- 7 มิ.ย. 2545



การศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อย โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

ทศพล สังข์อยุทธ์

อภินันทนาการ
ห้องสมุดคณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหิดล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล
พ.ศ. 2543

ISBN 974-663-754-1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยมหิดล

วพ
ท338ท
2543
ฉ.1

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

.....

นายทศพล สังข์อยุทธ์

ผู้วิจัย

.....

นายสยาม อรุณศรีมรกต วท.ม.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

นายชุมพร ยุวรี วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

นายคงเดช ตันกายา วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

นายไกรชาติ ตันตระการอาภา วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย

.....

นายสัญชัย สูติพันธ์วิหาร วท.ม.

รักษาราชการแทน

ประธานคณะกรรมการประจำหลักสูตร

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

Copyright by Mahidol University

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร

วันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2543

.....

นายทศพล สังข์อยุทธ์

ผู้วิจัย

.....

นายสยาม อรุณศรีมรกต วท.ม.

ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

นายชุมพร ยุวรี วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

นายคงเดช ตันกายา วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

นายไกรชาติ ตันตระการอาภา วท.ม.

กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

.....

ศาสตราจารย์เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ Ph.D.

คณบดี

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล

.....

รองศาสตราจารย์อนุชาติ พวงสำลี Ph.D.

คณบดี

คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์

มหาวิทยาลัยมหิดล

Copyright by Mahidol University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์สยาม อรุณศรีมรกต อาจารย์ชุมพร ยุวรี อาจารย์คงเดช ตันกายา และอาจารย์ไกรชาติ ตันตระการอาภา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งให้ คำแนะนำแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้วิจัย ขอขอบพระคุณ ทุกท่านอย่างสูง และระลึกถึงด้วยความเคารพยิ่งตลอดไป

นอกจากนี้ผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากหลายหน่วยงานคือ โรงงานผลิตธูปหอม พรศรีอยุธยา ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงานและศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัตถุของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และศูนย์วิจัยการผลิตถ่าน กรมป่าไม้ ได้รับความอนุเคราะห์อย่างดียิ่งจากผู้เชี่ยวชาญหลายท่านในการดำเนินการทดลอง คือ คุณเขื่อง มะเดื่อ คุณปราโมทย์ ไทยทัตกุล คุณณัฐวุฒิ บุญเลี่ยม และคุณวินัย ธัญญปัญญา ตลอดจนได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีจากคุณอำนวย ฉมังวิภากรุณาประสานงานจัดหาขี้เลื่อยที่ใช้ในการทดลอง ผู้วิจัย ขอขอบพระคุณทุกหน่วยงานและทุกท่านที่ได้กล่าวนามมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัยขอขอบใจ เด็กชายปฐมพล สังข์อยุทธ์ และเด็กหญิงชลดา สังข์อยุทธ์ ซึ่งเป็นบุตรและธิดาของผู้วิจัย ซึ่งเป็นพลังใจที่สำคัญให้ผู้วิจัยมีความเพียรในการทำงานให้บรรลุผลสำเร็จ และขอขอบคุณ คุณจินตนา สังข์อยุทธ์ ที่เป็นขวัญและกำลังใจให้การสนับสนุนทุกเรื่องแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา

ท้ายที่สุดนี้ในส่วนความดีและประโยชน์ที่ได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่คุณพ่อเฉลียว สังข์อยุทธ์ คุณแม่ทุเรียน สังข์อยุทธ์ และครู-อาจารย์ ผู้ประสิทธิประสาทวิชาแก่ผู้วิจัยทุกท่าน

ทศพล สังข์อยุทธ์

Copyright by Mahidol University

3937671 ENAT/M : สาขาวิชา : เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร ;
วท.ม. (เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)
คำสำคัญ : การเปรียบเทียบ / การเพิ่มมูลค่า / ขี้เลื่อย / เทคโนโลยีที่เหมาะสม

ทศพล สังข์อยุทธ์ : การศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม (THE COMPARATIVE STUDY OF APPROPRIATE VALUE – ADDED TECHNOLOGY OF RESIDUE SAWDUST) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ : สยาม อรุณศรีมรกต, วท.ม. ชุมพร ยุวรี, วท.ม. คงเดช ตันกายา, วท.ม. ไกรชาติ ตันตระการอาภา, วท.ม. 138 หน้า. ISBN 974-663-754-1

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้คือขี้เลื่อย โดยทดลองนำขี้เลื่อยไม้ยางพารามาใช้ในการผลิตธูป ก้อนเพาะเห็ด เชื้อเพลิงอัดแท่ง และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ค่าสถิติที่ใช้คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSSX ดำเนินการทดลองเดือน สิงหาคม-กันยายน 2542 สถานที่ดำเนินการทดลองผลิตธูป ที่โรงงานธูปหอมพรศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา ผลิตก้อนเพาะเห็ด ที่ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก จ. นครปฐม ผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย กรุงเทพมหานคร และศูนย์วิจัยการผลิตถ่าน จ.สระบุรี

ผลการวิจัยพบว่า ธูปสามารถผลิตโดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราได้ การตรวจสอบระยะเวลาการเผาไหม้ไม่แตกต่างกับธูปที่ผลิตโดยทั่วไปก้อนเพาะเห็ดสามารถผลิตโดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราได้ การตรวจสอบการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดมีการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดทุกก้อนเหมือนกับก้อนเพาะเห็ดที่ผลิตโดยทั่วไป เชื้อเพลิงอัดแท่งสามารถผลิตโดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราได้ การวิเคราะห์คุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ความหนาแน่น 1,295 กก./ม.^{3} แรงกดสูงสุด 0.045 นิวตัน/มม.^{2}/ความยาว 1 มม. แรงดัดโค้งสูงสุด 0.936 นิวตัน/มม.^{2} การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงสารระเหย 18.7% ถ่านคงตัว 77.3% เถ้า 4.0% ค่าความร้อน 7,450 กิโลแคลอรี่/กก. การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์คือธูปและก้อนเพาะเห็ดให้ผลกำไรทางเศรษฐศาสตร์ โดยธูปให้ผลกำไรสูงสุด เชื้อเพลิงอัดแท่งขาดทุนทางเศรษฐศาสตร์

การศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม พบว่าการผลิตธูปและก้อนเพาะเห็ดเป็นกิจกรรมทางเลือกที่เหมาะสมในการส่งเสริมเพื่อใช้ประโยชน์ของเสียจากอุตสาหกรรม และเพื่อการตัดสินใจในการประกอบอาชีพต่อไป แต่อย่างไรก็ตามมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ต้องพิจารณา เช่น วัตถุดิบ การตลาด ความชำนาญ เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

3937671 ENAT/M : MAJOR:APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELMENT ;
M.Sc. (APPROPRIATE TECHNOLOGY FOR RESOURCE DEVELOPMENT)
KEY WORDS : COMPARISON / VALUE-ADDED / RESIDUAL SAWDUST /
PPROPRIATE TECHNOLOGY

THOSSAPON SUNGAYUTH: THE COMPARATIVE STUDY OF APPROPRIATE VALUE-ADDED TECHNOLOGY OF RESIDUE SAWDUST. THESIS ADVISOR: SAYAM AROONSRIMORAKOT M.Sc., CHUMPORN YUWAREE M.Sc., KONGDEJ TANKAYA M.Sc., KRAICHART TANTAKARNARPA M.Sc. 138 p.
ISBN 974-663-754-1

This research study examined use of waste materials from wood industries. The experiment sought to use sawdust to improve the production of Joss Sticks, Mushroom Cultures and Dense Briquette Fuel and to compare the beneficial economics. The static value used was ANOVA, analysed by using SPSSX. The experiment was during August to September 1999. The places where the experiment was led were at Pornsriayutthaya Joss Stick Factory Phranakornsriayutthaya; province; at Banaranyik mushroom culture garden center Nakhonprathom; province; at the dense briquette fuel production sites at Thailand Institute of Scientific and Technological Research Bangkok and theCharcoal Research Center Saraburi; province.

The result of this research indicated that the Joss Sticks produced from rubber trees, after examine the time during burning was not different from the general Joss Stick production. The mushroom cultures production can be produced by using sawdust from rubber trees. The result after testing the growth of every mushroom fiber was that it was like the fiber of mushroom from the general mushroom cultures production. The dense briquette fuel production can be produced by using sawdust from rubber trees. The result of quality analysis of dense briquette fuel had a density of 1.295 kg./m^3. The compression strength was 0.045 N/$mm.^2$/length 1 mm. The quality analysis result of fuel showed volatile matters 18.7%, Fixed carbon 77.3%, ash content 4.0%, calorifle value 7,450 k.cal./kg. A comparison of beneficial economics of producing Joss Sticks and mushroom cultures showed beneficial economics especially Joss Sticks revealed a maximum profit. The producing of dense briquette fuel proved economically unprofitable.

A comparison of value-added residual sawdust using appropriate technology indicated that producing Joss Sticks and Mushroom Cultures are appropriate methods for using waste matter. Using value-added technology with residual sawdust can be a beneficial trend for making decisions about occupation investments. However, there are another factors to consider such as power sources, marketing and experience.

Copyright by Mahidol University

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฎ
คำย่อที่ใช้ในการวิจัย	
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 แนวความคิดในการวิจัย	5
1.4 ขอบเขตการวิจัย	7
1.5 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	8
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	9
2. ทบทวนวรรณกรรม	
2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีและเทคโนโลยีที่เหมาะสม	10
2.1.1 เทคโนโลยี	10
2.1.2 เทคโนโลยีที่เหมาะสม	14
2.2 การใช้ประโยชน์ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม	16
2.2.1 ความหมายของ “ของเสีย”	16
2.2.2 การใช้ประโยชน์ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม	16
2.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับไม้ยางพารา	17
2.3.1 ลักษณะทั่วไปและองค์ประกอบทางเคมีของไม้ยางพารา	17
2.3.2 การประเมินผลผลิตไม้ยางพารา	18
2.4 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	19
2.4.1 ต้นทุนการผลิต	19
2.4.2 รายรับจากการผลิต	21

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.3 กำไรสูงสุด	21
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	22
3. วิธีการวิจัย	25
3.1 การศึกษาข้อมูลการนำขี้เลื่อยมาเพิ่มมูลค่าซึ่งดำเนินการผลิตในปัจจุบัน 3 แนวทาง	25
3.1.1 การผลิตชูป	26
3.1.2 การผลิตก้อนเพาะเห็ด	28
3.1.3 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	30
3.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง	39
3.2.1 กำหนดคุณลักษณะของขี้เลื่อยที่ใช้ในการทดลอง	39
3.2.2 การตรวจวัดลักษณะทางกายภาพ	40
3.3 การวางแผนการทดลอง	43
3.3.1 การผลิตชูป	43
3.3.2 การผลิตก้อนเพาะเห็ด	49
3.3.3 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	56
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง	65
3.4.1 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล	65
3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล	66
3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล	66
3.5 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิต	66
3.6 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของผลิตภัณฑ์จากการทดลอง	67
3.6.1 การคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	67
3.6.2 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	68
4. ผลการศึกษาวิจัย	69
4.1 ลักษณะทั่วไปของขี้เลื่อย	
4.1.1 ขนาดของขี้เลื่อย	69

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.2 ค่าความชื้นของขี้เลื่อย	69
4.2 ผลการทดลองผลิตธูป	70
4.2.1 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูป	70
4.2.2 ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตธูป	71
4.2.3 ผลผลิตธูป	73
4.2.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของธูป	74
4.3 ผลการทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ด	75
4.3.1 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	76
4.3.2 ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	77
4.3.3 ผลผลิตก้อนเพาะเห็ด	79
4.3.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของก้อนเพาะเห็ด	81
4.4 ผลการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	81
4.4.1 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	82
4.4.2 ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	82
4.4.3 ผลผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	84
4.4.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของขี้เลื่อยอัดแท่ง	86
4.4.5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของขี้เลื่อยอัดแท่ง	86
4.5 ผลการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิต	87
4.5.1 เทคโนโลยีในการผลิตธูป	87
4.5.2 เทคโนโลยีในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	87
4.5.3 เทคโนโลยีในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	88
4.6 การศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	89
4.6.1 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	89
4.6.2 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	95
5. อภิปรายผลการศึกษา	97
5.1 ลักษณะทั่วไปของขี้เลื่อย	97
5.1.1 ขนาดของขี้เลื่อย	97

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.1.2 ค่าความชื้น	98
5.1.3 ชนิดของเนื้อไม้	98
5.2 การทดลองผลิตธูป	99
5.2.1 จำนวนผลผลิตธูป	99
5.2.2 ขนาดของขี้เลื่อยที่ใช้ในการผลิตธูป	99
5.2.3 ประเภทของเนื้อไม้ที่ใช้ในการผลิตธูป	99
5.2.4 ปริมาณการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิตธูป	99
5.2.5 ระยะเวลาและขั้นตอนในการผลิตธูป	100
5.2.6 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม	100
5.3 การทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ด	101
5.3.1 จำนวนผลผลิตก้อนเพาะเห็ด	101
5.3.2 ขนาดของขี้เลื่อยที่ใช้ในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	101
5.3.3 ประเภทของเนื้อไม้ที่ใช้ในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	101
5.3.4 ปริมาณการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	102
5.3.5 ระยะเวลาและขั้นตอนในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	102
5.3.6 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม	102
5.4 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	103
5.4.1 ผลผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	103
5.4.2 ขนาดของขี้เลื่อยที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	103
5.4.3 ประเภทของเนื้อไม้ที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	104
5.4.4 ปริมาณการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	104
5.4.5 ระยะเวลาและขั้นตอนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	104
5.4.6 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม	105

Copyright by Mahidol University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.5 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิต	106
5.6 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	108
5.6.1 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ได้กำไร	108
5.6.2 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ขาดทุน	108
6. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	112
6.1 สรุปผลการวิจัย	112
6.1.1 ลักษณะทั่วไปของขี้เลื่อย	112
6.1.2 การผลิตธูป	113
6.1.3 การผลิตก้อนเพาะเห็ด	113
6.1.4 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	114
6.1.5 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิต	115
6.1.6 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	116
6.2 ข้อเสนอแนะ	116
6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์	116
6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้	117
6.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป	117
เอกสารอ้างอิง	118
ภาคผนวก ก. สำเนาหนังสือขอความร่วมมือดำเนินการทดลอง	123
ภาคผนวก ข. รายงานการตรวจวัด การทดสอบ และการวิเคราะห์	128
ภาคผนวก ค. เอกสารรายงานข้อมูลการทดลอง	134
ภาคผนวก ง. ตารางผลการศึกษา	137
ประวัติผู้วิจัย	138

Copyright by Mahidol University

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1 – 1	แสดงจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้รับอนุญาตประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม	1
ตารางที่ 1 – 2	แสดงปริมาณการใช้ไม้ภายในประเทศระหว่างพ.ศ. 2531- 2540	2
ตารางที่ 2 – 1	องค์ประกอบทางเคมีของไม้ยางพารา	18
ตารางที่ 4 – 1	แสดงวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูป	70
ตารางที่ 4 – 2	แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตธูป	72
ตารางที่ 4 – 3	แสดงระยะเวลาในการปั้นธูปและผลผลิตธูป	74
ตารางที่ 4 – 4	แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการเผาไหม้ของธูป	75
ตารางที่ 4 – 5	แสดงวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	76
ตารางที่ 4 – 6	แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	78
ตารางที่ 4 – 7	แสดงระยะเวลาในการผสม การบรรจุ การเขี่ยหัวเชื้อและผลผลิตก้อนเพาะเห็ด	80
ตารางที่ 4 – 8	แสดงการเปรียบเทียบระยะเวลาการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด	81
ตารางที่ 4 – 9	แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	83
ตารางที่ 4 – 10	แสดงระยะเวลาและผลผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	85
ตารางที่ 4 – 11	แสดงต้นทุนการผลิตธูป	90
ตารางที่ 4 – 12	แสดงต้นทุนการผลิตก้อนเพาะเห็ด	92
ตารางที่ 4 – 13	แสดงต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	94
ตารางที่ 4 – 14	แสดงการเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	96
ตารางที่ 5 – 1	แสดงการเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิต	106
ตารางที่ 5 – 2	แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม	109
ตารางที่ ผ – 1	แสดงระยะเวลาการเผาไหม้ของธูป	137

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ

		หน้า
รูปที่ 1 – 1	กรอบแนวคิดในการวิจัย	6
รูปที่ 2 – 1	กำไรรวมสูงสุด	22
รูปที่ 3 – 1	เครื่องอัดแบบลูกสูบ	33
รูปที่ 3 – 2	เครื่องอัดแบบเกลียวรูปกรวย	33
รูปที่ 3 – 3	เครื่องอัดแบบเกลียวพร้อมด้วยขดลวดความร้อนที่กระบอกอัด	34
รูปที่ 3 – 4	เครื่องอัดแบบลูกกลิ้ง	35
รูปที่ 3 – 5	เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์แบบกลม	36
รูปที่ 3 – 6	เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์แบบวงแหวน	36
รูปที่ 3 – 7	ขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ใช้ในการทดลองขนาด 4-150 mesh	40
รูปที่ 3 – 8	เครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติ (Speedy Moisture Tester)	42
รูปที่ 3 – 9	กรอบการทดลองการผลิตธูป	43
รูปที่ 3 – 10	การปั้นธูปชั้นที่ 1	45
รูปที่ 3 – 11	การเตรียมผสมขี้เลื่อยกับโกบั๊วในการปั้นธูปชั้นที่ 2	46
รูปที่ 3 – 12	การนำธูปที่ปั้นเสร็จแล้วไปตากกลางแดด	47
รูปที่ 3 – 13	การย้อมสีก้านธูป	48
รูปที่ 3 –14	กรอบการทดลองการผลิตก้อนเพาะเห็ด	49
รูปที่ 3 – 15	การผสมขี้เลื่อยกับอาหารเสริมคลุกให้เข้ากัน	51
รูปที่ 3 – 16	เติมน้ำในส่วนผสมเพื่อเพิ่มความชื้นประมาณร้อยละ 60-65 โดยน้ำหนัก	52
รูปที่ 3 – 17	การบรรจุถุงก้อนเพาะเห็ด	53
รูปที่ 3 – 18	การนึ่งก้อนเพาะเห็ดโดยหม้อนึ่งความดัน (Autoclave)	54
รูปที่ 3 – 19	การเขี่ยหัวเชื้อเห็ดหอม	55
รูปที่ 3 – 20	กรอบการทดลองการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	56
รูปที่ 3 – 21	เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวมีขดลวดร้อนที่กระบอกอัด (Screw Press with a Heated Die)	58
รูปที่ 3 – 22	เครื่องวัดหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (Automatic Adiabatic Bomb Calorimeter)	59
รูปที่ 3 – 23	เตาเผาถ่านแบบเตาถังน้ำมัน (Drum Kiln)	59

Copyright by Mahidol University

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 3 – 24	การอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวอัด มีขดลวดร้อนที่กระบอกอัด (Screw Press with a Heated Die)	60
รูปที่ 3 – 25	ขนาดความยาวของเชื้อเพลิงอัดแท่งประมาณ 50 เซนติเมตร	61
รูปที่ 3 – 26	ถ่านขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง	62
รูปที่ 4 – 1	วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูป	71
รูปที่ 4 – 2	ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตธูป	72
รูปที่ 4 – 3	วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	77
รูปที่ 4 – 4	ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตก้อนเพาะเห็ด	78
รูปที่ 4 – 5	ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	83
รูปที่ 4 – 6	การเปรียบเทียบผลผลิตขี้เลื่อยอัดแท่งและถ่านขี้เลื่อยอัดแท่ง	85
รูปที่ 4 – 7	ต้นทุนการผลิตธูป	90
รูปที่ 4 – 8	ต้นทุนการผลิตก้อนเพาะเห็ด	92
รูปที่ 4 – 9	ต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง	94

Copyright by Mahidol University

คำย่อที่ใช้ในการวิจัย

AFC	ต้นทุนคงที่เฉลี่ย (Average Fixed Cost)
ASTM	American Society for Testing and Materials
ATC	ต้นทุนเฉลี่ยรวมต่อหน่วย (Average Total cost)
AVC	ต้นทุนแปรผันเฉลี่ย (Average Variable Cost)
MC	ต้นทุนส่วนเพิ่ม (Marginal Cost)
P	รายรับจากการขายผลผลิต (price)
PM	กำไรสูงสุด (Profit Maximization)
Q	ปริมาณผลผลิต (Quantity)
TC	ต้นทุนรวม (Total Cost)
TFC	ต้นทุนคงที่รวม (Total Fixed Cost)
TR	รายรับรวม (Total Revenue)
TVC	ต้นทุนแปรผันรวม (Total Variable Cost)

Copyright by Mahidol University

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยได้เริ่มพัฒนาอุตสาหกรรมภายหลังประกาศใช้แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 เป็นต้นมา ซึ่งแผนพัฒนาฯ ทุกฉบับได้กำหนดเป้าหมายเกี่ยวกับการขยายผลผลิตภาคอุตสาหกรรมไว้ในอัตราสูงกว่าผลผลิตภาคเกษตรกรรม ต่อมาในปี พ.ศ. 2510 รัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมอุตสาหกรรมการผลิตสินค้าเพื่อการส่งออก เป็นผลให้มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นจำนวนมาก กลุ่มอุตสาหกรรมการผลิตไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ รวมทั้งเครื่องเรือน เป็นกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวเพิ่มขึ้นเช่นกัน จากรายงานการวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม (1) ศึกษาโดยฝ่ายการใช้ประโยชน์จากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ ได้อ้างถึงการเปรียบเทียบจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมประเภทผลิตภัณฑ์ไม้ที่ได้รับอนุญาตให้ประกอบการโรงงานอุตสาหกรรมทั่วประเทศระหว่าง พ.ศ. 2512 - 2532 ดังนี้

ตารางที่ 1-1 แสดงจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ได้รับอนุญาตประกอบการโรงงานอุตสาหกรรม

ประเภทอุตสาหกรรม	จำนวนโรงงานอุตสาหกรรม		
	พ.ศ. 2512 (โรงงาน)	พ.ศ. 2522 (โรงงาน)	พ.ศ. 2532 (โรงงาน)
การผลิตไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ รวมทั้งเครื่องเรือน	70	2,118	4,939

ที่มา : กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

จากตารางที่ 1 – 1 แสดงให้เห็นว่าจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมประเภทผลิตภัณฑ์ไม้ทั่วประเทศระหว่าง พ.ศ. 2512 – 2532 มีการขยายเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ และจากรายงานการจดนับสถานประกอบการอุตสาหกรรมการผลิต พ.ศ. 2540 (นอกเขตเทศบาล-สุขาภิบาล) โครงการ

Copyright by Mahidol University

สำมะโนอุตสาหกรรม พ.ศ. 2540 (2) ซึ่งสำรวจโดยสำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี มีจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมประเภทผลิตภัณฑ์จากไม้รวมทั้งเครื่องเรือนในปี พ.ศ. 2540 จำนวน 25,140 โรง โรงงานอุตสาหกรรมประเภทผลิตภัณฑ์ไม้ดังกล่าวใช้ไม้เป็นวัตถุดิบสำคัญในกระบวนการผลิต ปริมาณรวมการใช้ไม้ของประเทศเพิ่มจำนวนมากขึ้นเช่นกัน ดังจะเห็นได้จากสถิติการใช้ไม้ภายในประเทศระหว่าง พ.ศ. 2531 – 2540 (3) ซึ่งรวบรวมข้อมูลโดยกรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ดังนี้

ตารางที่ 1-2 แสดงปริมาณการใช้ไม้ภายในประเทศระหว่าง พ.ศ. 2531 - 2540

หน่วย 1 : 1,000 ลบ.ม.

พ.ศ.	(1) ปริมาณไม้ที่ผลิตได้	(2) ปริมาณไม้นำเข้า	(3) ปริมาณไม้ส่งออก	(4) = 1 + 2 – 3 ปริมาณไม้ที่ใช้ภายในประเทศ
2531	2,048.1	1,123.3	181.1	2,990.3
2532	919.0	2,508.0	53.3	3,373.7
2533	491.6	3,340.9	48.6	3,783.9
2534	231.5	3,280.8	57.8	3,454.5
2535	119.4	3,814.4	45.1	3,888.7
2536	64.9	3,168.2	53.4	3,179.3
2537	62.3	4,065.7	62.4	4,065.6
2538	34.9	3,463.6	80.5	3,418.0
2539	43.9	3,151.8	45.4	3,150.3
2540	59.7	2,358.6	79.7	2,338.6

ที่มา : สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย 2540 กรมป่าไม้

จากตารางที่ 1 - 2 แสดงให้เห็นว่าระหว่าง พ.ศ. 2531 – 2540 ประเทศไทยมีปริมาณการใช้ไม้ภายในประเทศเฉลี่ยปีละ 336,429.0 ลูกบาศก์เมตร

ในกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้และผลิตภัณฑ์จากไม้ จากการนำไม้มาแปรรูปตามขั้นตอนการผลิตจะมีวัสดุเหลือใช้และของเสีย 2 ประเภท คือ เศษไม้และขี้เลื่อย

Copyright by Mahidol University

จากการศึกษาของ วรกิจ สุนทรบูรณะ และคณะ (4) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากไม้ท่อนซุงไม้สนประดิพัทธ์ อายุ 6-7 ปี มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใต้เปลือก 14.00-16.00 เซนติเมตร ความยาว 2.0 เมตร แปรรูปไม้ 3 ลักษณะ คือ ไม่ซอยข้าง ซอยข้างติดบ่า และซอยสี่เหลี่ยม ขนาดไม้แปรรูปมีความหนา 3/4 นิ้วทุกแผ่น จะได้ไม้แปรรูปเฉลี่ยร้อยละ 34.87 และเป็นเศษไม้และขี้เลื่อยเฉลี่ยรวมร้อยละ 51.08 แบ่งเป็นเศษไม้ร้อยละ 37.48 และขี้เลื่อยร้อยละ 13.60 ซึ่งปริมาณขี้เลื่อยที่เกิดจากกระบวนการผลิตที่ได้จะมีความสัมพันธ์กับขนาดของต้นไม้ ขนาดของคลองเลื่อยและขนาดของไม้ที่ต้องการใช้งาน ซึ่งการสำรวจปริมาณขี้เลื่อยจากอุตสาหกรรมการผลิตไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ รวมทั้งเครื่องเรือนของประเทศไทย ยังไม่มีการรายงานรวบรวมข้อมูลของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งภาครัฐบาลและเอกชน หากประเมินปริมาณขี้เลื่อยที่เกิดจากกระบวนการผลิตตามรายงานผลการศึกษาของ วรกิจ สุนทรบูรณะ และคณะ (4) ในปี พ.ศ. 2540 ประเทศไทยมีปริมาณการใช้ไม้ภายในประเทศจำนวน 2,338,600 ลูกบาศก์เมตร เมื่อผ่านกระบวนการแปรรูปไม้มีวัสดุเหลือใช้ประเภทขี้เลื่อยร้อยละ 13.60 คาดว่าน่าจะมีปริมาณขี้เลื่อยประมาณ 318,049.6 ลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมที่มีปริมาณมาก

ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2541) ออกตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุไม่ใช้แล้ว (5) บังคับให้โรงงานอุตสาหกรรมจะต้องดำเนินการจัดเก็บวัสดุเหลือใช้ดังกล่าวอย่างเหมาะสม ขี้เลื่อยจัดเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมการผลิตไม้ ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องมีการจัดการ ตลอดจนมีระบบการจัดเก็บหรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น ๆ อย่างเหมาะสมต่อไป

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาขี้เลื่อยมาใช้ประโยชน์ โดยนำมาเป็นส่วนประกอบการผลิตในอุตสาหกรรมหลายประเภท เช่น ทำแผ่นพาติเคิลบอร์ด (Particle Board) ทำแผ่นไม้อัด ใช้เป็นสารตัวเติมในการผลิตปุ๋ย ตลอดจนนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มไอน้ำ เป็นต้น แต่การนำขี้เลื่อยมาใช้ประโยชน์ยังอยู่ในวงจำกัด ยังมีปริมาณขี้เลื่อยอีกจำนวนมากยังไม่ได้นำมาพัฒนาเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์หรือนำมาใช้ประโยชน์ โรงงานอุตสาหกรรมจะกองทิ้งไว้ภายในโรงงานทำให้สูญเสียพื้นที่ในการจัดเก็บ หรือขนไปทิ้งในที่รกร้างว่างเปล่า หากไม่มีระบบการจัดเก็บอย่างเหมาะสมอาจก่อให้เกิดปัญหาฝุ่นละออง ซึ่งเป็นมลพิษทางอากาศ เหตุรำคาญ และก่อให้เกิดโรคภัยต่าง ๆ ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดกิจกรรมทางเลือกในการนำขี้เลื่อยจากไม้ยางพาราซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้แปรรูปมาใช้ประโยชน์โดยพิจารณาจากกิจกรรมที่ใช้

Copyright by Mahidol University

เทคโนโลยีอย่างง่าย ราคาถูก มีผลกำไรจากการลงทุน และเป็นกิจกรรมที่ได้รับการส่งเสริมจากหน่วยงานทั้งภาครัฐบาลและเอกชน ประกอบด้วยกิจกรรม 3 แนวทาง คือ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง เนื่องจาก

1. การผลิตธูป เป็นอาชีพที่มีการผลิตอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานมีตลาดรองรับทั้งภายในและต่างประเทศ ธูปเป็นสิ่งที่ใช้ในพิธีการทางศาสนาและวัฒนธรรมประเพณี ยังมีความต้องการใช้ต่อไปในอนาคตอีกยาวนาน สามารถพัฒนาผลิตเป็นสินค้าส่งออกไปยังต่างประเทศได้

2. การผลิตก้อนเพาะเห็ด เป็นอาชีพที่มีการส่งเสริมแก่เกษตรกรโดยทั่วไป มีงานวิจัยและเผยแพร่การเพาะเห็ดเป็นอาชีพเสริม ปัจจุบันมีเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพเพาะเห็ดเป็นจำนวนมาก

3. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง เป็นอาชีพที่ได้รับการสนับสนุนเพื่อนำวัสดุเหลือใช้เกี่ยวกับการเกษตรมาผลิตเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทนฟืนและถ่านไม้ ลดปริมาณนำเข้าถ่านไม้และเพื่อทดแทนการนำเข้าจากต่างประเทศ

ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองนำขี้เลื่อยจากไม้ยางพาราที่ผ่านกระบวนการแปรรูปไม้ นำมาศึกษาดังนี้

1. กระบวนการผลิตในกิจกรรมทางเลือก 3 แนวทาง คือ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง แล้วนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกระบวนการผลิตในแต่ละกิจกรรม

2. การเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากไม้

เพื่อเป็นทางเลือกในการใช้วัสดุเหลือใช้ของอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์จากไม้อย่างคุ้มค่า สามารถลดปริมาณของเสียที่เกิดจากอุตสาหกรรมการผลิต ช่วยลดมลพิษที่อาจเกิดขึ้นกับสภาพสิ่งแวดล้อม และเป็นแนวทางในการส่งเสริมอาชีพแก่ผู้สนใจโดยทั่วไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาเทคโนโลยีในการผลิตธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์จากขี้เลื่อยในปัจจุบัน

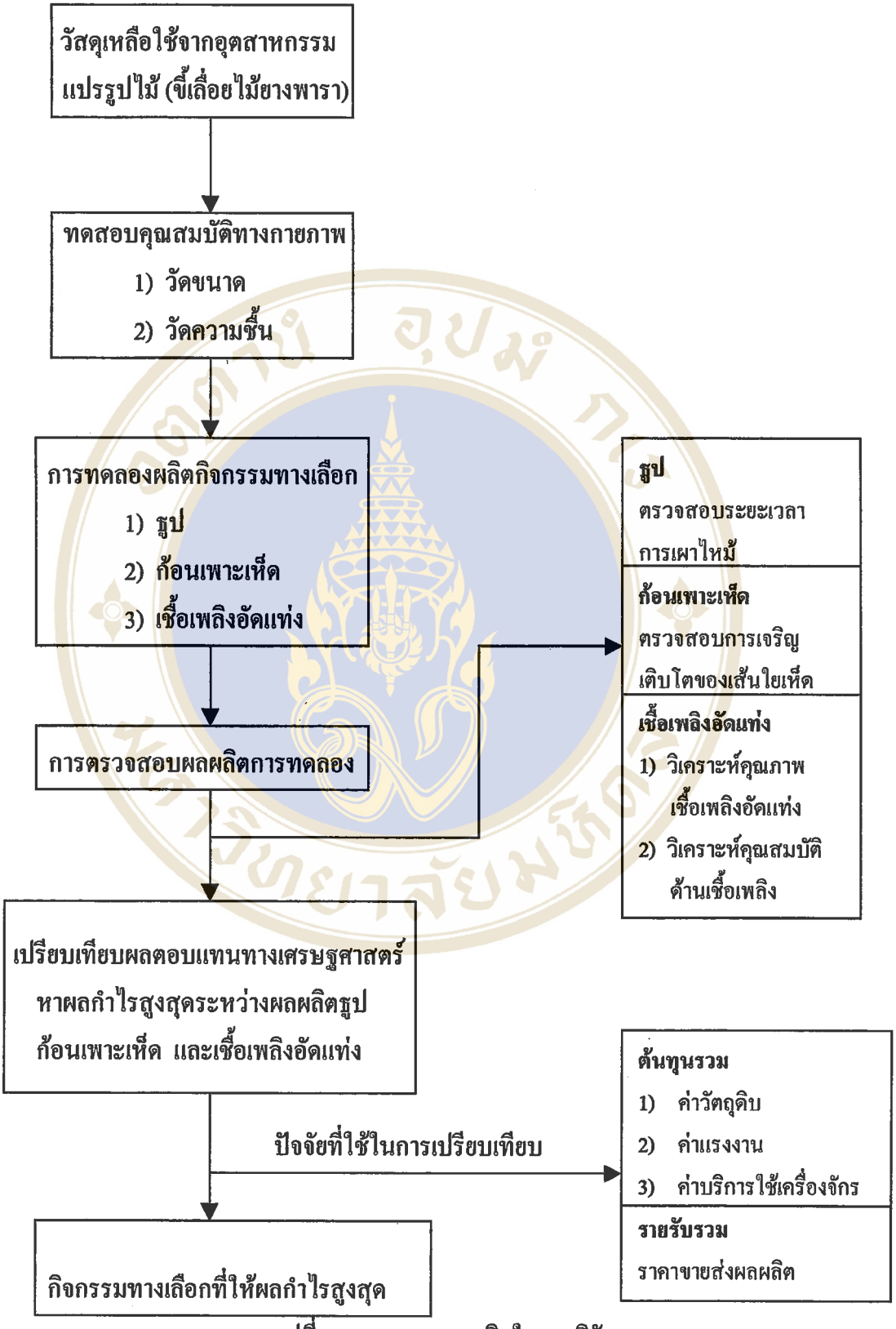
Copyright by Mahidol University

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ของขี้เลื่อยที่นำมาทดลองใช้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ระหว่างธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1.3 แนวความคิดในการวิจัย

การศึกษาเปรียบเทียบเทคโนโลยีที่เหมาะสมของการใช้ประโยชน์ของวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ไม้แปรรูปประเภทขี้เลื่อย โดยการศึกษาครั้งนี้พิจารณาจากการทดลองนำขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่มีปริมาณเท่ากัน นำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิต 3 กิจกรรมทางเลือก คือ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยผ่านกระบวนการผลิตตามขั้นตอนที่ดำเนินการผลิตในปัจจุบัน คำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อหากิจกรรมทางเลือกที่ให้ผลกำไรสูงสุด มีกรอบแนวความคิดในการวิจัยดังแสดงในรูปที่ 1-1

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 1 – 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

Copyright by Mahidol University

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมไม้แปรรูปโดยการศึกษาเฉพาะขี้เลื่อยไม้ยางพารา เนื่องจากสภาพปัจจุบันเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ซึ่งมีปริมาณมากเพียงพอที่น่าจะนำมาพัฒนาเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ และสามารถผลิตเพื่อการค้าได้

1.4.2 เป็นการทดลองนำขี้เลื่อยวัสดุเหลือใช้ จากกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมแปรรูปไม้เป็นวัสดุประกอบในกิจกรรมทางเลือก 3 กิจกรรมทางเลือก โดยวิธีการผลิตที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

1) การผลิตฐูป ขั้นตอนในการทดลองคือ

1.1) เตรียมขี้เลื่อยโดยชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดและลดขนาดให้มีขนาดที่เหมาะสมในการผลิตฐูป

1.2) เตรียมวัสดุส่วนประกอบการผลิตฐูป

1.3) ปั้นฐูป

1.4) ย้อมสีก้านฐูป

1.5) ชั่งน้ำหนักผลผลิตฐูป

1.6) ตรวจสอบระยะเวลาการเผาไหม้

2) การผลิตก้อนเพาะเห็ด ขั้นตอนในการทดลองคือ

2.1) เตรียมขี้เลื่อยโดยชั่งน้ำหนักตามที่กำหนด

2.2) เตรียมวัสดุส่วนประกอบการผลิตก้อนเพาะเห็ด

2.3) ผสมขี้เลื่อยกับวัสดุอาหารเสริมและบรรจุก้อนเพาะเห็ด

2.4) นึ่งก้อนเพาะเห็ด

2.5) เขี่ยหัวเชื้อ

2.6) นับจำนวนก้อนเพาะเห็ด

2.7) ตรวจสอบการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด

3) การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ขั้นตอนในการทดลองคือ

3.1) เตรียมขี้เลื่อยโดยชั่งน้ำหนักตามที่กำหนดและตากแดด เพื่อลดความชื้นให้ต่ำกว่าร้อยละ 10

3.2) อัดแท่งขี้เลื่อย แบบใช้ความร้อนแรงอัดสูง

3.3) วิเคราะห์คุณภาพแท่งเชื้อเพลิง

3.4) นำไปเผาถ่าน

Copyright by Mahidol University

3.5) วิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง

3.6) ชั่งน้ำหนักผลผลิตถ่านขี้เลื่อยอัดแท่ง

1.4.3 เปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ โดยการคำนวณหาผลกำไรสูงสุดของผลผลิตจาก 3 กิจกรรมทางเลือก

1.5 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

1.5.1 การศึกษาเปรียบเทียบ หมายถึง การศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการทดลองนำขี้เลื่อยมาเป็นวัสดุประกอบของการผลิตใน 3 กิจกรรมทางเลือก ได้แก่ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1.5.2 การเพิ่มมูลค่า หมายถึง การนำขี้เลื่อยมาเป็นวัสดุประกอบเพื่อทดลองผลิตใน 3 กิจกรรมทางเลือก ได้แก่ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1.5.3 เทคโนโลยีที่เหมาะสม หมายถึง เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการผลิตเพื่อเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อย เป็นเทคโนโลยีราคาถูก ใช้ง่าย มีผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ทำให้เกิดผลกำไร และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

1.5.4 ขี้เลื่อย หมายถึง วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ เป็นเศษที่เกิดจากการตัด การขัดเพื่อลดขนาด ของไม้ ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เศษขี้เลื่อยจากไม้ยางพารา

1.5.5 ธูป หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองการผลิตธูป โดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นส่วนประกอบในการผลิต

1.5.6 ก้อนเพาะเห็ด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ด โดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นส่วนประกอบในการผลิต

1.5.7 เชื้อเพลิงอัดแท่ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งและเผาให้เป็นถ่าน โดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นวัสดุในการผลิต

1.5.8 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ หมายถึง ผลต่างระหว่างต้นทุนการผลิตกับรายรับที่ได้จากการจำหน่ายผลผลิตในราคาขายส่ง

Copyright by Mahidol University

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1.6.1 ทำให้ทราบถึงวิธีการนำขี้เลื่อยมาเพิ่มมูลค่าโดยใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่มีการผลิตอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่ การผลิตซูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1.6.2 ทำให้ทราบถึงมูลค่าจากการนำขี้เลื่อยมาใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิต เป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้แก่ การผลิตซูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1.6.3 เป็นแนวทางในการส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากขี้เลื่อย ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ให้สามารถใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่า

1.6.4 เพื่อเผยแพร่และส่งเสริม เป็นทางเลือกในการประกอบอาชีพ

Copyright by Mahidol University

บทที่ 2

ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าขี้เลื่อยโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ได้กำหนดแนวทางในการศึกษาโดยรวบรวมข้อมูลจากเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีและเทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.2 การใช้ประโยชน์ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

2.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับไม้ยางพารา

2.4 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีและเทคโนโลยีที่เหมาะสม

2.1.1 เทคโนโลยี (Technology)

1) ความหมายของเทคโนโลยี (Technology)

นักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายคำว่า "เทคโนโลยี" ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาดังต่อไปนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2525 (6) ให้ความหมายของเทคโนโลยี คือ วิทยาการที่เกี่ยวกับศิลปะในการนำเอาวิทยาศาสตร์ประยุกต์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติและอุตสาหกรรม

พจนานุกรม School Dictionary (7) ให้ความหมายของเทคโนโลยี คือ การนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ เพื่อให้บังเกิดผลในทางปฏิบัติให้เป็นไปตามความมุ่งหมายที่ได้วางไว้ ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากการนำเอาเทคโนโลยีมาใช้งานในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ระเบียบวิธี กระบวนการ และสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นผลมาจากการใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ การใช้วัสดุหรือวัตถุมาบริการให้กับความต้องการของมนุษยชาติ

ศิริ ฮามสุโพธิ์ (8) ให้ความหมายของคำว่าเทคโนโลยี คือ การประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการผลิต หรือดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยวิธีการใหม่ ๆ เพื่อให้กิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพ และเกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษย์มากที่สุด

Copyright by Mahidol University

ณรงค์ เส็งประชา (9) ให้ความหมายของคำว่าเทคโนโลยี คือ เป็นการนำความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตมนุษย์มุ่งแสวงหากระบวนการและรูปแบบในการประยุกต์ โดยอาศัยความรู้จากวิทยาศาสตร์

สรุปในการวิจัยครั้งนี้ "เทคโนโลยี" (Technology) หมายถึง วิทยาการในการนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิต ทั้งในด้านอุตสาหกรรมและกิจกรรมเพื่อการดำรงชีพของมนุษย์ ผลของการนำเทคโนโลยีมาใช้เพื่ออำนวยความสะดวก และสามารถตอบสนองความต้องการของมนุษย์ให้ได้มากที่สุด

2) เทคโนโลยีเกิดขึ้นได้อย่างไร

ณรงค์ เส็งประชา (9) ได้อธิบายสาเหตุมนุษย์คิดและสร้างสรรค์เทคโนโลยีขึ้นมานั้น ไม่ใช่เพียงเพื่อการแก้ปัญหาและสนองความต้องการของมนุษย์เท่านั้น ยังมีสาเหตุอื่น ๆ ที่ช่วยก่อให้เกิดเทคโนโลยี สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1) ประสบการณ์ได้ช่วยสอนให้มนุษย์สร้างสรรค์เทคโนโลยีเกิดขึ้นอย่างมากมายดังตัวอย่างเช่น มนุษย์พบไฟไหม้ป่า ได้พบผลจากไฟป่าทำให้เกิดแสงสว่าง เกิดความร้อนเกิดที่โล่งเตียน สัตว์ป่าหนีไฟ หัวเผือก หัวมันและสัตว์ป่าถูกไฟเผาจนสุกกินได้ จึงนำเอาไฟมาใช้ประโยชน์ และไฟก็คือเทคโนโลยีนั่นเอง

2.2) เนื่องจากความขาดแคลนหรือการมีจำกัดของทรัพยากรธรรมชาติทำให้ต้องคิดหาวิธีการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ ปัญหานี้ยิ่งจะมีความรุนแรงมากขึ้นเมื่อประชากรมีจำนวนมากขึ้น ดังนั้นนอกเหนือจากจะต้องหาวิธีการผลิตการนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ยังจะต้องหาวิธีการที่จะใช้ทรัพยากรที่มีจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดและให้มีเหลือใช้อยู่ได้นานที่สุด

2.3) เนื่องจากความต้องการของมนุษย์ เช่น ต้องการอาหาร ระยะแรก ๆ ของสังคมมนุษย์อาจจับสัตว์โดยใช้ก้อนหินขว้างปาหรือล่อให้สัตว์ตกหลุม ส่วนผักและผลไม้ก็ไปหาจากป่า ต่อมาเมื่อมีความรู้และประสบการณ์เพิ่มขึ้น จึงประดิษฐ์เครื่องมือช่วยในการเก็บอาหาร รู้จักเทคนิคในการหาอาหารที่มีคุณภาพสูงขึ้น การล่าสัตว์ก็รู้จักใช้อาวุธหรืออุปกรณ์ที่ทันสมัยขึ้น มีการใช้หอก ธนู ปืน ฯลฯ ส่วนการเก็บของป่า การเก็บผลไม้ ก็พัฒนาไปเป็นการเพาะปลูก การรู้จักถนอมอาหาร การรู้จักปรุงอาหาร การใช้ภาชนะบรรจุอาหาร ฯลฯ

2.4) ความต้องการเอาชนะธรรมชาติ ทำให้มนุษย์รู้จักประดิษฐ์เครื่องนุ่งห่ม การสร้างที่อยู่อาศัย ในระยะแรก ๆ ที่อยู่อาศัยและเครื่องนุ่งห่มจะมีลักษณะง่าย ๆ อาจอยู่ตามถ้ำ อาจใช้หนังสัตว์มาห่อหุ้มร่างกาย แต่ต่อ ๆ มาก็ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมขึ้น เช่น มีเสื้อผ้าเครื่องแต่งกาย มีอาคารบ้านเรือนที่ทันสมัยเหมาะสมตามธรรมชาติ

Copyright by Mahidol University

2.5) ความต้องการด้านสุนทรีย์ของมนุษย์ ความบันเทิง ความสวยงาม ทำให้มนุษย์สร้างศิลปะในด้านต่าง ๆ มีการเขียนรูปภาพ รูปปั้น การร้องรำทำเพลง การเสริมสวย ซึ่งเริ่มต้นและพัฒนาการมาโดยลำดับ

2.6) ความต้องการทางด้านสื่อสารคมนาคม ทำให้มนุษย์คิดค้นหาวิธีสื่อสารและประดิษฐ์อุปกรณ์ช่วยในการติดต่อสื่อสารต่าง ๆ ขึ้นมา ในระยะแรก ๆ การติดต่อสื่อสารอาจใช้การวิ่ง ขี่ม้า ฯลฯ แต่ต่อ ๆ จึงได้พัฒนาขึ้นจนปัจจุบันนี้ การติดต่อสื่อสารมีเทคโนโลยีก้าวหน้าต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์ โทรพิมพ์ การเดินทางด้วยเครื่องบิน ฯลฯ

2.7) มนุษย์มีสมองที่ทรงคุณภาพ และมีองค์ประกอบที่สามารถได้เปรียบอีกหลายอย่าง เช่น มีนิ้วมือที่สามารถหยิบจับสิ่งของต่าง ๆ ได้ดี มีจินตนาการ ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ รู้จักนำเอาประสบการณ์มาปรับใช้และปรับปรุงให้ดีขึ้น ดังนั้นเทคโนโลยีจึงเจริญขึ้นโดยลำดับ

3) ประเภทของเทคโนโลยี

ณรงค์ เส็งประชา (9) ได้กล่าวถึงการแบ่งประเภทของเทคโนโลยี ซึ่งอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่นักวิชาการหรือผู้ศึกษาได้นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการแบ่ง ดังนี้

3.1) การแบ่งประเภทเทคโนโลยีตามลักษณะการเป็นวัตถุ และไม่ใช่วัตถุ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

เทคโนโลยีที่เป็นวัตถุ หรืออาจเรียกว่า เทคโนโลยีทางเครื่องไม้เครื่องมือ (Tools) หรือเทคโนโลยีรูปธรรม อาจเป็นวัตถุตามธรรมชาติ และเป็นวัตถุที่เป็นผลผลิตจากวัตถุตามธรรมชาติ ได้แก่ หิน ไม้ โลหะ ฯลฯ ส่วนวัตถุที่เป็นผลผลิตเช่น รถยนต์ เครื่องคอมพิวเตอร์ กระสวยอวกาศ เครื่องมือ เครื่องจักร ฯลฯ

เทคโนโลยีที่ไม่ใช่วัตถุ หรืออาจเรียกว่า เทคโนโลยีทางเทคนิค (Techniques) หรือเทคโนโลยีนามธรรม ได้แก่ กระบวนการ (process) วิธีการ ระบบบริหารงาน กรรมวิธีการผลิตหรือเทคนิควิธีต่าง ๆ ที่นำเอามาใช้ช่วยในการกระทำกิจกรรมต่าง ๆ

3.2) การแบ่งประเภทเทคโนโลยีตามลักษณะการนำเทคโนโลยีไปใช้ คือ

1) เทคโนโลยีการเกษตร เช่น การปรับปรุงผลผลิตทางพันธุ์พืช การชลประทาน การใช้ปุ๋ย การผลิตน้ำตาล

2) เทคโนโลยีทางอุตสาหกรรม เช่น ยางรถยนต์ เครื่องจักรไอน้ำ เครื่องทุ่นแรง

Copyright by Mahidol University

3) เทคโนโลยีทางการศึกษา เช่น การสอนด้วยการสาธิต การใช้ภาพยนตร์ประกอบการสอน เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ

4) เทคโนโลยีด้านการพาณิชย์ เช่น การโฆษณา ตั๋วแลกเงิน การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยให้ความสะดวกในการเบิกเงิน

5) เทคโนโลยีทางการแพทย์ เช่น เครื่องมือตรวจสมอง การใช้รังสีรักษาโรค การผ่าตัด เครื่องเอ็กซเรย์

6) เทคโนโลยีการก่อสร้าง เช่น วัสดุคงทน คอนกรีตเสริมเหล็ก เครื่องตอก เสาเข็ม ระบบการระบายอากาศ

7) เทคโนโลยีทางการทหาร เช่น รถถัง ระเบิดปรมาณู เรือดำน้ำ ขีปนาวุธข้ามทวีป การฝึกรบแบบกองโจร

8) เทคโนโลยีทางการขนส่ง เช่น ระบบการจราจร เครื่องบิน เรือเดินสมุทร รถยนต์ ทางด่วน อุโมงค์ สะพาน

9) เทคโนโลยีทางการสื่อสาร เช่น วิทยุ โทรทัศน์ โทรเลข โทรศัพท์ สิ่งพิมพ์

นอกเหนือจากการแบ่งเทคโนโลยีออกเป็นประเภทต่าง ๆ โดยถือเกณฑ์ลักษณะการเป็นวัตถุและไม่ใช่วัตถุ และการนำไปใช้แล้ว นักวิชาการบางท่านยังได้แบ่งประเภทของเทคโนโลยีโดยใช้เกณฑ์อื่น ๆ เช่น แบ่งตามระดับของการพัฒนา แบ่งตามยุคสมัย ฯลฯ

4) ระดับของเทคโนโลยี

ศิริ ฮามสุโพธิ์ (8) ได้อ้างถึงการรายงานเนื้อหาเกี่ยวกับระดับต่าง ๆ ของเทคโนโลยีที่มีอยู่ในท้องถิ่น จากเอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง"การถ่ายทอดเทคโนโลยีพื้นบ้าน" ในวันที่ 24 – 26 เมษายน 2528 ที่มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ซึ่งแบ่งเทคโนโลยีเป็น 3 ระดับ คือ

4.1) เทคโนโลยีระดับพื้นบ้าน หรือระดับต่ำ (Traditional or Low Technology) เป็นเทคโนโลยีดั้งเดิมที่ชาวชนบทใช้เพื่อยังชีพ และถือว่าเป็นเทคโนโลยีระดับต่ำ ผลิตจากวัสดุอุปกรณ์และทรัพยากรตลอดจนแรงงานในท้องถิ่น เช่น ครกกระเดื่อง ลอบจับปลา คันไถ สมุนไพร เป็นต้น นักพัฒนาทั้งหลายมีส่วนที่จะนำเทคโนโลยีระดับพื้นบ้านไปแนะนำชาวชนบทหรือเกษตรกรอย่างมากมายในปัจจุบัน เช่น โครงการทำปุ๋ยหมักจากผลผลิตเหลือใช้ การเลี้ยงไก่พันธุ์ผสมระหว่างไก่พื้นบ้านกับไก่พันธุ์ การเลี้ยงปลาในนาข้าว การปลูกพืชผักสวนครัวเพื่อโภชนาการ เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

4.2) เทคโนโลยีระดับกลาง (Intermediate Technology) เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนามาจากเทคโนโลยีระดับพื้นบ้านหรือระดับต่ำ โดยทำให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ประหยัด มีอายุการใช้งาน และได้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น ซึ่งนักพัฒนาทั้งหลายได้มีบทบาทสำคัญในการเสริมความรู้และประสบการณ์ให้ชาวชนบทได้เป็นอย่างมาก เช่น โครงการพัฒนาแหล่งน้ำเพื่อการบริโภคและการเกษตร มีการก่อสร้างอ่างเก็บน้ำขนาดเล็ก ขนาดกลาง ฝายน้ำล้น และบ่อน้ำฝน เป็นต้น โครงการพัฒนาและส่งเสริมการเลี้ยงโคนมก็ได้นำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ เช่น การปลูกทุ่งหญ้าเลี้ยงโคนมก็ได้นำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ เช่น การปลูกหญ้าเลี้ยงโคโดยใช้หญ้าพันธุ์ต่าง ๆ ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง การสร้างรั้วโดยใช้ลวดไฟฟ้าแรงต่ำ การผลิตอาหารโดยใช้ผลผลิตเหลือใช้จากการเกษตร เป็นต้น โครงการปรับปรุงและพัฒนาที่ดินเพื่อการเกษตรกรรมที่ได้ใช้ความรู้ทางเทคโนโลยีในการตรวจสอบคุณภาพดิน การแก้ปัญหาดินเสื่อม และการปลูกพืชหมุนเวียน เป็นต้น

4.3) เทคโนโลยีระดับสูง (High Technology) เป็นเทคโนโลยีที่ได้พัฒนาขึ้นมาโดยอาศัยพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ระดับสูง ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยการศึกษาเล่าเรียนในสถาบันการศึกษาชั้นสูง มีการศึกษา ค้นคว้า วิจัย ทดลองอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีให้เกิดประโยชน์สูงสุด ต้องใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักรกลต่าง ๆ มีการสอนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติเพราะจะต้องใช้ความรู้วิทยาศาสตร์ที่สลับซับซ้อน มีการถ่ายทอดความรู้ใหม่และเทคโนโลยีสาขาต่าง ๆ แก่นักพัฒนาเพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาต่อไป

2.1.2 เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Technology)

1) ความหมายของเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Technology)

นักวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีหลายท่านให้ความหมายของคำว่าเทคโนโลยีที่เหมาะสมซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาดังต่อไปนี้

กระทรวงพัฒนาโพ้นทะเล (Ministry of Overseas Development) แห่งประเทศอังกฤษ (10) อ้างถึงในรายงานสรุปผลการสัมมนาของมหาวิทยาลัยมหิดล ประจำปี 2522 ได้ให้คำนิยามของเทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Technology) คือ เทคโนโลยีที่ถูกต้องต่อการใช้ปัจจัยในการผลิตของประเทศหนึ่ง เป็นการใช้ปัจจัยในการผลิตที่มีมากในประเทศและลดการใช้ปัจจัยการผลิตที่มีปริมาณน้อย

เวคิน นพนิตย์ (8) อ้างถึงในศิริ ฮามสุโพธิ์ ให้ทัศนะเกี่ยวกับเทคโนโลยีที่เหมาะสมมีคุณลักษณะที่สำคัญ เมื่อนำมาใช้จะต้องเป็นการประหยัด ให้ประโยชน์มาก ง่ายต่อการ

Copyright by Mahidol University

เข้าใจและการรับรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเพื่อจะให้ได้มาซึ่งประสิทธิผลจะต้องง่ายต่อการปฏิบัติตามด้วย

บุญทัน ดอกไธสง (11) อ้างถึงในวิชัย โกศัลวัฒน์ กล่าวถึงเทคโนโลยีที่เหมาะสม หมายถึง ความสามารถและทรัพยากร ซึ่งมีพื้นฐานมาจากชุมชน รวมทั้งการใช้วัสดุที่มีอยู่ในท้องถิ่นและราคาถูกเพื่อยกฐานะของตน และการพึ่งพาตนเองมากกว่าการสั่งซื้อจากภายนอก

ณรงค์ เส็งประชา (9) ให้ความหมายของเทคโนโลยีที่เหมาะสม คือ เทคโนโลยีที่เลือกนำเอามาใช้ในท้องถิ่นหรือในชนบท โดยมีความเหมาะสมกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม รวมทั้งเหมาะสมกับความรู้ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีนั้น ๆ

สรุปในการวิจัยครั้งนี้ เทคโนโลยีที่เหมาะสม (Appropriate Technology) หมายถึง เทคโนโลยีที่ประหยัด สามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการดำเนินกิจกรรมการผลิตต่าง ๆ ที่มีความสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรม ตลอดจนความรู้ความสามารถของผู้ใช้เทคโนโลยี

2) ลักษณะของเทคโนโลยีที่เหมาะสม

นาท ตัณฑวิรุฬห์ (10) ได้สรุปหลักการสำคัญ ๆ ของเทคโนโลยีที่เหมาะสมดังนี้คือ

2.1) เทคโนโลยีที่เหมาะสมมิได้หมายถึงแต่เฉพาะ Hardware อันได้แก่ เครื่องจักรและผลิตภัณฑ์เท่านั้น แต่ยังรวมถึง Software อันได้แก่ สิ่งแวดล้อมในทางสังคม วัฒนธรรม เศรษฐกิจ การเมือง และนิเวศวิทยาอีกด้วย

2.2) เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะต้องพยายามใช้ปัจจัยการผลิต ซึ่งพบอยู่ในท้องถิ่นมากที่สุด และใช้ปัจจัยการผลิตซึ่งหายากในท้องถิ่นหรือต้องนำมาจากที่อื่นให้น้อยที่สุด มีความยากง่ายเหมาะสมกับความสามารถของคนในท้องถิ่น

2.3) เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะต้องพยายามใช้ทรัพยากรประเภทสิ้นเปลือง (Non-renewable Resources) ให้น้อยที่สุด และใช้ทรัพยากรประเภทเกิดทดแทนได้ (Renewable Resources) ให้มากที่สุด

2.4) เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะต้องช่วยให้เกิดการกระจายรายได้ และต้องเกิดความเป็นธรรมในสังคมมากที่สุด สร้างงานที่เป็นอิสระและน่าสนใจมากที่สุด ดังนั้น เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะต้องให้ความสำคัญแก่งานประเภทที่มีขนาดเล็กและลงทุนต่ำ คนส่วนใหญ่มีความสามารถเป็นเจ้าของได้มากกว่าโรงงานใหญ่โต ราคาแพง

Copyright by Mahidol University

2.5) เทคโนโลยีที่เหมาะสมจะต้องพยายามให้เกิดมลภาวะหรือการกระทบกระเทือนสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของมนุษย์น้อยที่สุด

2.6) เทคโนโลยีที่เหมาะสมไม่ได้หมายความเฉพาะในด้านพลังงานเท่านั้น ยังครอบคลุมเรื่องอื่น ๆ เช่น การนำเอาฟางข้าวมาทำเป็นวัสดุก่อสร้าง หรือการใช้สมุนไพร และการฝังเข็มในด้านการรักษาพยาบาล เป็นต้น

ณรงค์ เสิงประชา (9) กล่าวถึงลักษณะของเทคโนโลยีที่เหมาะสมจะประกอบด้วยลักษณะดังนี้

2.1) ขนาดพอเหมาะกับงาน

2.2) ราคาถูก ใช้ง่าย และมีประสิทธิภาพ

2.3) สามารถใช้วัสดุพื้นบ้าน หรือวัสดุในท้องถิ่นได้มากที่สุด

2.4) เหมาะสมกับความรู้ ความสามารถ ตลอดจนฐานะทางเศรษฐกิจของผู้ใช้

2.5) ให้ผลคุ้มค่าหรือเกินค่า

2.2 การใช้ประโยชน์ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

2.2.1 ความหมายของ “ของเสีย” (Waste)

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 (12) ได้ให้ความหมาย “ของเสีย” (Waste) หมายถึง ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มวลสารหรือวัสดุอันตรายอื่นใด ซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งมลพิษ รวมทั้งกากตะกอนหรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ

2.2.2 การใช้ประโยชน์ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม

การนำของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมกลับมาใช้ประโยชน์เป็นวิธีการที่เหมาะสมที่สุดสำหรับภาวะการณ์และสภาพเศรษฐกิจในปัจจุบัน ซึ่งการนำของเสียจากอุตสาหกรรมกลับมาใช้ประโยชน์เป็นผลทำให้ปริมาณของเสียที่จะเข้าสู่สภาพแวดล้อมน้อยลง ปัญหามลพิษต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมน้อยลง และยังได้ประโยชน์ทางเศรษฐกิจ สังคม และการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติอีกด้วย ของเสียอุตสาหกรรมที่เกิดจากกระบวนการผลิตและสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ ในรายงานการวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์ของเสียจากโรงงาน อุตสาหกรรม (1) ศึกษา

Copyright by Mahidol University

โดยฝ่ายการใช้ประโยชน์จากของเสีย กรมควบคุมมลพิษ ได้กล่าวถึงแนวทางในการใช้ประโยชน์ของเสียจากอุตสาหกรรม ดังนี้

1) วัตถุดิบในการผลิตแต่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษซึ่งใช้ชานอ้อยเป็นวัตถุดิบในการผลิต จะมีส่วนประกอบที่เป็นขุยชานอ้อย (Pitch) ประมาณร้อยละ 30-35 ซึ่งขุยชานอ้อยดังกล่าวใช้ผลิตเยื่อกระดาษไม่ได้ แต่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มไอน้ำได้ (Boiler) เป็นต้น

2) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้แต่ไม่ได้มาตรฐานหรือชำรุดเสียหาย เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเส้นใยโพลีเอสเตอร์ (Polyester) มีการนำเศษโพลีเอสเตอร์ที่ชำรุดเสียหายหรือไม่ได้มาตรฐานไปใช้ประโยชน์แทนนุ่นบรรจุในหมอนและที่นอนของโรงงานผลิตที่นอน เป็นต้น

3) ของเสียจากขบวนการปรับแต่งและบรรจุหีบห่อผลิตภัณฑ์ เช่นในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตยางพาราจะมีการปรับแต่งยางแท่ง ยางแผ่น เพื่อให้ได้ขนาดตามต้องการซึ่งจะนำเศษยางไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอื่น ๆ นำเศษยางมาผลิตเป็นรองเท้ายางในโรงงานผลิตรองเท้า นำเศษยางมาผลิตกาวยาง หรือนำเศษยางมาผสมผ้าผลิตเป็นผ้าใบ เป็นต้น

4) ผลพลอยได้จากขบวนการผลิต (By Product) เป็นของเสียที่มีปริมาณมากที่สุดเมื่อเทียบกับของเสียประเภทอื่น เช่น ในโรงงานสีข้าว ซึ่งผลพลอยได้จากขบวนการผลิตที่ได้จะได้แก่ ปลายข้าว และรำข้าว สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในโรงงานผลิตน้ำมันรำหรือใช้ผลิตอาหารสัตว์ แกลบจะนำกลับไปใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับหม้อต้มไอน้ำจะได้ขี้เถ้าแกลบ ยังสามารถนำไปเพาะถั่วงอกหรือใช้ในแปลงเพาะชำ เป็นต้น

5) ของเสียอื่น ๆ ตัวอย่างการนำของเสียอื่น ๆ มาใช้ประโยชน์ เช่น มีการนำเศษอาหารจากโรงอาหารของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ไปขายแก่พ่อค้ารับซื้อเศษอาหาร ซึ่งจะขายต่อไปยังผู้เลี้ยงสัตว์ใช้เป็นอาหารสัตว์ต่อไป การนำเศษกระดาษจากสำนักงานของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ไปขายแก่พ่อค้ารับซื้อเศษกระดาษซึ่งจะขายต่อไปยังโรงงานผลิตเยื่อกระดาษต่อไป เป็นต้น

2.3 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับไม้ยางพารา

2.3.1 ลักษณะทั่วไปและองค์ประกอบทางเคมีของไม้ยางพารา

โชติ รักติประการและดำรง ศรีอรัญ (13) ได้กล่าวถึงลักษณะทั่วไปของไม้ยางพาราคือ ต้นยางพารา (*Heven brasiliensis.muell & Agr.*) อยู่ในวงศ์ Euphorbiaceae เป็นต้นไม้

Copyright by Mahidol University

ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ มีถิ่นกำเนิดอยู่บริเวณลุ่มแม่น้ำอะเมซอน ประ เทศบราซิล ทวีปอเมริกาใต้ ต่อมาได้มีการขยายพันธุ์มาปลูกในทวีปเอเซีย คือ มาเลเซีย อินโดนีเซีย และประเทศไทย

ลักษณะลำต้น (Stem) ประกอบด้วยใจไม้ เนื้อไม้ ถัดออกมาเป็น แคมเบียม (Cambium) เปลือกอ่อน (Soft Bark) เปลือกแข็ง (Hard bark) และเปลือกแห้ง (Cork) ตามลำดับ ตรงที่เชื่อมต่อระหว่างเปลือกอ่อนและเปลือกแข็ง จะมีท่อน้ำยาง (Latex canals) อยู่มากในแนวเวียนรอบต้นจากขวามาซ้าย

ลักษณะทั่วไปของเนื้อไม้ เนื้อไม้มีสีน้ำตาลอ่อนปนเทา เกิดราง่าย เนื้อหยาบ เสี้ยนตรง

องค์ประกอบทางเคมีของไม้ยางพารา

กองวิจัย กรมป่าไม้ (14) ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้ยางพารา เปรียบเทียบระหว่างไม้ยางพาราเนื้อขาวและไม้ยางพาราเนื้อเข้ม (น้ำตาล) ตามมาตรฐานของ TAPPI ประกอบด้วย ความชื้น เพนโตแซน ลิกนิน เซลลูโลส เป็นต้น ดังรายละเอียดในตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 องค์ประกอบทางเคมีของไม้ยางพารา

หน่วย : % โดยมวล

องค์ประกอบทางเคมี	ไม้ยางพาราเนื้อขาว	ไม้ยางพาราเนื้อเข้ม (น้ำตาล)
1. ความชื้น	7.87	10.16
2. เพนโตแซน	18.53	18.89
3. ลิกนิน	25.22	24.48
4. เซลลูโลส	73.37	70.34

ที่มา : กองวิจัย กรมป่าไม้ 2542

2.3.2 การประเมินผลผลิตไม้ยางพารา

ไวกูณธ์ ภูริทัต และสุรศักดิ์ หล่อจิตต์เสียง (15) ได้รายงานปริมาณการผลิตไม้ยางพาราของประเทศปี พ.ศ. 2538 ดังนี้

สำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางได้ดำเนินการให้ทุนสงเคราะห์การปลูกแทนสวนยางเก่าด้วยยางพันธุ์ดีตั้งแต่ปี พ.ศ. 2504 โดยมีการวางแผนเป็นระยะ ๆ ต่อเนื่องมาถึงปัจจุบัน ในแต่ละปีจะมีการตัดฟันไม้ยางพาราพันธุ์เก่าหรือสวนยางพันธุ์ดีที่มีอายุประมาณ 30 ปี

Copyright by Mahidol University

ซึ่งให้น้ำยางต่ำกว่ามาตรฐาน ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกยางพาราในพื้นที่ภาคใต้และภาคตะวันออก ที่อยู่ในความดูแลของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยางรวมกันประมาณ 10.9 ล้านไร่ ได้กำหนดพื้นที่ตัดฟันไม้ยางพาราไว้ประมาณ 2.2 - 3.1 แสนไร่/ปี สามารถคำนวณปริมาณไม้ประมาณ 9-10 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นน้ำหนักได้ประมาณ 6 - 7 ล้านตัน จากการประเมินผลผลิตไม้ยางพาราในปี พ.ศ. 2538 สามารถประมาณการขั้นต่ำ คาดว่าจะมีผลผลิตไม้ยางพาราสำหรับเลื่อยแปรรูปประมาณ 5.02 ล้านลูกบาศก์เมตร หรือคิดเป็นน้ำหนักได้ 3.51 ล้านตัน และแนวโน้มในอนาคตของผลผลิตไม้ยางพารา หากไม่มีการเปลี่ยนแปลงหรือภาวะราคาน้ำยางเปลี่ยนแปลงอาจจะถือได้ว่า การให้ผลผลิตเนื้อไม้ยางพาราสามารถให้ผลผลิตต่อเนื่องแบบยั่งยืนและจะสามารถสร้างความมั่นใจต่อผู้ดำเนินการอุตสาหกรรมไม้ที่ใช้ไม้ยางพาราเป็นวัตถุดิบในการผลิต

2.4 การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การวิเคราะห์ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตสินค้าและบริการ กำไรจะเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการผลิตสินค้าต่าง ๆ การพิจารณากำไรหรือขาดทุนของผู้ผลิต ผู้ผลิตจะต้องเปรียบเทียบต้นทุนการผลิตและรายรับจากการผลิต วันรักษ์ มิ่งมณีนาคิน (16) ได้กล่าวถึงรายละเอียดในการคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์และการเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ในการผลิตสินค้าและบริการดังนี้

2.4.1 ต้นทุนการผลิต

1) ความหมายต้นทุนการผลิต

ความหมายต้นทุนการผลิตในทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Cost) คือค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างการผลิตสินค้าและบริการ เพื่อดึงดูดทรัพยากรการผลิต ให้เข้ามาสู่กระบวนการผลิตของหน่วยผลิต และรายจ่ายในการผลิตนี้อาจมองเห็นหรือไม่เห็นก็ได้

ต้นทุนในการผลิตแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1.1) ต้นทุนทางตรง (Direct Cost) คือ ทุนที่ต้องจ่ายเป็นเงินสด ซึ่งเห็นได้ชัดเจน เช่น ค่าจ้างแรงงาน ค่าซ่อมแซมเครื่องจักร ค่าวัตถุดิบ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นต้น

1.2) ต้นทุนทางอ้อม (Indirect Cost) คือทุนที่เกิดจากการใช้ทรัพยากร หรือปัจจัยการผลิต ซึ่งไม่ได้จ่ายเป็นเงินสด แต่เป็นต้นทุนในการผลิต เช่น ค่าเสื่อมราคาเครื่องจักร ค่าแรงงานของเจ้าของซึ่งเป็นผู้ผลิต ค่าเช่าในกรณีที่ผู้ผลิตใช้บ้านที่พักอาศัยของตนเองเป็นสถานที่ผลิตสินค้า เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

2) การวิเคราะห์ต้นทุนระยะสั้น

ต้นทุนการผลิตในระยะสั้น คือ ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในช่วงการผลิตสินค้า ซึ่งผู้ผลิตสามารถเปลี่ยนแปลงปัจจัยการผลิตคงที่ได้ ต้นทุนระยะสั้นประกอบด้วยต้นทุนคงที่ (Fixed Cost) และต้นทุนผันแปร (Variable Cost) ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

2.1) ต้นทุนรวม (Total Cost – TC) หมายถึง ต้นทุนที่ประกอบด้วยต้นทุนคงที่ และต้นทุนผันแปร

ต้นทุนคงที่รวม (Total Fixed Cost – TFC) หมายถึง ต้นทุนรายจ่ายที่ตายตัวไม่เปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณการผลิต จะผลิตเป็นศูนย์ หรือผลิตมากน้อยเท่าไรก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายในส่วนนั้น เช่น ค่าเช่าที่ดิน ค่าก่อสร้างอาคารโรงงาน ค่าเครื่องจักร รวมทั้งค่าติดตั้ง เป็นต้น

ต้นทุนแปรผันรวม (Total Variable Cost – TVC) คือต้นทุนที่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนสินค้าที่ผลิต ต้นทุนประเภทนี้จะสูงขึ้นถ้าผลิตมาก และจะลดลงถ้าผลิตน้อยหรือเป็นศูนย์ถ้าไม่ผลิตเลย เช่น ค่าจ้างคนงานในโรงงาน ค่าวัตถุดิบ เป็นต้น

2.2) ต้นทุนเฉลี่ยรวมต่อหน่วย (Average Total Cost – ATC หรือ AC) คือ ต้นทุนรวม ประกอบด้วยต้นทุนคงที่เฉลี่ยและต้นทุนผันแปร ดังนั้น ต้นทุนรวมเฉลี่ยจึงเท่ากับผลบวกของต้นทุนคงที่เฉลี่ยและต้นทุนแปรผันเฉลี่ย

ต้นทุนคงที่เฉลี่ย (Average Fixed Cost – AFC) คำนวณจากต้นทุนคงที่รวม หารด้วยจำนวนสินค้าที่ผลิต ต้นทุนคงที่เฉลี่ยจะมีค่าลดลงตามลำดับ เมื่อจำนวนผลผลิตเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ

$$AFC = \frac{TFC}{Q}$$ (Q คือปริมาณผลผลิต)

ต้นทุนแปรผันเฉลี่ย (Average Variable Cost – AVC) คำนวณจากต้นทุนแปรผันหารจำนวนผลผลิตรวม

$$AVC = \frac{TVC}{Q}$$

สมการต้นทุนเฉลี่ย ดังนี้ $ATC = \frac{TC}{Q} = AFC + AVC$

Copyright by Mahidol University

2.3) ต้นทุนส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเพิ่ม (Marginal Cost – MC) คือ ต้นทุนรวมที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง เนื่องจากผลผลิตเพิ่มขึ้นหรือลดลง 1 หน่วย

สมการต้นทุนส่วนเพิ่มหรือต้นทุนเพิ่มดังนี้ $MC = \frac{\Delta TC}{\Delta Q}$

2.4.2 รายรับจากการผลิต

1) ความหมายรายรับจากการผลิต

รายรับจากการผลิต คือ รายได้ที่ผู้ผลิตได้รับจากการขายผลผลิตของตนตามราคาตลาด รายรับจากการผลิตแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1.1) รายรับรวม (Total Revenue) คือ การคำนวณราคาต่อหน่วยคูณด้วยปริมาณการขาย

สมการรายรับรวม ดังนี้ $TR = P \cdot Q$

1.2) รายรับเฉลี่ย (Average Revenue) คือ การคำนวณหารายรับรวม หารด้วยปริมาณการขาย

สมการรายรับเฉลี่ย ดังนี้ $AR = \frac{TR}{Q}$

1.3) รายรับส่วนเพิ่ม (Marginal Revenue) คือ ส่วนเปลี่ยนของรายรับอันเนื่องมาจากปริมาณการขายเปลี่ยนไป 1 หน่วย

สมการรายรับส่วนเพิ่มดังนี้ $MR = \frac{\Delta TR}{\Delta Q}$

กำหนดให้ ΔTR คือ ส่วนเปลี่ยนของรายได้

ΔQ คือ ส่วนเปลี่ยนของปริมาณขาย

2.4.3 กำไรสูงสุด (Profit Maximization)

กำไร (Profit) หมายถึง ผลต่างระหว่างรายรับรวมกับต้นทุนรวม สมการของกำไรมีลักษณะดังนี้

$$PM = TR - TC$$

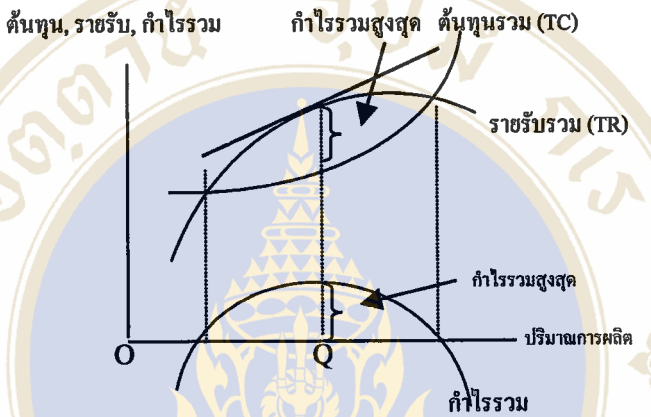
Copyright by Mahidol University

ผลลัพธ์ที่ได้อาจแบ่งเป็น 3 กรณี คือ

1) ผลลัพธ์มีค่าเท่ากับ 0 ถือว่าเป็นกรณีที่มีกำไรปกติ (Normal Profit) ซึ่งยังไม่ใช่กำไรที่แท้จริง แต่เป็นต้นทุนไม่ชัดแจ้ง

2) ผลลัพธ์มีค่ามากกว่า 0 ถือว่านอกจากมีกำไรปกติแล้ว ยังมีกำไรเกินปกติด้วย (Abnormal Profit) ถือเป็นกำไรทางเศรษฐศาสตร์ (Economic Profit)

3) ผลลัพธ์มีค่าน้อยกว่า 0 ถือว่าขาดทุน



รูปที่ 2-1 กำไรรวมสูงสุด

กำไรสูงสุด (Profit Maximization) หมายถึง ผลต่างระหว่างรายรับรวม (TR) และต้นทุนรวม (TC) ที่มีค่าแตกต่างกันมากที่สุด

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ (17) ได้ศึกษาเรื่องการเพาะเห็ดในถุงพลาสติกพบว่าขี้เลื่อยจากไม้เนื้อแข็ง เช่น ไม้เบญจพรรณ เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุเพาะเห็ดในถุงพลาสติกจะเป็นอาหารที่เลวของเห็ดทำให้ได้ผลผลิตต่ำ ถ้าจะใช้ต้องทำการหมักเสียก่อน ส่วนขี้เลื่อยจากไม้ยางพารานั้นสามารถนำไปใช้ได้เลยโดยไม่ต้องหมัก

2.5.2 ประพฤติ เช้าเจริญ (18) ได้ศึกษาการเพาะเห็ดด้วยขี้เลื่อยไม้ยางพาราพบว่าขี้เลื่อยที่ได้จากการแปรรูปไม้ยางพารา เมื่อนำไปเพาะเห็ดจะได้เห็ดที่มีคุณภาพดี ให้ผลผลิตที่สูงกว่าการใช้ขี้เลื่อยจากไม้อื่น เพราะไม้ยางพารามีปริมาณแป้งและน้ำตาลสูงกว่า

2.5.3 กรมวิชาการเกษตร (19) รายงานสรุปผลการสัมมนาทางวิชาการกลุ่มเห็ดเกี่ยวกับการศึกษาระยะเวลาการหมักขี้เลื่อยที่เหมาะสมต่อการใช้เพาะเห็ด *Pleurotus sp.* บางชนิดโดยใช้

© Copyright by Mahidol University

ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณทดลองหมักเป็นเวลา 1-6 เดือน นำมาเพาะเห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า และเห็ดเป๋าฮื้อ แล้วเปรียบเทียบกับการเพาะโดยใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา พบว่าขี้เลื่อยที่ยังไม่ได้หมักใช้เพาะเห็ดนางรมได้เพียงครั้งเดียว แต่เมื่อหมักไปได้ 2 เดือน ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณสามารถใช้เพาะเห็ดทั้ง 3 ชนิดได้เป็นอย่างดี แต่เชื้อเห็ดที่เพาะในขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณมีอัตราการเจริญต่ำกว่าเชื้อเห็ดที่เพาะในขี้เลื่อยไม้ยางพารา เพราะมีผลผลิตต่ำกว่าเล็กน้อย

2.5.4 ศิริกุล คลองคำนวณการ (20) ได้ศึกษาเรื่องต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนในการผลิตเห็ดหูหนู เห็ดนางฟ้า และเห็ดเป๋าฮื้อเพื่อการค้าได้รายงานว่า ขี้เลื่อยที่ดีคือขี้เลื่อยไม้เนื้ออ่อน ที่ไม่มียางซึ่งเป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด ได้แก่ ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ไม้มะม่วง ไม้มะกอก ไม้งิ้ว อาจนำขี้เลื่อยใหม่มาใช้ได้เลย แต่ได้ผลผลิตไม่ดีนัก เนื่องจากอาหารที่มีจุลินทรีย์ต้องการมีอยู่มากแต่น้ำตาลที่เห็ดนำไปใช้ได้ง่ายมีน้อย มีไนโตรเจนต่ำ ดังนั้นเมื่อนำมาใช้เพาะเห็ดจะเห็นว่าใยเส้นบาง ผลผลิตต่ำ ระยะให้ดอกนาน ทำให้เสียเวลา แต่ถ้านำมาหมักให้จุลินทรีย์ย่อยและเปลี่ยนสารอาหารต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปที่เห็ดนำไปใช้ได้ และมีอาหารเสริมลงไปจะทำให้การเพาะเห็ดได้ผลผลิตที่สูงขึ้น

2.5.5 สาขาวิจัยอุตสาหกรรมการพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (21) ได้ศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงแข็งแทนฟืนจากวัสดุเหลือใช้และตามความเหมาะสมในการผลิตขั้นอุตสาหกรรม โดยพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบอัดร้อนแรงอัดสูง ใช้แกลบเป็นวัสดุในการอัดแท่งเชื้อเพลิง พบว่าแกลบที่ใช้อัดจะต้องมีความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 8-12 อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอัดแท่งคือ 265 องศาเซลเซียส ความเร็วรอบของสกรูอัดประมาณ 280 รอบต่อนาที ผลิตฟืนแกลบอัดแท่งมีขนาดความยาว 50 เซนติเมตร ใช้เวลาเฉลี่ย 1.024 นาที ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.1679 กิโลวัตต์ต่อชั่วโมงต่อแท่ง สามารถพัฒนาการผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งในขั้นอุตสาหกรรมได้

2.5.6 เกษม ปราบริปูตลุง (22) ได้ศึกษาการปรับปรุงคุณสมบัติ การเป็นเชื้อเพลิงของขี้เลื่อย โดยผ่านกระบวนการทางกายภาพ เช่น ความร้อน ความดัน และโดยผ่านกระบวนการทางเคมี เช่น ใช้เช่ในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ พบว่าการอัดขี้เลื่อยอย่างที่ใช้อยู่ในปัจจุบันน่าจะเป็นวิธีที่ดีที่สุดในแง่เศรษฐกิจ ปัญหาเกี่ยวกับควันหรือเขม่าอาจจะทำให้น้อยลงได้ โดยการติดตั้งเครื่องเป่าลม เพื่อให้มีออกซิเจนเกินพอที่เตา ซึ่งจะเป็นการประหยัดมากกว่า

2.5.7 ประทีป ปิ่นท้วม (23) ได้ศึกษาการนำขี้เลื่อยที่เหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมาใช้ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง ใช้วิธีการอัดแท่งแบบอัดร้อนและแบบอัดเย็น โดยไม่ใช้ตัวประสานและใช้ตัวประสาน (ผักตบชวาหมัก) พบว่าปริมาณขี้เลื่อยที่เหลือทิ้งหลังจากการเพาะเห็ดมีศักยภาพและ

Copyright by Mahidol University

ความเหมาะสมที่จะนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง และผลิตภัณฑ์ขี้เลื่อยอัดแท่งที่ได้จากการวิจัยนี้สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนไม้ฟืนได้

2.5.8 ปรีชา เกียรกระจาย (24) ศึกษาเกี่ยวกับคุณสมบัติของถ่านอัดก้อนจากถ่านแกลบและถ่านขี้เลื่อย ถ่านอัดก้อนที่ใช้ศึกษาเป็นรูปทรงกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 ซม. และยาว 4 ซม. มีความหนาแน่นระหว่าง 0.36 ถึง 0.54 ก. ต่อ ลบ.ซม. ใช้แป้งเป็นตัวประสานร้อยละ 6-10 คุณสมบัติของถ่านอัดก้อนที่วิเคราะห์ คือ ความแน่น แรงกระแทกของตุ้มน้ำหนักปริมาณสารระเหย คาร์บอนเสถียร ค่าความร้อนของการสันดาป และการทดสอบต้มน้ำ คุณสมบัติของถ่านขี้เลื่อยอัดก้อน โดยทั่วไปดีกว่าถ่านจากไม้โตเร็วบางชนิด (กระถินยักษ์ และยูคาลิปตัส) ลักษณะบางประการจากการทดสอบต้มน้ำของถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนมีค่าน้อยกว่าไม้โกงกาง ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ถ่านขี้เลื่อยอัดก้อนมีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงในการหุงต้ม

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าวมาแล้วแสดงให้เห็นว่า ขี้เลื่อยซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้ (Waste) จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ มีศักยภาพในการพัฒนานำมาใช้ประโยชน์ โดยนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด สามารถพัฒนาเป็นอาชีพตลอดจนมีการส่งเสริมเผยแพร่แก่ประชาชนโดยทั่วไป สำหรับการนำขี้เลื่อยไปใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูปถึงแม้จะไม่มีงานวิจัยรองรับ แต่ก็เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปว่ามีการนำขี้เลื่อยไปใช้ ผลิตธูปเป็นอาชีพสืบเนื่องเป็นเวลานานแล้ว

ในงานวิจัยได้กำหนดกิจกรรมทางเลือกในการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยจากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ 3 แนวทางคือ การผลิตธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง ลักษณะขี้เลื่อยที่เหมาะสมและนิยมใช้ในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ มีความแตกต่างกันดังนี้

1) การผลิตธูป ใช้ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณ
2) การผลิตก้อนเพาะเห็ด ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา
3) การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ใช้ขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณ

ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดตัวแปรในการศึกษา

1) ใช้ขี้เลื่อยจากไม้ยางพาราในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ในกิจกรรมทางเลือก 3 แนวทาง คือ ธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง

2) เปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากผลิตภัณฑ์ของกิจกรรมทางเลือก 3 แนวทางคือ ธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง เพื่อหาผลกำไรสูงสุด

Copyright by Mahidol University

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการทดลองนำขี้เลื่อยมาเป็นวัสดุประกอบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ 3 แนวทาง คือ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง และศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ มีขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

3.1 การศึกษาข้อมูลการนำขี้เลื่อยมาเพิ่มมูลค่า ซึ่งดำเนินการผลิตในปัจจุบัน 3 แนวทาง คือ

3.1.1 การผลิตธูป

3.1.2 การผลิตก้อนเพาะเห็ด

3.1.3 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

3.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างขี้เลื่อยที่ใช้ในการทดลอง

3.3 การวางแผนการทดลอง

3.4 การเก็บรวมรวมข้อมูลการทดลอง

3.5 การเปรียบเทียบการใช้เทคโนโลยีในการผลิต

3.6 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของผลิตภัณฑ์จากการทดลอง คือ ธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง

3.1 การศึกษาข้อมูลการนำขี้เลื่อยมาเพิ่มมูลค่า ซึ่งดำเนินการผลิตในปัจจุบัน 3 แนวทาง คือ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การเลือกสถานประกอบการที่ใช้ศึกษาข้อมูล

การพิจารณาเลือกสถานประกอบการที่ศึกษาข้อมูลพิจารณาความเหมาะสมดังนี้

1) ที่ตั้งของสถานประกอบการอยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีการผลิตกิจกรรมทางเลือกที่กำหนดจำนวนมาก

2) สถานประกอบการดำเนินการผลิตอย่างต่อเนื่องถึงปัจจุบัน

Copyright by Mahidol University

3) เจ้าของสถานประกอบการให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลและดำเนินการทดลอง

กิจกรรมทางเลือกในการศึกษาข้อมูล 3 แนวทาง ดำเนินการดังนี้

3.1.1 การผลิตธูป

1) สถานประกอบการที่ใช้ศึกษาข้อมูลในการผลิตธูป คือ โรงงานผลิตธูปหอมพรศรีอยุธยา เลขที่ 44/3 หมู่ 4 ตำบลลุมพลี อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

2) ข้อมูลการผลิตธูป

เขื่อง มะเดื่อ (25) ได้ให้ข้อมูลการผลิตธูปของโรงงานธูปหอมพรศรีอยุธยา ดังนี้

2.1) วัสดุและส่วนผสมในการผลิตธูป

วัสดุที่ใช้ในการผลิตธูปจะมีตัวแทนจำหน่ายวัสดุที่ใช้ในการผลิตธูป ผู้ผลิตธูปสามารถจัดซื้อและนำมาผลิตได้อย่างสะดวก วัสดุและส่วนผสมในการผลิตธูปต่อการผลิตหนึ่งครั้งประกอบด้วย

ก้านธูปไม้ไผ่สีสุก จักให้เป็นก้านเล็ก ๆ	10 กิโลกรัม
ผงขี้เลื่อยไม้เบญจพรรณหรือไม้ชนิดอื่น	4 กิโลกรัม
โกบัว (หรือผงเหนียว)	6 กิโลกรัม
จันทร์ขาว	5 กิโลกรัม
สีย้อมก้านธูป (สีแดง)	0.30 กิโลกรัม
น้ำหอม	0.80 กิโลกรัม (ใช้ผลิตธูปหอม)

2.2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตธูป

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตธูปจะมีราคาถูก หาซื้อได้ง่าย อุปกรณ์บางอย่างสามารถดัดแปลงขึ้นใช้ภายในครอบครัว ไม่มีเครื่องจักรเข้ามาเกี่ยวข้อง อุปกรณ์พื้นฐานในการผลิตธูปประกอบด้วย

Copyright by Mahidol University

โต๊ะสำหรับผสมและปั้นฐูป	1	โต๊ะ
ถังบรรจุน้ำ	1	ใบ
ตะแกรงร่อนทราย	1	อัน
ลังไม้สำหรับเก็บฐูป	10	ลังขึ้นไป
ชั้นวางผึ่งฐูป	1	ชั้น
เตาถ่าน	1	เตา
ปี๊บ	2	ใบ
กาพ่นสีหรือกระป๋องฉีดยากันยุง	1	ใบ (สำหรับใช้ผลิตฐูปหอม)

2.3) วิธีการผลิตฐูป

การผลิตฐูปใช้วิธีการผลิตแบบดั้งเดิม เป็นงานที่ผลิตด้วยมือทั้งสิ้น ดำเนินการดังนี้

<u>การปั้นฐูป</u>

นำไม้ก้านฐูปจุ่มน้ำและคลุกส่วนผสมต่าง ๆ ให้ติดกับไม้ก้านฐูป ทำซ้ำจำนวน 4 ครั้ง แต่ละชั้นในการปั้นฐูปจะมีส่วนผสมและวิธีการ ดังนี้

ชั้นที่ 1 นำโกบัวกองบนโต๊ะปั้นฐูป นำไม้ก้านฐูปจุ่มในถังน้ำ ตั้งระยะให้เท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวของไม้ฐูปโดยการหมุนไม้ก้านฐูปไปมาเพื่อให้โกบัวเกาะกับส่วนบนของฐูปและกระแทกส่วนก้านฐูปลงกับพื้นเพื่อสะบัดให้ผงโกบัวที่ไม่ติดกับไม้ก้านฐูปหลุดออกไป เสร็จแล้วนำไปวางเรียงพักในลังไม้

ชั้นที่ 2 ผสมขี้เลื่อยกับโกบัวให้เข้ากันโดยใช้ตะแกรงร่อนใส่น้ำลงในส่วนผสมทีละน้อย ใช้ไม้เคาะส่วนที่เกาะตัวกันให้แตกออกและใช้ตะแกรงร่อนซ้ำอีกครั้ง นำไม้ก้านฐูปจากขั้นที่ 1 จุ่มลงในถังน้ำระดับเท่าเดิม หมุนไม้ก้านฐูปไปมาในผงขี้เลื่อยที่เตรียมไว้สลับกับการกระแทกไม้ก้านฐูปเพื่อสะบัดผงที่ไม่เกาะกับไม้ก้านฐูปออก เสร็จแล้วนำไปวางเรียงพักในลังไม้

ชั้นที่ 3 ผสมขี้เลื่อย โกบัว ผงจันทร์ขาว ให้เข้ากัน นำฐูปจากขั้นตอนที่ 2 จุ่มน้ำและคลุกกับส่วนผสมที่เตรียมไว้วิธีการเหมือนชั้นที่ 1 เสร็จแล้วนำไปวางเรียงพักในลังไม้

ชั้นที่ 4 นำฐูปจากขั้นตอนที่ 3 จุ่มน้ำแล้วคลุกกับผงจันทร์ขาว วิธีการทำให้ผงจันทร์ขาวเกาะกับก้านฐูปเหมือนขั้นที่ 1 เสร็จแล้วนำไปผึ่งแดดให้แห้ง

Copyright by Mahidol University

การย้อมสีก้านธูป

นำสีย้อมก้านธูป (สีแดง) ผสมน้ำใส่ลงในปี๊บ ต้มให้เดือดเพื่อทำให้สีติดก้านธูปได้ดีแล้ว นำก้านธูปมาจุ่มสีจากนั้นนำไปผึ่งแดดให้แห้ง ชั่งน้ำหนักและจัดเก็บในลังไม้เพื่อรอการจำหน่ายต่อไป การผลิตธูปหอมหลังจากธูปแห้งสนิทดีจะฉีดน้ำหอมและบรรจุห่อต่อไป

ข้อสำคัญที่ควรระมัดระวังอย่างมากในการผลิตธูปคือ ควรระมัดระวังไม่ให้ธูปเกิดเชื้อรา เพราะจะทำให้ธูปเสื่อมคุณภาพ ต้องพยายามตากให้แห้งสนิทดีจริง ๆ

3.1.2 การผลิตก้อนเพาะเห็ด

1) สถานประกอบการที่ใช้ในการศึกษาข้อมูลในการผลิตก้อนเพาะเห็ด คือ ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก เลขที่ 3/1 หมู่ 8 ตำบลกระทุ่มล้ม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

2) ข้อมูลในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

มะลิวัลย์ อ้ายคำ (26) เจ้าหน้าที่ของศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิกได้ให้ข้อมูลในการผลิตก้อนเพาะเห็ดดังนี้

2.1) วัสดุและส่วนผสมในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

สูตรการทำก้อนเพาะเห็ดที่พัฒนาขึ้นโดยศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก สามารถผลิตก้อนเพาะเห็ดที่มีคุณภาพ นำไปเพาะเห็ดได้ผลดี และได้จัดการอบรมเผยแพร่แก่เกษตรกรโดยทั่วไป ประกอบด้วย

ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ขนาด 4-150 mesh	10	กิโลกรัม (ไม่ต้องหมัก)
รำละเอียด	750	กรัม
ปูนขาว	100	กรัม
ยิปซัม	200	กรัม
ดีเกลือ	20	กรัม
น้ำตาลทรายหรือแป้งข้าวเจ้า	100	กรัม (เพื่อกระตุ้นให้ดอกเร็วขึ้น)
น้ำ (ประมาณ 60-65%โดยน้ำหนัก)	5	กิโลกรัม
หัวเชื้อเห็ด	1	ขวด

ที่มา : ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก 2542

Copyright by Mahidol University

2.2) อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต

อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตก้อนเพาะเห็ดจะมีราคาถูก อุปกรณ์พื้นฐานในการผลิตก้อนเพาะเห็ดประกอบด้วย

หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ	1 ชุด
ตะเกียงแอลกอฮอล์	1 อัน
แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ	1 ขวด
ช้อนตักหัวเชื้อเห็ด หรือเข็มเขี่ยเชื้อ	1 อัน

2.3) วิธีการผลิตก้อนเพาะเห็ด ดำเนินการดังนี้

<u>การผสมขี้เลื่อยกับวัสดุอาหารเสริม</u>

นำขี้เลื่อยและอาหารเสริมมากองรวมกันและผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นจึงเติมน้ำลงไปจนกระทั่งมีความชื้นประมาณ ร้อยละ 60-65 โดยน้ำหนัก ทดสอบโดยการทำขี้เลื่อยที่ผสมแล้วมากำและบีบให้แน่น สังเกตดูถ้ามีน้ำซึมตามง่ามนิ้วมือ แสดงว่ามีความชื้นมากเกินไป (ให้เติมขี้เลื่อยแห้ง) ถ้าไม่มีน้ำซึมตามง่ามนิ้วมือให้แบมือออกขี้เลื่อยจะรวมกันเป็นก้อนแล้วแตกออก 2-3 ส่วน แสดงว่ามีความชื้นเหมาะสม (ความชื้นประมาณร้อยละ 60-65 โดยน้ำหนัก) แต่ถ้าแบมือออกแล้วขี้เลื่อยไม่รวมตัวกันเป็นก้อน แสดงว่าความชื้นน้อยเกินไป

<u>การบรรจุถุงก้อนเพาะเห็ด</u>

นำขี้เลื่อยที่ผสมคลุกเคล้ากันดีแล้วมาบรรจุใส่ถุงพลาสติกขนาด $6^{1}/_{2}$ นิ้ว × 12 นิ้ว ปริมาณบรรจุประมาณ 2 ใน 3 ของถุง น้ำหนักประมาณ 800-900 กรัม กดและทุบให้แน่นพอประมาณใส่คอขวดพลาสติก

<u>การนึ่งก้อนเพาะเห็ด</u>

นำก้อนเพาะเห็ดที่บรรจุเรียบร้อยแล้วไปนึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) ระบบสเตอริไลส์ (Sterilization) ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ ตั้งอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส ความดันภายในหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว ใช้เวลาในการนึ่งฆ่าเชื้อก้อนเพาะเห็ด 3 ชั่วโมง เริ่มจับเวลาที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เมื่อได้เวลาที่ต้องการแล้วให้ดับไฟ แล้วค่อย ๆ ระบายไอน้ำออกจนหมดความดันจึงเปิดฝาหม้อนึ่ง นำก้อนเพาะเห็ดออกนำไปเก็บไว้ในห้องที่ปลอดเชื้อ ทิ้งไว้ให้เย็นใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง

Copyright by Mahidol University

การเขี่ยหัวเชื้อเห็ด

ก้อนเพาะเห็ดที่ได้จากการนึ่งฆ่าเชื้อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ยังถือว่าเป็นเพียงก้อนเพาะเห็ดเปล่า ๆ หรือเป็นเพียงถุงขี้เลื่อยธรรมดาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้เพาะดอกเห็ดได้ จนกว่าจะนำเอาหัวเชื้อเห็ดหอมที่เตรียมไว้เขี่ยใส่ในก้อนเพาะเห็ดก่อน ดำเนินการดังนี้

วางก้อนเพาะเห็ดเรียงกันเป็นแถวเพื่อให้สามารถทำงานได้สะดวกและ รวดเร็ว

เช็ดทำความสะอาดมือด้วยแอลกอฮอล์

ใช้มือเขย่าขวดหัวเชื้อในขณะที่ยังปิดจุกสำลีอยู่เพื่อให้เมล็ดข้าวฟ่างกระจาย ถอดจุกสำลีที่ขวดหัวเชื้อออก นำปากขวดไปลนไฟจากตะเกียงแอลกอฮอล์เพื่อฆ่าเชื้อโรค

เทหัวเชื้อลงในถุงก้อนเพาะเห็ด ประมาณ 10-20 เมล็ด และรีบปิดจุกสำลีทันที ถุงต่อ ๆ ไปก็ทำเช่นเดียวกัน ทุก ๆ 3-4 ถุง ควรลนปากขวดด้วยตะเกียงแอลกอฮอล์ครั้งหนึ่ง

3.1.3 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1) หน่วยงานที่ใช้ในการศึกษาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ประกอบด้วย

1.1) การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ใช้ข้อมูลของโรงงานฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เลขที่ 169 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร

1.2) การเผาเป็นถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง ใช้ข้อมูลของโรงงานศูนย์วิจัยการผลิตถ่าน กรมป่าไม้ ตำบลพุแค อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี

1.3) ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง คือ วัสดุที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิง วิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิง เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

2) ข้อมูลในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

2.1) วัสดุที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิง

Islam และคณะ (28) รายงานว่าวัสดุเหลือทิ้งประเภทลิกโน-เซลลูโลส สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งได้แก่ แกลบ ขี้เลื่อย กากอ้อย เปลือกถั่ว ขุยมะพร้าว ผักตบชวา เป็นต้น

นรา พิทักษ์อรรณพ (29) จากรายงานการวิจัยเรื่องการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้พบว่าขี้เลื่อยเป็นวัสดุเหลือทิ้งอย่างหนึ่งที่สามารถนำมาอัดแท่ง

Copyright by Mahidol University

เชื้อเพลิง ขี้เลื่อยที่มีศักยภาพในการนำมาอัดแท่ง ควรเป็นขี้เลื่อยที่นำมาจากโรงงานแปรรูปไม้โดยตรง

ธงชัย แซ่ตั้ง และมัญชุรี กำธรวรรินทร์ (30) ได้ศึกษาการใช้เศษวัสดุพืชเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งพบว่าการใช้ผักตบชวาและวัสดุที่มีผักตบชวาเป็นส่วนผสมในการอัดแท่งเชื้อเพลิง สามารถอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงได้โดยไม่ต้องใช้ตัวเชื่อมประสาน ทั้งนี้เพราะผักตบชวาจัดเป็นพืชประเภทที่มียางเหนียว (Sticky Material) ประเภทลิกนิน

วัสดุที่สามารถนำมาใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นวัสดุประเภทลิกโน-เซลลูโลส ส่วนใหญ่ได้จากพืชเช่น แกลบ ขี้เลื่อย กากอ้อย เปลือกถั่ว ขุยมะพร้าว และผักตบชวา เป็นต้น

2.2) วิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิง

การอัดแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือทิ้งประเภทต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 2 วิธี (23) อ้างถึงในประทีป ปิ่นท้วม คือ

2.2.1) การอัดโดยใช้ความร้อนและใช้แรงอัดสูง (Hot and Hight – Pressure Densification)

2.2.2) การอัดเย็นและใช้แรงอัดต่ำ (Cold and Low – Pressure Densification)

2.2.1) การอัดโดยใช้ความร้อนและใช้แรงอัดสูง (Hot and Hight – Pressure Densification)

เป็นวิธีการอัดแท่งที่นิยมใช้มากทั่วไป สามารถใช้กับวัสดุได้อย่างกว้างขวาง เช่น ขี้เลื่อย แกลบ ซังข้าวโพด ชานอ้อย เป็นต้น โดยความร้อนจะไปทำให้สารประเภทลิกโน-เซลลูโลสละลายเยิ้มและเชื่อมประสานกัน ปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยใช้ความร้อนแรงอัดสูงได้แก่ ปริมาณความชื้น ขนาดของชิ้นส่วน วัตถุดิบ แรงดัน และอุณหภูมิ

<u>ปริมาณความชื้น</u> (Moisture Content) นรา พิทักษ์อรรณพ (29) จากรายงานการวิจัยเรื่องการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ พบว่าวัสดุที่มีความชื้นมากเกินไปจะทำให้เกิดการระเบิดของไอน้ำในระหว่างการอัด ความชื้นของวัสดุที่เหมาะสมในการอัดแท่งเชื้อเพลิงไม่ควรเกินร้อยละ 10 สามารถอัดแท่งเชื้อเพลิงได้ง่าย และแท่งเชื้อเพลิงที่ได้ไม่มีรอยแตกร้าว มีความแข็งแรงเพียงพอสามารถขนส่งได้โดยไม่แตกหัก

<u>ขนาดของชิ้นส่วนวัตถุดิบ</u> (Particle Size) Singh Y. และ Amir S. (31) รายงานว่า ขนาดชิ้นส่วนวัสดุ 48-100 mesh เป็นขนาดที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิง เนื่องจากทำให้

Copyright by Mahidol University

การผลิตแท่งเชื้อเพลิงใช้แรงดันในการอัดต่ำและใช้ปริมาณตัวประสานน้อย วัตถุดิบที่มีขนาดชิ้นส่วนที่เล็กละเอียดจะทำให้การอัดแท่งทำได้สะดวก เนื่องจากมีพื้นที่ผิวในการยึดตัวมาก

แรงดัน (Pressure) นรา พิทักษ์อรรณพ (29) จากรายงานการวิจัยเรื่องการผลิตเชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้ พบว่าแรงดันในกระบอกอัดที่เกิดจากการที่สกรูอัดหมุนดันให้วัสดุที่ป้อนเข้าเครื่องอัดติดกับผนังกระบอกอัด และได้รับความร้อนจากขดลวดความร้อนหรือแผ่นให้ความร้อนจะทำให้เกิดการเกาะตัวกัน แรงเสียดทานระหว่างกระบอกอัดกับแท่งเชื้อเพลิงที่กำลังเคลื่อนตัวออกจะช่วยทำให้เกิดแรงดันที่เหมาะสม วัสดุจะเกิดการอัดตัวแน่นยิ่งขึ้น

อุณหภูมิ (Temperature) นรา พิทักษ์อรรณพ (29) จากรายงานการวิจัยเรื่องการผลิตเชื้อเพลิงแข็ง พบว่าอุณหภูมิของขดลวดความร้อนของเครื่องอัดแท่งที่เหมาะสมควรอยู่ในช่วง 260-300 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงอุณหภูมิที่สามารถทำให้วัสดุเหลือใช้เช่น แกลบ ขี้เลื่อย กากอ้อย เกาะกันเป็นแท่งได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสิ้นเปลืองพลังงานน้อยที่สุด

2.2.2) การอัดเย็นและใช้แรงอัดต่ำ (Cold and Low – Pressure Densification)

เป็นวิธีการอัดแท่งที่สามารถใช้กับวัสดุประเภทเศษวัสดุจากพืชที่มีความชื้นสูงเช่น ผักตบชวา เศษพืชสด เป็นต้น มี 2 แบบคือ

แบบใช้ตัวประสาน (Binder) ตัวประสานเป็นตัวช่วยในการยึดเกาะวัสดุของแท่งเชื้อเพลิงที่อัดด้วยแรงอัดปานกลาง

แบบไม่ใช้ตัวประสาน ซึ่งใช้กับวัสดุที่มียางเหนียวอยู่ในตัว

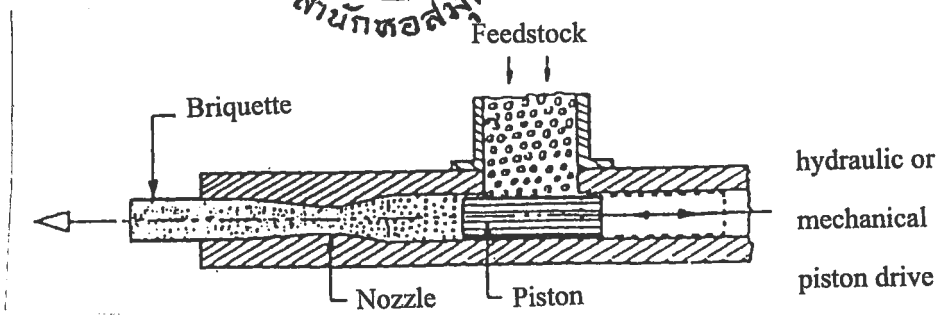
2.3) เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง

เครื่องอัดแท่งสามารถแบ่งเป็น 4 กลุ่มใหญ่ ๆ (26) อ้างถึงประทีป ปิ่นท้วม คือ

เครื่องอัดแบบลูกสูบ (Piston Press)

แสดงไว้ในรูปที่ 3-1 ประกอบด้วยลูกสูบชัก (Beciprocating Piston) เพื่อดันวัตถุดิบที่มาจากช่อง ป้อนเข้าที่กระบอกรูปเรียว (Tapered Die) หลักการทำงานคือ ลูกสูบอัดวัสดุเข้าไปในปลายท่อ (Barrel) หรือกระบอกอัด ซึ่งมีลักษณะเป็นตัวรีดรูปกรวย (Conical Choke) หรือเป็นรูปเรียวจะทำหน้าที่ต้านการเคลื่อนที่ของวัสดุ ผลจากการต้านนี้รวมทั้งการขัดสีของวัสดุกับผนังท่อทำให้เกิดความร้อนที่มีอุณหภูมิในช่วง 150-300 องศาเซลเซียส และได้ผลิตภัณฑ์ที่ถูกอัดแท่งออกมาเป็นรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50-100 มิลลิเมตร เครื่องอัดแบบนี้มีความสามารถในการผลิตได้ 40-100 กิโลกรัม/ชั่วโมง และมีปัญหาที่พบโดยทั่วไป คือ การขัดสีของกระบอกอัด และการแตกของลูกสูบ

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-1 เครื่องอัดแบบลูกสูบ

เครื่องอัดแบบเกลียว (Screw Press)

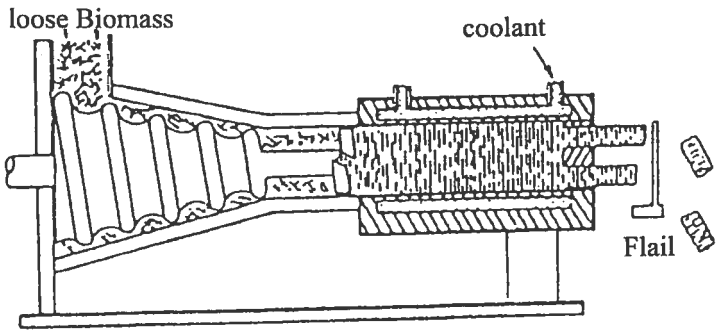
ในเครื่องอัดเกลียววัตถุดิบที่ใช้อัดจากช่องป้อน (Feed Hopper) ถูกส่งผ่านและอัดด้วยเกลียว ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

เครื่องอัดแบบเกลียวรูปกรวย (Conical Screw Press)

เครื่องอัดแบบเกลียวพร้อมด้วยขดลวดความร้อนที่กระบอกอัด (Screw Press With a Heated Die)

เครื่องอัดแบบเกลียวคู่ (Twin-Screw Press)

เครื่องอัดแบบเกลียวรูปกรวย (Conical Screw Press) แสดงไว้ดังรูปที่ 3-2 มีหลักการทำงานคือ เกลียวรูปกรวยจะดันวัสดุให้เคลื่อนตัวไปข้างหน้า เมื่อพันเกลียวไปวัสดุถูกดันผ่านกระบอกอัดขนาด 25 มิลลิเมตร การไหลผ่านของวัสดุเข้าไปในกระบอกอัดเพิ่มขึ้นพร้อมกับแรงเสียดทานที่มากขึ้น ทำให้อุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นระหว่าง 100-200 องศาเซลเซียส ส่งผลให้ลิกนินหลอมละลาย ทำหน้าที่เป็นตัวประสาน หลังจากระบายความร้อนแล้วจะได้แท่งเชื้อเพลิง กำลังในการผลิตของเครื่องอัดแท่งแบบนี้อยู่ในช่วง 50-100 กิโลกรัม/ชั่วโมง อัตรากำลังของมอเตอร์ที่ใช้ขับเครื่องอัดอยู่ระหว่าง 35-75 กิโลวัตต์ วัสดุที่ใช้ทำการอัดควรมีลักษณะเม็ดละเอียดและมีปริมาณความชื้น ร้อยละ 8-10

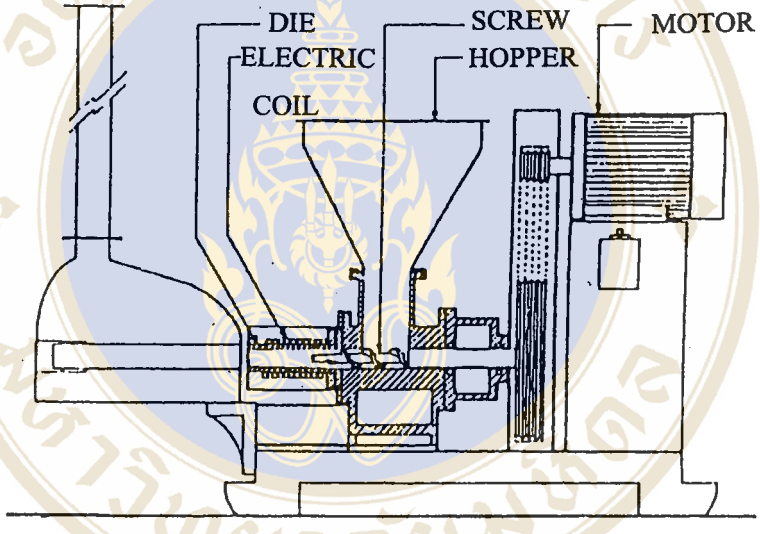


รูปที่ 3-2 เครื่องอัดแบบเกลียวรูปกรวย

Copyright by Mahidol University

133807 05

<u>เครื่องอัดแบบเกลียวพร้อมด้วยขดลวดความร้อนที่กระบอกอัด</u> (Screw Press With a Heated Die) แสดงไว้ดังรูปที่ 3-3 มีหลักการทำงาน คือ วัสดุถูกอัดโดยเกลียวที่มีลักษณะเป็นทรงกระบอกหรือรูปกรวยเล็กน้อย ผ่านเข้าไปในท่อ (Barrel) หรือกระบอกอัดที่มีอุณหภูมิจากขดลวดความร้อนระหว่าง 200-350 องศาเซลเซียส ความร้อนนี้ทำให้วัสดุที่สัมผัสกับท่อเกิดการเผาไหม้และได้ผลิตภัณฑ์ที่ถูกอัดยึดเกาะตัวกันดี ลักษณะเป็นท่อนทรงกระบอกหกเหลี่ยมขนาดประมาณ 50 มิลลิเมตร โดยเฉพาะการออกแบบของหัวเกลียวทำให้ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีรูกลวงตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 มิลลิเมตร เพื่อเป็นช่องให้ก๊าซหรือควันที่เกิดในระหว่างการอัดถ่ายเทออกมา กำลังในการผลิตของเครื่องอัดแบบนี้อยู่ในช่วง 50-500 กิโลกรัม/ชั่วโมง วัสดุที่ใช้มีลักษณะเม็ดละเอียดและมีปริมาณความชื้นในประมาณร้อยละ 8-12



รูปที่ 3-3 เครื่องอัดแบบเกลียวพร้อมด้วยขดลวดความร้อนที่กระบอกอัด

สาขางานวิจัยอุตสาหกรรมพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (21) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงจากวัสดุเหลือใช้ทางเกษตร เช่น แกลบ ขี้เลื่อย ชานอ้อย ขุยมะพร้าว เปลือกเมล็ดกาแฟ เปลือกถั่ว และฟางข้าว เป็นต้น เป็นเครื่องอัดแบบเกลียวมีขดลวดร้อนที่กระบอกอัด (Screw Press with a Heated Die)ลักษณะของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงคือ กระบอกอัดมีความยาว 28.5 เซนติเมตร ภายในกระบอกอัดมีสกรูชนิดเกลียวตัวหนอน หมุนด้วยความเร็วรอบ 280/นาที สกรูถูกขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า 3 สาย ขนาด 15 แรงม้า ด้วยความเร็ว 1,450 รอบ/นาที ทดสอบด้วยสายพานและเฟืองทดซึ่งต่อโดยตรงกับสกรูเมื่อสกรูหมุนวัสดุที่ใช้อัดแท่งจะไหลเข้าไปในกระบอกอัดและจะถูกสกรูอัดติดกับผนัง

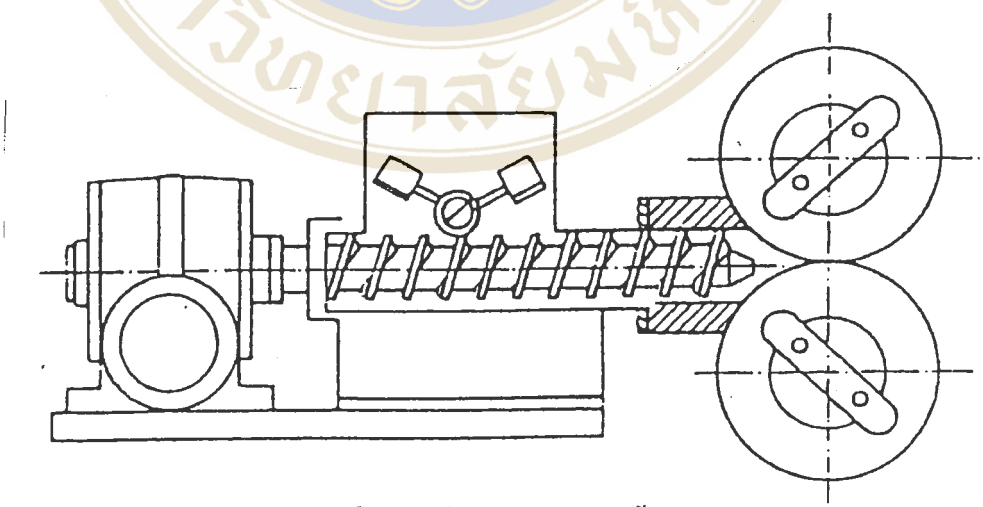
Copyright by Mahidol University

กระบอกอัดด้วยแรงดัน 600 กก./ซม.^{2} ในขณะที่อัดแท่งจะได้รับความร้อนจากแผ่นทำความร้อน ขนาด 0.8 กิโลวัตต์ จำนวน 3 ตัวที่พันอยู่โดยรอบ และติดตั้งเรียงกันอยู่ตรงปลายกระบอกอัด

เครื่องอัดแบบเกลียวคู่ (Twin – Screw Press) เครื่องอัดแบบนี้มีเกลียวอัด 2 อันต่อกับเพลาที่สวมเข้ากับชิ้นส่วนของเกลียว (Screw Part) ที่เปลี่ยนความเร็วในการหมุนได้ เนื่องจากแรงอัดและแรงเสียดสีสูงทำให้อุณหภูมิของวัตถุดิบสูงถึง 250 องศาเซลเซียส จึงต้องมีส่วนหล่อเย็นที่กระบอกอัด สำหรับวัตถุดิบที่ใช้อัดควรมีขนาด 30-80 มิลลิเมตร และวัตถุดิบที่มีปริมาณความชื้น ร้อยละ 25 ขึ้นไปสามารถทำการอัดได้โดยไม่ต้องทำให้แห้งก่อน กำลังการผลิตของเครื่องอัดนี้อยู่ในช่วง 2,800-3,600 กิโลกรัม/วัน ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของวัตถุดิบที่ใช้

เครื่องอัดแบบลูกกลิ้ง (Roll Press)

เครื่องอัดแบบลูกกลิ้งนี้ แสดงไว้ในรูปที่ 3-4 โดยการทำงานจะเริ่มอัดวัตถุดิบที่ตกลงมาในระหว่างลูกกลิ้งทั้งสองที่หมุนทิศทางตรงกันข้าม ทำให้วัตถุดิบถูกอัดแน่นเข้าไปในตัวรองรับแท่งอัด (Pillow – Shapped Briquettes) การอัดแท่งแบบนี้ต้องการวัสดุที่มีขนาดเล็กกว่าการอัดแบบอื่นและแท่งอัดที่ได้มีความทนทานน้อยกว่าแท่งอัดที่ได้จากการอัดแบบอื่น เนื่องมาจากช่วงเวลาในการอัดสั้น ทำให้ยากต่อการสร้างสภาวะของอุณหภูมิและแรงอัดในการหลอมละลายลิกนินได้อย่างเต็มที่ ดังนั้นการอัดแท่งด้วยวิธีนี้จะทำได้ผลสำเร็จจำเป็นต้องใช้ตัวประสานเข้าช่วย



รูปที่ 3-4 เครื่องอัดแบบลูกกลิ้ง

Copyright by Mahidol University

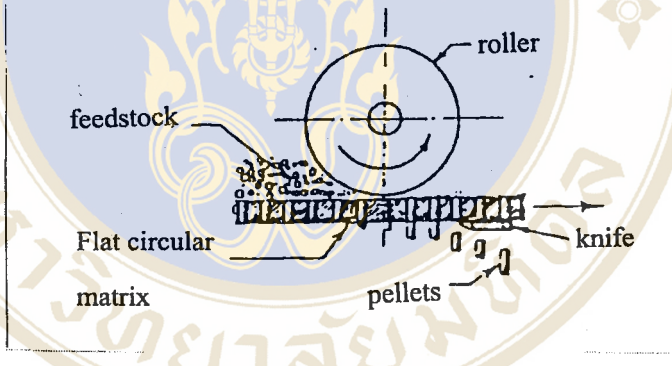
<u>เครื่องอัดเม็ดหรืออัดเป็นแท่งเล็ก ๆ (Pelletizing Press)</u>

เครื่องอัดแบบนี้ประกอบด้วยแม่พิมพ์ (Matrix) และลูกกลิ้ง (Roller) ซึ่งแรงอัดระหว่างแม่พิมพ์กับลูกกลิ้งทำให้เกิดความร้อนจากแรงเสียดสี และทำการอัดวัตถุดิบผ่านแผ่นแม่พิมพ์ที่เจาะเป็นรู ซึ่งมี 2 แบบ คือ

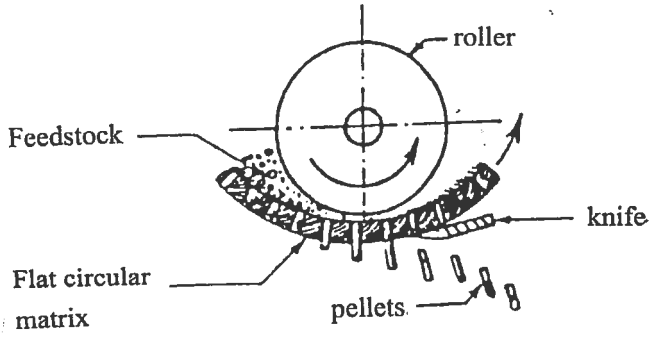
เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์แผ่นกลม (The Disk Matrix Press) และ

เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์วงแหวน (The Ring Matrix Press)

ดังแสดงในรูปที่ 3-5 และ 3-6 แท่งอัดเม็ดที่ถูกอัดออกมาจะถูกตัดด้วยใบมีดตามขนาดความยาวที่กำหนดไว้ ซึ่งปกติจะมีความยาวน้อยกว่า 30 มิลลิเมตร และมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5-15 มิลลิเมตร ถ้าแท่งอัดมีขนาดใหญ่กว่านี้แล้วจะใช้การอัดเป็นลูกบาศก์ (Cubing) แทนการอัดเป็นเม็ด (Pelletizing)



รูปที่ 3-5 เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์แบบกลม



รูปที่ 3-6 เครื่องอัดแบบแม่พิมพ์วงแหวน

Copyright by Mahidol University

2.4) คุณสมบัติของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การประเมินคุณภาพและคุณสมบัติของเชื้อเพลิงชีวมวลจะใช้องค์ประกอบที่สำคัญของเชื้อเพลิงเป็นหลักในการประเมินคุณภาพคือ อ้างถึงใน Lowry H.H. (32) คือ

ความชื้น (Moisture Content) ปริมาณความชื้นคือ ปริมาณความชื้นต่อปริมาณของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งอบแห้ง ความชื้นมีผลทำให้ค่าความร้อนของเชื้อเพลิงอัดแท่งลดลงและทำให้เชื้อเพลิงอัดแท่งแตกร่วนได้ง่าย

ปริมาณเถ้า (Ash Content) คือส่วนของสารอนินทรีย์ที่เหลือจากการสันดาปในเตาเผาที่อุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง ซึ่งประกอบด้วย ซิลิกา แคลเซียมออกไซด์ แมกนีเซียมออกไซด์ เป็นต้น

สารที่ระเหยได้ (Volatile Matters) ปริมาณสารระเหยคือส่วนของเนื้อเชื้อเพลิงอัดแท่งอบแห้งที่ระเหยได้ ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคาร์บอน ออกซิเจน และไฮโดรเจน

คาร์บอนเสถียร (Fixed Carbon) คาร์บอนเสถียรคือมวลของคาร์บอนที่เหลือในเชื้อเพลิงอัดแท่ง หลังจากที่เอาสารระเหยออกไปแล้วที่อุณหภูมิ 950 องศาเซลเซียส

กำมะถันรวม (Total Sulfur)

ค่าความร้อน (Calorific Value or Heating Value) ค่าความร้อนของการสันดาป จะขึ้นอยู่กับปริมาณคาร์บอนในเชื้อเพลิงอัดแท่ง

วินัย ปัญญาธัญญะ (33) กล่าวว่าเชื้อเพลิงที่มีคุณภาพสูงจะมีปริมาณคาร์บอนเสถียรเป็นองค์ประกอบสูง แต่มีสารที่ระเหยได้และปริมาณเถ้าอยู่ต่ำแต่สำหรับถ่านเพื่อ การหุงต้มในครัวเรือนนั้น ถ่านที่ถือว่ามีคุณภาพดีที่สุดไม่จำเป็นต้องเป็นถ่านที่มีค่าความร้อนสูงสุดแต่จะต้องมีคุณสมบัติที่ดีของถ่านด้านอื่น ๆ ด้วย คือ

การแตกปะทุขณะติดไฟ ถ่านที่แตกปะทุขณะติดไฟจะไม่ได้รับความนิยมของผู้ใช้เป็นอันดับหนึ่ง ดังนั้นถ่านที่มีคุณภาพดีจะไม่มีการแตกปะทุเลย หรือมีการแตกปะทุบ้างเล็กน้อยในช่วงแรกที่ติดไฟ

น้ำหนักถ่าน ถ่านที่มีน้ำหนักจะลุกไหม้ให้ความร้อนได้นาน

ควัน ถ่านที่มีคุณภาพดีไม่ควรจะมีควันและกลิ่นฉุนในขณะลุกไหม้

ความแข็งและการป่นของถ่าน ถ่านที่มีความแข็งสูงจะช่วยลดการแตกหักหรือป่นเป็นผงทำให้สะดวกต่อการใช้งานการขนส่งและการเก็บรักษา

Copyright by Mahidol University

ข้อดีของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

นรา พิทักษ์อรรณพ (29) กล่าวถึงข้อดีของเชื้อเพลิงอัดแท่งคือ

มีขนาดและรูปร่างเป็นแบบเดียวกัน ซึ่งสามารถนำไปใช้ป้อนเป็นเชื้อเพลิงในทางอุตสาหกรรมได้อย่างต่อเนื่อง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50-60 มิลลิเมตร และยาว 50-150 มิลลิเมตร

มีคุณสมบัติทางกายภาพและความร้อน ที่สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือนได้

ปราศจากมลภาวะเนื่องจากไม่มีปริมาณกำมะถัน ฟอสฟอรัส และขี้เถ้าลอยปล่อยออกมา จึงไม่จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมมลภาวะที่มีราคาสูง

มีประสิทธิภาพในการเผาไหม้ที่สมบูรณ์

สะดวกต่อการเก็บและการนำมาใช้งาน

ข้อเสียของเชื้อเพลิงอัดแท่ง

Lowry H.H. (34) กล่าวถึงข้อเสียของเชื้อเพลิงอัดแท่งคือ

การอัดแท่งใช้แรงอัดสูง ทำให้ต้องใช้พลังงานในขบวนการผลิต เป็นเหตุให้กระบอกอัดและสกรูสึกหรอได้ง่ายจากการขัดสี ดังนั้นการลงทุนจึงสูง

คุณสมบัติการเผาไหม้ยังไม่เป็นที่น่าต้องการ เช่นการลุกไหม้ไม่ดี จุดติดไฟยาก และมีควันมาก

เชื้อเพลิงอัดแท่งเมื่อถูกน้ำ หรืออากาศมีความชื้นสูง มักจะแตกร่วน

2.5) วิธีการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ณัฐวุฒิ บุญเลี่ยม (34) นักวิชาการฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ได้ให้ข้อมูลวิธีการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งดังนี้

<u>การเตรียมขี้เลื่อย</u>

โดยนำขี้เลื่อยมาผึ่งกลางแดดเพื่อลดค่าความชื้นของขี้เลื่อย ให้มีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 ใช้เวลาประมาณ 1 – 2 วัน

<u>วิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิง</u>

ใช้วิธีการอัดแท่งแบบใช้ความร้อนแรงอัดสูง (การอัดร้อน) มีขั้นตอนการอัดแท่ง ดังนี้

เปิดสวิทช์ให้ความร้อนกับขดลวดที่พันรอบกระบอกอัด ประมาณ 15 นาที

Copyright by Mahidol University

อัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใส่ขี้เลื่อยที่ปากกรวยด้านบนของเครื่องอัดแท่ง สกรูจะบีบอัดขี้เลื่อยเข้าไปยังกระบอกอัด ซึ่งมีอุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส ขี้เลื่อยจะถูกอัดเป็นแท่งและถูกดันออกมาอย่างต่อเนื่องไปตามรางที่รองรับไว้ที่ปลายกระบอกอีกข้างหนึ่ง

2.6) วิธีการเผาให้เป็นถ่านขี้เลื่อยอัดแท่ง

วินัย ปัญญาธัญญะ (35) หัวหน้าส่วนวิจัยและพัฒนาผลผลิตป่าไม้ สำนักงานวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ได้ให้ข้อมูลวิธีการเผาแท่งเชื้อเพลิงคือใช้เตาเผาแบบเตาถังน้ำมัน (Drum Kiln) เนื่องจากเหมาะสำหรับการเผาเชื้อเพลิงอัดแท่งที่มีปริมาณการเผาต่อครั้งจำนวนน้อยและเป็นวิธีการเผาแบบใช้เทคโนโลยีอย่างง่าย ราคาถูก มีขั้นตอนการเผาดังนี้

เรียงเชื้อเพลิงอัดแท่งที่พื้นดินในแนวตั้งให้เต็มเตา

จุดไฟเผาแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้เศษไม้แห้งเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนเริ่มต้น ปิดเตาให้แท่งเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้

ปิดรูอากาศที่เตาทั้งหมดภายหลังจากแท่งเชื้อเพลิงติดไฟแล้วปล่อยให้เผาไหม้ให้สมบูรณ์จนกระทั่งเป็นถ่าน ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที จากนั้นปล่อยให้เย็นลงช้า ๆ ใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง จึงเปิดเตา

3.2 การเลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง

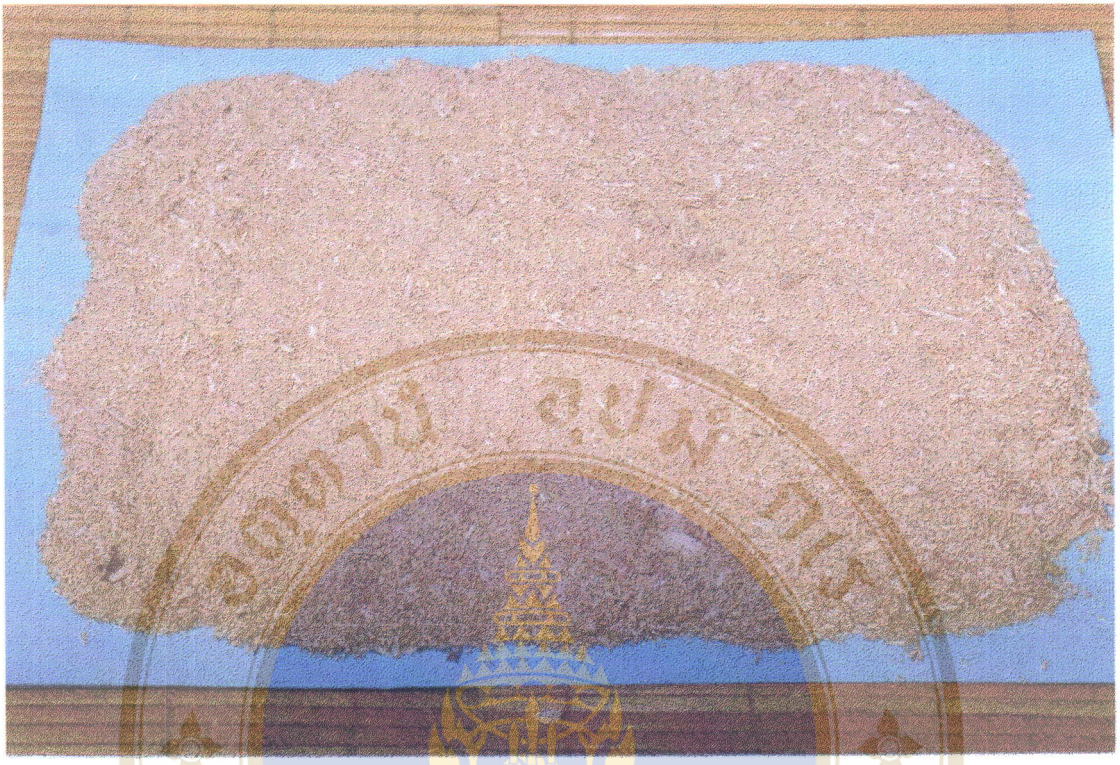
3.2.1 กำหนดคุณลักษณะของขี้เลื่อยที่ใช้ในการทดลอง ดังนี้

1) ขนาดของขี้เลื่อยระหว่าง 4 - 150 mesh เนื่องจากเป็นขนาดที่มีขนาดเล็กและสามารถนำไปใช้ในการผลิตตามกิจกรรมทางเลือกทั้ง 3 แนวทาง

2) ชนิดของเนื้อไม้ สามารถนำไปใช้ผลิตในกิจกรรมทางเลือกทั้ง 3 แนวทาง

ขี้เลื่อยที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นขี้เลื่อย เป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพารา ได้จากโรงงานในพื้นที่อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร เป็นเศษของคลองเลื่อยจากกระบวนการผลิตที่เกิดจากการตัดเพื่อลดขนาดไม้ยางพาราให้ได้รูปทรงตามชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ ขี้เลื่อยได้ภายหลังจากกระบวนการผลิตประมาณ 1 เดือน

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-7 ขี้เลื่อยไม้ยางพาราที่ใช้ในการทดลองขนาด 4-150 mesh

3.2.2 การตรวจวัดลักษณะทางกายภาพ มี 2 ประการ คือ

1) วัดขนาด (Size)

การวัดขนาด ดำเนินการดังนี้

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

คลุกตัวอย่างให้เข้ากันและกองเป็นรูปกรวย

แบ่งตัวอย่างออกเป็น 4 ส่วน

เลือกตัวอย่างส่วนที่อยู่ตรงข้ามกันแล้วนำมาผสมรวมให้เป็นส่วนเดียวกัน และนำไปวัดขนาดต่อไป

<u>การวัดขนาด</u>

อุปกรณ์ที่ใช้ ตะแกรงร่อนขนาดตั้งแต่เบอร์ 4 เป็นต้นไป

Copyright by Mahidol University

วิธีวัดค่าความชื้นโดยการร่อนตัวอย่างขี้เลื่อยผ่านตะแกรงเบอร์ 4 เป็นต้นไป วิธีการวัดขนาดตามมาตรฐาน ASTM D 410

2) วัดค่าความชื้น (Moisture Content)

การวัดค่าความชื้น ดำเนินการดังนี้

<u>การเตรียมตัวอย่าง</u>

ใช้ขี้เลื่อยส่วนที่เหลือจากการเตรียมเพื่อวัดขนาดหนึ่งส่วน

<u>การวัดค่าความชื้น</u>

อุปกรณ์ที่ใช้ เครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติแบบเร็ว (Speedy Moisture Tester)

<u>วิธีวัดค่าความชื้น</u>

นำขี้เลื่อยใส่ถาดไปชั่งน้ำหนัก นำไปวัดค่าความชื้นในเครื่อง Speedy Moisture Tester ตั้งโปรแกรมให้เครื่องทำงาน เครื่องจะคำนวณหาค่าความชื้นและแสดงผลภายหลังคำนวณผลเรียบร้อยแล้ว

<u>สถานที่ดำเนินการทดลอง</u>

ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

Copyright by Mahidol University



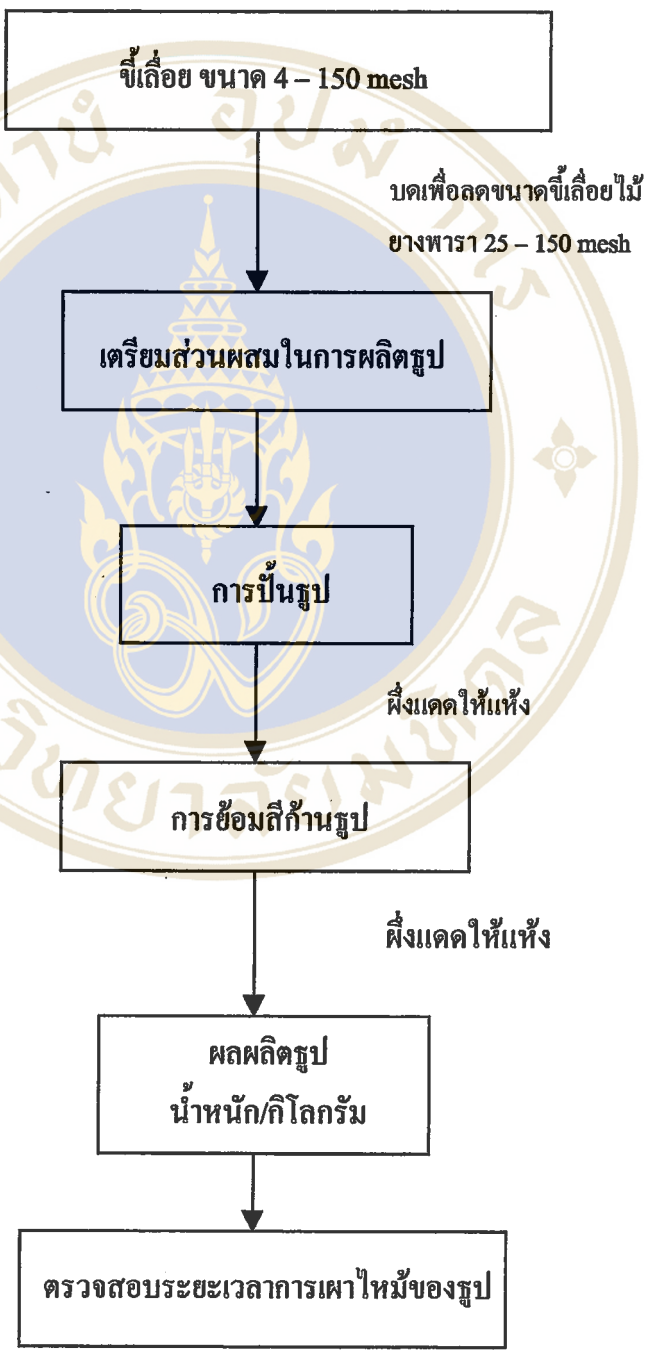
รูปที่ 3-8 เครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติ (Speedy Moisture Tester)

Copyright by Mahidol University

3.3 การวางแผนการทดลอง

3.3.1 การผลิตฐูป

1) กรอบการทดลอง ทดลองผลิตฐูปตามกรอบการทดลองรูปที่ 3-9



รูปที่ 3-9 กรอบการทดลองการผลิตฐูป

Copyright by Mahidol University

2) จำนวนซ้ำการทดลอง

ใช้ขี้เลื่อยเป็นส่วนประกอบในการผลิตธูปครั้งละ 10 กิโลกรัมและทดลองจำนวน 10 ซ้ำ

3) สถานที่ทำการทดลอง

ดำเนินการทดลองผลิตธูปที่โรงงานผลิตธูปหอมพรศรีอยุธยา เลขที่ 44/3 หมู่ 4 ตำบลลุมพลี อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

4) เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

โต๊ะสำหรับผสมและปั้นธูป	1	โต๊ะ
ถังบรรจุน้ำ	1	ใบ
ตะแกรงร่อนทราย	1	อัน
ลังไม้สำหรับเก็บธูป	10	ลัง
ชั้นวางผึ่งธูป	1	ชั้น
เตาถ่าน	1	เตา
ปี๊บ	1	ใบ
เครื่องบดแบบเกลียว	1	เครื่อง
นาฬิกาจับเวลา	1	เรือน
กิโลชั่งน้ำหนักพิกัดกำลัง 15 กิโลกรัม	1	เครื่อง

5) การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมขี้เลื่อย ขี้เลื่อยที่ใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตธูป จะต้องบดให้เป็นผงละเอียด ขนาดที่ใช้ผลิตธูปประมาณ 25 – 150 mesh ดังนั้น ก่อนนำขี้เลื่อยไปใช้ในการทดลองผลิตธูป มีขั้นตอนเตรียมการดังนี้

นำขี้เลื่อยไปบดเพื่อลดขนาดโดยใช้เครื่องบดแบบเกลียวให้เป็นผงละเอียด

นำไปวัดขนาด วิธีการวัดขนาดโดยร่อนขี้เลื่อยที่บดเป็นผงละเอียดผ่านตะแกรงเบอร์ 25 เป็นต้นไป วัดขนาดมาตรฐาน ASTM D 410

การเตรียมวัสดุส่วนประกอบในการผลิตธูปใช้ส่วนผสมในการผลิตธูปตามสูตรของโรงงานผลิตธูปพรศรีอยุธยา ผลิตธูปชนิดธรรมดา ดังนี้คือ

ขี้เลื่อย (บดเป็นผงละเอียด) ขนาด 25 – 150 mesh	10	กิโลกรัม
ก้านธูปไม้ไผ่สีสุก	25	กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

โกบั๊ว	15	กิโลกรัม
จันทร์ขาว	12	กิโลกรัม
สีย้อมก้านธูป (สีแดง)	10	กรัม

6) วิธีการผลิตธูป

ดำเนินการผลิตธูปตามวิธีของโรงงานผลิตธูปพรศรีอยุธยา ผลิตธูปชนิดธูปธรรมดา มีการผลิต 2 ขั้นตอน คือ

6.1) การปั้นธูป

นำไม้ก้านธูปจุ่มน้ำและคลุกส่วนผสมต่าง ๆ ให้ติดกับไม้ก้านธูป ทำซ้ำจำนวน 4 ครั้ง แต่ละชั้นในการปั้นธูปจะมีส่วนผสมและวิธีการ ดังนี้

ชั้นที่ 1 นำโกบั๊วกองบนโต๊ะปั้นธูป นำไม้ก้านธูปจุ่มในถังน้ำ ตั้งระยะให้เท่ากับครึ่งหนึ่งของความยาวของไม้ธูป โดยการหมุนไม้ก้านธูปไปมาเพื่อให้โกบั๊วเกาะกับส่วนบนของธูปและกระแทกส่วนก้านธูปลงกับพื้นเพื่อสะบัดให้ผงโกบั๊วที่ไม่ติดกับไม้ก้านธูปหลุดออกไป เสร็จแล้วนำไปวางเรียงพักในลังไม้



รูปที่ 3-10 การปั้นธูปชั้นที่ 1

Copyright by Mahidol University

ชั้นที่ 2 ผสมขี้เลื่อยกับโกบั๊วให้เข้ากัน โดยใช้ตะแกรงร่อนใส่น้ำลงในส่วนผสมทีละน้อย ใช้ไม้เคาะส่วนที่เกาะตัวกันให้แตกออกและใช้ตะแกรงร่อนซ้ำอีกครั้ง นำไม้ก้านธูปจากขั้นที่ 1 จุ่มลงในถังน้ำระดับเท่าเดิมหมุนไม้ก้านธูปไปมาในผงขี้เลื่อยที่เตรียมไว้สลับกับการกระแทกไม้ก้านธูปเพื่อสะบัดผงที่ไม่เกาะกับไม้ก้านธูปออก เสร็จแล้วนำไปวางเรียงพักในลังไม้



รูปที่ 3-11 การเตรียมผสมขี้เลื่อยกับโกบั๊วในการปั้นธูปชั้นที่ 2

ชั้นที่ 3 ผสมขี้เลื่อย โกบั๊ว ผงจันทร์ขาว ให้เข้ากัน นำธูปจากขั้นตอนที่ 2 จุ่มน้ำและคลุกกับส่วนผสมที่เตรียมไว้วิธีการเหมือนชั้นที่ 1 เสร็จแล้วนำไปวางเรียงพักในลังไม้

ชั้นที่ 4 นำธูปจากขั้นตอนที่ 3 จุ่มน้ำแล้วคลุกกับผงจันทร์ขาว วิธีการทำให้ผงจันทร์ขาวเกาะกับก้านธูปเหมือนขั้นที่ 1 เสร็จแล้วนำไปผึ่งแดดให้แห้ง

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-12 การนำธูปที่ปั้นเสร็จแล้วไปตากกลางแดด

6.2) การย้อมสีก้านธูป

นำสีย้อมก้านธูป (สีแดง) ผสมน้ำใส่ลงในปี๊บต้มให้เดือด แล้วนำก้านธูปมาจุ่มจากนั้น นำไปผึ่งแดดให้แห้ง

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-13 การย้อมสีก้านธูป

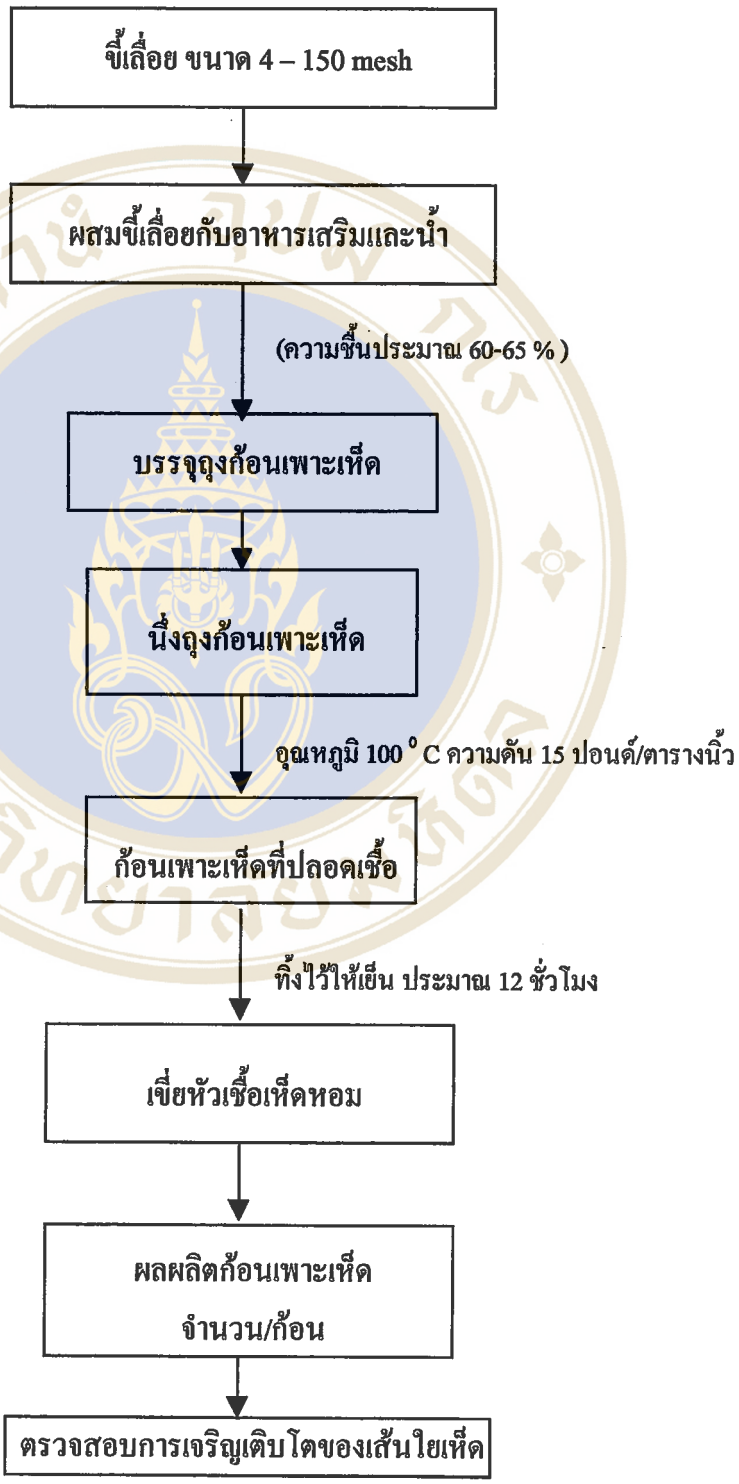
7) การตรวจสอบคุณภาพของธูป

นำตัวอย่างธูปจากการทดลองมาตรวจสอบคุณภาพโดยการจุดไฟและเปรียบเทียบระยะเวลาในการเผาไหม้ของธูปที่ผลิตจากการทดลองและธูปที่ผลิตขายในท้องตลาดโดยทั่วไปจำนวน 2 โรงงาน จำนวนธูป 10 ตัวอย่าง

Copyright by Mahidol University

3.3.2 การผลิตก้อนเพาะเห็ด

1) กรอบการทดลอง ทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ดตามกรอบการทดลองรูปที่ 3-14



Copyright by Mahidol University

รูปที่ 3-14 กรอบการทดลองการผลิตก้อนเพาะเห็ด

2) จำนวนซ้ำการทดลอง

ใช้ขี้เลื่อยเป็นส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ดครั้งละ 10 กิโลกรัม และทดลองซ้ำ 10 ครั้ง

3) สถานที่ดำเนินการทดลอง

ดำเนินการทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ดที่โรงงานผลิตก้อนเพาะเห็ดศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก เลขที่ 3/1 หมู่ 8 ตำบลกระทุ่มล้ม อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

4) เครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)	1	เครื่อง
เครื่องวัดความดัน (Pressure gauge)	1	เครื่อง
ตะเกียงแอลกอฮอล์	1	อัน
แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อ	1	ขวด
เข็มเขี่ยเชื้อ	1	อัน
นาฬิกาจับเวลา	1	เครื่อง
กิโลชั่งน้ำหนักพิกัดกำลัง	15	กิโลกรัม

5) การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมขี้เลื่อย ขี้เลื่อยที่ใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด เป็นขี้เลื่อยจากไม้ยางพาราและเป็นขี้เลื่อยขนาดเล็ก ดังนั้นขี้เลื่อยที่นำมาใช้ในการทดลอง สามารถนำมาผลิตก้อนเพาะเห็ดได้โดยไม่ต้องหมัก

การเตรียมวัสดุประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด ใช้ส่วนผสมในการผลิตก้อนเพาะเห็ดตามสูตรของโรงงานศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก ดังนี้คือ

ขี้เลื่อยไม้ยางพารา ขนาด 4 -150 mesh	10	กิโลกรัม
รำละเอียด	750	กรัม
ปูนขาว	100	กรัม
ยิปซั่ม	200	กรัม
ดีเกลือ	20	กรัม

Copyright by Mahidol University

น้ำตาลหรือแป้งข้าวเจ้า	100	กรัม
น้ำ (ความชื้นร้อยละ 60-65 โดยน้ำหนัก)	5	กิโลกรัม
หัวเชื้อเห็ดหอม	1	ขวด

6) วิธีการผลิตก้อนเพาะเห็ด

ดำเนินการผลิตก้อนเพาะเห็ดตามวิธีการของโรงงานศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก ผลิตก้อนเพาะเห็ดหอม มีการผลิต 4 ขั้นตอนคือ

6.1) การผสมขี้เลื่อยกับวัสดุอาหารเสริม

นำขี้เลื่อยและอาหารเสริมมากองรวมกัน ผสมคลุกเคล้าให้เข้ากัน และเติมน้ำในส่วนผสมจนกระทั่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 60-65



รูปที่ 3-15 การผสมขี้เลื่อยกับอาหารเสริมคลุกให้เข้ากัน

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-16 เติมน้ำในส่วนผสมเพื่อเพิ่มความชื้นประมาณร้อยละ 60-65 โดยน้ำหนัก

6.2) การบรรจุก้อนเพาะเห็ด

นำส่วนผสมของขี้เลื่อยและอาหารเสริมที่เตรียมไว้มาบรรจุในถุงพลาสติกทนร้อนขนาด 6 ½ นิ้ว x 12 นิ้ว ปริมาณบรรจุประมาณ 2 ใน 3 ของถุง น้ำหนักประมาณ 800-900 กรัม กดและทุบให้แน่นพอประมาณ ใส่คอขวดพลาสติก

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-17 การบรรจุถุงก้อนเพาะเห็ด

6.3) การนึ่งก้อนเพาะเห็ด

นำก้อนเพาะเห็ดที่บรรจุแล้วไปนึ่งฆ่าเชื้อโดยใช้หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) ระบบสเตอริไลส์ (Sterilization) ใช้แก๊สเป็นเชื้อเพลิงในการต้มน้ำ ใช้อุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส ความดันภายในหม้อนึ่งความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้ว ใช้เวลา 3 ชั่วโมง นำก้อนเพาะเห็ดออกนำไปเก็บไว้ในห้องที่ปลอดเชื้อ ทิ้งไว้ให้เย็นใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-18 การนึ่งก้อนเพาะเห็ดโดยใช้หม้อนึ่งความดัน (Autoclave)

6.4) การเขี่ยหัวเชื้อเห็ด

นำก้อนเพาะเห็ดที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อเสร็จเรียบร้อยแล้วมาเขี่ยหัวเชื้อเห็ด ในการทดลองครั้งนี้ใช้หัวเชื้อเห็ดหอมดำเนินการดังนี้

วางก้อนเพาะเห็ดเรียงกันเป็นแถวเพื่อให้สามารถทำงานได้สะดวกและรวดเร็ว

เช็ดทำความสะอาดมือด้วยแอลกอฮอล์

เขย่าขวดหัวเชื้อเพื่อให้เมล็ดข้าวฟ่างกระจายที่บรรจุหัวเชื้อเห็ดไม่เกาะตัวกัน นำปากขวดลนไฟตะเกียงแอลกอฮอล์เพื่อฆ่าเชื้อโรค

เทหัวเชื้อเห็ดหอมลงในถุงก้อนเพาะเห็ด ประมาณ 10-20 เมล็ด

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-19 การเขี่ยหัวเชื้อเห็ดหอม

7) การตรวจสอบคุณภาพของก้อนเพาะเห็ด

นำตัวอย่างก้อนเพาะเห็ดหอมจากการทดลองมาตรวจสอบคุณภาพโดยการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดของก้อนเพาะเห็ดที่ผลิตจากการทดลองกับก้อนเพาะเห็ดที่ผลิตขายในท้องตลาดโดยทั่วไปจาก 2 แหล่งผลิต จำนวนก้อนเพาะเห็ด 10 ตัวอย่าง

7.1) วิธีการตรวจสอบ

โดยนำก้อนเพาะเห็ดไปบ่มในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส มีความชื้นและการระบายอากาศถ่ายเทเพียงพอ

7.2) ระยะเวลา

ใช้เวลาในการนำก้อนเพาะเห็ดไปบ่มในโรงเรือนประมาณ 1-2 เดือน และนำมาตรวจสอบการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด

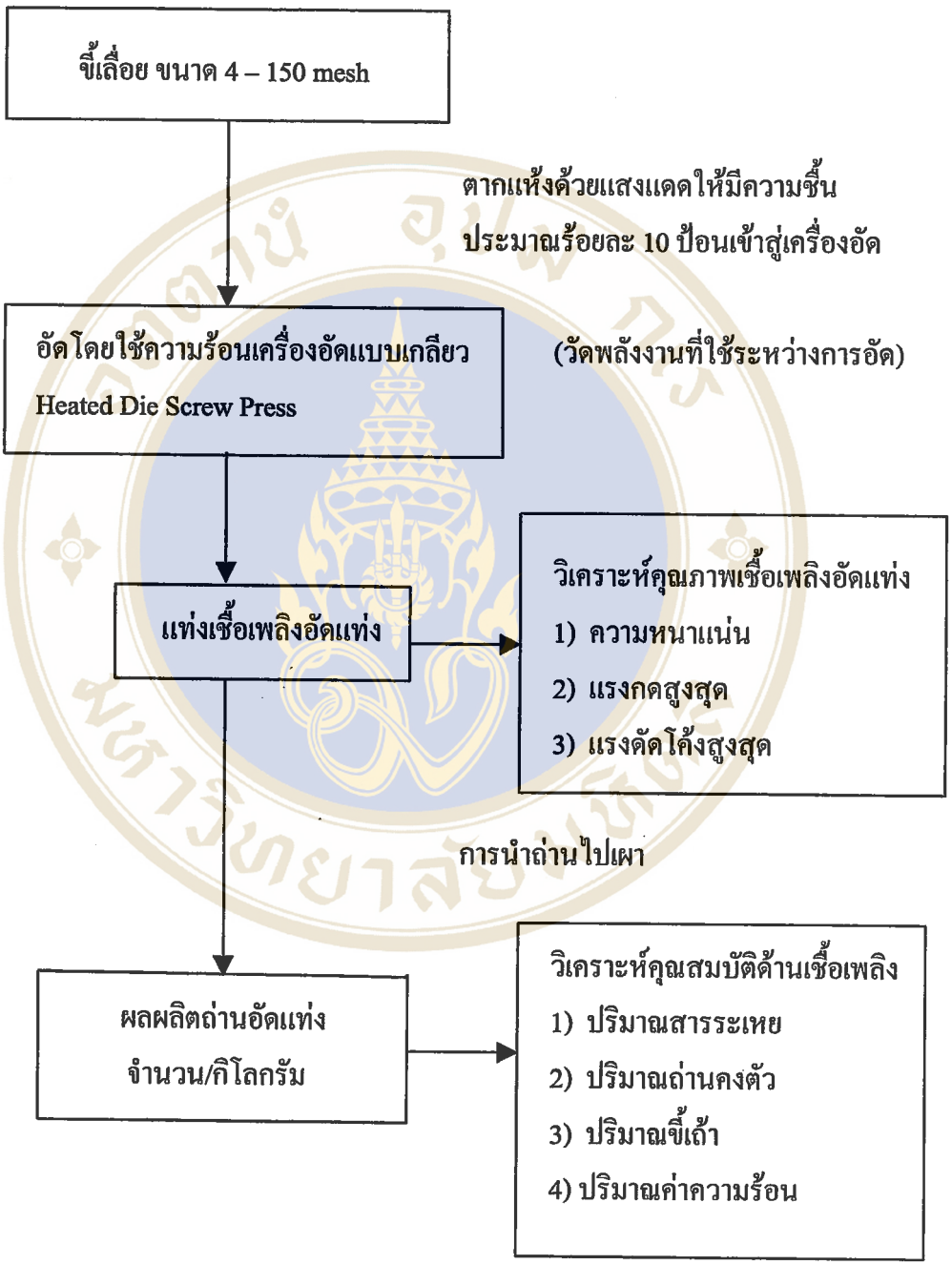
7.3) สถานที่

โรงงานเพาะเห็ด ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก

Copyright by Mahidol University

3.3.3 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

1) กรอบการทดลอง ทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งตามกรอบการทดลองรูปที่ 3-20



รูปที่ 3-20 กรอบการทดลองการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

Copyright by Mahidol University

2) จำนวนซ้ำการทดลอง

ใช้ขี้เลื่อยเป็นส่วนประกอบในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งครั้งละ 10 กิโลกรัมและทดลองจำนวน 10 ซ้ำ

3) สถานที่ดำเนินการทดลอง

การดำเนินการทดลองประกอบด้วย 2 ขั้นตอน ดังนี้

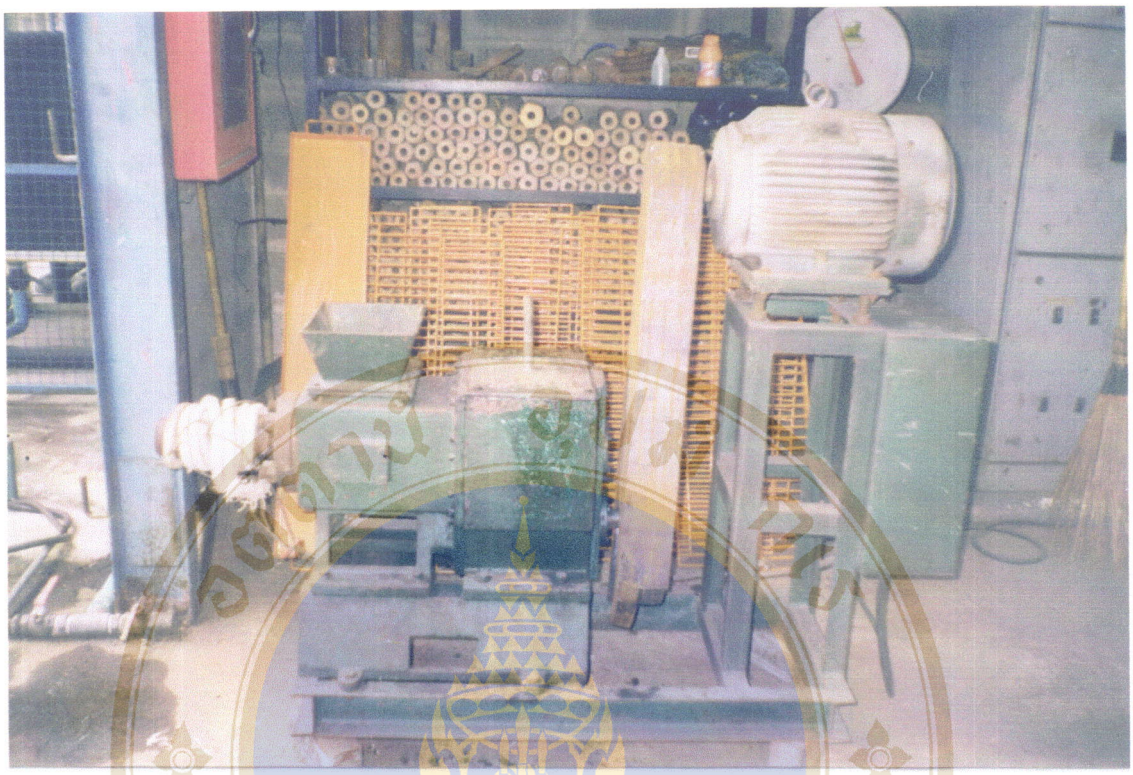
การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ที่โรงงานฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เลขที่ 169 ถนนพหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร ผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งแบบใช้ความร้อนและใช้แรงอัดสูง (Hot and Hight Pressure Densification)

การเผาเป็นถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง ที่โรงงานศูนย์วิจัยการผลิตถ่าน กรมป่าไม้ ตำบลพุแค อำเภอเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสระบุรี เผาแท่งเชื้อเพลิงใช้เตาเผาแบบเตาถังน้ำมัน (Drum Kiln)

4) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวมีขดลวดร้อนที่กระบอกอัด (Screw Press with a Heated Die)	1	เครื่อง
เครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติแบบเร็ว (Speedy Moisture Tester)	1	เครื่อง
เครื่องวัดหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (Automatic Adiabatic Bomb Calorimeter)	1	เครื่อง
Electromechanical Universal Testing Machine RSA 250	1	เครื่อง
Three Phase Meter	1	เครื่อง
ASTM D 1762 and Manual No. 153	1	เครื่อง
เตาเผาถ่านแบบเตาถังน้ำมัน (Drum Kiln)	1	เตา
กิโลชั่งน้ำหนักพิกัดกำลัง 15 กิโลกรัม	1	เครื่อง
นาฬิกาจับเวลา	1	เรือน

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-21 เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวมีขดลวดร้อนที่กระบอกอัด (Screw Press with a Heated Die)

เครื่องอัดแท่งแบบเกลียวมีขดลวดร้อนที่กระบอกอัด มีคุณลักษณะดังนี้

มอเตอร์ขับ 3 phase 15 แรงม้า ความเร็วรอบ 1,450 รอบ/นาที

แรงดันไฟฟ้า 380/220 โวลท์ 3 phase 4 wires 50 Hz.

ขดลวดความร้อนขนาด 0.8 กิโลวัตต์ จำนวน 3 ตัว

ขนาดกระบอกอัดความยาว 28.5 เซนติเมตร จำนวน 5 ช่อง

เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 5.6 เซนติเมตร

เส้นผ่าศูนย์กลางรูกลาง 2.03 เซนติเมตร

สามารถอัดแท่งเชื้อเพลิงได้ความยาวประมาณ 50 เซนติเมตร

อัตราการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง 60-100 กิโลกรัม/ ชั่วโมง ที่ปริมาณความชื้นร้อยละ 10

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-22 เครื่องวัดหาค่าความร้อนของเชื้อเพลิง (Automatic Adiabatic Bomb Calorimeter)



รูปที่ 3-23 เตาเผาถ่านแบบเตาถังน้ำมัน (Drum Kiln)

Copyright by Mahidol University

5) การเตรียมวัตถุดิบ

การเตรียมขี้เลื่อย ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งแบบอัดร้อน จะใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุในการผลิตเพียงอย่างเดียว ขี้เลื่อยที่นำมาทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งมีขนาด 4-150 mesh สามารถนำไปใช้ผลิตได้อย่างเหมาะสม มีค่าความชื้นร้อยละ 10.7 ก่อนนำมาอัดแท่งต้องลดค่าความชื้นให้ต่ำกว่าร้อยละ 10 โดยนำมาผึ่งกลางแดด ประมาณ 12 ชั่วโมง

วัดค่าความชื้นก่อนอัดแท่ง โดยใช้เครื่องวัดความชื้นอัตโนมัติแบบเร็ว (Speedy Moisture Tester) ค่าความชื้นก่อนอัดแท่งเชื้อเพลิงร้อยละ 4.89

5.1) วิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิง

การอัดแท่งเชื้อเพลิง ใช้วิธีการอัดแท่งแบบใช้ความร้อนแรงอัดสูง (การอัดร้อน) มีขั้นตอนการอัดแท่ง ดังนี้

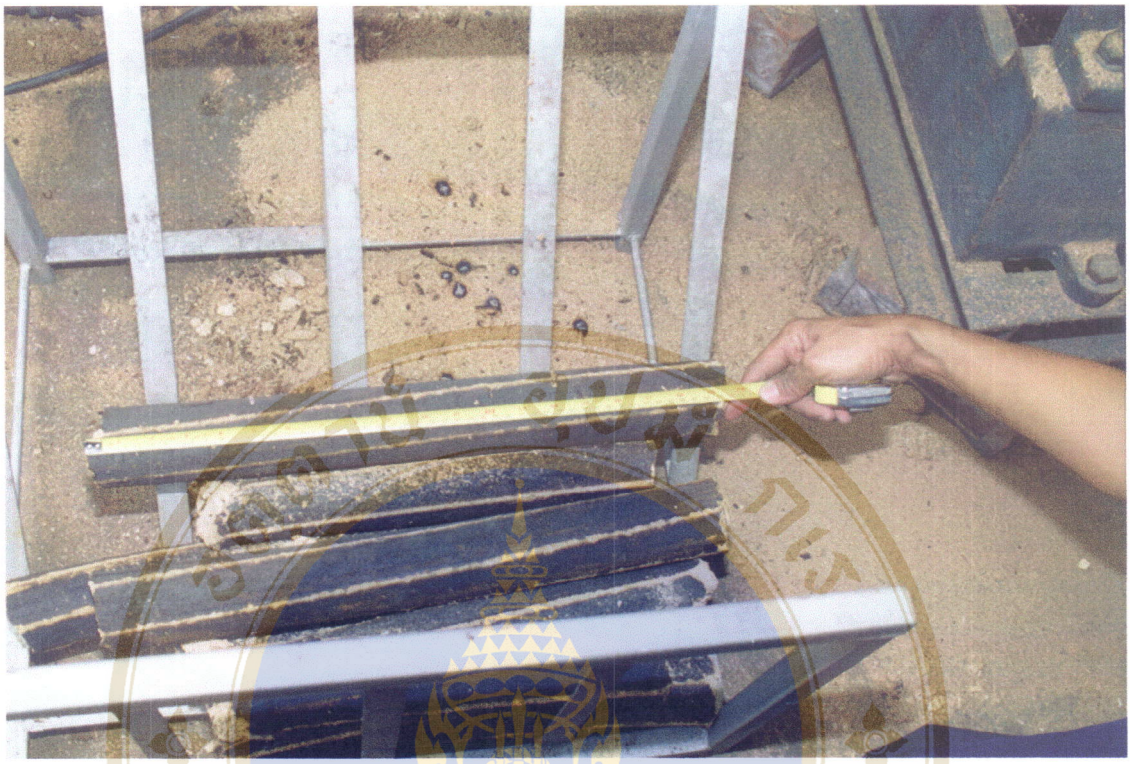
เปิดสวิทช์ให้ความร้อนกับขดลวดที่พันรอบกระบอกอัดประมาณ 15 นาที

อัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใส่ขี้เลื่อยที่เตรียมไว้ที่ปากกรวยด้านบนของเครื่องอัดแท่ง สกรูอัดจะบีบอัดขี้เลื่อยเข้าไปยังกระบอกอัด ที่อุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส ขี้เลื่อยจะถูกอัดเป็นแท่งและถูกดันออกมาอย่างต่อเนื่องไปตามรางที่รองรับไว้ที่ปลายกระบอกอีกข้างหนึ่ง



รูปที่ 3-24 การอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวมีขดลวดร้อนที่กระบอกอัด (Screw Press with a Heated Die)

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-25 ขนาดความยาวของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ประมาณ 50 เซนติเมตร

5.2) วิธีการเผาถ่าน

การเผาให้เป็นถ่านขี้เลื่อยอัดแท่ง วัตถุดิบ ขี้เลื่อยอัดแท่งน้ำหนัก 98 กิโลกรัม เครื่องมือเตาเผาแบบเตาถังน้ำมัน (Drum Kiln) ขั้นตอนการเผาดำเนินการดังนี้

เรียงเชื้อเพลิงอัดแท่งที่พื้นดินในแนวตั้ง

จุดไฟเผาแท่งเชื้อเพลิง โดยใช้เศษไม้แห้งเป็นเชื้อเพลิงให้ความร้อนเริ่มต้น ปิดเตาให้แท่งเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้

ปิดรูอากาศที่เตาทั้งหมดภายหลังจากแท่งเชื้อเพลิงติดไฟแล้วปล่อยให้เผาไหม้ให้สมบูรณ์จนกระทั่งเป็นถ่าน ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที จากนั้นปล่อยให้เย็นลงช้า ๆ ใช้เวลาประมาณ 12 ชั่วโมง จึงเปิดเตา

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 3-26 ถ่านขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง

6) การตรวจสอบคุณภาพของขี้เลื่อยอัดแท่ง

นำตัวอย่างของขี้เลื่อยอัดแท่งจากการทดลองมาตรวจสอบคุณภาพโดยหาค่าความหนาแน่น ค่าทนแรงอัด และแรงดัดโค้งสูงสุดเพื่อเป็นเกณฑ์ในการประเมินความเหมาะสมการนำมาใช้งานของขี้เลื่อยอัดแท่ง

การทดสอบค่าความหนาแน่น (Density)

ค่าความหนาแน่นหาได้จากสูตร

$$P = M/V$$

เมื่อ P = ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง (กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร)

M = มวลของแท่งเชื้อเพลิง (กรัม)

V = ปริมาตรของแท่งเชื้อเพลิง (ลูกบาศก์เซนติเมตร)

Copyright by Mahidol University

การทดสอบทำโดยขี้เลื่อยอัดแท่งแต่ละอันมาตัดให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5 เซนติเมตรยาวประมาณ 4 เซนติเมตร นำไปชั่งน้ำหนักและวัดปริมาตรด้วยไม้วัดมาตรฐาน และคำนวณหาค่าความหนาแน่น

การทดสอบค่าการทนแรงอัด (Compressive Strength)

การทดสอบแนวตั้ง วิธีทดสอบโดยนำตัวอย่างแท่งขี้เลื่อยมาตัดด้วยเลื่อยไฟฟ้า เพื่อทำให้ปลายทั้งสองของแท่งขี้เลื่อยเรียบเสมอกันและตัดให้มีขนาดความยาวเป็น 2 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของแท่งขี้เลื่อยจากนั้นนำแท่งขี้เลื่อยตัวอย่างที่ตัดเรียบร้อยแล้วไปวางแนวตั้งใช้เครื่อง Electromechanical Universal Testing Machine RSA 250 เพื่อทดสอบค่าแรงเค้น (Stress) สูงสุดที่แท่งเชื้อเพลิงจะได้รับจากการทดสอบ ซึ่งหาได้จากความสัมพันธ์

$$\sigma C = F/A$$

เมื่อ σC = การทนแรงอัดของแท่งเชื้อเพลิง (กิโลกรัม/ตารางเซนติเมตร)

F = แรงอัดที่กระทำกับตัวอย่างจนกระทั่งตัวอย่างแตก

A = พื้นที่หน้าตัดของแท่งเชื้อเพลิง (ตารางเซนติเมตร)

ทดสอบแนวนอน ใช้ตัวอย่างขนาดเดียวกับที่ทดสอบแนวตั้งเพื่อดูขนาดของแรงสูงสุด (Peak Load) ที่ทำให้ขี้เลื่อยอัดแท่งแตก แล้วเปรียบเทียบกับการทดสอบการทนแรงอัดของขี้เลื่อยอัดแท่งแนวตั้ง

สถานที่ดำเนินการทำลอง ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลังงานฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

7) การวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง

การวิเคราะห์ทดสอบคุณสมบัติวัสดุเชื้อเพลิงของถ่านขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง ใช้หลักวิธีวิเคราะห์ตามมาตรฐานของ American Society for Testing and Material (ASTM) และวิธีวิเคราะห์ของอุปกรณ์เครื่องมือเฉพาะประกอบด้วย ปริมาณสารระเหย ปริมาณถ่านคงตัว ปริมาณขี้เถ้า และปริมาณค่าความร้อน

ปริมาณสารระเหย (Volatile Matter)

เครื่องมือ 1. Vertical electric tube furnace

2. Nickel-chromium alloy crucible + cover
3. Desiccator

Copyright by Mahidol University

วิธีการ

1. นำ Nickel-chromium alloy crucible + cover หย่อนลงในเตาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 950± 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ใน Desiccator 15 นาที

2. นำออกมาชั่งพร้อมฝา แล้วใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ชั่งอย่างละเอียดโดยเร็ว แล้วรีบปิดฝาทันที โดยไม่แน่นหรือหลวมเกินไป

3. นำไปหย่อนลงในเตา Vertical electric tube furnace อย่างช้า ๆ ในช่วง 10 นาทีแรก เพื่อค่อย ๆ ไล่ความชื้นและสารระเหยออก (การกำหนดเวลาขึ้นอยู่กับตัวอย่าง สังเกตดูว่ามีควันมากหรือน้อย) หลังจากนาทีที่ 10 หย่อนไว้กลางเตาไฟฟ้า นาน 7 นาที

4. นำออกจากเตาวางไว้บนแผ่นอิฐทนความร้อนระยะหนึ่งเพื่อลดอุณหภูมิก่อนนำไปใส่ใน Desiccator อีก 20 นาที แล้วนำไปชั่งอย่างละเอียด

การคำนวณ

$$\% \text{ Volatile matter} = \left[\frac{(\text{Gross weight} - \text{Weight after}) * 100}{\text{Sample}} \right] - \% \text{ Moisture}$$

ปริมาณถ่านคงตัว (Fixed Carbon)

การคำนวณ

%ถ่านคงตัว = 100 - %Moisture - %Ash - %Volatile matter

ปริมาณเถ้า (Ash)

เครื่องมือ 1. Muffle furnace

2. Porcelain Crucible + cover

3. Desiccator

วิธีการ

1. นำ Porcelain crucible + cover ที่สะอาดไปอบใน Oven ที่อุณหภูมิ 100± 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที แล้วนำไปทำให้เย็นโดยใส่ใน Desiccator 15 นาที

2. นำออกมาชั่งพร้อมฝา แล้วใส่ตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ชั่งอย่างละเอียดโดยเร็วแล้วรีบปิดฝาทันที

Copyright by Mahidol University

3. นำไปใส่ในเตา Muffle furnace ที่อุณหภูมิห้องปกติโดยเปิดฝาวางไว้ข้าง ๆ เริ่มให้ความร้อนอย่างช้า ๆ จนอุณหภูมิ 580-600 องศาสเซลเซียส (สำหรับตัวอย่างประเภทไม้ ถ่านไม้) และอุณหภูมิ 750 องศาเซลเซียส (ตัวอย่างประเภทถ่านหิน ถ่านโค้ก) เป็นเวลา 4 ชั่วโมง

4. นำออกมาทำให้เย็นโดยใส่ใน Desiccator 20 นาที แล้วนำไปชั่งอย่างละเอียด (ระวังการฟุ้งกระจายเนื่องจากเถ้ามีน้ำหนักเบามาก)

การคำนวณ

$$\% \text{ Ash} = \frac{(\text{Weight after} - \text{Tare weight})}{\text{Sample}} * 100$$

ชั่วโมงที่ 1 450-500 องศาเซลเซียส
ชั่วโมงที่ 2 700-750 องศาเซลเซียส
ชั่วโมงที่ 3 700-750 องศาเซลเซียส
ชั่วโมงที่ 4 700-750 องศาเซลเซียส

สถานที่ดำเนินการทดลอง ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลังงานฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูลการทดลอง

3.4.1 เครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วยเอกสาร 2 ฉบับโดยมีรายละเอียดดังนี้

1) แบบสัมภาษณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยวัสดุและส่วนผสมในการผลิต ต้นทุนการผลิต และราคาขายส่งของผลผลิต

2) แบบรายงานข้อมูลการทดลอง เพื่อรวบรวมข้อมูลประกอบด้วยระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ขั้นตอนการผลิตและจำนวนผลผลิต

ผู้วิจัยได้ออกแบบเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลและตรวจสอบความเหมาะสม โดยอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

Copyright by Mahidol University

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1) ใช้แบบสัมภาษณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง ในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและส่วนผสมในการผลิต ต้นทุน และราคาขายส่งผลผลิต การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการสัมภาษณ์ข้อมูลจากเจ้าของสถานประกอบการหรือบุคคลที่ได้รับมอบหมายจากเจ้าของสถานประกอบการ

2) ใช้แบบรายงานข้อมูลการทดลองในการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาในการผลิต ขั้นตอนการผลิตและจำนวนผลผลิต การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยผู้วิจัยเป็นผู้จับเวลาในการผลิต นับจำนวนผลผลิต และจดบันทึกผลการทดลอง

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) ค่าสถิติที่ใช้ คือ ค่าเฉลี่ย และร้อยละ การวิเคราะห์ผลการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์จากการทดลอง โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) สถิติที่ใช้คือ F - test

3.5 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิต

การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิตพิจารณาจากระดับของเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต ซึ่งแบ่งเป็น 3 ระดับ (8) อ้างถึงในศิริ ฮามสุโพธิ์ คือ

1) เทคโนโลยีระดับพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีระดับต่ำ (Tradittional or Low Technology) เป็นเทคโนโลยีดั้งเดิมที่ชาวชนบทใช้เพื่อยังชีพ ผลิตจากวัสดุอุปกรณ์และทรัพยากรตลอดจนแรงงานในท้องถิ่น

2) เทคโนโลยีระดับกลาง (Intermediate Technology) เป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนามาจากเทคโนโลยีระดับพื้นบ้านหรือระดับต่ำ โดยทำให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ประหยัด และได้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น

3) เทคโนโลยีระดับสูง (High Technology) เป็นเทคโนโลยีที่ได้พัฒนาขึ้นมาโดยอาศัยพื้นฐานความรู้และประสบการณ์ระดับสูง มีการศึกษา ค้นคว้า วิจัยอย่างต่อเนื่อง ต้องใช้เครื่องจักรกลต่าง ๆ จำเป็นต้องการถ่ายทอดความรู้ใหม่และเทคโนโลยีสาขาต่าง ๆ

Copyright by Mahidol University

ประเด็นที่นำมาพิจารณาเปรียบเทียบระดับเทคโนโลยีในการผลิตธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่งคือ

1) วิธีการผลิต
2) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต
3) เครื่องจักรและอุปกรณ์
4) แรงงาน

3.6 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของผลิตภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์จากการทดลอง

การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ของผลิตภัณฑ์จากการทดลองคือธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง ดำเนินการดังนี้

3.6.1 การคำนวณผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ของผลิตภัณฑ์จากการผลิต 3 แนวทาง คือ ผลผลิตธูป ผลผลิตก้อนเพาะเห็ด ผลผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยคำนวณหาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ (34)

1) ต้นทุนรวม จากสูตร $TC = TFC + TVC$

เมื่อ TC คือ ต้นทุนรวม
TFC คือ ต้นทุนคงที่รวม
TVC คือ ต้นทุนผันแปรรวม

2) รายรับรวม จากสูตร $TR = P.Q$

เมื่อ TR คือ รายรับรวม
P คือ รายรับจากราคาขายผลผลิต
Q คือ จำนวนผลผลิต

3) ผลกำไร จากสูตร $PM = TR - TC$

เมื่อ PM คือ ผลกำไร
TR คือ รายรับรวม
TC คือ ต้นทุนรวม

Copyright by Mahidol University

3.6.2 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ของผลิตภัณฑ์จากการผลิต 3 แนวทางคือ ผลผลิตธูป ผลผลิตก้อนเพาะเห็ด และผลผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อหากิจกรรมทางเลือกที่ให้ผลกำไรสูงสุด



Copyright by Mahidol University

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

จากการศึกษาการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ โดยนำมาทดลองใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ 3 แนวทาง คือ การผลิตฐูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง และนำผลิตภัณฑ์จากการทดลองทั้ง 3 ชนิดมาศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ ผลการทดลองมีดังนี้คือ

4.1 ลักษณะทั่วไปของขี้เลื่อย

4.2 ผลการทดลองผลิตฐูป

4.3 ผลการทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ด

4.4 ผลการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

4.5 ผลการเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิต

4.6 ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

4.1 ลักษณะทั่วไปของขี้เลื่อย

ขี้เลื่อยที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมประเภทผลิตเฟอร์นิเจอร์ ได้จากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราในพื้นที่อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร เป็นเศษของคลองเลื่อยจากขั้นตอนการผลิตที่เกิดจากการตัดเพื่อลดขนาดไม้ให้ได้รูปทรงตามชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ขี้เลื่อยได้ภายหลังขั้นตอนการผลิตประมาณ 1 เดือน

ผลการตรวจลักษณะทางกายภาพ 2 ลักษณะ คือ

4.1.1 ขนาดของขี้เลื่อยที่นำมาใช้ในการทดลองขนาด 4-150 mesh ขนาดที่มีปริมาณมากที่สุด คือ 25 mesh ร้อยละ 34.52

4.1.2 ค่าความชื้นของขี้เลื่อยที่นำมาใช้ในการทดลองมีค่าความชื้นประมาณร้อยละ 10.7

Copyright by Mahidol University

4.2 ผลการทดลองผลิตธูป

ได้ดำเนินการทดลองใช้ขี้เลื่อยในการผลิตธูป ครั้งละน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ทดลอง 10 ซ้ำ ขนาดของขี้เลื่อยที่ใช้ในการทดลอง 4-150 mesh ก่อนการทดลองได้นำขี้เลื่อยไปบดเพื่อลดขนาดให้เล็กลง มีขนาดที่เหมาะสมในการผลิตธูป ขนาดผงขี้เลื่อยที่นำไปผลิตธูปประมาณ 25-150 mesh ขนาดที่มีปริมาณมากที่สุด 36 mesh ร้อยละ 35.44 ผลิตธูปชนิดธรรมดา ผลการทดลองมี ดังนี้

4.2.1 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูป

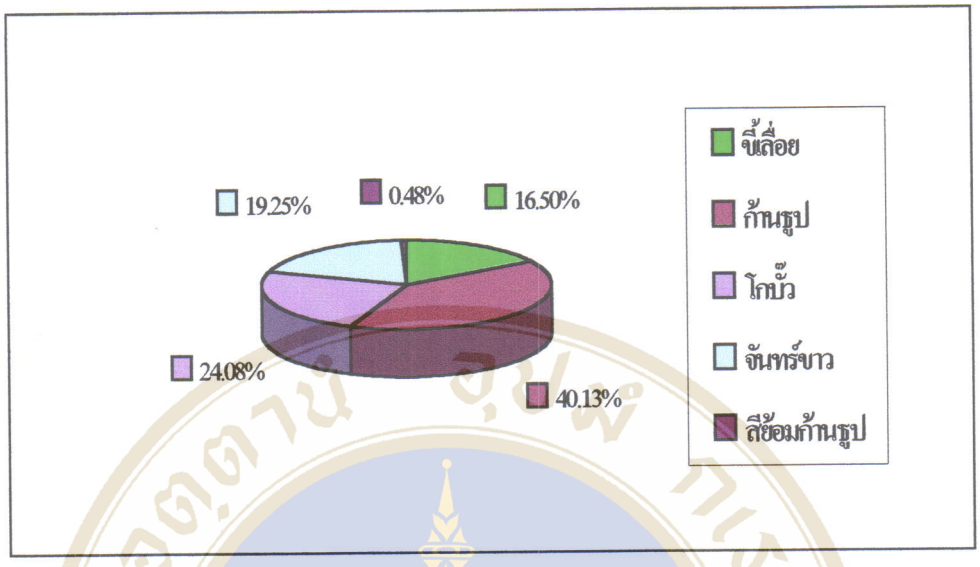
ได้ทดลองผลิตธูปโดยใช้สูตรของโรงงานผลิตธูปหอมพรศรีอยุธยา วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูปและน้ำหนักของส่วนผสมดังแสดงผลการศึกษาตารางที่ 4-1 และรูปที่ 4-1 คือ

ตารางที่ 4-1 แสดงวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูป

ลำดับที่	วัสดุในการผลิต	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละ
1	ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	10	16.05
2	ก้านธูปไม้ไผ่สีสุก	25	40.13
3	โกบั๊ว (ผงเหนียว)	15	24.08
4	จันทร์ขาว	12	19.26
5	สีย้อมก้านธูป (สีแดง)	.10	0.48
รวม		62.10	100

ที่มา : จากการทดลองผลิตธูปเดือนสิงหาคม 2542

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4-1 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูป

จากการทดลองพบว่าวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูปใช้ผงขี้เลื่อยร้อยละ 16.5 ไม้ก้านธูปร้อยละ 40.13 โกบัวหรือผงเหนียวร้อยละ 24.08 จันทร์ขาวร้อยละ 19.25 และสีย้อมก้านธูปร้อยละ 0.48 ในการนำขี้เลื่อยวัสดุเหลือใช้ (waste) จากอุตสาหกรรมผลิตไม้ ผลิตภัณฑ์จากไม้ รวมทั้งเครื่องเรือนต่าง ๆ นั้น การเพิ่มมูลค่าโดยนำมาผลิตธูป จะใช้ขี้เลื่อยเป็นส่วนประกอบในการผลิตจำนวนน้อย เมื่อเทียบกับวัสดุที่เป็นส่วนประกอบอื่น ๆ และใช้ขี้เลื่อยในขั้นตอนการผลิตทั้งหมดไม่มีเศษเหลือ

4.2.2 ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตธูป

ขั้นในการผลิตธูปชนิดธรรมดาประกอบด้วยการปั้นธูปและการย้อมสีก้านธูป

ระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตธูปแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มคือ

1) เวลาในการผลิตที่เกี่ยวข้องในการคิดค่าแรงงานคือ การปั้นธูป การย้อมสีก้านธูป

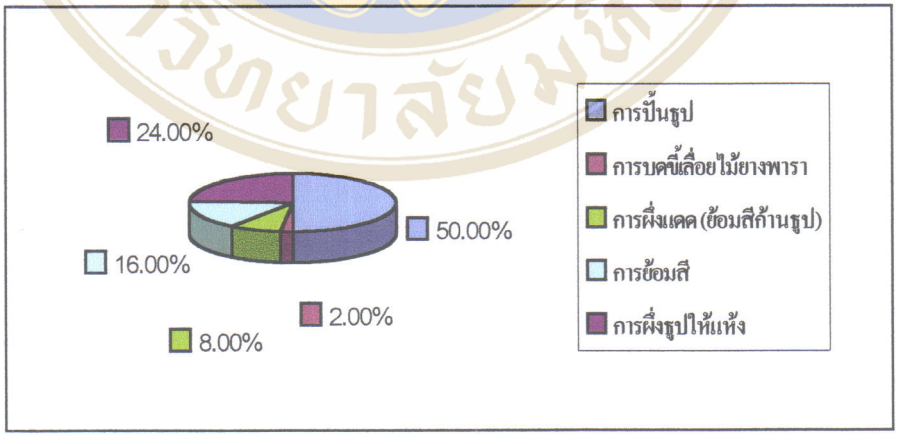
2) เวลาในการผลิตที่ไม่เกี่ยวข้องกับการคิดค่าแรงงาน เป็นช่วงระยะเวลาที่รอให้ผลิตแห้ง คือ การนำธูปที่ปั้นเรียบร้อยแล้วไปผึ่งแดด การนำก้านธูปที่ย้อมสีไปผึ่งแดด การทดลองผลิตธูปมีขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตดังแสดงผลการศึกษาตารางที่ 4-2 และรูปที่ 4-2 คือ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-2 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตธูป

ลำดับที่	ขั้นตอนการผลิต	น้ำหนัก (กก.)	ระยะเวลาในการผลิต (ชม.)		ร้อยละ
			คิดค่าแรงงาน	ไม่คิดค่าแรงงาน	
1	บดขี้เลื่อยไม้ยางพารา	10	30 นาที		2.00
2	ปั้นธูป	62.10	12 ชม. 30 นาที		50.00
3	ผึ่งแดดให้แห้ง (การปั้นธูป)	61.97	-	6 ชม.	24.00
4	ย้อมสีก้านธูป	61.97	4 ชม.		16.00
5	ผึ่งแดดให้แห้ง (ย้อมสีก้านธูป)	61.97	-	2 ชม.	8.00
	รวม	-	17	8	100.00

ที่มา : จากการทดลองผลิตธูป เดือนสิงหาคม 2542



รูปที่ 4-2 ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตธูป

Copyright by Mahidol University

จากการทดลองพบว่าขั้นตอนในการผลิตธูปใช้ระยะเวลาในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการคิดค่าแรงงาน ร้อยละ 68.00 ประกอบด้วยการปั้นธูป ร้อยละ 50.00 การย้อมสีก้านธูป ร้อยละ 16 และบดขี้เลื่อยไม้ยางพาราให้เป็นผงละเอียด ร้อยละ 2.00 ตามลำดับ ระยะเวลาที่อยู่ในขั้นตอนการผลิตแต่ไม่เกี่ยวข้องกับการคิดค่าแรงงานร้อยละ 32 ประกอบด้วยการนำธูปที่ปั้นเรียบร้อยแล้วไปผึ่งแดดให้แห้ง ร้อยละ 24.00 และการนำธูปที่ย้อมสีแล้วไปผึ่งแดดให้แห้ง ร้อยละ 8.00

ระยะเวลาในการผลิตธูปแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 2 วัน คือ

วันที่ 1 จะปั้นธูปและนำไปผึ่งแดดรอให้ผลผลิตแห้ง ใช้เวลาประมาณ 6 ชั่วโมง คนงานจะปั้นธูปให้เสร็จอย่างช้าก่อน 12.00 น. ช่วงบ่ายจะเป็นช่วงเวลาที่ตากธูปให้แห้งสนิท

วันที่ 2 นำธูปที่ตากแห้งสนิทแล้วมาย้อมสีก้านธูป และนำไปผึ่งแดดรอให้แห้ง คนงานจะต้องย้อมสีก้านธูปให้เสร็จอย่างช้าก่อน 12.00 น. และนำไปตากให้แห้งสนิท จึงเก็บเพื่อรอการบรรจุหรือรอจำหน่ายต่อไป

ในการผลิตธูปจะใช้แรงงานจากคนงานในการผลิตทุกขั้นตอนจึงใช้เวลาในการผลิตมาก และสภาพอากาศจะมีผลต่อการผลิตธูป ควรมีแสงแดดจัดตลอดทั้งวันจึงจะสามารถผลิตธูปได้และผลผลิตธูปที่ได้แห้งสนิทไม่เกิดเชื้อรา

4.2.3 ผลผลิตธูป

ขี้เลื่อยไม้ยางพาราสามารถใช้เป็นวัสดุส่วนประกอบในการผลิตธูปได้ ขี้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตธูปจะได้ธูปน้ำหนักเฉลี่ย 61.97 กิโลกรัม ดังแสดงผลการศึกษาตารางที่ 4-3 คือ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-3 ระยะเวลาการปั้นฐูปและผลผลิตฐูป

ลำดับที่	การทดลอง	ระยะเวลาในการผลิต (ชม.)	จำนวนผลผลิต (กก.)
1	การปั้นฐูปครั้งที่ 1	12 ชม. 25 นาที	62.0
2	การปั้นฐูปครั้งที่ 2	12 ชม. 20 นาที	62.0
3	การปั้นฐูปครั้งที่ 3	12 ชม. 25 นาที	61.9
4	การปั้นฐูปครั้งที่ 4	12 ชม. 20 นาที	61.85
5	การปั้นฐูปครั้งที่ 5	12 ชม. 30 นาที	62.0
6	การปั้นฐูปครั้งที่ 6	12 ชม. 30 นาที	62.0
7	การปั้นฐูปครั้งที่ 7	12 ชม. 30 นาที	62.0
8	การปั้นฐูปครั้งที่ 8	12 ชม. 30 นาที	62.0
9	การปั้นฐูปครั้งที่ 9	12 ชม. 40 นาที	62.0
10	การปั้นฐูปครั้งที่ 10	12 ชม. 45 นาที	62.0
	ค่าเฉลี่ย	12 ชม. 30 นาที	61.97

ที่มา : จากการทดลองผลิตฐูป เดือนสิงหาคม 2542

จากการทดลองพบว่าการนำขี้เลื่อยมาผลิตฐูปจะได้ผลผลิตฐูปมากกว่าน้ำหนักของขี้เลื่อยประมาณ 6 เท่า เนื่องจากการผลิตฐูปใช้ขี้เลื่อยเป็นส่วนประกอบในการผลิตฐูปจำนวนน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น และใช้วัสดุต่าง ๆ และขี้เลื่อยได้ทั้งหมดไม่มีเศษเหลือ

4.2.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของฐูป

ตรวจสอบคุณภาพของฐูปที่ผลิตได้จากการทดลอง โดยการเปรียบเทียบระยะเวลาการเผาไหม้ของผลผลิตฐูปจากการทดลองกับฐูปที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไป 2 ยี่ห้อ ระยะเวลาที่ใช้เผาไหม้ต่อฐูป 1 ก้านของฐูปจากการทดลองเฉลี่ย 2,764.70 วินาที ฐูปจากโรงงานที่ 1 เฉลี่ย 2,701.60 วินาที และฐูปจากโรงงานที่ 2 เฉลี่ย 2,714 วินาที ตามลำดับ ดังแสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการเผาไหม้ของฐูปตารางที่ 4-4 และตารางที่ ผ-1(ภาคผนวก ง.) คือ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-4 แสดงผลการเปรียบเทียบระยะเวลาการเผาไหม้ของฐูป

แหล่งความแปรปรวน	df	SS	MS	F	P
ระหว่างกลุ่ม	2	22352.8667	11176.4333	.3341	.7189
ภายในกลุ่ม	27	903338.5000	33456.9815		
ผลรวม	29	925691.3667			

จากการตรวจสอบคุณภาพของฐูปจากระยะเวลาในการเผาไหม้ของฐูปจากการทดลองเปรียบเทียบกับฐูปที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไป 2 ชนิด วิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) หาค่าสถิติ F-test จากโปรแกรมสำเร็จรูป SPSSX พบว่าระยะเวลาการเผาไหม้ของฐูปจากการทดลองกับฐูปที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไปไม่แตกต่างกัน

4.3 ผลการทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ด

ได้ดำเนินการทดลองใช้ขี้เลื่อยในการผลิตก้อนเพาะเห็ดครั้งละน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ทดลอง 10 ซ้ำ ขนาดของขี้เลื่อยที่ใช้ในการทดลอง 4-150 mesh นำไปใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ดได้โดยไม่ต้องหมัก เนื่องจากเป็นไม้เนื้ออ่อน ไม่มียางที่เป็นพิษต่อการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด (29) ขั้นตอนในการผลิตก้อนเพาะเห็ดที่โรงเพาะเห็ดของศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก ใช้เทคโนโลยีแบบพื้นบ้าน แรงงานในการผลิตจากคนงานทุกขั้นตอนในการทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ดหอม เนื่องจากขณะนี้กำลังได้รับความนิยมจากตลาด เป็นเห็ดที่มีรสชาติอร่อย กลิ่นหอม มีคุณค่าทางอาหารสูง และยังมีสรรพคุณทางยาด้วย แต่เห็ดหอมยังมีการเพาะอยู่ในวงจำกัด ผลผลิตออกสู่ตลาดน้อยไม่เพียงพอแก่ความต้องการ ทำให้มีราคาซื้อขายสูง ส่วนใหญ่ยังคงต้องนำเข้าจากประเทศจีน เกาหลี ญี่ปุ่น มาจำหน่ายในประเทศปีหนึ่ง ๆ คิดเป็นมูลค่าหลายล้านบาท จากเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้เกษตรกรสนใจเพาะเห็ดหอมมากขึ้น (36) ผลการดำเนินการทดลองดังนี้

Copyright by Mahidol University

4.3.1 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

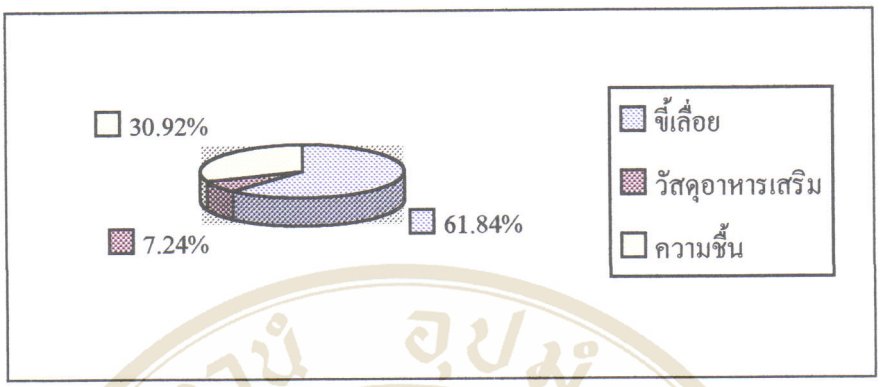
ได้ทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ดโดยใช้สูตรของโรงงานศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ดและน้ำหนักของส่วนผสมดังแสดงผลการศึกษาตารางที่ 4-5 และรูปที่ 4-3 คือ

ตารางที่ 4-5 แสดงวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

ลำดับที่	วัสดุในการผลิต	น้ำหนัก (กก.)	ร้อยละ
1	ขี้เลื่อยไม้ยางพารา	10	61.84
2	รำละเอียด	0.75	4.64
3	ปูนขาว	0.10	0.62
4	ยิปซัม	0.20	1.24
5	ดีเกลือ	0.020	0.12
6	น้ำตาลทราย	0.10	0.62
7	น้ำ (ประมาณ 60-65 % โดยน้ำหนัก)	5	30.92
รวม		16.17	100

ที่มา : จากการทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ด เดือนสิงหาคม 2542

Copyright by Mahidol University



รูปที่ 4-3 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

จากการทดลองพบว่าในการผลิตก้อนเพาะเห็ดใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิต ร้อยละ 61.84 วัสดุอาหารเสริม ร้อยละ 7.24 และน้ำร้อยละ 30.92 การเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยโดยนำมาผลิตเป็นก้อนเพาะเห็ดจะใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุส่วนประกอบในการผลิตจำนวนมากเกินครึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่เป็นส่วนประกอบอื่น ๆ และใช้ขี้เลื่อยในการผลิตทั้งหมดไม่มีเศษเหลือ

4.3.2 ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

ขั้นตอนในการผลิตก้อนเพาะเห็ดประกอบด้วย การบรรจุก้อนเพาะเห็ด การนึ่งก้อนเพาะเห็ด และการเขี่ยหัวเชื้อเห็ด

ระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตก้อนเพาะเห็ด แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) เวลาในการผลิตที่เกี่ยวข้องในการคิดค่าแรงงาน เช่น การบรรจุก้อนเพาะเห็ด การนึ่งก้อนเพาะเห็ด การเขี่ยหัวเชื้อ

2) เวลาในการผลิตที่ไม่เกี่ยวข้องกับการคิดค่าแรงงานเป็นช่วงเวลาที่รอให้ก้อนเพาะเห็ดที่นึ่งเรียบร้อยแล้วเย็นตัวก่อนนำไปเขี่ยหัวเชื้อ

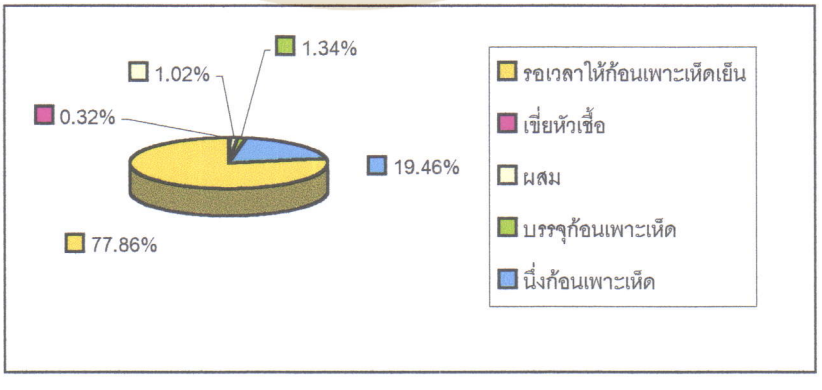
การทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ดมีขั้นตอนและระยะเวลาดังแสดงผลการศึกษาตารางที่ 4-6 และรูปที่ 4-4 คือ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-6 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

ลำดับที่	ขั้นตอนการผลิต	น้ำหนัก (กก.)	ระยะเวลาในการผลิต (ชม.)		ร้อยละ
			คิดค่าแรงงาน	ไม่คิดค่าแรงงาน	
1	ผสมขี้เลื่อยกับวัสดุอาหารเสริม	16.22	9 นาที 24 วินาที		1.00
2	บรรจุก้อนเพาะเห็ด	16.22	12 นาที 21 วินาที		1.32
3	นึ่งก้อนเพาะเห็ด	16.22	3 ชม.		19.47
4	รอเวลาให้ก้อนเพาะเห็ดภายหลังการนึ่งเย็น	16.22		12 ชม.	77.88
5	เขี่ยหัวเชื้อลงก้อนเพาะเห็ด	16.22	3 นาที		0.33
	รวม	-	3 ชม. 24 นาที 45 วินาที	12 ชม.	100.00

ที่มา : จากการทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ด เดือนสิงหาคม 2542



รูปที่ 4-4 ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

Copyright by Mahidol University

จากการทดลองพบว่าขั้นตอนในการผลิตก้อนเพาะเห็ดใช้ระยะเวลาในการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการคิดค่าแรงงานร้อยละ 22.14 ประกอบด้วยผสมขี้เลื่อยกับอาหารเสริมร้อยละ 1.02 บรรจุก้อนเพาะเห็ดร้อยละ 1.34 นึ่งก้อนเพาะเห็ดร้อยละ 19.46 และเขี่ยหัวเชื้อลงก้อนเพาะเห็ดร้อยละ 0.32 ระยะเวลาที่อยู่ในกระบวนการผลิตแต่ไม่เกี่ยวข้องกับการคิดค่าแรงงานคือ การรอเวลาให้ก้อนเพาะเห็ดที่ผ่านขั้นตอนการนึ่งฆ่าเชื้อเย็นตัวก่อนนำไปเขี่ยหัวเชื้อลงก้อนเพาะเห็ดใช้เวลาร้อยละ 77.86

ระยะเวลาในการผลิตก้อนเพาะเห็ดแต่ละครั้งใช้เวลาประมาณ 2 วัน คือ

วันที่ 1 จะเป็นขั้นการผลิตในการผสม บรรจุก้อนเพาะเห็ดและนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ จากนั้นจะรอให้ก้อนเพาะเห็ดเย็นตัวช้า ๆ ในอุณหภูมิปกติ

วันที่ 2 นำก้อนเพาะเห็ดที่ผ่านขั้นตอนการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วมาเขี่ยหัวเชื้อเห็ด

ขั้นตอนการผลิตก้อนเพาะเห็ดทั้งหมดดำเนินการภายในโรงเรือน สภาพอากาศภายนอกไม่เป็นอุปสรรคในการทำงาน

4.3.3 ผลผลิตก้อนเพาะเห็ด

ขี้เลื่อยไม้ยางพาราสามารถใช้เป็นวัสดุส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ดได้ ขี้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัม สามารถใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ดจะได้ก้อนเพาะเห็ดจำนวน 18 ก้อน น้ำหนักเฉลี่ยก้อนละ 0.90 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ยรวม 16.2 กิโลกรัม ดังแสดงผลการศึกษาตารางที่ 4-7 คือ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-7 ระยะเวลาในการผสม การบรรจุ การเขี่ยหัวเชื้อและผลผลิตก้อนเพาะเห็ด

ลำดับที่	การทดลอง	ระยะเวลาในการผลิต (นาที)			จำนวนผลผลิตก้อน
		การผสม	การบรรจุ	การเขี่ยหัวเชื้อ	
1	การทดลองครั้งที่ 1	10	12	3	18
2	การทดลองครั้งที่ 2	7 นาที 30 วินาที	12	3	18
3	การทดลองครั้งที่ 3	7 นาที 30 วินาที	12	3	18
4	การทดลองครั้งที่ 4	10	12	3	18
5	การทดลองครั้งที่ 5	10	12	3	18
6	การทดลองครั้งที่ 6	10	12	3	18
7	การทดลองครั้งที่ 7	10	12	3	18
8	การทดลองครั้งที่ 8	10	12	3	18
9	การทดลองครั้งที่ 9	10	12	3	18
10	การทดลองครั้งที่ 10	10	12	3	18
ค่าเฉลี่ยรวม		9 นาที 30 วินาที	12 นาที	3	18

ที่มา : จากการทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ด เดือนสิงหาคม 2542

จากการทดลองพบว่าการนำขี้เลื่อยมาผลิตก้อนเพาะเห็ดจะได้ผลผลิตก้อนเพาะเห็ดน้ำหนักรวมมากกว่าเดิมประมาณ 1 เท่า เนื่องจากการผลิตรูปใช้ขี้เลื่อยเป็นส่วนประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ดจำนวนมากกว่าวัสดุอื่น ๆ และใช้วัสดุต่าง ๆ และขี้เลื่อยได้ทั้งหมดไม่มีเศษเหลือ

Copyright by Mahidol University

4.3.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพก้อนเพาะเห็ด

การตรวจสอบคุณภาพของเห็ดจากการทดลองโดยการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดของก้อนเพาะเห็ดจากการทดลองกับก้อนเพาะเห็ดที่ผลิตขายในท้องตลาดโดยทั่วไป 2 แหล่งผลิต ใช้เวลาในการนำก้อนเพาะเห็ดไปบ่มในโรงเรือนที่มีอุณหภูมิประมาณ 25-28 องศาเซลเซียส ระยะเวลา 1 เดือน ก้อนเพาะเห็ดจากการทดลองมีการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดร้อยละ 100 ก้อนเพาะเห็ดจากแหล่งผลิตที่ 1 ร้อยละ 100 และก้อนเพาะเห็ดจากแหล่งผลิตที่ 2 ร้อยละ 100 ตามลำดับ ดังแสดงผลการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดตารางที่ 4-8 คือ

ตารางที่ 4-8 แสดงการเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ด

ลำดับที่	ก้อนเพาะเห็ด	จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพ	จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่เกิดเส้นใยเห็ด	ร้อยละ
1	ก้อนเพาะเห็ดจากการทดลอง	10 ก้อน	10 ก้อน	100
2	ก้อนเพาะเห็ดแหล่งผลิตที่ 1	10 ก้อน	10 ก้อน	100
3	ก้อนเพาะเห็ดแหล่งผลิตที่ 2	10 ก้อน	10 ก้อน	100

ที่มา : จากการตรวจสอบการเจริญเติบโตเส้นใยเห็ดเดือนสิงหาคม – กันยายน 2542

จากการตรวจสอบการเจริญเติบโตของผลผลิตก้อนเพาะเห็ด จากการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดผลผลิตก้อนเพาะเห็ดจากการทดลอง ซึ่งใช้ขี้เลื่อยจากไม้ยางพาราเป็นวัสดุในการผลิตก้อนเพาะเห็ดจากการทดลองเหมือนกับก้อนเพาะเห็ดที่มีจำหน่ายในท้องตลาดโดยทั่วไป พบว่ามีการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดทั้งหมด ไม่แตกต่างจากก้อนเพาะเห็ดที่จำหน่ายโดยทั่วไป

4.4 ผลการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ได้ดำเนินการทดลองใช้ขี้เลื่อยในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ครั้งละน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ทดลอง 10 ซ้ำ ขนาดของขี้เลื่อยที่ใช้ในการทดลองประมาณ 4-150 mesh ขนาดที่มีปริมาณมากที่สุด

Copyright by Mahidol University

คือ 25 mesh ร้อยละ 34.52 ความชื้นร้อยละ 10.7 เชื้อเพลิงอัดแท่งจะใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุในการผลิตเพียงอย่างเดียว ร้อยละ 100 อัดแท่งแบบใช้ความร้อนและแรงอัดสูง (Hot and Hight Pressure Densification) จึงไม่ใช้ตัวประสานในการอัดแท่งเชื้อเพลิง ขั้นตอนในการผลิตประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การอัดแท่งเป็นฟืนขี้เลื่อยอัดแท่ง ผลิตที่โรงงานฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย โดยใช้เครื่องอัดแบบเกลียวมีขดลวดร้อนที่กระบอกอัด (Screw Press with a Heated Die) ก่อนอัดแท่งเชื้อเพลิงได้ลดค่าความชื้นของขี้เลื่อยโดยการผึ่งไว้กลางแดดเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ค่าความชื้นของขี้เลื่อยก่อนอัดแท่ง ร้อยละ 4.89 ความร้อนที่กระบอกอัด 380 องศาเซลเซียส

ขั้นตอนที่ 2 การเผาฟืนขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่งเป็นถ่านขี้เลื่อยอัดแท่ง ดำเนินการที่โรงงานศูนย์วิจัยการผลิตถ่าน กรมป่าไม้ ใช้เทคโนโลยีการเผาแบบพื้นบ้าน โดยใช้เตาถังน้ำมัน (Drum Kiln) ผลการทดลองมี ดังนี้

4.4.1 วัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การอัดแท่งเชื้อเพลิงโดยใช้เครื่องอัดแท่งแบบเกลียวอัดมีขดลวดร้อนที่กระบอกอัด (Screw Press with a Heated Die) ใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุในการอัดแท่งเพียงอย่างเดียว และไม่ใช้ตัวประสานในการอัดแท่ง ใช้ขี้เลื่อยร้อยละ 100

4.4.2 ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ขั้นตอนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งประกอบด้วยการอัดแท่งและการเผาถ่าน

ระยะเวลาที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1) ระยะเวลาในการผลิตที่เกี่ยวข้องในการคิดค่าแรงงาน คือ การให้ความร้อนแก่ขดลวดที่พันอยู่รอบกระบอกอัดก่อนการอัดแท่งเชื้อเพลิง การอัดแท่งเชื้อเพลิงและการเผาฟืนขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่งเป็นถ่าน

2) เวลาในการผลิตที่ไม่เกี่ยวกับการคิดค่าแรงงาน คือ การตากขี้เลื่อยเพื่อลดความชื้นก่อนอัดแท่ง การรอให้ถ่านขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่งที่ผ่านขั้นตอนการเผาแล้วเย็นตัว

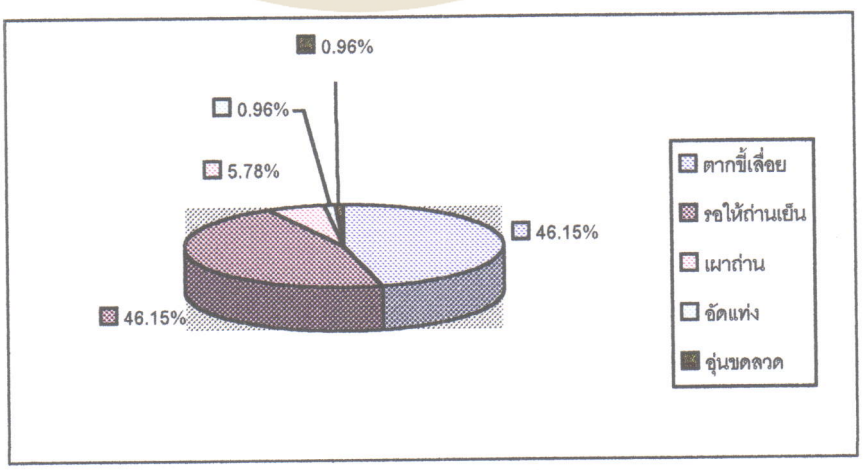
การทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งมีขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตดังแสดงผลการศึกษาตารางที่4-9 และรูปที่ 4-5 คือ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-9 แสดงขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ลำดับที่	ขั้นตอนการผลิต	น้ำหนัก (กก.)	ระยะเวลาในการผลิต (ชม.)		ร้อยละ
			คิดค่าแรงงาน	ไม่คิดค่าแรงงาน	
1	ตากขี้เลื่อยไม้ยางพาราให้มีความชื้นประมาณ 5 – 10 %	10	-	12 ชม.	46.15
2	อัดแท่งเชื้อเพลิง	10			
	2.1 ให้ความร้อนขดลวดที่พันรอบกระบอกอัด		15 นาที		0.96
	2.2 อัดแท่งเชื้อเพลิง		15 นาที		0.96
3	เผาให้เป็นถ่าน	9.8	1 ชม. 30 นาที		5.78
4	รอเวลาให้เย็นตัวลง			12 ชม.	46.15
รวม			2 ชม.	24 ชม.	100

ที่มา : จากการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งขี้เลื่อยไม้ยางพารา เดือนสิงหาคม 2542



รูปที่ 4-5 ขั้นตอนและระยะเวลาในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

Copyright by Mahidol University

จากการทดลองพบว่าเวลาที่ใช้ในการให้ความร้อนแก่ขดลวดที่พันรอบกระบอกอัดอุณหภูมิ 380 องศาเซลเซียส ก่อนอัดแท่งเชื้อเพลิง ร้อยละ 0.96 เวลาที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิง ร้อยละ 0.96 และเวลาที่ใช้ในการเผาให้เป็นถ่าน ร้อยละ 5.78 ระยะเวลาที่อยู่ในขั้นตอนการผลิตแต่ไม่เกี่ยวข้องกับการคิดค่าแรงงานคือการตากขี้เลื่อยเพื่อลดความชื้น ร้อยละ 46.15 และเวลาที่รอให้ถ่านที่ผ่านขั้นตอนการเผาไหม้แล้วให้เย็นตัวลงช้า ๆ ร้อยละ 46.75

ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจะใช้เวลาประมาณ 2 วัน คือ

วันที่ 1 จะต้องนำขี้เลื่อยมาผึ่งแดดเพื่อลดความชื้นให้ต่ำกว่าร้อยละ 10 เพื่อให้สามารถอัดแท่งได้ดี กรณีที่ความชื้นสูงมากอาจใช้เวลาตากมากกว่า 1-2 วัน

วันที่ 2 อัดแท่งเชื้อเพลิง นำไปเผาเป็นถ่าน และรอให้ถ่านที่สมบูรณ์แล้วเย็นตัวลงช้า ๆ ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจะใช้เครื่องจักรในการผลิตทำให้ใช้เวลาในการอัดแท่งเชื้อเพลิงน้อย ประหยัดแรงงานในการผลิต สามารถใช้คนงานเพียงคนเดียวในการทำงาน สภาพอากาศมีผลต่อการผลิต ขณะอัดแท่งเชื้อเพลิงควรมีแสงแดดจัด เพื่อใช้ตากขี้เลื่อยในการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมก่อนอัดแท่งเชื้อเพลิง

4.4.3 ผลผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

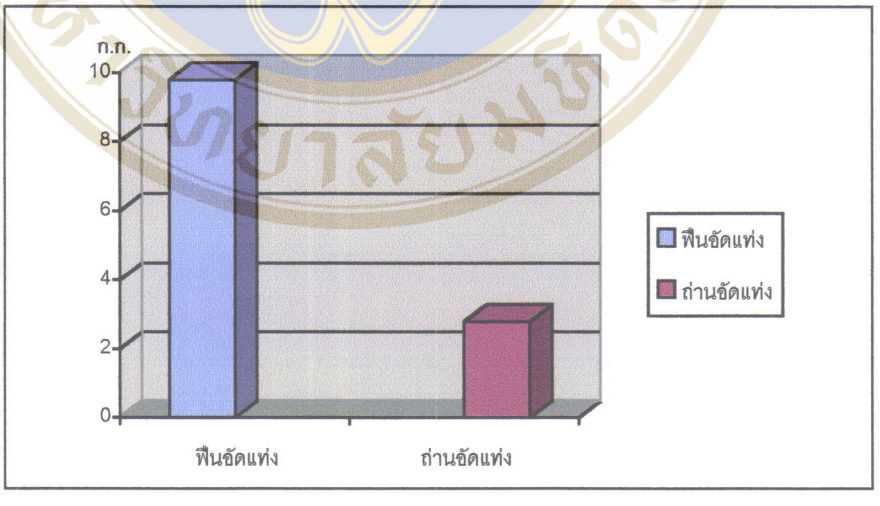
ขี้เลื่อยไม้ยางพาราสามารถใช้เป็นวัสดุในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ ขี้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ใช้เป็นวัสดุในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งได้แท่งฟืนขี้เลื่อย อัดแท่งที่มีคุณลักษณะสม่ำเสมอ แท่งเชื้อเพลิงเป็นรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 5.6 เซนติเมตร ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใน 2.03 เซนติเมตร มีสันนูนตามยาว 5 สัน ความยาวเฉลี่ยประมาณ 50 เซนติเมตร ขี้เลื่อยไม้ยางพารา 10 กิโลกรัม ได้เชื้อเพลิงอัดแท่งน้ำหนักเฉลี่ย 9.8 กิโลกรัม ร้อยละ 98 และมีเศษเหลือจากการผลิต ร้อยละ 2 และเมื่อนำไปเผาเป็นถ่าน จะได้ถ่านขี้เลื่อยอัดแท่งน้ำหนักเฉลี่ย 2.8 กิโลกรัม ร้อยละ 28 ดังแสดงผลการศึกษาตารางที่ 4-10 และรูปที่ 4-6 คือ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-10 แสดงระยะเวลาและผลผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ลำดับที่	การทดลอง	ระยะเวลาในการผลิต (วินาที)	จำนวนผลผลิต (กก.)
1	การอัดแท่งเชื้อเพลิงครั้งที่ 1	888	9.5
2	การอัดแท่งเชื้อเพลิงครั้งที่ 2	897	9.6
3	การอัดแท่งเชื้อเพลิงครั้งที่ 3	897	9.8
4	การอัดแท่งเชื้อเพลิงครั้งที่ 4	906	9.8
5	การอัดแท่งเชื้อเพลิงครั้งที่ 5	912	9.9
6	การอัดแท่งเชื้อเพลิงครั้งที่ 6	894	9.9
7	การอัดแท่งเชื้อเพลิงครั้งที่ 7	897	9.8
8	การอัดแท่งเชื้อเพลิงครั้งที่ 8	897	9.9
9	การอัดแท่งเชื้อเพลิงครั้งที่ 9	906	9.9
10	การอัดแท่งเชื้อเพลิงครั้งที่ 10	906	9.9
	เวลาเฉลี่ยรวม	900	9.8

ที่มา : จากการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง เดือนกันยายน 2542



รูปที่ 4-6 การเปรียบเทียบผลผลิตฟืนขี้เลื่อยอัดแท่งและถ่านขี้เลื่อยอัดแท่ง

จากการทดลองพบว่าการนำขี้เลื่อยมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่งแบบร้อนและใช้แรงอัดสูง (Hot and Hight Pressure Densification) เป็นทางเลือกในการลดปริมาณของเสียจากอุตสาหกรรม

Copyright by Mahidol University

แปรรูปไม้ประเภทขี้เลื่อยได้จำนวนมาก เพราะใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุในการผลิตเพียงอย่างเดียวและมีเศษเหลือจากการผลิตน้อยมาก เศษขี้เลื่อยเกิดจากกระบวนการผลิต 2 ช่วง

1) เริ่มอัดแท่งครั้งแรก เศษขี้เลื่อยจะถูกดันออกมาตามกระบอกอัดจำนวนหนึ่ง เนื่องจากในกระบอกไม่มีตัวต้านทานแรงอัดของขี้เลื่อย

2) เมื่อเสร็จสิ้นการอัดแท่งจะมีขี้เลื่อยที่ค้างอยู่ในกระบอดอัดจำนวนหนึ่ง

การนำขี้เลื่อยอัดแท่งไปเผาถ่านจะได้ปริมาณถ่านขี้เลื่อยอัดแท่งน้ำหนักคิดเป็นอัตราส่วน 1:3.5 เท่า ซึ่งมีอัตราส่วนที่น้อยกว่ารายงานขององค์การ อุตสาหกรรมป่าไม้ ผลการทดลองคือแท่งขี้เลื่อยที่ผ่านการเผาแล้วจะมีน้ำหนักลดลงเหลือประมาณ 1 : 1 ของน้ำหนักก่อนเผา (37) คาดว่าเกิดจากข้อจำกัดในการเผาถ่าน เนื่องจากมีแท่งเชื้อเพลิง น้ำหนัก 98 กิโลกรัม เมื่อนำไปเผาจะมีปริมาตรไม่เต็มเตาเผาถ่านทำให้ช่องว่างภายในเตามาก จึงเกิดการเผาไหม้มากกว่าปกติ ผลผลิตถ่านที่ได้ภายหลังการเผาจึงมีน้ำหนักเฉลี่ยน้อยกว่าปกติ

4.4.4 ผลการตรวจสอบคุณภาพของขี้เลื่อยอัดแท่ง

นำตัวอย่างแท่งขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่งไปตรวจสอบคุณภาพของขี้เลื่อยอัดแท่งมีค่าเฉลี่ย ดังนี้

1) ความหนาแน่น (Density) 1,295 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

2) แรงกดสูงสุด (Compression Strength) 0.045 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร/ความยาว 1 มิลลิเมตร

3) แรงดัดโค้งสูงสุด (Bending Strength) 0.936 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร

แท่งขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่งมีความแข็งแรงเพียงพอสามารถเรียงเป็นกองสูงได้โดยไม่แตกหัก ประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ ตลอดจนสะดวกในการขนย้าย

4.4.5 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงของถ่านขี้เลื่อยอัดแท่ง

นำตัวอย่างส่วนขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่งไปวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง มีค่าเฉลี่ยดังนี้

1) สารระเหย 18.7 %

2) ถ่านคงตัว 77.3 %

3) เถ้า 4.0 %

4) ค่าความร้อน 7,450 กิโลแคลอรี่/กิโลกรัม

Copyright by Mahidol University

พบว่าขณะเผาไหม้จะให้ค่าความร้อนสูง ติดไฟนาน มีควันและเถ้าน้อย คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับถ่านไม้ยางพารา (*Hevea brasiliensis*) ถ่านไม้ยูคาลิปตัส (*Eucalyptus camaldulensis*) ถ่านไม้กระถินยักษ์ (*Leuceana leucocephala*) และถ่านไม้โกงกางใบเล็ก (*Rhizophora apiculata*) (33)

4.5 ผลการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิต

ผลการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิตจากการทดลองดังนี้

4.5.1 เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตธูป

การผลิตธูปใช้เทคโนโลยีระดับพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีระดับต่ำ (Traditional or Low Technology) โดยพิจารณาจาก

<u>วิธีการผลิต</u> ใช้วิธีการผลิตแบบพื้นบ้าน ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ซึ่งได้มีการพัฒนาและถ่ายทอดสืบต่อกันมา

<u>วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต</u> ส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่สามารถหาได้จากทรัพยากรท้องถิ่น เช่น ขี้เลื่อย ไม้ก้านธูปทำจากไม้ไผ่สีสุกจักเป็นซี่เล็ก ๆ ตามขนาดที่ต้องการ โก บั๊ว และจันทร์ขาว สามารถหาซื้อได้ในราคาถูก

<u>เครื่องจักรและอุปกรณ์</u> ไม่ใช้เครื่องจักรในการผลิต อุปกรณ์เครื่องใช้ที่เกี่ยวข้องสามารถดัดแปลงได้โดยไม่ต้องซื้อหา เช่น โต๊ะปั้นธูปสามารถประกอบขึ้นใช้เอง ถังสำหรับจุ่มไม้ก้านธูป ขณะปั้นธูปอาจดัดแปลงจากกระป๋องสีหรือปี๊บบรรจุของต่าง ๆ เตาต้มน้ำย้อมสีก้านธูปใช้เตาหุงข้าวที่ใช้ในครัวเรือน เป็นต้น

<u>แรงงาน</u> ใช้แรงงานคนงานในการผลิตทุกขั้นตอน ลักษณะแรงงานที่ผลิตเป็นแรงงานที่ไม่ใช้ความรู้ความสามารถ ส่วนใหญ่เป็นเกษตรกรในชนบท ค่าแรงงานในการผลิตคิดตามจำนวนน้ำหนักของก้านธูปที่ผลิตได้

4.5.2 เทคโนโลยีในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

การผลิตก้อนเพาะเห็ดใช้เทคโนโลยีระดับพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีระดับต่ำ (Traditional or Low Technology) โดยพิจารณาจาก

Copyright by Mahidol University

วิธีการผลิต ใช้วิธีการผลิตแบบพื้นบ้าน ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ขั้นตอนในการผลิตง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ในปัจจุบันนี้พบว่านักวิชาการเกษตรได้ศึกษาสูตรส่วนผสมอาหารเสริมของก้อนเพาะเห็ดและวิธีการเพาะเห็ดแบบดั้งเดิม สามารถเพาะเห็ดในถุงพลาสติกอย่างได้ผลดี มีการเผยแพร่แก่เกษตรกรผู้สนใจโดยทั่วไป

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่สามารถหาได้จากทรัพยากรท้องถิ่น คือ ขี้เลื่อย รำข้าว ยิปซัม ดีเกลือ เป็นต้น สามารถหาซื้อได้ง่ายและมีราคาถูก

เครื่องจักรและอุปกรณ์ ก้อนเพาะเห็ดสามารถผลิตได้โดยไม่ใช้เครื่องจักร อุปกรณ์ที่จำเป็นต้องจัดซื้อมาใช้คือหม้อนึ่งฆ่าเชื้อ หากผลิตแบบเศรษฐกิจพอเพียงใช้หม้อนึ่งแบบลูกทุ่ง หากผลิตจำนวนมากอาจใช้อุปกรณ์ที่ช่วยให้สามารถผลิตได้เร็ว เช่น เครื่องบรรจุถุงก้อนเพาะเห็ด หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) เป็นต้น

แรงงาน ใช้แรงงานคนงานในการผลิต เป็นแรงงานที่ไม่ใช้ความรู้ความสามารถเกษตรกรหรือประชาชนทั่วไปที่ได้รับคำแนะนำหรือเข้ารับการอบรมสามารถผลิตได้

4.5.3 เทคโนโลยีในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งใช้เทคโนโลยีระดับกลาง (Intermediate Technology) โดยพิจารณาจาก

วิธีการผลิต ได้มีการศึกษาและพัฒนาการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งโดยนักวิชาการ มีการเผยแพร่ความรู้และเทคนิควิธีการผลิตแก่ประชาชนโดยทั่วไป มีการจัดอบรมและเทคนิควิธีการผลิตแก่ประชาชนผู้สนใจ จึงจะสามารถผลิตได้อย่างมีคุณภาพ

วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่สามารถหาได้จากทรัพยากรท้องถิ่น และราคาถูก เช่น ขี้เลื่อย แกลบ กากอ้อย เปลือกถั่ว ขุยมะพร้าว ผักตบชวา เป็นต้น

เครื่องจักรและอุปกรณ์ ในการผลิตจะใช้เครื่องจักรคือ เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง

แรงงาน ใช้แรงงานคนในการผลิตลดลง สามารถผลิตได้รวดเร็วขึ้น ปริมาณการผลิตเพิ่มขึ้น แรงงานจากคนงานในการผลิตควรจะได้รับการอบรมหรือการให้คำแนะนำอย่างถูกวิธีจึงจะสามารถผลิตได้อย่างมีคุณภาพ

Copyright by Mahidol University

4.6 การศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การทดลองนำขี้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัม นำมาเพิ่มมูลค่าโดยใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ 3 แนวทาง คือ ธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง ผลการศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์มีดังนี้

4.6.1 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การศึกษาผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ประกอบด้วยต้นทุนรวม รายรับรวม และผลกำไร

1) การผลิตธูป

1.1) ต้นทุนรวม ประกอบด้วย

ต้นทุนคงที่ ได้แก่ ค่าวัสดุประกอบในการผลิตจำนวนเงิน 726 บาท คิดเป็นร้อยละ 75.84 ค่าแรงงานจำนวนเงิน 200 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.92 รวมจำนวนเงินต้นทุนคงที่ 926 บาท คิดเป็นร้อยละ 96.86

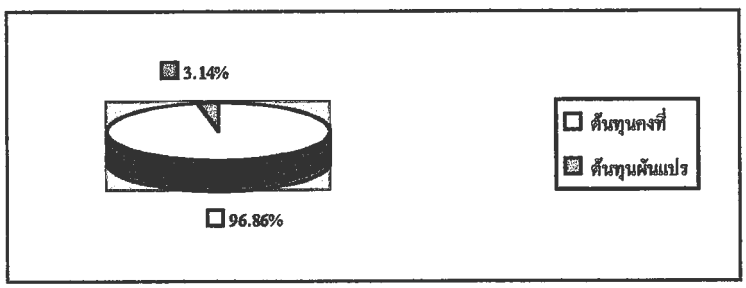
ต้นทุนผันแปร ศึกษาเฉพาะค่าเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องในการผลิต เนื่องจากในการผลิตธูปจะใช้เครื่องบดขี้เลื่อยให้เป็นผงละเอียด จึงใช้ค่าจ้างบดขี้เลื่อยแทนค่าเครื่องจักร จำนวนเงิน 30 บาท คิดเป็นร้อยละ 3.14 ต้นทุนการผลิตธูปดังแสดงผลการศึกษาในตารางที่ 4-11 และรูปที่ 4-7

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-11 แสดงต้นทุนการผลิตธูป

ลำดับที่	รายการ	จำนวน (กก.)	ราคา/กก. (บาท)	รวม	ร้อยละ
1	ต้นทุนคงที่				
	1.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิต				
	1.1.1 ก้านธูปไม้ไผ่สีสุก	25	15	375	39.22
	1.1.2 โกบัว หรือผงเหนียว	15	16.6	249	26.05
	1.1.3 จันทร์ขาว	12	6.6	72	7.53
	1.1.4 สีย้อมก้านธูป (สีแดง)	.10	300	30	3.14
	1.2 ค่าแรงงาน (น้ำหนักไม้ก้านธูปก่อนผลิต/กิโลกรัม)	25	8	200	20.92
2	ต้นทุนผันแปร	10	3	30	3.14
	2.1 ค่าเครื่องจักร (ค่าจ้างบดขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็นผงละเอียด				
รวม		-	-	956	100

ที่มา :ราคาตลาดต้นทุนการผลิตธูปเดือนสิงหาคม 2542



รูปที่ 4-7 ต้นทุนการผลิตธูป

จากสูตรต้นทุนรวม (TC) = TFC + TVC

TC = 926 + 30

TC = 956 บาท

Copyright by Mahidol University

1.2) รายรับรวม ประกอบด้วยผลผลิตธูปจากการทดลองน้ำหนัก 61.97 กิโลกรัม ราคาขายส่งกิโลกรัมละ 25 บาท ที่มา : ราคาขายส่งธูปของโรงงานธูปหอมพรศรีอยุธยา เดือนสิงหาคม 2542

จากสูตรรายรับรวม $TR = P \cdot Q$

$TR = 25 \times 61.97$

$TR = 1,549.25$ บาท

1.3) ผลกำไร

จากสูตร ผลกำไร $PM = TR - TC$

$PM = 1,549.25 - 956$ บาท

$PM = 593.25$ บาท

2) การผลิตก้อนเพาะเห็ด

2.1) ต้นทุนรวม ประกอบด้วย

<u>ต้นทุนคงที่</u> ได้แก่ ค่าวัสดุประกอบในการผลิต จำนวนเงิน 28.18 บาทคิดเป็นร้อยละ 65.63 ค่าแรงงานจำนวนเงิน 5.76 คิดเป็นร้อยละ 13.41 รวมจำนวนเงินต้นทุนคงที่ 33.94 บาท คิดเป็นร้อยละ 79.04

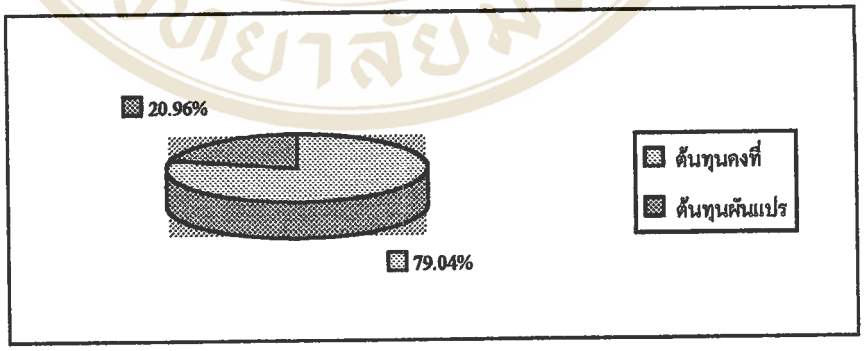
<u>ต้นทุนผันแปร</u> ศึกษาเฉพาะเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องกับการผลิต ในการนึ่งก้อนเพาะเห็ดจะใช้หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) ค่าจ้างการนึ่งก้อนเพาะเห็ดที่ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก ก้อนละ 0.50 บาทใช้ค่าจ้างในการอบก้อนเพาะเห็ดแทนค่าอุปกรณ์ในการผลิตคือหม้อนึ่งความดัน จำนวนเงิน 9 บาท คิดเป็นร้อยละ 20.96 ต้นทุนการผลิตก้อนเพาะเห็ดดังแสดงผลการศึกษาในตารางที่ 4-12 และรูปที่ 4-8

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-12 แสดงต้นทุนการผลิตก้อนเพาะเห็ด

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	ราคา/กก. (บาท)	รวม (บาท)	ร้อยละ
1	ต้นทุนคงที่				
	1.1 วัสดุที่ใช้ในการผลิต				
	1.1.1 วัสดุอาหารเสริม	1.17 กก.	10.0	11.7	27.25
	1.1.2 หัวเชื้อเห็ดหอม	1 ขวด	10.0	10.0	23.29
	1.1.3 ถุงพลาสติก	18 ถุง	0.25	4.5	10.48
	1.1.4 คอขวดพลาสติก	18 อัน	0.11	1.98	4.61
	1.2 ค่าแรงงาน (จำนวนก้อนเพาะเห็ดที่ผลิตได้/ก้อน)	18 ก้อน	0.32	5.76	13.41
2	ต้นทุนผันแปร				
	2.1 ค่าจ้างอบก้อนเพาะเห็ด	18 ก้อน	0.50	9	20.96
รวม		-	-	42.94	100

ที่มา : ราคาตลาดต้นทุนการผลิตก้อนเพาะเห็ด เดือนสิงหาคม 2542



รูปที่ 4-8 ต้นทุนการผลิตก้อนเพาะเห็ด

จากสูตรต้นทุนรวม (TC) = TFC + TVC

TC = 34.94 + 9

TC = 42.94 บาท

Copyright by Mahidol University

2.2) รายรับรวม ประกอบด้วยผลผลิตก้อนเพาะเห็ดจากการทดลองจำนวน 18 ก้อน ราคาขายส่งก้อนละ 5 บาท ที่มา : ราคาขายส่งก้อนเพาะเห็ดของศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก เดือนสิงหาคม 2542

จากสูตรรายรับรวม $TR = P \cdot Q$

$TR = 5 \times 18$

$TR = 90$ บาท

2.3) ผลกำไร ผลต่างระหว่างการขายส่งผลผลิตและต้นทุนการผลิต

จากสูตร ผลกำไร $PM = TR - TC$

$PM = 90 - 42.94$ บาท

$PM = 47.06$ บาท

3) การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

3.1) ต้นทุนรวม ประกอบด้วย

<u>ต้นทุนคงที่</u> ได้แก่ ค่าแรงในการอัดแท่งเชื้อเพลิงจำนวนเงิน 15.68 บาท คิดเป็นร้อยละ 3.92 และค่าไฟฟ้าในการอัดแท่งจำนวนเงิน 9.36 คิดเป็นร้อยละ 2.32 ค่าแรงงานในการเผาถ่านจำนวนเงิน 5 บาท คิดเป็นร้อยละ 1.25 รวมเงินต้นทุนคงที่จำนวน 30.04 บาทคิดเป็นร้อยละ 7.51

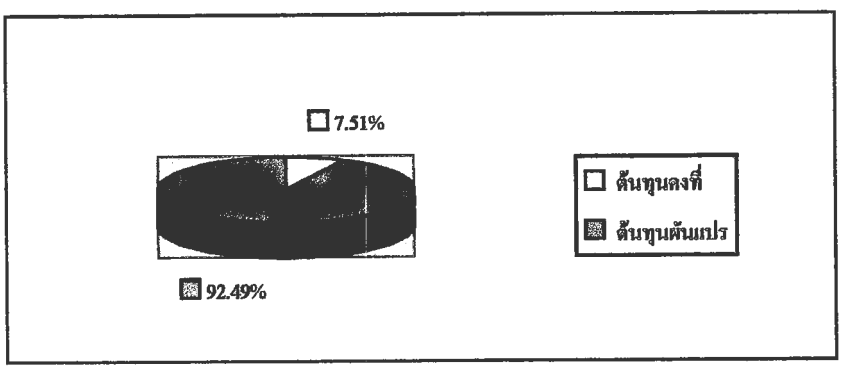
<u>ต้นทุนผันแปร</u> ศึกษาเฉพาะเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องในการผลิต คือ เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง คิดค่าจ้างในการอัดแท่งเชื้อเพลิงจากราคาที่ฝ่ายเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยกำหนดไว้กิโลกรัมละ 37 บาท จำนวนเงิน 370 บาท คิดเป็นร้อยละ 92.49 ต้นทุนในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งดังแสดงผลการศึกษาในตารางที่ 4-13 และรูปที่ 4-9

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-13 แสดงต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	ราคา/กก. (บาท)	รวม (บาท)	ร้อยละ
1	ต้นทุนคงที่				
	1.1 ค่าแรงงานอัดแท่งเชื้อเพลิง (ค่าแรงงานขั้นต่ำ/วัน)	10 กก.	1.60	15.68	3.92
	1.2 ค่าแรงงานเผาถ่าน (ค่าแรงงานขั้นต่ำ/วัน)	9.8 กก.	0.50	5.0	1.25
	1.3 ค่าไฟฟ้าในการอัดแท่งเชื้อเพลิง	4.21 หน่วย	2.22	9.36	2.34
2	ต้นทุนผันแปร				
	2.1 ค่าบริการในการอัดแท่งเชื้อเพลิง	10 กก.	37	370	92.49
รวม			-	400.04	100

ที่มา : ราคาต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งเดือนกันยายน 2542 ข้อมูลจากฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย



รูปที่ 4-9 ต้นทุนการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

Copyright by Mahidol University

จากสูตรต้นทุนรวม $TC = TFC + TVC$

$TC = 30.04 + 370$

$TC = 400.04$ บาท

3.2) รายรับรวม ประกอบด้วยถ่านขี้เลื่อยอัดแท่งจากการทดลองน้ำหนัก 2.8 กิโลกรัม ราคาขายส่งกิโลกรัมละ 10 บาท ที่มา : ราคาขายส่งขี้เลื่อยอัดแท่งของบริษัท ที แอนด์ เอ ชาร์โคลไทย จำกัด เดือนสิงหาคม 2542

จากสูตรรายรับรวม $TR = P \cdot Q$

$TR = 10 \times 2.8$

$TR = 28$ บาท

3.3) ผลกำไร ผลต่างระหว่างราคาขายส่งของผลผลิตกับต้นทุนการผลิต

จากสูตร ผลกำไร $PM = TR - TC$

$PM = 28 - 400.04$ บาท

$PM = -372.04$ บาท

4.6.2 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการนำขี้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัมมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ 3 แนวทางคือ ธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยหาผลต่างของราคาต้นทุนการผลิตและราคาขายส่งของผลิตภัณฑ์จากการทดลอง ดังแสดงผลการศึกษาตารางที่ 4-14 คือ

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 4-14 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

ราคา / กิจกรรมทางเลือก	ต้นทุน (บาท)	ราคาขายส่ง (บาท)	กำไร (บาท)
1. ธูป	956	1,549.25	593.25
2. ก้อนเพาะเห็ด	42.94	90	47.06
3. เชื้อเพลิงอัดแท่ง	400.04	28	-372.04

ที่มา : ราคาตลาดเดือนกันยายน 2542

จากตารางที่ 4-14 พบว่าการนำขี้เลื่อยวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้มาเพิ่มมูลค่าโดยใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิต 3 แนวทาง คือ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง จะใช้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ต่างกันคือ

1. การผลิตธูปจะให้ผลกำไรทางเศรษฐศาสตร์และให้ผลกำไรสูงสุด
2. การผลิตก้อนเพาะเห็ดจะได้ผลกำไรทางเศรษฐศาสตร์
3. การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ขาดทุนทางเศรษฐศาสตร์

Copyright by Mahidol University

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

จากการศึกษาการเพิ่มมูลค่าของเลื่อยวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ โดยนำมาทดลองใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ 3 แนวทาง คือการผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง และนำผลิตภัณฑ์จากการทดลอง 3 ชนิดมาศึกษาเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ การอภิปรายผลการศึกษามีดังนี้

5.1 ลักษณะทั่วไปของขี้เลื่อย

5.2 การทดลองผลิตธูป

5.3 การทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ด

5.4 การทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

5.5 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิต

5.6 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

5.1 ลักษณะทั่วไปของขี้เลื่อย

จากการทดลองนำขี้เลื่อยไม้ยางพาราขนาด 4-150 mesh มาใช้เป็นวัสดุส่วนประกอบในการผลิต กิจกรรมทางเลือก 3 แนวทาง คือ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ขี้เลื่อยไม้ยางพาราสามารถใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตได้ทั้ง 3 แนวทาง

คุณลักษณะของขี้เลื่อยที่เกี่ยวข้องในการนำขี้เลื่อยมาเพิ่มมูลค่าและใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ

5.1.1 ขนาดของขี้เลื่อย

ขี้เลื่อยที่ผ่านกระบวนการแปรรูปจากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้แบ่งออกเป็น 2 ประเภท (38) คือ

Copyright by Mahidol University

ขี้เลื่อยขนาดใหญ่ เกิดจากการไสเพื่อปรับให้ไม้มีขนาดเล็กลงตามที่ต้องการ

ขี้เลื่อยขนาดเล็ก เกิดจากการตัดซอยให้มีขนาดเล็กลงและตัดไม้ให้มีขนาดตามความต้องการ หรือการเลื่อยฉลุไม้ให้มีส่วนโค้งและการเลื่อยฉลุไม้เป็นรูปวงกลม

ขี้เลื่อยที่มีขนาดเล็กและขี้เลื่อยที่เป็นผงละเอียดสามารถนำมาเพิ่มมูลค่าโดยใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ได้หลายชนิด เช่น การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ประโยชน์อื่น ๆ ยังสามารถนำผงขี้เลื่อยผสมกับกาวแล้วใช้อุดร่องหรือรอยแตกในเนื้อไม้ เพื่อให้ผิวของเนื้อไม้เรียบก่อนขัดเงาชิ้นงาน เป็นต้น

5.1.2 ค่าความชื้น

ในการนำขี้เลื่อยมาใช้ประโยชน์เป็นวัสดุประกอบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์บางชนิดจำเป็นต้องควบคุมความชื้นของขี้เลื่อย เช่น การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง เนื่องจากค่าความชื้นของขี้เลื่อยมีผลต่อกระบวนผลิต และคุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่ง ดังนั้นผู้ผลิต จะต้องศึกษาค่าความชื้นของขี้เลื่อยที่เหมาะสมในการผลิตด้วย

5.1.3 ชนิดของเนื้อไม้

ในการนำขี้เลื่อยมาใช้ประโยชน์เป็นส่วนประกอบในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์บางชนิด จำเป็นต้องเลือกชนิดของเนื้อไม้เนื่องจากมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ เช่น การผลิตก้อนเพาะเห็ด ควรเลือกใช้ขี้เลื่อยจากไม้ยางพารา เนื่องจากผลการวิจัยและการยอมรับของเกษตรกรโดยทั่วไปพบว่า ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเมื่อนำไปใช้เพาะเห็ดจะได้เห็ดที่มีคุณภาพดี และให้ผลผลิตสูงกว่าขี้เลื่อยจากไม้ชนิดอื่น ตลอดจนสามารถใช้เพาะเห็ดได้โดยไม่ต้องหมัก ทำให้สะดวกและประหยัดเวลากว่าขี้เลื่อยจากไม้ชนิดอื่น การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งสามารถใช้ขี้เลื่อยจากไม้ชนิดต่าง ๆ ได้หลายชนิด และจากการทดลองใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง สามารถผลิตได้มีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับถ่านไม้ยางพารา ถ่านไม้ยูคาลิปตัส ถ่านไม้กระถินยักษ์ และถ่านไม้โกงกาง เป็นต้น

Copyright by Mahidol University

5.2 การทดลองผลิตธูป

5.2.1 จำนวนผลผลิตธูป

การนำขี้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัมใช้เป็นวัสดุประกอบในการทดลองผลิตธูป ได้ผลผลิตธูปน้ำหนัก 61.97 กิโลกรัม พบว่ามีการสูญเสียวัสดุในการผลิตน้อยมาก ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจากการฟุ้งกระจายของวัสดุต่าง ๆ ในขั้นตอนการปั้นธูป และสามารถใช้วัสดุต่าง ๆ รวมถึงขี้เลื่อยจนหมดไม่มีเศษเหลือ

5.2.2 ขนาดของขี้เลื่อยที่ใช้ในการผลิตธูป

การผลิตธูปจะใช้ขี้เลื่อยที่มีขนาดเล็กประมาณ 25-150 mesh มีลักษณะเป็นผงละเอียด ใช้เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูป ช่วยเพิ่มความหนาของแกนธูป ทำให้เกิดการเผาไหม้ได้ดีและเกิดการเผาไหม้ต่อเนื่องตลอดแท่งในขณะจุดธูปเพื่อใช้งาน ผงขี้เลื่อยที่ละเอียดเมื่อนำมาผลิตธูปจะช่วยให้ปั้นธูปได้เรียบและสวยงาม

5.2.3 ประเภทเนื้อไม้ของขี้เลื่อยที่ใช้ในการผลิตธูป

การผลิตธูปเดิมนิยมใช้ผงขี้เลื่อยไม้สัก เนื่องจากมีกลิ่นหอมเมื่อเผาไหม้ (39) แต่ในปัจจุบันไม้สักจัดเป็นไม้ประเภทที่หายากและราคาแพงจึงนำขี้เลื่อยจากเนื้อไม้ทุกประเภท ทั้งไม้เบญจพรรณและไม้เนื้ออ่อนมาใช้ในการผลิตธูปทดแทนขี้เลื่อยจากไม้สักและใช้น้ำหอมกลิ่นต่าง ๆ ฉีดในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตเพื่อผลิตธูปหอม ความหอมของธูปที่ผลิตจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของน้ำหอมที่ใช้ (40) จากการทดลองพบว่าขี้เลื่อยจากไม้ยางพาราสามารถใช้เป็นวัสดุส่วนประกอบในการผลิตธูปได้ ผลผลิตธูปที่ได้มีระยะเวลาการเผาไหม้ไม่แตกต่างจากธูปที่ผลิตจำหน่ายโดยทั่วไป

5.2.4 ปริมาณการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิตธูป

การผลิตธูปจะใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิตจำนวนน้อยเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับวัสดุที่เป็นส่วนประกอบอื่น ๆ สามารถใช้ในการผลิตธูปได้ทั้งหมดไม่มีเศษเหลือ

Copyright by Mahidol University

เป็นทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอย่างคุ้มค่า ส่วนผสมในการผลิตธูปของแต่ละโรงงานจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสูตรที่ได้รับถ่ายทอดต่อ ๆ กันมา

5.2.5 ระยะเวลาและขั้นตอนในการผลิตธูป

การผลิตธูปแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 2 วัน เนื่องจากต้องทำงานเฉพาะเวลากลางวันที่มีแสงแดดจัดเท่านั้น การผลิตวันแรกจะเป็นการปั้นธูปแล้วนำไปผึ่งไว้กลางแดดให้แห้ง วันที่สองจะนำธูปที่ตากแห้งสนิทแล้วมาย้อมสีก้านธูปแล้วนำไปผึ่งแดดให้สีที่ย้อมก้านธูปแห้ง ใช้เวลาอีกอย่างน้อยประมาณ 6 ชั่วโมง จึงเก็บ เพื่อรอจำหน่ายต่อไป

สิ่งที่ควรพิจารณาประกอบในการผลิตธูปคือ

สภาพอากาศควรมีแสงแดดจัดตลอดทั้งวัน เพราะเมื่อผลิตธูปเสร็จจะได้นำธูปมาตากให้แห้งสนิท เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาธูปเกิดเชื้อรา นอกจากนั้นบริเวณโรงงานควรมีพื้นที่โล่งหรือลานกลางแจ้งเพื่อใช้เป็นลานสำหรับตากธูป ภายหลังจากการปั้นธูปและย้อมสีก้านธูป

5.2.6 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการผลิตธูปคือมีฝุ่นละอองฟุ้งกระจายในขณะที่มีการปั้นธูป เนื่องจากวัสดุที่เป็นส่วนประกอบในการผลิตธูปจะมีขนาดเล็กเป็นผงละเอียด ขั้นตอนในการปั้นธูปจะต้องคลุก ส่วนผสมต่าง ๆ เข้าด้วยกันและใช้ก้านธูปหมุนไปหมุนมาเพื่อให้วัสดุผงธูปติดกับก้านธูป ฝุ่นละอองดังกล่าวอาจก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพอนามัยของคนงานและเหตุรำคาญต่อประชาชนที่อาศัยบริเวณใกล้เคียงได้

1)แนวทางป้องกันปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นขณะผสมและปั้นธูปควรทำแผงป้องกันลม เพื่อลดปริมาณการฟุ้งกระจายของวัสดุส่วนผสมในการผลิตธูปจากลมให้น้อยลง

2) แนวทางในการแก้ไขปัญหาฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นคือคือ

2.1) คนงานที่ผลิตธูปควรยืนในตำแหน่งเหนือลมและสวมหน้ากากป้องกันฝุ่นขณะปฏิบัติงานตลอดเวลา คนงานที่ผลิตธูปเป็นระยะเวลานาน ๆ อาจมีปัญหาสุขภาพเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ควรมีการตรวจ สุขภาพอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

2.2) บริเวณโรงเรือนควรเป็นอาคารที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก และอยู่ห่างจากบริเวณบ้านพักอาศัยหรือเขตชุมชนพอสมควร

Copyright by Mahidol University

2.3) ควรปลูกต้นไม้บริเวณโดยรอบโรงเรือนที่ผลิตธูป เพื่อใช้เป็นแนวป้องกันฝุ่นละอองที่จะมีผลกระทบกับผู้พักอาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง

5.1 การทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ด

5.3.1 จำนวนผลผลิตก้อนเพาะเห็ด

การนำขี้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัมใช้เป็นวัสดุประกอบในการทดลองผลิตก้อนเพาะเห็ดจะได้ก้อนเพาะเห็ดจำนวน 18 ก้อน น้ำหนักเฉลี่ย 16.2 กิโลกรัม พบว่าการผลิตก้อนเพาะเห็ดจะสามารถใช้วัตถุดิบได้ทั้งหมดไม่มีเศษเหลือ ปัญหาการฟุ้งกระจายในขั้นตอนการผสมขี้เลื่อยกับอาหารเสริมมีน้อยมาก เนื่องจากมีการเติมน้ำในขณะคลุกเคล้าส่วนผสมต่าง ๆให้เข้ากัน ใช้น้ำเพื่อเพิ่มความชื้นประมาณร้อยละ 60 – 65

5.3.2 ขนาดของขี้เลื่อยที่ใช้ในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

ขนาดของขี้เลื่อยที่เหมาะสมในการผลิตก้อนเพาะเห็ดควรใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราขนาดเล็ก เนื่องจากการย่อยสลายของขี้เลื่อยขนาดเล็กจะเร็วกว่าขี้เลื่อยที่มีขนาดใหญ่ กรณีที่ใช้ขี้เลื่อยขนาดใหญ่ จะต้องนำมาบดย่อยให้เล็กลงทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

5.3.3 ประเภทของเนื้อไม้ที่ใช้ในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

การใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา มีความสะดวก ในการนำมาผลิตก้อนเพาะเห็ด เนื่องจากสามารถใช้ผลิตก้อนเพาะเห็ดได้โดยไม่ต้องหมัก เพราะเนื้อไม้ยางพาราเป็นไม้เนื้ออ่อนย่อยสลายได้ง่าย มีสารอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของเห็ด สอดคล้องกับการศึกษาของประพฤติ เช้าเจริญ ได้ทดลองเพาะเห็ดด้วยไม้ยางพาราพบว่า ขี้เลื่อยไม้ยางพาราเหมาะสมในการนำมาผลิตก้อนเพาะเห็ดเมื่อนำไปใช้เพาะเห็ดจะได้เห็ดที่มีคุณภาพดีและให้ผลผลิตสูงกว่าขี้เลื่อยจากไม้ประเภทอื่น ๆ เพราะไม้ยางพารามีปริมาณแป้งและน้ำตาลสูงกว่า (18) และสอดคล้องการศึกษาของกรมวิชาการพบว่าขี้เลื่อยไม้ยางพารายังสามารถนำไปผลิตก้อนเพาะเห็ดได้โดยไม่ต้องหมักสะดวกและประหยัดเวลาในการนำไปใช้ประโยชน์ (19)

Copyright by Mahidol University

5.3.4 ปริมาณการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

การผลิตก้อนเพาะเห็ดจะใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิตปริมาณมาก เมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุที่เป็นส่วนประกอบอื่น ๆ สามารถใช้ขี้เลื่อยในการผลิตก้อนเพาะเห็ดได้ทั้งหมดไม่มีเศษเหลือ เป็นทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอย่างคุ้มค่า สูตรส่วนผสมในการผลิตก้อนเพาะเห็ดในปัจจุบันได้มีการวิจัยจากนักวิชาการและมีการพัฒนาสูตรที่มีคุณภาพ สามารถผลิตก้อนเพาะเห็ดที่ได้ผลผลิตเห็ดจำนวนมาก และมีการเผยแพร่ให้แก่ประชาชนผู้สนใจโดยทั่วไป เกษตรกรผู้ผลิตสามารถรับทราบสูตรทำก้อนเพาะเห็ด ตลอดจนวิธีการผลิตก้อนเพาะเห็ดได้จากหน่วยงานราชการเช่น กรมส่งเสริมการเกษตร กรมพัฒนาชุมชน เป็นต้น

5.3.5 ระยะเวลาและขั้นตอนในการผลิต

การผลิตก้อนเพาะเห็ดแต่ละครั้งจะใช้เวลาประมาณ 2 วัน วันแรกจะเป็นการเตรียมวัสดุที่ใช้ในการผลิตก้อนเพาะเห็ด บรรจุถุงก้อนเพาะเห็ด และนำก้อนเพาะเห็ดไปนึ่งเพื่อทำให้ปลอดเชื้อ จากนั้นจะรอให้ก้อนเพาะเห็ดเย็นตัวช้า ๆ ในอุณหภูมิปกติ วันที่สอง นำก้อนเพาะเห็ดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วมาเขี่ยหัวเชื้อเห็ดนำไปพักในโรงเรือนที่ปลอดเชื้อเพื่อรอการจำหน่ายต่อไป

ขั้นตอนการดำเนินการผลิตทั้งหมดดำเนินการภายในโรงเรือน สภาพอากาศภายนอกไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงาน สามารถผลิตได้อย่างต่อเนื่อง

5.3.6 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการผลิตก้อนเพาะเห็ดในขั้นตอนการผลิตก้อนเพาะเห็ดพบว่าไม่มีผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับสภาพแวดล้อม มีฝุ่นละอองในขั้นตอนการผลิตน้อยมาก มีฝุ่นละอองในขณะผสมขี้เลื่อยกับวัสดุอาหารเสริมแต่จะมีน้ำเป็นส่วนประกอบซึ่งจะช่วยลดปัญหาการฟุ้งกระจาย ของเศษขี้เลื่อยและวัสดุอาหารเสริมต่าง ๆ สำหรับก้อนเพาะเห็ดที่หมดอายุแล้ว ได้มีการศึกษาแนวทางในการนำวัสดุที่เหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) เช่น ประทีป ปิ่นท้วม (23) ได้ศึกษาการนำขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมาใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยวิธีอัดร้อนแรงอัดสูง และวิธีอัดเย็นแรงอัดต่ำ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จาก

Copyright by Mahidol University

การวิจัยสามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงแทนไม้ฟืนได้ สุชาดา จิตภิรมย์ศรี (41) ได้ศึกษาการใช้ประโยชน์ขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดมาใช้ในรูปวัสดุปลูกไม้กระถาง พบว่าขี้เลื่อยที่ผ่านการเพาะเห็ดมีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกไม้กระถางสำหรับพืชได้ เป็นต้น

5.4 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

5.4.1 ผลผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การนำขี้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัม ขี้เลื่อยมีขนาด 4-150 mesh ค่าความชื้นร้อยละ 4.85 เป็นวัสดุในการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง โดยใช้วิธีอัดแท่งแบบใช้ความร้อนแรงอัดสูง (Heated Die Screw Press) ได้ขี้เลื่อยอัดแท่ง น้ำหนักเฉลี่ย 9.8 กิโลกรัม ผลผลิตที่ได้ร้อยละ 98 ของขี้เลื่อยที่นำมาใช้ผลิต มีเศษเหลือจากการผลิตร้อยละ 2 เกิดจากมีเศษขี้เลื่อยที่ถูกดันออกมาจากกระบอกอัดก่อนอัดแท่งและเศษขี้เลื่อยที่ตกค้างอยู่ในกระบอกอัดภายหลังเสร็จสิ้นการอัดแท่ง เมื่อนำแท่งเชื้อเพลิงจากการทดลอง 10 ซ้ำ น้ำหนัก 98 กิโลกรัม ไปเผาถ่านโดยใช้เตาถังน้ำมัน (Drum Kiln) จะได้ถ่านขี้เลื่อยอัดแท่งน้ำหนัก 28 กิโลกรัม น้ำหนักเฉลี่ย 2.8 กิโลกรัม จะได้ถ่านขี้เลื่อยอัดแท่งที่สมบูรณ์น้อย เนื่องจากแท่งเชื้อเพลิงที่เผาไม่เต็มพื้นที่ภายในเตา มีช่องว่างภายในเตา การเผาไหม้มากกว่าปกติจึงได้ขี้เลื่อยอัดแท่งปริมาณน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองขององค์การอุตสาหกรรมป่าไม้ 2522 ได้นำแท่งขี้เลื่อยที่อัดแท่งมาเผาเป็นถ่านโดยใช้เตาเผาแบบ Mark V พบว่าแท่งขี้เลื่อยที่ผ่านการเผาแล้วจะมีน้ำหนักลดลงเหลือประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักก่อนเผา (37) ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งคือ แท่งขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่งมีความแข็งแรงเพียงพอสามารถเรียงเป็นกองสูงได้โดยไม่แตกหัก ประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บและขนย้าย ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงคือ ขณะเผาไหม้จะให้ความร้อนสูง มีควันและเถ้าน้อย คุณสมบัติใกล้เคียงกับถ่านไม้ยางพารา ถ่านไม้ยูคาลิปตัส ถ่านไม้กระถินยักษ์ และถ่านไม้โกงกาง เป็นต้น

5.4.2 ขนาดของขี้เลื่อยที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจะใช้ขี้เลื่อยขนาดเล็ก ขนาดของขี้เลื่อยที่ใช้ในการทดลอง 4-150 mesh สามารถอัดแท่งได้ดี สอดคล้องกับรายงานการศึกษาของ Singh Y. และ Amir S. (31) กล่าวว่าขนาดวัสดุที่เหมาะสมในการอัดแท่ง เป็นวัสดุที่มีขนาดเล็กเนื่องจากวัสดุที่มีขนาดเล็กมีพื้นที่ผิวในการยึดตัวมาก

Copyright by Mahidol University

ค่าความชื้นของขี้เลื่อยที่ใช้ในการอัดแท่งไม่ควรเกินร้อยละ 10 สอดคล้องกับงานวิจัยของ นรา พิทักษ์อรรณพ (22) กล่าวว่าวัสดุเหลือใช้ที่นำมาผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ควรมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 หากวัสดุมีความชื้นมากกว่าร้อยละ 10 จะทำให้เกิดการระเบิดของไอน้ำในระหว่างการอัดและผิวของแท่งเชื้อเพลิงจะมีรอยแตกร้าว

5.4.3 ประเภทของเนื้อไม้ที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งสามารถนำขี้เลื่อยไม้ยางพารามาใช้เป็นวัสดุในการผลิตได้ จากการทดลองพบว่าขี้เลื่อยที่สามารถอัดแท่งได้ดี ควรเป็นขี้เลื่อยที่ผ่านขบวนการแปรรูปจากโรงงานใหม่ ๆ ไม่ถูกทิ้งไว้นาน เพราะขี้เลื่อยใหม่จะมีสารลิกนิน (Lignin) ยางไม้สูง ในขณะอัดแท่งความร้อนจากเครื่องอัดแท่งจะทำให้เกิดการเยิ้มและเชื่อมประสานได้ดี

5.4.4 ปริมาณการใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบใช้ความร้อนแรงอัดสูง (Hot and Hight – Pressure Densification) จะใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุในการผลิตเพียงอย่างเดียว คิดเป็นร้อยละ 100 การนำขี้เลื่อยมาใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการลดปริมาณของเสียจากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ได้จำนวนมาก

5.4.5 ระยะเวลาและขั้นตอนในการผลิต

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งแต่ละครั้งจะใช้เวลาในการผลิตประมาณ 2 วัน วันแรกจะเป็นการเตรียมขี้เลื่อยก่อนอัดแท่ง โดยนำขี้เลื่อยมาผึ่งแดดเพื่อลดความชื้นให้ต่ำกว่าร้อยละ 10 ระยะเวลาที่ใช้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความชื้นของขี้เลื่อยเป็นสำคัญ ระยะเวลาใน การอัดแท่งจะใช้ไม่มากนัก ภายหลังอัดแท่งเชื้อเพลิงเสร็จควรนำไปเผาถ่านอย่างต่อเนื่อง หากทิ้งระยะไว้จะมีผลต่อคุณภาพของแท่งเชื้อเพลิงอัดแท่งเนื่องจากความชื้นในอากาศจะทำให้แท่งเชื้อเพลิงแตกตัวและเมื่อนำไปเผาถ่านจะทำให้เนื้อถ่านเปราะแตกง่ายกรณีที่ยังไม่นำมาเผาเป็นถ่านควรเก็บในห้องที่มีการควบคุมความชื้นเพื่อรักษาคุณภาพของแท่งเชื้อเพลิงวันที่สองจะเป็นขั้นตอนการนำแท่งเชื้อเพลิงไปเผาเป็นถ่านและรอให้ถ่านที่เผาสมบูรณ์แล้วเย็นตัวลงช้า ๆ

Copyright by Mahidol University

คุณภาพและปริมาณของถ่านที่ได้จากการเผาขึ้นอยู่กับลักษณะดังนี้ (33)

1) ชนิดของเตาที่ใช้ในการเผาถ่าน เตาประเภทถาวร เช่น เตาอิฐ (Brick bechive Kiln) เตาดิน (Mud beehive Kiln) จะเผาไหม้สมบูรณ์กว่า และมีปริมาณถ่านคงเหลือมากกว่าเตาประเภทไม่ถาวร เช่น เตาดินกลบ (Earth mound) หรือเตาขี้เลื่อยกลบ (Saw-dust mound) เป็นต้น

2) ปริมาณแท่งเชื้อเพลิงที่เผาในเตาควรใส่ให้เต็มเตาพอดี จะทำให้การเผาไหม้แล้วได้ถ่านคงเหลือจำนวนมาก หากใส่ถ่านในเตาเผาน้อยจะทำให้เกิดพื้นที่ว่างในเตามาก ทำให้การเผาไหม้มากเกินไป เป็นผลให้ปริมาณถ่านคงเหลือน้อยกว่าปกติ

5.4.6 ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเนื่องจากการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง คือ

1) การอัดแท่งเชื้อเพลิงจะมีปัญหาฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย เกิดจากขั้นตอนการตากขี้เลื่อยเพื่อลดความชื้นและเก็บขี้เลื่อย ในขณะที่เครื่องกำลังอัดขี้เลื่อยจะมีปัญหาเสียงดังและมีควันจำนวนมากออกมาที่ปลายกระบอกอัด เกิดจากความร้อนที่กระบอกอัดจนกระทั่งขี้เลื่อยถูกเผาไหม้และลิกนินหลอมละลาย ซึ่งเสียงดังจากเครื่องจักรอาจก่อให้เกิดปัญหาต่อระบบประสาทหู ควันที่ฟุ้งกระจายและกลิ่นควันไฟที่เกิดจากการเผาไหม้มีผลต่อสุขภาพของคนงานและเหตุรำคาญของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง

2) การเผาถ่านจะมีปัญหาควันจากการเผาไหม้ ซึ่งควันไฟและกลิ่นที่เกิดจากการเผาไหม้มีผลต่อสุขภาพของคนงาน และเหตุรำคาญของประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง

แนวทางในการป้องกันปัญหาฝุ่นละออง เสียงดัง และควันจากการผลิต ดังนี้

1) คนงานควรมีเครื่องป้องกันขณะอัดแท่งเชื้อเพลิง ควรสวมหน้ากากป้องกันฝุ่นละออง ควัน และเครื่องป้องกันเสียงปิดหูในขณะปฏิบัติงาน ตลอดจนตรวจสุขภาพของคนงานอย่างน้อยปีละ 2 ครั้ง

2) บริเวณโรงเรือนอัดแท่งเชื้อเพลิงควรมีอากาศถ่ายเทสะดวก และควรอยู่ห่างจากบริเวณบ้านพักอาศัยและเขตชุมชน

3) ควรปลูกต้นไม้โดยรอบ เพื่อเป็นแนวป้องกันมิให้ฝุ่นจากโรงงานออกไปรบกวนชุมชนรอบข้างได้ ซึ่งสถานประกอบการยังได้ประโยชน์ในด้านความสวยงามและได้รับร่มเงาตามธรรมชาติอีกด้วย

Copyright by Mahidol University

5.5 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีการการผลิต

ตารางที่ 5-1 แสดงการเปรียบเทียบเทคโนโลยีการผลิต

กิจกรรมทางเลือก / เทคโนโลยีการผลิต	การผลิตธูป	การผลิตก้อนเพาะเห็ด	การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง
1. วิธีการผลิต	1.1 ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น 1.2 ขั้นตอนและวิธีการผลิตแบบง่าย ไม่ซับซ้อน	1.1 ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น 1.2 ขั้นตอนและวิธีการผลิตแบบง่าย ไม่ซับซ้อน	1.1 มีการศึกษาพัฒนาเทคนิควิธีการผลิตในระดับหนึ่ง 1.2 ขั้นตอนและวิธีการผลิตแบบง่าย ไม่ซับซ้อน
2. วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต	2.1 ใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น 2.2 วัตถุดิบราคาถูก	2.1 ใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น 2.2 วัตถุดิบราคาถูก	2.1 ใช้ทรัพยากรในท้องถิ่น 2.2 วัตถุดิบราคาถูก
3. เครื่องจักร	3. ไม่ใช้เครื่องจักรในการผลิต	3.1 ไม่ใช้เครื่องจักรในการผลิต 3.2 ปัจจุบันมีการพัฒนานำอุปกรณ์เครื่องจักรแบบง่ายช่วยในการผลิต	3. ใช้เครื่องจักรในการผลิต
4. แรงงาน	4.1 ใช้แรงงานจากคนงานในการผลิตทุกขั้นตอน 4.2 เป็นแรงงานภายในท้องถิ่นประเภทแรงงานฝีมือ ไม่จำกัดความรู้	4.1 ใช้แรงงานจากคนงานในการผลิตทุกขั้นตอน 4.2 เป็นแรงงานภายในท้องถิ่นประเภทแรงงานฝีมือ ไม่จำกัดความรู้	4.1 ใช้แรงงานจากคนงานและเครื่องจักรร่วมกันในการผลิต 4.2 เป็นแรงงานภายในท้องถิ่นประเภทฝีมือที่ผ่านการฝึกเทคนิควิธีการผลิตและการใช้เครื่องจักร
5. ระดับเทคโนโลยีในการผลิต	5. เทคโนโลยีพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีระดับต่ำ	5. เทคโนโลยีพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีระดับต่ำ	5. เทคโนโลยีระดับกลาง

Copyright by Mahidol University

เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตธูปและก้อนเพาะเห็ดพบว่าเป็นอาชีพที่ใช้เทคโนโลยีในการผลิตคล้ายกันคือใช้เทคโนโลยีพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีระดับต่ำแนวทางในการพัฒนาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตคือ

1. การผลิตธูป ในการส่งเสริมการประกอบอาชีพแบบเศรษฐกิจพอเพียง ควรดำเนินการผลิตแบบภูมิปัญญาท้องถิ่น เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ประหยัดต้นทุนในการผลิต การผลิตธูปจะไม่ใช้เครื่องจักร ใช้แรงงานจากคนงานในการผลิตทุกขั้นตอน น่าจะเป็นแนวทางในการสร้างงานให้แก่ประชาชนในท้องถิ่น การผลิตธูปสามารถทำได้ที่บ้าน ช่วยลดปัญหาการเคลื่อนย้าย แรงงานได้ในระดับหนึ่ง วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตธูปปัจจุบันราคาถูก ยกเว้นน้ำหอมเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่นจะมีราคาแพงที่สุด ราคาน้ำหอมที่ใช้เพิ่มความหอมให้กับธูปราคาตั้งแต่ 300-1,000 บาท/กิโลกรัม ในการผลิตธูปหอม ผู้ผลิตจะนิยมใช้น้ำหอมฉีดธูปที่ผลิตในขั้นตอนสุดท้าย เนื่องจากสะดวกรวดเร็วและเป็นที่นิยมของตลาด หากหน่วยงานของรัฐบาลที่เกี่ยวข้องได้มีการศึกษาและพัฒนาผลิตน้ำหอมที่ปรุงแต่งกลิ่น ธูปหอม สามารถผลิตได้จากธรรมชาติเช่นเครื่องหอม ดอกไม้ไทยต่าง ๆ เพื่อให้ใช้ได้สะดวก สามารถผลิตใช้ได้เอง จะช่วยก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ผลิตธูปในการลดต้นทุนการผลิต มีกำไรจากการผลิตเพิ่มขึ้น

2. การผลิตก้อนเพาะเห็ด ในการส่งเสริมการประกอบอาชีพแบบเศรษฐกิจพอเพียง ควรดำเนินการผลิตแบบภูมิปัญญาท้องถิ่น เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีที่ประหยัดต้นทุนในการผลิต หากเกษตรกรผู้ผลิตมีความชำนาญ สามารถผลิตก้อนเพาะเห็ดมีคุณภาพดี เป็นที่ยอมรับของตลาด และสามารถเพิ่มการผลิตมากขึ้น ในกรณีที่มีเงินทุนสามารถซื้อเครื่องจักรมาใช้ในการเพิ่มผลผลิตได้เช่นเครื่องบรรจุก้อนเพาะเห็ด เครื่องผสมวัสดุอาหารเสริม และหม้อนึ่งความดันแบบอัตโนมัติ เป็นต้น

เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งพบว่าเป็นเทคโนโลยีระดับกลางใช้เครื่องจักรเข้ามาเกี่ยวข้องในการผลิต มีศักยภาพในการพัฒนาไปสู่การผลิตแบบอุตสาหกรรมได้ ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจะต้องมีการศึกษาหรือการเข้ารับการอบรมเพื่อให้มีความรู้ในการผลิตและความสามารถในการจัดการ เช่น เข้ารับการอบรมจากฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นหน่วยงานพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงต้นแบบ สามารถใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ในเชิงการค้า เข้ารับการอบรมจากศูนย์วิจัยการผลิตถ่าน กรมป่าไม้ ซึ่งเป็นหน่วยงานราชการที่เผยแพร่ให้ความรู้เรื่องการอัดแท่งเชื้อเพลิงและการเผาถ่านแก่ประชาชนโดยทั่วไป ความรู้ด้านต่าง ๆ ที่จำเป็นคือ

1. ความรู้เรื่องเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง ส่วนประกอบและการทำงานของเครื่อง เพื่อให้สามารถใช้งานและบำรุงรักษาได้อย่างถูกต้อง

Copyright by Mahidol University

2. วิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิง, วิธีการเผาถ่าน

3. ความรู้เรื่องระบบไฟฟ้า เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงใช้ไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลท์ จะต้องรู้วิธีการจัดการในการขอติดตั้งระบบไฟ 3 เฟส ระบบควบคุมความปลอดภัยในการใช้เครื่องอัดแท่ง เชื้อเพลิง

5.6 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

การเปรียบเทียบมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ คำนวณผลต่างของต้นทุนการผลิตและรายรับ ซึ่งรายรับคำนวณจากราคาขายส่งผลิตภัณฑ์กับจำนวนผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ ราคาขายส่งจะเป็นราคาขายที่ต่ำที่สุดที่ผู้ผลิตขายได้ จากผลการทดลองนำขี้เลื่อยมาเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ โดยนำมาผลิต 3 แนวทาง คือ ผลิตธูป ผลิตก้อนเพาะเห็ด และผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ผลการเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ คือ

5.6.1 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ได้กำไร จากการทดลองใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราปริมาณที่เท่ากันในการผลิตพบว่าการใช้ขี้เลื่อยในการผลิตธูปให้ผลกำไรสูงสุด การผลิตก้อนเพาะเห็ดได้ผลกำไรเนื่องจากการผลิตทั้งธูปและก้อนเพาะเห็ดใช้ต้นทุนการผลิตต่ำ ไม่ใช้เครื่องจักรเกี่ยวข้องในการผลิต แรงงานในการผลิตใช้แรงงานจากคนงาน ค่าแรงงานต่อวัน ใกล้เคียงกับค่าแรงงานขั้นต่ำ

5.6.2 ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่ขาดทุน จากการทดลองพบว่าการใช้ขี้เลื่อยในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งขาดทุน เนื่องจากใช้ ต้นทุนในการผลิตสูง ซึ่งมีข้อจำกัดจากการทดลอง 2 ประการ

1) ในการทดลองการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ผู้วิจัยได้ขอความร่วมมืออัดแท่งเชื้อเพลิงที่ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งได้กำหนดค่าดำเนินการในการอัดแท่งเชื้อเพลิง จำนวนเงิน 37 บาท/ขี้เลื่อย 1 กิโลกรัม เป็นผลให้ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยสูง

2) ในการทดลองเผาเชื้อเพลิงอัดแท่งที่ได้เป็นถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง ได้ผลผลิตถ่านต่ำกว่าเกณฑ์ปกติ เนื่องจากใช้เตาเผาแบบเตาถังน้ำมัน (Drum Kiln) มีจำนวนเชื้อเพลิงอัดแท่งน้อยไม่เต็มเตาในขณะเผา เชื้อเพลิงอัดแท่งจะเกิดการเผาไหม้มากกว่าปกติ จึงได้ผลผลิตถ่านน้อย

อย่างไรก็ตามในการประกอบอาชีพผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งจะมีต้นทุนในการผลิตสูงได้แก่ค่าเครื่องจักร ค่าโรงเรือน ค่าก่อสร้างเตาเผาถ่าน ค่าใช้จ่ายการดำเนินการเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้า เนื่องจากเครื่องอัดแท่งใช้ไฟฟ้า 3 เฟส ต้องขออนุญาตใช้กระแสไฟฟ้าเป็นกรณีพิเศษจากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค หากพื้นที่ผลิตอยู่นอกเขตเทศบาลจะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง จะต้องติดตั้งระบบสายไฟใหม่ ดังนั้นการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งควรผลิตในลักษณะอุตสาหกรรม ผลิตเป็นจำนวนมาก ต้นทุนการผลิตต่อหน่วยจะลดลง ข้อได้เปรียบของการผลิตโดยใช้เครื่องจักรคือสามารถผลิตได้อย่างรวดเร็ว ต่อเนื่องเป็นเวลานานและผลิตได้จำนวนมาก

Copyright by Mahidol University

ตารางที่ 5-2 แสดงสรุปผลการเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

กิจกรรมทางเลือก / การเพิ่มมูลค่า	การผลิตธูป	การผลิตก้อนเพาะเห็ด	การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง
1. ข้อมูลการผลิต (ใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพารา10 กก.)			
1.1 สัดส่วนของขี้เลื่อยที่ใช้ในการผลิต	16.05%	61.84%	100%
1.2 จำนวนผลผลิต	61.97 กก.	18 ก้อน (น้ำหนักเฉลี่ย 0.9 กก./ก้อน)	2.8 กก. (ถ่านอัดแท่ง)
1.3 เวลาที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด	2 วัน	2 วัน	2 วัน
1.3.1 เวลาทำงาน	17 ชม.	3 ชม. 24 นาที	2 ชม.
1.3.2 เวลาว่างงาน (รอในระหว่างการผลิต)	8 ชม.	12 ชม.	24 ชม.
1.4 จำนวนคนงาน	1 คน	1 คน	1 คน
1.5 ต้นทุนการผลิตรวม	956 บาท	42.94 บาท	400.04 บาท
1.5.1 ค่าวัสดุ	726 บาท	33.94 บาท	-
1.5.2 ค่าเครื่องจักร (ค่าบริการใช้เครื่องจักร)	30 บาท	9 บาท	379.30 บาท
1.5.3 ค่าแรงงาน	200 บาท	5.76 บาท	20.68 บาท
2. ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์	กำไรสูงสุด	กำไร	ขาดทุน
2.1 ราคาขายส่ง	25 บาท/กก.	5 บาท/ก้อน	10 บาท/กก.
2.2 ราคาขายผลผลิตรวม	1,549.25 บาท	90 บาท	28 บาท
2.3 ผลต่างระหว่างต้นทุนกับราคาขาย	593.25 บาท	47.06 บาท	-372.04 บาท
3.เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิต	3. เทคโนโลยีพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีระดับต่ำ	3. เทคโนโลยีพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีระดับต่ำ	3. เทคโนโลยีระดับกลาง
4.ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม	4. ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายขณะผสมและปั้นธูป	4. ไม่มี	4.1 ฝุ่นละอองฟุ้งกระจายขณะตากขี้เลื่อยก่อนอัดแท่งและฝุ่นละอองขณะอัดแท่งเชื้อเพลิง 4.2 เสียงดังจากเครื่องจักรขณะอัดแท่ง 4.3 ควันฟุ้งกระจายในขณะอัดแท่งและเผาถ่าน

Copyright by Mahidol University

จากตารางที่ 5-2 พบว่าธูปและก้อนเพาะเห็ดเป็นกิจกรรมทางเลือกที่เหมาะสมใน การนำขี้เลื่อยมาเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ เนื่องจากใช้เทคโนโลยีการผลิตแบบพื้นบ้าน กรรมวิธีการผลิตแบบง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถพัฒนาแรงงานการผลิตจากภายในครอบครัวได้ ใช้เงินลงทุนน้อยและมีผลกำไรทางเศรษฐศาสตร์ ซึ่งธูปให้ผลกำไรสูงสุด สอดคล้องกับเศรษฐกิจแบบพอเพียงในปัจจุบัน เชื้อเพลิงอัดแท่งเป็นกิจกรรมทางเลือกที่ไม่เหมาะสมเนื่องจากมีการลงทุนสูง ใช้เครื่องจักรเกี่ยวข้องในการผลิต ดังนั้นในการผลิตจำนวนน้อยพบว่าขาดทุน ขั้นตอนการผลิตก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมหลายประการเช่น ฝุ่นละอองฟุ้งกระจาย เขม่าควัน และมีเสียงดังจากเครื่องจักรในขณะทำงาน แต่อย่างไรก็ตามเชื้อเพลิงอัดแท่งน่าจะมีศักยภาพในการผลิตเชิงอุตสาหกรรม หากผู้ผลิตมีเงินทุนหรือแหล่งเงินทุนในการดำเนินการเพียงพอ อยู่ใกล้แหล่ง วัตถุดิบและมีปริมาณมากพอสามารถผลิตเชิงการค้าได้อย่างต่อเนื่อง เป็นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า ช่วยลดปริมาณการใช้ถ่านไม้และฟืนที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงอีกด้วย

อย่างไรก็ตามในการตัดสินใจทางเลือกเพื่อการประกอบอาชีพ ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการพิจารณาเช่น

1) แหล่งวัตถุดิบ

ธูป ใช้ขี้เลื่อยเป็นส่วนผสมในการผลิตจำนวนน้อย แต่ใช้ขี้เลื่อยที่เป็นผงละเอียด จึงควรมีเครื่องบดขี้เลื่อยให้เป็นผงละเอียดจึงจะสะดวก สำหรับวัสดุประกอบในการผลิตอื่น ๆ สามารถหาซื้อได้ในท้องถิ่น หรือในปัจจุบันผู้ผลิตธูปส่วนใหญ่นิยมคือ ซื้ออุปกรณ์และวัสดุส่วนประกอบในการผลิตธูปจากบริษัทตัวแทนจำหน่ายในกรุงเทพมหานคร

ก้อนเพาะเห็ด อาหารเสริมที่ใช้ในการผสมก้อนเพาะเห็ดสามารถหาซื้อส่วนผสมต่าง ๆ ได้ในท้องถิ่น วัสดุส่วนประกอบในการผลิตมีราคาถูก สามารถหาซื้อได้ง่าย

เชื้อเพลิงอัดแท่ง การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งควรอยู่ใกล้แหล่งขี้เลื่อยเพราะใช้ขี้เลื่อยจำนวนมาก การขนย้ายขี้เลื่อยที่ไกลจากแหล่งผลิตทำให้ต้นทุนการผลิตสูง ข้อดีของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวมีขดลวดร้อนที่กระบอกอัด (Screw Press with a Heated Die) คือใช้วัสดุในการอัดแท่งเชื้อเพลิงอื่น ๆ นอกจากขี้เลื่อย ได้หลายชนิด เช่น แกลบ ชานอ้อย เป็นต้น

2) การตลาด

ก่อนตัดสินใจเลือกผลิต ธูป ก้อนเพาะเห็ด หรือเชื้อเพลิงอัดแท่งเพื่อประกอบอาชีพควรศึกษาความต้องการของตลาด ศึกษาราคาสินค้าในตลาด มีระบบการตลาดที่ดีเพื่อให้สามารถจำหน่ายสินค้าที่ผลิตได้ อาจจำหน่ายเองหรือการติดต่อตัวแทนจำหน่ายโดยขายในลักษณะขายส่ง หรือการรวมกลุ่มในลักษณะกลุ่มผู้ผลิตในชุมชนหรือกลุ่มสหกรณ์

3) ความชำนาญหรือการหาประสบการณ์ในการประกอบอาชีพ

Copyright by Mahidol University

การผลิตธูป จากการสัมภาษณ์ผู้ประกอบอาชีพผลิตธูปพบว่าส่วนใหญ่หาประสบการณ์โดยเริ่มจากการเป็นลูกจ้างในการผลิตธูปมาก่อน เมื่อมีความชำนาญ รู้แนวทางในการประกอบอาชีพ มีทุนเพียงพอก็จะตั้งโรงงานผลิตธูปของตนเองต่อไป

การผลิตก้อนเพาะเห็ด เป็นอาชีพที่มีการส่งเสริมสนับสนุนโดยทั่วไป สามารถเริ่มศึกษาจาก หนังสือ เอกสารที่พิมพ์เผยแพร่และเข้ารับการอบรมจากหน่วยราชการต่าง ๆ หรือเอกชน เพื่อให้มีความรู้ในการผลิตก้อนเพาะเห็ด จากนั้นสามารถพัฒนาความชำนาญจากการผลิตก้อนเพาะเห็ดด้วยตนเอง

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ควรศึกษาจากหนังสือ เอกสารที่พิมพ์เผยแพร่และเข้ารับการอบรมก่อน เพื่อให้มีความรู้และประสบการณ์ในระดับหนึ่ง เมื่อมีแหล่งเงินทุนจึงตัดสินใจลงทุนประกอบอาชีพต่อไป

Copyright by Mahidol University

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยเรื่องการศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม โดยการทดลองนำขี้เลื่อยวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ นำมาใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิต 3 แนวทางคือ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง และเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะมีดังนี้

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 ลักษณะทั่วไปของขี้เลื่อย

6.1.2 การผลิตธูป

6.1.3 การผลิตก้อนเพาะเห็ด

6.1.4 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

6.1.5 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิต

6.1.6 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

6.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

6.1 สรุปผลการวิจัย

6.1.1 ลักษณะทั่วไปของขี้เลื่อย

ขี้เลื่อยที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นวัสดุเหลือใช้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเฟอร์นิเจอร์ เป็นขี้เลื่อยจากไม้ยางพารา เกิดจากเศษของคลองเลื่อยที่ตัดเพื่อลดขนาดให้ได้รูปทรงตามชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ ขี้เลื่อยที่นำมาใช้ในการทดลองจัดเป็นขี้เลื่อยขนาดเล็ก

Copyright by Mahidol University

คุณลักษณะทางกายภาพมี 2 ลักษณะ คือ

1) ขนาดของขี้เลื่อย 4-150 mesh ขนาดที่มีปริมาณมากที่สุดคือ 25 mesh ร้อยละ 34.52

2) ค่าความชื้นของขี้เลื่อยที่นำมาใช้ในการทดลอง มีค่าความชื้นประมาณ ร้อยละ 10.7

6.1.2 การผลิตธูป

ขี้เลื่อยไม้ยางพาราขนาด 4-150 mesh สามารถนำไปใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตธูปได้ ก่อนนำขี้เลื่อยไปใช้ประโยชน์จะต้องลดขนาดให้เหมาะสมคือขนาดประมาณ 25-150 mesh มีลักษณะเป็นผงขี้เลื่อย จากการทดลองใช้ขี้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัมเป็นวัสดุประกอบในการผลิตธูป จะได้ผลิตภัณฑ์ธูปน้ำหนักเฉลี่ย 61.97 กิโลกรัม ใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิตร้อยละ 16.5 ของวัสดุทั้งหมด ในการผลิตธูปใช้ขี้เลื่อยเป็นส่วนประกอบในการผลิตจำนวนน้อย สามารถใช้ในการผลิตทั้งหมดไม่มีเศษเหลือ เป็นทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอย่างคุ้มค่า การใช้เทคโนโลยีในการผลิตจะใช้เทคโนโลยีขั้นต่ำ วิธีการผลิตแบบพื้นบ้าน ไม่ใช้เครื่องจักรในการผลิต ใช้แรงงานจากคนงานในการผลิตทุกขั้นตอน ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตประมาณ 2 วัน วันแรกจะดำเนินการปั้นธูปและตากให้แห้ง วันที่สองย้อมสีก้านธูปและตากให้แห้ง กระบวนการผลิตจำเป็นต้องใช้แสงแดดในการตากให้ผลิตภัณฑ์แห้ง จากการตรวจสอบคุณภาพของธูป พบว่าระยะเวลาในการเผาไหม้ของธูปจากการทดลองไม่แตกต่างกับธูปที่ผลิตจำหน่ายโดยทั่วไป และผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตธูปคือ ฝุ่นละอองของวัสดุผลิตธูปที่ฟุ้งกระจายในขณะปั้นธูป

6.1.3 การผลิตก้อนเพาะเห็ด

ขี้เลื่อยไม้ยางพาราขนาด 4-150 mesh นำไปใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ดได้ ขี้เลื่อยไม้ยางพาราสามารถนำมาผลิตก้อนเพาะเห็ดโดยไม่ต้องหมัก จากการทดลองใช้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัม เป็นวัสดุประกอบในการผลิตก้อนเพาะเห็ด จะได้ผลิตภัณฑ์ก้อนเพาะเห็ดจำนวน 18 ก้อน น้ำหนักเฉลี่ยรวม 16.2 กิโลกรัม ใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุประกอบในการผลิตร้อยละ 61.84 ของวัสดุทั้งหมด ในการผลิตก้อนเพาะเห็ด ใช้ขี้เลื่อยเป็นส่วนประกอบในการผลิตปริมาณมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุอื่น ๆ สามารถใช้ผลิตได้ทั้งหมดไม่มีเศษเหลือ

Copyright by Mahidol University

เป็นทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอย่างคุ้มค่า การใช้เทคโนโลยีในการผลิตจะใช้เทคโนโลยีขั้นต่ำ ใช้แรงงานคนงานในการผลิตทุกขั้นตอนไม่ใช้เครื่องจักรในการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตประมาณ 2 วัน วันแรกผสมขี้เลื่อยและวัสดุอาหารเสริม บรรจุถุงพลาสติก และนำไปนึ่งเพื่อฆ่าเชื้อ จากนั้นรอให้ก้อนเพาะเห็ดเย็น วันที่สองนำก้อนเพาะเห็ดมาเขี่ยเชื้อ ขั้นตอนการดำเนินการผลิตทั้งหมดดำเนินการภายในโรงเรือน สภาพอากาศภายนอกไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงาน จากการตรวจสอบคุณภาพของก้อนเพาะเห็ดจากการทดลอง พบว่ามีการเจริญเติบโตของเส้นใยเห็ดทุกก้อนไม่แตกต่างจากก้อนเพาะเห็ดที่ผลิตจำหน่ายโดยทั่วไป ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการผลิตก้อนเพาะเห็ด อาจมีฝุ่นละอองเล็กน้อยในการผสมขี้เลื่อยและอาหารเสริม

6.1.4 การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ขี้เลื่อยไม้ยางพาราขนาด 4-150 mesh นำมาใช้เป็นวัสดุในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งได้ จากการทดลองใช้ขี้เลื่อยน้ำหนัก 10 กิโลกรัม อัดแท่งแบบใช้ความร้อนแรงอัดสูง (Heated Die Screw Press) ได้ขี้เลื่อยอัดแท่งน้ำหนักเฉลี่ย 9.8 กิโลกรัม เมื่อนำไปเผาเป็นถ่านโดยใช้เตาถังน้ำมัน (Drum Kiln) จะได้ถ่านขี้เลื่อยอัดแท่งน้ำหนักเฉลี่ย 2.8 กิโลกรัม ผลการวิเคราะห์คุณภาพของเชื้อเพลิงอัดแท่งคือ แท่งขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่งมีความแข็งแรงเพียงพอ สามารถเรียงเป็นกองสูงได้โดยไม่แตกหัก ประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บและขนย้าย

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิง คือ ขณะเผาไหม้จะให้ความร้อนสูง มีควันและเถ้าน้อย คุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงใกล้เคียงกับถ่านไม้ยางพารา ถ่านไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น ใช้ขี้เลื่อยเป็นวัสดุในการผลิตเพียงอย่างเดียว ร้อยละ 100 ในขั้นตอนการผลิตจะมีเศษขี้เลื่อยเหลือใช้ในการผลิตร้อยละ 0.2 เป็นทางเลือกในการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมอย่างคุ้มค่า การใช้เทคโนโลยีในการผลิตระดับกลาง ในการผลิตใช้เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบเกลียวอัดโดยใช้ความร้อนแรงอัดสูง ระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตประมาณ 2 วัน วันแรกใช้เตรียมขี้เลื่อยโดยนำมาผึ่งกลางแดด ลดความชื้นของขี้เลื่อยให้ต่ำกว่าร้อยละ 10 วันที่สองอัดแท่งเชื้อเพลิงและเผาถ่าน ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมคือฝุ่นละออง ควัน และเสียงดังในขณะอัดแท่งเชื้อเพลิง และปัญหาควันในการเผาถ่าน

Copyright by Mahidol University

6.1.5 การเปรียบเทียบเทคโนโลยีในการผลิต

1) เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตธูป

การผลิตธูปใช้เทคโนโลยีการผลิตระดับพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีระดับต่ำ (Traditional or Low Technology) โดยพิจารณาจากวิธีการผลิต ใช้วิธีการผลิตแบบพื้นบ้าน ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่นซึ่งได้รับการพัฒนาและถ่ายทอดสืบต่อกันมา วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเป็นวัสดุที่มีราคาถูกสามารถหาได้จากทรัพยากรในท้องถิ่น ไม่ใช้เครื่องจักรในการผลิตและใช้แรงงานจากคนงานในการผลิตทุกขั้นตอนการผลิต

2) เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตก้อนเพาะเห็ด

การผลิตก้อนเพาะเห็ดใช้เทคโนโลยีการผลิตระดับพื้นบ้านหรือเทคโนโลยีระดับต่ำ (Traditional or Low Technology) โดยพิจารณาจากวิธีการผลิต ใช้วิธีการผลิตแบบพื้นบ้าน ใช้ภูมิปัญญาท้องถิ่น ขั้นตอนในการผลิตง่าย ๆ ไม่ยุ่งยากซับซ้อน วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเป็นวัสดุที่มีราคาถูก สามารถหาได้จากทรัพยากรในท้องถิ่น ปัจจุบันมีการพัฒนานำเครื่องจักรเช่น เครื่องบรรจุถุงก้อนเพาะเห็ด หม้อนึ่งความดัน (Autoclave) เป็นต้น มาใช้ในการผลิตเพื่อความสะดวกและสามารถผลิตได้จำนวนมาก และแรงงานที่ใช้เป็นแรงงานที่ไม่ใช้ความรู้ความสามารถได้แก่เกษตรกรและประชาชนผู้สนใจโดยทั่วไปที่ได้รับการอบรมหรือได้รับคำแนะนำในการผลิตก็สามารถผลิตได้

3) เทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง

การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งใช้เทคโนโลยีการผลิตระดับกลาง (Intermediate Technology) โดยพิจารณาจากวิธีการผลิต ได้มีการศึกษาและพัฒนาการผลิตโดยนักวิชาการ วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเป็นวัสดุที่มีราคาถูก สามารถหาได้จากทรัพยากรในท้องถิ่น ใช้เครื่องจักรในการผลิตคือเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิง แรงงานที่ใช้ในการผลิตควรจะได้รับการอบรมหรือแนะนำอย่างถูกวิธี จึงจะสามารถผลิตได้อย่างมีคุณภาพ

Copyright by Mahidol University

6.1.6 การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์

จากการทดลองพบว่า การนำขี้เลื่อยวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมแปรรูปไม้มาเพิ่มมูลค่าโดยใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิต 3 แนวทาง คือ การผลิตธูป การผลิตก้อนเพาะเห็ด และการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง จะให้ผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์ที่แตกต่างกันคือ

1) การผลิตธูป จะให้ผลกำไรทางเศรษฐศาสตร์และให้ผลกำไรสูงสุด
2) การผลิตก้อนเพาะเห็ด จะให้ผลกำไรทางเศรษฐศาสตร์
3) การผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง ขาดทุนทางเศรษฐศาสตร์

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้ประโยชน์

1) เพื่อเผยแพร่ข้อมูลและส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากขี้เลื่อย ซึ่งมีความเป็นไปได้ในการพัฒนาเป็นอาชีพ และมีการดำเนินการผลิตเป็นอาชีพอยู่ในปัจจุบัน

2) เป็นทางเลือกในการตัดสินใจเพื่อการลงทุนประกอบอาชีพ โดยเลือกใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ใช้เงินลงทุนน้อย มีผลกำไรจากการลงทุน สอดคล้องกับเศรษฐกิจแบบพอเพียงในปัจจุบันและไม่ก่อให้เกิดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม

3) เป็นทางเลือกในการนำขี้เลื่อยไม้ยางพารามาใช้ประโยชน์ในการผลิตธูป ซึ่งในปัจจุบันนี้จะนิยมใช้ขี้เลื่อยจากไม้เบญจพรรณ จากการทดลองพบว่าขี้เลื่อยไม้ยางพาราสามารถนำมาใช้เป็นวัสดุประกอบในการผลิตธูปได้ จากผลการเปรียบเทียบระยะเวลาในการเผาไหม้ของธูปที่ผลิตจากไม้ยางพารากับธูปที่ผลิตจำหน่ายในท้องตลาดพบว่าไม่แตกต่างกัน

4) เป็นทางเลือกในการพัฒนานำขี้เลื่อยไม้ยางพารา มาใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่ง จากการทดลองพบว่าขี้เลื่อยจากไม้ยางพาราสามารถนำมาใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงได้ ผลผลิตถ่านขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่งมีคุณสมบัติด้านเชื้อเพลิงค่าความร้อนใกล้เคียงกับถ่านไม้ยางพารา ถ่านไม้ยูคาลิปตัส และถ่านไม้โกงกาง ข้อดีของถ่านไม้ยางพาราอัดแท่งคือขณะเผาไหม้มีควัน เถ้าและช่วงระยะเวลาการเผาไหม้นานกว่าถ่านจากไม้และฟืน

Copyright by Mahidol University

6.2.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งนี้

1) ในการทดลองผลิตกิจกรรมทางเลือกทั้ง 3 แนวทางคือ ธูป ก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่งนำเดินการโดยผู้เชี่ยวชาญ ที่มีความรู้และประกอบอาชีพอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้นผลผลิตที่ได้จึงมีคุณภาพดี หากผู้ที่สนใจในการประกอบอาชีพ ควรเข้ารับการอบรมหรือฝึกในการผลิตเพื่อหาความชำนาญจึงจะสามารถผลิตได้คุณภาพดีเช่นกัน

2) การเปรียบเทียบผลตอบแทนทางเศรษฐศาสตร์จากการทดลองโดยคำนวณจากผลต่างของต้นทุนรวม กับรายรับรวมจากการจำหน่ายผลผลิตที่ได้ในราคาขายส่ง ใช้ราคาตลาดของโรงงานที่ดำเนินการทดลอง ต้นทุนการผลิตรวมที่นำมาคำนวณคิดเฉพาะต้นทุนผันแปรคือค่าวัตถุดิบ ค่าแรงงาน ค่าบริการใช้เครื่องจักรเท่านั้น ในการผลิตเพื่อประกอบอาชีพ จะมีค่าใช้จ่ายประเภท ต้นทุนคงที่ คือ ค่าที่ดิน ค่าโรงเรือนทำให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงขึ้น

3) จากการทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงพบว่าวิธีการอัดแท่งเชื้อเพลิงแบบอัดร้อนและใช้แรงอัดสูง ควรใช้ขี้เลื่อยไม้ยางพาราใหม่จึงจะสามารถอัดแท่งเชื้อเพลิงได้คุณภาพดี กรณีที่ใช้เศษขี้เลื่อยไม้ยางพารเก่าที่ถูกทิ้งไว้นานจะมีปัญหาในการอัดแท่งเชื้อเพลิง คือการแตกร่วนไม่ยึดเกาะตัวกัน

4)การทดลองอัดแท่งเชื้อเพลิงได้ดำเนินการทดลอง ที่สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ซึ่งได้กำหนดค่าบริการอัดแท่งเชื้อเพลิงเพื่อการศึกษาวิจัยในราคาที่ค่อนข้างสูง อาจจะเป็นผลให้ต้นทุนในการทดลองผลิตเชื้อเพลิงอัดแท่งสูงกว่าความเป็นจริง

6.2.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1) ควรมีการศึกษาในเชิงเศรษฐศาสตร์ของการนำขี้เลื่อยมาเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ในลักษณะการผลิตแบบอุตสาหกรรมว่ามีจุดคุ้มทุนเพียงใด

2) ควรมีการศึกษาแนวทางการนำขี้เลื่อย วัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมในการผลิตลักษณะอื่น ๆ ที่มีความเป็นไปได้ในการพัฒนาเพื่อการประกอบอาชีพ

3) ควรมีการสำรวจการใช้ประโยชน์ของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมชนิดอื่นที่มีปริมาณมากเพียงพอที่สามารถพัฒนาการผลิตเพื่อการค้าได้

4) ควรมีการสำรวจปริมาณโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ที่มีวัสดุเหลือใช้ประเภทขี้เลื่อยขนาดต่าง ๆ เพื่อให้ทราบปริมาณและ ขนาดของขี้เลื่อย ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ช่วยในการตัดสินใจ เลือกประกอบอาชีพที่เกี่ยวข้องกับ การนำขี้เลื่อยมาใช้เป็นวัตถุดิบต่อไป

Copyright by Mahidol University

เอกสารอ้างอิง

1. ฝ่ายการใช้ประโยชน์จากของเสีย. กรมควบคุมมลพิษ. รายงานการวิจัยเรื่องการศึกษาสำรวจการใช้ประโยชน์ของเสียและการลดปริมาณของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. กรุงเทพมหานคร : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ; 2536.
2. สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. รายงานการวิจัยเรื่องการจดนับสถานประกอบการอุตสาหกรรมการผลิต พ.ศ. 2540 (นอกเขตเทศบาล - สุขาภิบาล) สำมะโนอุตสาหกรรม พ.ศ. 2540 ทั่วราชอาณาจักร. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานสถิติแห่งชาติ สำนักนากยกรัฐมนตรี ; 2542.
3. สำนักงานสารนิเทศ ส่วนศูนย์ข้อมูลกลาง. สถิติการป่าไม้ของประเทศไทย ปี 2540. กรุงเทพมหานคร : กรมป่าไม้ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2540.
4. วรกิจ สุนทรบุระ ศักดิ์พิชิต จุลฤกษ์ และศรัณธร สุขวิวัฒน์นิจกูล. รายงานวิจัยเรื่องการใช้ประโยชน์ ไม้สนประดิพัทธ์ อายุ 6-7 ปี. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ; 2541.
5. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม. ฉบับที่ 1. พ.ศ. 2541. ม.ป.ท., 2541.
6. ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน พ.ศ. 2525. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อักษรเจริญทัศน์, 2539.
7. Halsey, William D. School Dictionary. New York : The World Publishing Co., 1974.
8. ศิริ ฮามสุโพธิ์. เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2536.
9. ณรงค์ เสี่งประชา. เทคโนโลยีที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตในท้องถิ่น. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2539.
10. นาท ตัณฑวิรุฬห์. สรุปผลการสัมมนาของมหาวิทยาลัยมหิดล ประจำปี 2522 เทคโนโลยีที่เหมาะสม ; คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ ; 2522. 267 หน้า
11. วิชัย โกศัลวัฒน์. การใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาโรงงานหล่อหลอมโลหะที่ไม่ใช่เหล็ก กรณีศึกษา : การหล่อหลอมทองเหลืองในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2542.

Copyright by Mahidol University

12. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535. ม.ป.ท., 2535.

13. โชติ รักติประการ, ดำรง ศรีอรัญ. การใช้ประโยชน์ไม้ยางพารา. กรุงเทพมหานคร : วนผลิตภัณฑ์วิจัย คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2513.

14. กองวิจัย กรมป่าไม้. รายงานการวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไม้ยางพาราเนื้อขาวและไม้ยางพาราเนื้อเข้มตามมาตรฐานของ TAPPI. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ; 2542.

15. ไวกูณฐ์ ภูริทัต, สุรศักดิ์ หล่อจิตต์เสียง. รายงานการวิจัยเรื่องการประเมินผลผลิตไม้ยางพารา. กรุงเทพมหานคร : กลุ่มเศรษฐกิจป่าไม้ ส่วนวิจัยเศรษฐกิจและพัฒนาการจัดการป่าไม้, 2528. เลขที่ ร. 459

16. วันรักษ์ มิ่งมณีนาคิน. หลักเศรษฐศาสตร์จุลภาค. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2541.

17. ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ, บรรณาธิการ. ชุมทางการเกษตร. ฉบับการเลี้ยงปลา. กรุงเทพมหานคร : ชมรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2529.

18. ประพฤติ เช้าเจริญ. การเพาะเห็ดด้วยขี้เลื่อยไม้ยางพารา. กองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง. 2527 ; ปีที่ 22. ฉบับที่ 85 : 20-23

19. กรมวิชาการเกษตร. สรุปผลการสัมมนาทางวิชาการ ประจำปี 2528 กลุ่มเห็ด. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2528 : 3.

20. ศิริกุล คลองคำนวณการ. ต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุนในการผลิตเห็ดหูหนู เห็ดนางรม เห็ดนางฟ้า และเห็ดเป๋าฮื้อเพื่อการค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัญชีมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.

21. สาขาวิจัยอุตสาหกรรมพลังงาน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. การผลิตเชื้อเพลิงแข็งแทนฟืนจากวัสดุเหลือใช้. ม.ป.ท.;2528. ก. 21-39/รายงานฉบับที่ 1.

22. เกษม ปราบริปูตลุง. การปรับปรุงคุณสมบัติการเป็นเชื้อเพลิงของขี้เลื่อย วิศวกรรมสาร 2523 ; 33 (3) : 71-73.

23. ประทีป ปิ่นทุ้วม. การศึกษาการนำขี้เลื่อยที่เหลือทิ้งหลังจากการเพาะเห็ดมาใช้ในรูปเชื้อเพลิงอัดแท่ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต กรุงเทพมหานคร. บัณฑิตวิทยาลัย. มหาวิทยาลัยมหิดล, 2538.

24. ปรีชา เกียรติกระจาย. คุณสมบัติของถ่านอัดก้อนจากขี้เลื่อยและถ่านแกลบ วิทยาสารเกษตรศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์. 2530 ; ปีที่ 21, ฉบับที่ 4 : 385-395.

Copyright by Mahidol University

25. เขื่อง มะเดื่อ. 7 ส.ค. 2542 เจ้าของกิจการโรงงานฐูปหอมพรศรีอยุธยา. สัมภาษณ์.

26. มะลิวัลย์ อ้ายคำ. 10 ส.ค. 2542 เจ้าหน้าที่ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก. สัมภาษณ์.

27. ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก. การเพาะเห็ดในถุงพลาสติก เอกสารเผยแพร่ศูนย์รวมสวนเห็ดบ้านอรัญญิก. 2541; ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 : 7-10.

28. Islam M.n. ; et al. A study on fuelwood. Charcoal and Densitied Fuel in Thailand and Some Experimental Results on Fuels. AIT. Thailand, 1984.

29. นารา พิทักษ์อรรณพ. เชื้อเพลิงแข็งจากวัสดุเหลือใช้. บทความเสนอในการประชุมสัมมนาทางวิชาการเรื่องเตาเศรษฐกิจและเชื้อเพลิงถ่าน 5-6 มี.ค. 2542. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร, 2524 : 25-27.

30. ธงชัย แซ่ตั้ง และบัญชรี กำธรวรรินทร์. การใช้เศษวัสดุพืชเป็นเชื้อเพลิงอัดแท่ง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2534.

31. Singh Y. and Amir. S ; Bripuetting of Paddy Straw. Journal of Agricultural Mechanization in Asia. Aferica and Latin America. Autumn, 1982 : 42-44.

32. Lowry H.H. Cnemistry of coal utilization. John Wiley & Sons, New Youk : USA, 1963.

33. วินัย ปัญญาธัญญะ. เทคโนโลยีการผลิตถ่านสำหรับชนบท. กรุงเทพมหานคร : กลุ่มพัฒนาพลังงานจากไม้ส่วนวิจัยและพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิชาการ กรมป่าไม้, 2541. เลขที่ ร. 523.

34. ณัฐวุฒิ บุญเลี่ยม. 20 ส.ค. 2542 นักวิชาการระดับ 8 ฝ่ายวิจัยสิ่งแวดล้อมและพลังงาน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. สัมภาษณ์.

35. วินัย ปัญญาธัญญะ. 23 ส.ค. 2542 นักวิชาการระดับ 8 หัวหน้าส่วนวิจัยและพัฒนาผลผลิตป่าไม้. สำนักงานวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้. สัมภาษณ์.

36. บรรณ บูรณะชนบท. เห็ดหอม. ม.ป.ท., 2533.

37. อำนวย คอวนิช. เตาเผาถ่านเคลื่อนที่แบบ Mark V สักทอง 2520, 1 (4) : 80-84.

38. ประณต กุลประสูตร. เทคนิคงานไม้. กรุงเทพมหานคร : บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), 2540.

39. จำลอง สัตยารักษ์. แนะนำอุตสาหกรรมไทย. วิธีทำฐูปหอมแบบไทย. อุตสาหกรรม. 2502 ; ปีที่ 2. ฉบับที่ 1 : 3-4.

40. สุภลิน (นามแฝง) แนะนำสินค้าส่งออกหน้าตาเป็นไทยแต่ชื่อเป็นฝรั่ง. ผู้ส่งออก 2533 ; ปีที่ 3. ฉบับที่ 58 : 155-156.

Copyright by Mahidol University

41. สุชาดา จิตภิรมย์ศรี. การใช้ประโยชน์ขี้เลื่อยเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ดสำหรับเป็นวัสดุปลูกในกระถาง วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพมหานคร : บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2539.

Copyright by Mahidol University



ภาคผนวก

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ก.

สำเนาหนังสือจากวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ถึงหน่วยราชการและสถานประกอบการที่เกี่ยวข้อง เพื่อขอความร่วมมือดำเนินการทดลอง ประกอบด้วย

1. หนังสือที่ ศธ. 0907.65/994
2. หนังสือที่ ศธ. 0907.65/995
3. หนังสือที่ ศธ. 0907.65/996
4. หนังสือที่ ศธ 0907.65/1304

Copyright by Mahidol University

สำเนา

ที่ ศธ 0907.65/994

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
ถนนพหลโยธิน ตำบลตลิ่งชัน
จังหวัดสระบุรี 18000

4 สิงหาคม 2542

เรื่อง ขอความร่วมมือดำเนินการทดลอง

เรียน ผู้อำนวยการฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แผนการทดลอง จำนวน 1 แผ่น

ด้วยนายทศพล สังข์อยุทธ์ อาจารย์ 3 ระดับ 8 วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ได้รับอนุมัติจากกรมอาชีวศึกษา ให้ศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล ขณะนี้อยู่ในระหว่างดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง " การศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อย โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม" นำขี้เลื่อยมาเพิ่มมูลค่าและศึกษาเปรียบเทียบ 3 แนวทาง คือ รูป ก้อนเพาะเห็ด และ แท่งเชื้อเพลิง

เพื่อให้การดำเนินการบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านดำเนินการทดลองใช้ขี้เลื่อยมาทำเชื้อเพลิงอัดแท่ง ตามแผนการทดลองที่แนบ และ กำหนดวัน เวลาในการทดลอง นายทศพล สังข์อยุทธ์ จะประสานงานกับท่านในลำดับต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการในส่วนที่ท่านเกี่ยวข้อง จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจำนงค์ ชูลางศ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

Copyright by Mahidol University

งานฝ่ายส่งเสริมการศึกษา
โทร. (036) 211122 , 220236
โทรสาร (036) 212096

สำเนา

ที่ ศธ 0907.65/ 995

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
ถนนพหลโยธิน ตำบลปากเพรียว
จังหวัดสระบุรี 18000

4 สิงหาคม 2542

เรื่อง ขอความร่วมมือดำเนินการทดลอง

เรียน ผู้จัดการศูนย์รวม สานเห็ดบ้านครัญญิก

สิ่งที่ส่งมาด้วย แผนการทดลอง จำนวน 1 แผ่น

ด้วยนายทศพล สังข์อยุทธ์ ตำแหน่ง 3 ระดับ 8 วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ได้รับอนุมัติจากกรมอาชีวศึกษา ให้ศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล ขณะนี้อยู่ในระหว่างดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาปริยบเทียบการเพิ่มมูลค่าของเหลือใช้ โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม" นำเชื้อเห็ดมาเพิ่มมูลค่าและศึกษาเปรียบเทียบ 3 แนวทาง คือ ฐุป ก้อนเพาะเห็ด และ แห่งเชื้อเพลิง

เพื่อให้การดำเนินการบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านดำเนินการทดลองใช้เชื้อมาจากอนเพาะเห็ด ตามแผนการทดลองที่แนบ และกำหนดวัน เวลาในการทดลอง นายทศพล สังข์อยุทธ์ จะประสานงานกับท่านในลำดับต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการในส่วนที่ท่านเกี่ยวข้อง จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายชำนิธร ชุลางศ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

Copyright by Mahidol University

งานฝ่ายส่งเสริมการศึกษา
โทร. 0536/ 211122 , 220236
โทรสาร 0536/ 212096

สำเนา

ที่ ศธ 0907.65/ 996

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
ถนนพหลโยธิน ตำบลตลิ่งชัน
จังหวัดสระบุรี 18000

4 สิงหาคม 2542

เรื่อง ขอความร่วมมือดำเนินการทดลอง

เรียน นายสำราญ หาศาสตร์ศรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย แผนการทดลอง จำนวน 1 แผ่น

ด้วยนายทศพล สังข์อยุทธ์ อาจารย์ 3 ระดับ 8 วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ได้รับอนุมัติจาก กรมอาชีวศึกษา ให้ศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสม เมื่อปีการศึกษา มหาวิทยาลัยมหิดล ขณะนี้อยู่ในระหว่างดำเนินการทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "การศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อย โดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม" นำขี้เลื่อยมาเพิ่มมูลค่าและศึกษาเปรียบเทียบ 3 แนวทาง คือ ธูป ก้อนเพาะเห็ด และแท่งเชื้อเพลิง

เพื่อให้การดำเนินการบรรลุตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านดำเนินการทดลองใช้ขี้เลื่อยมาทำธูป ตามแผนการทดลองที่แนบ และกำหนดวัน เวลาในการทดลอง นายทศพล สังข์อยุทธ์ จะประสานงานกับท่านในลำดับต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และให้ความอนุเคราะห์ดำเนินการในส่วนที่ท่านเกี่ยวข้อง จักเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(นายจำเนียร ชุลวงศ์)
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

Copyright by Mahidol University

งานฝ่ายส่งเสริมการศึกษา
โทร. (036) 211122 , 320220
โทรสาร (036) 212096

ที่ ศธ 0907.65/ 1304

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี
อ.เมือง จ.สระบุรี 18000

5 ตุลาคม 2542

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์

เรียน อธิบดีกรมป่าไม้

ด้วยนายทศพล สังข์อยุทธ์ อาจารย์ 3 ระดับ 8 วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ได้รับอนุมัติจากกรมอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ให้ศึกษาระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีที่เหมาะสม เพื่อพัฒนาทรัพยากร คณะสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล ขณะนี้อยู่ในระหว่างการศึกษาทำวิทยานิพนธ์ เรื่องการศึกษาเปรียบเทียบการเพิ่มมูลค่าของขี้เลื่อยโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม ได้ศึกษาเปรียบเทียบการทำธูป ทำก้อนเพาะเห็ด และเชื้อเพลิงอัดแท่ง

ในการศึกษาการอัดแท่งเชื้อเพลิง ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน คือการนำขี้เลื่อยมาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิง และการเผาเป็นถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากศูนย์วิจัยการผลิตถ่าน ดำเนินการ เผาขี้เลื่อยอัดแท่งเป็นถ่านเชื้อเพลิงอัดแท่ง ซึ่งในรายละเอียด นายทศพล สังข์อยุทธ์ จะมาเป็นผู้ประสานการดำเนินการทดลองต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณในความอนุเคราะห์เป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(นายไพศาล บุญรอด)
ผู้ช่วยผู้อำนวยการ รักษาการในตำแหน่ง
ผู้อำนวยการวิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

Copyright by Mahidol University

งานสารบรรณ
โทรสาร (036) 212096
โทร. (036) 211122

ภาคผนวก ข.

รายงานผลการตรวจวัด การทดสอบ และการวิเคราะห์ ซึ่งได้รับความร่วมมือดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญ สถานที่ดำเนินการประกอบด้วย

1. ห้องปฏิบัติการฝ่ายสิ่งแวดล้อมนิเวศวิทยาและพลังงาน สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
2. ห้องปฏิบัติการศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

รายงานผลการการตรวจวัด การทดสอบ และการวิเคราะห์ ประกอบด้วย

เอกสารหมายเลข 1	ขนาดของขี้เลื่อยไม้ยางพารา
เอกสารหมายเลข 2	ขนาดของขี้เลื่อยไม้ยางพาราสำหรับทำฐูป
เอกสารหมายเลข 3	ผลการทดสอบแรงกดของขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง
เอกสารหมายเลข 4	ผลการทดสอบแรงดัดโค้ง (3 จุด) ของขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง
เอกสารหมายเลข 5	ผลการทดสอบและวิเคราะห์ถ่านไม้ยางพาราอัดแท่ง

Copyright by Mahidol University

เอกสารหมายเลข 1

ENERGY RESEARCH LABORATORY

SIZE DISTRIBUTION

Sample Lab No. 073_1/42 Request No. ท.348/42

Type of sample ขี้เลื่อยไม้ยางพารา

Sample of อ.ทศพล สังข์อยุทธ์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

Data book No. 3203 Page No. 50

Date of receiving 29 / 9 / 42 Date of Analysis 5 / 10 / 42

Method used ASTM D 410

Speedy moisture,% 10.7

Gross weight ,g	44.4
Tare weight ,g	2.4
Sample weight ,g	42

	Sieve No. (Mesh)	Opening (mm.)	Sieve (g)	Sieve+sample (g)	Retained on (g)	Retained on (%)	Passing (%)
Retained on	4	4.00	521.6	522.7	1.1	2.62	97.38
"	10	1.68	594.4	599.1	4.7	11.19	86.19
"	18	0.850	414.3	421.7	7.4	17.62	68.57
"	25	0.600	591.1	605.6	14.5	34.52	34.05
"	36	0.420	530.0	536.2	6.2	14.76	19.29
"	52	0.300	536.8	538.8	2.0	4.76	14.52
"	72	0.210	501.0	502.9	1.9	4.52	10.00
"	100	0.150	359.0	360.0	1.0	2.38	7.62
"	150	0.105	392.0	393.3	1.3	3.10	4.52
	Pan	-	365.2	366.9	1.7	4.05	0.48
Total					41.8	99.5	
Loss					0.2	0.5	

Remark :

Copyright by Mahidol University

Analysed by ศรัทธา

Date 6 ตุลาคม 2542

ENERGY RESEARCH LABORATORY

SIZE DISTRIBUTION

Sample Lab No. 073_2/42 Request No. ท.348/42

Type of sample ขี้เลื่อยสำหรับทำชูป

Sample of อ.ทศพล สังข์อยุทธ์ วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

Data book No. 3203 Page No. 51

Date of receiving 29 / 9 / 42 Date of Analysis 5 / 10 / 42

Method used ASTM D 410

Speedy moisture,% 11.71

Gross weight ,g	73.8
Tare weight ,g	2.7
Sample weight ,g	71.1

	Sieve No. (Mesh)	Opening (mm.)	Sieve (g)	Sieve+sample (g)	Retained on (g)	Retained on (%)	Passing (%)
Retained on	4	4.00	521.6	521.6	0.0	0.00	100
"	10	1.68	594.4	594.4	0.0	0.00	100
"	18	0.850	414.3	414.3	0.0	0.00	100
"	25	0.600	591.1	609.8	18.7	26.30	73.70
"	36	0.420	530.0	555.2	25.2	35.44	38.26
"	52	0.300	536.8	546.5	9.7	13.64	24.61
"	72	0.210	501.0	510.6	9.6	13.50	11.11
"	100	0.150	359.0	362.5	3.5	4.92	6.19
"	150	0.105	392.0	394.6	2.6	3.66	2.53
	Pan	-	365.2	366.8	1.6	2.25	0.28
Total					70.9	99.7	
Loss					0.2	0.3	

Remark :

Copyright by Mahidol University

Analysed by ศรัทธา

Date 6 ตุลาคม 2542

เอกสารหมายเลข 3

เอกสารหมายเลข 4

วท.

คำขอบริการที่ ท.348 / 42

ที่ สว. 073 - 10 / 42
ที่ หป. 073 / 42

รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์

ให้แก่

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

การทดสอบ / วิเคราะห์ ถ่านไม้ยางพาราอัดแท่ง

วิธีทดสอบ / วิเคราะห์ ASTM D 1762 and Parr manual No.153

ภาวะการทดสอบ / วิเคราะห์: อุณหภูมิ - ความชื้นสัมพัทธ์ - %

ผลการทดสอบ / วิเคราะห์

คุณสมบัติ	สภาพนำส่ง	สภาพน้ำหนักแห้ง
ความชื้น ,%	45.1	-
สารระเหย ,%	10.3	18.7
ถ่านคงตัว ,%	42.4	77.3
เถ้า ,%	2.2	4.0
ค่าความร้อน ,กิโลแคลอรี/กก.	4,090	7,450

ผู้ทดสอบ / วิเคราะห์

1. นายศรัทธา วัฒนธรรม
2. .....

ผู้รับรอง

(นางสาวพิศมัย เจนวนิชปัญจกุล)
ผู้อำนวยการ
ฝ่ายสิ่งแวดล้อม นิเวศวิทยา และพลังงาน
วันที่ 11 ตุลาคม 2542

ผู้ตรวจสอบ

(นายวิโรจน์ มิสุนทร)

Copyright by Mahidol University

ผลการทดสอบ/วิเคราะห์นี้ รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบ / วิเคราะห์เท่านั้น
ห้ามนำผลการทดสอบ / วิเคราะห์ ไปโฆษณาใดๆมิได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก วท.

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

คำขอบริการที่ : 548/42 วันที่ : 11 ตุลาคม 2542

วันที่ขอบริการ : 27 กันยายน 2542 หน้า : 1/2

รายงานผลการทดสอบและวิเคราะห์

ให้แก่

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

98/11 ถนน เทศบาล 4 ตำบลปากเพรียว อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี

การทดสอบ / วิเคราะห์ / ประเมินผล ชิ้นเลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง

วิธีทดสอบ / วิเคราะห์ / ประเมินผล :- ทดสอบแรงดัดโค้ง(3 จุด) และทดสอบแรงกดตามคู่มือการใช้เครื่อง ELECTROMECHANICAL UNIVERSAL TESTING MACEHINE RSA 250

ผลการทดสอบ / วิเคราะห์ / ประเมินผล :-

รายละเอียดผลการทดสอบตามเอกสารแนบ

ผู้ทดสอบ / วิเคราะห์ / ประเมินผล

1 .....

2 .....

3 .....

ผู้รับรอง

.....

(ดร.นงลักษณ์ ปานเกิดดี)

รักษาการในตำแหน่ง

ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

ผู้ตรวจสอบ

.....

(ดร.นงลักษณ์ ปานเกิดดี)

รักษาการในตำแหน่ง

ผู้อำนวยการศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ

รายงานนี้ประกอบด้วย 2 หน้า

FS - MPAD - GEN - 001 Rev.0

หมายเหตุ : ผลการทดสอบ / วิเคราะห์ รับรองผลเฉพาะตัวอย่างที่ได้ทำการทดสอบ / วิเคราะห์เท่านั้น
ห้ามนำผลการทดสอบ / วิเคราะห์ไปโฆษณาโดยมิได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจาก วท.

Copyright by Mahidol University

วท.

เอกสารหมายเลข 5

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (ศพว.)
ห้องปฏิบัติการทดสอบสมบัติทางกล

เลขที่คำขอบริการ : 548/42 วันที่ : 11 ตุลาคม 2542

รายงาน

หน่วยงาน : วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี หน้า : 2/2

วันที่ทำการทดสอบ : 28 กันยายน 2542

วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี ได้มอบหมายให้ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ (ศพว.) สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วท.) ทดสอบแรงดัดโค้ง (3 จุด) และแรงกด ของขี้เลื่อยไม้ยางพาราจำนวนอย่างละ 1 ชิ้น

ผลการทดสอบแรงกด ของขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง

ตัวอย่าง	ขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง
ความยาวแผ่นกด (มม.)	155
แรงกดสูงสุด (นิวตัน)	14,875

ผลการทดสอบแรงดัดโค้ง(3 จุด) ของขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง

ตัวอย่าง	ขี้เลื่อยไม้ยางพาราอัดแท่ง
เส้นผ่านศูนย์กลางหัวกด (มม.)	60
เส้นผ่านศูนย์กลางแท่งรองกด (มม.)	30
ระยะห่างระหว่างแท่งรองกด (มม.)	90
แรงดัดโค้ง สูงสุด (นิวตัน)	705

Copyright by Mahidol University

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย

ที่ทำการงานใหญ่
196 พหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ ๑๐๖๐๐
โทร. (๖๖๒) ๕๗๖๗๑๒๒-๓๐, ๕๗๕๕๕๑๕, ๕๗๖๐๐๘๐, ๕๗๕๔๕๓๓
โทรสาร (๐๖๒) ๕๖๑๔๙๗๑, ๕๗๕๔๕๓๓

ศูนย์พัฒนาและวิเคราะห์สมบัติของวัสดุ
เทคโนธานี คลองห้า คลองหลวง ปทุมธานี ๑๒๑๒๐
โทร. (๐๖๒) ๕๗๗๔๑๕๗-๖๒
โทรสาร (๐๖๒) ๕๗๗๔๑๐๐-๑

ภาคผนวก ค.

เอกสารรายงานข้อมูลการทดลอง

เอกสารรายงานข้อมูลการทดลองประกอบด้วย

เอกสารหมายเลข 1 แบบสัมภาษณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง

เอกสารหมายเลข 2 แบบรายงานข้อมูลการทดลอง

Copyright by Mahidol University

แบบสัมภาษณ์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง (การผลิต.....)

ชื่อผู้ให้ข้อมูล.....ตำแหน่ง.....

ชื่อผู้ให้สัมภาษณ์.....วันที่.....

1. วัสดุที่ใช้ในการผลิต

ลำดับที่	รายการ	น้ำหนัก
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
	รวม	

2. ต้นทุนในการผลิต

ลำดับที่	รายการ	จำนวน	ราคา/หน่วย	รวม
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
รวม				

3. ราคาขายส่งผลผลิต ราคา/หน่วย.....บาท

Copyright by Mahidol University

แบบรายงานข้อมูลการทดลอง (การผลิต.....)

ชื่อผู้ทดลอง.....ตำแหน่ง.....

ชื่อผู้จดบนทึก.....วันที่.....

1. ระยะเวลาการผลิต.....และจำนวนผลผลิต.....

ลำดับที่	จำนวนซ้ำการทดลอง	ระยะเวลา	จำนวนผลผลิต
1	การทดลองครั้งที่ 1		
2	การทดลองครั้งที่ 2		
3	การทดลองครั้งที่ 3		
4	การทดลองครั้งที่ 4		
5	การทดลองครั้งที่ 5		
6	การทดลองครั้งที่ 6		
7	การทดลองครั้งที่ 7		
8	การทดลองครั้งที่ 8		
9	การทดลองครั้งที่ 9		
10	การทดลองครั้งที่ 10		
รวมเฉลี่ย			

2. ขั้นตอนการผลิต และระยะเวลาในการผลิตรวม

ลำดับที่	ขั้นตอนการผลิต	จำนวนผลผลิต	ระยะเวลาในการผลิต	
			คิดค่าแรงงาน	ไม่คิดค่าแรงงาน
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
รวม				

Copyright by Mahidol University

ภาคผนวก ง.

ตารางผลการศึกษา

ตารางที่ ผ-1 แสดงระยะเวลาการเผาไหม้ของธูป

ลำดับที่	จำนวนซ้ำ	ธูปจากการทดลอง (วินาที)	ธูปชนิดที่ 1 (วินาที)	ธูปชนิดที่ 2 (วินาที)
1	ครั้งที่ 1	2680	2530	2410
2	ครั้งที่ 2	2690	2681	2510
3	ครั้งที่ 3	2430	2825	2595
4	ครั้งที่ 4	2660	2840	2875
5	ครั้งที่ 5	2915	2845	3070
6	ครั้งที่ 6	2720	2670	2405
7	ครั้งที่ 7	2732	2610	2695
8	ครั้งที่ 8	2750	2600	2855
9	ครั้งที่ 9	2925	2655	2845
10	ครั้งที่ 10	3145	2760	2880
ค่าเฉลี่ยรวม		2764.70	2701.60	2714.00
ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐาน		192.04	110.60	226.39

ที่มา : การตรวจสอบระยะเวลาการเผาไหม้ของธูปเดือนสิงหาคม 2542
สถานที่ทดลอง ห้องปฏิบัติการกลาง วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี

Copyright by Mahidol University



ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นายทศพล สังข์อยุทธ์

วัน เดือน ปีเกิด 12 พฤษภาคม 2496

สถานที่เกิด จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ประเทศไทย

ประวัติการศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ,
พ.ศ. 2518-2520
ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
คอ.บ. (วิศวกรรมเครื่องกล)
มหาวิทยาลัยมหิดล, พ.ศ. 2539-2543
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต วท.ม.
(เทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร)

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน พ.ศ. 2521 - 2525
ตำแหน่ง : อาจารย์ 1 ระดับ 3
วิทยาลัยเทคนิคนครพนม กรมอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ
ทำหน้าที่ หัวหน้าแผนกวิชาช่างกลโรงงาน
พ.ศ. 2525 - 2539
ตำแหน่ง : อาจารย์ 2 ระดับ 7
วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี กรมอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ
ทำหน้าที่ หัวหน้าแผนกวิชาช่างกลโรงงาน
พ.ศ. 2540 - ปัจจุบัน
ตำแหน่ง : อาจารย์ 3 ระดับ 8
วิทยาลัยเทคนิคสระบุรี กรมอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ
ทำหน้าที่ หัวหน้าแผนกวิชาเทคโนโลยีพื้นฐาน

Copyright by Mahidol University