อิทธิพลของสายพันธุ์พ่อแม่และการตัดฟันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำกับเข็มปัตตาเวีย

Effects of parental lines and pruning on growth and biomass yield of inter-specific hybrids between *Jatropha curcas* and J. *integerrima*

อนุรักษ์ อรัญญนาค[1*], วิไลรัตน์ ฤกษ์วิรี[2], พัชรินทร์ ตัญญะ[1], พรศิริ เลี้ยงสกุล[1] และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์[1]

Anuruck Arunyanark[1*], Wilairat Roekwiree[2], Patcharin Tanya[1], Ponsiri Liangsakul[1] and Peerasak Srinives[1]

บทคัดย่อ: การคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่มีความสำคัญต่อการปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำลูกผสมข้ามชนิดที่มีศักยภาพทางชีวมวล งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของสายพันธุ์พ่อแม่และการตัดฟันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำกับเข็มปัตตาเวีย โดยปลูกทดสอบลูกผสมข้ามชนิด ระหว่างสบู่ดำ 7 สายพันธุ์ กับเข็มปัตตาเวีย 3 สายพันธุ์ จำนวนรวม 325 ต้น ด้วยแผนการทดลองแบบ completely randomized design เป็นเวลา 2 ปี ในสภาพไร่ เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมในแต่ละรอบปี พบว่า สบู่ดำสายพันธุ์แม่และเข็มปัตตาเวียสายพันธุ์พ่อมีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมทั้งก่อนและหลังการตัดฟัน สบู่ดำสายพันธุ์ P5 และเข็มปัตตาเวียสายพันธุ์ Ji2 สามารถให้ลูกผสมที่เจริญเติบโตได้ดี ผลผลิตชีวมวลสูง รวมถึงเนื้อไม้มีความชื้นต่ำและความหนาแน่นสูง การตัดฟันมีผลให้ลูกผสมมีขนาดกิ่งและขนาดทรงพุ่มลดลง แต่ทำให้ความเขียวใบและขนาดพื้นที่ใบเฉลี่ยเพิ่มขึ้น และแม้ว่าการตัดฟันทำให้ผลผลิตชีวมวลลดลงเล็กน้อย แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตเนื้อไม้แห้งรวมถึงความชื้นและความหนาแน่นของเนื้อไม้ แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะเก็บเกี่ยวผลผลิตชีวมวลของสบู่ดำลูกผสมได้หลายปีโดยไม่ต้องปลูกใหม่

คำสำคัญ: การปรับปรุงพันธุ์พืช, ไม้โตเร็ว, เนื้อไม้, คุณภาพเนื้อไม้, พืชชีวมวล

ABSTRACT: Selection of parents is an important role to inter-specific breeding of Jatropha for biomass yield potential. The objectives of this research were to investigate the effect of parental lines and pruning on growth and biomass yield of inter-specific hybrids between *Jatropha curcas* and *J. integerrima*. Total 325 plant of inter-specific hybrids between seven lines of *J. curcas* and three lines of *J. integerima* were evaluated in completely randomized design under the field condition for two years. Data were collected on growth and biomass yield traits during each year cycle. Effect of female lines and male lines were found on growth and biomass yield traits during each year cycle. Effect of female lines and male lines were found on growth and biomass yield

---

Received June 24, 2019

Accepted September 13, 2019

[1]ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

[1] Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

[2]สาขาการปรับปรุงพันธุ์พืช คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2] Plant Breeding Program, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Nakhon Pathom 73140

*Corresponding author: agrara@ku.ac.th

traits of offspring on both of after planting and after pruning. P5 line of *J. curcas* and Ji2 line of *J. integerima* give the highest of growth and biomass yield in the hybrids. Moreover, P5 and Ji2 also give hybrids with the lowest of wood moisture content and the highest of wood density. Pruning reduced size of branch and canopy, but increased leaf greenness and average leaf area of hybrids. Pruning effected to a little reducing of biomass yield. However, there were not effect to wood dry weight, wood moisture content and wood density. Thus, inter-specific hybrids of Jatropha might be harvested biomass for many years.
Keywords: plant breeding, fast growing tree, wood, wood property, biomass plant

บทนำ

สบู่ดำ (*Jatropha curcas* L.) เป็นพืชที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตชีวมวลสูง นอกเหนือจากการนำน้ำมันจากเมล็ดมาผลิตไบโอดีเซล เนื่องจากการปลูกสบู่ดำจำเป็นต้องมีการตัดฟันลำต้นและกิ่งออกทุกปี เพื่อให้ต้นสบู่ดำมีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตใหม่ ในแต่ละปีจึงมีชีวมวลปริมาณมากที่สามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตพลังงานทดแทน (อนุรักษ์ และคณะ, 2561) นอกจากนี้ สบู่ดำยังมีการปรับตัวเข้ากับสภาพแวดล้อมได้ดี ขยายพันธุ์ได้ง่าย และเจริญเติบโตเร็ว สบู่ดำจึงสามารถปลูกเป็นไม้โตเร็วเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบชีวมวลสำหรับโรงงานไฟฟ้า อย่างไรก็ตาม เนื้อไม้ของสบู่ดำมีความชื้นค่อนข้างสูงและมีความหนาแน่นเนื้อไม้ต่ำ เมื่อเผาจึงมีค่าพลังงานความร้อนต่ำ (Muakrong et al., 2014) ดังนั้น การใช้ชีวมวลจากสบู่ดำเป็นแหล่งวัตถุดิบสำหรับโรงไฟฟ้าชีวมวล จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงสายพันธุ์สบู่ดำเพื่อเพิ่มผลผลิตชีวมวลและพัฒนาลักษณะเนื้อไม้ให้มีความเหมาะสม

การพัฒนาสายพันธุ์สบู่ดำแนวทางหนึ่ง คือ การผสมข้ามชนิดกับพืชในสกุลเดียวกันกับสบู่ดำ คือ พืชสกุล Jatropha เช่น หนุมานนั่งแท่น มะละกอฝรั่ง และเข็มปัตตาเวีย ซึ่งพืชเหล่านี้ผสมข้ามกับสบู่ดำได้ (Laosatit et al., 2014) จากงานวิจัยที่ผ่านมาสามารถสร้างลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำกับหนุมานนั่งแท่น มะละกอฝรั่ง และเข็มปัตตาเวียเพื่อประเมินศักยภาพด้านชีวมวลของลูกผสม และพบว่าลูกผสมเหล่านี้มีความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโต ผลผลิตชีวมวล และคุณภาพเนื้อไม้ รวมถึงสบู่ดำลูกผสมยังมีลักษณะเหล่านี้ดีกว่าสบู่ดำสายพันธุ์เดิมอีกด้วย (สินีนาฏ และคณะ, 2559; อนุรักษ์ และคณะ, 2562; Muakrong et al., 2014) จากการเปรียบเทียบลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำกับพืชอื่น ๆ ในสกุล Jatropha ด้วยกัน พบว่าลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำกับเข็มปัตตาเวียเป็นลูกผสมที่มีศักยภาพด้านชีวมวลสูงที่สุด (สินีนาฏ และคณะ, 2559; อนุรักษ์ และคณะ, 2562) นอกจากนี้ ยังพบว่าลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำกับเข็มปัตตาเวียมีความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (heterosis) สูงในลักษณะผลผลิตชีวมวล (Muakrong et al., 2014) ทำให้การปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำสามารถใช้ประโยชน์จากความดีเด่นเหนือพ่อแม่ในสายพันธุ์ลูกผสมได้อย่างเต็มที่ เนื่องจากสามารถขยายพันธุ์ลูกผสมชั่วที่ 1 ด้วยท่อนพันธุ์ได้ อย่างไรก็ตาม มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมทั้งในสายพันธุ์สบู่ดำและสายพันธุ์เข็มปัตตาเวีย (Tanya et al., 2011) ดังนั้น ในการสร้างลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำกับเข็มปัตตาเวีย จึงควรคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่สามารถให้ลูกผสมที่มีศักยภาพด้านชีวมวลสูง นอกจากนี้ ความสามารถในการฟื้นตัวหลังการตัดฟันยังเป็นอีกลักษณะที่สำคัญต่อการปลูกไม้โตเร็วเพื่อใช้เป็นพืชพลังงานชีวมวล เพราะจะทำให้สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตชีวมวลได้หลายครั้ง (มะลิวัลย์ และคณะ, 2553) ช่วยให้เกษตรกรไม่ต้องลงทุนปลูกใหม่บ่อย ๆ ดังนั้น การปลูกสบู่ดำลูกผสมเพื่อใช้เป็นพืชพลังงานชีวมวลจึงควรทดสอบการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตชีวมวลภายหลังการตัดฟันด้วย

การปรับปรุงพันธุ์ลูกผสมข้ามชนิดสามารถพัฒนาลักษณะผลิตชีวมวลของสบู่ดำให้เหมาะสมสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในโรงไฟฟ้าชีวมวล ข้อมูลความสามารถในการให้ลูกผสมของพ่อแม่จึงเป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่จะใช้สร้างสบู่ดำลูกผสม การศึกษานี้ได้ทดสอบลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำสายพันธุ์ต่าง ๆ กับเข็มปัตตาเวียที่มีพันธุกรรมแตกต่างกันทั้งในช่วงก่อน

และหลังการตัดฟัน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของของสายพันธุ์พ่อแม่และการตัดฟันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำกับเข็มปัตตาเวีย

วิธีการศึกษา

สร้างลูกผสมข้ามชนิดชั่วรุ่นที่ 1 ระหว่างสบู่ดำ 7 สายพันธุ์ ได้แก่ Cn, K, M8, S19, P5, P8 และ P9 กับ เข็มปัตตาเวีย 3 สายพันธุ์ได้แก่ Ji2, Ji4 และ Ji5 ใช้แผนการผสมพันธุ์แบบ factorial โดยสบู่ดำเป็นพันธุ์แม่และเข็มปัตตาเวียเป็นพันธุ์พ่อ นำเมล็ดลูกผสมที่ได้ทั้งหมดมาเพาะกล้าและนำมาปลูกทดสอบในสภาพไร่เป็นเวลา 2 ปี ณ แปลงทดลองสบู่ดำ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม วางแผนการปลูกทดสอบแบบ completely randomized design (CRD) จำนวนซ้ำไม่เท่า เนื่องจากแต่ละคู่ผสมมีจำนวนต้นลูกผสมไม่เท่ากัน โดยแต่ละคู่ผสมมีจำนวนต้น 8-40 ต้น จำนวนลูกผสมรวมทั้งหมด 325 ต้น นำไปปลูกแปลงย่อยละ 4 ต้น ใช้ระยะปลูก 1.5 x 1 ม. รองก้นหลุมปลูกด้วยปุ๋ยคอก อัตรา 200 ก./ต้น และใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่/ปี ให้น้ำทุก 30 วัน หรือขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ ควบคุมและกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สารเคมีร่วมกับวิธีกล เมื่ออายุครบ 1 ปีหลังปลูก ทำการตัดฟันเก็บเกี่ยวผลผลิตชีวมวล จากนั้นจึงปล่อยให้ต้นตอเดิมเจริญเติบโตใหม่ จนครบ 1 ปีหลังการตัดฟัน แล้วจึงตัดฟันเก็บเกี่ยวผลผลิตชีวมวลอีกครั้ง

เก็บข้อมูลลูกผสมจากทุกต้นและบันทึกข้อมูลทุกลักษณะเป็นรายต้น ในระยะเวลา 2 รอบปี โดยในปีที่ 1 เป็นข้อมูลหลังปลูก และปีที่ 2 เป็นการเก็บข้อมูลหลังการตัดฟัน ที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือนหลังการปลูกและหลังการตัดฟัน เก็บข้อมูลความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่ม และเก็บข้อมูลขนาดลำต้นและกิ่งด้วยการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ตำแหน่งโคนต้น (trunk) ที่ระดับความสูง 5-10 ซม. จากพื้นดิน และวัดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ตำแหน่งลำต้นหลัก (main stem) กิ่งหลัก (primary branch) และกิ่งรอง (secondary branch) ที่บริเวณจุดกึ่งกลางของความยาวกิ่งแต่ละตำแหน่ง โดยสุ่มวัดจำนวน 4 กิ่ง ต่อต้น วัดค่าความเขียวของใบโดยเลือกสุ่มเก็บใบที่คลี่ขยายเต็มที่แล้วตำแหน่งใบที่ 5 จากปลายยอดหรือกิ่ง จำนวน 5 ใบต่อต้น นำมาวัดค่าความเขียวใบด้วยเครื่อง SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) รุ่น SPAD-502 วัดที่ตำแหน่งซ้าย-ขวาของใบ ใบละ 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละต้น และเก็บข้อมูลพื้นที่ใบเฉลี่ยโดยนำตัวอย่างใบที่ใช้วัดค่าความเขียวใบมาวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (Li-3100C Area Meter) แล้วหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบต่อหนึ่งใบ

เมื่อต้นลูกผสมมีอายุครบ 1 ปีทั้งหลังปลูกและหลังตัดฟัน จึงตัดฟันเก็บข้อมูลผลผลิตชีวมวล โดยตัดลำต้นที่ระดับสูงเหนือพื้นดิน 30 ซม. นำต้นที่ถูกตัดออกมาชั่งน้ำหนักสดรวมทั้งต้นและใบเพื่อเก็บข้อมูลผลผลิตชีวมวล สุ่มตัดลำต้นจากลำต้นหลัก กิ่งหลัก และกิ่งรองของต้น ขนาดท่อนละ 15 ซม. รวม 3 ท่อนต่อต้น นำมาชั่งน้ำหนักท่อนสด แล้วนำไปอบแห้งเพื่อหาน้ำหนักท่อนแห้ง ด้วยตู้อบลมร้อน (hot air oven) ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 72 ชั่วโมง นำน้ำหนักแห้งที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์ความชื้นเนื้อไม้สด = [(น้ำหนักท่อนสด - น้ำหนักท่อนแห้ง) / น้ำหนักท่อนสด] × 100

วัดความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้ง (dry wood density) โดยสุ่มใช้สามท่อนต่อต้น ขนาดท่อนละ 15 ซม. นำไปอบให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน และหาค่าความหนาแน่นของเนื้อไม้ด้วยการนำท่อนไม้มาชั่งหาน้ำหนักจะได้ค่ามวลหรือน้ำหนักของท่อนไม้ จากนั้นนำท่อนไม้ไปหาปริมาตรโดยใช้หลักการแทนที่น้ำ แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้ง = มวลหรือน้ำหนักของเนื้อไม้ (ก.) / ปริมาตรของเนื้อไม้ที่ได้จากการแทนที่ด้วยน้ำ (ลบ. ซม.)

นำต้นลูกผสมข้ามชนิดหลังจากชั่งน้ำหนักสดรวม นำไปตากแดดเป็นเวลา 1 เดือน เพื่อให้ต้นทิ้งใบเหลือเฉพาะเนื้อไม้ แล้วบันทึกเป็นข้อมูลน้ำหนักเนื้อไม้แห้ง วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) ของลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวล ในปีที่ 1 และปีที่ 2 แบบ factorial in CRD เพื่อศึกษาอิทธิพลของสายพันธุ์พ่อแม่ต่อลักษณะของลูกผสมข้ามชนิด และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ DMRT (Duncan's New Multiple Rang Test) และคำนวณค่าเฉลี่ยและ standard error of mean ของลักษณะต่าง ๆ ในแต่ละปี เพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลของการตัดฟันต่อการ

เจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของสบู่ดำลูกผสม

ผลการศึกษาและวิจารณ์

อิทธิพลของสายพันธุ์พ่อแม่ต่อลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิดหลังปลูก

ในปีที่ 1 พบว่า สบู่ดำสายพันธุ์แม่ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและกิ่ง และขนาดทรงพุ่มต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (**Table 1**) ที่อายุ 12 เดือนหลังปลูก สบู่ดำ P5 ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นสูงสุด เฉลี่ย 64.51 มม. สบู่ดำ K ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นหลักสูงสุด เฉลี่ย 48.68 มม. สบู่ดำ K, Cn, P5 และ M8 ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งหลักสูงสุด เฉลี่ย 25.54 ถึง 24.39 มม. และสบู่ดำ K, P5 และ Cn ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งรองสูงที่สุด เฉลี่ย 15.84 ถึง 15.02 มม. สบู่ดำ K, M8, Cn และ P5 ให้ลูกผสมที่มีขนาดความสูงต้นสูงสุด เฉลี่ย 254.60 ถึง 246.00 ซม. และสบู่ดำ Cn และ K ให้ลูกผสมที่มีขนาดความกว้างทรงพุ่มสูงสุด เฉลี่ย 219.60 และ 217.50 ซม. เข็มปัตตาเวียสายพันธุ์พ่อให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและกิ่ง และขนาดทรงพุ่มต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เข็มปัตตาเวีย Ji4 และ Ji2 ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นสูงสุด เฉลี่ย 62.12 และ 60.20 มม. และเข็มปัตตาเวีย Ji4 และ Ji2 ยังให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งหลักสูงสุด เฉลี่ย 24.14 และ 23.33 มม. เข็มปัตตาเวีย Ji4 ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นหลักและกิ่งรองสูงสุด เฉลี่ย 46.65 และ 15.40 มม. นอกจากนี้ เข็มปัตตาเวีย Ji4 ยังให้ลูกผสมที่มีความสูงและความกว้างทรงพุ่มสูงสุด เฉลี่ย 255.40 และ 220.30 ซม. แสดงว่าสายพันธุ์พ่อแม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตหลังปลูกของสบู่ดำลูกผสม

สบู่ดำสายพันธุ์แม่ให้ลูกผสมที่มีความเขียวใบและพื้นที่ใบเฉลี่ยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (**Table 1**) ที่อายุ 9 เดือนหลังปลูก โดยสบู่ดำ P5 ให้ลูกผสมที่มีความเขียวใบสูงสุด เฉลี่ย 38.37 ส่วนพื้นที่ใบเฉลี่ย พบว่า สบู่ดำ K และ Cn ให้ลูกผสมที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 61.15 และ 59.76 ตร.ซม. เข็มปัตตาเวียสายพันธุ์พ่อให้ลูกผสมที่มีความเขียวใบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติแต่มีพื้นที่ใบเฉลี่ยไม่ต่างกัน โดยเข็มปัตตาเวีย Ji2 และ Ji4 ให้ลูกผสมข้ามชนิดที่มีความเขียวของใบสูงสุด เฉลี่ย 36.31 และ 35.45 แสดงว่า ภายหลังการปลูก สายพันธุ์สบู่ดำมีอิทธิพลต่อทั้งความเขียวใบและพื้นที่ใบเฉลี่ยของลูกผสม แต่สายพันธุ์เข็มปัตตาเวียมีอิทธิพลต่อความเขียวใบของลูกผสมเท่านั้น

สบู่ดำสายพันธุ์แม่ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักสดรวม น้ำหนักเนื้อไม้แห้ง ความชื้นเนื้อไม้สด และความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (**Table 1**) สบู่ดำ P5 ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักสดรวมสูงสุด เฉลี่ย 7.26 กก./ต้น สายพันธุ์ K ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักเนื้อไม้แห้งสูงสุด เฉลี่ย 4.75 กก./ต้น สบู่ดำ M8 และ P 5 ให้ลูกผสมที่มีความชื้นเนื้อไม้สดต่ำสุด เฉลี่ย 56.26 และ 57.64 % และสบู่ดำ M8, P5, Cn, K, S19 และ P8 ให้ลูกผสมที่มีความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้งสูงสุด เฉลี่ย 0.61 ถึง 0.59 ก./ลบ.ซม. เข็มปัตตาเวียสายพันธุ์พ่อให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักสดรวม น้ำหนักเนื้อไม้แห้ง ความชื้นเนื้อไม้สด และความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ โดยเข็มปัตตาเวีย Ji2 และ Ji4 ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักสดรวมและน้ำหนักเนื้อไม้แห้งสูงสุด โดยน้ำหนักสดรวม เฉลี่ย 6.48 และ 6.47 กก./ต้น และน้ำหนักเนื้อไม้แห้ง เฉลี่ย 3.99 และ 3.81 กก./ต้น และเข็มปัตตาเวีย Ji2 ให้ลูกผสมที่มีความชื้นเนื้อไม้สดต่ำสุด เฉลี่ย 58.18 % แต่ให้ความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้งสูงสุด เฉลี่ย 0.62 ก./ลบ.ซม. แสดงว่า ภายหลังการปลูก สายพันธุ์พ่อแม่มีอิทธิพลต่อลักษณะผลผลิตชีวมวลและคุณภาพเนื้อไม้ของสบู่ดำลูกผสม

จากผลการทดลอง ในปีที่ 1 แสดงว่าหลังการปลูก สบู่ดำสายพันธุ์แม่และเข็มปัตตาเวียสายพันธุ์พ่อมีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสม โดยสบู่ดำ P5 และ K ให้ลูกผสมที่มีการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลสูงสุด สบู่ดำ M8 และ P5 ให้ลูกผสมที่เนื้อไม้มีความชื้นต่ำและมีความหนาแน่นสูง ส่วนเข็มปัตตาเวีย Ji4 ให้ลูกผสมที่มีการเจริญเติบโตสูงสุด และเข็มปัตตาเวีย Ji2 ให้ลูกผสมที่มีค่าความเขียวใบและผลผลิตชีวมวลสูงสุด รวมทั้งยังให้ลูกผสมที่เนื้อไม้มีความชื้นต่ำและมีความหนาแน่นสูงสุดอีกด้วย

Table 1 Growth and biomass yield traits of inter-specific hybrids between female lines of *J. curcas* and male lines of *J. integerrima* at the first year.

Parents	Stem and branch diameter (mm)				Canopy size (cm)		Leaf	Average	Total	Dry wood	Moisture content	Dry wood
	Trunk	Main stem	Primary branch	Secondary branch	Plant height	Canopy width	greenness	leaf area (cm^2/leaf)	fresh weight (kg/plant)	weight (kg/plant)	of fresh wood (%)	density (g/cm^3)
Female												
Cn	63.96 ab	45.01 ab	25.38 a	15.02 a	249.80 a	219.60 a	34.65 cd	59.76 a	6.86 ab	4.50 ab	59.47 cd	0.60 a
K	63.66 ab	48.68 a	25.54 a	15.84 a	254.60 a	217.50 a	33.58 d	61.15 a	6.92 ab	4.75 a	59.17 cd	0.60 a
M8	62.59 ab	41.59 b	24.39 a	14.03 ab	250.40 a	167.60 bc	34.77 cd	47.36 b	5.06 bc	3.44 b	56.26 e	0.61 a
P5	64.51 a	43.27 ab	24.48 a	15.51 a	246.00 a	188.60 b	38.37 a	48.43 b	7.26 a	4.47 ab	57.64 de	0.61 a
P8	50.75 cd	44.02 ab	19.81 b	12.47 bc	196.60 b	149.20 c	35.80 bc	49.95 b	3.92 cd	2.18 c	61.93 b	0.59 a
P9	56.16 bc	41.94 b	20.76 b	14.11 ab	212.70 b	157.20 c	37.70 ab	37.43 c	5.36 abc	1.85 c	64.12 a	0.57 b
S19	43.73 d	33.65 c	16.87 c	10.99 c	191.40 b	142.70 c	36.58 abc	35.88 c	2.90 d	1.34 c	60.13 bc	0.60 a
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
Male												
Ji2	60.20 a	43.04 b	23.33 a	14.19 b	229.10 b	197.60 b	36.31 a	48.81	6.48 a	3.99 a	58.18 b	0.62 a
Ji4	62.12 a	46.65 a	24.14 a	15.40 a	255.40 a	220.30 a	35.45 a	54.49	6.47 a	3.81 a	60.58 a	0.57 c
Ji5	52.88 b	39.01 c	21.20 b	12.92 c	215.80 c	138.30 c	34.07 b	49.24	3.70 b	2.42 b	60.25 a	0.60 b
F-test	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**
CV (%)	26.00	27.81	25.07	26.98	18.28	32.08	11.03	28.8	65.68	65.73	6.50	8.03

Mean in the same column with the same letters are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT). ns, non significant. **, significant for $P < 0.01$.

อิทธิพลของสายพันธุ์พ่อแม่ต่อลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิดหลังตัดฟัน

ในปีที่ 2 ต้นสบู่ดำไม่มีลำต้นหลักเนื่องจากถูกตัดออกหลังจากตัดฟันในปีแรก โดยที่อายุ 12 เดือนหลังตัดฟัน สบู่ดำสายพันธุ์แม่ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นและกิ่ง และขนาดทรงพุ่มต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) โดยสบู่ดำ M8 ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นสูงสุด เฉลี่ย 83.37 มม. สบู่ดำ M8 และ P5 ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งหลักและความสูงต้นสูงสุด โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งหลักเฉลี่ย 23.83 และ 23.73 มม. และความสูงต้น เฉลี่ย 251.00 และ 250.50 ซม. สบู่ดำ P5 ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งรองสูงสุด เฉลี่ย 13.71 มม. และสบู่ดำ K และ P5 ให้ลูกผสมที่มีขนาดความกว้างทรงพุ่มสูงสุด เฉลี่ย 165.30 และ 163.70 ซม. เข็มปัตตาเวียสายพันธุ์พ่อให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้น กิ่งหลัก และขนาดทรงพุ่มต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งรองไม่ต่างกัน เข็มปัตตาเวีย Ji4 และ Ji2 ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นสูงสุด เฉลี่ย 75.10 และ 73.35 มม. และเข็มปัตตาเวียJi4 และ Ji2 ให้ลูกผสมที่มีขนาดความสูงต้นและความกว้างทรงพุ่มสูงสุด ค่าเฉลี่ยความสูงต้น 221.70 และ 221.20 ซม. และค่าเฉลี่ยความกว้างทรงพุ่ม 156.20 และ 148.20 ซม. และเข็มปัตตาเวีย Ji4 ให้ลูกผสมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งหลักสูงสุด เฉลี่ย 22.06 มม. ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าสายพันธุ์พ่อแม่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตหลังการตัดฟันของสบู่ดำลูกผสม

สบู่ดำสายพันธุ์แม่ให้ลูกผสมที่มีความเขียวใบและพื้นที่ใบเฉลี่ยต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) ที่อายุ 9 เดือนหลังตัดฟัน สบู่ดำ P5 ให้ลูกผสมที่มีค่าความเขียวใบสูงสุด เฉลี่ย 40.32 สบู่ดำ K, M8 และ Cn ให้ลูกผสมที่มีขนาดพื้นที่ใบเฉลี่ยกว้างสุด เฉลี่ย 80.85, 74.26 และ 74.09 ตร.ซม. เข็มปัตตาเวียสายพันธุ์พ่อให้ลูกผสมที่มีความเขียวใบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ แต่มีพื้นที่ใบเฉลี่ยไม่ต่างกัน โดยเข็มปัตตาเวีย Ji2 ให้ลูกผสมข้ามชนิดที่มีค่าความเขียวของใบสูงสุด เฉลี่ย 39.34 แสดงว่า ภายหลังการตัดฟัน สายพันธุ์สบู่ดำยังคงมีอิทธิพลต่อทั้งความเขียวใบและพื้นที่ใบเฉลี่ยของลูกผสม แต่สายพันธุ์เข็มปัตตาเวียมีอิทธิพลต่อความเขียวใบของลูกผสมเท่านั้น

สบู่ดำสายพันธุ์แม่ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักสดรวม น้ำหนักเนื้อไม้แห้ง ความชื้นเนื้อไม้สด และความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ (Table 2) และมีความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยสบู่ดำ P5 ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักสดรวมและน้ำหนักเนื้อไม้แห้งสูงสุด เฉลี่ย 7.37 และ 5.72 กก./ต้น สบู่ดำ P5 และ M8 ให้ลูกผสมที่มีความชื้นเนื้อไม้สดต่ำสุด เฉลี่ย 60.05 และ 60.15 % และสบู่ดำ P5 ให้ลูกผสมที่มีความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้งสูงสุด เฉลี่ย 0.59 ก./ลบ.ซม. เข็มปัตตาเวียสายพันธุ์พ่อให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักสดรวม น้ำหนักเนื้อไม้แห้ง ความชื้นเนื้อไม้สด และความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้งต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เข็มปัตตาเวีย Ji2 และ Ji4 ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักสดรวมสูงสุด เฉลี่ย 5.50 และ 5.47 กก./ต้น นอกจากนี้ เข็มปัตตาเวีย Ji2 และ Ji4 ยังให้ลูกผสมข้ามชนิดที่มีน้ำหนักเนื้อไม้แห้งสูงสุด เฉลี่ย 4.14 และ 3.77 กก./ต้น เข็มปัตตาเวีย Ji2 ให้ลูกผสมข้ามชนิดที่มีความชื้นเนื้อไม้สดต่ำสุด เฉลี่ย 62.78 % และ Ji2 และ Ji5 ให้ลูกผสมข้ามชนิดที่มีความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้งสูงสุด เฉลี่ย 0.58 และ 0.56 ก./ลบ.ซม. ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ภายหลังการตัดฟัน สายพันธุ์พ่อแม่ยังคงมีอิทธิพลต่อลักษณะผลผลิตชีวมวลและคุณภาพเนื้อไม้ของสบู่ดำลูกผสม

จากผลการทดลองในปีที่ 2 แสดงให้เห็นว่า ภายหลังการตัดฟัน สบู่ดำสายพันธุ์แม่และเข็มปัตตาเวียสายพันธุ์พ่อยังคงมีอิทธิพลต่อลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสม โดยสบู่ดำ M8 และ K ให้ลูกผสมที่มีการเจริญเติบโตดีที่สุด สบู่ดำ P5 ให้ลูกผสมที่มีความเขียวของใบสูงสุด สบู่ดำ K ให้ลูกผสมที่มีพื้นที่ใบเฉลี่ยใหญ่ที่สุด นอกจากนี้ สบู่ดำ P5 ยังให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักชีวมวลสูงสุด เนื้อไม้มีความหนาแน่นสูงและความชื้นต่ำ ส่วนเข็มปัตตาเวีย Ji4 ให้ลูกผสมที่มีขนาดลำต้นและกิ่งขนาดทรงพุ่มใหญ่ที่สุด เข็มปัตตาเวีย Ji2 ให้ลูกผสมที่มีค่าความเขียวของใบและผลผลิตชีวมวลสูงสุด เนื้อไม้มีความชื้นต่ำและความหนาแน่นสูงสุดอีกด้วย

การที่สายพันธุ์พ่อแม่มีอิทธิพลต่อลักษณะการ

เจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสม แสดงว่าการใช้สายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อที่แตกต่างกันมีผลให้ได้ลูกผสมที่มีลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลที่แตกต่างกัน ดังนั้น การคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่จึงมีความสำคัญต่อโอกาสประสบความสำเร็จในการผลิตลูกผสมที่มีศักยภาพดี จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า สบู่ดำ P5 และเข็มปัตตาเวีย Ji2 เป็นสายพันธุ์พ่อแม่ให้ลูกผสมที่มีเจริญเติบโตดีทั้งก่อนและหลังการตัดฟัน ทั้งสองสายพันธุ์นี้ยังให้ลูกผสมที่มีความเขียวของใบสูงสุด ซึ่งความเขียวของใบมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์และความสามารถในการสังเคราะห์แสงของสบู่ดำ (Nyi et al. 2012) ดังนั้น จึงอาจใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่เพื่อปรับปรุงลักษณะประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของลูกผสม นอกจากนี้ สบู่ดำ P5 และเข็มปัตตาเวีย Ji2 ยังให้ลูกผสมที่มีผลผลิตชีวมวลสูงสุดทั้งก่อนและหลังการตัดฟัน รวมถึงเป็นสายพันธุ์พ่อแม่ที่ให้ลูกผสมที่มีความชื้นเนื้อไม้ต่ำและมีความหนาแน่นของเนื้อไม้แห้งสูงอีกด้วย ซึ่งความชื้นและความหนาแน่นของเนื้อไม้เป็นลักษณะทางคุณภาพของเนื้อไม้ (Al-Sagheer and Prasad, 2010) โดยเนื้อไม้ที่มีความชื้นต่ำและมีความหนาแน่นสูงจะสามารถเผาได้พลังงานความร้อนสูงจึงมีคุณสมบัติเหมาะสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับโรงไฟฟ้า ทั้งสองสายพันธุ์นี้จึงสามารถใช้เป็นสายพันธุ์พ่อแม่เพื่อปรับปรุงปริมาณผลผลิตชีวมวลและลักษณะคุณภาพเนื้อไม้ของลูกผสม

อิทธิพลของการตัดฟันต่อลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิด

การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมระหว่างหลังปลูกและหลังตัดฟัน ที่อายุ 3, 6, 9 และ 12 เดือน พบว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนต้นหลังปลูก มีค่าระหว่าง 27.17 ถึง 58.54 มม. (Figure 1a) ในขณะที่ หลังตัดฟัน มีค่าระหว่าง 58.55 ถึง 71.83 มม. จึงเห็นได้ว่าขนาดโคนต้นในปีที่ 2 มีขนาดใหญ่กว่าปีที่ 1 เนื่องจาก บริเวณโคนต้นเป็นตำแหน่งส่วนที่ไม่ถูกตัดฟันจึงมีการเจริญเติบโตต่อไปเรื่อย ๆ และมีแนวโน้มที่จะขยายขนาดได้อีกในปีต่อไป ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นหลักหลังปลูก มีค่าระหว่าง 15.01 ถึง 42.93 มม. (Figure 1b) ส่วนในปีที่ 2 การตัดฟันทำให้ไม่มีตำแหน่งลำต้นหลักจึงไม่มีการเก็บข้อมูลในตำแหน่งดังกล่าว สำหรับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งหลัก พบว่าหลังปลูกมีขนาดใหญ่กว่าหลังตัดฟันเล็กน้อย ที่อายุ 3 และ 12 เดือน (Figure 1c) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างหลังปลูกและหลังตัดฟัน ที่อายุ 6 และ 9 เดือน โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งหลักหลังปลูก มีค่าระหว่าง 11.03 ถึง 22.92 มม. ในขณะที่หลังตัดฟัน มีค่าระหว่าง 8.86 ถึง 21.26 มม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งรองหลังปลูกมีขนาดใหญ่กว่าหลังตัดฟันเล็กน้อย ที่อายุ 12 เดือน (Figure 1d) แต่ไม่พบความแตกต่างระหว่างหลังปลูกและหลังตัดฟัน ที่อายุ 3, 6 และ 9 เดือน โดยขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกิ่งรองหลังปลูก มีค่าระหว่าง 6.58 ถึง 14.17 มม. ในขณะที่หลังตัดฟัน มีค่าระหว่าง 5.87 ถึง 12.53 มม. นอกจากนี้ การตัดฟันทำให้ลูกผสมมีความสูงต้นลดลง โดยหลังปลูก มีค่าระหว่าง 127.42 ถึง 233.29 มม. (Figure 2a) ในขณะที่หลังตัดฟัน มีค่าระหว่าง 91.21 ถึง 217.45 มม. และการตัดฟันยังมีผลทำให้ความกว้างทรงพุ่มของลูกผสมมีขนาดลดลงทุกอายุ (Figure 2b) ยกเว้นไม่พบความแตกต่างที่อายุ 9 เดือน โดยความกว้างทรงพุ่มหลังปลูก มีค่าระหว่าง 85.87 ถึง 186.45 มม. ในขณะที่หลังตัดฟัน มีค่าระหว่าง 59.48 ถึง 141.38 มม. จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า การตัดฟันมีผลต่อการเจริญเติบโตของลูกผสม โดยทำให้ขนาดกิ่งและขนาดทรงพุ่มของลดลงเล็กน้อยในปีที่สอง

การตัดฟันมีอิทธิพลต่อความเขียวใบลูกผสม โดยที่อายุ 3, 6 และ 9 เดือนหลังปลูก มีค่า 39.44, 36.96 และ 35.34 ตามลำดับ (Figure 3a) ในขณะที่อายุ 3, 6 และ 9 เดือนหลังตัดฟัน มีค่า 35.17, 37.43 และ 36.86 ตามลำดับ แสดงว่าในช่วงต้นของการเจริญเติบโต ที่อายุ 3 เดือน การตัดฟันทำให้มีความเขียวใบลดลง แต่ที่อายุ 6 เดือน ความเขียวของใบไม่แตกต่างกันระหว่างหลังปลูกและหลังตัดฟัน และเมื่อถึงช่วงปลายของการเจริญเติบโต ที่อายุ 9 เดือน การตัดฟันทำให้ความเขียวใบเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ การตัดฟันยังทำให้ขนาดพื้นที่ใบเฉลี่ยของลูกผสมมีขนาดใหญ่ขึ้น โดยที่อายุ 6 และ 9 เดือนหลังปลูก มีค่า 54.65 และ 50.76 ตร.ซม. ตามลำดับ (Figure 3b) ในขณะที่อายุ 6 และ 9 เดือน หลังตัดฟัน มีค่า 59.86 และ 67.00 ตร.ซม. ตามลำดับ

Table 2 Growth and biomass yield traits of inter-specific hybrids between female lines of *J. curcas* and male lines of *J. integerrima* at the secondary year.

Parents	Stem and branch diameter (mm)			Canopy size (cm)		Leaf	Average	Total	Dry wood	Moisture content	Dry wood
	Trunk	Primary branch	Secondary branch	Plant height	Canopy width	greenness	leaf area (cm^2/leaf)	fresh weight (kg/plant)	weight (kg/plant)	of fresh wood (%)	density (g/cm^3)
Female											
Cn	76.67 ab	21.55 ab	12.69 abc	221.40 bc	159.60 ab	36.54 bc	74.09 a	5.06 b	3.88 bc	64.50 b	0.56 ab
K	77.46 ab	22.59 ab	12.92 ab	229.80 b	165.30 a	36.44 bc	80.85 a	5.94 ab	4.57 ab	64.18 b	0.55 ab
M8	83.37 a	23.83 a	13.24 ab	251.00 a	139.50 bc	38.05 b	74.26 a	5.89 ab	4.54 ab	60.15 c	0.58 ab
P5	81.72 ab	23.73 a	13.71 a	250.50 a	163.70 a	40.32 a	62.82 b	7.37 a	5.72 a	60.05 c	0.59 a
P8	63.37 c	22.10 ab	11.67 bc	190.30 de	117.20 cd	35.61 cd	57.37 b	4.85 b	2.83 cd	67.32 a	0.53 bc
P9	71.91 bc	20.90 b	12.52 abc	204.30 cd	119.30 cd	34.30 d	43.63 c	5.01 b	2.36 de	68.22 a	0.49 c
S19	50.90 d	16.79 c	11.10 c	178.70 e	100.10 d	37.26 bc	44.46 c	2.36 c	1.34 e	66.44 ab	0.53 abc
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*
Male											
Ji2	73.35 a	21.49 ab	12.22	221.20 a	148.20 a	39.34 a	65.17	5.50 a	4.14 a	62.78 c	0.58 a
Ji4	75.10 a	22.06 a	12.99	221.70 a	156.20 a	34.94 b	66.87	5.47 a	3.77 a	66.74 a	0.50 b
Ji5	66.64 b	20.16 b	12.47	208.40 b	117.80 b	35.58 b	69.55	3.85 b	2.63 b	64.23 b	0.56 a
F-test	**	**	ns	**	**	**	ns	**	**	**	**
CV (%)	28.14	24.06	24.11	18.73	31.37	10.54	27.95	70.98	77.73	7.36	19.63

Mean in the same column with the same letters are not significantly different by Duncan's multiple range test (DMRT). ns, non significant. **, significant for $P < 0.01$.

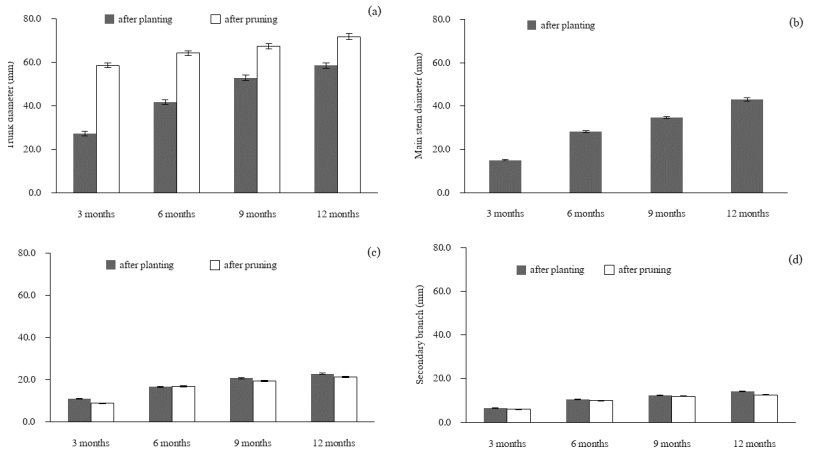


Figure 1 Comparison in diameter of trunk (a), main stem (b), primary branch (c) and secondary branch (d) between after planting and after pruning of inter-specific hybrids jatropha. Error bars represent standard error of mean.

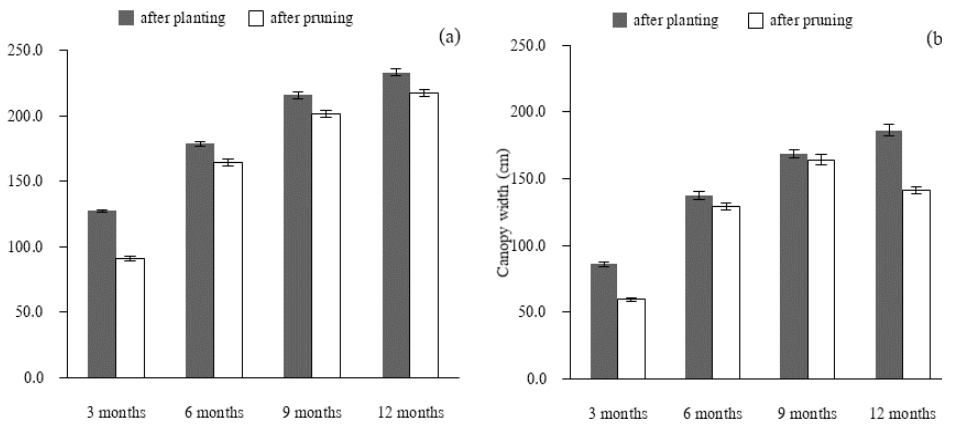


Figure 2 Comparison in plant height (a) and canopy width (b) between after planting and after pruning of inter-specific hybrids jatropha. Error bars represent standard error of mean.

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การตัดฟันมีผลต่อลักษณะใบของลูกผสม โดยทำให้ความเขียวใบเข้มขึ้นเล็กน้อยและใบมีขนาดใหญ่ขึ้นในปีที่สอง

ในปีที่ 1 ลูกผสมมีน้ำหนักสดรวม 5.37 กก./ต้น (**Figure 4a**) มากกว่าในปีที่ 2 ซึ่งลูกผสมมีน้ำหนักสดรวม 4.96 กก./ต้น อย่างไรก็ตาม ลูกผสมมีน้ำหนักเนื้อไม้แห้งไม่แตกต่างกันระหว่างปีที่ 1 และ ปีที่ 2 โดยมีน้ำหนักเนื้อไม้แห้ง 3.16 และ 3.40 กก./ต้น ตามลำดับ นอกจากนี้ ในปีที่ 1 ลูกผสมมีความชื้นเนื้อไม้สด 59.57 % (**Figure 4b**) ไม่แตกต่างกับปีที่ 2 ซึ่งลูกผสมมีความชื้นเนื้อไม้สด 64.44 % และปีที่ 1 ลูกผสมมีความหนาแน่นเนื้อไม้แห้ง 0.60 ก./ลบ.ซม. (**Figure 4c**) ไม่แตกต่างกับปีที่ 2 ซึ่งลูกผสมมีความหนาแน่นเนื้อไม้แห้ง 0.55 ก./ลบ.ซม. จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า การตัดฟันมีผลให้ลูกผสมมีน้ำหนักสดรวมลดลงเล็กน้อย แต่ไม่มีผลกระทบต่อน้ำหนักแห้ง นอกจากนี้ การตัดฟันยังไม่มีผลกระทบต่อลักษณะคุณภาพของเนื้อไม้ทั้งความชื้นและความหนาแน่นของเนื้อไม้อีกด้วย

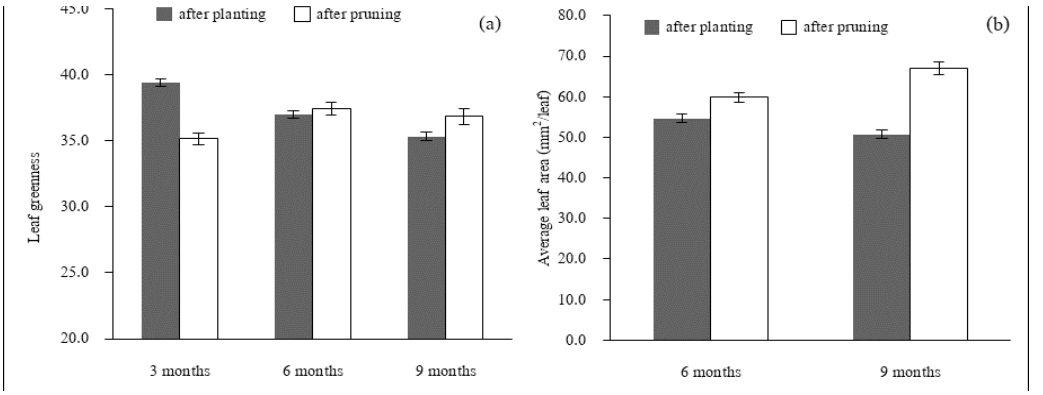
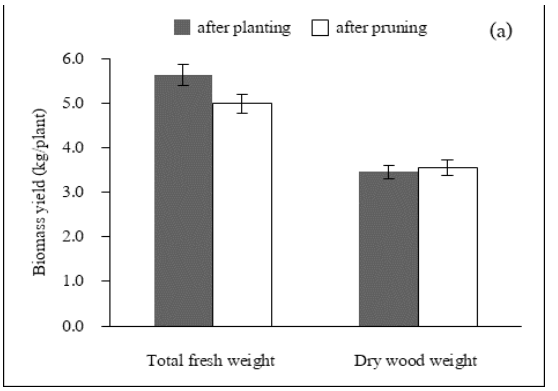


Figure 3 Comparison in leaf greenness (a) and average leaf area (b) between after planting and after pruning of inter-specific hybrids jatropha. Error bars represent standard error of mean.



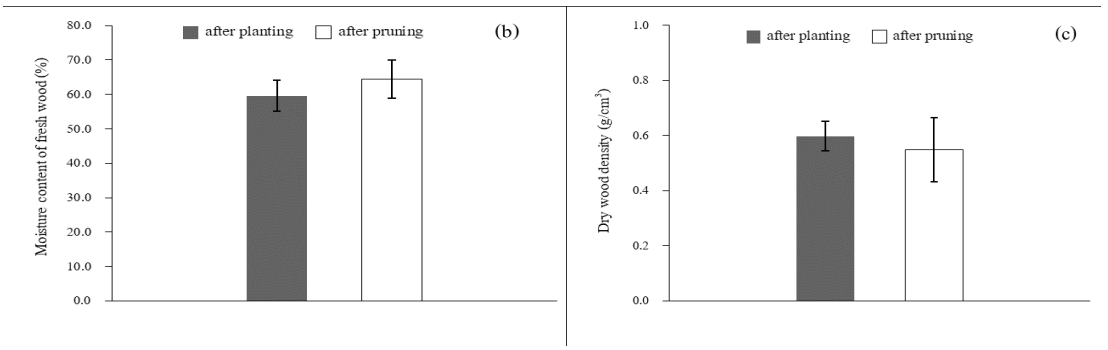


Figure 4 Comparison in biomass yield (a), moisture content of fresh wood (b) and dry wood density (c) between after planting and after pruning of inter-specific hybrids jatropha. Error bars represent standard error of mean.

การปลูกสบู่ดำลูกผสมในแต่ละปีต้องทำการตัดลำต้นและกิ่งเพื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตชีวมวล แล้วปล่อยให้ต้นตอเจริญเติบโตใหม่ในปีต่อไป (อนุรักษ์ และคณะ, 2562) ดังนั้น การตัดฟันจึงอาจมีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสม เนื่องจากความสามารถในการฟื้นตัวหลังการตัดฟันเป็นอีกลักษณะที่สำคัญต่อการปลูกไม้โตเร็วเพื่อใช้เป็นพืชพลังงานชีวมวลที่มีรอบตัดฟันสั้น โดยไม้โตเร็วบางชนิด เช่น กระถินเทพาและกระถินเทพณรงค์มีความสามารถในการฟื้นตัวหลังการตัดฟันน้อยมากถึงไม่ฟื้นตัวเลย (มะลิวัลย์ และคณะ, 2553) จึงทำให้เกษตรกรต้องลงทุนปลูกใหม่ทุกรอบ แต่สำหรับสบู่ดำลูกผสม แม้ว่าการตัดฟันมีผลให้การเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลลดลงเล็กน้อยแต่ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตเนื้อไม้แห้ง รวมถึงไม่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อไม้ แสดงว่ามีแนวโน้มที่จะสามารถตัดฟันสบู่ดำลูกผสมได้หลายปี นอกจากนี้ พบว่ามีจำนวนลูกผสมประมาณ 40 % จากลูกผสมทั้งหมดในการศึกษานี้ (ไม่แสดงข้อมูล) มีผลผลิตชีวมวลที่สูงขึ้นหลังการตัดฟัน ซึ่งลูกผสมเหล่านี้ยิ่งมีโอกาสสูงที่จะสามารถทนทานต่อการตัดฟันได้บ่อยครั้ง อย่างไรก็ตาม ควรมีการทดสอบการเจริญเติบโตและผลผลิตของสบู่ดำลูกผสมข้ามชนิดเป็นเวลาหลายปีต่อไป

สรุป

สบู่ดำสายพันธุ์แม่และเข็มปัตตาเวียสายพันธุ์พ่อมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมทั้งหลังปลูกและหลังตัดฟัน แสดงว่าการใช้สายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อที่แตกต่างกันมีผลต่อการสร้างลูกผสมที่มีลักษณะการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลที่แตกต่างกัน สบู่ดำ P5 และเข็มปัตตาเวีย Ji2 เป็นสายพันธุ์แม่และพ่อที่สามารถสร้างลูกผสมที่มีศักยภาพด้านชีวมวลสูงสุด การตัดฟันมีผลทำให้ขนาดกิ่งและขนาดทรงพุ่มของลูกผสมลดลง แต่ทำให้ความเขียวของใบและขนาดพื้นที่ใบเฉลี่ยเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ แม้ว่าการตัดฟันทำให้ผลผลิตชีวมวลของลูกผสมลดลงเล็กน้อย แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อผลผลิตเนื้อไม้แห้ง รวมถึงไม่ส่งผลกระทบต่อความชื้นและความหนาแน่นเนื้อไม้ของลูกผสม แสดงว่าสบู่ดำลูกผสมข้ามชนิดมีแนวโน้มที่จะสามารถตัดฟันเก็บเกี่ยวผลผลิตชีวมวลได้หลายปีโดยไม่ต้องปลูกใหม่

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการทุน NSTDA Chair Professor ของ ประจำปี 2554 ภายใต้ความร่วมมือระหว่าง มูลนิธิสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์กับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และขอขอบคุณภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

มะลิวัลย์ หฤทัยธนาสันติ์, เกษม หฤทัยธนาสันติ์, เอกพงษ์ ธนะวัติ, ศักดา พรมเลิศ และเอกชัย บ่ายแสงจันทร์. 2553. ศักยภาพของกระถินยักษ์ ยูคาลิปตัส กระถินเทพา และกระถินเทพณรงค์ในการปลูกเป็นสวนป่าพืชพลังงาน. น. 579-586. ใน: การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48. วันที่ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553. กรุงเทพมหานคร.

สินีนาฎ เกิดทรัพย์, พัชรินทร์ ตัญญะ, พรศิริ เลี้ยงสกุล และ อนุรักษ์ อรัญญนาค. 2559. ศักยภาพผลผลิตเนื้อไม้ของลูกผสมข้ามชนิดในพืชสกุล Jatropha. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 47: 361-364.

อนุรักษ์ อรัญญนาค, พัชรินทร์ ตัญญะ, พรศิริ เลี้ยงสกลุ และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2561. การประเมินผลผลิตและชีวมวลในสบู่ดำลูกผสมภายในชนิดและลูกผสมข้ามชนิด. แก่นเกษตร. 46 : 1191-1202.

อนุรักษ์ อรัญญนาค, สินีนาฎ เกิดทรัพย์, พัชรินทร์ ตัญญะ, พรศิริ เลี้ยงสกุล และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2562. การเปรียบเทียบศักยภาพทางชีวมวลในลูกผสมข้ามชนิดของพืชสกุล *Jatropha*. แก่นเกษตร. 47: 917-928.

Al-Sagheer, N.A., and A.G.D. Prasad. 2010. Variation in wood specific gravity, density and moisture content of *Dipterocarpus indicus* (Bedd). among different populations in Western Ghats of Karnataka, India. International Journal of Applied Agricultural Research. 5: 583–599.

Laosatit, K., P. Tanya, N. Muakrong, and P. Srinives. 2014. Development of interspecific and intergeneric hybrids among jatropha-related species and verification of the hybrids using EST–SSR markers. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization. 12: S58–S61.

Muakrong, N., K. Thida One, P. Tanya, and P. Srinives. 2014. Interspecific jatropha hybrid as a new promising source of woody biomass. Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization. 12: 17 – 20.

Nyi, N., W. Sridokchan, W. Chai-arree and P. Srinives. 2012. Nondestructive measurement of photosynthetic pigments and nitrogen status in Jatropha (*Jatropha curcas* L.) by chlorophyll meter. Philippine Agricultural Scientist. 95: 83-89.

Tanya, P., P. Taeprayoon, Y. Hadkam, and P. Srinives. 2011. Genetic Diversity among Jatropha and Jatropha-Related Species Based on ISSR Markers. Plant Molecular Biology Reporter. 29: 252–264.