- 5 มิ.ย. 2545

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

การนำพีทมาใช้ในรูปเชื้อเพลิงอัดแข็ง

THE UTILIZATION OF PEAT AS A BRIQUETTED FUEL

มงคล ไข่มุกด์

อภินันทนาการ
จาก
ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2535

Copyright by Mahidol University

วพ
ม1147
2535

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การนำพืชมาใช้ในรูปเชื้อเพลิงอัดแข็ง

.....

มงคล ไข่มุกด์

ผู้วิจัย

.....

ธนากร อ้วนอ่อน, D.Engr.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

พินัย ออรุ่งรัจน์, M.Eng.(IE)

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

เล็ก มอญเจริญ, M.Ag.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

มันตรี จุลสมัย, พบ.,Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....

เรวดี รัจนกนันท์,วท.ม.

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การนำพืชมาใช้ในรูปเชื้อเพลิงอัดแข็ง

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

บริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาเทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม

วันที่ 24 พฤศจิกายน 2535

.....

มงคล ไข่มุกด์

ผู้วิจัย

.....

ธนากร อ้วนอ่อน, D.Engr.

ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

พินัย ออรุ่งโรจน์, M.Eng.(IE)

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

เล็ก มอญเจริญ, M.Ag.

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

มันตรี จุลสมัย, พบ.,Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

มนัส วัฒนาศักดิ์, Ph.D.

รักษาราชการแทนคณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายมงคล ไข่มุกด์

วัน เดือน ปีเกิด 7 ตุลาคม 2506

สถานที่เกิด จังหวัดนราธิวาส ประเทศไทย

ประวัติการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พ.ศ. 2525-2528 :
วิทยาศาสตรบัณฑิต (วนศาสตร์)
มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2529-2535 :
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน
พ.ศ. 2532 - ปัจจุบัน : กรมป่าไม้
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์
ตำแหน่ง : นักวิชาการป่าไม้ ระดับ 4

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงสำหรับ ดร.ธนากร อ้วนอ่อน ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์, อ.พินัย ออรุ่งโรจน์, อ.เล็ก มอญเจริญ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความกรุณาและช่วยเหลือตลอดการทำการศึกษาในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณทุกๆท่าน สำหรับความช่วยเหลือที่ให้ในการทำการศึกษาในครั้งนี้ รวมทั้งทุกๆท่านที่ช่วยเป็นกำลังใจตลอดมา

มงคล ไข่มุกต์

Copyright by Mahidol University

ชื่อวิทยานิพนธ์ การนำพืทมาใช้ในรูปเชื้อเพลิงอัดแข็ง

ผู้วิจัย มงคล ไข่มุกด์

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการบริหารสิ่งแวดล้อม)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

ธนากร อ้วนอ่อน D.Engr.

พินัย ออรุ่งโรจน์ M.Eng.(IE)

เล็ก มอญเจริญ M.Ag.

วันที่สำเร็จการศึกษา 24 พฤศจิกายน พ.ศ.2535

บทคัดย่อ

การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลักก็คือนำพืทมาใช้ประโยชน์โดยการนำมาทดแทนเชื้อเพลิงดั้งเดิมคือฟืนและถ่าน โดยการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง, ศึกษาความคุ้มทุนในการผลิตพืทอัดแข็ง, ศึกษาถึงต้นทุนของการนำพืทมาใช้และศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นในการนำพืทมาใช้ประโยชน์

ในการศึกษาเพื่อนำพืทมาใช้ประโยชน์ในรูปของเชื้อเพลิงอัดแข็งในครั้งนี้ ทำโดยการนำพืทมาสับให้เป็นชิ้นเล็กๆแล้วอัดให้เป็นก้อนโดยใช้เครื่องอัดในลักษณะของการอัดเบียกคือไม่มีการใช้ความร้อนในการอัด แล้วตากให้แห้ง ทั้งนี้เพราะมีจุดมุ่งหมายให้เป็นการทำโดยใช้เทคโนโลยี่แบบง่ายๆที่สามารถนำไปใช้ปฏิบัติได้อย่างแท้จริงโดยเฉพาะในพื้นที่ชนบท

ผลการศึกษาสามารถสรุปได้โดยย่อๆ ดังต่อไปนี้คือ

1.คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของพืทอัดแข็ง

พืทอัดแข็งจะมีค่าความร้อนอยู่ระหว่าง 3,000 - 5,000 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ซึ่งจะมีค่าต่ำกว่าถ่าน(ประมาณ 7,540 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม) แต่มีค่าอยู่ในช่วงไม้ฟืน (ประมาณ 4,390 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม)

2.การศึกษาความคุ้มทุนในการผลิตพืทอัดแข็ง จากการวิเคราะห์พบว่า ในการผลิตพืทอัดแข็งจะให้ผลคุ้มค่าก็ต่อเมื่อราคาขายสูงกว่า 2.5 บาทต่อกิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

3.การศึกษาถึงต้นทุนในการนำพืชมาใช้ประโยชน์ เมื่อเปรียบเทียบกับการนำไม้ฟืนออกจากป่ามาใช้ประโยชน์ พบว่าต้นทุนในการนำพืชมาใช้ประโยชน์จะสูงกว่าไม้ฟืน

4.การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นเมื่อมีการนำพืชมาใช้ประโยชน์ในแง่การอนุรักษ์ทรัพยากร เห็นควรให้นำพืชมาใช้ประโยชน์ได้เฉพาะในบริเวณที่มีการเข้าไปใช้ประโยชน์พื้นที่แล้วเท่านั้น คือบริเวณพรุบาเจาะที่มีการระบายน้ำออก และบุกรุกป่าพรุดั้งเดิมทำให้พื้นที่เปิดโล่ง พืชจะแห้งทำให้มีการรุกเข้าของไฟ เกิดเป็นไฟป่าเผาไหม้พืชทำให้สูญเสียไปโดยเปล่าประโยชน์

สรุปจากผลการศึกษาในครั้งนี้ถึงแม้ว่าจะมีค่าใช้จ่ายในการนำพืชออกมาใช้ประโยชน์มากกว่าการนำไม้ออกจากป่าเพื่อทำฟืน แต่การที่ถ้าปล่อยให้พืชในบางพื้นที่ไว้อย่างนั้นก็จะเกิดความเสียหายต่อพืชเองอย่างน่าเสียดาย ดังนั้นจึงจะเป็นการเหมาะสมกว่าถ้าจะนำพืชออกมาใช้ประโยชน์ซึ่งก็หมายถึงพืชในบริเวณพรุที่มีการระบายน้ำออกและพื้นที่เปิดโล่งอันจะเสี่ยงต่อการติดไฟเท่านั้น

Copyright by Mahidol University

Thesis Title The Utilization of Peat as A Briquetted Fuel

Name Mongkol Khaimook

Degree Master of Science
(Technology of Environmental Management)

Thesis Supervisory Committee
Thanakorn Oun-on, D.Engr.
Pinai Orrungroage, M.Eng.(IE)
Lek Monchareon, M.Ag.

Date of Graduation 24 November B.E.2535(1992)

ABSTRACT

This study has a main purpose for the utilization of peat to compensate conventional fuel such as fire-wood and charcoal. This includs a comparision of fuel properties,a study of the break-point in the production of briquetted peat, a study of the cost of the utilization of peat and a fundamental study about the environmental impacts that may occur during the utilization of peat.

In this utilization of peat as briquetted fuel, the process is to cut peat into a small piceces and pressed into cubes without heating by Screw-press machine.This process has a purpose in using the simple practical technology especially in the rural area.

Copyright by Mahidol University

The results of this study can be summarized as follows

1. A fuel properties of briquetted fuel

Briquetted peat has a heating value 3,000 to 5,000 kilocallories/kilogramme that is lower than a heating value of charcoal(approximately 7,540 kilocallories/kilogramme) but about a heating value of fire-wood(approximately 4,390 kilocallories /kilogramme).

2. A study of the break-point in the production of briquetted peat

From the analysis, we found that the production of briquetted peat reaches the break-point when the sale-price is above 2.50 baht per kilogramme.

3. A study of cost of the utilization of peat

Comparing with the utilization of fire-wood from the forest, we found that the cost of the utilization of peat is much higher

4. A fundamental study about the environmental impacts that may occur during the utilization of peat .

From the study, it introduces the utilization of peat especially in the used area that is Bacho Peat Land.

By summation, this study is appropiated for the utilization of peat in the area of the peat land which has a drain and open area and risking of fires.

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
บทที่	
1 บทนำ	1
2 การตรวจเอกสาร	7
3 อุปกรณ์และวิธีการ	12
4 ผลและวิจารณ์	22
5 สรุป	49
บรรณานุกรม	50

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของการศึกษา

ปัญหาด้านพลังงานจัดได้ว่าเป็นปัญหาหลักอย่างหนึ่งของประเทศไทย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจโดยส่วนรวม ทั้งนี้เพราะประเทศไทยยังอยู่ในช่วงการพัฒนาอุตสาหกรรมและปรับปรุงเทคโนโลยี่ต่างๆ โดยเฉพาะด้านการเกษตร ให้ทันสมัยและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ในการพัฒนาและปรับปรุงต้องอาศัยเครื่องมือเครื่องจักรต่างๆ เป็นสำคัญ ดังนั้นความต้องการพลังงานเชื้อเพลิงในประเทศจึงอยู่ในระดับสูงมาก

แนวทางในการแก้ไขปัญหาการขาดแคลนพลังงานเชื้อเพลิง ที่กำลังประสพอยู่เป็นปัญหาที่สำคัญยิ่ง ซึ่งนอกจากที่จะกระทำโดยการใช้พลังงานเชื้อเพลิงอย่างประหยัดและพยายามใช้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดแล้ว ยังจำเป็นต้องหาวิธีการอื่นๆ มาช่วยด้วยอันได้แก่ การนำเชื้อเพลิงอื่นๆ มาใช้ทดแทน และเชื้อเพลิงที่จะนำมาใช้ทดแทนนั้น ควรจะหาได้หรือผลิตขึ้นภายในประเทศ

แม้ว่าในปัจจุบัน โลกจะก้าวหน้าไปมากแล้วก็ตาม แต่พลังงานจากไม้อันได้แก่ ฟืนและถ่าน ก็ยังมีความสำคัญอยู่ในอันดับต้นๆ โดยเฉพาะในประเทศที่กำลังพัฒนาและเป็นประเทศเกษตรกรรมซึ่งประชาชนยังอาศัยเชื้อเพลิงจากไม้อยู่ และเมื่อพลังงานเชื้อเพลิงจากแหล่งอื่นๆ มีราคาสูงขึ้นและปริมาณลดลงเรื่อยๆ จนอาจหมดลงได้ในอนาคต ดังนั้นพลังงานจากไม้ก็จะยิ่งมีความสำคัญมากขึ้น ซึ่งก็จะมีผลกระทบต่อสถานการณ์ป่าไม้ที่กำลังอยู่ในสภาวะที่ล่อแหลมในปัจจุบัน เนื่องจากการตัดไม้ทำลายป่า เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ

ความต้องการพลังงานภายในประเทศ

ฟืน ยังคงมีการใช้กันอย่างแพร่หลายในครัวเรือน ชนบทและอุตสาหกรรมบางประเภท ในปี 2532 มีปริมาณการใช้รวมทั้งสิ้นเทียบเท่าน้ำมันดิบ 2 798 พันตัน ซึ่งลดลงจากปีก่อนเล็กน้อย และเป็นสัดส่วนร้อยละ 10.5 ของการใช้พลังงานรวม

Copyright by Mahidol University

ถ่าน เป็นพลังงานอีกชนิดที่ยังคงเป็นที่นิยมเพื่อการหุงต้มภายในครัวเรือน ทั้งในเมืองและชนบท ปี 2532 มีปริมาณการใช้ถ่านรวมทั้งสิ้นเทียบเท่าน้ำมันดิบ 2,008 พันตัน ซึ่งลดลงจากปีก่อนร้อยละ 2.8 และเป็นสัดส่วนร้อยละ 7.5 ของการใช้พลังงานทั้งหมด

สำหรับประชากรที่อาศัยอยู่ในชนบทแล้วยังคงมีความจำเป็นต้องพึ่งพาอาศัยเชื้อเพลิงดั้งเดิม อันได้แก่ ฟืนและถ่านเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีพ คือใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงหาอาหาร และให้ความอบอุ่นแก่ร่างกายในฤดูหนาว

ในปี 2533 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานรวมทั้งสิ้น 28,934 พันตันน้ำมันดิบ (KTOK) เพิ่มขึ้นจากปี 2532 ซึ่งมีปริมาณใช้รวม 26,574 พันตันน้ำมันดิบ หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 8.9 นับตั้งแต่ปี 2524 เป็นต้นมา ประเทศไทยใช้พลังงานเพิ่มขึ้นในอัตราเฉลี่ยร้อยละ 7.1 ต่อปี พลังงานที่ใช้ส่วนใหญ่ได้แก่พลังงานสมัยใหม่ มีปริมาณการใช้รวม 21,714 พันตันน้ำมันดิบ หรือร้อยละ 75.0 ของปริมาณการใช้พลังงานทั้งหมด ส่วนที่เหลือร้อยละ 25.0 หรือ 7,220 พันตันน้ำมันดิบ เป็นการใช้ในรูปพลังงานทดแทน ซึ่งได้แก่ ฟืนและถ่านไม้ แกลบ และกากอ้อย

(สำนักงานพลังงานแห่งชาติ รายงาน"เชื้อเพลิงและพลังงานของประเทศไทย 2533")

จากการสำรวจของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ ในปี 2528 พบว่าร้อยละ 93 ของครัวเรือนในชนบทที่ใช้ฟืนเป็นเชื้อเพลิงนั้น จะหาฟืนจากกิ่งไม้ เศษไม้ ในที่ดินของตนเองประมาณร้อยละ 42 ส่วนที่หาฟืนจากที่สาธารณะจะมีปริมาณร้อยละ 37 ซึ่งที่สาธารณะเหล่านี้รวมถึงป่าสงวนด้วย

แหล่งไม้ฟืนสำหรับครัวเรือนชนบท

แหล่งฟืน	ร้อยละของครัวเรือนที่ใช้ฟืน
แหล่งที่หาฟืน	93.08
ที่ดินของตนเอง	42.16

Copyright by Mahidol University

ที่ดินของคนอื่น	13.98
ที่สาธารณะน้อยกว่า 5 กม.	27.43
ที่ดินสาธารณะมากกว่า 5 กม.	9.51
แหล่งที่ซื้อฟืน	6.92
ในหมู่บ้าน	4.13
นอกหมู่บ้าน	1.34
ตัวอำเภอ	1.19
ตัวจังหวัด	0.25

ที่มา : สำนักงานพลังงานแห่งชาติ-มหาวิทยาลัยขอนแก่น รายงานการใช้พลังงานในเขตชนบทประเทศไทย ปี 2528

จากการสำรวจของกรมป่าไม้ เมื่อปี 2526 ได้แสดงให้เห็นถึงความไม่สมดุลระหว่างความต้องการในการใช้ไม้และผลผลิตไม้จากแหล่งต่างๆ กล่าวคือมีการใช้ไม้ฟืนและถ่านไม้ รวมคิดเป็นปริมาณไม้ฟืน 41 ล้านลูกบาศก์เมตร ในขณะที่ผลผลิตไม้จากแหล่งต่างๆ มีเพียง 30 ล้านลูกบาศก์เมตรเท่านั้น ส่วนที่ขาดหายไปประมาณ 10 ล้านลูกบาศก์เมตร จำเป็นต้องไปบุกรุกทำลายป่า

อุปทานและอุปสงค์ของไม้ฟืน ปี 2526

หน่วย :ล้านลูกบาศก์เมตร

	ชนบท	เขตเมือง	อุตสาหกรรม	รวม
1.ปริมาณการใช้	33.7	2.56	4.93	41.19
2.ปริมาณไม้ฟืนจากแหล่งต่างๆ				
ป่าไกงกาง	-	2.06	-	2.06
ป่าสงวน	11.2	0.50	1.0	12.7
อุตสาหกรรมป่าไม้	-	-	1.5	1.5
การปลูกป่าของรัฐ	-	-	0.55	0.55
ไม้ยางพารา	1.93	-	1.5	3.43

Copyright by Mahidol University

ไม้จากไม้ยืนต้นอื่นๆ	1.64	-	-	1.64
ไม้จากหัวไร่ปลายนา	8.82	-	-	8.82
โครงการปลูกป่าฟืนชุมชน	0.03	-	-	0.03
การปลูกป่าของเอกชน	-	-	0.04	0.04
รวม	23.62	2.56	4.59	30.77
3.ปริมาณไม้ฟืนที่ใช้เกิน (ผลต่างระหว่าง 1 และ 2)	10.08	-	0.34	10.12

ที่มา :กรมป่าไม้

แหล่งฟืนและถ่าน

ฟืนและถ่านส่วนใหญ่มีแหล่งผลิตจากป่าสงวนแห่งชาติ หรือป่าธรรมชาติที่มีอยู่ในภูมิภาคต่างๆของประเทศไทย ซึ่งจากข้อมูลเมื่อ พ.ศ. 2533 จะเห็นปริมาณการผลิตฟืนและถ่าน จากป่าในภาคต่างๆ

ปริมาณฟืนและถ่านที่ทำออกจากป่าจำแนกตามภาค พ.ศ. 2533

ภาค	ฟืน	ถ่าน	รวม
เหนือ	2,876	10,565	13,441
	(21.4%)	(78.6%)	(100%)
ตะวันออกเฉียงเหนือ	7,976	13,439	21,415
	(37.24%)	(62.76%)	(100%)
กลาง	2,506	23,953	26,459
	(9.47%)	(90.53%)	(100%)

Copyright by Mahidol University

ใต้	376,789	226,554	603,343
	(62.45%)	(37.55)	(100%)

ที่มา: กองแผนงาน กรมป่าไม้ "สถิติการป่าไม้ ปี 2533"

จะเห็นได้ว่าปริมาณการนำพืนออกจากป่าสูงที่สุดในภาคใต้ รองลงไปเป็นภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคเหนือตามลำดับ ในขณะที่ปริมาณการทำถ่านสูงสุดในภาคกลาง รองลงไปได้แก่ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือตามลำดับ จึงแสดงว่าภาคใต้มีการทำพืนออกจากป่ามากที่สุด และภาคกลางทำถ่านออกจากป่ามากที่สุด

ดังนั้นจากการที่ทรัพยากรป่าไม้ถูกทำลายลงไปมาก และพืน ถ่าน ก็ยังเป็นพลังงานเชื้อเพลิงหลักที่ใช้ในชนบท การนำทรัพยากรอย่างอื่น ที่มีอยู่ภายในประเทศมาใช้ประโยชน์ให้ได้อย่างมีคุณค่ามากที่สุดจึงเป็นสิ่งที่ไม่สามารถมองข้ามไปได้ จากการที่ประเทศไทยมี พีท(PEAT) อันเป็นทรัพยากรที่มีค่าอีกอย่างหนึ่ง เป็นพื้นที่กว่า 400,000 ไร่ ในจังหวัดนราธิวาสซึ่งอยู่ทางตอนใต้ของประเทศ ซึ่งก็ยังไม่มีการนำมาใช้อย่างเหมาะสม และถ้าปล่อย พีท(PEAT) ทิ้งไว้ก็จะถูกเผาไหม้ และเกิดการทรุดตัวของพีท(PEAT) ได้ทำให้สูญเสียทรัพยากรส่วนนี้ไปอย่างน่าเสียดาย ดังนั้นการนำพีท(PEAT)มาใช้ประโยชน์ในรูปของเชื้อเพลิงอัดแข็ง จึงน่าจะเป็นแนวทางที่น่าสนใจและถ้าเป็นไปได้ก็สามารถแก้ปัญหาการขาดแคลนพลังงานได้ส่วนหนึ่ง

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

วัตถุประสงค์โดยทั่วไปของการศึกษาในเรื่องนี้ก็เพื่อทำการวิเคราะห์ถึงการคุ้มทุนและความเหมาะสมในการนำพีทมาใช้ในรูปของเชื้อเพลิงอัดแข็ง เพื่อให้สามารถแสดงถึงความเป็นไปได้ในการนำพีทมาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของเชื้อเพลิงอัดแข็ง

Copyright by Mahidol University

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 การศึกษาในครั้งนี้จะใช้ตัวอย่างพืชจากจังหวัดนราธิวาส ในเขตอนุรักษ์และเขตพัฒนา ตามการแบ่งเขตการใช้ที่ดินในพื้นที่พรุจังหวัดนราธิวาส

1.3.2 การนำพืชมาอัดแข็งจะศึกษาโดยใช้เครื่องอัดแบบเกลียว เป็นการอัดเบียกโดยไม่ใช้ความร้อน

1.3.3 การศึกษาความเป็นไปได้ของการนำพืชมาใช้ในรูปเชื้อเพลิงอัดแข็งโดย

-ศึกษาคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของพืช

-ศึกษาด้านการเงินเพื่อหาจุดคุ้มทุนในการผลิตพืชอัดแข็ง

-ศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อหาความเหมาะสมในการนำพืชมาใช้เพื่อทดแทนเชื้อเพลิงดั่งเดิมอันได้แก่ฟืนและถ่าน

-ศึกษาเบื้องต้นทางด้านผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เป็นการศึกษาเพื่อหาแหล่งพลังงานทดแทน เชื้อเพลิงดั่งเดิมที่มีอยู่โดยการนำเอาพืชที่ประเทศไทยไม่เคยมีการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านเชื้อเพลิงมาศึกษาว่าจะสามารถนำมาใช้ทดแทนเชื้อเพลิงอย่างอื่นได้หรือไม่

1.4.2 เพื่อเป็นแนวทางใน การตัดสินใจของผู้ที่คิดจะประกอบกิจการผลิตพืชอัดแข็งว่าควรลงทุนในโครงการนี้หรือไม่

1.4.3 เพื่อเป็นประโยชน์แก่หน่วยงานทั้งของรัฐและเอกชน ในการพิจารณาว่าควรจะส่งเสริมการลงทุนในกิจการนี้หรือไม่

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

พีท(peat) จัดได้ว่าเป็นอินทรีย์วัตถุตามธรรมชาติที่เกิดจาก การเปลี่ยนแปลงของพืชพรรณต่างๆ ที่ทับถมกันเป็นเวลานับล้านปี ซึ่งจะเกิดขึ้นในบริเวณที่ที่อยู่ในสภาพอิ่มด้วยน้ำ ทำให้เกิดการสลายตัวอย่างไม่สมบูรณ์ (incomplete deposition) ของส่วนต่างๆ ของพืชในสภาพที่ขาดออกซิเจน (anaerobic condition) ซึ่งธรรมชาติ คุณสมบัติและส่วนประกอบทางเคมีของพีท ขึ้นกับชนิดพืชที่ทำให้เกิดพีท รวมทั้งชนิดและปริมาณของแร่ธาตุต่างๆในน้ำที่พืชนั้นๆเจริญเติบโต และรวมทั้งความชื้นที่เกี่ยวข้องทั้งในระหว่างและหลังการเกิดพีท ปกติพีทจะมีแร่ธาตุอาหารน้อยกว่าร้อยละ 35 (Anderson et al.,1951 อ้างตาม ชยงค์ นามเมือง,2528) ของน้ำหนักแห้ง และ มีสภาพการสลายตัวของพืชไม่สมบูรณ์ยังมองเห็นส่วนต่างๆ ได้ว่าเป็นส่วนใดของพืช ส่วน มัค(mucks)นั้นเป็นดินอินทรีย์ที่มีแร่ธาตุอาหารมากกว่าร้อยละ 35 ของน้ำหนักแห้ง และซากพืชและอินทรีย์วัตถุสลายตัวจนไม่สามารถมองเห็นได้ว่าเป็นส่วนใดของพืช ในทางปฏิบัติ ถือว่ามัค(mucks)คือพีทที่ทับถมรวมตัวกันแต่น้ำถูกระบายออกแล้วจนชั้นผิวดินมีการระบายอากาศอย่างดีมีการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุมาก

คุณสมบัติบางประการของพีทในจังหวัดนราธิวาส (พิสุทธิ์ วิจารสรณ์,2526)องค์ประกอบทางกายภาพ พีทในจังหวัดนราธิวาส ส่วนใหญ่จะประกอบด้วย fiber เป็นปริมาตรมากกว่าสามในสี่ของปริมาณดินทั้งหมด และ fiber ดังกล่าวส่วนใหญ่ที่พบมักจะเป็นรากและกิ่งไม้เป็นที่น่าสังเกตุว่าปริมาณ fiber เพิ่มขึ้นตามความลึก คือช่วง 50 เซนติเมตรตอนบนจะมี fiber น้อยกว่าในตอนล่าง การจัดเรียงชั้นของพีทในจังหวัดนราธิวาส ส่วนใหญ่จะเป็นแบบชั้น Oe,Oi และ C หรือ Oi และ C (e และ i หมายถึง hemic และ fibric soil material ตามลำดับ) สำหรับความหนาของชั้นอินทรีย์ (organic layer : O) แตกต่างกันไปแล้วแต่สภาพพื้นที่และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นรวม (bulk density)ส่วนใหญ่จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0.1 ถึง 0.3 กรัม/ซี.ซี. ,ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) มีค่าประมาณ 100 ถึง 400 เปอร์เซ็นต์

Copyright by Mahidol University

โดยเปรียบเทียบจากน้ำหนักของน้ำเมื่อดินแห้งและเมื่อดินเปียก ส่วนค่า hydraulic conductivity ,มีค่าอยู่ระหว่าง 0.4-2 ซม./ชม. จัดว่ามีความสามารถให้น้ำซึมผ่านอยู่ในระดับช้าถึงปานกลาง อัตราการยุบตัว(subsidence rate) ยุบลงประมาณปีละ 6-20 ซม. ปฏิกิริยาของดิน(soil reaction) จะเป็นกรดจัดมาก ค่า pH 1:1 น้ำ และ 1:1 HCl จะอยู่ระหว่าง 4.2-4.9 และ 3.0-3.8 ตามลำดับ ชั้นดินอินทรีย์มี organic carbon อยู่ระหว่าง 25-60 % เมื่อเปลี่ยนค่าเป็นเปอร์เซ็นต์อินทรีย์วัตถุจะได้ประมาณ 43-100 % ส่วนเปอร์เซ็นต์ไนโตรเจน (nitrogen) อยู่ระหว่าง 0.5-3 % เมื่อนำมาหาค่า C/N ratioจะเห็นว่าส่วนใหญ่จะมีค่ากว้างกว่า 10:1 มาก คาร์บอเนต (free carbonate) วัดได้ไม่เกิน 2 % จึงถือว่าไม่มี การนำไฟฟ้า(electrical conductivity) วัดได้ 0.2-0.7 Umho ถือว่ามีปริมาณเกลือน้อยมาก ความจุในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (CEC) มีค่าสูงมากอยู่ระหว่าง 47-120 me ต่อดิน 100 กรัม ประจุบวกที่เป็นด่าง (basic cation) มีน้อยมากรวมกันแล้วมีค่าไม่เกิน 15 me ต่อดิน 100 กรัม หรือเมื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์ประจุบวกที่มีค่าเป็นด่างจะมีค่าไม่เกิน 25 % ดังนั้นจึงมีความเป็นกรดสูง ปริมาณธาตุโปแตสเซี่ยมและฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ต่อพืช(available potassium and phosphorus)มีอยู่ปริมาณต่ำถึงปานกลางคือมีค่าอยู่ระหว่าง 15-82ppm และ 2-15 ppm ตามลำดับ

การอัดก้อนวัสดุต่างๆนั้น อาจแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือการอัดโดยใช้ความร้อนเข้าช่วย ซึ่งในกรณีนี้ก็ เช่น วัสดุพวกขี้เลื่อย แกลบ เศษไม้ปลายไม้ โดยความร้อนจะไปทำให้สารพวก ลิกโน-เซลลูโลสเยิ้มและเชื่อมประสานกัน ส่วนอีกวิธีหนึ่งได้แก่การอัดโดยไม่ใช้ความร้อนซึ่งก็แบ่งออกเป็นสองแบบอีกคือแบบใช้ตัวประสาน(binder)เข้าช่วยให้เชื้อเพลิงเกาะติดกัน และอีกแบบหนึ่งคือแบบไม่ใช้ตัวประสานได้แก่ พวกวัสดุที่มียาวเหนียวๆอยู่ในตัว เช่นการอัดพวกพืชสดเป็นต้น สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการอัดก้อนเชื้อเพลิงพอสรุปได้ดังนี้

นารา พิทักษ์อรรณพ(2525) ทำการวิจัยเรื่อง การผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบ พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคือ ความชื้นของแกลบที่ใช้อัดต้องอยู่ในช่วง 8-12 %

Copyright by Mahidol University

อุณหภูมิของการอัดอยู่ระหว่าง 260-300 °C น้ำหนักแกลบลดลงหลังการอัด 6.4 % และความหนาแน่นเฉลี่ยของแท่งฟืนแกลบสูงถึง 1,326 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร สำหรับฟืนแท่งที่มีความยาว 50 เซนติเมตร หนักประมาณ 1.4 กิโลกรัม ใช้เวลาอัด 1.02 นาที และใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย 0.173 กิโลกรัม-ชั่วโมงต่อแท่ง ปัญหาที่สำคัญของการผลิตคือ การสึกกร่อนของเกลียวอัด ซึ่งมีอายุการใช้งานในการอัดแกลบประมาณ 4,000 กิโลกรัม ข้อมูลที่ได้นำไปใช้เป็นพื้นฐานในการคำนวณ อัตราตอบแทนการลงทุนการผลิตฟืนจากแกลบ สามารถผลิตได้ 564,000 แท่งต่อปี จากโรงงานขนาด 4 เครื่องอัด ต้องลงทุนประมาณ 648,000 บาท ถ้าราคาจำหน่ายฟืนจากแกลบเป็น 1 บาท ต่อแท่ง จุดคุ้มทุนของการผลิตจะตกประมาณ 63 % ของกำลังการผลิตและผลตอบแทนการลงทุนเป็น 42 % ต่อปี สำหรับระยะเวลาคืนทุน 5 ปี ซึ่งอัตราตอบแทนการลงทุนจะผันแปรตามองค์ประกอบต่างๆ ของการผลิตและราคาจำหน่าย พบว่า ราคาแกลบมีอิทธิพลต่อการลงทุนมากที่สุด ที่อัตราตอบแทน 30 % ราคาแกลบต้องไม่เกิน 82 บาทต่อตัน ซึ่งหมายความว่า การผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบในเชิงการค้าเป็นไปได้ เมื่อโรงงานผลิตตั้งอยู่ใกล้กับโรงสีข้าว

กัญจนา บุญยเกียรติ และเพียรพรรค ทัศดร (2523) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การอัดเชื้อเพลิงแข็งเป็นก้อน โดยการศึกษาวิธีใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้ ทางอุตสาหกรรมและการเกษตร ที่มีความสำคัญทางด้านเศรษฐกิจ 3 ชนิดคือ แกลบ ขี้เลื่อย และชานอ้อย โดยนำมาอัดเป็นก้อนขนดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร ภายใต้ความดัน 5.6-105 เมกะนิวตัน/ตารางเมตร และใช้ตัวยึดได้แก่ ขี้ผึ้ง และ แป้งเปียก พบว่าขี้เลื่อยและชานอ้อย สามารถนำมาอัดให้ติดกันเป็นก้อนโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวยึด ส่วนแกลบต้องอาศัยตัวยึด และ/หรือ ผสมกับขี้เลื่อย หรือชานอ้อย จึงจะติดกันเป็นก้อนได้ หลังจากเก็บตัวอย่างไว้ในถุงพลาสติกอย่างน้อย 2 เดือนแล้วนำมาศึกษา การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติต่างๆ ได้แก่ น้ำหนักร้อยละที่ร่วนออกมา ความชื้น ขี้เถ้า ปริมาณกำมะถัน ค่าความร้อน และคุณสมบัติในการไหม้ไฟ และการให้ความร้อนเมื่อเทียบกับถ่านไม้ พบว่า ก้อนเชื้อเพลิงผสมระหว่างแกลบ-ชานอ้อย มีการแตกร่วนน้อยที่สุด(1.53 % โดยน้ำหนัก) และขี้เลื่อยมีปริมาณเถ้าต่ำที่สุด(6.19 %โดยน้ำหนัก) สำหรับคุณสมบัติในการไหม้ไฟพบว่าก้อนเชื้อเพลิง

Copyright by Mahidol University

เกือบทุกชนิดทำให้น้ำเดือดได้เร็วกว่าถ่านไม้ และมีควันมากเมื่อเริ่มลุกไหม้

วิยะดา บุษยานนท์ และวีระศักดิ์ อุดมโชค (2527) ทำการศึกษาเรื่องถ่านผงอัดก้อนลิกไนท์ผสมชานอ้อย พบว่าปริมาณที่เหมาะสม ในการผสมผงถ่านหินลิกไนท์ผสมชานอ้อยป่นแล้วอัดเป็นแท่ง ที่มีคุณสมบัติติดไฟง่าย ขนย้ายสะดวก คงทนให้ความร้อนสูง โดยที่ความพรุนของถ่านเพิ่มขึ้นจาก 23 % เป็น 40 % ,50 %,60 % ตามลำดับ เมื่อปริมาณลิกไนท์ลดลงจาก 90 %เป็น 70 %, 60 %, 50 % โดยน้ำหนักตามลำดับ ค่าความร้อนลดลงจาก 4,738 เป็น 4,231, 4,000 และ 3,886 KCal/g ตามลำดับเมื่อลดปริมาณลิกไนท์จาก 100 % เป็น 90 %, 70 %, 60 %, 50 % ตามลำดับ ขีดจำกัดของการอัดเป็นแท่งถ่านที่ปริมาณชานอ้อย 50 % ปริมาณชานอ้อยลดลงต่ำกว่านี้ความคงทน ในการขนย้าย จะเพิ่มขึ้นอีกพอประมาณ ดังนั้นปริมาณที่เหมาะสมในการอัดผงถ่านลิกไนท์ผสมชานอ้อยป่นเป็นแท่ง คือ 55 %-70 % โดยน้ำหนักของลิกไนท์ และที่ดีที่สุด คือ 60 % โดยน้ำหนักของลิกไนท์

นิภา เศรษฐไพศาล(2528) ทำการวิจัยเรื่อง การนำเศษถ่านหินมาอัดก้อนเพื่อใช้ในครัวเรือน โดยการนำเศษถ่านหินที่เหลือทิ้งจากการทำเหมืองซึ่งจะมีปริมาณเศษถ่านหินเหลือทิ้งประมาณ 35 % มาอัดก้อนโดยใช้เครื่องอัดไฮโดรลิกส์ ใช้ตัวประสานช่วยในการอัดติดเป็นก้อน โดยพบว่า ดินเหนียวเป็นตัวประสานที่ดีที่สุด เพราะหาง่ายและราคาถูก ส่วนผสมที่ดีอยู่ระหว่างร้อยละ 5-20 เทียบกับน้ำหนักถ่านหินแห้ง และเมื่อนำเอาถ่านหินอัดก้อนมาทดสอบ การนำไปใช้งานกับเตาทดลองที่สร้างขึ้นเปรียบเทียบกับถ่านไม้เมื่อใช้เตาอั้งโล่พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ และ ความร้อน/หน่วยพื้นที่·เวลา และอุณหภูมิกับเวลาคล้ายคลึงกัน และมีประสิทธิภาพในการใช้งานใกล้เคียงกัน คือร้อยละ 25-35 ขึ้นอยู่กับ ลักษณะการใช้งาน ซึ่งสรุปได้ว่าการนำเอาเศษถ่านหินมาอัดก้อนเพื่อใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือนมีทางเป็นไปได้

วชิรวิภา นาควิโรจน์(2525) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประเมินโครงการผลิตฟืนอัดแท่งในประเทศไทย ได้สรุปออกมาว่าโครงการผลิตฟืนอัดแท่งในประเทศไทยคุ้มค่าแก่การลงทุน . รัฐบาลควรให้การสนับสนุน เพราะนอกจากจะทำให้ผู้ลงทุนได้รับผลตอบแทน

Copyright by Mahidol University

จากการลงทุนแล้วยังเป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงใหม่อีกด้วย และการใช้เศษเหลือใช้จากการแปรรูปไม้ก็เท่ากับเป็นการใช้ทรัพยากรป่าไม้ให้มีประสิทธิภาพดีกว่าที่เป็นอยู่ และเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอีกทางหนึ่งด้วย

การประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงจะใช้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลักในการประเมินคุณภาพ (Lowry,1963; Forest Product Research Division,1984; อ้างตาม วัฒนา เสถียรสวัสดิ์,2530) อันได้แก่

1. คาร์บอนคงที่ (fixed carbon)
2. สารที่ระเหยได้ (volatile matter)
3. ปริมาณเถ้า (ash)
4. ความชื้น (moisture)
5. กำมะถัน (sulfure content)
6. ค่าความร้อน (calorific value or heating value)

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 ตัวอย่างพืช

ตัวอย่างพืชที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้มาจากจังหวัดนราธิวาส บริเวณ พรุบาเจาะ และพรุโต๊ะแดง ในเขตพัฒนาและเขตอนุรักษ์ โดยเก็บตัวอย่างพืชตามชุดดินย่อยของกรมพัฒนาที่ดิน คือเก็บจากชุดดินนราธิวาส(Nw) และชุดดินกาบแดง(Kd) ซึ่งได้จากการนำแผนที่การแบ่งเขตการใช้ประโยชน์ที่ดินในบริเวณพรุของจังหวัดนราธิวาส มาตราส่วน 1:50,000 มาประกอบกับแผนที่ชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน มาตราส่วน 1: 50,000 เพื่อใช้ในการเลือกจุดที่จะเก็บตัวอย่าง ทั้งนี้ในการเก็บตัวอย่างพืชจะต้องคำนึงถึงความสามารถในการเข้าไปเก็บตัวอย่างด้วย โดยมีข้อกำหนดในการเก็บตัวอย่างดังนี้ คือ

1. ตัวอย่างพืชจะเลือกให้ครอบคลุมและกระจายในทั้ง 2 เขตของพื้นที่พรุคือ เขตอนุรักษ์ และเขตพัฒนา และต้องขึ้นกับความสามารถในการเข้าถึงพื้นที่

2. ตัวอย่างพืชจะเลือกจาก ชุดดินนราธิวาส(Nw) และ ชุดดินกาบแดง(Kd) จากแผนที่ชุดดินในบริเวณพื้นที่พรุ

3. ตัวอย่างพืชจะเลือกมามากกว่า 1 ตัวอย่าง สำหรับพืชที่มีลักษณะเดียวกัน คือจากชุดดินเดียวกันจากพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินต่างกันและต่างพรุกัน

4. ตัวอย่างพืชจะเลือกโดยการสุ่มอย่างอิสระ จากพืชจากชุดดินเดียวกัน จากพื้นที่ที่ใช้ประโยชน์ที่ดินเหมือนกัน และพรุเดียวกัน แต่คนละพื้นที่

5. ตัวอย่างพืช ในพื้นที่ขนาดใหญ่จะใช้อัตราส่วน 1 ตัวอย่างต่อทุกพื้นที่ 10 ตารางกิโลเมตร ถ้าอยู่ในชุดดินเดียวกัน การใช้ประโยชน์ที่ดินเหมือนกัน และอยู่ในพรุเดียวกัน

3.2 การศึกษาคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของพืช ทำโดยวิเคราะห์ถึงคุณสมบัติต่อไปนี้

3.2.1 การทดสอบความแข็งแรงโดยวิธี Dropping test

ทำโดยการปล่อยพืชอัดแข็งจากที่สูง 1 เมตร ลงสู่พื้นซีเมนต์ ทั้งทางด้านตั้งและทางด้านข้างจนกว่า พืชอัดแข็งจะแตก นับจำนวนครั้งที่ปล่อยจนพืชอัดแข็งแตก

Copyright by Mahidol University

3.2.2 การหาปริมาณความชื้น (Moisture), ASTM D3173

หลักการ นำตัวอย่างที่จะวิเคราะห์มาให้ความร้อนคงที่ในตู้อบ (dry oven) ที่อุณหภูมิประมาณ 104 - 110 °C เพื่อให้ไอน้ำระเหยออกจากตัวอย่างค่าความชื้นที่ได้สามารถคำนวณจากน้ำหนักของตัวอย่างที่ลดลง

เครื่องมือ ตู้อบ(dry oven), crucible,dessicator

วิธีการ

1. อบ crucible ที่อุณหภูมิ 110 °C ประมาณ 30 นาที นำออกจากตู้อบทิ้งให้เย็นใน dessicator แล้วชั่งน้ำหนัก

2. นำตัวอย่าง ใส่ใน crucible ชั่งให้ได้น้ำหนักของตัวอย่างประมาณ 1 กรัม

3. นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 110 °C อบจนน้ำหนักคงที่

4. นำ crucible ออกจากตู้อบทิ้งไว้ให้เย็นใน dessicator ชั่งน้ำหนัก

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$M = \{(W2-W3)/(W2-W1)\}*100$$

เมื่อ M = ร้อยละของปริมาณความชื้น(% moisture)

W1 = น้ำหนักของ crucible (กรัม)

W2 = น้ำหนักของ crucible และน้ำหนักถ่านหินก่อนเข้าตู้อบ (กรัม)

W3 = น้ำหนักของ crucible กับ น้ำหนักของถ่านหินภายหลังจากนำออกมาจากตู้อบ (กรัม)

3.2.3 การหาปริมาณสารระเหย (Volatile matter),ASTM D3175

หลักการ นำตัวอย่างมาเผาให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 950 $\pm$ 25 °C ในเตาเผา (muffle furnace) เป็นเวลา 7 นาที ปริมาณสารระเหยสามารถคำนวณโดยการสูญเสียน้ำหนักของตัวอย่าง

Copyright by Mahidol University

เครื่องมือ เตาเผา (muffle furnace), crucible พร้อมฝาปิด และ dessicator

วิธีการ

1. เผา crucible และ ฝาปิดที่อุณหภูมิ 950 ± 25 °C ในเตาเผาประมาณ 30 นาที นำออกจากเตาเผาทิ้งให้เย็นใน dessicatorนำไปชั่งหาน้ำหนักของcrucible และฝาปิด

2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างใส่ใน crucible ประมาณ 1 กรัม

3. นำ crucible พร้อมตัวอย่างเข้าเตาเผาโดยปิดฝา crucible เผาที่ 950±25 °C นาน 7 นาที แล้วนำออกจากเตาเผาทิ้งไว้ให้เย็นใน dessicator

4. ชั่งน้ำหนักของ crucible และถ่านหินที่เหลือพร้อมฝาปิด

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$V = \{(W2-W3)/(W2-W1)\}*100 - M$$

เมื่อ V = ร้อยละของสารระเหย (% volatile matter)

M = ร้อยละของปริมาณความชื้น (% moisture content)

W1 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาปิด (กรัม)

W2 = น้ำหนักของ crucible รวมกับน้ำหนักตัวอย่างพร้อมฝาปิดก่อนเข้าเตาเผา(กรัม)

W3 = น้ำหนักของ crucible รวมกับน้ำหนักตัวอย่างพร้อมฝาปิดภายหลังนำออกมาจากเตาเผา (กรัม)

3.2.4 การหาปริมาณเถ้า (ASH) , ASTM D3174

หลักการ นำตัวอย่างไปเผาให้ความร้อนในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 500 °C เป็นเวลา 30 นาที และค่อยๆ เพิ่มความร้อนเป็น 700-750 °C จนกระทั่งได้น้ำหนักที่คงที่ของ crucible รวมกับน้ำหนักของเถ้าที่เหลือพร้อมฝาปิด crucible จำนวนร้อยละของปริมาณเถ้าสามารถคำนวณได้จากน้ำหนักที่เหลืออยู่ภายหลังการเผาแล้ว

Copyright by Mahidol University

เครื่องมือ เตาเผา,crucible พร้อมฝาปิดและ dessicator

วิธีการ

1. เผา crucible พร้อมฝาปิดที่อุณหภูมิ 700-750 °C เป็นเวลาประมาณ 30 นาที ในเตาเผา แล้วนำออกมาทิ้งให้เย็นใน dessicator ชั่งน้ำหนัก crucible พร้อมปิดฝา

2. ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ใน crucible

3. นำเข้าเผาพร้อมปิดฝาให้มีช่องว่างเล็กน้อยเผาที่อุณหภูมิ 500 °C นานประมาณ 30 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 700-750 °C เผาประมาณ 2-3 ชั่วโมง นำ crucible ออกจากเตาเผาทิ้งไว้ให้เย็นใน dessicator ชั่งน้ำหนักจนน้ำหนักคงที่

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$A = \{(W3-W1)/(W2-W1)\} \times 100$$

เมื่อ A = ร้อยละของปริมาณเถ้า (% ASH)

W1 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาปิด (กรัม)

W2 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาปิด และตัวอย่างก่อนเข้าเตาเผา(กรัม)

W3 = น้ำหนักของ crucible พร้อมฝาปิด และเถ้าหลังจากการเผา(กรัม)

3.2.5 การหาปริมาณคาร์บอนคงตัว(FIXED CARBON)

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

ร้อยละของคาร์บอนคงตัว = 100-ร้อยละของปริมาณความชื้น -ร้อยละของปริมาณสารระเหย -ร้อยละของปริมาณเถ้า

Copyright by Mahidol University

3.2.6 การหาปริมาณกำมะถันรวม (total sulfur) โดยวิธี Eschka

หลักการ ตัวอย่างจะถูกเผารวมกับ Eschka mixture ($CaO + Na_2CO_3$) โดยที่กำมะถันที่อยู่ในตัวอย่าง จะเกิดปฏิกริยากับ Eschka แล้วนำไปออกซิไดซ์และตกตะกอนซัลเฟอร์ในรูปของแบเรียมซัลเฟต ($BaSO_4$)

เครื่องมือ เตาเผา(Muffle furnace),crucible, บีกเกอร์,dessicator, hot plate และกรวยกรองพร้อมกระดาษกรอง

สารเคมี

1. น้ำกลั่น
2. สารละลายแบเรียมคลอไรด์($BaCl_2$) ความเข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร
3. น้ำโบรมีนอิ่มตัว
4. Eschka mixture ประกอบด้วย แมกนีเซียมออกไซด์(MgO)หรือแคลเซียมออกไซด์ (CaO) กับ โซเดียมคาร์บอเนต ($NaCO_3$) ในอัตราส่วน 2:1 โดยน้ำหนัก
5. สารละลายกรดเกลือ (HCl 1:1)
6. สารละลายกรดเกลือ (HCl 1:9)
7. Methyl orange indicator โดยละลาย 0.02 กรัม Methyl orange ในน้ำร้อน 100 มล. แล้วกรอง
8. สารละลาย NaOH โดยละลาย 100 กรัม ของ NaOH ในน้ำกลั่น 1000 มล.
9. สารละลาย $AgNO_3$ โดยละลาย 3.00 กรัม ของ $AgNO_3$ ในน้ำกลั่น 100 มล.

วิธีการ

1. ชั่งน้ำหนักของ Eschka mixture ประมาณ 3 กรัมกับ crucible และฝาก่อน
2. ชั่งน้ำหนักตัวอย่างอย่างละเอียด 1 กรัม และผสมกับ Eschka mixture ให้เข้ากันใน crucible แล้วปิดทับหน้าด้วย 1 กรัมของ Eschka mixture

Copyright by Mahidol University

3. นำเข้าเตาเผาที่ตั้งอุณหภูมิคงที่ไว้แล้ว, 800 ± 25 °C เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง (สังเกตเห็นได้ว่าอนุภาคสีดำหมดไป)

4. นำ crucible ออกจากเตาเผาย่อยด้วยน้ำร้อน 100 มล. เป็นเวลา 1/2-1 ชั่วโมง

5. นำตะกอนไปกรองด้วยกระดาษกรอง และใช้น้ำร้อนล้างตะกอน

6. สารละลายที่กรองได้มาเติมน้ำโบรมีน 20 มล. และกรด HCl (1:1) เล็กน้อย ต้มจนสีของโบรมีนหายไป (สังเกตจากการเติม Methyl orange จะเกิดสีชมพูแดง)

7. ทำสารละลายนี้ให้เป็นกลางด้วยสารละลาย NaOH (สังเกตจากสารละลายกลายเป็นสีเหลืองอ่อน)

8. เติมกรด HCl(1:9) และค่อยๆ เติมสารละลาย $BaCl_2$ พร้อมทั้งคนอย่างช้าๆ 10 มล. ต้มจนเดือดประมาณ 1/2 ชั่วโมง (สังเกตจนตะกอน $BaSO_4$ไม่เกิดการแขวนลอย) ทิ้งไว้ให้เย็นประมาณ 1 ชั่วโมง

9. นำตะกอน $BaSO_4$ มากรองผ่านกระดาษกรอง ashless และล้างด้วยน้ำร้อนจนคลอไรด์ของอิออนหมด (สังเกตจากการใช้สารละลาย $AgNO_3$ หมด ทดสอบสารละลายที่กรองได้ว่าขุ่นหรือไม่)

10. นำกระดาษกรองที่มี $BaSO_4$ ใส่ใน crucible และฝาที่ทราบน้ำหนักอย่างละเอียด แล้วนำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 900 ±25 °C ประมาณ 1/2 ชั่วโมง จนกระดาษกรองไหม้หมดทิ้งให้เย็นใน dessicator

11. นำไปชั่งน้ำหนักโดยละเอียดจะทราบน้ำหนักของ $BaSO_4$

12. ทำ Blank โดยทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ 1-12 โดยไม่ต้องใส่ตัวอย่าง

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$\% \text{ Sulfur} = \{(A-B) \times 13.738\}/C$$

เมื่อ A = น้ำหนักของ $BaSO_4$ ที่ได้จากตัวอย่าง (กรัม)

B = น้ำหนักของ $BaSO_4$ ที่ได้จาก Blank(กรัม)

C = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้หาก๊าซกัน

Copyright by Mahidol University

3.2.7 การหาค่าปริมาณความร้อน (Heating value of solid fuel),ASTM D3286

หลักการ ตัวอย่างของสารนั้นเผาไหม้อย่างสมบูรณ์ในตัว bomb ที่มีออกซิเจนอยู่ปริมาณเกินพอ ความร้อนของการเผาไหม้ที่เกิดขึ้นเป็นผลให้อุณหภูมิของ jacket สูงขึ้นและสามารถคำนวณความร้อนที่เกิดขึ้นได้

เครื่องมือ Bomb, Isothermal Jacket bomb Calorimeter, ถังออกซิเจน, ลวด,ถ้วย, และ เครื่องอัดเม็ด

วิธีการ

1. อัดตัวอย่างเป็นเม็ด โดยอัดให้มีน้ำหนักประมาณ 0.9 - 1.0 กรัม

2. ชั่งน้ำหนักอย่างละเอียดของตัวอย่างที่อัดได้ใส่ในถ้วยโลหะ

3. ผูกลวดเผาไหม้ 10 ซม. ไว้กับเครื่องมือให้แน่น โดยให้ส่วนล่างของเส้นลวดแตะกับตัวอย่างอัดเม็ด

4. อัดออกซิเจนใน bomb ให้มีความดันประมาณ 28-30 บรรยากาศ

5. ใส่น้ำลงใน jacket ประมาณ 2000 มล.

6. นำ bomb ใส่ใน jacket ปิดฝาและเปิดเครื่องกวน และบันทึกอุณหภูมิของ jacket ทุกๆ 1 นาที จนกระทั่งอุณหภูมิคงที่(ประมาณ 5 นาที)

7. กดปุ่ม ignite จับเวลาและบันทึกอุณหภูมิทุกๆ 1 นาที จนกระทั่งอุณหภูมิคงที่

8. นำ bomb ออกมาปล่อยออกซิเจนให้หมด และล้างภายใน bomb ด้วยน้ำกลั่นที่ใส่ Methyl orange จนหมดกรด แล้งนำน้ำล้างนี้ไปติเตรดกับสารละลาย Na_2CO_3

9. วัดส่วนของลวดที่เหลือที่ไม่เผาไหม้สำหรับการคำนวณ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$Hg = (tw-e_1-e_2-e_3)/m$$

เมื่อ Hg = Gross heat of combustion (แคลอรี่ต่อกรัม)

t =ความแตกต่างของอุณหภูมิเริ่มต้นและสุดท้าย (^oC)

w =พลังงานคงที่ของเครื่องแคลอรี่มิเตอร์ซึ่งหาได้ทำนองเดียวกับการหาค่า Hg เพียงแต่ใช้ Benzoic acid แทน

Copyright by Mahidol University

e_1 = Correction in calories for heat of formation of nitric acid(ในที่นี้ให้ค่าเท่ากับศูนย์)

e_2 = Correction in calories for heat of formation of sulfuric acid

= 14 x (% Total sulfur) x น้ำหนักตัวอย่างที่อัดเป็นเม็ด

e_3 = Correction in calories for heat of combustion of fuse wire

= 2.3 x ความยาวของลวดเผาไหม้ที่ใช้ไป (แคลอรี่)

m = น้ำหนักของตัวอย่างที่อัดเป็นเม็ด(wet basis)(กรัม)

3.2.8 การหาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน(heat utilization efficiency) ตามมาตรฐานการทดสอบของสำนักงานพลังงานแห่งชาติ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. พืทอัดแข็ง
2. หม้ออลูมิเนียมเบอร์ 24 พร้อมฝาปิด
3. เตาอังโล่
4. เทอร์โมมิเตอร์ขนาด 100 °C

วิธีการ

1. ชั่งเชื้อเพลิงตัวอย่างละ 500 กรัม
2. ชั่งน้ำ 4,000 กรัมใส่ในหม้ออลูมิเนียมสำหรับต้มน้ำ

วัดอุณหภูมิของน้ำก่อนต้ม

3. เสียบเทอร์โมมิเตอร์ขนาด 110 °C ไว้ในหม้อต้มน้ำ โดยระวังไม่ให้เทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับส่วนของหม้อ

Copyright by Mahidol University

4. ใช้แท่งเชื้อเพลิงชุบน้ำมันก๊าดประมาณ 10 ลบ.ซม. วางไว้ในเตาเพื่อใช้เป็นเชื้อติดไฟ(starter)

5. วางแท่งเชื้อเพลิงที่เหลือลงในเตาอย่างโปร่งๆ ให้อากาศถ่ายเทได้สะดวกประมาณ 3 ใน 4 ของเตา แล้วจุดไฟ รอจนไฟติด

6. นำหม้อน้ำที่เตรียมไว้ขึ้นตั้งบนเตา จดอุณหภูมิของน้ำทุกๆ 3 นาที

7. เมื่อน้ำเดือดถึง 100 °C ให้เปลี่ยนหม้อน้ำใหม่จดอุณหภูมิทุกๆ 3 นาที จนกระทั่งอุณหภูมิของน้ำหม้อสุดท้ายไม่เพิ่มขึ้น

8. คำนวณหาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของเชื้อเพลิงโดยใช้สูตร

$$\text{ประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน} = \frac{\text{ปริมาณความร้อนทั้งหมดที่น้ำได้รับ} \times 100}{\text{ปริมาณความร้อนที่ได้รับจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง}} \ \%$$

หรือ

$$\mu = \frac{\sum_{1}^{n} ms\,(t_2 - t_1) + ms(t_3 - t_1) \times 100}{wq} \ \%$$

โดยที่

μ = ประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของเชื้อเพลิง, เปอร์เซ็นต์

w = น้ำหนักของเชื้อเพลิง, กรัม

q = ค่าความร้อนของเชื้อเพลิง, แคลอรี่/กรัม

m = น้ำหนักของน้ำในหม้อ, กรัม

s = ค่าความร้อนจำเพาะของน้ำ = 1 แคลอรี่/กรัม-องศาเซลเซียส

t_1 = อุณหภูมิของน้ำเมื่อเริ่มแรก, องศาเซลเซียส

t_2 = อุณหภูมิของน้ำเดือด, องศาเซลเซียส

t_3 = อุณหภูมิของน้ำสุดท้ายของหม้อหลังสุด, องศาเซลเซียส

n = จำนวนครั้งที่ทำให้น้ำเดือด

Copyright by Mahidol University

3.3 การศึกษาด้านการเงินเพื่อหาจุดคุ้มทุนในการผลิตพืทอัดแข็ง

โดยการวิเคราะห์ด้านการเงินของโตรงการในลักษณะของโครงการอุตสาหกรรมขนาดเล็กในชนบท แสดงกระแสเงินสดสุทธิในแต่ละปี ค่าของเงินปัจจุบัน และวิเคราะห์ต้นทุน-กาไรของโครงการ

3.4 การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อหาความเหมาะสมในการนาพืทมาใช้

โดยเปรียบเทียบต้นทุนในการนาพืทออกมาใช้ประโยชน์กับการนาไม้ออกมาจากป่าเพื่อมาใช้เป็นเชื้อเพลิง

3.5 การศึกษาเบื้องต้นทางด้านสิ่งแวดล้อม

เป็นการศึกษาเบื้องต้นพื้นฐานโดยทั่วไปของบริเวณพื้นที่ๆ จะนาเอาพืทมาใช้ประโยชน์ แล้ววิเคราะห์เบื้องต้นว่ามีความเหมาะสมอย่างไร มีผลดีผลเสียอย่างไรบ้าง

Copyright by Mahidol University

บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง

4.1.1 ผลการศึกษาคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของพีทก่อนจะทำการอัดแข็ง จากการศึกษาได้ทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของพีทก่อนที่จะทำการอัดแข็ง มีสมบัติดังต่อไปนี้

เขตอนุรักษ์ พรุบาเจาะ

ชุดดินย่อย	ปริมาณความชื้น	ปริมาณเถ้า	ปริมาณสารระเหย	ปริมาณคาร์บอนคงตัว	ปริมาณกำมะถัน	ปริมาณความร้อน
KD13	1.14	85.06	2.48	11.32	0.16	346
NW22	6.08	11.77	55.92	26.23	0.19	3,778
NW23	15.10	6.77	48.44	29.69	0.22	4,369

เขตพัฒนา พรุบาเจาะ

ชุดดินย่อย	ปริมาณความชื้น	ปริมาณเถ้า	ปริมาณสารระเหย	ปริมาณคาร์บอนคงตัว	ปริมาณกำมะถัน	ปริมาณความร้อน
KD15	7.72	6.16	63.11	23.01	0.13	3,089
NW22	5.10	35.51	26.67	28.72	0.17	3,940
NW24	13.67	9.37	44.84	32.13	0.21	5,127

Copyright by Mahidol University

เขตอนุรักษ์ พรุโต๊ะแดง

ชุดดินย่อย	ปริมาณความชื้น	ปริมาณเถ้า	ปริมาณสารระเหย	ปริมาณคาร์บอนคงตัว	ปริมาณกำมะถัน	ปริมาณความร้อน
KD13	2.58	72.82	7.53	17.07	0.17	549
KD15	3.95	49.16	23.20	23.70	0.21	3,254
NW20	10.23	48.67	16.04	25.07	0.17	3,283
NW21	4.26	45.05	25.60	25.10	0.20	3,831
NW25	8.57	43.97	23.10	23.10	0.21	3,239

เขตพัฒนา พรุโต๊ะแดง

ชุดดินย่อย	ปริมาณความชื้น	ปริมาณเถ้า	ปริมาณสารระเหย	ปริมาณคาร์บอนคงตัว	ปริมาณกำมะถัน	ปริมาณความร้อน
KD13	1.97	68.50	12.12	17.41	0.17	933
NW22	4.89	21.46	47.63	26.02	0.19	3,691
NW24	7.18	19.04	43.16	30.63	0.21	4,685

คุณสมบัติโดยทั่วไปของพีทก่อนการอัดแข็ง จากผลการวิเคราะห์พบว่า

1. ปริมาณความชื้นของพีทจะอยู่ระหว่าง 1.97-15.10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งขึ้นอยู่กับสภาพของพีทในแต่ละพื้นที่ พีทในชุดดินกาบแดงจะมีค่าความชื้นต่ำกว่าในชุดดินนราธิวาส ซึ่งก็จะเกี่ยวกับปริมาณของสารอินทรีย์ เพราะสารอินทรีย์ในชุดดินนราธิวาสจะสูงกว่าในชุดดินกาบแดง ทั้งนี้เนื่องจากสารอินทรีย์จะสามารถดูดซับเอา ความชื้นไว้ได้มากกว่าสารอนินทรีย์

Copyright by Mahidol University

2. เปอร์เซ็นต์ของเถ้าจากการวิเคราะห์จะพบว่าแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะในชุดดินกาบแดง จะมีปริมาณเถ้ามากกว่าในชุดดินนราธิวาส ซึ่งก็เช่นเดียวกันกับปริมาณความชื้นคือ ขึ้นอยู่กับปริมาณสารอินทรีย์ที่มีอยู่ ถ้าปริมาณสารอินทรีย์มากปริมาณเถ้าก็จะมีน้อย และนอกจากนั้นปริมาณเถ้ายังแสดงถึงคุณภาพของเชื้อเพลิงอีกด้วย เพราะถ้ามีเถ้ามากก็มักจะเป็นเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพต่ำ

3. ปริมาณสารระเหย สารระเหยเป็นส่วนหนึ่งของเชื้อเพลิงที่ระเหยเป็นไอ (ที่ไม่ใช่ไอน้ำ) เมื่อเกิดการเผาไหม้ ในการศึกษาในครั้งนี้ ในชุดดินนราธิวาสจะมีปริมาณสารระเหยสูงกว่าในชุดดินกาบแดง โดยปริมาณสารระเหยจะผกผันกับปริมาณเถ้าคือ ปริมาณเถ้าสูงจะมีปริมาณสารระเหยต่ำ

4. ปริมาณกำมะถันรวม ในชุดดินต่างๆจะมีปริมาณกำมะถันรวมไม่ต่างกันมากนัก แต่อย่างไรก็ดี ปริมาณกำมะถันรวมในชุดดินกาบแดงจะต่ำกว่าในชุดดินนราธิวาส

5. ค่าความร้อนและปริมาณคาร์บอนคงตัว จะมีความสัมพันธ์กันโดยตรง เพราะคาร์บอนคงตัวเป็นส่วนของเชื้อเพลิงที่อยู่ในรูปของคาร์บอน หรือสารประกอบของคาร์บอน ซึ่งเมื่อเกิดการเผาไหม้ก็จะสลายตัวให้พลังงานความร้อนออกมา และถ้ามีคาร์บอนคงตัวสูงก็จะมีผลทำให้มีค่าความร้อนสูงตามไปด้วย จากการศึกษาพบว่าค่าความร้อนและปริมาณคาร์บอนคงตัวในชุดดินกาบแดงจะต่ำกว่าในชุดดินนราธิวาส โดยเฉพาะในชุดดินกาบแดงชุดดินย่อยที่ 13 จะมีค่าความร้อนต่ำมาก

ดังนั้นในการนำมาอัดแข็ง จึงตัดชุดดินกาบแดงชุดดินย่อยที่ 13 ออกไป จากนั้นจึงนำพีทในชุดดินย่อยเดียวกันมาผสมรวมกันในอัตราส่วนที่เท่าๆกัน แล้วนำไปอัดแข็งต่อไป

4.1.2 ผลการศึกษาคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของพีทอัดแข็ง

องค์ประกอบของพีทอัดแข็ง ที่ได้จากการวิเคราะห์ แสดงตามตารางต่อไปนี้

Copyright by Mahidol University

ชุดดินย่อย	:ปริมาณ :ความชื้น %	:ปริมาณ: เถ้า %	ปริมาณ :สารระเหย %	:ปริมาณ :คาร์บอนคงตัว %	:ปริมาณ :กำมะถัน %	ปริมาณ :ความร้อน Cal/g
KD15	7.63	32.2	39.11	21.02	0.18	3,200
NW20	8.91	48.8	17.31	24.99	0.19	3,311
NW21	7.06	46.2	21.61	25.10	0.20	3,856
NW22	7.42	33.9	33.07	25.56	0.19	3,820
NW23	9.23	10.3	51.80	28.68	0.21	4,372
NW24	7.94	18.2	43.29	30.62	0.22	4,691
NW25	8.12	31.7	35.30	24.87	0.22	3,230
NW26	9.10	7.5	51.15	32.22	0.22	5,150
FIREWOOD	8.0	4.2	65.30	22.49	0.16	4,390
CHARCOAL	4.2	2.9	17.21	75.67	0.19	7,540

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของพืทอัดแข็ง จะพบว่าในชุดดินย่อยต่างๆ พืทจะมีค่าของคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิง อันได้แก่ ความชื้น,คาร์บอนคงตัว, และกำมะถันรวมไม่แตกต่างกันมากนัก จะมีก็แต่ค่าปริมาณเถ้าและค่าความร้อนเท่านั้นที่แตกต่างกันจนเห็นได้ชัด

ดังนั้นโดยการใช้ค่าความร้อนเป็นเกณฑ์ในการตัดสิน จึงสามารถแบ่งพืทอัดก้อนออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. พืทอัดก้อนจากดินชุด KD15,NW20,NW21,NW22,NW25 มีค่าความร้อนอยู่ระหว่าง 3,000-4,000 Cal/g

2. พืทอัดก้อนจากดินชุด NW23,NW24 มีค่าความร้อนอยู่ระหว่าง 4,000-5,000 Cal/g

3. พืทอัดก้อนจากดินชุด NW26 มีค่าความร้อนมากกว่า 5,000 Cal/g

Copyright by Mahidol University

เมื่อเปรียบเทียบกับไม้ฟืนและถ่าน โดยใช้ค่าความร้อน(heating value) เป็นเกณฑ์พบว่าพืทอัดก้อนประเภท 2 และ 3 จะมีค่าความร้อนใกล้เคียงไม้ฟืนและถ่าน

4.1.3 ผลการศึกษาประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของพืทอัดแข็ง

หลังจากได้ทำการทดสอบ คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของพืทอัดแข็งแล้วได้ทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของพืทอัดแข็ง

ประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน

ชุดดินย่อย	จำนวนครั้งที่น้ำเดือด	เวลาเฉลี่ยในการเดือด	ประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน
KD15	1	30.5	23.3
NW20	1.5	30	24.3
NW21	1	32	23.2
NW22	1	31	24.5
NW23	2.5	20	29.4
NW24	2	22	28.2
NW25	1.5	31	23.9
NW26	2.5	19	28.3
Firewood	2.5	19	27.5
Charcoal	3	17	28.2

ผลการศึกษาพบว่าประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนของพืทอัดแข็งเฉพาะพืทอัดแข็งจาก NW23, NW24 และ NW26 มีค่าประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อน และเวลาเฉลี่ยในการทำให้น้ำเดือดใกล้เคียงไม้ฟืน ซึ่งสามารถนำมาใช้ทดแทนไม้ฟืนได้ แต่ก็ยังมีสมบัติต่ำกว่าถ่าน

Copyright by Mahidol University

4.1.4 ผลการทดสอบความแข็งแรงของพืทอัดแข็งโดยวิธี Dropping test

การทดสอบความแข็งแรงโดยการ Dropping test

ทดสอบโดยการปล่อยตัวอย่างทั้งจากทางด้านตั้งและด้านข้างลงบนพื้นปูนซิเมนต์จากความสูง 1 เมตร แล้วนับจำนวนครั้งที่ทำให้ตัวอย่างแตก

ชุดดินย่อย	จำนวนครั้งที่ทำให้แตก ด้านตั้ง	ด้านข้าง
KD15	7.5	3.5
NW20	6	3.5
NW21	6	3.5
NW22	6.5	4.5
NW23	3.5	2
NW24	4.5	2.5
NW25	6.5	3.5
NW26	3.5	2

พืทอัดแข็งจะแตกหักเมื่อปล่อยให้หล่นทางด้านตั้งจะอยู่ระหว่าง 3.5-7.5 ครั้ง และจะแตกหักเมื่อปล่อยให้หล่นทางด้านข้างระหว่าง 2-4.5 ครั้ง สามารถกล่าวได้ว่า ความแข็งแรงของพืทอัดแข็งจะมีทางด้าตั้งมากกว่าทางด้านข้าง และเมื่อพิจารณาจากการแตกหักเมื่อหล่นทางด้านตั้งทำให้สามารถแบ่ง พืทอัดแข็งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. KD15,NW20,NW21,NW22,NW25 จะแตกหักเมื่อหล่นทางด้านตั้งระหว่าง 6-7.5 ครั้ง
2. NW23,NW24,NW26 จะแตกหักเมื่อหล่นทางด้านตั้งระหว่าง 3.5-4.5 ครั้ง

ซึ่งจะเห็นความสัมพันธ์ถึง ประสิทธิภาพการใช้งานของความร้อนและค่าความร้อนว่าถ้ามีค่าสูงก็จะมีความแข็งแรงค่อนข้างต่ำ

Copyright by Mahidol University

4.2 ผลการศึกษาด้านการเงินเพื่อหาจุดคุ้มทุนในการผลิตพืทอัดแข็ง

ในการศึกษาครั้งนี้ได้สมมติให้การผลิตพืทอัดแข็งเป็นโครงการอุตสาหกรรมขนาดเล็กที่สามารถปฏิบัติได้อย่างง่ายๆ โดยเฉพาะพื้นที่ชนบท

ดังนั้นในการศึกษาจึงมีการวิเคราะห์โดยการเปรียบเทียบถึง กำไร-ขาดทุน สำหรับข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ประกอบในการคำนวนในครั้งนี้ได้มาจากหลายส่วนทั้งทางภาคเอกชนและรัฐบาล

เพื่อหาจุดที่จะทำให้โครงการผลิตพืทอัดแข็งสามารถคุ้มทุน ดังนั้นจึงเป็นการทดสอบค่าเมื่อพืทอัดแข็งมีราคาต่างๆ กันออกไป ตั้งแต่ 2 บาทจนถึง 3 บาท ซึ่งจะแสดงตามรายการต่อไปนี้

ถ้าราคาขายเป็น 2 บาทต่อกิโลกรัม สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
ต้นทุน	
ต้นทุนคงที่	
เครื่องอัด	48,000
เครื่องสับ	38,000
ต้นทุนผันแปร	
ค่าบำรุงรักษาร้อยละ 5 ต่อปี	4,300
ค่าแรงงาน 1 คนต่อปี	27,000
ค่าวัตถุดิบ	31,680
ค่าไฟฟ้า	10,638

Copyright by Mahidol University

ผลตอบแทน

จำนวนเงินที่ได้จากการขายพืทอัดแข็งใน 1 ปี 86,400

พืทที่ผลิตได้ใน 1 ปี = 43,200 กิโลกรัม

รายการข้างต้นจะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของต้นทุนประเภทต่างๆและผลตอบแทนของโครงการเพื่อใช้เป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ต่อไป

งบกระแสเงินสดสุทธิ

โดยการนำเอาผลตอบแทนและต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปีตั้งแต่ระยะเริ่มต้นโครงการจนถึงสิ้นสุดอายุโครงการมาแจกแจงให้ทราบถึงกระแสเงินที่หมุนเวียนในแต่ละปี

รายการ	ระยะเริ่มต้น	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
เงินสดรับเข้า						
เงินกู้	86,000					
ขายผลผลิต	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400	
รวม	86,000	86,400	86,400	86,400	86,400	86,400
เงินสดจ่ายออก						
การลงทุนคงที่	86,000					
ต้นทุนแปรผัน		73,618	73,618	73,618	73,618	73,618
ใช้คืนเงินต้น		26,265	26,265	26,265	26,265	26,265
รวม	86,000	99,883	99,883	99,883	99,883	99,883
กระแสเงินสดสุทธิ		-13,483	-13,483	-13,483	-13,483	-13,483

อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 16 ต่อปี

Copyright by Mahidol University

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน

เนื่องจากต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนอาจเกิดขึ้นในเวลาต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้ทั้งต้นทุนและผลตอบแทนมีมูลค่าอยู่ในระยะเวลาปัจจุบันด้วยกันเพื่อความสะดวกในการพิจารณาว่าต้นทุนหรือผลตอบแทนอย่างไหนจะมีค่ามากกว่ากัน

ปีที่	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนแปรผัน	มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมด	ผลตอบแทน	มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนทั้งหมด	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน
0	86,000		86,000			-86000
1		73,618	63,464	86,400	74,483	11,019
2		73,618	54,710	86,400	64,209	9,499
3		73,618	47,164	86,400	55,353	8,189
4		73,618	40,659	86,400	47,718	7,059
5		73,618	35,050	86,400	41,136	6,086
รวม			327,047		282,899	-44,148

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

ได้มาจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์และต้นทุน

b/c ratio = 0.865010

Copyright by Mahidol University

ถ้าราคาขายเป็น 2.25 บาทต่อกิโลกรัม สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
ต้นทุน	
ต้นทุนคงที่	
เครื่องอัด	48,000
เครื่องสับ	38,000
ต้นทุนแปรผัน	
ค่าบำรุงรักษาร้อยละ 5 ต่อปี	4,300
ค่าแรงงาน 1 คนต่อปี	27,000
ค่าวัตถุดิบ	31,680
ค่าไฟฟ้า	10,638
ผลตอบแทน	
จำนวนเงินที่ได้จากการขายพืทอัดแข็งใน 1 ปี	97,200

รายการข้างต้นจะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของต้นทุนประเภทต่างๆและผลตอบแทนของโครงการเพื่อใช้เป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ต่อไป

งบกระแสเงินสดสุทธิ

โดยการนำเอาผลตอบแทนและต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปีตั้งแต่ระยะเริ่มต้นโครงการจนถึงสิ้นสุดอายุโครงการมาแจกแจงให้ทราบถึงกระแสเงินที่หมุนเวียนในแต่ละปี

Copyright by Mahidol University

รายการ	ระยะเริ่มต้น	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
เงินสดรับเข้า						
เงินกู้	86,000					
ขายผลผลิต		97,200	97,200	97,200	97,200	97,200
รวม	86,000	97,200	97,200	97,200	97,200	97,200
เงินสดจ่ายออก						
การลงทุนคงที่	86,000					
ต้นทุนแปรผัน		73,618	73,618	73,618	73,618	73,618
ใช้คืนเงินต้น		26,265	26,265	26,265	26,265	26,265
รวม	86,000	99,883	99,883	99,883	99,883	99,883
กระแสเงินสดสุทธิ		-2,683	-2,683	-2,683	-2,683	-2,683

อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 16 ต่อปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน

เนื่องจากต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนอาจเกิดขึ้นในเวลาต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้ทั้งต้นทุนและผลตอบแทนมีมูลค่าอยู่ในระยะเวลาปัจจุบันด้วยกันเพื่อความสะดวกในการพิจารณาว่าต้นทุนหรือผลตอบแทนอย่างไหนจะมีค่ามากกว่ากัน

ปีที่	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนแปรผัน	มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมด	ผลตอบแทน	มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนทั้งหมด	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน

Copyright by Mahidol University

0	86,000		86,000			-86000
1		73,618	63,464	97,200	83,793	20,329
2		73,618	54,710	97,200	72,235	17,525
3		73,618	47,164	97,200	62,272	15,108
4		73,618	40,659	97,200	53,683	13,024
5		73,618	35,050	97,200	46,278	11,228
รวม			327,047		318,261	-8,786

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

ได้มาจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์และต้นทุน

b/c ratio = 0.973136

ถ้าราคาขายเป็น 2.5 บาทต่อกิโลกรัม สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
ต้นทุน	
ต้นทุนคงที่	
เครื่องอัด	48,000
เครื่องสับ	38,000

Copyright by Mahidol University

1 13379439

ต้นทุนแปรผัน

ค่าบำรุงรักษาร้อยละ 5 ต่อปี	4,300
ค่าแรงงาน 1 คนต่อปี	27,000
ค่าวัตถุดิบ	31,680
ค่าไฟฟ้า	10,638

ผลตอบแทน

จำนวนเงินที่ได้จากการขายพืชอัดแข็งใน 1 ปี 108,000

รายการข้างต้นจะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของต้นทุนประเภทต่างๆและผลตอบแทนของโครงการเพื่อใช้เป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ต่อไป

งบกระแสเงินสดสุทธิ

โดยการนำเอาผลตอบแทนและต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปีตั้งแต่ระยะเริ่มต้นโครงการจนถึงสิ้นสุดอายุโครงการมาแจกแจงให้ทราบถึงกระแสเงินที่หมุนเวียนในแต่ละปี

รายการ	ระยะเริ่มต้น	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
เงินสดรับเข้า						
เงินกู้	86,000					
ขายผลผลิต		108,000	108,000	108,000	108,000	108,000
รวมtotal	86,000	108,000	108,000	108,000	108,000	108,000
เงินสดจ่ายออก						
การลงทุนคงที่	86,000					
ต้นทุนแปรผัน		73,618	73,618	73,618	73,618	73,618
ใช้คืนเงินต้น		26,265	26,265	26,265	26,265	26,265
รวม	86,000	99,883	99,883	99,883	99,883	99,883

Copyright by Mahidol University

กระแสเงินสดสุทธิ	8,117	8,117	8,117	8,117	8,117

อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 16 ต่อปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน

เนื่องจากต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนอาจเกิดขึ้นในเวลาต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้ทั้งต้นทุนและผลตอบแทนมีมูลค่าอยู่ในระยะเวลาปัจจุบันด้วยกันเพื่อความสะดวกในการพิจารณาว่าต้นทุนหรือผลตอบแทนอย่างไหนจะมีค่ามากกว่ากัน

ปีที่	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนแปรผัน	มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมด	ผลตอบแทน	มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนทั้งหมด	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน
0	86,000		86,000			-86000
1		73,618	63,464	108,000	93,103	29,640
2		73,618	54,710	108,000	80,262	25,551
3		73,618	47,164	108,000	69,191	22,027
4		73,618	40,659	108,000	59,647	18,989
5		73,618	35,050	108,000	51,420	16,370
รวม			327,047		353,624	26,577

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

ได้มาจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์และต้นทุน

b/c ratio = 1.081262

Copyright by Mahidol University

ถ้าราคาขายเป็น 2.75 บาทต่อกิโลกรัม สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
ต้นทุน	
ต้นทุนคงที่	
เครื่องอัด	48,000
เครื่องสับ	38,000
ต้นทุนผันแปร	
ค่าบำรุงรักษาร้อยละ 5 ต่อปี	4,300
ค่าแรงงาน 1 คนต่อปี	27,000
ค่าวัตถุดิบ	31,680
ค่าไฟฟ้า	10,638
ผลตอบแทน	
จำนวนเงินที่ได้จากการขายพืทอัดแข็งใน 1 ปี	118,800

รายการข้างต้นจะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของต้นทุนประเภทต่างๆและผลตอบแทนของโครงการเพื่อใช้เป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ต่อไป

งบกระแสเงินสดสุทธิ

โดยการนำเอาผลตอบแทนและต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปีตั้งแต่ระยะเริ่มต้นโครงการจนถึงสิ้นสุดอายุโครงการมาแจกแจงให้ทราบถึงกระแสเงินที่หมุนเวียนในแต่ละปี

Copyright by Mahidol University

รายการ	ระยะเริ่มต้น	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
เงินสดรับเข้า						
เงินกู้	86,000					
ขายผลผลิต		118,800	118,800	118,800	118,800	118,800
รวม	86,000	118,800	118,800	118,800	118,800	118,800
เงินสดจ่ายออก						
การลงทุนคงที่	86,000					
ต้นทุนแปรผัน		73,618	73,618	73,618	73,618	73,618
ใช้คืนเงินต้น		26,265	26,265	26,265	26,265	26,265
รวม	86,000	99,883	99,883	99,883	99,883	99,883
กระแสเงินสดสุทธิ		18,917	18,917	18,917	18,917	18,917

อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 16 ต่อปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน

เนื่องจากต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนอาจเกิดขึ้นในเวลาต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้ทั้งต้นทุนและผลตอบแทนมีมูลค่าอยู่ในระยะเวลาปัจจุบันด้วยกันเพื่อความสะดวกในการพิจารณาว่าต้นทุนหรือผลตอบแทนอย่างไหนจะมีค่ามากกว่ากัน

Copyright by Mahidol University

ปีที่	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนแปรผัน	มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมด	ผลตอบแทน	มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนทั้งหมด	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน
0	86,000		86,000			-86000
1		73,618	63,464	118,800	102,414	38,950
2		73,618	54,710	118,800	88,288	33,578
3		73,618	47,164	118,800	76,110	28,946
4		73,618	40,659	118,800	65,612	24,954
5		73,618	35,050	118,800	56,562	21,512
รวม			327,047		388,986	61,939

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

ได้มาจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์และต้นทุน

b/c ratio = 1.189389

ถ้าราคาขายเป็น 3 บาทต่อกิโลกรัม สามารถแสดงผลการวิเคราะห์ได้ดังนี้

รายการ	จำนวนเงิน (บาท)
ต้นทุน	

Copyright by Mahidol University

ต้นทุนคงที่

เครื่องอัด 48,000

เครื่องสับ 38,000

ต้นทุนแปรผัน

ค่าบำรุงรักษาร้อยละ 5 ต่อปี 4,300

ค่าแรงงาน 1 คนต่อปี 27,000

ค่าวัตถุดิบ 31,680

ค่าไฟฟ้า 10,638

ผลตอบแทน

จำนวนเงินที่ได้จากการขายพืชอัดแข็งใน 1 ปี 129,600

รายการข้างต้นจะแสดงให้เห็นถึงรายละเอียดของต้นทุนประเภทต่างๆและผลตอบแทนของโครงการเพื่อใช้เป็นพื้นฐานของการวิเคราะห์ต่อไป

งบกระแสเงินสดสุทธิ

โดยการนำเอาผลตอบแทนและต้นทุนที่เกิดขึ้นในแต่ละปีตั้งแต่ระยะเริ่มต้นโครงการจนถึงสิ้นสุดอายุโครงการมาแจกแจงให้ทราบถึงกระแสเงินที่หมุนเวียนในแต่ละปี

รายการ	ระยะเริ่มต้น	ปีที่ 1	ปีที่ 2	ปีที่ 3	ปีที่ 4	ปีที่ 5
เงินสดรับเข้า						
เงินกู้	86,000					
ขายผลผลิต		129,600	129,600	129,600	129,600	129,600
รวม	86,000	129,600	129,600	129,600	129,600	129,600

Copyright by Mahidol University

เงินสดจ่ายออก						
การลงทุนคงที่	86,000					
ต้นทุนแปรผัน		73,618	73,618	73,618	73,618	73,618
ใช้คืนเงินต้น		26,265	26,265	26,265	26,265	26,265
รวม	86,000	99,883	99,883	99,883	99,883	99,883
กระแสเงินสดสุทธิ		29,717	29,717	29,717	29,717	29,717

อัตราดอกเบี้ยร้อยละ 16 ต่อปี

มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน

เนื่องจากต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนอาจเกิดขึ้นในเวลาต่างกัน ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำให้ทั้งต้นทุนและผลตอบแทนมีมูลค่าอยู่ในระยะเวลาปัจจุบันด้วยกันเพื่อความสะดวกในการพิจารณาว่าต้นทุนหรือผลตอบแทนอย่างไหนจะมีค่ามากกว่ากัน

ปีที่	ต้นทุนคงที่	ต้นทุนแปรผัน	มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมด	ผลตอบแทน	มูลค่าปัจจุบันของผลตอบแทนทั้งหมด	มูลค่าปัจจุบันสุทธิของการลงทุน
0	86,000		86,000			-86000
1		73,618	63,464	129,600	111,724	48,260
2		73,618	54,710	129,600	96,314	41,604
3		73,618	47,164	129,600	83,029	35,865
4		73,618	40,659	129,600	71,577	30,918
5		73,618	35,050	129,600	61,704	26,654

Copyright by Mahidol University

รวม	327,047	424,348	97,302

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

ได้มาจากการวิเคราะห์เปรียบเทียบมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์และต้นทุน

b/c ratio = 1.297515

เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์ด้านการเงินเพื่อหาจุดคุ้มทุนในการผลิตพืชอัดแข็งแล้ว โดยเฉพาะค่าต้นทุน-กำไร จะพบว่าโครงการผลิตพืชอัดแข็งจะได้กำไรก็ต่อเมื่อ ราคาขายของพืชอัดแข็งสูงกว่า 2.5 บาท

4.3 ผลการศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อหาความเหมาะสมในการนำพืชออกมาใช้

การศึกษาด้านเศรษฐศาสตร์เพื่อหาความเหมาะสมในการนำพืชมาใช้เพื่อทดแทนเชื้อเพลิงดั้งเดิมอันได้แก่ฟืนและถ่าน

ทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างต้นทุนในการนำพืชมาใช้ประโยชน์ เปรียบเทียบกับต้นทุนในการนำไม้ออกจากป่าเพื่อนำมาทำฟืนและถ่านว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร

1. ต้นทุนในการนำพืชมาใช้จะประกอบด้วย

1.1 ค่าพืชที่นำออกมาใช้ ซึ่งสามารถประมาณได้จากค่าชดเชยที่ต้องเสียให้แก่รัฐ

1.2 ค่าแรงที่ใช้ในการในการขุดพืชออกมาใช้ประโยชน์

2. ต้นทุนในการนำไม้ออกจากป่ามาใช้เป็นฟืนและถ่าน

2.1 ค่าสัมปทานในการนำไม้ออกจากป่าเจ้าของสัมปทานจะต้องเสียให้แก่รัฐเป็นค่าเปิดป่า ซึ่งก็จะขึ้นกับการประมูลของผู้เข้าร่วมในการประมูลแต่ละครั้ง

Copyright by Mahidol University

2.2 ค่าภาคหลวง ตามกฎหมายปัจจุบันจะคิดจากปริมาณไม้ที่นำออกจากป่าในแต่ละครั้ง มีค่าลูกบาศก์เมตรละ 5 บาท

2.3 ค่าปลูกป่าทดแทน รัฐจะเรียกเก็บจากผู้รับสัมปทานมีมูลค่าเป็น 3 เท่าของค่าภาคหลวงเพื่อใช้ในการปลูกป่าทดแทนไม้ที่ทำออกจากป่า

2.4 ค่าใช้จ่ายในการนำไม้ออกจากป่าซึ่งหมายรวมค่าจ้างแรงงานและค่าขนส่ง

ผลการศึกษาสามารถแสดงได้ดังนี้คือ

ต้นทุนในการนำพืชออกมาใช้

1. ค่าชดเชยที่จะต้องเสียให้แก่รัฐ

คิดในอัตราต่ำคือในอัตราของการนำถ่านหินมาใช้ประมาณ 200 บาท/ตัน

2. ค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าแรงในการนำพืชออกมาใช้ประโยชน์

เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบกับการนำไม้ออกจากป่าเพื่อมาทำฟืน ดังนั้นค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ จึงละไว้โดยให้คิดเท่ากันกับการนำไม้ออกจากป่า

ต้นทุนในการนำไม้ออกจากป่าเพื่อนำมาทำฟืน

1. ค่าสัมปทานในการนำไม้ออกจากป่า

ค่าสัมปทานจะมีค่าไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับการประมูลของผู้รับสัมปทาน โดยจะเรียกว่าค่าเปิดป่า ซึ่งอาจประมาณได้จากการทำสัมปทานเก่าๆที่เคยทำมาโดยเปรียบเทียบระหว่างค่าเปิดป่ากับกำลังผลิตจะตกประมาณลูกบาศก์เมตรละ 5.29 บาท ซึ่งก็จะตกประมาณค่าเปิดป่า .024 บาทต่อไม้ 1 กิโลกรัม

2. ค่าภาคหลวงตามกฎหมายปัจจุบันจะคิดจากปริมาณไม้ที่นำออกจากป่า มีมูลค่าลูกบาศก์เมตรละ 5 บาท หรือประมาณ กิโลกรัมละ .023 บาท

3. ค่าปลูกป่าทดแทน รัฐจะเรียกเก็บเงินจากผู้รับสัมปทาน มีมูลค่าเป็น 3 เท่าของค่าภาคหลวง คือประมาณ กิโลกรัมละ .069 บาท

Copyright by Mahidol University

4. ค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าแรงที่จะนำไม้ออกจากป่า

เนื่องจากเป็นการเปรียบเทียบ ดังนั้นในส่วนนี้จึงให้เท่ากันกับในส่วนค่าแรงในการนำพืชมาใช้ประโยชน์

สรุป เมื่อเปรียบเทียบกันระหว่างการนำไม้ออกจากป่ากับการนำพืชออกมาใช้ประโยชน์จะพบว่าค่าใช้จ่ายในการนำพืชออกมาใช้ประโยชน์จะสูงกว่า คือเมื่อเทียบกันกิโลกรัมต่อกิโลกรัม ค่าใช้จ่ายในการนำพืชออกมาใช้ประโยชน์จะตกประมาณกิโลกรัมละ 0.2 บาท ส่วนค่าใช้จ่ายในการนำไม้ออกจากป่าจะมีค่าเพียงกิโลกรัมละ 0.116 บาท แต่เนื่องจากมูลค่าที่เป็นตัวเงินไม่ใช่เพียงสิ่งเดียวเท่านั้นที่จะต้องคำนึงถึง จะต้องพิจารณาถึงผลได้ผลเสียด้านอื่นๆ ด้วย

4.4 การศึกษาเบื้องต้นในการประเมินผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อม

ป่าพรุเป็นป่าดงดิบประเภทหนึ่งที่อยู่ในน้ำแช่ขัง มีซากพืชและอินทรีย์วัตถุต่างๆที่ยังไม่สลายตัวทับถมเป็นพื้นฐาน

พื้นที่ป่าพรุในประเทศไทยมีประมาณ 400,000 ไร่ เป็นหย่อมเล็กหย่อมน้อยกระจายไปตามภูมิภาคต่างๆของประเทศ แหล่งใหญ่ที่สุดจะอยู่ทางภาคใต้ท้องที่จังหวัดนราธิวาส

ป่าพรุในจังหวัดนราธิวาสมีประมาณ 283,350 ไร่หรือประมาณครึ่งหนึ่งของป่าพรุทั้งประเทศ ส่วนใหญ่จะอยู่ในท้องที่ป่าพรุบาเจาะที่ครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอเมืองและอำเภอบาเจาะคิดเป็นพื้นที่ 66,450 ไร่ และท้องที่ป่าพรุโต๊ะแดง ซึ่งมีขนาดใหญ่เป็นสามเท่าของป่าพรุบาเจาะ มีปริมณฑลครอบคลุมบางส่วนของพื้นที่อำเภอตากใบ อำเภอสุไหง-ปาดี และ อำเภอสุไหงโกลก พื้นที่ดังกล่าวเป็นแนวแคบๆใกล้ชายฝั่งทะเล และเนื่องจากมีการเข้าใช้ประโยชน์พื้นที่ป่าพรุดังกล่าวของหน่วยงานของรัฐ และการยึดครองพื้นที่ของคนใน

Copyright by Mahidol University

ท้องถิ่น จึงทำให้พื้นที่ป่าพรุมีบริมาณลดน้อยลง จนในปัจจุบันเลือเพียงประมาณครึ่งหนึ่งของพื้นที่เดิมเท่านั้น

ภูมิอากาศ จังหวัดนราธิวาสได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมเขตร้อน มีฝนตกหนักสุดในช่วงเดือนกันยายน ต่อถึงมกราคมของปีถัดไป ส่วนช่วงที่ฝนตกน้อยที่สุดจะอยู่ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน

ชั้นอินทรีย์วัตถุ(พรุและซากสลาย) บริเวณชายป่ารอบนอก มีความลึกโดยเฉลี่ยประมาณ 50 เซนติเมตร ส่วนใจกลางป่าจะลึกถึง 10 เมตร ดินมักมีสีน้ำตาลคล้ำเป็นตัวดูดน้ำเอาไว้คล้ายฟองน้ำ จากช่วงผิวหน้าดินลึกลงไปไม่เกิน 30 เซนติเมตร จะมีสีคล้ำมากและมีความเป็นกรด pH4 โดยเฉลี่ย ช่วงดินที่ลึกถัดลงไป(ระหว่าง 30-90 เซนติเมตร) สีของดินยังคงออกสีน้ำตาลคล้ำมีชิ้นส่วนของเนื้อและรากของพืชพรรณขนาดโต3-6เซนติเมตร เป็นองค์ประกอบสำคัญ ในชั้นนี้ยังคงมีความเป็นกรดสูง มี pH 4.5 โดยเฉลี่ยดินชั้นที่ถัดลึกลงไปอีก(90-130 เซนติเมตร) จะยังคงไม่มีความผิดแผกไปจากชั้นที่สอง และมีทั้งชิ้นไม้เล็ก-ใหญ่ รวมทั้งเศษรากไม้และซากผลไม้ปรากฏอยู่เป็นองค์ประกอบสำคัญ ความเป็นกรดของดินชั้นที่สามนี้ จะเจือจางลงเล็กน้อย เมื่อเทียบกับชั้นที่สอง คือมี pH 5 โดยเฉลี่ย ต่อจากดินชั้นที่สามในช่วงความลึกระหว่าง 130-200 เซนติเมตร สีของดินจะเปลี่ยนเป็นสีเทาแก่ๆ และมีกลิ่นแกสไข่เน่า (H_2S) ค่อนข้างรุนแรง ดินจะเปลี่ยนจากสภาพความเป็นกรด ค่อนไปทางด่าง คือ pH 7-8 ส่วนดินที่ถัดลึกลงไปอีกจะเป็นดินเลน

โครงสร้างป่าพรุ สภาวะแวดล้อมของพื้นที่พรุจะเป็นตัวกำหนดเอกลักษณ์ของสภาพพรรณพืชในป่า พรรณพืชจะปรับปรุงและพัฒนาตัวเอง ให้มีคุณสมบัติสอดคล้องกับวิถีทางของสิ่งแวดล้อม เช่นสร้างรากแขนงให้แผ่กว้างเป็นพิเศษ สร้างรากค้ำยัน รากหายใจในรูปแบบต่างๆ รวมทั้งโคนต้นให้มีพูพอนเป็นพิเศษ

พรรณพืชซึ่งเป็นองค์ประกอบของป่าพรุในท้องที่จังหวัดนราธิวาส จากการศึกษาของคณะเจ้าหน้าที่จากฝ่ายพฤกษศาสตร์ป่าไม้ กองบำรุง กรมป่าไม้ ในระหว่างปี พ.ศ. 2526-2529 ผลพอเป็นที่สรุปได้ว่า ป่าพรุมีพรรณพืชที่มีดอก (Angiospermae) จำนวน

Copyright by Mahidol University

88 วงศ์ รวม 298 ชนิด และมีพวกผักกูด (Fern) จำนวน 13 วงศ์ รวม 18 ชนิดใน จำนวนดังกล่าวเป็นพืชที่พบเป็นครั้งแรกในประเทศถึง 48 ชนิด

ผลกระทบซึ่งเป็นผลร้ายที่จะเกิดจากการพัฒนาโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของหน่วยงาน บางหน่วยงานของรัฐ จึงได้มีการขุดคลองเพื่อระบายน้ำออกจากใจกลางของป่าพรุไปสู่ทะเลโดยตรง ทำให้น้ำลดลงอย่างรวดเร็ว มีการตัดถนนเข้าไปหลายสาย ทำให้สภาพแวดล้อมเปลี่ยนไป สิ่งเหล่านี้ทำให้เกิดน้ำกร่อยย้อนกลับเข้าป่าพรุในช่วงที่น้ำน้อยทำให้เกิดไฟลุกลามเข้าไปในป่าพรุ เผาทำลายพรุและรากค้ำยันต้นไม้มากมาย เป็นเหตุให้ต้นไม้ล้มตายลงจำนวนมาก เกิดการเปิดช่องว่างของเรือนยอดอย่างรุนแรง พืชเล็กๆแห้งเหี่ยวและเป็นเชื้อไฟ จึงเป็นที่น่าวิตกว่า พืชและสัตว์ที่หายากหรือที่กำลังจะสูญพันธุ์ จะหมดไปพร้อมกับไฟป่าที่กำลังทำลายป่าพรุอยู่ในขณะนี้ รวมทั้งประเทศไทยจะต้องสูญเสียป่าพรุแหล่งสุดท้ายของไทยไปพร้อมๆกัน

เขตการใช้ที่ดินในพื้นที่พรุ

เขตพัฒนา ลักษณะโดยทั่วไป เป็นบริเวณพรุที่ในปัจจุบันได้รับการชักน้ำหรือระบายน้ำออกไปบ้างแล้ว และพืชพรรณดั่งเดิมตามธรรมชาติถูกหักล้างถางพงจนหมดสิ้น เพื่อใช้เป็นที่ทำกิน อีกทั้งมีโครงการพัฒนาต่างๆเข้าไปดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง เขตนี้มีเนื้อที่ประมาณ 95,015 ไร่ หรือประมาณ 36 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่พรุ จากแผนที่แสดงเขตการใช้ที่ดินจะเห็นได้ว่าเขตนี้ส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตโครงการสหกรณ์นิคมบาเจาะ (เขตอำเภอเมืองอำเภอยี่งอ และอำเภอบาเจาะ) และสหกรณ์นิคมปิเหล็ง (เขตอำเภอสุไหงปาดี และอำเภอตากใบ) นอกนั้นจะอยู่ในบริเวณพื้นที่พรุทางด้านทิศตะวันออกของจังหวัด เช่นบริเวณโครงการหมู่บ้านปศุสัตว์เกษตรมูโนะ พรุสะปอม และพรุกาบแดง ซึ่งในปัจจุบันทางจังหวัดได้จัดสรรที่ดินให้ราษฎรเข้าไปทำมาหากินแล้ว เป็นต้น

พื้นที่พรุในเขตนี้ ส่วนใหญ่จะมีโครงการชลประทานเข้าไปดำเนินการ เพื่อชักน้ำออกจากพื้นที่พรุ โครงการเหล่านี้ได้แก่ โครงการบาเจาะ โครงการปิเหล็ง โครงการมูโนะ และโครงการน้ำแบ่ง ซึ่งเป็นโครงการหลัก สภาพพื้นที่ของเขตนี้โดยทั่วๆไปจะอยู่สูง

Copyright by Mahidol University

จากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 5 เมตร ยังคงมีน้ำขังอยู่ในช่วงฤดูฝน โดยเฉพาะในช่วงเดือนพฤศจิกายน ธันวาคม มกราคม และกุมภาพันธ์ ส่วนระดับน้ำจะอยู่สูงจากพื้นดินเพียงใดขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนแต่ละปี ในขณะเดียวกันในช่วงฤดูแล้งเช่น ในเดือนเมษายน และ พฤษภาคม น้ำจะแห้งและมีระดับน้ำใต้ดินอยู่ประมาณ 50-100 เซนติเมตร

การใช้ประโยชน์ที่ดินในเขตพัฒนานับว่ายังมีน้อยมาก พื้นที่ส่วนใหญ่จะมีแต่หญ้ากระจูด กก เพิร์น มังเคร่(เหม) และ ต้นเสม็ด ขึ้นกระจัดกระจายอยู่ทั่วไป บางแห่งจะเป็นนาร้าง หรือที่รกร้างว่างเปล่า อาชีพหลักอีกประการที่ทำรายได้ให้แก่ราษฎรที่อาศัยอยู่ในบริเวณนี้คือ การตัดกระจูดไปส่งขายเพื่อใช้ในการทอเสื่อหรือเครื่องใช้ต่างๆ

เขตอนุรักษ์ ลักษณะโดยทั่วไป เป็นเขตที่ในปัจจุบันป่าพรุซึ่งเป็นป่าดั่งเดิมถูกทำลายลงไปมากแล้วและยังไม่มีโครงการพัฒนาเข้าไปดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง การทำลายป่าพรุดังกล่าวอาจเกิดมาจากการหักล้างถางพงของราษฎร หรืออาจถูกไฟไหม้ทำความเสียหายในช่วงที่มีอากาศร้อนแล้งจัด เขตนี้มีเนื้อที่ประมาณ 109,938 ไร่ หรือประมาณ 42 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่พรุ ส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณด้านทิศตะวันตกของพรุบาเจาะ บริเวณตอนเหนือของโครงการปิเหล็ง และขอบๆโดยรอบของพรุโต๊ะแดง

สภาพพื้นที่ของเขตนี้ส่วนใหญ่ยังคงเป็นที่ลุ่มมีน้ำขังและระดับพื้นที่จะอยู่สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 8 เมตร โดยทั่วๆไปหน้าดินจะไม่แห้ง ยกเว้นในช่วงที่อากาศแล้งจัดติดกันเป็นระยะเวลานานๆ สำหรับในฤดูฝนน้ำจะท่วมมาก บางแห่งจะสูงจากระดับผิวดินเกิน 1 เมตร

การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่นับว่ายังมีน้อยมาก ส่วนใหญ่จะเป็นป่าเสม็ด เป็นพื้นที่ที่มีไม้ดั่งเดิมยืนตายเนื่องจากถูกไฟไหม้ และมีหญ้า เพิร์น กก หรือกระจูด เป็นไม้พื้นล่าง หรือเป็นพื้นที่ที่ถูกหักล้างถางพงมานานแล้ว แต่มีหญ้า กก กระจูด และ เสม็ด ขึ้นอยู่กระจัดกระจายทั่วไป อาชีพของราษฎรที่อาศัยใกล้เคียงใช้พื้นที่นี้เป็นแหล่งทำมาหากิน คือ การจับปลาและตัดต้นเสม็ดไปขาย

เขตสงวน ลักษณะโดยทั่วไป เขตนี้เป็นบริเวณป่าที่ยังมีสภาพสมบูรณ์หรือถูกรบกวน

Copyright by Mahidol University

น้อยที่สุด เขตนี้จะต้องสงวนไว้อย่างเข้มงวดเพื่อรักษาป่าที่มีอยู่เอาไว้ และเพื่อรักษาสมดุลของระบบนิเวศน์ในพื้นที่พรุให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เขตนี้มีเนื้อที่ประมาณ 56,907 ไร่หรือประมาณ 22 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่พรุ พื้นที่ที่พบเป็นผืนใหญ่ติดต่อกันได้แก่ บริเวณตอนกลางและตอนใต้ของพรุโต๊ะแดง ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอตากใบ อำเภอสุไหงปาดี และอำเภอสุไหงโกลก

โดยปกติบริเวณนี้จะมีน้ำแช่ขังอยู่ตลอดเวลาและคาดว่าช่วงน้ำท่วมสูงสุดคงมีระดับน้ำสูงจากผิวดินไม่เกิน 2 เมตร สภาพพื้นผิวในบริเวณนี้จะไม่ราบเรียบ ระหว่างต้นไม้จะมีลักษณะแอ่ง และโคนต้นไม้ซึ่งมีรากค้ำยันหรือเป็นพูพอนจะมีลักษณะเป็นโคกคล้ายจอมปลวก ดังนั้นแม้ในฤดูแล้ง บริเวณแอ่งระหว่างต้นไม้ก็จะมีน้ำแช่ขังอยู่ตลอด พื้นที่บริเวณนี้จะมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางไม่เกิน 8 เมตร

รายได้ของราษฎรที่ได้จากป่าพรุจะได้จาก

การเก็บผลหลุมพี ซึ่งขึ้นอยู่หนาแน่นบนพื้นล่างของป่าพรุ ประมาณว่าสามารถทำรายได้สูงสุดถึง 250 บาทต่อวัน(เก็บได้วันละ 5 ปีบ) นอกจากนั้นเป็นการตัดหวาย และหาน้ำผึ้งและยังมีอาชีพที่ลักลอบทำคือการตัดไม้ โดยเฉพาะไม้เนื้อแข็งขนาดใหญ่ เช่น ตังหน ช้างไห้ ทองบึ้ง อ้ายบ่าว ชมพู่ เสม็ด สะท้อนนก มะฮัง เทียะ มะม่วงป่า สะเตียว จอแกะและทุเรียนนก จะมีการแปรรูปในป่าแล้วขนออกมาตามลำน้ำธรรมชาติ

ผลการศึกษาเบื้องต้นทางด้านสิ่งแวดล้อม

แม้ว่าการนำพืทมาใช้เมื่อมองเผินๆอาจไม่เหมาะสมเพราะ พืทเป็นทรัพยากรที่ใช้แล้วหมดสิ้นไปไม่สามารถฟื้นฟูทดแทนได้ แต่จากสภาพความเป็นจริงในพื้นที่จังหวัดนราธิวาส โดยเฉพาะบริเวณพรุบาเจาะมีการเปิดหน้าดินให้โล่ง เพื่อนำไม้ออกและทำประโยชน์ทางการเกษตรในพื้นที่ซึ่งก็ไม่ได้ผลเพราะสภาพดินเป็นกรดจัด และเมื่อทิ้งพื้นที่ไว้ให้แห้งลง ก็จะเกิดปัญหาการเข้าของไฟทำให้พืทลุกไหม้อันจะเป็นผลให้พืทถูกเผาไหม้ไปเป็น

Copyright by Mahidol University

จำนวนมาก ทำให้สูญเสียพืชไปโดยเปล่าประโยชน์และและไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีก เมื่อมองในแง่นี้การที่จะช่วงชิงเพื่อนำพืชมาใช้ประโยชน์ก่อนที่พืชจะถูกไฟไหม้หมดไปจึงเป็นสิ่งที่น่าที่จะกระทำ และพื้นที่ที่มีการขุดเอาพืชออกมาใช้ประโยชน์ก็จะมีลักษณะเป็นหลุมก็ต้องหาวิธีในการใช้ประโยชน์จากพื้นที่อีกต่อไปโดยอาจทำเป็นบ่อสำหรับเลี้ยงปลาซึ่งก็ต้องมีการศึกษาในรายละเอียดอีกครั้งหนึ่ง

Copyright by Mahidol University

บทที่ 5

สรุป

พืทอัดแข็งทำมาจากการนำพืทจากพื้นที่พรุในเขตอนุรักษ์ และ เขตพัฒนาของจังหวัดนราธิวาส มาทำการอัดให้เป็นก้อน

ขั้นตอนในการผลิตทำได้โดยการนำพืทมาสับให้เป็นชิ้นเล็กๆ ด้วยเครื่องสับแล้วอัดให้เป็นแท่งกลมยาว แล้วนำไปตากแดดให้แห้ง ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่า

1. จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงของพืทอัดแข็ง จะมีค่าความร้อนอยู่ระหว่าง 3,000 - 5,000 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม ซึ่งจะมีค่าอยู่ใกล้เคียงกับไม้ฟืนแต่จะต่ำกว่าถ่านไม้

2. จากการวิเคราะห์ด้านการเงินเพื่อหาจุดคุ้มทุนในการผลิตพืทอัดแข็ง จะพบว่า พืทอัดแข็งจะสามารถทำกำไรได้ก็ต่อเมื่อมีราคาขายมากกว่า 2.5 บาทต่อกิโลกรัม

3. การวิเคราะห์ถึงต้นทุนในการนำพืทออกมาเพื่อใช้ประโยชน์เป็นเชื้อเพลิงเมื่อเทียบกับไม้ฟืนจะพบว่าต้นทุนของพืทจะสูงกว่าไม้ฟืน

4. จากการศึกษาเบื้องต้นทางด้านสิ่งแวดล้อม พบว่าพืทที่จะนำมาใช้ประโยชน์ควรจะเป็นพืทที่มาจากพรุที่เสื่อมโทรมแล้วเท่านั้น คือต้องเป็นพรุที่มีการระบายน้ำออกและสภาพป่าดั่งเดิมตามธรรมชาติไม่เหลืออยู่แล้วเท่านั้น

สรุปผลจากการศึกษาในครั้งนี้สามารถกล่าวได้ว่า แม้พืทจะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในรูปเชื้อเพลิงอัดแข็งได้ตามคุณสมบัติทางด้านเชื้อเพลิงแต่ถ้ามองในแง่ต้นทุนยังค่อนข้างสูงอยู่ ดังนั้นการนำพืทมาใช้ประโยชน์จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงองค์ประกอบรอบข้างอื่นๆด้วย เช่น ในบางพื้นที่บริเวณบางส่วนของพรุบาเจาะที่มีการระบายน้ำออกและมีการบุกรุกป่าทำให้กลายสภาพเป็นพื้นที่ทำการเกษตรแต่ไม่ได้ผล เพราะสภาพพื้นที่ไม่เอื้ออำนวยดินมีฤทธิ์เป็นกรดจัด และเมื่อทิ้งไว้จนพืทแห้งก็จะมีการเข้าของไฟทำให้สูญเสียพืทไปปีละไม่ใช่น้อย พื้นที่ดังกล่าวจึงควรนำมาใช้ประโยชน์ก่อนแหล่งอื่นๆ

Copyright by Mahidol University

บรรณานุกรม

กองแผนงาน กรมป่าไม้,การศึกษาเศรษฐกิจการเผาถ่านไม้ยางพารา,ไรเนียว เย็บเล่ม 2529

กัญจนา บุณยเกียรติ และเพียรพรรค ทัศดร,การอัดเชื้อเพลิงแข็งเป็นก้อน, คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2523

เกริกชัย สุกาญจนัจที, ไอน้ำและพลังงานจากถ่านหิน, จุฬาลงกรณ์มหา-วิทยาลัย 2529

จันทรา ทองคำเภา, รายงานการสัมมนาเรื่อง การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของพืชในจังหวัดนราธิวาส, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2528

ชยงค์ นามเมือง, อะไรคือดินพรุ(1), ข่าวสารปฐพีวิทยา 1(2) มค.-มีค. 2528.

ชวลิต โล่ห์คุณสมบัติ, รายงานเกี่ยวกับแท่งชี้เลื่อยและลิกไนท์ในท้องที่ในจังหวัดอยุธยา ลำปางและเชียงใหม่, กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ 2524

ณอคุณ สิทธิพงศ์, การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพต่ำในเตาฟลูอิดไดซ์เบด, วิศวกรรมสาร ธันวาคม 2524

ธวัช จิรายุส, การใช้ประโยชน์เศษไม้และผงไม้เป็นเชื้อเพลิง, การประชุมการป่าไม้ประจำปี 2526 สาขาวนผลิตภัณฑ์ กรมป่าไม้ 2526

ธวัชชัย สันติสุขและชวลิต นิยมธรรม, ป่าพรุในประเทศไทยกับปัญหาการอนุรักษ์, ในการอนุรักษ์ธรรมชาติในประเทศไทยในแง่การพัฒนาสังคมและเศรษฐกิจ สยามสมาคม 2528

นิภา เศรษฐไพศาล, การนำเศษถ่านหินมาอัดก้อนเพื่อใช้ในครัวเรือน, วิทยานิพนธ์บริญญาโท จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528

Copyright by Mahidol University

นงลักษณ์ เอี่ยมศิริ, วิกฤตการณ์พลังงานกับการหุ่งต้ม, คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล 2523

นารา พิทักษ์อรรณฑและคณะ, การผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากแกลบ,วิศวกรรมสาร กุมภาพันธ์ 2525

นารา พิทักษ์อรรณฑ, เชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้, เอกสารประกอบโครงการเตาเศรษฐกิจและเชื้อเพลิงถ่าน สสวท 2524

ปรีชา เกียรติกระจาย, เทคโนโลยี่การแปรรูปพลังงานจากไม้, คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2529

ปรีชา เกียรติกระจาย, ผลกระทบของความชื้นในเนื้อไม้และชนิดของไม้ต่อคุณสมบัติบางประการของถ่าน, วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ 2523

ประโยชน์ ศรีสุภนันต์, การศึกษาคาร์บอนไนเซชันของถ่านหินและผลิตภัณฑ์, วิทยานิพนธ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528

พล สาเกทอง, ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับฟลูอิไดเซชัน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2526

พิสุทธ์ วิจารณ์สรณ์, ดินอินทรีย์ในจังหวัดนราธิวาส,ในโครงการพัฒนาดินเค็มดินเปรี้ยวภาคใต้ตามแผนพัฒนาชนบทยากจน(2525-2529) กองบริรักษ์ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน 2526

วิชิรภา นาควิโรจน์, การประเมินโครงการฟืนอัดแท่งในประเทศไทย, วิทยานิพนธ์บริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2525

วัฒนา เสถียรสวัสดิ์, รายงานการวิจัยโครงการเชื้อเพลิงแข็ง,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2530

วิยะดา บุญยานนท์และวีรศักดิ์ อุดมโชค, ถ่านผงอัดก้อนลิกไนท์ผสมชานอ้อย, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2527

ไวฑูรย์ ภูริทัติ,การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณและน้ำหนักของไม้ฟืนและถ่านไม้โกงกาง,รายงานวิจัยกองจัดการป่าไม้,กรมป่าไม้ 2518

Copyright by Mahidol University

สมพงษ์ ฉันทวรภาพ,สถานการณ์พลังงานจากไม้, เอกสารประกอบโครงการเตาเศรษฐกิจและเชื้อเพลิงถ่าน สสวท 2524

สมศักดิ์ ดารงค์เลิศ, พลูอิไดเซชัน, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528

สุรพล เจริญพงศ์, ลักษณะทางกายภาพของดินพรุ, ในเอกสารการฝึกอบรมโครงการพัฒนาดินเค็ม ดินเปรี้ยวภาคใต้ 2526, กรมพัฒนาที่ดิน 2526

สวาท เสนาณรงค์ และ น้อม งามนิสัย,ไทยแอตลาส,สำนักพิมพ์อักษรเจริญทัศน์,กรุงเทพมหานคร 2529

อนัญญา พจนารถ, การปรับปรุงคุณภาพเศษถ่านหินโดยวิธีคาร์บอนไนเซชัน, วิทยานิพนธ์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2528

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ,ธรณีวิทยา,สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช,กรุงเทพมหานคร 2526

Carl W. Hall, Biomass as an alternative fuel, Goverment institutes 1981

Chantra tongcumpou, The study on peat utilization as cation exchanger, Faculty of Environment and Resource Studies Mahidol University 1987

Malcolm slesser and Chris lewis, Biological Energy Resource, London E , FN Spo Ltd 1978

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University