

การคัดเลือกสายต้นไผ่ขางหม่นที่มีศักยภาพในการผลิตชีวมวล

Selection of Bamboo (*Dendrocalamus sericeus* Cl. Sang Mon) for Biomass Production

ธัญพิสิษฐ์ พวงจิก*, พรชัย หาระโคตร และกุลรัตน์ บัวชุม

สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ศูนย์รังสิต ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Thanpisit Phuangchik*, Bhornchai Harakotr and Kunrat Buachum

Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University,

Rangsit Centre, Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

Received: July 24, 2019; Accepted: August 14, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อคัดเลือกสายต้นไผ่ขางหม่นที่มีศักยภาพในการผลิตชีวมวล โดยคัดเลือกไผ่ขางหม่นที่มีช่วงอายุ 3 ปีขึ้นไป จำนวนทั้งหมด 211 สายต้น ที่มีลักษณะทางกายภาพดีสามารถคัดเลือกได้จำนวน 10 สายต้น ได้แก่ สายต้นที่ 44, 53, 71, 83, 89, 101, 106, 120, 206 และ 211 แล้วนำไปผ่านกระบวนการคาร์บอนไนเซชันให้ได้ถ่านที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำมาบดให้ละเอียดจนเป็นผงถ่าน จากนั้นนำไปตรวจสอบสมบัติทางเคมีด้วยการวิเคราะห์หาค่าความร้อนและปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนในส่วนหนึ่งนำไปทดสอบหาค่าการดูดความชื้น พบว่าสายต้นไผ่ขางหม่นที่นำมาศึกษาให้ค่าพลังงานความร้อนและปริมาณแอมโมเนียแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ค่าการดูดความชื้นไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยไผ่ขางหม่นสายต้นที่ 44 มีค่าพลังงานความร้อนสูงที่สุด (6,963.7 cal/g) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับสายต้นที่ 120 (6,957.6 cal/g) ขณะที่สายต้นที่ 120 มีปริมาณแอมโมเนียต่ำที่สุด (2.04 %) ดังนั้นไผ่ขางหม่นสายต้นที่ 120 มีศักยภาพเป็นวัตถุดิบในการผลิตชีวมวล

คำสำคัญ : ไผ่ขางหม่น; ค่าความร้อน; ถ่านชีวมวล

Abstract

The purpose of this study was to select bamboo (*Dendrocalamus sericeus* Munro) clones, which have a potential for biomass production. The top ten with three-year-old bamboo clones were selected from 211 clones, based on physical properties. The selected bamboo clones included the clones number 44, 53, 71, 83, 89, 101, 106, 120, 206 and 211. The selected bamboo clones were brought to the carbonization process (at a temperature of 500 °C with 1 hour holding time), then ground into charcoal powders, followed by analyses of chemical properties, heat value and ash content. Other

parts of dried bamboo were measured for moisture content. The results indicated that various bamboo clones showed significant differences of heat values and ash contents. However, their moisture contents have no significant difference. The bamboo clone number 44 gave the highest heat value (6,963.7 cal/g), with no significance with that of the clone number 120 (6,957.6 cal/g). Moreover, the bamboo clone number 120 has the lowest ash content (2.04%). Therefore, the bamboo clone number 120 has a high potential as a material to produce biomass.

Keywords: Sang Mon bamboo; heat value; biomass charcoal

1. คำนำ

ไผ่เป็นพืชในตระกูล Poaceae ปัจจุบันทั่วโลกสำรวจพบไผ่มากกว่า 111 สกุล หรือ 1,447 ชนิด โดยเป็นสกุลไผ่ตง (*Dendrocalamus*) จำนวน 52 ชนิด (Ohmberger, 1999) ไผ่เป็นพืชโตเร็ว ขยายพันธุ์ได้ง่าย ให้ผลตอบแทนในระยะเวลาอันสั้น สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมเกือบทุกพื้นที่ของประเทศไทย ไผ่ใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วน มีสมบัติที่ยืดหยุ่น ดัดงอได้ง่าย สามารถนำเนื้อไม้มาใช้ตั้งแต่อายุ 1-6 ปี (ไพรรรณ และคณะ, 2547) ไผ่ไม่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศ ด้านการอุปโภคบริโภค หน่อของไผ่ไม่นำมาบริโภคได้ ด้านการก่อสร้างและหัตถกรรม ด้านอุตสาหกรรมการส่งออก อีกทั้งการนำมาผลิตเป็นเชื้อเพลิงพลังงานทดแทนที่สร้างมูลค่าจากไม้ไผ่ได้มหาศาล นอกจากนี้ไผ่ยังสามารถป้องกันการพังทลายของดิน ชะลอความเร็วของกระแสน้ำและกระแสนลม ให้ร่มเงา ใช้ประดับตกแต่งอาคารสถานที่ เนื่องจากลวดลายของเนื้อไม้ที่สวยงามแตกต่างไปจากไม้ชนิดอื่น (สุทัศน์, 2537)

พลังงานชีวมวลทดแทนเข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะชีวมวลทดแทนจากพืช เนื่องจากแหล่งพลังงานหลัก คือ ก๊าซธรรมชาติ น้ำมันดิบ ถ่านหิน และแหล่งพลังงานอื่น ๆ มีปริมาณการใช้ที่เพิ่มขึ้นต่อเนื่องและกำลังจะหมดลงในอนาคตอันใกล้ อีกทั้งราคาและต้นทุนที่สูงจึงยากต่อการลงทุน ชีวมวลจึงเป็นพลังงาน

ทางเลือกที่จะขับเคลื่อนและดำเนินกิจกรรมทางเศรษฐกิจในอนาคต ชีวมวลจากไผ่ 2 ตันสด จะผลิตเม็ดเชื้อเพลิงได้ 1 ตัน หรือกลั่นน้ำมันดีเซลได้ 454.6 ลิตร ผลิตก๊าซชีวภาพได้ 500-600 ลิตร ผลิตถ่านกัมมันต์ได้ 250 กิโลกรัม (รัฐพิธีษฐ์, 2558) จะเห็นได้ว่าไผ่สามารถผลิตพลังงานทดแทนที่มีมูลค่ามหาศาล

ไผ่ชางหม่น (*Dendrocalamus sericeus* Munro) มีถิ่นกำเนิดอยู่ภาคเหนือของประเทศไทย มีลักษณะที่ดี คือ มีลำหนา เป็นกอแน่น เนื้อหนา แข็งแรง กาบหุ้มลำจะเป็นร่อง ๆ ตามยาว ตามขอบมีขนหนายาว ผิวกาบมีขนแข็ง ใบยอดกาบสั้น เป็นรูปสามเหลี่ยม ใบเป็นรูปหอก มีความกว้างและยาว 1.8-2.5 และ 12-38 เซนติเมตร ตามลำดับ ไผ่ชางหม่นมีลักษณะที่โดดเด่นด้านลำ เนื้อลำหนา เหมาะสมที่จะนำมาผลิตเป็นชีวมวลเพื่อใช้เป็นพลังงานทดแทน ซึ่งกำลังเป็นที่ต้องการของประเทศ ไทยและทั่วโลก ไผ่ชางหม่นสามารถให้ชีวมวลต่อไร่ ในระยะเวลาที่เท่ากันและสูงกว่าพืชพลังงานชนิดอื่น และเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว ทำให้ไผ่ชางหม่นอยู่ในความสนใจของเกษตรกรที่ปลูกไผ่เป็นพืชเศรษฐกิจ มีการขยายพื้นที่ปลูกมากขึ้น โดยไผ่ชางหม่นเจริญเติบโตได้ดีเมื่อผ่านปีที่ 4 เพราะมีไผ่ลำใหญ่เป็นลำแม่ให้หน่อที่มีขนาดใหญ่

ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการคัดเลือกสายต้นไผ่ชางหม่นที่เกิดจากเมล็ด ที่มีสมบัติเหมาะสมสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตชีวมวล

ซึ่งผลจากการศึกษาจะทำให้ได้ลักษณะของต้นไผ่
ชาวหม่นที่เหมาะสมสำหรับการผลิตชีวมวลใช้เป็น
พลังงานทดแทนต่อไปในอนาคต

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 สายพันธุ์และตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา

สายพันธุ์ไผ่ชาวหม่นที่เกิดจากเมล็ด
และปลูกรวบรวมไว้ ณ แปลงปลูกไผ่ชาวหม่น
บริเวณพื้นที่ของเกษตรกร อำเภอพร้าวจังหวัด
เชียงใหม่ มีอายุ 3 ปีขึ้นไป จำนวนทั้งหมด 211 สาย
ต้น มีลำดับการคัดเลือกแบ่งเป็น 3 การทดลองย่อย

2.2 การทดลองที่ 1 การประเมินสายต้นไผ่
ชาวหม่นที่มีลักษณะกอที่ดี ประเมินสายต้นไผ่ชาว
หม่นทั้งหมด 211 สายต้น โดยการประเมินด้วย
สายตา เพื่อนำสายต้นที่มีลักษณะทรงกอที่ดี ไป
วิเคราะห์สำหรับการทดลองต่อไป ซึ่งคัดเลือก
ลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

2.2.1 ทรงกอแน่น/โปร่ง ลักษณะกอแน่น
ไม่ดี ลักษณะกอโปร่งดี เกณฑ์คะแนนที่ใช้คัดเลือก
กอแน่น = 3 คะแนน กอโปร่ง = 7 คะแนน

2.2.2 จำนวนแขนง ยังมีจำนวนของกิ่ง
แขนงน้อยจะยิ่งดีต่อหน้าหลักลำ เกณฑ์คะแนนที่ใช้
คัดเลือก มีแขนงมากที่สุด = 1 คะแนน มีแขนงมาก
= 3 คะแนน มีแขนงปานกลาง = 5 คะแนน มีแขนง
น้อย = 7 คะแนน ไม่มีแขนงเลย = 9 คะแนน

2.2.3 ลำต้นตรง/โค้ง เกณฑ์คะแนนที่ใช้
คัดเลือก ลำต้นโค้งมากที่สุด = 1 คะแนน ลำต้นโค้ง
มาก = 3 คะแนน ลำต้นโค้งเล็กน้อย = 5 คะแนน ลำ
ต้นตรงค่อนข้างตรง = 7 คะแนน ลำต้นตรงมากที่สุด =
9 คะแนน

2.2.4 จำนวนข้อถี่/ห่าง ลักษณะข้อถี่ไม่ดี
ลักษณะข้อห่างดี เกณฑ์คะแนนที่ใช้คัดเลือก ข้อถี่
มาก = 1 ข้อถี่ปานกลาง = 3 ข้อถี่น้อย = 5 ข้อห่าง
= 7 ข้อห่างมาก = 9

2.2.5 การทดสอบและการวิเคราะห์
ข้อมูล คัดเลือกสายต้นที่มีคะแนนเฉลี่ยสูง 20 อันดับ
แรก โดยการประเมินด้วยสายตา เพื่อนำสายต้นที่มี
ลักษณะทรงกอที่ดีไปวิเคราะห์สำหรับการทดลอง
ต่อไป

2.3 การทดลองที่ 2 ประเมินสายต้นไผ่ชาว
หม่นที่ผ่านการประเมินลักษณะทรงกอเพื่อคัดเลือก
สายต้นที่มีลักษณะทางกายภาพดี

2.3.1 วางแผนการทดลองแบบแบบสุ่ม
สมบูรณ์ (completely randomized design, CRD)
จำนวน 3 ซ้ำ หรือ 3 ลำ/กอ จำนวนทั้งหมด 20
สายต้น ที่ผ่านการประเมินลักษณะทรงกอและมี
คะแนนเฉลี่ยสูง เพื่อนำมาคัดเลือกลักษณะทาง
กายภาพ ซึ่งลักษณะที่บันทึก 7 ลักษณะ ดังนี้
(1) จำนวนลำ/กอ นับจำนวนลำ/กอ ลำที่นับ คือ ลำ
ที่มีอายุลำ 3 ปีขึ้นไป (2) จำนวนปล้อง นับจำนวน
ปล้อง/ลำ (3) ความยาวลำ วัดโดยใช้ท่อนวัดที่มีสเกล
บอกความยาว แสดงผลเป็นหน่วยเมตร (4) เส้น
ผ่านศูนย์กลางลำ ตำแหน่งปล้องที่ 5 แสดงผลเป็น
หน่วยเซนติเมตร (5) ความหนาเนื้อไม้ ตำแหน่ง
ปล้องที่ 5 วัดโดยใช้ Vernier Caliper แสดงผลเป็น
หน่วยเซนติเมตร (6) ความยาวปล้อง โดยใช้วิธีการ
วัด ตำแหน่งปล้องที่ 5 แสดงผลเป็นหน่วยเซนติ
เมตร และ (7) ความยาวข้อ โดยใช้วิธีการวัดแสดง
ผลเป็นหน่วยเซนติเมตร

2.3.2 การทดสอบและการวิเคราะห์
ข้อมูลทางสถิติ วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของข้อมูล โดยใช้
โปรแกรม Excel เพื่อคัดเลือกไผ่ชาวหม่นที่มีคะแนน
สูงตรงตามลักษณะกายภาพที่ต้องการจำนวน 10
กอ เพื่อไปทดสอบศักยภาพในการผลิตเป็นชีวมวล
ในการทดลองที่ 3 ต่อไป

2.4 การทดลองที่ 3 คัดเลือกสายต้นไผ่ชาว
หม่นที่มีศักยภาพสำหรับการผลิตชีวมวล

วางแผนการทดลอง CRD จำนวน 3 ซ้ำ
เปรียบเทียบในสายต้นไผ่ชาวหม่นที่ผ่านการ

ประเมินลักษณะทรงกลม/ลักษณะทางกายภาพ จำนวน 10 สายต้น ที่ได้จากการทดลองที่ 2 โดยประเมินลักษณะต่าง ๆ วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงปริมาณของชีวมวล (proximate analysis) ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์คุณภาพด้านพลังงาน

2.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณการดูดความชื้น โดยดัดแปลงจากวิธีของ AOAC (2000) ดังนี้

(1) อบด้วยกระเบื้องเคลือบในตู้อบที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ ทำให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ นำมาชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

(2) ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ลงในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่อบแห้ง และบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน

(3) นำถ้วยกระเบื้องเคลือบที่บรรจุตัวอย่างเข้าอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 2 ชั่วโมง นำเอามาใส่ในเดสซิเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

(4) นำไปชั่งน้ำหนัก อบซ้ำครั้งละ 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ซึ่งค่าที่ได้จะแตกต่างกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม จดน้ำหนักที่น้อยที่สุดของถ้วยกระเบื้องเคลือบและน้ำหนักตัวอย่างหลังจากอบแห้งแล้ว คำนวณหาความชื้นจากสูตร ความชื้น (%) = $\frac{\text{น้ำหนักที่หายไป (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$

(5) นำตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักแล้ว มาใส่ในภาชนะที่ปิดสนิทที่มีแก้วน้ำวางไว้ทั้ง 4 มุมของภาชนะ และมีไฮโกรมิเตอร์อยู่ภายในภาชนะ

(6) วัดความชื้นทุก 12 ชั่วโมง เป็นเวลา 3 วัน

2.4.2 การเตรียมตัวอย่าง

นำลำไม้ไผ่ที่ตัดจากทั้งหมด 10 สายต้น สายต้นละ 3 ซ้ำ โดยแต่ละซ้าจะตัดจากสายต้นเดียวกัน แต่ต่างลำ นำไปลดความชื้นโดยการตาก

ทิ้งไว้ในที่ร่มประมาณ 3-4 สัปดาห์ ให้มีความชื้นเหลือประมาณ 12-14 เปอร์เซ็นต์ นำลำไม้ขนาด 0.5 กิโลกรัม ตามสิ่งทดลองที่กำหนด นำมาเลื่อยเป็นวงขนาด 1 นิ้ว แล้วผ่าเป็นชิ้นเล็ก ๆ จะได้แผ่นไม้ไผ่ขนาด 1x2 เซนติเมตร เมื่อได้ไม้ไผ่ที่ผ่ามาแล้ว จากนั้นนำไปเก็บไว้ในภาชนะแห้งที่ปิดสนิท

2.4.3 การเตรียมถ่าน

นำตัวอย่างใส่ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (porcelain crucible) 5 กรัม แล้วปิดฝาถ้วย นำไปเผาด้วยเตาเผา ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำเอาตัวอย่างมาใส่ในเดสซิเคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง แล้วนำตัวอย่างมาบดให้ละเอียดและกรองผ่านตะแกรงเพื่อคัดกรองถ่านที่มีขนาดเล็กประมาณ 1 มิลลิเมตร

2.4.4 การวัดค่าความร้อน

ทำตามวิธีมาตรฐานของ American Society of Testing and Materials (ASTM) D5865-10a ซึ่งวิเคราะห์ด้วยเครื่อง adiabatic oxygen bomb calorimeter โดยมีวิธีการดังนี้ (1) เปิดเครื่องก่อนใช้งาน 30 นาที (2) ชั่งน้ำหนักถ่านที่เตรียมไว้ 0.5-0.55 กรัม ใส่ลงในถ้วยเผาไหม้ (3) วัดความยาวหลอดขนาด 10 เซนติเมตร บันทึกความยาวหลอด (4) นำหลอดใส่รูของหัวอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมติดกับฝาบอมบ์ แล้วนำถ้วยเผาไหม้ที่ใส่ตัวอย่างไว้ลงบนหัวอิเล็กทรอนิกส์ และจัดหลอดให้อยู่บนผิวหน้าของตัวอย่าง (5) ปิดฝาบอมบ์ แล้วนำไปอัดก๊าซออกซิเจน (6) ชั่งน้ำหนักน้ำอุณหภูมิไม่มากกว่า 2 องศาเซลเซียส จากอุณหภูมิห้อง ให้ได้ $2,000 \pm 0.5$ กรัม เทใส่ลงถึงบรรจุบอมบ์ (7) นำถึงบรรจุบอมบ์ใส่ลงไป และใส่บอมบ์ลงไปในถังบรรจุบอมบ์ตามลงไป (8) เสียบสายอิเล็กทรอนิกส์เข้ากับขั้วทั้งสองของบอมบ์ แล้วปิดฝาบอมบ์ (9) กดปุ่ม start เครื่องจะขึ้นให้ใส่ sample ID เมื่อใส่แล้วกด enter เครื่องจะให้ใส่น้ำหนักของตัวอย่าง เมื่อใส่แล้วกดปุ่ม start (10) เมื่อเครื่องทำงานเสร็จแล้ว กดปุ่ม done

(11) เปิดฝาเครื่อง นำถังใส่บอมบ์และบอมบ์ออกมา
(12) เปิดฝาบอมบ์ช้า ๆ ให้แก๊สค่อย ๆ ไหลออกมา
แล้ววัดขนาดเวลาที่เหลืออยู่ และ (13) ใส่ข้อมูลลงใน
เครื่องบอมบ์ เครื่องบอมบ์จะคำนวณให้

2.4.5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

ทดสอบปริมาณเถ้าโดยอ้างอิงตาม
มาตรฐาน American Society of Testing and
Materials (ASTM) D 3174-02 โดยมีวิธีการดังนี้
(1) นำตัวอย่าง 1 กรัม ใส่ในถ้วย Crucible ที่ทราบ
น้ำหนักแล้ว (2) นำไปเผาที่อุณหภูมิ 750 องศา
เซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง (3) นำไปไว้ในเดสซิ
เคเตอร์ ทิ้งไว้ให้เย็น และ (4) ชั่งน้ำหนักที่ได้ และ
คำนวณหาปริมาณเถ้า คำนวณหาปริมาณเถ้าจาก
สูตร ปริมาณเถ้า (%) = $\{ \text{น้ำหนักของถ้วยรวมกับ} \}$
 $\text{ตัวอย่าง (กรัม)} - \text{น้ำหนักของถ้วย (กรัม)} \} \div \text{น้ำหนัก}$
 $\text{ตัวอย่าง (กรัม)} \times 100$

2.4.6 วางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์
จำนวน 10 สิ่งทดลอง สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ ดังนี้ ทริต
เมนต์ที่ 1 ไม้ซางหม่นสายตันที่ 44 ทริตเมนต์ที่ 2
ไม้ซางหม่นสายตันที่ 53 ทริตเมนต์ที่ 3 ไม้ซางหม่น
สายตันที่ 71 ทริตเมนต์ที่ 4 ไม้ซางหม่นสายตันที่
83 ทริตเมนต์ที่ 5 ไม้ซางหม่นสายตันที่ 89 ทริต
เมนต์ที่ 6 ไม้ซางหม่นสายตันที่ 101 ทริตเมนต์ที่ 7
ไม้ซางหม่นสายตันที่ 106 ทริตเมนต์ที่ 8 ไม้ซาง
หม่นสายตันที่ 120 ทริตเมนต์ที่ 9 ไม้ซางหม่นสาย
ตันที่ 206 ทริตเมนต์ที่ 10 ไม้ซางหม่นสายตันที่
211

2.4.7 การทดสอบและการวิเคราะห์ข้อมูล ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล
(ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธีของ
DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. ผลการวิจัยและวิจารณ์

3.1 ผลการประเมินสายต้นไม้ซางหม่นที่มี มีลักษณะกอดี

การประเมินสายต้นไม้ซางหม่นจำนวน
211 สายต้นไม้ โดยวิธีประเมินด้วยสายตา จาก 4
ลักษณะ ดังนี้ ทรงกอแน่น/โปร่ง จำนวนแขนง ลำ
ต้นตรง/โค้ง และจำนวนข้อถี่/ห่าง พบว่าไม้ซางหม่น
ทั้งหมด 211 สายต้นไม้ มีคะแนนรวมสูงสุด คือ 34
คะแนน ค่าเฉลี่ยที่ได้อยู่ในช่วง 1.5-8.5 ซึ่งได้สาย
ต้นไม้ซางหม่นที่มีคะแนนเฉลี่ยสูง 20 อันดับแรก
(เกณฑ์คะแนนที่คัดเลือก ≥ 30 คะแนนขึ้นไป) ได้แก่
สายต้นไม้ที่ 23, 25, 28, 29, 33, 42, 44, 53, 71, 77,
83, 89, 101, 106, 108, 120, 137, 139, 206 และ
211 เพื่อนำไปประเมินสายต้นไม้ซางหม่นที่มี
ลักษณะทางกายภาพที่ดีในการทดลองที่ 2 ต่อไป

3.2 ผลการประเมินสายต้นไม้ซางหม่นที่มี มีลักษณะทางกายภาพที่ดี

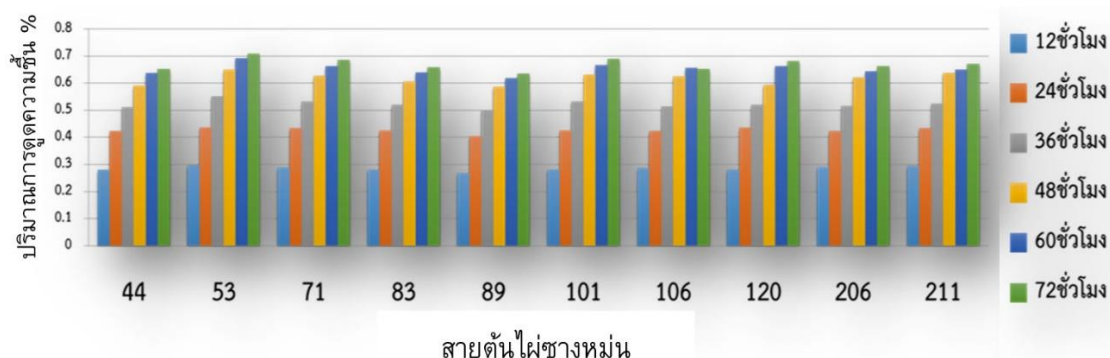
การทดลองที่ 1 ทำให้ได้สายต้นไม้ที่มี
ลักษณะกอดี 20 สายต้นไม้ เพื่อมาประเมินลักษณะ
ทางกายภาพทั้ง 7 ลักษณะ ในการทดลองที่ 2 ซึ่ง
ลักษณะที่ประเมินดังนี้ (1) จำนวนลำ/กอ (2) จำนวน
ปล้อง (3) ความยาวลำ (4) เส้นผ่านศูนย์กลางลำ
(5) ความหนาเนื้อไม้ และ (6) ความยาวปล้อง ซึ่ง
การประเมินสายต้นไม้ซางหม่นที่มีลักษณะทาง
กายภาพที่ดี จำนวนลำ/กอพบว่าในสายต้นไม้ที่ 120 มี
จำนวนลำ/กอสูงกว่าสายต้นไม้อื่น คือ จำนวนลำ/กอ
รวม 26 ลำ/กอ รองลงมา คือ สายต้นไม้ที่ 211 และ 83
คือ 25 ลำ/กอ ส่วนสายต้นไม้ที่มีจำนวนลำ/กอต่ำสุด
คือ 7 ลำ/กอ คือ สายต้นไม้ที่ 28 และ 137 ตามลำดับ
จำนวนปล้องสูงสุด คือ สายต้นไม้ที่ 120 เฉลี่ย 32.67
ปล้อง/ลำ รองลงมา คือ สายต้นไม้ที่ 106 เฉลี่ย 32.00
ปล้อง/ลำ ส่วนค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 24.67 ปล้อง/ลำ
ในสายต้นไม้ที่ 23 ค่าเฉลี่ยของความยาวปล้องสูงสุด
คือ สายต้นไม้ที่ 120 เฉลี่ย 27.00 เซนติเมตร รองลงมา
คือ สายต้นไม้ที่ 106 เฉลี่ย 26.83 เซนติเมตร ส่วน
ค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 19.67 เซนติเมตร ในสายต้นไม้ที่

23 ความยาวลำพบว่าสายต้นไผ่ข้างหม่นที่มีค่าเฉลี่ยของความยาวลำสูงสุด คือ สายต้นที่ 120 เฉลี่ย 8.67 เมตร/ลำ รองลงมา คือ สายต้นที่ 44 และ 83 เฉลี่ย 8.53 เมตร/ลำ ส่วนค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 5.37 เมตร/ลำ ในสายต้นที่ 23 ความยาวข้อพบว่าสายต้นไผ่ข้างหม่นที่มีค่าเฉลี่ยของความยาวข้อสูงสุด คือ สายต้นที่ 120 เฉลี่ย 1.33 เซนติเมตร รองลงมา คือ สายต้นที่ 44 และ 53 เฉลี่ย 1.20 เซนติเมตร ส่วนค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 0.93 เซนติเมตร ในสายต้นที่ 23 เส้นผ่านศูนย์กลางปล้องพบว่าสายต้นไผ่ข้างหม่นที่มีค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางปล้องสูงสุด คือ สายต้นที่ 120 เฉลี่ย 5.27 เซนติเมตร รองลงมา คือ สายต้นที่ 106 และ 211 เฉลี่ย 5.20 และ 5.13 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 2.10 เซนติเมตร ในสายต้นที่ 23 ความหนาเนื้อพบว่าสายต้นไผ่ข้างหม่นที่มีความหนาเนื้อเฉลี่ยสูงสุด คือ สายต้นที่ 120 เฉลี่ย 2.20 เซนติเมตร รองลงมา คือ สายต้นที่ 44 และ 106 เฉลี่ย 1.97 และ 1.93 เซนติเมตร ตามลำดับ ส่วนค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ 1.13 เซนติเมตร ในสายต้นที่ 29 การทดลองที่ 2 ทำให้ได้สายต้นไผ่ที่มีลักษณะทางกายภาพที่ดี 10 สายต้น ได้แก่ สายต้นที่ 44, 53, 71, 83, 89, 101, 106, 120, 206 และ 211 ที่มีค่าเฉลี่ยของลักษณะต่าง ๆ สูง พบว่าในสายต้นที่ 120 มีจำนวนลำ/กอ สูงกว่าสายต้นอื่น คือ จำนวนลำ/กอ รวม 26 ลำ/กอ

จำนวนปล้องเฉลี่ย 32.67 ปล้อง/ลำ ความยาวปล้องเฉลี่ย 27.00 เซนติเมตร ความยาวลำเฉลี่ย 8.67 เมตร/ลำ ความยาวข้อเฉลี่ย 1.33 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางปล้องเฉลี่ย 5.27 เซนติเมตร และความหนาเนื้อเฉลี่ย 2.20 เซนติเมตร ซึ่งทำให้ได้สายต้นไผ่ที่จะนำไปทดสอบค่าปริมาณการดูดความชื้น ค่าความร้อนและปริมาณเถ้าในการทดลองต่อไป

3.3 ผลของสายต้นไผ่ต่อปริมาณการดูดความชื้น

การวิเคราะห์ทางด้านสถิติปริมาณการดูดความชื้นของไผ่ในสายต้นต่าง ๆ พบว่าในแต่ละสายต้นของไผ่ข้างหม่นมีประสิทธิภาพในการดูดความชื้นไม่แตกต่างกันในช่วงเวลาเดียวกัน 12 ชั่วโมง ปริมาณการดูดความชื้นทั้ง 10 สายต้น อยู่ในช่วง 0.28-0.30 % 24 ชั่วโมง ปริมาณการดูดความชื้นทั้ง 10 สายต้น อยู่ในช่วง 0.40-0.43 % 36 ชั่วโมง ปริมาณการดูดความชื้นทั้ง 10 สายต้น อยู่ในช่วง 0.50-0.55 % 48 ชั่วโมง ปริมาณการดูดความชื้นทั้ง 10 สายต้น อยู่ในช่วง 0.58-0.65 % 60 ชั่วโมง ปริมาณการดูดความชื้นทั้ง 10 สายต้น อยู่ในช่วง 0.62-0.69 % และ 72 ชั่วโมง ปริมาณการดูดความชื้นทั้ง 10 สายต้น อยู่ในช่วง 0.63-0.71 % (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ปริมาณการดูดความชื้นของไผ่ข้างหม่นในสายต้นต่าง ๆ ที่ระยะเวลาทดสอบต่างกัน



รูปที่ 2 ไม้ซางหม่นสายต้นที่ 44

3.4 ค่าความร้อนของถ่านไม้ไผ่แต่ละสายต้น

การวิเคราะห์ค่าความร้อนของถ่านไม้ไผ่ในแต่ละสายต้น พบว่าค่าความร้อนของไผ่ในแต่ละสายต้นมีค่าความร้อนอยู่ในระดับที่สูง (6,100-7,000 cal/g) แต่ค่าความร้อนของไผ่สายต้นที่ 44 และ 120 ให้ค่าความร้อนสูงอย่างมีนัยสำคัญ คือ 6,963.7 และ 6,957.6 cal/g ตามลำดับ ซึ่งต่างจากสายต้นอื่น ส่วนค่าความร้อนต่ำสุด คือ 6,193.8 cal/g ในสายต้นที่ 106 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติกับสายต้นที่ 101 และสายต้นที่ 83 คือ 6,228.5 และ 6,308.8 cal/g ตามลำดับ (ตารางที่ 1) โดยเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความร้อนของไผ่กิมซุงจากการทดลองของสิริน (2561) พบว่าที่ไผ่กิมซุงที่อายุ 9 เดือน ให้ค่าพลังงานความร้อนที่ดีที่สุดเฉลี่ยเพียง 3,555.27 cal/g ทั้งนี้ค่าความร้อนที่ต่างกันอย่างนี้อาจเนื่องจากส่วนประกอบภายในเนื้อไม้ของไม้ไผ่ ไม้ไผ่มีเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสซึ่งเรียกรวมกันว่าไฮโด

เซลลูโลส (holocellulose) เป็นองค์ประกอบอยู่ 61-71 % มีเพนโทแซน (pentosan) เป็นองค์ประกอบ 16-21 % และมีลิกนินเป็นองค์ประกอบ (lignin) 20-30 % (เกรียงไกร, 2543) องค์ประกอบเหล่านี้ให้ค่าความร้อนที่ต่างกันไป ค่าความร้อนที่ได้มีความแตกต่างกันตามแต่ละสายต้น เมื่อพิจารณาการเลือกสายต้นไผ่ที่ให้ค่าความร้อนที่เหมาะสมนั้น พิจารณาทางค่าสถิติ ค่าความร้อนที่ได้มีค่าอยู่ในมาตรฐาน โดยวัดจากมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ถ่านไม้หุงต้ม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) (มผช 657/2547) ค่าความร้อนต้องไม่น้อยกว่า 6,000 cal/g ซึ่งสายต้นที่มีค่าความร้อนสูงสายต้นที่ 44 และ 120 เหมาะสำหรับนำไปผลิตเป็นวัสดุชีวมวล

ตารางที่ 1 ค่าวิเคราะห์ค่าความร้อนและค่าการวิเคราะห์ปริมาณถ่าน

สายต้น	ความร้อน (cal/g)	ปริมาณถ่าน (%)
44	6,963.7±190.50 ^a	2.42±0.05 ^b
53	6,535.9±284.75 ^{abc}	2.29±0.25 ^e
71	6,534.2±144.14 ^{abc}	2.84±0.05 ^{cd}
83	6,308.8±41.55 ^c	4.21±0.44 ^a
89	6,800.2±145.00 ^{ab}	2.83±0.33 ^{cd}
101	6,228.5±158.21 ^c	3.01±0.25 ^c
106	6,193.8±407.24 ^c	3.05±0.35 ^c
120	6,957.6±182.25 ^a	2.04±0.29 ^e
206	6,392.3±305.62 ^{bc}	2.78±0.04 ^{cd}
211	6,420.6±331.56 ^{bc}	3.58±0.05 ^b
C.V. (%)	10.82	3.71

a, b, c ... อักษรแตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

3.5 คุณภาพถ่านทางเคมีของปริมาณถ่านในสายต้นไผ่ต่าง ๆ

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้าของถ่านไม้ไผ่ทั้ง 10 สายต้น พบว่าปริมาณเถ้าของไม้ไผ่แต่ละสายต้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 1) โดยสายต้นที่ 83 มีปริมาณเถ้าสูงสุด คือ 4.21 % รองลงมา คือ สายต้นที่ 211 มีปริมาณเถ้า 3.58 % ส่วนปริมาณเถ้าต่ำสุด คือ สายต้นที่ 120 มีปริมาณเถ้า 2.04 % ซึ่งปริมาณเถ้าต่ำสุดมีความเหมาะสมสำหรับนำไปผลิตเป็นวัสดุชีวมวล และปริมาตรเถ้าที่ได้อยู่ในช่วงมาตรฐานไม่เกิน 8 % (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) (มผช 657/2547) ส่วนในสายต้นอื่น ๆ ปริมาณเถ้าอยู่ในช่วง 2.04-4.21 % ซึ่งการวิเคราะห์ค่าความร้อนและปริมาณเถ้าของถ่านไม้ไผ่ในแต่ละสายต้นพบว่าสายต้นที่มีความเหมาะสมที่สุดที่จะนำไปผลิตเป็นวัสดุชีวมวล คือ สายต้นที่ 120 เนื่องจากค่าความร้อน 6,957.6 cal/g และปริมาณเถ้าต่ำสุด 2.04 % อีกทั้งค่าการประเมินลักษณะทรงกอ และลักษณะทางกายภาพ มีค่าเฉลี่ยคะแนนมากที่สุดในการทดลองที่ 1 และ 2



รูปที่ 3 ไผ่ขางหม่นสายต้นที่ 120

4. สรุป

4.1 ค่าพลังงานความร้อนและปริมาณเถ้าของไผ่ขางหม่นสายต้นที่นำมาศึกษามีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % ขณะที่ประสิทธิภาพการดูดความชื้นไม่ต่างกัน

4.2 ไผ่ขางหม่นสายต้นที่ 44 และ 120 มีพลังงานความร้อนสูงที่สุด นอกจากนี้สายต้นที่ 120 มีปริมาณเถ้าต่ำสุด

4.3 ไผ่ขางหม่นสายต้นที่ 120 มีศักยภาพเป็นวัสดุชีวมวลมากที่สุด รองลงมา คือ สายต้นที่ 44 และสายต้นที่ 89

5. รายการอ้างอิง

- เกรียงไกร รักมิตร, 2543, ไผ่, บ้านจอมยุทธ, แหล่งที่มา : https://www.baanjommyut.com/library_2/extension-2/bamboo/02.html, 1 มิถุนายน 2562.
- รัฐพิสิษฐ์ พวงจิก, 2558, เม็ดเชื้อเพลิงจากไผ่ : พลังงานทดแทนมูลค่ามหาศาล?, ว.วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 23(1): 35-42.
- ไพรวรรณ เล็กอุทัย, มยุรี จิตต์แก้ว และอรุณี วีนิน, 2547, การป้องกันรักษาไม้ไผ่. หจก.อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 39 น.
- สิริน บุญนาค, 2561, คุณภาพด้านพลังงานของไม้ไผ่กลุ่มต่างๆที่อายุต่างกัน, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน : ถ่านไม้หุงต้ม, แหล่งที่มา : <https://www.tisi.go.th>, 16 พฤษภาคม 2561.
- สุทัศน์ เดชวิสิทธิ์, 2537, ไม้ไผ่สำหรับคนรักไผ่, สำนักพิมพ์ โอไรคอมมิวนิคส์, กรุงเทพฯ, 200 น.
- American Society of Testing and Materials, 2004, Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke from Coal, ASTM D 3174-002.

American Society of Testing and Materials, 2010, Standard Test Method for Gross Calorific of Coal and Coke¹, ASTM D 5865-10a.

Association of Official Analytical Chemists, 2000, Official Method of Analysis of AOAC

International, 17th Ed., The Association of Official Analytical Chemists, Gaithersburg, MD.

Ohrnberger, D., 1999, The Bamboos of the World, Elsevier Science B.V., Amsterdam, 596 p.