิลลิเมตร มีขนคลุมติดอยู่บนก้านส่งยาวประมาณ 7 มิลลิเมตร ภายในมีช่องเดียว และมีไข่อ่อนมาก ออกดอกระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ - มีนาคม ฝักแก่ประมาณเดือนมิถุนายน - สิงหาคม

ผล เป็นฝักแบนรูปบรรทัดสั้น กว้าง 7-10 มิลลิเมตร ยาว 12-20 เซนติเมตร เปลือกหุ้มฝักแข็งมาก หนาประมาณ 5-7 มิลลิเมตร. เมื่อฝักแก่จะแตกออกเป็น 2 ซีก กว้าง 2-2.5 เซนติเมตร ยาว 2.5-4 เซนติเมตร หนา 0.8-1.2 เซนติเมตร เมล็ดแก่สีดำ มีเยื่อหนารูปถ้วย ยาวประมาณ 1.5 เซนติเมตร สีเหลืองสด ห่อหุ้มส่วนฐานของเมล็ด กลุ่มสมุนไพรรวมเรียกว่า “พินฤชี” ใช้เป็นยาสมุนไพรรักษา

ลักษณะเนื้อไม้ แก่นสีน้ำตาลอมเหลืองอ่อนถึงเหลืองแก่ เสี้ยนค่อนข้างสน เนื้อหยาบมีริ้วแทรก แข็ง เหนียว แข็งแรง และทนทาน เลื่อยค่อนข้างยาก ถ้าแห้งแล้วตบแต่งง่าย ชัดและชักเงาได้ดี ความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.85

2. ประโยชน์ของต้นมะค่าโมง ส่วนประกอบของต้นมะค่าโมงนำไปใช้ประโยชน์ได้มากมาย ดังนี้

เนื้อไม้ ใช้ทำเสา ทำไม้หมอนรองรางรถไฟ ใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ ทำเป็นพื้น อด ตง และเครื่องบน ได้ทนทานและแข็งแรงดี ทำเครื่องเรือน และไม้บุผนังที่สวยงาม ทำเรือใบเดินทะเล และไม้พื้นเรือ ทำไถ คราด ครก สาก กระเดื่อง ลูกทียบ ส่วนประกอบต่างๆ ของเกวียน และตัวถังรถ ใช้สำหรับกลึง แกะสลัก ทำพานท้ายและรางปืน กลอง โทณ รำมะนา ด้ามปากกา ปุ่มไม้มะค่ามีลวดลายสวยงามดี และราคาแพง ใช้ทำเครื่องเรือนและเครื่องใช้ชั้นสูง เฟอร์นิเจอร์ไม้มะค่าโมงได้รับความนิยมนสูง

เปลือก ให้น้ำฝาดชนิด Pyrogalol และ Catechol
เมล็ด เนื้อในเมล็ดอ่อนใช้รับประทานเป็นอาหารได้

1.2.8 สำโรง



รูปที่ 2.8 ฝักของต้นสำโรง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Sterculia foetida* L.
ชื่อสามัญ Bastard poom, Pinari
ชื่อวงศ์ Sterculiaceae

1. ลักษณะทั่วไป ไม้ต้นขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 30 เมตร ผลัดใบเรือนยอดรูปไข่ ถึงทรงกระบอก ลำต้นเปลาตรง โคนมีพูพอนต่ำๆ เปลือกเรียบสีน้ำตาลปนเทา

ใบ ใบประกอบรูปนิ้วมือ กางแผ่ออกจากจุดเดียวกันเรียงเวียนจากจุดเดียวกัน เรียงเวียน ตอนปลายกิ่ง ใบย่อย 5-7 ใบ รูปรีหรือรูปรีแกมรูปขอบขนาน กว้าง 3.5-6 เซนติเมตร ยาว 10-30 เซนติเมตร ปลายใบแหลม หรือมีติ่งแหลม โคนใบรูปลิ้ม แผ่นใบหนา ใบเกลี้ยง เส้นแขนงใบข้างละ 17-21 เส้น ก้านใบประกอบยาว 13-20 เซนติเมตร ก้านใบย่อยยาว 3-5 เซนติเมตร

ดอก สีแดงหรือสีแดง มีกลิ่นเหม็นมาก ออกรวมเป็นช่อ แบบช่อแยก แขนงที่ปลายกิ่ง หรือ ชอกใบ ปลายกิ่งช่อดอกยาว 10-30 เซนติเมตร กลีบเลี้ยง 5 กลีบ ปลายมันวาว ดอกบานเต็มที่ กว้าง 2-2.5 เซนติเมตร

ผล ผลแห้งแตกรูปไต เปลือกแข็งเหมือนไม้ สีแดงปนน้ำตาล ผิวมันและเกลี้ยงเมื่อแก่แตก เป็นสองซีกกว้าง 6-9 เซนติเมตร ยาว 8-10 เซนติเมตร เมล็ดสีดำมันรูปขอบขนาน กว้าง 3 เซนติเมตร ยาว 2.5 เซนติเมตร

2. ประโยชน์ของต้นลำโรง ฝักสมานแผลในกระเพาะ เปลือกใช้ ละลายเสมหะ เนื้อไม้เป็นไม้เนื้ออ่อน นำมาไสกบ และตกแต่งได้ง่าย จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้ทำเครื่อง เรือน หีบใส่ของ หูกทอผ้า ไม้จิ้มฟัน ก้านและกลักไม้ขีดไฟ และไม้อัดได้ ส่วนเปลือกสามารถนำมาใช้ ทำเชือกอย่างหยาบ ๆ ได้ น้ำมันจากเนื้อในเมล็ด ใช้ปรุงอาหารและจุดไฟ

1.2.9 ทางนกยูงดอกแดง



รูปที่ 2.9 ฝักของต้นทางนกยูงดอกแดง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.

ชื่อสามัญ Barbados Pride , peacock Flower

ชื่อวงศ์ : Leguminosae / Casalpi-niaceae

1. ลักษณะทั่วไป เป็นพรรณไม้พุ่ม ที่มีลำต้นขนาดเล็กและแตก กิ่งก้านสาขา เรือนยอดจะโปร่งกิ่งก้านสาขาที่ยังอ่อนอยู่เป็นสีเขียว ส่วนกิ่งที่แก่หรือเปลือกของต้นจะเป็นสีน้ำตาลเข้ม ลำต้นสูงประมาณ 3-4 เมตร เป็นไม้ใบรวมออกใบเป็นแผงซึ่งแผงๆหนึ่งมีใบย่อยอยู่ หลายคู่ แต่ละคู่จะตรงข้ามกัน และใบย่อยตรงส่วนปลายจะไม่มีคู่ ลักษณะใบย่อยจะกลมมน ปลายใบมน แต่โคนใบแหลมออกเรียงกันเป็นคู่ๆ ตามก้านใบ ก้านใบก้านหนึ่งจะมีใบย่อยอยู่ราวๆ 8-12 คู่ ขนาดของใบย่อย กว้างประมาณ 0.5 นิ้ว ยาว 1 นิ้ว มีสีเขียว ออกดอกเป็นช่ออยู่ตามปลายกิ่ง หรือส่วน

ยอดของต้น ช่อดอกจะยาวเกือบ 1 ฟุตได้ ดอกของหางนกยูงมีอยู่หลายสีเช่น แดง เหลือง ชมพู ส้ม มีอยู่ 5 กลีบ ดอกบานเต็มที่ราวๆ 1-1.5 นิ้ว ขอบของกลีบจะยับย่นเป็นเส้นลอนสีเหลือง เกสรอยู่กลางดอก เป็นเส้นงอนยาวโผล่พ้นเหนือดอกออกมา ลักษณะของผลเป็นฝักแบน และมีเมล็ดอยู่ภายในมาก เป็นพรรณไม้กลางแจ้งที่ชอบแสงแดดจัด ปลูกง่ายและขึ้นง่าย ปลูกได้ในดินทุกชนิดและยังทนทานอีกด้วย ต้องการน้ำและความชื้นปานกลาง

2. ประโยชน์ของต้นหางนกยูงดอกแดง รากของต้น ดอกสีแดง
ปรุงเป็นยารับประทานขับประจำเดือน

1.2.10 แดง



รูปที่ 2.10 ฝักของต้นแดง

ชื่อวิทยาศาสตร์ *Xylia xylocarpa* (Roxb.)

ชื่อสามัญ : Iron wood, Jamba, Pyinkado, Irul.

ชื่อวงศ์ *Mimosaceae*

1. ลักษณะทั่วไป ไม้แดง เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงจนถึง 25 เมตร แต่บางครั้งอาจสูงถึง 30 -37 เมตร ลำต้นค่อนข้างเปลา ตรง หรือเป็นปุ่มปม เรือนยอดรูปทรงกลม หรือแก่งก้าง ไม้ค่อนข้างอ่อน สีเขียวอมแดง เปลือกเรียบสีเทาอมแดง ตกสะเก็ด ออกเป็นแผ่นกลมบาง ๆ รอบลำต้น เมื่อสับเปลือกทิ้งไว้จะได้ชั้นสีแดง ยอดอ่อนมีขนสีเหลืองปกคลุม

ใบ เป็นช่อแบบขนนกสองชั้น ก้านใบยาว 2 -7 เซนติเมตร ช่อใบยาว 10 -22 เซนติเมตร แต่ละช่อมีใบย่อย 4-5 คู่ ใบย่อยรูปไข่ หรือรูปไข่แกมรูปขอบขนาน แผ่นใบมักจะเบี้ยว มีขนาดไม่เท่ากัน กว้าง 3-7 เซนติเมตร ยาว 7-20 เซนติเมตร ปลายใบแหลมมน ฐานใบมักจะเบี้ยว ใบแก่ไม่มีขนปกคลุม หรืออาจจะมีขนประปรายด้านท้องใบเล็กน้อย ก้านใบย่อยยาว 2-4 มิลลิเมตร

ดอก สีเหลือง ขนาดเล็ก ขึ้นอัดกันแน่นบนช่อกลมเดี่ยว ๆ หรือแตกกิ่งก้าน หรือขึ้นเป็นกลุ่มๆ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแต่ละช่อประมาณ 1.4 เซนติเมตร ก้านช่อดอกยาว 2-5 เซนติเมตร มีขนปกคลุมประปราย กลีบรองกลีบดอกเชื่อมติดกันคล้ายรูปประฆัง ตรงปลายแยกออกเป็น 5 กลีบ มีขน

สีเหลืองปกคลุม กลีบดอก 5 กลีบติดกันเล็กน้อยที่บริเวณฐาน เกสรเพศผู้มี 10 อัน แยกจากกันเป็นอิสระยื่นออกมานอกดอก ดอกจะออกมาพร้อมกับใบอ่อนระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ อาจถึงมีนาคม

ผล เป็นฝักแบน รูปขอบขนานรียาวและโค้งงอที่ส่วนปลาย ฝักแข็งยาวประมาณ 7 – 10 เซนติเมตร สีน้ำตาลอมเทา ผิวเรียบ ไม่มีขนปกคลุม ไม่มีก้าน เมื่อฝักแก่จะแตกออกเป็น 2 ซีก ผนังของฝักที่แตกมักจะม้วนบิดงอ ฝักจะแก่ประมาณเดือนตุลาคมถึงธันวาคม

เมล็ด แบนเรียวยาวแหลม ยาวรี หรือเกือบกลมยาว 0.4–0.7 นิ้ว กว้าง 0.35–0.5 นิ้ว มีสีน้ำตาลเป็นมัน เปลือกหุ้มเมล็ดแข็ง พอปประมาณ เมล็ดถ้าสมบูรณ์ดีจะงอกทันที แม้จะเก็บไว้เป็นระยะ 1 ปี ก็ยังคงงอกได้ดีเหมือนเดิม ฝักหนึ่งจะมีเมล็ดจำนวนหลายเมล็ด

ลักษณะเนื้อไม้ มีสีแดงเรื่อ ๆ หรือสีน้ำตาลอมแดง เสี้ยนเป็นลูกคลื่นหรือมักสน เนื้อละเอียดพอประมาณ มีความแข็งแรง เหนียวและทนทานมาก เลื่อย ไสกบตบแต่งได้เรียบร้อย ชัดซึกเงาได้ดี ความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.18 ความทนทานตามธรรมชาติ ตั้งแต่ 10 – 18 ปี การอบน้ำยาไม้อาบได้ยาก

2. ประโยชน์ของต้นแดง แดงเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจที่สำคัญ

ชนิดหนึ่งของไทย มีการนำมาใช้ประโยชน์กันมาก คือ

เนื้อไม้ ไม้แดงเป็นไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติเกินกว่า 10 ปี คือตั้งแต่ 10- 18 ปี เฉลี่ยประมาณ 15.9 ปี เนื้อไม้ค่อนข้างแข็งแรง ทนทานต่อการกระแทกสูง การใช้ประโยชน์เนื้อไม้จึงใช้ในการก่อสร้างอาคารบ้านเรือน เช่น ใช้ทำเสา รอด ตง ช่อ กระดานพื้น ไม้ปาร์เก้ ฝา ฯลฯ ได้แข็งแรง และทนทานดี ทำเรือข้างกระดาน เรือใบ เรือสำเภา คันไถ คราด ครก สาก กระเดื่อง ทำลูกทียบ ส่วนต่างๆของเกวียน ทำสะพาน หมอนรางรถไฟ ด้ามเครื่องมือ ทำหูกและกระสวย ไม้คาน ด้ามหอก ไม้สำหรับกลึง แกะสลัก เครื่องเรือนและไม้บุผนังที่สวยงาม ส่วนฝักที่แห้งนำมาเผาถ่านได้

แก่น ใช้ผสมยาแก้ทางโลหิต และโรคภัย เห็นที่เกิดจากไม้แดง แก้วพิษ โลหิตและอาการปวดอักเสบของฝี ต่างๆ ดับพิษ ไข้กาฬ

เปลือก มีรสฝาด ใช้สมานธาตุ

ดอก ผสมยาแก้ไข บำรุงหัวใจ

เมล็ด นำมารับประทานได้

2. ถ่าน

ผลผลิตถ่านสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าที่หลายท่านเข้าใจกัน เพียงแต่นำไปใช้เพื่อเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนเท่านั้น ในประเทศจีน เกาหลี และญี่ปุ่น ซึ่งมีเทคโนโลยีการผลิตถ่านอย่างล้ำหน้า จะสามารถผลิตถ่านขาวหรือ White Charcoal เพื่อใช้ถ่านขาว ในเชิงเพื่อสุขภาพ โดยเฉพาะ เช่น ใช้ถ่านขาวใส่ลงในกาต้มน้ำร้อนเพื่อทำน้ำแร่ เพราะถ่านชนิดนี้จะละลายแร่ธาตุต่าง ๆ ออกมาเพิ่มคุณภาพ และรสชาติของน้ำร้อน ใช้ซังกาแพ หรือจะใช้ผสมเหล้าวิสกี้ ก็จะได้รสชาติที่นุ่มละมุน นี่เป็นตัวอย่างการใช้ถ่านแบบพิเศษในต่างประเทศ ในบ้านเรา ผลผลิตถ่านส่วนใหญ่จะเป็นถ่านดำ ที่ผลิตภายใต้อุณหภูมิต่ำ ซึ่งไม่เหมาะจะนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง บั้ง- ย่างอาหาร แต่ถ่านดำได้เปรียบกว่าถ่านบริสุทธิ์ตรงที่ ผลิตได้จำนวนมากกว่า ซึ่งเหมาะแก่การนำไปใช้ทำเชื้อเพลิงอื่น ๆ ที่ไม่เป็นการประกอบอาหารโดยตรง เช่น ใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทนเชื้อเพลิงถ่านหินชนิดต่าง ๆ ซึ่ง

มักจะมีค่ามลพิษที่สูงมาก แต่อย่างไรก็ดี ถ่านดำที่ผลิตด้วยอุณหภูมิสูงที่เราเรียกว่า ถ่านบริสุทธิ์นั้น หากมีปริมาณผลผลิตที่มากพอและคงที่ ก็สามารถนำไปใช้ประโยชน์หลากหลายทั้งในครัวเรือน และระดับอุตสาหกรรมได้ (ธนวัฒน์ นวัตกรรม, 2553)

2.1 คุณสมบัติของถ่าน เรานำคุณสมบัติของถ่านมาใช้ประโยชน์ในแต่ละด้านดังนี้

2.1.1 การใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม ถ่านบริสุทธิ์ จะนำมาเป็นวัตถุดิบในด้านอุตสาหกรรมการผลิตสารเคมี เช่น คาร์บอนไดซัลไฟด์ (Carbondisulfide) โซเดียมไซยาไนด์ (Sodium Cyanide) ซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon Carbide) หรือถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เป็นต้น ถ่านกัมมันต์ที่ได้จากถ่านไม้ ที่มีค่าคาร์บอนเสถียรสูง (High Fixed Carbon) ใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอีกหลากหลาย อาทิใช้ในระบบกรอง และบำบัดอุตสาหกรรมน้ำดื่ม ระบบผลิตน้ำประปา ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นต้น นอกจากนี้ ยังใช้ประโยชน์จากคาร์บอนในอุตสาหกรรมโลหะ หรือใช้ใช้ถ่านเพื่อเพิ่มคุณสมบัติของปูนซีเมนต์ ให้แข็งตัวช้า และมีความแข็งแรงยิ่งขึ้น ฯลฯ

2.1.2 การใช้ประโยชน์ในครัวเรือน คุณสมบัติในการดูดซับกลิ่นและความชื้นของถ่าน เป็นที่รับรู้กันดีแล้วสำหรับทุกคน แต่ในต่างประเทศ อุตสาหกรรมผลิตเครื่องประดับจากถ่าน เพื่อใช้ประโยชน์ในบ้านเรือนได้รับความนิยมมาก คนญี่ปุ่น เป็นตัวอย่างของผู้ที่มองเห็นคุณประโยชน์ของถ่านอย่างชัดเจน การใช้ถ่านเพื่อทำหน้าที่ลดกลิ่นในห้องปรับอากาศ มีประสิทธิภาพที่ดีมาก ในห้องแอร์ ในที่ทำงานหรือในรถ โดยเฉพาะในที่ที่มีผู้สูบบุหรี่หรืออาจจะมีเชื้อจุลินทรีย์ ควรนำถ่านไม้ไปวางดักไว้ที่ช่องดูดอากาศกลับของเครื่องดูดอากาศ ภูพูนและจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ในถ่านไม้ จะดูดซับกลิ่นและเชื้อโรคต่าง ๆ เอาไว้ ช่วยลดกลิ่นไม่พึงประสงค์ได้อย่างดี หรือจะใช้ถ่านเพื่อการบำบัดน้ำเสียจากครัวเรือน ก่อนปล่อยสู่ท่อระบายสาธารณะ ก็ยังเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

2.1.3 การใช้ประโยชน์ในการเกษตร ในภาคการผลิตเชิงเกษตร การนำถ่านไม้มาใช้ประโยชน์ นับว่ามีคุณค่าที่น่าสนใจไม่น้อย เนื่องจากว่าถ่านมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นพิษภัยต่อพืชและสัตว์ จึงสามารถใช้ทดแทนสารเคมีราคาแพงได้อย่างกว้างขวางและมีประสิทธิภาพไม่แพ้กัน มีการนำถ่านมาใช้ประโยชน์ ดังนี้

1. ใช้เป็นสารปรับปรุงดิน ถ่านไม้จะมีภูพูนมากมาย เมื่อใส่ถ่านปนลงในดิน จะช่วยปรับสภาพดิน นำไปใช้เพื่อให้ผักผลไม้จะยังคงสดอยู่ได้นานถึง 17 วัน โดยไม่เสียหายหรือสุกอม ปัจจุบันได้มีการนำผงถ่านกัมมันต์ผสมลงในกระต๊อบที่ใช้ทำกล่องบรรจุผลผลิต

2. ถ่านแกลบหรือถ่านขานอ้อย ใช้ทดแทนแกลบรองพื้นคอกสัตว์ซึ่งราคาถูกและหาง่ายพอ ๆ กัน เพื่อหลีกเลี่ยงความร้อนและก๊าซต่าง ๆ อันเป็นสาเหตุหนึ่งของอาการเครียดในสัตว์ ส่งผลให้สุขภาพและผลผลิตจากปศุสัตว์ มีคุณภาพดีขึ้น

3. ใช้ผสมอาหารสัตว์ นำผงถ่านผสมในอาหารสัตว์ด้วยอัตราส่วนเพียง 1 % ถ่านจะช่วยดูดซับก๊าซ ในกระเพาะและลำไส้ ช่วยลดอาการท้องอืด เนื่องจากปริมาณน้ำ ในอาหารสูงเกินได้ โดยไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์

4. ปรับปรุงคุณภาพแหล่งน้ำ โดยนำถ่านไม้ใส่กระสอบ (ในปริมาณที่สอดคล้อง กับประมาณแหล่งน้ำ) วางไว้ที่ก้นบ่อ และจัดให้มีการไหลเวียนน้ำ บริเวณกระสอบถ่านนั้น เศษอินทรีย์วัตถุต่างๆในน้ำ จะถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ ที่อยู่ในภูพูนของถ่าน ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพระบบบำบัดน้ำ ในบ่อเลี้ยงปลาหรือกึ่งได้เช่นกัน ในประเทศญี่ปุ่นมีการใช้ประโยชน์จากถ่านไม้และน้ำส้มควันไม้กันอย่างเป็นล่ำเป็นสัน จนถือว่าถ่านเป็นวัสดุปรับปรุงดินที่ดีเยี่ยม มีปริมาณการใช้ในภาค

เกษตรไม่น้อยกว่า ปีละ 50,000 ตัน ทำให้ดินร่วนซุย อุ่มน้ำได้ดี ขึ้นส่งผลให้รากพืชขยายตัวอย่างรวดเร็ว ช่วยลดการใช้ปุ๋ย เพราะสมบัติต่าง ๆ ของจุลธาตุ ที่มีอยู่หลายชนิดในแท่งถ่าน จะเป็นประโยชน์ให้แก่พืชที่ปลูก

5. ถ่านที่นำมาใช้ปรับปรุงดินควรเป็นเศษถ่าน ขนาดไม่เกิน 5 มิลลิเมตร โดยอาจจะเป็นถ่าน แกลบหรือถ่านขานอ้อย แต่ควรระวังซีลีไฟ ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างสูง เพราะพืชก็ไม่ชอบดินที่มีค่าเป็นด่างสูง ควรรักษาความเป็นกรดต่างของดินไว้ที่ pH 6.0 – 6.8

6. ช่วยรักษาผลผลิตให้สดนานขึ้น ผัก และผลไม้จะมีกลิ่น การผลิตก๊าซเอทิลีน (Ethylene) เพื่อทำให้ตัวเองสุก เราสามารถรักษาผลผลิตให้สดนานขึ้น โดยใส่ผงถ่านลงไปในกลุ่มบรรจุ เพื่อดูดซับก๊าซดังกล่าว

2.2 กระบวนการผลิตถ่าน องค์ประกอบที่สำคัญของถ่าน คือ คาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน กำมะถัน และความชื้น ทฤษฎีการผลิตถ่านใช้หลักการในการสรุปดังนี้

2.2.1 การคายความชื้น (Dehydration) การคายความชื้นของไม้ ต้องการพลังงานความร้อนจากภายนอก ฉะนั้น การทำถ่านไม้แบบใช้เตาเผา (Kiln) จึงจำเป็นต้องใช้ความร้อนโดยการจุดไฟโดยใช้เศษไม้แห้ง หรือน้ำมันเบนซินที่หน้าเตาหรือช่องไฟ เพื่อที่จะทำให้บางส่วนของไม้ที่จะทำถ่าน เกิดการสันดาปอย่างสมบูรณ์ และเกิดความร้อนเพียงพอ ที่จะไล่ความชื้นออกจากไม้ ส่วนที่ยังไหม้ การใช้ความร้อนในระยะแรกนี้ ใช้เวลาเพียงใด สังเกตได้จากอุณหภูมิหรือควัน ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้หรือสันดาปในภาวะที่อากาศเกินพอ จนอุณหภูมิของไม้ในบริเวณที่ติดไฟเพิ่มขึ้น ประมาณ 500–600 องศาเซลเซียส หรือเมื่อเกิดควันสีน้ำเงินปนขาว เมื่อเห็นว่าความร้อนเพียงพอจึงเริ่มกำจัดอากาศ เพื่อมิให้เกิดการสันดาปอีกต่อไป โดยลดช่องอากาศเข้าให้น้อยลง จะทำให้อุณหภูมิตกลงมาอย่างรวดเร็วประมาณ 100-200 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นระดับอุณหภูมิที่เพียงพอที่ทำให้ความชื้นระเหยไปจากไม้

ความร้อนในระยะแรกนี้ ทำให้ความชื้นค่อยๆ ระเหยออกจากไม้ เช่นเดียวกับการไหม้และทำให้สารที่ระเหยได้เร็วในไม้บางชนิด ระเหยออกไปได้บ้าง อย่างไรก็ตาม ในระยะนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการคายน้ำที่ดูดซับในช่องว่างของเซลล์ (free water = น้ำอิสระ) และน้ำที่อยู่ในผนังเซลล์ (bound water = น้ำจับ) เท่านั้น จะไม่มีน้ำที่เกิดจากการสลายตัวของโครงสร้างไม้เจือปนออกมาเลย เวลาที่ใช้ในการคายความชื้นในระยะนี้ จะเร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของไม้เบื้องต้น ขนาดของพืน และคุณสมบัติเฉพาะ ในการแห้งของไม้ชนิดนั้น จะเห็นได้ว่า การผึ่งไม้ให้มีความชื้นน้อยลงก่อนเผา จะช่วยลดระยะเวลาในการเผาถ่านลง และช่วยประหยัดไม้พืนหน้าเตาด้วย ซึ่งถ้าระยะเวลาการคายความชื้นของไม้มากขึ้น เป็นเหตุให้ผลผลิต (yield) ของถ่านต่ำลง

2.2.2 การลดปริมาณความชื้น เนื่องจากเชื้อเพลิงที่ได้ ยังมีปริมาณความชื้นสูง ดังนั้น จึงต้องนำไปทำการลดความชื้นให้เหลือไม่เกินร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก และเพื่อทำให้เชื้อเพลิงแข็งแรง ซึ่งวิธีที่ง่ายและถูกที่สุด สำหรับการทำให้แห้งก็คือ การนำไปผึ่งแดดประมาณ 3-4 วัน แต่หากใช้เตาอบ ก็จะช่วยลดระยะเวลาในการอบความร้อนให้สั้นลง นอกจากนี้ เราอาจใช้ความร้อนจากเตาอบลดความชื้นจากถ่านให้แห้ง ข้อความระวัง สำหรับวิธีนี้ ก็คือต้องรักษาอุณหภูมิในเตาอบ ไม่ให้สูงเกินกว่าที่ทำให้ถ่านลุกไหม้ สำหรับเวลาที่ใช้ในการอบลดความชื้น จะขึ้นอยู่กับ ปริมาณความชื้นของ

ส่วนผสม และชนิดของเตาอบที่ใช้โดยถ่าน ที่ผ่านการลดความชื้นจนอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดแล้ว ก็จะทำให้การบรรจุเพื่อส่งจำหน่าย

2.2.3 การเกิดเป็นถ่าน (carbonization) หลังจากที่มีความชื้น ออกไปจากไม้หมดแล้ว อุณหภูมิจะเริ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยแบ่งออกเป็น 4 ระยะ

1. อุณหภูมิไม่เกิน 200 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิใกล้ 200 องศาเซลเซียส พวกสารแทรกที่ระเหยได้บางชนิดจะถูกไล่ออกไป พร้อมทั้งเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ กรดฟอร์มิก และ กรดอะซิติก บ้างเล็กน้อย เนื่องจากลิกนินและเฮมิเซลลูโลสแตกตัว แต่ปริมาณยังน้อยอยู่ไม่เกิน 5 เปอร์เซ็นต์

2. อุณหภูมิ 200–280 องศาเซลเซียส ปฏิกิริยาช่วงนี้ ลิกนิน และเฮมิเซลลูโลสแตกตัวมากขึ้น เมื่ออุณหภูมิใกล้ 280 องศาเซลเซียส เซลลูโลสเริ่มแตกตัวได้ก๊าซต่างๆ ดังกล่าว ไม้เริ่มจะกลายเป็นถ่านอย่างช้า ๆ โดยปฏิกิริยาการดูดความร้อน (endothermic reaction) จึงต้องการความร้อนจากภายนอกเข้ามาช่วย

3. อุณหภูมิ 200–500 องศาเซลเซียส องค์ประกอบของไม้ ที่เกิดการสลายตัวอย่างรวดเร็ว เรียกว่า ปฏิกิริยาการคายความร้อนออก (exothermic reaction) เกิดก๊าซต่างๆ หลายชนิดที่สามารถกลั่นและเก็บไว้ใช้ประโยชน์เป็นผลพลอยได้ เช่น น้ำมันดิบ กรดไฟโรลิกเนียส และ สารละลายน้ำได้อื่นๆ ส่วนของแข็งที่เหลือจะเปลี่ยนสภาพโดยการจับตัวใหม่ของคาร์บอนกลายเป็นโครงสร้างใหม่คล้ายแกรไฟท์ ซึ่ง เรียกว่า “ถ่าน”

4. อุณหภูมิสูงกว่า 500 องศาเซลเซียส ก่อนที่ไม้จะกลายเป็นถ่านหมด ไม้ส่วนนอก หรือผิวนอกซึ่งกลายเป็นถ่านแล้ว จะทำปฏิกิริยากับก๊าซที่ซึมออกจากภายนอก เกิดปฏิกิริยาการรวมตัวของก๊าซต่างๆ เพิ่มขึ้นอีก (เกิดปฏิกิริยาซ้ำ) คือ ส่วนที่กลายเป็นถ่านแล้วก็เกิดการสลายตัวไปอีกบางส่วน จะทำให้ผลผลิตของถ่านต่ำลง ซึ่งปฏิกิริยาช่วงนี้สำคัญมาก ตามทฤษฎีถ้าควบคุมอุณหภูมิไม่ให้สูงกว่า 500 องศาเซลเซียส จะได้ผลและคุณภาพของถ่านสูง เนื่องจากการควบคุมไม่ให้เกิดปฏิกิริยาซ้ำของถ่านในส่วนที่กลายเป็นถ่านไป การที่จะทราบว่าการเผาถ่านจะเกิดปฏิกิริยาซ้ำหรือไม่ให้สังเกตจากควัน ถ้าเป็นควันขาวหนาพุ่งออกจากปล่องเป็นจำนวนมาก แสดงว่าเกิดปฏิกิริยาการกลั่นทำลายที่สมบูรณ์โดยควันขาวดังกล่าว จะประกอบด้วยก๊าซต่างๆ รวมทั้งไอน้ำมากมาย แต่ถ้าเกิดปฏิกิริยาซ้ำ จะเห็นควันเป็นสีฟ้าอ่อนจางๆ สมควรจะต้องปิดโดยเร็ว (ชุกิจ ว่องไว , นัทธิชัย พวงประดิษฐ์, 2531)

2.2.4 การปล่อยให้เย็น (cooling) เมื่อไม้เกิดปฏิกิริยาการกลั่นทำลายอย่างสมบูรณ์ และกลายเป็นถ่านอย่างทั่วถึงอุณหภูมิในเตาเริ่มสูงกว่า 500 องศาเซลเซียสอย่างรวดเร็วเพราะเกิดปฏิกิริยาซ้ำ

2.2.5 คุณลักษณะที่เปลี่ยนไปเมื่อไม้กลายเป็นถ่าน เมื่อไม้กลายเป็นถ่านคุณสมบัติของไม้จะเปลี่ยนไปอย่างมาก สีของไม้จากสีธรรมชาติจะกลายเป็นสีดำ น้ำหนักจะเบา ขนาดจะเปลี่ยนไป ลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นเป็นลักษณะทางกายภาพ จะมีการเปลี่ยนแปลงไปเมื่อไม้กลายเป็นถ่าน ซึ่งพอจะกล่าวได้ดังนี้

1. สีธรรมชาติกลายเป็นสีดำ
2. น้ำหนักหรือมวลจะหายไปประมาณ 60 – 67 เปอร์เซ็นต์

3. เมื่อไม้กลายเป็นถ่าน จะมีรูพรุนเพิ่มขึ้น
 4. ไม้เป็นฉนวนที่ดี แต่ถ่านเป็นตัวนำไฟฟ้าได้ดีกว่า
 5. การหดตัวของถ่านจะมีทั้งด้านสัมผัส ด้านรัศมี และด้านยาว แต่ด้านยาวจะมีการหดตัวมากที่สุด

6. ลักษณะทางกายวิภาค จากไม้เมื่อกลายเป็นถ่าน ส่วนมากยังคงเดิม พอที่จะวินิจฉัยได้ว่าถ่านชนิดนี้มาจากไม้ชนิดใด

7. ความหนาแน่น ความหนาแน่นของไม้จะเปลี่ยนไปเมื่อกลายเป็นถ่าน คือ ความหนาแน่นน้อยลงจากไม้ธรรมชาติ

8. เมื่อไม้กลายเป็นถ่าน จะมีรูพรุนมากขึ้น ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะของถ่านอันนี้จะนำไปใช้ดูดสีหรือกลิ่นในโรงงานอุตสาหกรรม

2.2.6 คุณสมบัติที่ดีของถ่านไม้ ถ่านไม้ คือ ผลผลิตที่ได้จากหลังจากไม้ถูกสลายตัวด้วยความร้อน และมีคุณสมบัติแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะตัวของไม้แต่ละชนิด ถ่านไม้ที่ดีควรมีคุณสมบัติดังนี้

1. มีคว้นน้อยในขณะนำไปใช้งาน
2. ไม่มีการแตก หรือระเบิดขณะจุดติดไฟ
3. มีความแกร่ง
4. หักถ่านดูรอยหัก ต้องมีความมันวาว
5. เวลาเคาะมีเสียงดังกังวาน
6. มีความหนาแน่นสูง
7. มีค่าความร้อนสูง

2.3 ลักษณะการผลิตถ่าน การเผาถ่าน ส่วนใหญ่แล้วมีกระบวนการผลิตที่ไม่ซับซ้อนมากนัก และสถานประกอบการหลายแห่งมีลักษณะการผลิตที่คล้ายคลึงกัน การเผาถ่านจึงมีมากมายหลายแบบ จำแนกตามลักษณะกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน ได้แก่

2.3.1 การเผาถ่านแบบเตาลาน เป็นการผลิตถ่านไม้แบบดั้งเดิมที่มีมายาวนาน การเผาถ่านกลางแจ้งด้วยวิธีดังกล่าวจะเรียกว่าเตาลาน โดยวางกองไม้สำหรับเผาถ่านบนพื้นลานโล่ง มีไม้หมอนรองรับเพื่อเปิดช่องอากาศถ่ายเทใต้กองไม้ที่จะเผาเป็นถ่าน โดยใช้ซี่เสื่อ หรือแกบลคลุมกองไม้เพื่อควบคุมอากาศในการเผาไม้ให้เป็นถ่าน การเผาถ่านด้วยเตาลานแต่ละครั้งสามารถเผาถ่านได้เป็นปริมาณมากตามขนาดที่กองไม้ ขั้นตอนการผลิตถ่านด้วยเตาลานมีดังนี้

1. การขุดหลุมดิน เพื่อเตรียมพื้นที่ให้มีความเหมาะสมกับปริมาณไม้ที่จะนำมาเผาให้เป็นถ่าน
2. การกองไม้ เริ่มจากวางไม้เพื่อเป็นฐานรองรับกองไม้ที่จะเผา แล้วนำไม้ที่จะเผาวางซ้อนให้สูงขึ้น สำหรับเตาลานสั้น สูง 2 เมตร ยาวประมาณ 4 เมตร ส่วนเตาลานยาวสูง 3 เมตร ยาวประมาณ 12 เมตร โดยปักหลักไม้ค้ำยันรับหัว-ท้ายของกองไม้ จากนั้นยกแผงด้านข้างกองไม้ทั้งสองด้านโดยปักหลักไม้ค้ำยันไว้ด้วย

3. การกลบซีลี้อยปิดเตา เป็นการควบคุมอากาศภายในเตา โดยการ ใช้ซีลี้อยเก่า หรือแกลบเก่ากลบไว้ด้านข้าง ส่วนซีลี้อยหรือแกลบใหม่ที่มีความชื้นมากกว่าให้นำมากลบ ด้านบนหนาประมาณ 20 เซนติเมตร

4. การจุดไฟเผาถ่าน โดยการเจาะรูบริเวณหัวเตาลานด้านล่าง เปิด ช่องไว้ เพื่อเป็นช่องใส่ไฟ มักใช้ไม้ยางพาราเป็นเชื้อเพลิง พร้อมเจาะรูเปิดช่องซีลี้อยที่กลบไว้ทั้งสองข้าง ของหัวเตาลาน ไฟจะเริ่มติดลามเผาถ่านไม่ให้เป็นการถ่านจากหัวเตาไปท้ายเตา ในระหว่างนี้ต้องเจาะรูเปิด ช่องซีลี้อยที่กลบไว้ด้านล่างตามไปด้วย โดยสังเกตเปลวไฟหรือควันที่ปรากฏด้านบนของถ่านไม่เป็น ระยะ ๆ บริเวณที่เผาเสร็จแล้วถ่านจะยุบตัวลงไปครึ่งหนึ่ง

5. การปิดเตา สำหรับบริเวณที่เผาไม้จนกลายเป็นถ่านแล้วให้กลบปิด ช่องซีลี้อยที่เจาะรูไว้ ซึ่งจะทยอยปิดช่องนี้จากหัวเตาไปท้ายเตา พร้อมกับฉีดน้ำรดเตาเข้า-เย็น เพื่อ ควบคุมการเผาถ่านและป้องกันไฟลุกไหม้ สุดท้ายเมื่อจะดับไฟในเตาทั้งหมดจะใช้เหล็กแหลมยาวแทง ด้านบนเตาเป็นระยะ ๆ พร้อมกับฉีดใส่ น้ำ ตามลงไป

6. การเก็บถ่าน สำหรับเตาลานสั้นจะเก็บถ่านออกพร้อมกัน โดยใช้ เวลาในการเผาถ่านประมาณ 7 วัน ได้ถ่านประมาณ 120-130 กระสอบ ส่วนเตาลานยาวจะทยอย เก็บถ่านจากหัวเตาไปท้ายเตา โดยใช้เวลาในการเผาถ่านประมาณ 1 เดือน ได้ถ่านประมาณ 350-400 กระสอบขั้นตอนการเผาถ่านด้วยเตาลานแสดงได้ดังนี้

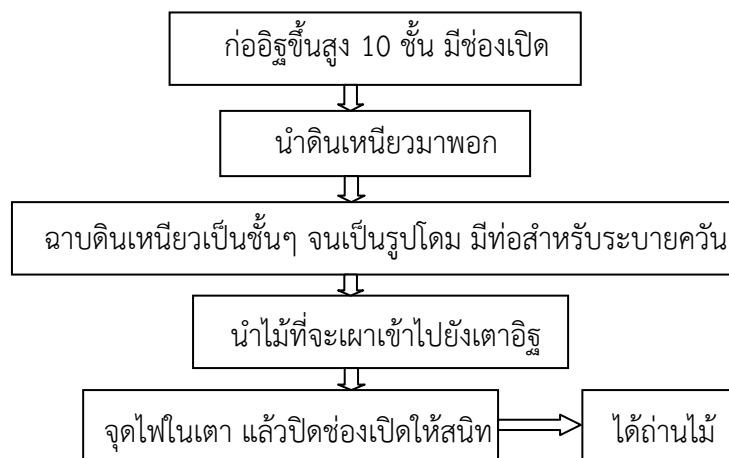


รูปที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการเผาถ่านด้วยเตาลาน

2.3

.2 การเผาแบบเตาอิฐ

เตาอิฐ ส่วนใหญ่จะมีไว้เพื่องานอุตสาหกรรม เนื่องจากผลิตถ่านได้มากกว่าเตาดินธรรมดา แต่การลงทุนก่อสร้างเตาจะสูง เพราะต้องใช้อิฐจำนวนมากก่อเป็นรูปเตา นอกจากนี้เมื่อก่ออิฐแล้วต้องใช้ดินเหนียวเป็นตัวประสานก้อนอิฐให้ติดกันเป็นรูปทรง ของเตา การก่อสร้างเตาอิฐจะไม่ใช้ปูนซีเมนต์ ความร้อนจะทำให้เตาเผาถ่านแตกหรือร้าวได้ แต่หากใช้ ดินเหนียวแทนปูนซีเมนต์ เมื่อเตาร้อนดินเหนียวจะยึดหยุ่นได้ดีกว่า รอยร้าวหรือรอยแตกก็จะ มีน้อย อายุการใช้งานของเตาจะนานยิ่งขึ้น ขั้นตอนการเผาถ่านด้วยเตาอิฐ มีดังนี้



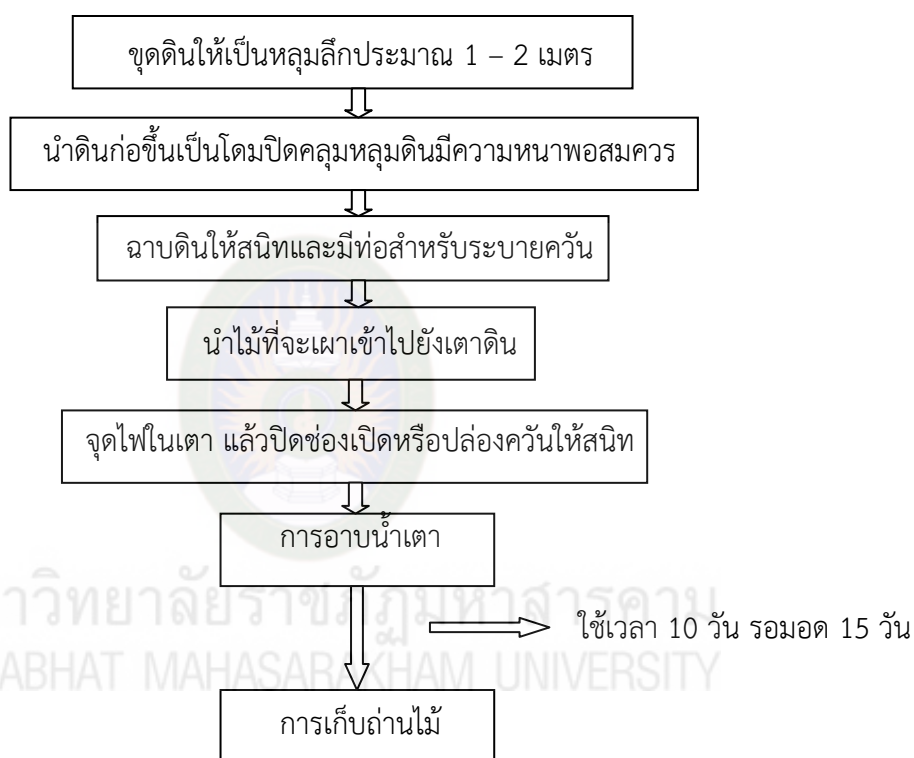
รูปที่ 2.12 แสดงขั้นตอนการเผาถ่านด้วยเตาอิฐ

2.3.3 การเผาแบบเตาดินเหนียว เตาดินเหนียว จะเป็นเตาเผาถ่านที่มีการลงทุนก่อสร้างต่ำมาก ไม่มีค่าวัสดุอุปกรณ์มากมายนัก ไม่ต้องใช้ซีเมนต์ หรือแกลบกลบ ลงบนกองไม้ การก่อสร้างเตา จะใช้ดินเหนียวที่หาได้ตามพื้นที่ต่างๆ คุณภาพถ่านที่ได้ถือว่าดี แต่ปัจจุบันมีการพัฒนาเนื้อดินสำหรับการนำมาก่อเป็นเตา ที่มีลักษณะเฉพาะตามภูมิปัญญาชาวบ้าน ที่คิดค้นสูตรการผสมดินให้มีประสิทธิภาพในการควบคุมความร้อนของเตาได้เป็นอย่างดี ขั้นตอนการเผาถ่านแบบเตาดินเหนียวมีดังนี้

1. การขุดหลุมดิน เพื่อให้การเผาถ่านได้ปริมาณมากและไม่ทำให้เสียพื้นที่การผลิตถ่าน รวมทั้งทำให้การเผาไหม้ดียิ่งขึ้น ผู้ประกอบกิจการบางรายจะทำการขุดหลุมลงไปประมาณ 1-2 เมตร สำหรับนำไม้ไปกองรวมกันไว้ก่อน
2. ทำการก่อเตาด้วยดินเหนียวให้สูงขึ้นจากพื้น ประมาณ 1 เมตร ในลักษณะเป็นโดม โดยจะต้องทำการพอกตัวเตาให้มีความหนาของดินเหนียวในระดับหนึ่งและต้องพอกให้มีความหนาที่เหมาะสม
3. การเรียงไม้ นำท่อนไม้เข้าไปในเตาดินเหนียวที่ได้เปิดช่องของเตาไว้ สำหรับใส่ไม้ให้เต็มเตา โดยปักไม้เรียงแนวอนซ้อนทับกัน ส่วนเศษปลายไม้ท่อนเรียงแนวตั้ง
4. การจุดไฟเผาถ่าน ใช้เศษไม้เป็นเชื้อไฟทางช่องใส่ไฟ ใช้เวลาในการสุมไฟ 5-6 วัน เมื่อไม้ในเตาติดไฟแล้วทำการปิดช่องใส่ไฟด้วยดินเหนียวผสมน้ำและปิดปล่องเร่งไฟ
5. การปิดปล่องควัน ช่วงแรกในการเผาถ่านที่ปล่องควันจะมีกลุ่มควันสีขาวหนาออกมาพร้อมกับไอน้ำที่ระเหยจากเนื้อไม้ จากนั้นควันจะเป็นสีเทาที่มีกลิ่นฉุนแสบจมูก ช่วงนี้ที่ปากปล่องควันมียางเหนียวสีดำเกาะอยู่ หลังจากนั้นควัน สีเทาจะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นสีฟ้าหรือสีน้ำเงินอ่อน ซึ่งแสดงว่าการเผาถ่านใกล้จะเสร็จสมบูรณ์แล้ว จนกระทั่งควันขาดหรือเปลี่ยนเป็นสีใสห่างจากปล่องควันประมาณหนึ่งคืบ แสดงว่า ไม้ได้กลายเป็นถ่านหมดแล้ว จึงให้ทำการปิดปล่องควันโดยใช้ดินลูกรังผสมน้ำ ซึ่งแต่ละปล่องอาจใช้เวลาแตกต่างกัน แต่ทั้งหมดจะใช้เวลาประมาณ 10 วัน นับจากวันเริ่มจุดไฟเผาถ่าน

6. การอาบน้ำเตา หลังจากปิดปล่องควันทั้งหมดแล้ว ปล่อยให้ทิ้งไว้ 1 คืน แล้วใช้ดินเหนียวผสมน้ำให้เป็นโคลนจากนั้นใช้ผ้าชุบลูบไล้ให้ทั่วเตาเพื่อลดความร้อนภายในเตา ให้อาบน้ำเตาทุกวันเป็นเวลา 3-4 วัน จากนั้น รอให้ไม้เปลี่ยนสภาพเป็นถ่าน ใช้เวลาประมาณ 10 วัน โดยรวมอด 15 วัน

7. การเก็บถ่าน ไม้ให้เปิดช่องใส่ไม้เผาถ่าน จากนั้นนำถ่านออกมาใส่ กระสอบเพื่อส่งขายต่อไป เตาดินเหนียวก่อนนี้ใช้เวลาสร้างประมาณ 1 เดือน ขั้นตอนการเผาถ่านด้วย เตาดินเหนียว มีดังนี้



รูปที่ 2.13 แสดงขั้นตอนการเผาถ่านเตาดินเหนียว

2.3.4 การเผาถ่านแบบใช้ถังน้ำมัน ในการเผาถ่านโดยใช้ถังน้ำมัน 200 ลิตร เป็นอีกวิธีหนึ่ง ที่มีการปฏิบัติอยู่ในปัจจุบัน และได้ผลเป็นที่น่าพอใจ การเผาถ่าน ในแบบถังน้ำมันแต่ละครั้ง จะได้ถ่านประมาณ 15 กิโลกรัม การติดตั้งสามารถทำได้ดังนี้

1. ตัดฝาลังด้านบน เพื่อใช้เป็นส่วนของฝาเตาที่ จะสามารถเปิด-ปิดได้ เพื่อนำไม้เข้าไปในเตาและนำถ่านออกมาจากเตา

2. เจาะรูในส่วนที่เป็นฝาลัง ขนาดประมาณ 20 x 25 เซนติเมตร เพื่อทำหน้าที่เป็นปากเตา ใช้สำหรับปล่อยให้อากาศเข้า และเจาะรู ที่ด้านก้นถังใหม่ เส้นผ่า นศูนย์กลาง ประมาณ 12 เซนติเมตร เพื่อที่จะสามารถติดตั้งสามทางปูน ขนาด 4 นิ้ว ซึ่งจะใช้ต่อกับท่อไยหิน ขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 1 เมตร

3. ขุดหลุมลึกขนาด 1/3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของถัง เพื่อ ที่ติดตั้งถังลงในหลุมตามแนวนอนและติดตั้งปล่องควันและกลบตัวถังด้วยดินหรือทราย เพื่อทำหน้าที่เป็นฉนวนกันความร้อน

4. ตัดไม้ที่จะใช้เผาถ่าน ให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 80 เซนติเมตร บรรจุใส่ถังในแนวนอนตามยาวของถัง ไม้ที่มีขนาดใหญ่ควรผ่าเสียก่อน

5. ปิดฝาถังให้แน่นหนาอุดรอยต่าง ๆ ด้วยดินเหนียวไม่ให้เป็นช่องทางให้อากาศเข้าได้ ยกเว้นปากเตา

6. จุดไฟที่ปากเตาเพื่อเริ่มต้นเผาถ่าน รัศมีระวางตำแหน่งของกองไฟหน้าเตาไม่ให้เข้าใกล้เตาจนเกินไป ตำแหน่งที่เหมาะสมคือประมาณ 1 ฟุต ปล่อยให้ไอร้อนเท่านั้นที่ไหลเข้าไปในเตา

7. ดักเก็บน้ำส้มควันไม้ทางปล่องที่ควันออก โดยสังเกตจากสีของควัน

8. เมื่อเวลาถ่านสุกให้สังเกตว่า ไม่มีควัน ออกมาจากปากปล่องอีก ให้ทำการอุดปากเตาและปากปล่องด้วยดินเหนียว รวมทั้งรอยรั้วอื่น ๆ จนควันไม่สามารถเล็ดลอดออกมาได้โดยเด็ดขาด

9. ทิ้งเตาไว้ 1 คืน เตาจะเย็นลงจนสามารถเปิดเตานำถ่านออกมาได้ในเช้าของวันถัดไป

10. โดยปกติการเผาถ่านด้วยเตาถ่านน้ำมันนี้ จะใช้เวลาประมาณ 6-8 ชั่วโมง

เตาเผาถ่านแบบใช้ถ่านน้ำมัน 200 ลิตร มี 2 ลักษณะ ดังนี้

2.3.4.1 เตาเผาถ่านถัง 200 ลิตร (แบบตั้ง) เตาเผาถ่านแบบนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่าเตาแบบตั้งเดิม เตาประเภทนี้อาศัยความร้อนไล่ความชื้นในเนื้อไม้ที่อยู่ในเตา ทำให้ไม้กลายเป็นถ่าน เรียกว่า กระบวนการคาร์บอนไนเซชัน (Carbonization) โครงสร้างเป็นระบบปิดสามารถควบคุมอากาศได้ จึงไม่มีการลุกติดไฟของเนื้อไม้ ดังนั้นถ่านที่ได้จึงมีคุณภาพสูง เกิดเขม่าน้อย และผลพลอยได้จากกระบวนการเผาถ่านอีกอย่างหนึ่งคือ น้ำส้มควันไม้ (Wood Vinegar) เตาเผาถ่านถัง 200 ลิตร (แบบตั้ง) แสดงได้ ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 เตาเผาถ่านถัง 200 ลิตร (แบบตั้ง)

ส่วนประกอบของเตาเผาถ่าน 200 ลิตร เตาเผาถ่าน 200 ลิตร ประกอบด้วย ส่วนประกอบ
ต่างๆ คือ

1. ตัวเตา ผลิตจากถังขนาด 200 ลิตร
2. ฝาเตา และท่อเร่งไฟ
3. ท่อควัน 3 ท่อ
4. ส่วนควบแน่นน้ำส้มควันไม้
5. ตะแกรงรองไม้ถ่านใน
6. ช่องเชื้อเพลิง
7. รุเก็บน้ำส้มควันไม้

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY



รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบของเตาเผาถ่าน 200 ลิตร (แบบตั้ง)

2.3.4.2 เตาเผาถ่านถ้ำ 200 ลิตร (แบบนอน) เตาเผาถ่านแบบนี้มี ประสิทธิภาพสูงกว่าเตาแบบตั้งเดิม เตาประเภทนี้อาศัยความร้อนไล่ความชื้นในเนื้อไม้ ที่ อยู่ในเตา ทำให้ไม้กลายเป็นถ่าน แสดงได้ ดังรูปที่ 2.16



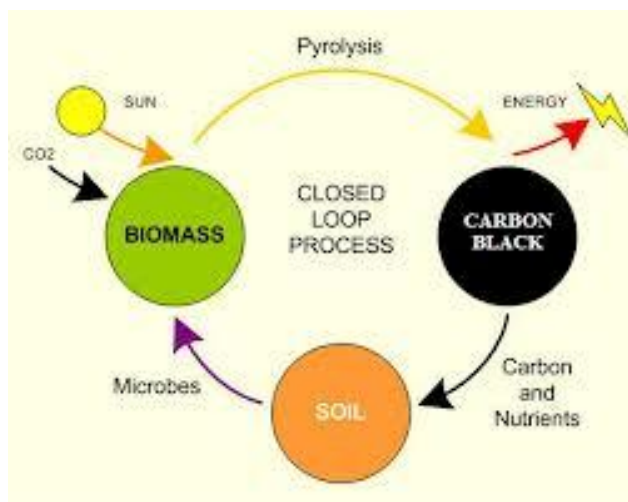
รูปที่ 2.16 เตาเผาถ่านถ้ำ 200 ลิตร (แบบนอน)
ที่มา (โสทร รอดคงที่, 2552)

ส่วนประกอบของเตาเผาถ่าน 200 ลิตร (แบบนอน) ประกอบด้วยส่วนประกอบต่างๆ คือ

1. ตัวเตา ผลิตจากถังขนาด 200 ลิตร
2. ฝาเตา และท่อเร่งไฟ
3. ไม้ไผ่ ทะลุป่อง
4. ตะแกรงรองไม้ด้านใน
5. ช่องเชื้อเพลิง
6. รุกเก็บน้ำส้มคว้นไม้

3. กระบวนการไพโรไลซิส

ไพโรไลซิส (Pyrolysis) คือ กระบวนการกลั่นสลาย (Destructive distillation) ในที่ที่ไม่ มีออกซิเจน ผลผลิตของการไพโรไลซิสจะประกอบด้วย ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยของแข็งที่ได้ก็ คือคาร์บอน ของเหลวก็คือเอททิลีน และก๊าซคือมีเทน ทั้งหมดจะเป็นเชื้อเพลิงที่สามารถนำไปใช้ได้ ต่อไป กระบวนการไพโรไลซิส แสดงได้ ดังรูปที่ 2.17



รูปที่

2.17 กระบวนการไพโรไลซิส
ที่มา (Pearsala Group, 2556)

กระบวนการไพโรไลซิสที่แท้จริง จะต้องป้อนความร้อนให้สารอินทรีย์หรือสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่ป้อนเข้าสู่ระบบที่ไม่มีก๊าซออกซิเจน การประยุกต์ใช้กระบวนการไพโรไลซิสก็คือกระบวนการก๊าซซิฟิเคชัน (Gasification) ซึ่งเป็นการป้อนออกซิเจนจำนวนจำกัดเข้าสู่ระบบ ออกซิเจนที่ป้อนเข้าอาจเป็นออกซิเจนบริสุทธิ์หรืออากาศ กระบวนการเติมออกซิเจนจะช่วยให้ระบบสามารถผลิตความร้อนได้พอที่จะทำให้ระบบเดินได้ด้วยตัวเองอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากปฏิกิริยาในการเติมออกซิเจนจะเป็นปฏิกิริยาคายความร้อน ส่วนปฏิกิริยาในการลดออกซิเจนจะเป็นปฏิกิริยารับความร้อน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับปริมาณความร้อนหรือออกซิเจนที่ป้อนเข้า ตัวแปรสำคัญ 2 ตัวในระบบไพโรไลซิสคืออุณหภูมิของการไพโรไลซ์ และอัตราการเร็วในการทำให้ออกซิเจนมีอุณหภูมิถึงระดับไพโรไลซ์ที่ต้องการ การเลือกของตัวแปรด้านระดับอุณหภูมิและอัตราการเร็วของการให้ความร้อนจะเป็นตัวกำหนดลักษณะผลผลิตที่ได้ ระบบไพโรไลซิสที่ใช้อุณหภูมิสูงและอัตราการเพิ่มอุณหภูมิช้า ผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็นก๊าซ ส่วนระบบที่ใช้อุณหภูมิต่ำและการเพิ่มอุณหภูมิช้า ผลผลิตที่ได้ส่วนใหญ่จะเป็นของแข็ง (ถ่าน) เทคนิคในการควบคุมอุณหภูมิของระบบทำได้ไม่ยาก แต่เทคนิคในการควบคุมอัตราการเร็วในการให้ความร้อนนับเป็นเทคโนโลยีที่ยังเป็นความลับสำคัญของผู้ผลิตอุปกรณ์ ไพโรไลซิส (และก๊าซซิฟิเคชัน) มีข้อดีในการกำจัดขยะมูลฝอยทางทฤษฎีหลายประการ โดยเฉพาะมีผลดีทางสิ่งแวดล้อมมากเนื่องจาก เกิดมลพิษน้อย และผลผลิตได้เป็นเชื้อเพลิงที่ใช้ประโยชน์ได้หลายชนิด ด้วยเหตุนี้จึงดูเหมือนว่า การประยุกต์ใช้ระบบไพโรไลซิสกับขยะมูลฝอยแห่งนี้จะเป็นวิธีการที่เหมาะสมมาก แต่เมื่อศึกษาประวัติการใช้ระบบไพโรไลซิสกับขยะมูลฝอยในอดีตพบว่า ผลลัพธ์ไม่สู้ดีนัก ระบบไพโรไลซิสขนาดใหญ่ที่สร้างในทศวรรษ 1970 (พ.ศ. 2513-2523) เพื่อผลิตน้ำมันจากขยะและถ่านทุกระบบล้มเหลว เนื่องจากปัญหาในการดำเนินการเดินเครื่อง การทำไพโรไลซิสเชื้อเพลิงที่สามารถควบคุมส่วนประกอบและขนาดให้สม่ำเสมอได้ (เช่น ขานอ้อย หรือเปลือกถั่ว) จะประสบความสำเร็จเป็นอย่างดีของผสมที่มีองค์ประกอบหลากหลาย ไม่แน่นอน และมีสภาพทางกายภาพที่ไม่สม่ำเสมอ (เช่นขยะมูลฝอย) เมื่อนำไปใช้กับระบบไพโรไลซิส เกิดความล้มเหลวหลายประการ ดังนั้นกระบวนการจัดการขยะมูลฝอยก่อนป้อนเข้าสู่ระบบจึงมีความสำคัญต่อการทำงานของระบบเป็นอย่างมาก การย่อยขยะมูลฝอย

ให้มีขนาดที่เหมาะสม การอบแห้ง และการผสมให้ส่วนประกอบของขยะมูลฝอยสม่ำเสมอมากที่สุด จะเป็นหัวใจสำคัญของความสำเร็จในการทำงานของระบบไพโรไลซิส การสร้างเครื่องจักรที่มีระบบร่วมกันทั้งไพโรไลซิส และก๊าซซิฟิเคชันจะช่วยให้ระบบมีความเสถียรมากขึ้น และยังเป็นการใช้พลังงานหมุนเวียนในตัวเองโดยไม่ต้องพึ่งพลังงานจากภายนอกอีกด้วย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล (2553) ได้ศึกษาการผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าว และ ถ่านเห้ง้า ผลการวิเคราะห์ต้นทุนการผลิตและความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่า ถ่านอัดแท่งที่มี ส่วนผสมระหว่างถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้ง้ามันสำปะหลัง ในอัตราส่วน 3 : 7 มีค่าสมรรถนะทาง ความร้อน เท่ากับ 5,003 กิโลแคลอรี/กิโลกรัม ให้ค่าสมรรถนะทางความร้อนผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) มีต้นทุนการผลิต เท่ากับ 5.35 บาทต่อกิโลกรัม และเมื่อมีกำลังการผลิตที่ 400 กิโลกรัม/ วัน จะสามารถคืนทุนได้ ภายในระยะเวลาประมาณ 1.4 ปี ซึ่งผลของการศึกษาวิจัยนี้ สามารถนำไป ส่งเสริมให้เกษตรกร นำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร ได้แก่ เห้ง้ามัน สำปะหลัง มาใช้ประโยชน์ในการเพิ่มมูลค่าได้โดยการใช้ถ่านเห้ง้ามันสำปะหลังเป็นส่วนผสมหลัก และ ใช้ถ่านกะลามะพร้าวเป็นส่วนผสมรองสามารถบรรลุผลสอดคล้องกับสมมติฐาน

ชานนท์ บุณท์ (2554) ได้ศึกษาวัสดุประสานและส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการอัดขึ้น รูปถ่านไม้ จากการศึกษากระบวนการผลิตถ่านอัดแท่ง พบว่ากระบวนการผลิตถ่านอัดแท่งโดยใช้แป้ง มันสำปะหลังเป็นตัวประสานในอัตราส่วนผสม (ตัวประสาน : เม็ดถ่าน) 0.5 : 10, 1.0 : 10, 1.5 : 10 กิโลกรัม ใช้กากน้ำตาลเป็นตัวประสานในอัตราส่วนผสม 2.5 : 10, 3.0 : 10, 3.5 : 10 กิโลกรัม และใช้น้ำยางพาราเป็นตัวประสานในอัตราส่วนผสม 0.1 : 10, 0.15 : 10, 0.2 : 10 กิโลกรัม ขนาดของเม็ด ถ่านที่ร้อนผ่านตะแกรงเบอร์ 6, 12, 20 และ 30 โดยการผ่านกระบวนการเผาถ่านด้วยเตาซีเมนต์ การ บด และอัดขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดแบบเกลียวและขนาดของก้อนถ่านอัดแท่งทรงกระบอกขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางใน 1.5 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอก 4.0 เซนติเมตร ยาว 4.5 เซนติเมตร ผู้วิจัย ศึกษาการให้อุณหภูมิและระยะเวลาการให้อุณหภูมิของถ่านอัดแท่งที่ใช้แป้งมันสำปะหลังและ กากน้ำตาลเป็นตัวประสานโดยที่มีอัตราส่วนผสมการผสมที่ต่างกันและใช้เม็ดถ่านที่มีขนาดแตกต่างกัน เพื่อค้นหาตัวประสานอัตราส่วนผสม และขนาดเม็ดถ่าน ที่ทำให้ถ่านอัดแท่งมีอุณหภูมิและระยะเวลา การให้อุณหภูมิที่ดีที่สุด รวมถึงความแข็งแรงของถ่าน และระยะเวลาตากแห้ง จากการทดลองตัว ประสานที่เหมาะสมในการใช้ผลิตถ่านอัดแท่ง คือ กากน้ำตาลโดยใช้อัตราส่วน 3.5 : 10 กิโลกรัม ขนาด ของเม็ดถ่านเบอร์ 20 เพราะการใช้กากน้ำตาลทำให้ระยะเวลาการให้อุณหภูมิช่วงทรงตัวที่ 400 C ได้ นานถึง 179 นาที พิจารณาจากค่าประสิทธิภาพการใช้งานความร้อนของแท่งถ่านการใช้แป้งมันเป็นตัว ประสานที่ เม็ดถ่านเบอร์ 20 และ 30 จะทำให้ค่าประสิทธิภาพการใช้งานความร้อนของแท่งถ่านได้สูง 21.11 % และ 20.64 % ตามลำดับ การใช้แป้งมันเป็นตัวประสานในเม็ดถ่านเบอร์หยาบ ช่วยให้ถ่าน อัดแท่งคงรูปและมีความแข็งแรงได้ค่าสูงสุดที่ 10.89 KN. ที่เม็ดถ่านเบอร์ 6 ที่ส่วนผสม 0.1 : 10 กิโลกรัม

อัจฉรา อัครจุลชัย (2554) ได้ศึกษาการนำเปลือกทุเรียน และ เปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูป เชื้อเพลิงอัดแท่ง การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเปลือกทุเรียน และเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยนำมาผสมกับแป้งมันสำปะหลัง หรือ โมลาสซึ่งเป็นตัวประสานที่อัตราส่วน ต่างๆ กันแล้วอัดเป็นแท่งโดยวิธีอัดแบบเย็น จากนั้นทำการศึกษาคูณสมบัติด้านเชื้อเพลิงตามมาตรฐาน ASTM รวมทั้งการศึกษาความเหมาะสมในการนำไปใช้งาน และวิเคราะห์ความเข้มข้นของก๊าซ ที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง จากผล ของการศึกษาพบว่า เชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าความร้อนอยู่ในช่วง 3,400-4,348 cal/g และค่าความร้อนที่ได้จากเปลือกทุเรียน ที่ใช้แป้งมันสำปะหลังเป็นตัวประสานมีค่าความร้อนสูงสุด 4,348 cal/g ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับ ค่าความร้อนที่ได้จากฟืนไม้ เชื้อเพลิงอัดแท่งมีค่าความชื้น และปริมาณเถ้าต่ำ ในขณะที่เผาไหม้ เชื้อเพลิงอัดแท่งมีการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์มีความเข้มข้นสูงเกินมาตรฐาน อากาศเสียจากโรงงาน ขณะที่ความเข้มข้นของ ก๊าซไนโตรเจนออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน ระหว่างการเผาไหม้พบว่าการแตกปะทุขณะติดไฟน้อย มีกลิ่นและควันขณะลุกไหม้น้อย ไม่แตกหักง่าย ทำให้สะดวกในการเก็บรักษาและการขนส่ง ดังนั้น การนำเปลือกทุเรียน และมังคุดนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง ทดแทนฟืนและถ่าน จึงเป็นแนวทางหนึ่งของการนำวัสดุ ที่เหลือทิ้งจากทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์

กรอบแนวความคิดในการวิจัย

เนื่องด้วยมีการตัดไม้ทำลายป่ากันมากมาย ทำให้พื้นที่ป่าของเมืองไทยมีจำนวนลดลง สาเหตุที่สำคัญอันหนึ่งก็คือการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิง ปัจจุบันจึงมีการนำเอาผลผลิตทางการเกษตร และนำผลิตผลทางการเกษตรนำกลับมาใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนถ่านไม้ ซึ่งสามารถลดการตัดไม้ทำลายป่าได้ และยังช่วยแก้ไข้ปัญหาในการค้าขาย เนื่องจากราคาพืชผลไม้ตกต่ำ และล้นตลาด ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่สำหรับเกษตรกร

การนำวัสดุเหล่านี้ไปใช้แทนฟืน และถ่านไม้ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเชื้อเพลิง สำหรับใช้ในครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมครัวเรือน และเป็นการลดปริมาณขยะที่จะต้องนำไปกำจัดซึ่งจะช่วยลดปัญหา และผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอีกด้วย นับเป็นการนำวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทน และยังเป็น การนำวัสดุเหลือทิ้งมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และมีประสิทธิภาพ ดังนั้นถ้าได้มีการส่งเสริมในเรื่องพลังงานทดแทนอย่างจริงจัง โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในท้องถิ่น ทางเลือกที่น่าสนใจของพลังงานทดแทน และเหมาะสมสอดคล้องกับสภาพทั่วไปของประเทศ การนำวัสดุที่เหลือจากธรรมชาติ มาใช้ประโยชน์ และเพิ่มมูลค่า โดยการนำเอา ผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ในท้องถิ่น มาผลิตเป็นถ่าน เพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน ฟืน และถ่านไม้ จึงช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ ลดการใช้จ่ายในการจัดซื้อเชื้อเพลิงสำหรับใช้ในครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมครัวเรือนอีกด้วย นับเป็นการนำวัสดุที่เหลือจากธรรมชาติมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทน เป็นการลดปริมาณขยะที่จะต้องนำไปกำจัดซึ่งจะช่วยลดปัญหาและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอีกด้วย และยังเป็น การนำวัสดุที่เหลือจากธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยที่เป็นการศึกษาคุณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ โดยมีวัสดุ อุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย และการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

1. ผลมะพร้าว
2. ผลมะตูม
3. ผลมังคุด
4. ผลมะสัง
5. ผลตาล
6. ฝักของต้นราชพฤกษ์
7. ฝักของต้นสำโรง
8. ฝักของต้นมะค่าโมง
9. ฝักของต้นหางนกยูงดอกแดง
10. ฝักของต้นแดง
11. ถังเผาถ่านขนาด 200 ลิตร
12. เตาถ่าน
13. เครื่องวัดอุณหภูมิ Infrared Thermometer ยี่ห้อ LEGA รุ่น LT-760 GX
14. เครื่อง Bomb Calorimeter ยี่ห้อ cal2k รุ่น e2k

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้ได้แบ่งการศึกษา ออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 การผลิตถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้

1. ชุบน้ำส้มให้มีความลึกลงพอติดกับการตั้งถังน้ำมัน 200 ลิตร แล้วนำถังน้ำมัน 200 ลิตร มาวางบนหลุมที่ขุดเตรียมไว้ จากนั้นนำฟืนมาวางลงในถัง 200 ลิตรประมาณครึ่งถัง แล้วนำผล ที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ ทั้งหมด วางลงไปในถังจุดไฟหน้าเตา ซึ่งในช่วงจุดไฟหน้าเตานี้ควรจะใช้เวลา ประมาณ 10-15 นาที สังเกตควันที่ปากถังจะมีสีขาว เนื่องจากเป็นการระเหยของความชื้นจากเนื้อไม้ มาเป็นไอน้ำ แล้วทำการปิดฝา แล้วเปิดทิ้งไว้เพียงปากปล่องควันขนาดเล็กไว้ให้ควันออก

2. ค่อย ๆ ใส่เชื้อเพลิงเข้าไปเรื่อย ๆ คิวส์สีขาวตรงปล่องควันจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ วัดอุณหภูมิบริเวณปากปล่องควันประมาณ 70 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตา 200-250 องศาเซลเซียส แล้วหยุดการเติมเชื้อไฟ เมื่อเผาไปอีกระยะหนึ่ง คิวส์สีขาวจะเริ่มบางลงและเปลี่ยนเป็นสีฟ้า อุณหภูมิปากปล่องควัน 80-85 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในเตา 300-400 องศาเซลเซียส

3. เมื่อเวลาผ่านไป 6-8 ชั่วโมง ให้เฝ้าสังเกตคิวส์ที่ปล่องควันจะเริ่มบางลงจนหมด แสดงว่าผลไม้ภายในเตาเริ่มจะกลายเป็นถ่านแล้ว อุณหภูมิภายในเตาจะสูงมาก ประมาณ 500 องศาเซลเซียส เมื่อคิวส์ที่ปากปล่องหมดไป เหลือแต่เพียงไอร้อน แสดงว่าผลไม้ที่อยู่ในเตาได้กลายเป็นถ่านไปหมดแล้ว ให้ทำการปิดปากปล่องควันให้สนิท แล้วใช้ดินปิดปากเตา และรอรอรั้วอื่น ๆ ให้แน่นหนา ไม้ให้อากาศเข้าไปในเตาได้โดยเด็ดขาด ทิ้งไว้ประมาณ 6-7 ชั่วโมง ก็ถือเป็นอันเสร็จสิ้นขั้นตอนการเผาถ่าน

ตอนที่ 2 หาคุณภาพของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้

นำถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ทั้งหมด มาหาคุณภาพของถ่าน ดังนี้

1. นำถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ทั้งหมด มาทดสอบหาคุณภาพของถ่าน โดยทดสอบคิวส์เมื่อนำไปใช้งาน โดยการนำถ่านทั้งหมดไปจุดไฟ สังเกตคิวส์ของถ่านในขณะนำไปใช้งาน บันทึกผลโดยวิธีการถ่ายภาพ
2. นำถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ทั้งหมด มาทดสอบหาคุณภาพของถ่าน โดยทดสอบ ลักษณะของความมันวาว โดยการนำถ่านทั้งหมดที่ได้ มาสังเกตลักษณะความมันวาว ภายนอกของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ บันทึกผลโดยวิธีการถ่ายภาพ
3. นำถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ทั้งหมด มาทดสอบหาคุณภาพของถ่าน โดยทดสอบ ในลักษณะของการแตก หรือระเบิดขณะจุดติดไฟ โดยการนำถ่านทั้งหมดไปจุดไฟ แล้วสังเกตการแตก หรือระเบิดขณะจุดติดไฟ บันทึกผลโดยวิธีการถ่ายภาพ
4. นำถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ทั้งหมด มาทดสอบหาคุณภาพของถ่าน ทางด้านการหาค่าพลังงานความร้อน โดยการนำถ่านทั้งหมด ไปทดสอบ ด้วยเครื่อง Bomb calorimeter จากนั้นบันทึกผล

ตอนที่ 3 หาชนิดของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ที่เหมาะสม ในการนำมาใช้งาน

นำผลที่ได้จากการหาคุณภาพของถ่าน จากผล ที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ทั้งหมด มาเปรียบเทียบหาความแตกต่าง โดยการวิเคราะห์เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพของถ่านกับ ชนิดของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ แล้วหาชนิดที่เหมาะสม

บทที่ 4 ผลการวิจัย

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยที่ ศึกษาเป็นการวิจัยที่ เป็นการศึกษาคูณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ โดยการผลิตถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ หากคุณภาพของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ และหาชนิดของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ ที่เหมาะสม ในการนำมาใช้งาน ซึ่งผลและการวิเคราะห์ข้อมูลแสดงได้ ดังนี้

ผลและการวิเคราะห์ผล

4.1 ถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ ถ่านที่ได้จะมีลักษณะ ดังรูปที่ 4.1



(ก) (ข) (ค) (ง) (จ)



(ฉ) (ช) (ซ) (ฌ) (ญ)

รูปที่ 4.1 ถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้

(ก) มะตูมกาแดง (ข) มังคุด (ค) มะพร้าว (ง) ตาล
(จ) มะสัง (ฉ) ราชพฤกษ์ (ช) สำโรง (ซ) มะค่าโมง
(ฌ) หางนกยูงดอกแดง (ญ) แดง

จากรูป จะเห็นว่า ผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้สามารถนำมาเผาให้เป็นถ่านได้

4.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพของถ่าน แสดงได้ดังนี้

1. ลักษณะของควันเมื่อนำไปใช้งาน แสดงได้ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของคว้นเมื่อนำไปใช้งาน

รูปลักษณะของคว้นเมื่อนำไปใช้งาน	ลักษณะของคว้นเมื่อนำไปใช้งาน
 <p data-bbox="389 815 582 853">ถ่านมะตูมกาแดง</p>	<p data-bbox="1034 517 1342 891">ลักษณะของคว้นเมื่อนำไปใช้งาน โดยการนำถ่านผลไม้เปลือกแข็งไปเผาพบว่า มะพร้าว ตาล มะสัง จะเกิดคว้นน้อย มังคุด จะเกิดคว้นปานกลาง และมะตูม กาแดง จะเกิดคว้นมากที่สุด</p>
 <p data-bbox="810 815 927 853">ถ่านมังคุด</p>	
 <p data-bbox="389 1272 544 1310">ถ่านมะพร้าว</p>	
 <p data-bbox="815 1272 916 1310">ถ่านตาล</p>	
 <p data-bbox="651 1749 762 1787">ถ่านมะสัง</p>	



ถ่านราชพฤกษ์



ถ่านสำโรง



ถ่านมะค่าโมง



ถ่านหางนกยูงดอกแดง



ถ่านแดง

ลักษณะของควัน
เมื่อนำไปใช้งาน โดยการนำ
ถ่าน ที่ได้จาก ผลที่มี เปลือก
แข็งไปเผาพบว่า แดง สำโรง
หางนกยูงดอกแดง จะเกิด
ควันน้อย มะค่าโมง จะเกิด
ควันปานกลาง และราช
พฤกษ์ จะเกิดควันมากที่สุด

2. ลักษณะของความมันวาวของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ แสดงได้ ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ลักษณะของความมันวาวของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้

รูปลักษณะของความมันวาวของถ่าน	ลักษณะของความมันวาวของถ่าน
 <p data-bbox="363 952 555 990">ถ่านมะตูมกาแดง</p>  <p data-bbox="794 952 906 990">ถ่านมั่งคุด</p>	<p data-bbox="1037 705 1340 1086">ลักษณะของความมันวาว โดยการนำถ่านผลไม้เปลือกแข็งที่ได้จากการเผาแล้ว มาดูลักษณะภายนอกพบว่า มั่งคุด และ มะตูมจะมีความมันวาวมากกว่ามะสัง แต่มะพร้าว และลูกตาลไม่มีความมันวาวเลย</p>
 <p data-bbox="391 1310 534 1348">ถ่านมะพร้าว</p>  <p data-bbox="805 1310 890 1348">ถ่านตาล</p>	
 <p data-bbox="630 1646 742 1684">ถ่านมะสัง</p>	



ถ่านราชพฤกษ์



ถ่านสำโรง



ถ่านมะค่าโมง



ถ่านหางนกยูงดอกแดง



ถ่านแดง

ลักษณะของความมันวาว โดยการนำถ่าน จากผลที่มีเปลือกแข็งที่ได้จากการเผาแล้ว มาดูลักษณะภายนอกพบว่า แดง ราชพฤกษ์ มีความมันวาวน้อย สำโรง มะค่าโมง มีความมันวาวปานกลาง และ หางนกยูงดอกแดง จะมีความมันวาวมากกว่า ถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ทั้ง 5 ชนิด

3. ลักษณะของการแตกหรือระเบิด ขณะจุดติดไฟของถ่านจากผลไม้ที่มีเปลือกแข็ง
ของต้นไม้ แสดงได้ ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ลักษณะของการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟ ของถ่านจากผลไม้ที่มีเปลือกแข็ง
ของต้นไม้

รูปลักษณะของการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟ	ลักษณะของการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟ
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>ถ่านมะตุมกาแดง</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ถ่านมังคุด</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div style="text-align: center;">  <p>ถ่านมะพร้าว</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>ถ่านตาล</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  <p>ถ่านมะสัง</p> </div>	<p>ลักษณะของการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟ โดยการนำถ่านผลไม้เปลือกแข็งไปเผาในเตาหุงต้ม พบว่าผลไม้ทั้ง 5 ชนิด คือ มะพร้าว ตาล มะตุมกาแดง มังคุด มะสัง มีการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟน้อยทั้ง 5 ชนิด</p>



ถ่านราชพฤกษ์



ถ่านสำโรง



ถ่านมะค่าโมง



ถ่านหางนกยูงดอกแดง



ถ่านแดง

ลักษณะของการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟ โดยการนำถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งไปเผาในเตาพบว่า สำโรง มะค่าโมง หางนกยูงดอกแดง มีการแตกหรือระเบิดน้อยขณะจุดติดไฟแดง ราชพฤกษ์ มีการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟปานกลาง

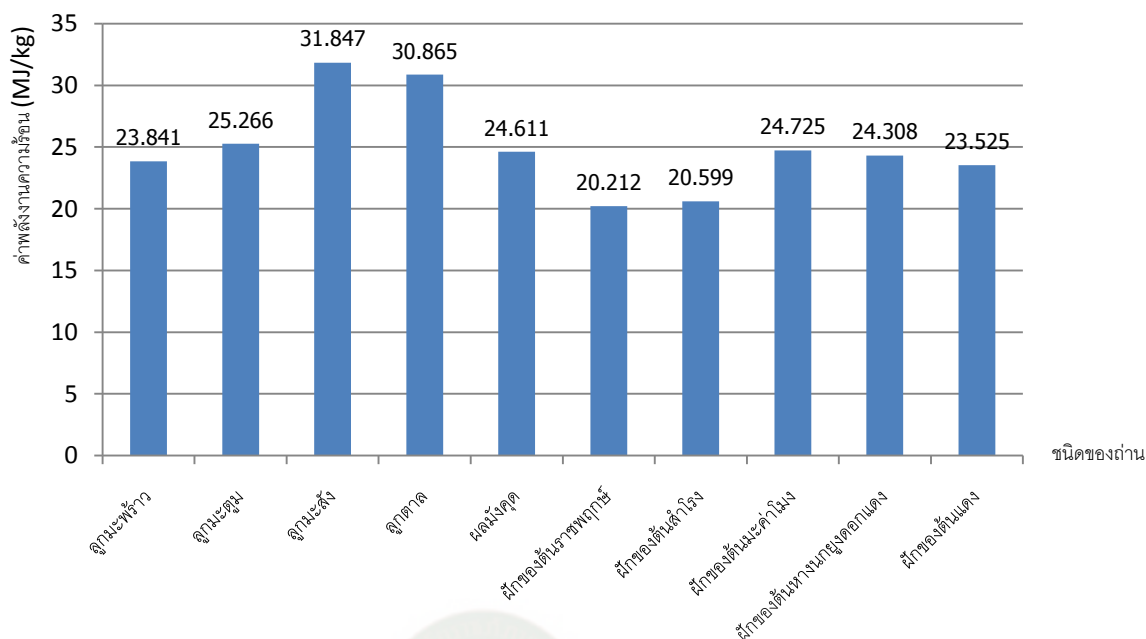
4. หาค่าพลังงานความร้อนของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้

ผลการหาค่าพลังงานความร้อนแสดงใน ตารางที่ 4.4 และแสดงใน แผนภูมิที่ 4.1

ตารางที่ 4.4 แสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้

ตัวอย่างถ่านที่ได้	ค่าพลังงานความร้อน (MJ/kg)
ลูกมะพร้าว	23.841
ลูกมะตูมกาแดง	25.266
ลูกมะสัง	31.847
ลูกตาล	30.865
ผลมังคุด	24.611
ฝักของต้นราชพฤกษ์	20.212
ฝักของต้นสำโรง	20.599
ฝักของต้นมะค่าโมง	24.725
ฝักของต้นหางนกยูงดอกแดง	24.308
ฝักของต้นแดง	23.525

จะเห็นว่า เมื่อนำถ่านไปทดสอบหาค่าพลังงานความร้อน ด้วยเครื่อง Bomb calorimeter พบว่าผลของต้นไม้กลุ่มที่มีลักษณะผลเป็นลูก มะสัง มีค่าพลังงานความร้อนมากที่สุด รองลงมาจะเป็นตาล มะตูมกาแดง มังคุด และมะพร้าว ตามลำดับ สำหรับกลุ่มที่มีลักษณะผลเป็นฝัก มะค่าโมง มีค่าพลังงานความร้อนมากที่สุด รองลงมาจะเป็นถ่านจาก ฝักของต้นหางนกยูงดอกแดง ต้นแดง ต้นสำโรง และ ฝักของต้นราชพฤกษ์ ตามลำดับ แสดงได้ ดังแผนภูมิที่ 4.1



แผนภูมิที่ 4.1 กราฟแสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่า ผลของต้นไม้ที่มีเปลือกแข็ง สามารถนำมาใช้เป็นถ่านได้ เมื่อนำไปใช้งาน มีคุณภาพในด้านการเกิด ควันไม่มาก ยกเว้น ถ่านจากฝักราชพฤกษ์ และจากลูกมะตูมกาแดง ที่มีควันค่อนข้างมาก ในด้านความมันวาว ถ่านจากฝักหางนกยูงแดง จะมันวาวที่สุด ส่วนถ่านจากลูกมะพร้าวและลูกตาล ไม่มีความมันวาว ในด้านการแตกกระเปาะขณะติดไฟ ถ่านทุกชนิดมีการแตกกระเปาะไม่มากนัก และค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากถ่านลูกมะสัง มีค่าสูงสุดที่ 31.847 MJ/kg รองลงมา คือลูกตาล ลูกมะตูมกาแดง และ ฝักมะค่าโมง และฝักของต้นราชพฤกษ์ จะมีค่าพลังงานความร้อนน้อยที่สุด คือ 20.212 MJ/kg

เมื่อพิจารณา ถ่านที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์คุณภาพด้านพลังงานความร้อน จึงควรใช้ถ่านจากลูกมะสังจะเหมาะสมที่สุด ในการนำมาใช้งาน หากใช้เกณฑ์ด้านอื่นประกอบด้วยควรเลือกใช้ถ่านของต้นมะค่าโมง ซึ่งหาได้ง่ายและมีปริมาณมาก ค่าพลังงานความร้อนอยู่ในระดับปานกลาง และยังมีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) ของถ่านอัดแท่ง ความมันวาวปานกลาง เมื่อนำไปใช้งานจะมีการเกิดควันปานกลาง และมีการแตกหรือระเปาะน้อยขณะจุดติดไฟ

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้ เป็นการวิจัยที่ ศึกษาเป็นการวิจัยที่ เป็นการศึกษาคูณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ โดยการผลิตถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ หากคุณภาพของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ และหาชนิดของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ ที่เหมาะสม ในการนำมาใช้งาน ซึ่งผลการศึกษสรุปได้ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยจะเห็นว่า ผลของต้นไม้ที่มีเปลือกแข็ง สามารถนำมาเผาให้เป็น ถ่านได้ด้วย กระบวนการไพโรไลซิส โดยใช้การเผาด้วยถัง 200 ลิตร ถ่านที่ได้ เมื่อนำไปใช้งาน มีคุณภาพในด้านการเกิดควันไม่มาก ยกเว้น ถ่านจากฝักราชพฤกษ์ และจากลูกมะตูมที่มีควันค่อนข้างมาก ในด้านความมันวาว ถ่านจากฝักหางนกยูงแดง จะมันวาวที่สุด ส่วนถ่านจากลูกมะพร้าวและลูกตาล ไม่มีความมันวาว ในด้านการแตกกระเปาะขณะติดไฟ ถ่านทุกชนิดมีการแตกกระเปาะไม่มากนัก และค่าพลังงานความร้อนที่ได้ จากถ่านลูกมะสัง มีค่าสูงสุดที่ 31.847 MJ/kg รองลงมา คือลูกตาล ลูกมะตูม และ ฝักมะค่าโมง และ ฝักของต้นราชพฤกษ์ จะมีค่าพลังงานความร้อนน้อยที่สุด คือ 20.212 MJ/kg

เมื่อพิจารณา ถ่านที่เหมาะสม โดยใช้เกณฑ์คุณภาพด้านพลังงานความร้อน จึงควรใช้ถ่านจาก ลูกมะสังจะเหมาะสมที่สุด ในการนำมาใช้งาน หากใช้เกณฑ์ด้านอื่นประกอบด้วยควรเลือกใช้ถ่านของ ต้นมะค่าโมง ซึ่งหาได้ง่ายและมีปริมาณมาก

อภิปรายผลการวิจัย

ในการศึกษาวิจัย คุณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ จะเห็นว่าไม้ที่มีผลเปลือกแข็งสามารถนำมาเผาให้เป็นถ่านได้และนำมาใช้ประโยชน์ได้ ผลของลูกมะสังเมื่อเผาเป็นถ่านมัน จะให้ค่าพลังงานความร้อนสูงสุด เมื่อนำไปใช้งานมีการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟน้อย การเกิดควันน้อย ความมันวาวของถ่านปานกลาง แต่ในปัจจุบันผลของมะสังมีไม่มากนัก ในพื้นที่ภาคอีสาน แม้ ต้นราชพฤกษ์จะมีมากทั่วไป ฝักก็มีมากเช่นกัน แต่เมื่อเผาเป็นถ่านแล้ว ได้ค่าพลังงานความร้อนต่ำที่สุด และเมื่อนำมาใช้งาน มีการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟ ปานกลาง มีความมันวาวน้อย เกิดควันมากจึงไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในครัวเรือน ไม่เหมือนกับฝักของต้นมะค่าโมง ซึ่งมีอยู่มากมายทั้งในสถานที่ราชการที่มีการปลูกไว้เป็นไม้ให้ร่มเงา ในแต่ละต้นเมื่อไม้ออกผลจะมีปริมาณมาก เมื่อนำมาเผาเป็นถ่าน ก็ได้ค่าพลังงานความร้อนอยู่ในระดับปานกลางที่เกินกว่าค่า เกณฑ์มาตรฐาน (มผช.) ของถ่านอัดแท่ง อีกทั้งมีความมันวาวปานกลาง เมื่อนำไปใช้งานจะมีการเกิดควันปานกลาง และมีการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟน้อย จึงเหมาะสมอย่างยิ่งในการ นำมาใช้ในครัวเรือนแทนการใช้ฟืน ซึ่งจะช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ ลดการตัดไม้ทำลายป่า จากการตัดต้นไม้นำมาเผาเป็นถ่านได้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ควรมีการส่งเสริมให้ชุมชน หรือท้องถิ่น ได้ นำผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ มาเผาให้เป็นถ่าน และนำมาใช้ในครัวเรือนให้มากขึ้น เพื่อเป็นการ ลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเชื้อเพลิงสำหรับใช้ในครัวเรือน หรืออุตสาหกรรมครัวเรือน
2. ควรมีการส่งเสริมให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในด้านพลังงานทดแทน ส่งเสริมการนำ ถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ มาใช้ประโยชน์ให้มากขึ้น ซึ่งเป็นการนำวัสดุที่เหลือใช้จากธรรมชาติ มาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทน เป็นการลดปริมาณขยะจากการที่จะต้องนำไปกำจัด เมื่อฝักมีปริมาณมาก และร่วงหล่น ซึ่งจะช่วยลดปัญหาและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอีกด้วย และยังเป็นการนำวัสดุที่เหลือจากธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์ และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. การวิจัยในครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาการนำถ่านที่ได้จาก ผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ ไปใช้ประโยชน์ในด้านอื่นอีก นอกจากการใช้เป็นเชื้อเพลิงหรือพลังงานทดแทน เช่นนำไปใช้ในการดับกลิ่น นำไปใช้เป็นวัสดุเพาะต้นไม้ การปรับปรุงคุณภาพแหล่งน้ำ เป็นต้น
2. ควรศึกษาค่าสมบัติที่ดีของถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ในด้านอื่นอีก เช่น ความแกร่งของถ่าน เสียงดังกังวานเมื่อเคาะ และการหาค่าความหนาแน่น
3. ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับผลของต้นไม้อื่น ๆ อีก ในการนำมาเผาเป็นถ่าน เพื่อ ลดปริมาณขยะจากการที่จะต้องนำไปกำจัด ซึ่งลดปัญหาและผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

- จิระพงษ์ คุณากาญจน์. (2552). **คู่มือการผลิตถ่านและน้ำส้มควันไม้**. กรุงเทพฯ: เกษตรธรรมชาติ.
- ชานนท์ บุณนท์. (2558). **วัสดุประสานและส่วนผสมที่เหมาะสมสำหรับการอัดขึ้นรูปถ่านไม้**.
[Online]. Available: <http://ir.rmuti.ac.th/xmlui/handle/123456789/274>.
[2558, กรกฎาคม 23].
- ชุกิจ ว่องไว และนันทชัย พวงประดิษฐ์. (2531). **เตาผลิตก๊าซเชื้อเพลิงจากถ่านไม้**. ขอนแก่น:
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ทิพวรรณ รักษ์วงศ์ และ อัญชริการ์ ไชยศรีหา. (2545). **เชื้อเพลิงอัดแท่งจากถ่านเปลือกทุเรียน
ผสมกับกากตะกอน**. โรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ ภาควิชาเทคโนโลยี
สิ่งแวดล้อม. มหาสารคาม : คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ธนวัฒน์ นวัตกรรม. (2557). **คุณสมบัติของถ่าน**. [Online]. Available : www.learners.in.th/blog/edu3204/thanawat/334235. [2557, กรกฎาคม 21].
- นโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน, สำนัก “การส่งเสริมการใช้พลังงานทดแทนในการ
ผลิตไฟฟ้า”. E 20 พลังงานสะอาดทางเลือกใหม่ของคนไทย. ฉบับที่ 78: 63;
มกราคม – มีนาคม, 2551.
- พีชเกษตรไทย. (2559). **มั่งคุด สรรพคุณ และการปลูกมั่งคุด**. [Online]. Available :
<http://puechkaset.com/มั่งคุด/> [2559, สิงหาคม 25].
- เมดไทย. (2557). **ตาล**. [Online]. Available : <https://medthai.com/ตาล/> [2560, มิถุนายน 26].
- เมดไทย. (2559). **หางนกยูงไทย**. [Online]. Available : <https://medthai.com/หางนกยูงไทย/>
[2559, สิงหาคม 25].
- รุ่งโรจน์ พุทธิสกุล. (2553). **การผลิตถ่านอัดแท่งจากถ่านกะลามะพร้าวและถ่านเห้งมັນ
สำหรับผลิตพลังงาน**. ปริญญาโท กศ.ม (อุตสาหกรรมศึกษา): กรุงเทพฯ.
- วิฑูร พรหมไตรรัตน์. (2557). **เตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบนอน**. [Online]. Available:
<http://chiangrai.energy.go.th>. [2557, มกราคม 12].
- วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี. (2555). **มะพร้าว**. [Online]. Available: www.th.wikipedia.org/wiki/มะพร้าว
[2557, สิงหาคม 16].
- ศูนย์วิจัยพลังงาน มหาวิทยาลัยแม่โจ้. (2557). **คู่มือการใช้งานเตาเผาถ่าน 200 ลิตร แบบตั้ง**.
[Online]. Available: <http://www.energy.mju.ac.th>. [2557, มกราคม 12].
- สมาคมพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อม (ประเทศไทย). (2559). **มะค่าโมง** [Online]. Available:
<http://adeq.or.th/มะค่าโมง/> [2560, เมษายน 23].
- สวนพฤกษศาสตร์คลองไผ่. (2557). **มะสัง**. [Online]. Available : http://www.rspg.or.th/plants_data/kp_bot_garden/masang.htm [2560, กันยายน 10].
- สมุนไพรต่างๆ. (2557). **ยาเจริญอาหาร ตูมกาแดง**. [Online]. Available: <http://www.likemax.com> [2557, สิงหาคม 16].

- สุดารัตน์ หอมนวล. (2557). **ฐานข้อมูลสมุนไพร**. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
[Online]. Available: [http://www. Phakgarden. com](http://www.Phakgarden.com). [2557, สิงหาคม 16].
- สุนันทา เมืองทรัพย์. (2551) **การผลิตถ่านกัมมันต์จากถ่านไม้ยางพาราและถ่านกะลามะพร้าว โดยการกระตุ้นด้วยไอน้ำ**. วิทยานิพนธ์ สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมวัสดุ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์.
- สมบัติ ทีฆทรัพย์. (2551, ตุลาคม 2–4). **กระบวนการไพโรไลซิส**. ฐานเศรษฐกิจ, ฉบับที่ 2362.
[Online]. Available: [http://www. energy. mju. ac. th](http://www.energy.mju.ac.th). [2557, มกราคม 12].
- สมโภชน์ ผ่องใส. (2557). **ผลไม้**. [Online]. Available : [http://klaeng. tripod. com/0001.htm](http://klaeng.tripod.com/0001.htm). [2557, กรกฎาคม23].
- โสทร รอดคงที่. (2552). **ประมวลภาพ ขั้นตอนการทำเตาเผาถ่านด้วยถ่านน้ำมัน 200 ลิตร แบบนอน**. [Online]. Available: [www. gotoknow. org](http://www.gotoknow.org). [2558, มกราคม 12].
- อัจฉรา อัครวิกุลชัย. (2554). **งานวิจัยการนำเปลือกทุเรียนและเปลือกมังคุดมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง**. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- อนุสรณ์สถานแห่งชาติ. (2560). **พรรณไม้ภายนานาชนิดของอนุสรณ์สถานแห่งชาติ**. [Online]. Available: http://www.thainationalmemorial.org/event_page/image/pdf/101-158.pdf [2560, มิถุนายน 26].
- อุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, กรม. (2557). **แดง**. [Online]. Available: [http://www. dnp. go. th/Pattani_ botany/แดง](http://www.dnp.go.th/Pattani_botany/แดง) [2559, ตุลาคม 20].
- Pearsala Group. (2556). **เกี่ยวกับระบบไพโรไลซิส** [Online]. Available : [http://www. pearsalagroup. com/th/rubber-fuel/about-pyrolysis/](http://www.pearsalagroup.com/th/rubber-fuel/about-pyrolysis/). [2556, กุมภาพันธ์ 26].

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาคุณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้

The Study of Quality of Nutshell Charcoal from The Trees



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

วิจิตร เชาวน์กลาง
พิมพ์ลภา ปาสาจะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ พ.ศ. 2560)

ประวัติผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ชื่อ	นายวิจิตร เชาววันกลาง (Wijit Choawunklang)
ภูมิลำเนา	415/3 หมู่ที่ 2 ต. ท่าจั่ว อ. บรรพตพิสัย จ. นครสวรรค์
ตำแหน่ง /หน่วยงานที่สังกัด และเทคโนโลยี	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2527 ครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิชาเอกฟิสิกส์ วิทยาลัยครุนครราชสีมา (Nakornrajsima Teacher's College) (ปัจจุบัน เป็นมหาวิทยาลัย ราชภัฏ นครราชสีมา) อ. เมือง จ. นครราชสีมา พ.ศ. 2537 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต การสอนฟิสิกส์ (วท.ม.) มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (Chiangmai University) อ. เมือง จ. เชียงใหม่

ประสบการณ์ด้านการวิจัย

1. วิจิตร เชาววันกลาง. (2537). การวัดความหนาของวัสดุที่ไม่เป็นสารแม่เหล็ก โดยใช้เทคนิคการเหนี่ยวนำทางแม่เหล็ก. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
2. วิจิตร เชาววันกลาง. (2555). งานการวิจัยเรื่องการศึกษาผลภาวะของเสียงในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
3. วิจิตร เชาววันกลาง และพิมพ์ลภา ปาสาจะ. (2556). งานการวิจัยเรื่อง การศึกษาสัณฐานวิทยาของวัสดุในการย้อมผ้าฝ้าย. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
4. วิจิตร เชาววันกลาง และพิมพ์ลภา ปาสาจะ. (2557). งานการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเหมาะสมของสารละลายอิเล็กโทรไลต์จากพืชธรรมชาติ สำหรับการผลิต กระแสไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้า. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
5. วิจิตร เชาววันกลาง และพิมพ์ลภา ปาสาจะ. (2560). งานการวิจัยเรื่อง การศึกษาความเหมาะสมของไดอิเล็กทริกที่มีสารละลายอิเล็กโทรไลต์จากพืชธรรมชาติ ในการผลิต กระแสไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้า. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
6. วิจิตร เชาววันกลาง และพิมพ์ลภา ปาสาจะ. (2561). งานการวิจัยเรื่อง การใช้สารสกัดจากพืชในการกำจัดลูกน้ำยุง. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ประวัติผู้วิจัย (ต่อ)

6. Ponken, T., Choawunklang ,W., & Simmamee, N. (2015). “Preparation Of Fluorine-doped Tin Oxide (FTO) Template for Coated Platinum (Pt) Layer Counter Electrode by Electrochemical Method for Dye-sensitized Solar Cell Application”, **International Conference on Science and Technology 2015, RMUTT**, 528 – 532.

7. Kongkaew P. & Choawunklang ,W. (2015). “Fiber Orientation Effecting the Mechanical Properties at Coconut fiber Reinforce Epoxy Resin Co,posite”, **International Conference on Science and Technology 2015, RMUTT**, 523 – 527.

8. Chaowanklang ,W. & Ponken, T., (2016). “Synthesis of Natural Dye Sensitizer Local for Dye-sensitized Solar Cell (DSSC) Application”, **Book of Abstracts Siam Physics Congress 11th**, Date 8-10 June 2016, Ubon Ratchathani , 232.

9. Panpiboon, P., Lakhom, R. & Chaowanklang ,W. (2016). “Period Change of Binary System V1799 Orionis”, **Book of Abstracts Siam Physics Congress 11th**, Date 8-10 June 2016, Ubon Ratchathani , 113.

ผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ	นางพิมพ์ลภา ปาสาจะ
ภูมิลำเนา	12 ถนนมหาชัยคำริห์ ตำบลตลาด อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม โทรศัพท์ 085-0000727
ตำแหน่ง /หน่วยงานที่สังกัด	นักวิทยาศาสตร์ สาขาฟิสิกส์ ศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ประวัติการศึกษา	พ.ศ. 2541 ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต (ค.บ.) วิชาเอกฟิสิกส์ สถาบันราชภัฏมหาสารคาม พ.ศ. 2550 ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขา วิทยาศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ประสบการณ์ด้านการวิจัย

- พิมพ์ลภา ปาสาจะ. (2550). การเปรียบเทียบผลของการเรียนแบบวัฏจักรการเรียนรู้ 7 ชั้น โดยใช้พหุปัญญากับการสืบเสาะแบบ สสวท. ที่มีต่อแนวความคิดเลือก เกี่ยวกับบมโนมติ ฟิสิกส์ ; งาน พลังงาน และโมเมนตัม และการคิดเชิงวิพากษ์วิจารณ์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลต่อการเรียนวิทยาศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิจิตร เขาว์วันกลาง และพิมพ์ลภา ปาสาจะ. (2556). งานการวิจัยเรื่องการศึกษา สาระสกัดจากธรรมชาติในการย้อมผ้าฝ้าย. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วิจิตร เขาว์วันกลาง และพิมพ์ลภา ปาสาจะ. (2557). งานการวิจัยเรื่องการศึกษา ความเหมาะสมของสารละลายอิเล็กโทรไลต์จากพืชธรรมชาติ สำหรับการผลิตกระแสไฟฟ้าของ เซลล์ไฟฟ้า. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วิจิตร เขาว์วันกลาง และพิมพ์ลภา ปาสาจะ. (2560). งานการวิจัยเรื่องการศึกษา ความเหมาะสมของไดอิเล็กทริกที่มีสารละลายอิเล็กโทรไลต์จากพืชธรรมชาติ ในการผลิตกระแสไฟฟ้า ของเซลล์ไฟฟ้า. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.
- วิจิตร เขาว์วันกลาง และพิมพ์ลภา ปาสาจะ. (2561). งานการวิจัยเรื่อง การใช้สารสกัดจากพืชในการกำจัดลูกน้ำยุง. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม.

ภาคผนวก ก
ภาพการดำเนินการวิจัย

การศึกษาคูณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ โดยผลมีลักษณะภายนอกเป็นลูกหรือเป็นฝัก ทั้ง 10 ชนิด มีรูปภาพดำเนินการวิจัย แสดงได้ ดังรูปที่ ก-1 ถึง ก-10



รูปที่ ก-1 มะพร้าว



รูปที่ ก-2 มะตูมกาแดง



รูปที่ ก-3 มังคุด



รูปที่ ก-4 มะสัง



รูปที่ ก-5 ตาล



รูปที่ ก-6 ฝักของต้นราชพฤกษ์



รูปที่ ก-7 ฝักของต้นมะค่าโมง



รูปที่ ก-8 ฝักของต้นสำโรง



รูปที่ ก-9 ฝักของต้นหางนกยูงดอกแดง



รูปที่ ก-10 ฝักของต้นแดง

เตรียม ถังน้ำมัน 200 ลิตร ดังรูปที่ ก-11 ถึง ก-12

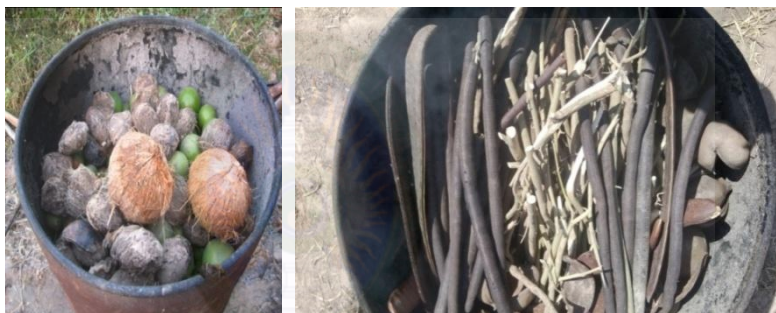


รูปที่ ก-11 การเตรียมถังน้ำมัน 200 ลิตร



รูปที่ ก-12 ส่วนประกอบของเตาเผาถ่าน 200 ลิตร (แบบตั้ง)

นำผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ วางลงไปในถัง ดังรูปที่ ก-13



รูปที่ ก-13 วางผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ลงไปในถัง

จุดไฟหน้าเตา แล้วค่อย ๆ ใส่เชื้อเพลิงเข้าไปเรื่อย ๆ คิว้นสีขาวตรงปล่องควันจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ แล้วหยุดการเติมเชื้อไฟ เมื่อเผาไปอีกกระยะหนึ่ง คิว้นสีขาวจะเริ่มบางลงและเปลี่ยนเป็นสีฟ้า ดังรูปที่ ก-14



รูปที่ ก-14 การเผาถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้

เมื่อเวลาผ่านไป ให้เฝ้าสังเกตดูวันที่ปล่องควัน จะเริ่มบางลงจนหมด แสดงว่า ผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ภายในเตา เริ่มจะกลายเป็นถ่านแล้ว ที่ทิ้งไว้ประมาณ 6-7 ชั่วโมง จะได้ถ่าน ดังรูปที่ ก-15



รูปที่ ก-15 ถ่านผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

ภาคผนวก ข การเผยแพร่ให้ชุมชน

การศึกษาคุณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ ได้นำไปเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยนี้ ให้กับประชาชนในท้องถิ่นได้นำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยการผลิตเชื้อเพลิงประเภทถ่านไม้ใช้ในครัวเรือน เป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเชื้อเพลิง อีกทั้งเป็นการนำวัสดุที่เหลือจากธรรมชาติมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทนไม้ ไปโดยคณะผู้วิจัยได้เลือก ชุมชนเป้าหมาย ณ บ้านโนนสมบูรณ์ และบ้านหนองแสง ต.โพธิ์สัย อ.ศรีสมเด็จ จ.ร้อยเอ็ด แสดงได้ในรูปที่ ข-1 ถึง รูปที่ ข-7



รูปที่ ข-1 ถ่ายทอดองค์ความรู้บ้านโนนสมบูรณ์ รูปที่ ข-2 ชุมชนเป้าหมายบ้านโนนสมบูรณ์



รูปที่ ข-3 ถ่ายทอดองค์ความรู้บ้านหนองแสง รูปที่ ข-4 ชุมชนเป้าหมายบ้านหนองแสง

สำเนาฉบับ



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๖/๗๙๘๒

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
๘๐ ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๔๔๐๐๐

๖ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเข้าเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้ให้ชุมชนในท้องถิ่น
เรียน ผู้ใหญ่บ้านโนนสมบูรณ์

ด้วยผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจิตร เขาว์วันกลาง และคณะ อาจารย์ประจำหลักสูตรฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง “การศึกษา คุณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้ จากการวิจัยให้ประชาชนในท้องถิ่นได้นำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตรประจำวัน โดยการผลิตเชื้อเพลิงประเภทถ่านไว้ใช้ในครัวเรือนเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเชื้อเพลิง อีกทั้งเป็นการนำวัสดุที่เหลือจากธรรมชาติมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทนไม้

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าชุมชนภายใต้การกำกับดูแลของท่านเป็นชุมชน เป้าหมายที่มีความเหมาะสม จึงใคร่ขออนุญาตนำบุคลากรเข้าเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้ให้ชุมชนในท้องถิ่น ในวันที่ ๑๒ - ๑๓ มกราคม ๒๕๖๑ ณ บ้านโนนสมบูรณ์ ตำบลโพธิ์สัย อำเภอศรีสมเด็จ จังหวัดร้อยเอ็ด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานนต์ อัญญาโพธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หลักสูตรฟิสิกส์

โทรศัพท์ ๐-๔๓๗๒-๒๑๑๘-๙ ต่อ ๒๐๘

โทรสาร ๐-๔๓๗๑-๒๖๒๐

ผู้ประสานงาน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจิตร เขาว์วันกลาง โทร. ๐๘ - ๘๗๐๔ - ๙๙๙๑

รับ/พิมพ์/งาน
รับ
๖/๑๑/๖๐

รูปที่ ข-5 หนังสือขออนุญาตถ่ายทอดองค์ความรู้โครงการวิจัย บ้านโนนสมบูรณ์

สำเนาฉบับ



ที่ ศธ ๐๕๔๐.๐๖/๗๙๘๓

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
๘๐ ถนนนครสวรรค์ ตำบลตลาด
อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม
๕๔๐๐๐

๖ ธันวาคม ๒๕๖๐

เรื่อง ขออนุญาตเข้าเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้ให้ชุมชนในท้องถิ่น
เรียน ผู้ใหญ่บ้านหนองแสง

ด้วยผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจิตร เชาวน์วันกลาง และคณะ อาจารย์ประจำหลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาศิลปศึกษา คณะศึกษาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ได้ดำเนินการวิจัย เรื่อง “การศึกษาคุณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้” โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยให้ประชาชนในท้องถิ่นได้นำองค์ความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน โดยการผลิตเชื้อเพลิงประเภทถ่านไว้ใช้ในครัวเรือนเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อเชื้อเพลิง อีกทั้งเป็นการนำวัสดุที่เหลือจากธรรมชาติมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงทดแทนไม้

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าชุมชนภายใต้การกำกับดูแลของท่านเป็นชุมชนเป้าหมายที่มีความเหมาะสม จึงใคร่ขออนุญาตนำบุคลากรเข้าเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้ให้ชุมชนในท้องถิ่น ในวันที่ ๑๒ - ๑๓ มกราคม ๒๕๖๑ ณ บ้านหนองแสง ตำบลโพธิ์สัย อำเภอสหัสขันธ์ จังหวัดร้อยเอ็ด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อัญญาโพธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

หลักสูตรศิลปศาสตรบัณฑิต

โทรศัพท์ ๐-๔๓๗๒-๒๑๑๘-๙ ต่อ ๒๐๘

โทรสาร ๐-๔๓๗๑-๒๖๒๐

ผู้ประสานงาน : ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิจิตร เชาวน์วันกลาง โทร. ๐๘ - ๘๗๐๔ - ๙๙๙๑

รูปที่ ข-6 หนังสือขออนุญาตถ่ายทอดองค์ความรู้โครงการวิจัย บ้านหนองแสง

สำเนาฉบับ



คำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

ที่ ๕๐๓๕/๒๕๖๐

เรื่อง ให้ข้าราชการ และพนักงานในสถาบันอุดมศึกษาไปราชการและออกนอกเขตจังหวัด

ด้วยหลักสูตรฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม จะนำบุคลากรไปราชการเพื่อเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้โครงการวิจัย เรื่อง “การศึกษาคุณภาพถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้” ในวันที่ ๑๒ - ๑๓ มกราคม ๒๕๖๑ ณ บ้านโนนสมบูรณ์ และบ้านหนองแสง ตำบลโพธิ์สัย อำเภอศรีสมเด็จ จังหวัดร้อยเอ็ด

ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๓๑(๑),(๒) แห่งพระราชบัญญัติมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม พ.ศ. ๒๕๔๗ และคำสั่งมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ที่ ๓๓๐๙/๒๕๕๖ เรื่องมอบอำนาจให้คณบดีปฏิบัติราชการแทนอธิการบดี สั่ง ณ วันที่ ๑๔ พฤศจิกายน ๒๕๕๖ จึงให้

- | | |
|---------------------------|--------------------|
| ๑. นายวิจิตร เขาว์วันกลาง | ผู้ช่วยศาสตราจารย์ |
| ๒. นางพิมพ์ลภา ปาสาจะ | นักวิทยาศาสตร์ |

ไปราชการเพื่อเผยแพร่และถ่ายทอดองค์ความรู้โครงการวิจัย ในวันที่ ๑๒ - ๑๓ มกราคม ๒๕๖๑ เดินทางโดยรถยนต์ส่วนบุคคลหมายเลขทะเบียน กต ๘๔๘๗ นครราชสีมา ทั้งนี้ ค่าใช้จ่ายเบิกจากงบประมาณแผ่นดินที่ได้รับการจัดสรรจากทุนอุดหนุนวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๐ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

สั่ง ณ วันที่ ๖ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิตย์ อัญญาโพธิ์)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปฏิบัติราชการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

.....รับ/พิมพ์/ทราบ
.....ตรา
๖/๑๓/๖๐

รูปที่ ข-7 คำสั่งเผยแพร่ และถ่ายทอดองค์ความรู้โครงการวิจัย

ภาคผนวก ค
มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน
ถ่านอัดแท่ง (มผช.๒๓๘/๒๕๕๗)

๑. ขอบข่าย

- ๑.๑ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะถ่านอัดแท่งที่ทำจากถ่านผงหรือถ่านเม็ดมาอัดเป็นแท่ง หรือทำจากวัสดุธรรมชาติมาอัดเป็นแท่งแล้วเผาจนเป็นถ่าน

๒. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

- ๒.๑ ถ่านอัดแท่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำวัสดุธรรมชาติ เช่น กะลามะพร้าว กะลาปาล์ม ชั่งข้าวโพด มาเผาจนเป็นถ่าน อาจนำมาบดเป็นผงหรือเม็ดแล้วอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ หรือนำวัสดุธรรมชาติ เช่น แกลบ ชี้เลื่อย มาอัดเป็นแท่งตามรูปทรงที่ต้องการ แล้วจึงนำมาเผาเป็นถ่าน
- ๒.๒ ค่าความร้อน หมายถึง พลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาถ่านหนัก ๑ กรัม มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อกรัม

๓. คุณลักษณะที่ต้องการ

- ๓.๑ ลักษณะทั่วไป
ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีรูปทรงเดียวกัน ขนาดใกล้เคียงกัน มีสีดำสม่ำเสมอ ไม่เปราะ อาจแตกหักได้บ้าง
- ๓.๒ การใช้งาน
เมื่อติดไฟต้องไม่มีสะเก็ดไฟกระเด็น ไม่มีควันและกลิ่น
- ๓.๓ ความชื้น
ไม่เกินร้อยละ ๘ โดยน้ำหนัก
- ๓.๔ ค่าความร้อน
ต้องไม่น้อยกว่า ๕ ๐๐๐ แคลอรีต่อกรัม

๔. การบรรจุ

- ๔.๑ หากมีการบรรจุ ให้บรรจุถ่านอัดแท่งในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง และสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับถ่านอัดแท่งได้
- ๔.๒ น้ำหนักสุทธิของถ่านอัดแท่งในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

๕. เครื่องหมายและฉลาก

- ๕.๑ ที่ฉลากหรือภาชนะบรรจุถ่านอัดแท่งทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน
- (๑) ชื่อผลิตภัณฑ์
 - (๒) ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำ
 - (๓) น้ำหนักสุทธิ
 - (๔) เดือน ปีที่ทำ
 - (๕) ชื่อแนะนำในการใช้
 - (๖) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

๖. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

- ๖.๑ รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ถ่านอัดแท่งที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ที่ทำหรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน
- ๖.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้
- ๖.๒.๑ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป การบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่าง ต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๑ ข้อ ๔. และข้อ ๕. จึงจะถือว่าถ่านอัดแท่งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
 - ๖.๒.๒ การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการใช้งาน ความชื้น และค่าความร้อน ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ ๖.๒.๑ แล้ว จำนวนไม่น้อยกว่า ๓ กิโลกรัม เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่าง ต้องเป็นไปตามข้อ ๓.๒ ถึงข้อ ๓.๔ จึงจะถือว่าถ่านอัดแท่งรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

๖.๓ เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างถ่านอัดแท่งต้องเป็นไปตามข้อ ๖.๒.๑ และข้อ ๖.๒.๒ ทุกข้อ จึงจะถือว่าถ่านอัดแท่ง
รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

๗. การทดสอบ

๗.๑ การทดสอบลักษณะทั่วไป ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก
ให้ตรวจพินิจ

๗.๒ การทดสอบการใช้งาน

ให้ทดสอบโดยการจุดตัวอย่างถ่านอัดแท่ง แล้วตรวจพินิจ

๗.๓ การทดสอบความชื้น

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 3173

๗.๔ การทดสอบค่าความร้อน

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม ASTM D 5865

๗.๕ การทดสอบน้ำหนักสุทธิ

ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม



ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
สารบัญแผนภูมิ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์การวิจัย	3
ขอบเขตการวิจัย	3
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
แนวคิด ทฤษฎี และเอกสารที่เกี่ยวข้อง	4
การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง	27
กรอบแนวคิดในการวิจัย	28
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	29
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล	29
การเก็บรวบรวมข้อมูล	29
บทที่ 4 ผลการวิจัย	31
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	40
สรุปผลการวิจัย	40
อภิปรายผล	40
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	41
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บรรณานุกรม	42
บรรณานุกรมภาษาไทย	42
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ	43
ภาคผนวก	44
ภาคผนวก ก	45
ภาคผนวก ข	49
ภาคผนวก ค	53
ประวัติผู้วิจัย	56



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ลักษณะของควีนเมื่อนำไปใช้งาน	32
4.2 ลักษณะของความมันวาวของถ่านผลไม้เปลือกแข็ง	34
4.3 ลักษณะของการแตกหรือระเบิดขณะจุดติดไฟของถ่าน จากผลที่มีเปลือกแข็ง ของต้นไม้	36
4.4 แสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้	38



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
4.1 กราฟแสดงค่าพลังงานความร้อนของถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้	39



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY

สารบัญภาพ

รูปภาพที่	หน้า
2.1 มะพร้าว	5
2.2 ผลมะตูมกาแดง	6
2.3 ผลมังคุด	7
2.4 ผลมะสัง	8
2.5 ผลตาล	9
2.6 ฝักของต้นราชพฤกษ์	10
2.7 ฝักของต้นมะค่าโมง	11
2.8 ฝักของต้นสำโรง	12
2.9 ฝักของต้นหางนกยูงดอกแดง	13
2.10 ฝักของต้นแดง	14
2.11 แสดงขั้นตอนการเผาถ่านด้วยเตาลาน	20
2.12 แสดงขั้นตอนการเผาถ่านด้วยเตาอิฐ	21
2.13 แสดงขั้นตอนการเผาถ่านเตาดินเหนียว	22
2.14 เตาเผาถ่านถึง 200 ลิตร (แบบตั้ง)	24
2.15 ส่วนประกอบของเตาเผาถ่าน 200 ลิตร (แบบตั้ง)	24
2.16 เตาเผาถ่านถึง 200 ลิตร (แบบนอน)	25
2.17 กระบวนการไพโรไลซิส	26
4.1 ถ่านที่ได้จากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้	26
ก-1 มะพร้าว	45
ก-2 มะตูมกาแดง	45
ก-3 มังคุด	45
ก-4 มะสัง	45
ก-5 ตาล	45
ก-6 ฝักของต้นราชพฤกษ์	45
ก-7 ฝักของต้นมะค่าโมง	45
ก-8 ฝักของต้นสำโรง	46
ก-9 ฝักของต้นหางนกยูงดอกแดง	46
ก-10 ฝักของต้นแดง	46
ก-11 การเตรียมถ่านน้ำมัน 200 ลิตร	46
ก-12 ส่วนประกอบของเตาเผาถ่าน 200 ลิตร (แบบตั้ง)	47
ก-13 วางผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้ลงไปในถัง	47
ก-14 การเผาถ่านจากผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้	47
ก-15 ถ่านผลที่มีเปลือกแข็งของต้นไม้	48

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปภาพที่	หน้า
ข-1 ถ่ายทอดองค์ความรู้บ้านโนนสมบูรณ์	49
ข-2 ชุมชนเป้าหมายบ้านโนนสมบูรณ์	49
ข-3 ถ่ายทอดองค์ความรู้บ้านหนองแสง	49
ข-4 ชุมชนเป้าหมายบ้านหนองแสง	49
ข-5 หนังสือขออนุญาตถ่ายทอดองค์ความรู้โครงการวิจัย บ้านโนนสมบูรณ์	50
ข-6 หนังสือขออนุญาตถ่ายทอดองค์ความรู้โครงการวิจัย บ้านหนองแสง	51
ข-7 คำสั่งเผยแพร่ และถ่ายทอดองค์ความรู้โครงการวิจัย	52



มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
RAJABHAT MAHASARAKHAM UNIVERSITY