# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 บทนำต้นเรื่อง

ประเทศไทยได้มีการพัฒนาการใช้พลังงานแปรรูป แบบต่างๆมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อรองรับกับอัตราการเพิ่มปริมาณการใช้พลังงาน ซึ่งมีอัตราเพิ่มขึ้นโดยเฉลี่ยประมาณร้อยละ 10 ต่อปี ตามอัตราการขยายตัวของเศรษฐกิจ ภาคพลังงานเป็นภาคหนึ่งที่มีอัตราการนำเข้าต่อปีสูง จากรายงานทางด้านพลังงาน (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2547) ในปี 2547 ประเทศไทยมีการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเป็นปีที่ 6 โดยเพิ่มขึ้นจากปี 2546 ร้อยละ 8.8 คิดเป็นปริมาณรวมทั้งสิ้น 61,262 พันตันเทียบเท่าน้ำมันดิบ แบ่งออกเป็นการใช้พลังงานในเชิงพาณิชย์ ซึ่งประกอบด้วยน้ำมันสำเร็จรูป ก๊าซธรรมชาติ ถ่านหินและไฟฟ้า เป็นสัดส่วนร้อยละ 82.8 เพิ่มขึ้นร้อยละ 9.0 และที่เหลืออีกร้อยละ 17.2 เป็นการใช้พลังงานหมุนเวียนอันประกอบด้วยฟืน ถ่าน แกลบ และกากอ้อย เพิ่มขึ้นร้อยละ 7.8 จะเห็นได้ว่าในส่วนของพลังงานหมุนเวียนยังคงมีการใช้เฉพาะฟืน ถ่าน แกลบ และกากอ้อยเพียงเท่านั้น แต่ประเทศไทยยังมีเศษวัสดุเหลือทิ้งอีกมากมายที่สามารถนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงได้ ดังนั้นการใช้พลังงานอย่างประหยัดและมีประสิทธิภาพสูงสุดจึงเป็นสิ่งสำคัญ

พลังงานหมุนเวียนเป็นแหล่งพลังงานที่ไม่มีวันหมด สามารถเกิดหรือปลูกทดแทนแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ได้แก่แสงแดด ลม น้ำและพลังงานจากวัสดุเหลือใช้หรือชีวมวลทางการเกษตรอุตสาหกรรม พลังงานเหล่านี้ควรนำมาพิจารณาและให้ความสนใจเป็นพิเศษเนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่สำคัญของภาคใต้แต่เดิมนั้นไม้ยางพาราจะถูกเผาทิ้งเป็นส่วนใหญ่ มีบางส่วนนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานปลาป่น โรงอิฐ โรงรมควันยางพารา เป็นต้น จนกระทั่งเริ่มมีโรงงานอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยางพาราเกิดขึ้นจึงได้มีการนำไม้ยางพารามาอบสารเคมี เพื่อป้องกันมอดและแมลงแล้วผลิตเป็นเฟอร์นิเจอร์ ไม้ยางพาราจึงเริ่มมีการนำมาใช้ประโยชน์มากขึ้น

อุตสาหกรรมไม้ยางพาราใช้ไม้ยางพาราที่ครบอายุการตัดโค่น มาเป็นวัตถุดิบในการผลิตเฟอร์นิเจอร์และไม้แผ่น โดยลักษณะการใช้เนื้อไม้นั้นแบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆคือ ใช้เนื้อไม้แปรรูปโดยตรงและใช้เนื้อไม้ที่ผ่านกรรมวิธีปรุงแต่ง เช่น ไม้ปาร์ติเกิลบอร์ด (particle board) ไม้อัด (plywood) แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (MDF-medium density fiber board) เป็นต้น เนื่องจากไม้ยางพาราเป็นไม้ที่เกิดจากการปลูกจึงไม่เป็นการทำลายป่าและสิ่งแวดล้อม ทำให้

สามารถส่งไปจำหน่ายในต่างประเทศได้โดยปราศจากการกีดกันทางการค้า อุตสาหกรรมไม้ยางพารา จึงเจริญเติบโตขึ้นมากในช่วงเวลา 10 ปีที่ผ่านมา

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมไม้ยางพารา มีส่วนที่เป็นเศษวัสดุเกิดขึ้นจากการผลิตสามารถแบ่งตามขนาดจากขนาดใหญ่ไปเล็กได้ดังนี้ คือ

1). ปีกไม้ เกิดจากการเลื่อยผ่าท่อนซุง เพื่อแปรรูปไม้ให้ได้ขนาด สำหรับโรงงานที่ใช้เนื้อไม้แปรรูป

2). เปลือกไม้ ส่วนใหญ่เกิดจากการลอกเปลือกออกในโรงงานผลิตไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง และไม้วีเนียร์ (veneer)

3). เศษไม้ เกิดจากการตัดส่วนที่มีตำหนิ หรือส่วนเกินของชิ้นงานทิ้ง

4). ขี้กบ เกิดจากการขึ้นรูปชิ้นงาน โดยวิธีการกลึง กัด และไส

5). ขี้เลื่อย เกิดจากการเลื่อยผ่าท่อนซุง และเลื่อยซอย

6). ฝุ่นไม้ เกิดจากการขัดผิวหน้าให้เรียบด้วยกระดาษทราย

เศษวัสดุที่เกิดขึ้นบางส่วน สามารถนำมาหมุนเวียนเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตและบางส่วนสามารถนำไปเผาเป็นเชื้อเพลิงเพื่อใช้พลังงานความร้อนได้ ส่วนฝุ่นไม้ซึ่งเกิดขึ้นในกระบวนการขัดเรียบ เป็นขยะที่โรงงานต้องการกำจัดทิ้ง

การจัดการฝุ่นไม้ในปัจจุบัน จึงเป็นปัญหาที่สำคัญต่ออุตสาหกรรมไม้ยางพารา มีการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อผลิตธูป ในสัดส่วนปริมาณน้อย ดังนั้นส่วนที่เหลือต้องเผาทิ้งหรือเททิ้ง ซึ่งการกำจัดเช่นนี้จะก่อให้เกิดมลภาวะทางสิ่งแวดล้อมค่อนข้างสูง โดยการเผาทิ้งจะเกิดการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ มีลักษณะเป็นควันต่อเนื่องตลอดเวลา เนื่องจากยังไม่มีการใช้เตาเผาฝุ่นไม้โดยเฉพาะ ส่วนการเททิ้งนั้น มีความยุ่งยากในการจัดการเคลื่อนย้ายฝุ่นไม้ เนื่องจากเป็นฝุ่นละเอียดน้ำหนักเบาฟุ้งกระจายได้ง่าย และต้องใช้พื้นที่มาก การนำฝุ่นไม้มาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงแข็งจึงสามารถแก้ปัญหาการกำจัดฝุ่นไม้ได้ อีกทั้งยังได้แหล่งเชื้อเพลิงเพิ่มขึ้นด้วย

จากผลงานวิจัยของ วิริยะ ดวงสุวรรณ และคณะ (2543) ได้ทำการสร้างต้นแบบเครื่องอัดเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ แบบอัดด้วยลูกสูบโดยใช้ระบบไฮดรอลิก มีหลักการทำงานคือใช้กระบอกไฮดรอลิก สามกระบอกในการอัดฝุ่นไม้ โดยกระบอกที่หนึ่งทำหน้าที่ป้อนฝุ่นไม้จากกรวยเก็บฝุ่น เข้าสู่ช่องอัดในแนวราบ กระบอกที่สองจะอัดฝุ่นไม้ในช่องอัดแนวดิ่ง เป็นการอัดเริ่มแรก ส่วนกระบอกที่สามเป็นกระบอกอัดตัวหลัก จะอัดฝุ่นไม้ในแนวราบตั้งฉากกับกระบอกไฮดรอลิกตัวที่หนึ่ง สามารถผลิตแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร ความยาว 35-90 มิลลิเมตร ใช้กำลังขับ 7.5 กิโลวัตต์ ควบคุมการทำงานด้วย PLC มีกำลังการผลิต 54 กิโลกรัมต่อชั่วโมง แต่ในโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพาราขนาดใหญ่มีปริมาณฝุ่นไม้เกิดขึ้นประมาณ 500

กิโลกรัมต่อชั่วโมง ดังนั้นเครื่องต้นแบบจึงไม่เหมาะสมกับการใช้งานในระดับนี้ จะต้องพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ให้มีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น

**1.2 อุตสาหกรรมไม้ยางพารา**

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ต้นยางพารา (Hevea brasiliensis Muell. Arg.) เป็นไม้ยืนต้นที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในบริเวณเขตชุ่มชื้น แถบลุ่มแม่น้ำอเมซอนในทวีปอเมริกาใต้ ต่อมาได้มีการขยายการปลูกไปยังบริเวณเขตต่างๆของโลกและบริเวณประเทศใกล้เส้นศูนย์สูตร ได้แก่ มาเลเซีย อินโดนีเซียและไทย ประเทศไทยได้มีการนำมาปลูกครั้งแรกในปี พ.ศ. 2443 โดย พระยารัษฎานุประดิษฐ์ เจ้าเมืองตรังในขณะนั้นจากนั้นอีก 6 ปี กรมป่าไม้ได้มีการทดลองปลูกต้นยางในบริเวณภาคใต้ของประเทศ ปัจจุบันการปลูกยางพาราได้มีการกระจายการปลูกไปยังภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งใหญ่ที่สุดยังคงเป็นภาคใต้รองลงมาได้แก่ ภาคตะวันออก ส่วนภาคตะวันออกเฉียงเหนือยังถือว่าอยู่ในขั้นทดลองผล จากการสำรวจพื้นที่ปลูกยางพารารวมทั้งประเทศมีจำนวน 12,618,792 ไร่ ให้ผลผลิตน้ำยางพารา 2.86 ล้านตันต่อปี ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แสดงพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งประเทศ

| จังหวัดที่ปลูกยางพารา | พื้นที่ปลูก (ไร่) | พื้นที่กรีด (ไร่) |
|---|---|---|
| 1. กระบี่ | 586,302 | 480,358 |
| 2. ชุมพร | 400,579 | 327,759 |
| 3. ตรัง | 1,290,757 | 1,131,988 |
| 4. นครศรีธรรมราช | 1,286,342 | 1,052,643 |
| 5. นราธิวาส | 980,180 | 762,784 |
| 6. ปัตตานี | 278,434 | 210,403 |
| 7. พังงา | 639,345 | 559,651 |
| 8. พัทลุง | 511,941 | 403,709 |
| 9. ภูเก็ต | 109,965 | 98,354 |
| 10. ยะลา | 1,021,284 | 755,012 |
| 11. ระนอง | 106,693 | 88,970 |
| 12. สงขลา | 1,387,861 | 1,141,730 |
| 13. สตูล | 266,452 | 213,951 |
| 14. สุราษฎร์ธานี | 1,754,996 | 1,436,362 |
| รวมภาคใต้ | 10,621,131 | 8,663,674 |

ตารางที่ 1.1(ต่อ) แสดงพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งประเทศ

| จังหวัดที่ปลูกยางพารา | พื้นที่ปลูก (ไร่) | พื้นที่กรีด (ไร่) |
|---|---|---|
| 15. ประจวบคีรีขันธ์ | 41,175 | 27,711 |
| 16. กาญจนบุรี | 33,859 | 27,865 |
| 17. จันทบุรี | 329,240 | 236,471 |
| 18. ฉะเชิงเทรา | 76,929 | 28,251 |
| 19. ชลบุรี | 135,133 | 111,065 |
| 20. ตราด | 197,985 | 157,337 |
| 21. ปราจีนบุรี | 2,551 | 1,091 |
| 22. ระยอง | 560,402 | 402,587 |
| 23. ราชบุรี | 1,635 | 1,030 |
| 24. สระแก้ว | 10,070 | 9,766 |
| รวมภาคตะวันออกและภาคกลาง | 1,388,979 | 1,003,174 |
| 25. กาฬสินธุ์ | 20,193 | 12,614 |
| 26. ขอนแก่น | 8,629 | 3,030 |
| 27. ชัยภูมิ | 7,278 | 4,366 |
| 28. นครพนม | 32,368 | 21,117 |
| 29. นครราชสีมา | 4,978 | 2,903 |
| 30. บุรีรัมย์ | 75,967 | 34,404 |
| 31. มหาสารคาม | 2,101 | 1,549 |
| 32. มุกดาหาร | 27,070 | 11,158 |
| 33. ยโสธร | 15,190 | 9,698 |
| 34. ร้อยเอ็ด | 11,252 | 8,661 |
| 35. เลย | 39,375 | 32,576 |
| 36. ศรีสะเกษ | 40,950 | 28,043 |
| 37. สกลนคร | 21,627 | 10,305 |
| 38. สุรินทร์ | 41,912 | 18,149 |
| 39. หนองคาย | 142,905 | 74,973 |
| 40. หนองบัวลำภู | 7,762 | 4,834 |
| 41. อำนาจเจริญ | 5,096 | 1,384 |
| 42. อุดรธานี | 53,034 | 35,844 |
| 43. อุบลราชธานี | 32,626 | 18,126 |
| รวมภาคตะวันออกเฉียงเหนือ | 590,313 | 333,734 |

ตารางที่ 1.1(ต่อ) แสดงพื้นที่ปลูกยางพาราทั้งประเทศ

| จังหวัดที่ปลูกยางพารา | พื้นที่ปลูก (ไร่) | พื้นที่กรีด (ไร่) |
|---|---|---|
| 44. เชียงราย | 910 | 910 |
| 45. เพชรบูรณ์ | 4,345 | 4,345 |
| 46. น่าน | 1,020 | 426 |
| 47. พะเยา | 606 | 606 |
| 48. พิษณุโลก | 8,966 | 3,900 |
| 49. อุทัยธานี | 2,522 | 116 |
| รวมภาคเหนือ | 18,369 | 10,303 |
| รวมทั้งประเทศ | 12,618,792 | 10,010,885 |

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร ร่วมกับสถาบันวิจัยยาง (2546)

หลังจากต้นยางพาราแก่ คือมีอายุประมาณ 18-23 ปีขึ้นไป ต้นยางพาราจะหมดหน้ากรีด กล่าวคือหน้ายางเดิมที่ผ่านการกรีดมาแล้วหลายครั้งจะไม่เรียบและมีความแข็งมากขึ้นทำให้ไม่สามารถกรีดได้ ส่วนหน้ายางที่ยังไม่ผ่านการกรีดมาก่อนจะอยู่สูง จึงจำเป็นต้องโค่นทิ้งเพื่อปลูกใหม่ ในระหว่างปี พ.ศ. 2536 - 2540 มีอัตราการโค่นไม้ยางพาราปีละ 200,000 - 240,000 ไร่ ซึ่งคิดเป็นปริมาณไม้ยางพาราประมาณ 8.75 - 11.84 ล้านลูกบาศก์เมตร (กรมวิชาการเกษตร, 2546) ไม้ยางพาราที่ได้จะป้อนเข้าสู่โรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพาราเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต โดยเฉลี่ยสวนยางพารา 1 ไร่ จะได้ไม้ยางพาราท่อนซึ่งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จำนวน 40 ลูกบาศก์เมตร แบ่งเป็น 4 ขนาด (กรมวิชาการเกษตร, 2548ก) ดังนี้คือ

1).ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 8 นิ้ว มีปริมาณ 5% นำไปทำไม้วีเนียร์, ไม้อัด

2).ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6-8 นิ้ว มีปริมาณ 57.50% นำไปเลื่อยทำไม้แปรรูปขนาดต่างๆ โดยไม้แปรรูปที่ได้จะนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆเช่น เครื่องเรือน เฟอร์นิเจอร์ ของเด็กเล่น วัสดุก่อสร้าง กรอบรูป ของชำร่วย

3).ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-6 นิ้ว มีปริมาณ 37.50% นำไปใช้ประโยชน์ได้ดังนี้ คือทำไม้ปาร์ติเกิ้ลบอร์ด ทำแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง เผาถ่าน ไม้ฟืนโรงรมควันยาง เชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ (ปลาป่น ถุงมือยาง โรงอิฐ ฯลฯ )

4). ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 2 นิ้ว จะกองรวมกันกับตอไม้เพื่อเผาทิ้งในไร่

ไม้ยางพารามีเนื้อไม้สีขาวอมเหลืองเมื่อสด และจะเปลี่ยนเป็นสีขาวจางเมื่อแห้ง ลักษณะเนื้อไม้คล้ายตาข่าย มีความหยาบปานกลางเสี้ยนตรงวงรอบปีไม่ชัดความหนาแน่นประมาณ

0.67 - 0.74 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ความชื้นในเนื้อไม้ 15 % เป็นไม้ที่มีคุณภาพทางกายภาพหลายประการใกล้เคียงกับไม้สัก มีลวดลายที่สวยงามย้อมสีได้ตกแต่งง่ายน้ำหนักเบาทั้งมีราคาถูกเมื่อเปรียบเทียบกับไม้ชนิดอื่น ด้วยองค์ประกอบทางด้านคุณสมบัติอันโดดเด่นหลายประการเช่นนี้ไม้ยางพาราจึงเป็นที่รู้จักและนิยมใช้กันแพร่หลายทั่วโลกในระยะเวลาอันรวดเร็ว ในชื่อของไม้สักขาว “(white teak)” (กรมวิชาการเกษตร, 2548ข)

**1.2.1 กระบวนการผลิตและเศษวัสดุในอุตสาหกรรมไม้ยางพารา**

อุตสาหกรรมไม้ยางพาราแต่ละประเภท ถึงแม้จะมีวัตถุดิบคือไม้ยางพาราเหมือนกันแต่จะมีกระบวนการผลิตที่ไม่เหมือนกัน ทำให้มีเศษวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตต่างกัน อุตสาหกรรมไม้ยางพารามีหลายประเภทดังนี้

1.2.1.1 โรงงานแปรรูปไม้ ปัจจุบันการใช้ไม้ยางพาราแพร่หลายในทั่วทุกภาคของประเทศ โรงงานแปรรูปไม้ยางพาราส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในภาคใต้ เนื่องจากมีพื้นที่ปลูกยางพาราประมาณ 85% ของพื้นที่ปลูกยางของประเทศ โรงงานแปรรูปไม้มีปริมาณวัตถุดิบคือไม้ท่อนอยู่ค่อนข้างมากในการแปรรูปต้องมีความชำนาญและเข้าใจถึงความต้องการ ในการแปรรูปให้ได้ไม้แปรรูปมากๆเพื่อขายไม้แปรรูปให้กับอุตสาหกรรม

เมื่อไม้ยางพาราท่อนเข้าสู่โรงงานแปรรูป จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการแปรรูปทันทีเพื่อป้องกันการทำลายของเชื้อราและแมลง การแปรรูปทำได้โดยการเลื่อยไม้ท่อนด้านข้างออกทั้งสี่ด้าน เพื่อให้ไม้ท่อนมีลักษณะหน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมเศษด้านข้างจะเรียกว่าปีกไม้ จากนั้นทำการเลื่อยไม้ให้ได้ตามขนาดที่ต้องการในกระบวนการเลื่อยจะเกิดขี้เลื่อย ไม้แปรรูปที่ได้จะทำการอัดน้ำยาจำพวกบอเรตหรือโบรอนโดยการอัดเข้าเนื้อไม้แบบเต็มเซลล์ก่อนอบไม้ ใช้เวลาในการอัดต่อครั้งประมาณ 1½ - 2 ชั่วโมง ที่ความดัน 150 - 200 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ไม้ยางพาราหลังจากผ่านการอัดน้ำยาแล้วจะเข้าอบเพื่อลดความชื้น ลักษณะเตาอบไม้เป็นการอบไม้แบบใช้ไอน้ำทั้งสิ้นโดยจะอบไม้ให้มีความชื้น 8-12 % ใช้เวลาในการอบแต่ละเตาประมาณ 7-15 วัน (สกย, 2548) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของเตา ความหนาและความชื้นในเนื้อไม้ก่อนเข้าอบ การตรวจสอบความชื้นของไม้จะใช้เครื่องวัดความชื้น (มาตรวัดหาค่าความชื้น)

การทดสอบความชื้นของไม้จำเป็นมาก เพราะไม้ยางพาราเป็นไม้ที่สามารถดูดซึมความชื้นในอากาศได้ดี ต้องดูแลไม้ยางพาราที่อบแห้งแล้วเป็นอย่างดีโดยวางไว้ในที่ที่ฝนสาดไม่ถึง ไม้ยางพาราที่นำออกจากเตาอบ มีความชื้นอยู่ที่ 8-10 % เมื่อไม้ออกจากเตาอบมาอยู่ในระดับบรรยากาศปกติ การดูดซึมความชื้นในไม้จะค่อยๆเปลี่ยนแปลงตามภาวะของอากาศ

1.2.1.2 โรงงานเฟอร์นิเจอร์และเครื่องเรือน เฟอร์นิเจอร์ไม้ผลิตจากไม้ยางพาราร้อยละ 60 ผลิตจากไม้เนื้อแข็งร้อยละ 10 และที่เหลืออีกร้อยละ 30 ผลิตจากไม้แผ่นเรียบ เช่น

ปาร์ติเกิลบอร์ดและไม้อัดซึ่งส่วนใหญ่มาจากไม้ยางพาราร้อยละ 90 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคือไม้ยางพาราแปรรูป โรงงานบางแห่งจะทำการแปรรูปไม้เองไม้แปรรูปจะถูกนำมาต่อกันให้เป็นแผ่นโดยใช้กาวติด แล้วทำการตัดให้ได้ขนาดตามที่ต้องการในกระบวนการนี้จะเกิดเศษไม้และขี้เลื่อย จากนั้นจะทำการกลึงหรือไสเพื่อให้ได้ขนาดในกระบวนการนี้จะเกิดขี้กบ เมื่อได้ชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปเสร็จแล้วจะทำการขัดผิวให้เรียบด้วยกระดาษทรายในกระบวนการนี้จะเกิดฝุ่นไม้ ขั้นตอนสุดท้ายคือการประกอบแต่ละชิ้นส่วนเข้าด้วยกันและทำสี

1.2.1.3 โรงงานของเด็กเล่นและลูกปัด วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตคือไม้ยางพาราแปรรูป ผลิตภัณฑ์จะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนขนาดเล็กหลายๆชิ้นมาประกอบกัน กระบวนการผลิตจะมีการกลึงและไสเป็นหลัก แต่เนื่องจากชิ้นส่วนมีขนาดเล็กมากเศษวัสดุที่เกิดขึ้นจึงมีขนาดเท่ากับขี้เลื่อย จากนั้นชิ้นส่วนที่ได้จะต้องผ่านการขัดผิวให้เรียบกระบวนการนี้จะเกิดฝุ่นไม้ ชิ้นส่วนที่มีตำหนิจะถูกคัดออกเป็นเศษไม้ไปรวมกับเศษที่เหลือจากการกลึง

1.2.1.4 โรงงานปาร์เกต์และไม้ประสาน ไม้ยางพาราแปรรูปจะถูกตัดเป็นแท่งสั้นๆ แท่งที่มีตำหนิจะถูกคัดออกในกระบวนการนี้จะเกิดเศษไม้และขี้เลื่อย จากนั้นแท่งไม้จะถูกทำให้เป็นข้อต่อด้านหัวกับท้ายเพื่อที่จะประกอบกันเป็นเส้นยาว เมื่อนำหลายๆเส้นมาติดกันด้วยกาวก็จะได้เป็นแผ่น แผ่นไม้ที่ได้จะผ่านกระบวนการตัดขอบให้ได้ขนาดไสผิวหน้า และขัดด้วยกระดาษทรายให้เรียบในระหว่างกระบวนนี้จะเกิดเศษไม้ ขี้เลื่อย ขี้กบและฝุ่นไม้ขึ้น

1.2.1.5 โรงงานแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางและแผ่นชิ้นไม้อัด แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง ใช้เส้นใยของไม้ยางพารามาอัดร้อน โดยใช้กาวหรือตัวประสานอินทรีย์ (organic binder) เป็นส่วนประกอบเพื่อให้เกิดการยึดเหนี่ยวระหว่างเส้นใย มีความหนาแน่นอยู่ในช่วง 500-800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตได้แก่ เศษไม้ยางพาราและไม้ยางพาราท่อนขนาดเล็ก จะถูกนำเข้าเครื่องบดให้เป็นผงละเอียด แล้วผสมกาว เข้าหม้อกวนจนได้ที่ จากนั้นจะลำเลียงจากหม้อผสมมาตามท่อเพื่อโรยบนแท่นอัด แล้วรีดด้วยความร้อนออกมาเป็นแผ่น เพื่อให้แผ่นไม้ทนต่อความชื้นจะมีการปิดผิวด้วยแผ่นเมลามีน (melamine board) หรือวีเนียร์ นำมาตัดตามขนาดมาตรฐานและขัดผิวให้เรียบ (วัลยุทธ เฟื่องวิวัฒน์, 2546) จากกระบวนการผลิตที่กล่าวมาจะเกิดเปลือกไม้จากการปอกผิวก่อนบด เศษไม้กับขี้เลื่อยจากการตัดให้ได้ตามขนาดและฝุ่นไม้จากการขัดผิวหน้าให้เรียบ

แผ่นชิ้นไม้อัดจะนำเอาเศษไม้ ปีกไม้หรือไม้ยางพาราท่อนขนาดเล็ก มาเข้าเครื่องย่อยแล้วนำไปเข้าเตาอบให้แห้ง แล้วคัดขนาดชิ้นไม้เพื่อนำไปผสมกาวและน้ำยารักษาเนื้อไม้ ต่อจากนั้นก็นำเข้าเครื่องอัดร้อนเพื่อทำให้เป็นแผ่นตามความหนา และตัดตามขนาดที่ต้องการ ซึ่งมีทั้งชนิดเปลือย (plainboard) และชนิดปิดผิวด้วยกระดาษเคลือบกาวเมลามีน ซึ่งมีลายไม้และสีสันต่างๆ

เพื่อให้เหมือนไม้ธรรมชาติ แผ่นชิ้นไม้อัดมีจุดด้อยคือมีความหนาแน่นน้อย เนื่องจากเนื้อวัสดุส่วนใหญ่เป็นกาวที่แข็งตัว (วรธรรม อุ่นจิตติชัย, 2541) เศษวัสดุที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตจะเหมือนกับการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง

1.2.1.6 โรงงานไม้แผ่นอัดสลับชั้นและไม้วีเนียร์ ผลิตโดยการนำเอาไม้ยางพาราท่อนมาตัดให้ได้ความยาวที่ต้องการ แล้วกลึงปอกหรือฝานให้ได้แผ่นไม้เป็นแผ่นบางๆมีความหนาตั้งแต่ 1-4 มิลลิเมตร แยกส่วนที่เป็นเปลือกไม้ออกแล้วนำมาตัดออกเป็นแผ่นตามขนาดที่ต้องการ ในกระบวนการนี้จะมีเปลือกไม้และแกนไม้ที่เหลือจากการปอก หากจะนำเอาวีเนียร์ดังกล่าวมาทำเป็นไม้อัดจะต้องนำเอาไม้วีเนียร์มาเรียงกันในลักษณะตั้งแต่สามชั้นขึ้นไป และชั้นที่ติดกันต้องมีแนวเสี้ยนขวางตั้งฉากกัน เพื่อเพิ่มสมบัติของความแข็งแรงและลดการขยายตัวหรือหดตัวในแนวระนาบของแผ่นให้น้อยที่สุดเมื่อมีปริมาณความชื้นเปลี่ยนแปลง การเพิ่มจำนวนชั้นจะเพิ่มเป็นจำนวนคี่เสมอการอัดยึดจะใช้กาวหรือตัวประสานอินทรีย์ จากนั้นจะนำไปผ่านการอัดด้วยความร้อน (hot press) เพื่อทำให้ไม้อัดเป็นเนื้อเดียวกันซึ่งจากกระบวนการนี้จะทำให้แผ่นไม้อัดมีความหนาแน่นที่สูงกว่าไม้จริงและไม้สังเคราะห์ประเภทอื่นๆ แล้วทำการตัดให้ได้ตามขนาดในกระบวนการนี้จะเกิดเศษไม้และขี้เลื่อยจากการตัดขอบ

**1.2.2 เศษวัสดุจากกระบวนการผลิตและศักยภาพการใช้เศษวัสดุ**

กระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมไม้ยางพารา มีส่วนที่เป็นเศษวัสดุเกิดขึ้นจากการผลิต โดยแบ่งตามขนาดจากขนาดใหญ่ไปเล็กได้ดังนี้คือ ปีกไม้ เปลือกไม้ เศษไม้ ขี้กบ ขี้เลื่อย และฝุ่นไม้

1.2.2.1 ปีกไม้ นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางและแผ่นชิ้นไม้อัดได้ นอกจากนี้ยังนำไปใช้ เผาถ่าน ไม้ฟืนโรงรมควันยางและเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น โรงงานปลาป่น โรงงานถุงมือยาง โรงอิฐ เป็นต้น

1.2.3.2 เปลือกไม้ ส่วนใหญ่เกิดในโรงงานผลิตแผ่นไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง แผ่นชิ้นไม้อัดและไม้วีเนียร์ ที่ต้องลอกเปลือกไม้ยางพาราท่อนออก ส่วนใหญ่ไม่ได้นำไปใช้ประโยชน์

1.2.3.3 เศษไม้ นำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลางและแผ่นชิ้นไม้อัด ใช้เป็นเชื้อเพลิงภายในโรงงานเพื่อให้พลังงานความร้อนได้

1.2.3.4 ขี้กบ บางโรงงานนำไปใช้รวมกับเศษไม้ เพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงภายในโรงงาน

1.2.3.5 ขี้เลื่อย นำไปใช้ผสมกับปีกไม้เพื่อผลิตแผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง แผ่นชิ้นไม้อัด

1.2.3.6 ฝุ่นไม้ มีสัดส่วนปริมาณน้อยที่ใช้ผลิตธูป

**1.3 การตรวจเอกสาร**

**1.3.1 เทคโนโลยีที่ใช้ในการอัด**

การอัดแน่น (densification) มีจุดมุ่งหมายสองอย่างคือ ต้องการอัดวัสดุร่วนซุยภายใต้ความดันเพื่อลดปริมาตรลง และต้องการให้อนุภาคของวัสดุเหล่านั้นเกาะรวมกันเป็นก้อน ดังนั้นผลิตภัณฑ์ที่ได้จะอยู่ในสภาพที่เป็นก้อนแข็งเนื่องจากการอัดที่ความดันสูง โดยปกติจะอัดเป็นรูปทรงกระบอกถ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเชื้อเพลิงใหญ่กว่า 30 มิลลิเมตร จะเรียกว่าเชื้อเพลิงแท่ง (briquette) แต่ถ้าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเชื้อเพลิงเล็กว่า 30 มิลลิเมตร จะเรียกว่าเชื้อเพลิงอัดเม็ด (pellet)

การอัดเม็ด วัตถุดิบส่วนใหญ่ได้แก่ เปลือกไม้ ขี้กบและเศษไม้ นำมาย่อยให้ได้ขนาดใกล้เคียงกันแล้วผสมกับขี้เลื่อย จากนั้นทำให้แห้งแล้วนำมาอัดเป็นเม็ด มีการกำหนดความชื้นของวัตถุดิบไว้ต่ำมากคือ 5-10% และกำหนดเปอร์เซ็นต์ฝุ่นผงโดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ไว้ต่ำกว่า 0.5% (PFI, 1995) เนื่องจากเม็ดเชื้อเพลิงที่ได้จากการอัดโดยวิธีนี้มีขนาดเล็กใช้ได้กับเตาที่ออกแบบมาเป็นพิเศษ ดังนั้นจึงไม่เหมาะกับการนำฝุ่นไม้มาอัดเม็ดเพื่อใช้เป็นเชื้อเพลิงเสริมในโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพารา ซึ่งมีหม้อไอน้ำที่ใช้เชื้อเพลิงแข็งอยู่แล้ว

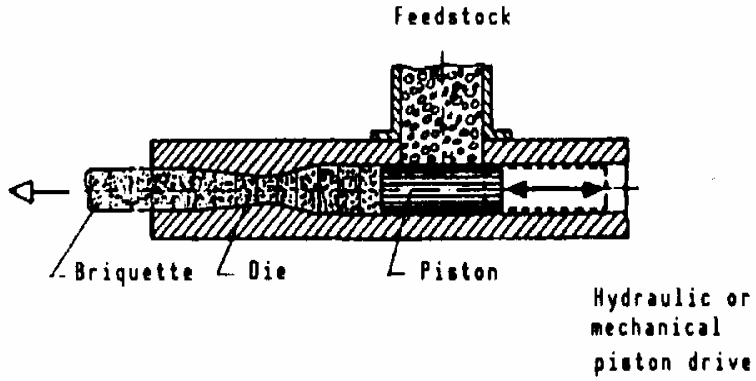
1.3.1.1 เทคโนโลยีที่ใช้ในการอัดแท่งมี 3 วิธี (Eriksson and Prior, 1990) ได้แก่

ก). การอัดโดยใช้ลูกสูบ (piston press) วัตถุดิบจะถูกป้อนลงในกระบอกอัด จากนั้นจะอัดด้วยลูกสูบให้เข้าไปในแม่พิมพ์เมื่อวัตถุดิบเสียดสีกับผนังแม่พิมพ์จะเกิดความร้อนขึ้น ทำให้ลิกนินในเนื้อวัตถุดิบถูกบีบออกมาเป็นตัวช่วยประสานอนุภาควัตถุดิบให้ยึดติดกัน การอัดโดยใช้ลูกสูบ จำแนกเป็นระบบเชิงกล (mechanical piston press) และระบบไฮดรอลิก (hydraulic piston press) ทั้งสองระบบมีหลักการทำงานที่เหมือนกัน คือมีช่วงชักของลูกสูบ (ช่วงอัดเข้ากับถอยออก) ต่างกันเพียงกลไกที่ไปดันลูกสูบ โดยระบบเชิงกลจะส่งแรงจากเพลาข้อเหวี่ยงผ่านก้านสูบเพื่อไปดันลูกสูบ ส่วนระบบไฮดรอลิกจะส่งแรงผ่านระบบน้ำมันไฮดรอลิกความดันสูงให้กับกระบอกไฮดรอลิก การอัดแท่งโดยใช้ลูกสูบแสดงไว้ดังรูปที่ 1.1

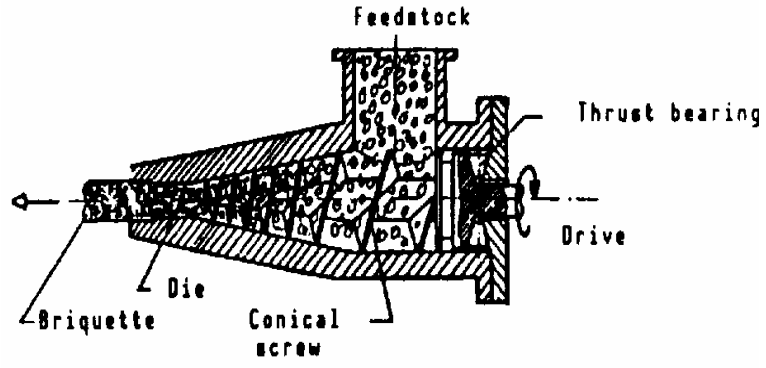
ข).การอัดโดยใช้สกรูอัด (screw extruder) วิธีนี้ความดันจะถูกส่งผ่านอย่างต่อเนื่องกระทำกับวัตถุดิบโดยผ่านสกรู สกรูจะอัดวัตถุดิบผ่านแม่พิมพ์ (die) ลักษณะของสกรูมีสองแบบคือ แบบทรงกระบอก (cylindrical screw) และแบบทรงกรวย (conical screw) สำหรับแม่พิมพ์นั้นก็มีสองแบบคือ แบบที่มีการให้ความร้อนจากภายนอก และแบบที่ไม่มีการให้ความร้อน รูปที่ 1.2 แสดงการอัดแท่งโดยใช้สกรูทรงกรวย

ค).การอัดโดยใช้แรงคน (manual press) วัตถุดิบจะถูกอัดแบบเปียกผ่านอุปกรณ์ที่ใช้อัดแท่งซึ่งถูกสร้างขึ้นให้สามารถอัดโดยใช้มือโยกหรือใช้แรงงานสัตว์ได้ ความดันใน

การอัดมีค่าไม่สูงพอที่จะทำให้วัตถุดิบถูกบีบจนติดกันจะเกิดการยุบตัวขึ้นเพียงเล็กน้อย แท่งเชื้อเพลิงที่ได้จะต้องนำมาผึ่งแดดให้แห้ง




รูปที่ 1.1 การอัดแท่งโดยใช้ลูกสูบ
ที่มา : Eriksson and Prior (1990)




รูปที่ 1.2 การอัดแท่งโดยใช้สกรูทรงกรวย
ที่มา : Eriksson and Prior (1990)

1.3.1.2 การพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีในการอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้

การอัดแท่งโดยใช้ลูกสูบระบบเชิงกลและการอัดแท่งโดยใช้สกรูอัด มีความยุ่งยากในการสร้างชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักร และเครื่องอัดไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงได้ ส่วนการอัดแท่งโดยใช้แรงคนหรือสัตว์จะมีกำลังการผลิตที่ต่ำ ไม่เหมาะ

สำหรับการใช้งานในระดับอุตสาหกรรมที่ต้องการเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตสูงและทำงานอัตโนมัติ ดังนั้นจึงเลือกใช้การอัดแท่งโดยใช้ลูกสูบระบบไฮดรอลิก เนื่องจากระบบไฮดรอลิกสามารถปรับเปลี่ยนแรงดันน้ำมันที่ใช้ในการอัดแท่งเชื้อเพลิงได้ เหมาะสำหรับการทดลองหาผลของตัวแปรที่เหมาะสมในการอัดฝุ่นไม้ให้ได้คุณสมบัติตามที่ต้องการ (วิริยะ ดวงสุวรรณ, 2544)

**1.3.2 คุณสมบัติของเชื้อเพลิงแข็ง**

ในการผลิตเชื้อเพลิงแข็ง คุณสมบัติที่ต้องการเป็นอันดับแรกคือ แท่งเชื้อเพลิงมีคุณสมบัติในการเผาไหม้ที่ดีหรือสามารถติดไฟได้ดี คุณสมบัติข้อนี้จะขึ้นอยู่กับเศษวัสดุที่เป็นวัตถุดิบ ขนาด รูปร่างและความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง แต่ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้วัตถุดิบ ขนาดและรูปร่างจะเหมือนกัน ดังนั้นความสามารถในการติดไฟจึงขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิง

ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงแข็งแต่ละแท่งเรียกว่า ความหนาแน่นปรากฏ (apparent density) กระบวนการส่วนใหญ่สามารถผลิตแท่งเชื้อเพลิงให้มีความหนาแน่นได้สูงกว่า 1,000 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ความหนาแน่นสูงสุดที่สามารถอัดแน่นได้จะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นเชิงกายภาพของเศษวัสดุแต่ละชนิด สำหรับเศษพืชส่วนใหญ่ความหนาแน่นสูงสุดจะเท่ากับ 1,500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากการทดลองของ วิริยะ ดวงสุวรรณ และคณะ (2543) ได้ทำการอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ด้วยชุดไฮดรอลิก ที่สามารถปรับความดันน้ำมันไฮดรอลิกได้ถึง 1,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว พบว่าแท่งฝุ่นไม้ที่ความหนาแน่น 850 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เริ่มติดลุกเป็นเปลวไฟได้ดี ส่วนที่ความหนาแน่น 950 และ 1,100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ติดไฟได้ดีมากจึงสรุปว่าที่ความหนาแน่นประมาณ 850-1,100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แท่งฝุ่นไม้สามารถติดไฟได้ดีส่วนที่ความหนาแน่นสูงกว่านี้ยังไม่มีการทดลอง อย่างไรก็ตามในการทดลองดังกล่าวมีข้อจำกัดอยู่ที่แท่งฝุ่นไม้ที่นำมาเผามีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เท่ากัน ซึ่งอาจจะมีผลต่อการเผาไหม้เพราะแท่งฝุ่นไม้ขนาดเล็กสามารถเผาไหม้ได้ง่ายกว่าแท่งฝุ่นไม้ขนาดใหญ่ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทดลองใหม่โดยต้องอัดแท่งฝุ่นไม้ให้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากันที่ความหนาแน่นต่างๆกัน

ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงยังมีผลต่อคุณสมบัติการคงสภาพของเชื้อเพลิงแข็งอีกด้วยซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ต้องการเป็นอันดับที่สอง การคงสภาพคือการที่แท่งเชื้อเพลิงไม่ร่วนหรือหลุดเป็นผงขณะมีการเคลื่อนย้าย ขนส่ง และไม่พองตัวระหว่างจัดเก็บ ซึ่งสามารถวัดได้ด้วยตัวแปรหลักสองตัวได้แก่

1.3.2.1 ความร่วน กรอบ หลุดเป็นผง (friability) เป็นตัววัดความต้านทานต่อแรงกระทำเชิงกลเช่น การกระแทกขณะขนย้าย หยิบจับ หรือขนส่งเป็นต้น สามารถทดสอบคุณสมบัตินี้ได้โดยการใส่แท่งเชื้อเพลิงในกระบอกหมุน (rotating drum) หรือทดลองปล่อยที่ความสูงที่

ต้องการทดสอบ ด้วยวิธีการทั้งสองหลังจากนั้นนำมาร่อนด้วยตะแกรงขนาด 20 มิลลิเมตร ส่วนที่เหลืออยู่จะนำมาใช้เป็นดรรชนีบ่งบอกถึงความร่วน (CRA, 1987)

1.3.2.2 ความต้านทานความชื้น (resistance to humidity) การทดสอบความต้านทานความชื้นสามารถทำได้โดยการทิ้งเชื้อเพลิงแท่งไว้ในอากาศชื้นเป็นระยะเวลา 21 วัน ในสภาพบรรยากาศปกติที่มีอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความชื้น 95% จากนั้นวัดการพองตัวของแท่งเชื้อเพลิง การยืดตัวที่ยอมรับได้ต้องน้อยกว่า 30% และถ้าน้อยกว่า 20% ถือเป็นอุดมคติ (Eriksson and Prior, 1990)

การทำให้แท่งเชื้อเพลิงมีความหนาแน่นสูงขึ้น มีผลทำให้แท่งเชื้อเพลิงเผาไหม้ได้ยากขึ้นแต่กลับทำให้แท่งเชื้อเพลิงคงสภาพมากขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาช่วงความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ที่สามารถติดไฟได้ดี และช่วงความหนาแน่นดังกล่าวแท่งเชื้อเพลิงจะยังคงรูปร่างเป็นของแข็งได้นาน ซึ่งหมายถึงแท่งเชื้อเพลิงจะต้องมีความแน่นเพียงพอ ทนการกระแทก และทนต่อความชื้นได้ดีในระดับหนึ่งนั้นเอง

**1.4 วัตถุประสงค์**

1). เพื่อสำรวจข้อมูลปริมาณฝุ่นไม้ที่เกิดขึ้นจริงในอุตสาหกรรมไม้ยางพารา เพื่อประเมินศักยภาพด้านพลังงานของฝุ่นไม้

2). เพื่อศึกษาผลของตัวแปรที่ใช้ในการผลิตแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ ได้แก่ แรงอัด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความยาวของแท่งเชื้อเพลิง ซึ่งส่งผลต่อความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงที่อัดได้ เพื่อนำไปเป็นข้อมูลในการออกแบบ

3). เพื่อออกแบบและสร้าง เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ขนาดย่อ ของเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิต ที่เหมาะสมกับการใช้งานในระดับอุตสาหกรรม

4). เพื่อทดสอบสมรรถนะการทำงาน ของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ เพื่อหาอัตราการผลิต ต้นทุนการผลิต และแนวทางการบำรุงรักษา

**1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1). สามารถนำข้อมูลศักยภาพของฝุ่นไม้ ซึ่งเป็นพลังงานหมุนเวียนที่ไม่มีวันหมดสามารถเกิดหรือปลูกทดแทนได้ มาวิเคราะห์ผลตอบแทนทางด้านเศรษฐศาสตร์ในการใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน นอกจากนี้ยังสามารถนำข้อมูลไปใช้เป็นฐานอ้างอิงได้

2). ได้เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ขนาดย่อของเครื่องจักรที่มีกำลังการผลิตซึ่งเหมาะกับการใช้งานในระดับอุตสาหกรรม

3). สามารถนำเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ ไปใช้งานภายในโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพารา เพื่อผลิตแท่งเชื้อเพลิงมาใช้ในกระบวนการผลิต ช่วยลดต้นทุนการผลิตด้านพลังงานลงได้ นอกจากนี้ยังสามารถลดปัญหาการกำจัดฝุ่นไม้โดยวิธีการเผาหรือเททิ้งซึ่งส่งผลกระทบต่อสภาวะแวดล้อม

**1.6 ขอบเขตของการวิจัย**

1). การสำรวจข้อมูลปริมาณฝุ่นไม้ ในโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพารา

2). การทดสอบในห้องปฏิบัติการ เพื่อศึกษาค่าตัวแปรต่างๆสำหรับแท่งเชื้อเพลิงที่เหมาะสม โดยมีตัวแปรที่ต้องการจะศึกษาดังนี้

- ความหนาแน่นของแท่งเชื้อเพลิงแข็ง ตั้งแต่ 700-1,100 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแท่งเชื้อเพลิงแข็ง 30 มิลลิเมตร ความยาวของแท่งเชื้อเพลิงแข็งมีขนาด 1-1.5 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

3). การออกแบบและสร้าง เครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ขนาดย่อ

4). การทดสอบสมรรถนะการทำงาน ของเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ขนาดย่อ พร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและหาแนวทางการบำรุงรักษา

**1.7 สรุป**

การนำฝุ่นไม้มาอัดเป็นแท่งเชื้อเพลิงแข็งสามารถทำได้ โดยวิธีการอัดแบบลูกสูบด้วยระบบไฮดรอลิกให้ได้ความหนาแน่นประมาณ 850-930 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมในการนำมาทำเป็นแท่งเชื้อเพลิง การนำแท่งฝุ่นไม้ไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาเพื่อให้พลังงานความร้อนแก่กระบวนผลิตภายในโรงงานอุตสาหกรรมไม้ยางพารา นอกจากจะเป็นการลดต้นทุนการผลิตทางด้านพลังงานลงแล้ว ยังเป็นการช่วยแก้ปัญหาการกำจัดฝุ่นไม้โดยวิธีการเผาหรือเททิ้งซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกด้วย เนื่องจากต้นแบบเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ซึ่งมีกำลังการผลิตเพียง 54 กิโลกรัมต่อชั่วโมง ไม่เหมาะสมกับการใช้งานในระดับอุตสาหกรรม จึงต้องทำการพัฒนาเครื่องอัดแท่งเชื้อเพลิงแข็งจากฝุ่นไม้ให้มีกำลังการผลิตเพิ่มขึ้น