



## อิทธิพลของพ่อแม่ต่อลักษณะใบและความสัมพันธ์กับผลผลิตในลูกผสมกลับข้ามชนิดของ สบู่ดำ

### Parental effects on leaf traits and correlation with yield in an inter-specific backcross hybrids of *Jatropha*

อนรรักษ์ อรุณยานาค<sup>1</sup>, จิราพร เชื้อกุล<sup>1\*</sup>, นราธิษณ์ หมวกรอง<sup>2</sup>, พัชรินทร์ ตัญญา<sup>1</sup>, พรศิริ เลียงสกุล<sup>1</sup>  
และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์<sup>1</sup>

Anuruck Arunyanark<sup>1</sup>, Jiraporn Chaugool<sup>1\*</sup>, Narathid Muakrong<sup>2</sup>, Patcharin Tanya<sup>1</sup>,  
Ponsiri Liangsakul<sup>1</sup> and Peerasak Srinives<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ภาควิชาพืชไร่ฯ คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม 73140

<sup>1</sup> Department of Agronomy, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

<sup>2</sup> คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ นราธิวาส 96110

<sup>2</sup> Faculty of Agriculture, Princess of Naradhiwas University, Naradhiwat 96110, Thailand

**บทคัดย่อ:** การคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่มีความสำคัญต่อการปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำลูกผสม และลักษณะใบอาจใช้ประโยชน์ในการคัดเลือกสายพันธุ์สบู่ดำที่มีผลผลิตสูง การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาอิทธิพลของสายพันธุ์พ่อแม่ต่อลักษณะใบและผลผลิตของสบู่ดำลูกผสมกลับข้ามชนิด และ 2) ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะใบและผลผลิตของสบู่ดำลูกผสม โดยปลูกทดสอบลูกผสมกลับข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำกับเข็มปัตตาเวีย 45 คู่ผสม ซึ่งได้จากสายพันธุ์แม่ 5 สายพันธุ์ กับพันธุ์พ่อ 9 สายพันธุ์ บันทึกผล SPAD chlorophyll meter reading (SCMR), พื้นที่ใบจำเพาะ (specific leaf area; SLA), พื้นที่ใบเฉลี่ย, น้ำหนักใบเฉลี่ย และผลผลิตรวมในรอบ 1 ปี พบว่า สบู่ดำสายพันธุ์แม่มีอิทธิพลต่อลักษณะใบและผลผลิตของลูกผสม แต่ไม่พบอิทธิพลของสายพันธุ์พ่อในทุกลักษณะ และยังพบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ต่อลักษณะใบและผลผลิตของลูกผสม พบความสัมพันธ์ระดับสูงระหว่าง SCMR กับ SLA ( $r = -0.73^{**}$  และ  $-0.75^{**}$ ) จึงสามารถใช้ SCMR ในการประเมิน SLA ของสบู่ดำลูกผสม และยังพบความสัมพันธ์ ระหว่างลักษณะผลผลิตกับ SCMR ( $r = -0.36^*$  ถึง  $-0.72^{**}$ ), SLA ( $r = 0.33^*$  ถึง  $0.66^{**}$ ), พื้นที่ใบเฉลี่ย ( $r = 0.37^*$  ถึง  $0.69^{**}$ ) และน้ำหนักใบเฉลี่ย ( $r = 0.33^*$  ถึง  $0.38^{**}$ ) ดังนั้น จึงสามารถใช้ลักษณะใบเหล่านี้เป็นสิ่งประเมินทางอ้อมในการคัดเลือกสบู่ดำลูกผสมที่มีศักยภาพสูงด้านผลผลิต

**คำสำคัญ:** สบู่ดำ; เข็มปัตตาเวีย; ผลผลิตเมล็ด; ลูกผสมกลับ; การผสมข้ามชนิด

**ABSTRACT:** Selection of parental lines is an important role to *Jatropha* breeding. Furthermore, leaf traits might be used in selection for high yield of hybrid *Jatropha*. The objectives of this investigation were 1) to study the effect of parental lines to leaf and yield traits, and 2) to evaluate the relationships between leaf and yield traits in inter-specific backcross hybrids of *Jatropha*. Total 45 crosses of inter-specific backcross hybrids between *Jatropha curcas* and *J. integerrima* were developed from 5 female lines and 9 male lines. All of hybrids were evaluated in field trials. Data were collected for SPAD chlorophyll meter reading (SCMR), specific leaf area (SLA), leaf area average, leaf weight average and yield traits. Although the effect of female line was found on leaf and yield traits of offspring, effect of male line was not found. Moreover, effect of crosses was also found on leaf and yield traits of hybrids. There were strong negative correlation between SCMR and SLA ( $r = -0.73^{**}$  and  $-0.75^{**}$ ), indicating SCMR could be used as a surrogate measurement of SLA. In addition, there were significant correlation between yield traits with

\* Corresponding author: agrjrp@ku.ac.th

SCMR ( $r = -0.36^*$  to  $-0.72^{**}$ ), SLA ( $r = 0.33^*$  to  $0.66^{**}$ ), leaf area average ( $r = 0.37^*$  to  $0.69^{**}$ ) and leaf weight average ( $r = 0.33^*$  to  $0.38^{**}$ ). This finding suggests that these leaf parameters could be used as indirect evaluation for high yield potential of hybrid *Jatropha* selection.

**Keywords:** *Jatropha curcas*; *J. integerrima*; seed yield; backcross hybrids; inter-specific hybridization

## บทนำ

สบู่ดำ (*Jatropha curcas* Linn.) เป็นพืชที่ได้รับความสนใจในการพัฒนาเป็นพืชพลังงาน เพราะน้ำมันจากเมล็ดของสบู่ดำมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล สามารถนำมาใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลรอบต่ำได้โดยไม่ต้องปรับเปลี่ยนเครื่องยนต์ และน้ำมันของสบู่ดำยังมีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับนำมาผลิตน้ำมันไบโอดีเซลอีกด้วย (Montes and Melchinger, 2016) สบู่ดำสามารถเจริญเติบโตได้ดีในภูมิอากาศที่หลากหลาย ทนแล้ง ทนต่อดินเค็มและดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (Wani et al., 2012) อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการปลูกสบู่ดำเพื่อผลิตน้ำมันไบโอดีเซลยังไม่คุ้มค่าในเชิงพาณิชย์ เนื่องจากสบู่ดำให้ผลผลิตต่ำ และการสุกแก่ไม่พร้อมกันทำให้ยากต่อการเก็บเกี่ยว (One et al., 2014; Tar et al., 2011) จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำเพื่อเพิ่มศักยภาพผลผลิตและให้เหมาะสมกับระบบผลิตทางการเกษตร

การปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำในปัจจุบันยังไม่ประสบความสำเร็จในการพัฒนาสายพันธุ์ที่มีศักยภาพการด้านผลผลิต เนื่องจากสายพันธุ์สบู่ดำมีความหลากหลายทางพันธุกรรมต่ำ (Laosatit et al., 2014) ทำให้มีโอกาสน้อยที่จะสร้างความแปรปรวนของลักษณะได้มากพอที่จะคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีเด่นใหม่ ๆ อย่างไรก็ตาม สบู่ดำสามารถผสมข้ามชนิดกับพืชในสกุลเดียวกัน โดยเฉพาะการผสมข้ามชนิดกับเข็มปัตตาเวีย (*J. integerrima* Jacq.) (One et al., 2014) ซึ่งเป็นพืชสกุล *Jatropha* เช่นเดียวกับสบู่ดำ จึงสามารถขยายฐานพันธุกรรมของสบู่ดำลูกผสมให้มีการกระจายตัวกว้างขึ้น สามารถเพิ่มลักษณะบางอย่างจากพืชต่างชนิดในลูกผสม รวมถึงสามารถใช้ประโยชน์จากพันธุกรรมความดีเด่นเหนือพ่อแม่ (heterosis) ของลูกผสม (สินีนาฏ และคณะ, 2559; อนุรักษ์ และคณะ, 2562; Muakrong et al., 2014) จึงเพิ่มโอกาสในการคัดเลือกสายพันธุ์สบู่ดำที่มีลักษณะดีเด่นใหม่ ๆ แต่ต้นสบู่ดำลูกผสมข้ามชนิดชั่วรุ่นที่ 1 ( $F_1$  hybrids) ส่วนใหญ่ไม่ติดเมล็ดหรือติดเมล็ดน้อยมาก จึงยังไม่สามารถคัดเลือกลักษณะผลผลิตได้ในลูกผสมข้ามชั่วรุ่นที่ 1 ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาพันธุ์ลูกผสมต่อไป คือ การสร้างประชากรรุ่นที่ 2 ( $F_2$  population) หรือการสร้างลูกผสมกลับ (backcross hybrids) เพื่อทำให้ลูกผสมสามารถมีผลผลิตเมล็ด (Muakrong and Srinives, 2020; One et al., 2014) โดยการนำละอองเกสรตัวผู้จากลูกผสมข้ามชนิดชั่วรุ่นที่ 1 ผสมกลับกับสบู่ดำสายพันธุ์ต่าง ๆ เพื่อสร้างลูกผสมกลับข้ามชนิดชั่วรุ่นที่ 1 ( $BC_1F_1$ ) เพื่อทำให้ลูกผสมมีผลผลิตเมล็ดและสร้างความแปรปรวนของลักษณะสำหรับการคัดเลือกต่อไป โดยสายพันธุ์ที่ใช้เป็นพันธุ์พ่อแม่มีอิทธิพลต่อการแสดงลักษณะของลูกผสม ดังนั้นการเลือกสายพันธุ์ที่มีความสามารถในการให้ลูกผสมที่ดีจะช่วยให้การปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำมีโอกาสประสบความสำเร็จมากขึ้น

ผลผลิตของสบู่ดำจะทยอยสุกแก่ไม่พร้อมกัน โดยหลังจากปลูกสบู่ดำ 2-3 เดือน สบู่ดำจะเริ่มออกดอกและทยอยติดผลไปเรื่อย ๆ ตลอดทั้งปี ทำให้ต้องทำการเก็บเกี่ยวผลผลิตสบู่ดำหลายครั้งเพื่อรวบรวมผลผลิตในแต่ละรอบปี (One et al., 2014; Tar et al., 2011) จึงทำให้การคัดเลือกสายพันธุ์สบู่ดำจากลักษณะผลผลิตสามารถทำได้ยากและใช้เวลานาน เป็นอุปสรรคสำคัญต่องานปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำ การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะที่สนใจจึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งสำหรับใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาในการคัดเลือก โดยลักษณะใบบางลักษณะมีวิธีการตรวจวัดไม่ยุ่งยาก เช่น พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ พื้นที่ใบจำเพาะหรือน้ำหนักใบจำเพาะและปริมาณคลอโรฟิลล์ ลักษณะเหล่านี้มีความสำคัญต่อกระบวนการสังเคราะห์อาหารด้วยแสงของพืชและยังมีความสัมพันธ์กับผลผลิตในพืชหลายชนิด (Amanullah, 2015; Marenco et al., 2009) สำหรับสบู่ดำลูกผสม หากพบความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะใบบางลักษณะที่ง่ายต่อการตรวจวัดและใช้เวลาไม่นานในการประเมิน จะทำให้สามารถใช้ลักษณะเหล่านั้นเป็นเครื่องมือทางอ้อมที่มีประสิทธิภาพสำหรับการคัดเลือกสายพันธุ์สบู่ดำลูกผสมเพื่อให้มีผลผลิตสูง

การเพาะปลูกสบู่ดำเพื่อใช้เป็นพืชพลังงานยังขาดแคลนสายพันธุ์ที่มีศักยภาพสูงด้านผลผลิต ข้อมูลความสามารถในการให้ลูกผสมของสายพันธุ์สบู่ดำจะเป็นประโยชน์ต่อการคัดเลือกสายพันธุ์พ่อแม่ที่จะใช้สร้างลูกผสม และการค้นหาลักษณะทางอ้อมที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตของสบู่ดำจะสามารถนำมาใช้ในโครงการปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำ ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา

อิทธิพลของสายพันธุ์พ่อแม่ต่อลักษณะใบและผลผลิตของสบู่ดำลูกผสมกลับข้ามชนิด และหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะใบและผลผลิตของสบู่ดำลูกผสม

## วิธีการศึกษา

ทำการทดลองในสภาพไร่ ที่แปลงทดลองโครงการปรับปรุงพันธุ์สบู่ดำ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม โดยปลูกทดสอบสบู่ดำลูกผสมกลับข้ามชนิด จำนวน 45 คู่ผสม ที่ได้จากการผสมกลับของสบู่ดำสายพันธุ์แม่ 5 สายพันธุ์ ซึ่งได้จากการรวบรวมพันธุ์ในประเทศไทยและได้รับสายพันธุ์จากประเทศเม็กซิโก โดยได้ปลูกทดสอบเบื้องต้นแล้วพบว่าสายพันธุ์เหล่านี้มีการเจริญเติบโตดีและมีผลผลิตสูง ได้แก่ ชัยนาท (Cn), โคราซ (K), แพร์ (P), เม็กซิโก 8 (M8), เม็กซิโก 10 (M10) กับสายพันธุ์พ่อ 9 สายพันธุ์ ได้แก่ CI1, CI2, CI3, CI4, CI5, CI6, CI7, CI8 และ CI9 โดยสายพันธุ์พ่อเป็นลูกผสมชั่วที่ 1 จากการผสมข้ามชนิดระหว่างสบู่ดำสายพันธุ์ Cn กับเข็มปัตตาเวีย ใช้แผนการทดลองแบบ Completely randomized design (CRD) แบบมีจำนวนซ้ำไม่เท่ากัน เนื่องจากแต่ละคู่ผสมมีจำนวนต้นลูกผสมไม่เท่ากัน โดยแต่ละคู่ผสมมีจำนวนต้น 7-40 ต้น จำนวนลูกผสมรวมทั้งหมด 705 ต้น นำลูกผสมไปปลูกในแปลงย่อย แปลงย่อยละ 7 ต้น ใช้ระยะปลูก 1 × 1.5 ม. รองกันหลุมปลูกด้วยปุ๋ยคอก อัตรา 213.40 กก./ไร่ และใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กก./ไร่/ปี ให้น้ำทุก 30 วัน หรือขึ้นกับสภาพภูมิอากาศ ควบคุมและกำจัดศัตรูพืชโดยใช้สารเคมีร่วมกับวิธีกล

เก็บข้อมูลลูกผสมจากทุกต้นและบันทึกข้อมูลทุกลักษณะเป็นรายต้น เมื่อสบู่ดำลูกผสมมีอายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก เก็บข้อมูลปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบโดยเลือกสุ่มเก็บใบที่คลี่ขยายเต็มที่แล้วตัดแบ่งใบที่ 5 จากปลายยอดหรือกิ่ง จำนวน 10 ใบต่อดัน นำมาวัดค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบด้วยเครื่อง SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) รุ่น SPAD-502 วัดที่ตำแหน่งซ้าย-ขวาของใบใบละ 2 จุด แล้วหาค่าเฉลี่ยของแต่ละต้น และเก็บข้อมูลพื้นที่ใบเฉลี่ยโดยนำตัวอย่างใบที่ใช้วัดค่าความเขียวใบมาวัดพื้นที่ใบด้วยเครื่องวัดพื้นที่ใบ (Li-3100C Area Meter) แล้วหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใบต่อหนึ่งใบ บันทึกเป็นข้อมูลพื้นที่ใบเฉลี่ย (leaf area average) จากนั้นนำตัวอย่างใบใส่ถุงกระดาษ นำไปอบแห้งด้วยตู้อบ Hot dry oven ที่อุณหภูมิ 80 °C เป็นเวลา 72 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบแล้วชั่งน้ำหนัก แล้วหาค่าเฉลี่ยของน้ำหนักแห้งใบต่อหนึ่งใบ บันทึกเป็นข้อมูลน้ำหนักใบเฉลี่ย (leaf weight average) จากนั้นคำนวณค่าพื้นที่ใบจำเพาะ (specific leaf area; SLA) = (พื้นที่ใบเฉลี่ย / น้ำหนักแห้งใบเฉลี่ย) และเก็บข้อมูลผลผลิตรวมในรอบ 1 ปี โดยทำการเก็บรวบรวมผลสุกของลูกผสมแต่ละต้นไว้ทุก 1 เดือน นำมาตากแดดให้แห้งแล้วนำเอามาชั่งน้ำหนัก บันทึกเป็นน้ำหนักผลแห้ง กะเทาะเปลือกผลของสบู่ดำออกชั่งน้ำหนักเมล็ดแห้ง และคำนวณค่า % กะเทาะ = (น้ำหนักเมล็ดแห้ง / น้ำหนักผลแห้ง) × 100 จากนั้นสุ่มเมล็ด จำนวน 100 เมล็ดจากแต่ละต้น เพื่อชั่งน้ำหนักและบันทึกเป็นข้อมูลน้ำหนัก 100 เมล็ด

วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (analysis of variance) ของลักษณะใบและผลผลิตของสบู่ดำลูกผสมจากข้อมูลรายต้น แบบ Factorial in CRD เพื่อศึกษาอิทธิพลของสายพันธุ์พ่อและสายพันธุ์แม่ต่อลักษณะของลูกผสม และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยแบบ Least significant difference (LSD) เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของลูกผสมที่ได้จากพ่อหรือแม่ที่แตกต่างกัน แล้วจึงวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนของข้อมูลสบู่ดำลูกผสม แบบ CRD และศึกษาอิทธิพลของคู่ผสมหรือปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ต่อลักษณะของลูกผสม คำนวณค่าสถิติพื้นฐาน เช่น ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด และค่าต่ำสุดของแต่ละคู่ผสม รวมถึงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) จากนั้นหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่างลักษณะใบและผลผลิตของสบู่ดำลูกผสม

## ผลการศึกษาและวิจารณ์

### อิทธิพลของสายพันธุ์พ่อแม่ต่อลักษณะใบและผลผลิตของสบู่ดำลูกผสม

สบู่ดำสายพันธุ์แม่มีอิทธิพลต่อลักษณะใบ ได้แก่ SCMR, SLA และพื้นที่ใบเฉลี่ยของลูกผสมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก (Table 1) แต่ไม่พบอิทธิพลของสายพันธุ์แม่ต่อน้ำหนักใบเฉลี่ยของลูกผสมในทุกอายุที่เก็บข้อมูล และยังไม่พบอิทธิพลของสายพันธุ์พ่อต่อลักษณะใบของลูกผสมทั้ง SCMR, SLA, พื้นที่ใบเฉลี่ย และน้ำหนักใบเฉลี่ยในทุกอายุที่เก็บข้อมูล นอกจากนี้ พบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อต่อพื้นที่ใบเฉลี่ยและน้ำหนักใบเฉลี่ยของลูกผสม

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) ในทุกอายุที่เก็บข้อมูล และพบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อต่อลักษณะ SCMR และ SLA ของลูกผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เฉพาะที่อายุ 270 วันหลังปลูก สำหรับลักษณะผลผลิตพบว่า สับดูดำสายพันธุ์แม่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักเมล็ดแห้งของลูกผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) และสับดูดำสายพันธุ์แม่มีอิทธิพลต่อ % กะเทาะและน้ำหนัก 100 เมล็ดของลูกผสมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) แต่ไม่พบอิทธิพลของสายพันธุ์แม่ต่อน้ำหนักผลแห้งของลูกผสม และยังไม่พบอิทธิพลของสายพันธุ์พ่อต่อลักษณะผลผลิตของลูกผสมทุกลักษณะ นอกจากนี้ พบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อต่อน้ำหนักผลแห้งและน้ำหนักเมล็ดแห้งของลูกผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) และพบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อต่อ % กะเทาะและน้ำหนัก 100 เมล็ดของลูกผสมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ถึงแม้ว่าสายพันธุ์พ่อจะเป็นลูกผสมข้ามชนิดชั่วรุ่นที่ 1 แต่ประชากรดังกล่าวก็มีความแปรปรวนทางพันธุกรรมและลักษณะทางฟีโนไทป์ (Muakrong et al., 2014) อย่างไรก็ตาม จากผลการทดลองกลับพบว่าสายพันธุ์พ่อไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะใบและผลผลิตของสับดูดำลูกผสม ส่วนสับดูดำสายพันธุ์แม่มีอิทธิพลต่อทั้งลักษณะใบและผลผลิตของลูกผสม ดังนั้น การคัดเลือกสายพันธุ์แม่เพื่อใช้สร้างลูกผสมจึงมีความสำคัญต่อการแสดงลักษณะของลูกผสม โดยจากงานวิจัยของ อนรรักษ์ และคณะ (2563a) ได้พบอิทธิพลของทั้งสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อต่อลักษณะการเจริญเติบโตและชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิดชั่วรุ่นที่ 1 ระหว่างสับดูดำกับเข็มปัตตาเวีย นอกจากนี้ การศึกษานี้ยังพบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์แม่และสายพันธุ์พ่อต่อลักษณะใบและผลผลิตของลูกผสม ดังนั้น การกำหนดคู่ผสมระหว่างสายพันธุ์แม่และพ่อที่แตกต่างกันจึงมีอิทธิพลต่อลักษณะใบและผลผลิตของลูกผสมที่แตกต่างกันด้วย

**Table 1** Mean squares from analysis of variance for SPAD chlorophyll meter reading (SCMR), specific leaf area (SLA), leaf area average, leaf weight average and yield traits in an inter-specific backcross hybrids of *Jatropha*

Source of variation	df	SCMR		SLA		Leaf area average	
		210 DAP	270 DAP	210 DAP	270 DAP	210 DAP	270 DAP
Female	4	119.76 **	247.85 **	8,774 **	8,241 **	3,964 **	8,998 **
Male	8	5.77	14.02	1,796	1,037	968	755
Female x Male	32	8.94	16.77 *	888	1,279 *	1,418 *	1,998 *
Error	660	8.60	11.28	937	792	866	1,116
		Leaf weight average		Fruit yield	Seed yield	% Shelling	100 seed weight (g)
		210 DAP	270 DAP				
Female	4	0.06	0.09	33,898	22,727 *	1,335.44 **	3,249 **
Male	8	0.07	0.05	37,233	14,061	55.69	619
Female x Male	32	0.08 *	0.10 *	33,451 *	14,130 *	82.56 **	671 **
Error	660	0.05	0.07	21,694	8,653	46.58	157

\*\* , significant for  $P < 0.01$ , \* , significant for  $P < 0.05$ . DAP = days after planting

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลูกผสมที่ได้จากสับดูดำสายพันธุ์แม่ 5 สายพันธุ์ ที่อายุ 210 วันหลังปลูก พบว่า สับดูดำสายพันธุ์แม่ให้ลูกผสมที่มีลักษณะ SCMR, SLA และพื้นที่ใบเฉลี่ยแตกต่างกัน โดยสับดูดำสายพันธุ์ K, Cn และ P ให้ลูกผสมที่มีค่า SCMR สูงที่สุดเฉลี่ย 34.98, 34.74 และ 34.59 ตามลำดับ (Table 2) สับดูดำสายพันธุ์ M8 ให้ลูกผสมที่มีค่า SLA และพื้นที่ใบเฉลี่ยสูงสุด โดยลูกผสมมีค่า SLA เฉลี่ย 165.94 ตร.ซม./ก. และพื้นที่ใบเฉลี่ย 92.26 ตร.ซม. สับดูดำสายพันธุ์แม่ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักใบเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 0.53 ถึง 0.59 ก. สำหรับลักษณะใบของลูกผสมที่อายุ 270 วันหลังปลูก พบว่ามีผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยที่คล้ายคลึงกับที่อายุ 210 วันหลังปลูก จึงไม่แสดงผลการทดลองที่อายุดังกล่าว นอกจากนี้ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิต

ของลูกผสม ยังพบว่า สบู่ดำสายพันธุ์แม่ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักเมล็ดแห้ง % กะเทาะและน้ำหนัก 100 เมล็ด แตกต่างกัน สบู่ดำสายพันธุ์ M8 ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักเมล็ดแห้ง % กะเทาะและน้ำหนัก 100 เมล็ดสูงที่สุด โดยมีน้ำหนักเมล็ดแห้ง เฉลี่ย 117.83 ก./ต้น มี % กะเทาะ เฉลี่ย 66.28 % และน้ำหนัก 100 เมล็ด เฉลี่ย 63.16 ก. อย่างไรก็ตาม สบู่ดำสายพันธุ์แม่ให้ลูกผสมที่มีน้ำหนักผลแห้งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า สบู่ดำสายพันธุ์แม่ที่แตกต่างกันมีความสามารถในการให้ลูกผสมที่มีลักษณะใบและผลผลิตแตกต่างกันด้วย โดยสบู่ดำสายพันธุ์ M8 ให้ลูกผสมที่มีลักษณะใบและผลผลิตสูงที่สุด ส่วนสบู่ดำสายพันธุ์ K, Cn และ P ให้ลูกผสมที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบสูงที่สุด

**Table 2** Effect of female lines on SPAD chlorophyll meter reading (SCMR), specific leaf area (SLA), leaf area average and leaf weight average at 210 days after planting and yield traits in an inter-specific backcross hybrids of *Jatropha*

Female lines	SCMR	SLA (cm <sup>2</sup> /g)	Leaf area average (cm <sup>2</sup> )	Leaf weight average (g)	Fruit yield (g/plant)	Seed yield (g/plant)	% Shelling	100 seed weight (g)
Cn	34.74 a	151.10 b	75.87 bc	0.53	128.70	78.10 b	58.75 b	49.80 cd
K	34.98 a	142.68 c	79.52 bc	0.58	156.55	92.90 b	58.03 b	49.04 d
M8	32.35 c	165.94 a	92.26 a	0.57	176.06	117.83 a	66.28 a	63.16 a
M10	33.68 b	152.63 b	86.64 ab	0.58	167.16	94.96 ab	57.84 b	52.81 bc
P	34.59 a	145.09 bc	81.47 bc	0.59	143.03	85.12 b	58.35 b	52.81 b
F-test	**	**	**	ns	ns	*	**	**
CV (%)	8.61	20.21	35.4	40.81	95.46	99.16	11.4	23.39
Mean	34.07	151.49	83.15	0.57	154.30	93.78	59.85	53.52

Mean in the same column with the same letters are not significantly different by least significant difference (LSD). \*\*, significant for  $P < 0.01$ , \*, significant for  $P < 0.05$ , ns, non-significant

### อิทธิพลของกลุ่มผสมต่อความแปรปรวนของใบและผลผลิตในสบู่ดำลูกผสมลักษณะ

ลูกผสมมีลักษณะ SCMR, SLA และพื้นที่ใบเฉลี่ยแตกต่างกันระหว่างกลุ่มผสมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) ทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก (Table 3) ลูกผสมมี SCMR เฉลี่ยแต่ละกลุ่มผสมระหว่าง 30.86 ถึง 36.66 ที่อายุ 210 วันหลังปลูก และมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 30.42 ถึง 37.47 ที่อายุ 270 วันหลังปลูก ลูกผสมมี SLA เฉลี่ยแต่ละกลุ่มผสมระหว่าง 122.46 ถึง 179.74 ตร.ซม./ก. ที่อายุ 210 วันหลังปลูก และมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 121.89 ถึง 179.02 ตร.ซม./ก. ที่อายุ 270 วันหลังปลูก และลูกผสมมีพื้นที่ใบเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มผสมระหว่าง 61.45 ถึง 104.76 ตร.ซม. ที่อายุ 210 วันหลังปลูก และมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 67.71 ถึง 141.66 ตร.ซม. ที่อายุ 270 วันหลังปลูก สำหรับน้ำหนักใบเฉลี่ย พบว่า ลูกผสมมีน้ำหนักใบเฉลี่ยแตกต่างกันระหว่างกลุ่มผสมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P < 0.05$ ) เฉพาะที่อายุ 210 วันหลังปลูก โดยมีน้ำหนักใบเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มผสมระหว่าง 0.41 ถึง 0.70 ก. นอกจากนี้ ยังพบว่าลูกผสมมีน้ำหนักผลแห้ง, น้ำหนักเมล็ดแห้ง, % กะเทาะและน้ำหนัก 100 เมล็ด แตกต่างกันระหว่างกลุ่มผสมอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ( $P < 0.01$ ) โดยลูกผสมมีน้ำหนักผลแห้งเฉลี่ยแต่ละกลุ่มผสมระหว่าง 57.11 ถึง 277.39 ก./ต้น ลูกผสมมีน้ำหนักเมล็ดแห้งเฉลี่ยแต่ละกลุ่มผสมระหว่าง 30.06 ถึง 182.54 ก./ต้น นอกจากนี้ ลูกผสมมี % กะเทาะเฉลี่ยแต่ละกลุ่มผสมระหว่าง 54.30 ถึง 70.12 % และลูกผสมมีน้ำหนัก 100 เมล็ดเฉลี่ยแต่ละกลุ่มผสมระหว่าง 25.67 ถึง 75.71 ก. จากงานวิจัยของ อนุรักษ และคณะ (2563b) ได้พบอิทธิพลของกลุ่มผสมต่อลักษณะการเจริญเติบโตและชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิดชั่วรุ่นที่ 1 ระหว่างสบู่ดำกับเข็มปัตตาเวีย สำหรับการศึกษานี้ได้ชี้ให้เห็นว่าลูกผสมมีความแปรปรวนของลักษณะใบและผลผลิตในแต่ละกลุ่มผสม กลุ่มผสมที่สามารถให้ลูกผสมที่มีลักษณะดีและให้ผลผลิตที่สูง จะทำให้งานปรับปรุง

พันธุ์สบู่ดำมีโอกาสมากขึ้นที่จะคัดเลือกลูกผสมที่มีศักยภาพด้านผลผลิตจากคู่ผสมดังกล่าว โดยพบว่า จากคู่ผสมทั้งหมด 45 คู่ผสม คู่ผสมระหว่าง Cn × CI4, K × CI9, M8 × CI5 และ M10 × CI9 สามารถให้ลูกผสมที่มีผลผลิตสูงสุด (ไม่ได้แสดงข้อมูล)

ค่าสัมประสิทธิ์ของความแปรปรวน (CV) โดยปกติเป็นค่าที่บ่งบอกถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูล แต่การศึกษานี้พบว่าจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่หรือระหว่างคู่ผสมของลักษณะน้ำหนักผลแห้งและน้ำหนักเมล็ดแห้งมีค่า CV สูงมาก และพื้นที่ใบเฉลี่ยและน้ำหนักใบเฉลี่ยมีค่า CV ของค่อนข้างสูง ทั้งนี้ เนื่องจากการศึกษานี้ทำการทดสอบในประชากรลูกผสมกลับชั่วรุ่นที่ 1 แบบรายต้น ซึ่งมีความแปรปรวนระหว่างต้นสูงแม้จะเป็นคู่ผสมเดียวกัน เนื่องจากมีการกระจายตัวของประชากร ดังนั้น การมีค่า CV ที่สูงในการศึกษานี้ จึงเป็นการบ่งชี้ว่าลูกผสมมีความแปรปรวนของลักษณะดังกล่าวสูงมาก โดยเฉพาะลักษณะน้ำหนักผลแห้งและน้ำหนักเมล็ดแห้ง

**Table 3** Means, range of expected means (minimum, Min, and maximum, Max), F-value, coefficient of variation (CV%) and standard deviation (SD) for SPAD chlorophyll meter reading (SCMR), specific leaf area (SLA), leaf area average, leaf weight average and yield traits in 45 crosses of inter-specific backcross hybrids of *Jatropha*

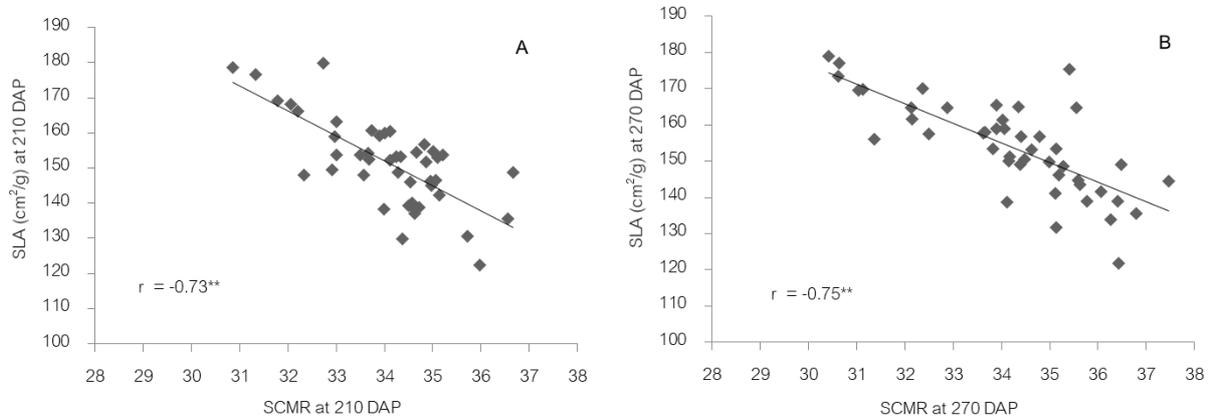
Traits	SCMR		SLA (cm <sup>2</sup> /g)		Leaf area average (cm <sup>2</sup> )	
	210 DAP	270 DAP	210 DAP	270 DAP	210 DAP	270 DAP
Mean	34.07	34.19	151.49	154.01	83.15	91.66
Max	36.66	37.47	179.74	179.02	104.76	141.66
Min	30.86	30.42	122.46	121.89	61.45	67.71
F-value	2.54 **	4.23 **	2.12 **	3.17 **	1.92 **	2.15 **
CV (%)	8.56	9.75	20.29	18.47	35.59	36.85
SD	3.07	3.68	31.66	29.98	30.28	34.59
	Leaf weight average (g)		Fruit yield	Seed yield	% Shelling	100 seed
	210 DAP	270 DAP	(g/plant)	(g/plant)		weight (g)
Mean	0.57	0.62	154.30	93.79	59.85	53.52
Max	0.70	0.93	277.39	182.54	70.12	75.71
Min	0.41	0.42	57.11	30.06	54.30	25.67
F-value	1.42 *	1.38 ns	1.82 **	2.03 **	5.12 **	6.04 **
CV (%)	40.75	42.00	98.60	103.08	11.49	23.42
SD	0.24	0.26	151.00	95.97	7.65	14.35

\*\* , significant for P < 0.01, \* , significant for P < 0.05, ns, non-significant. DAP = days after planting

**ความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะใบและผลผลิตของสบู่ดำลูกผสม**

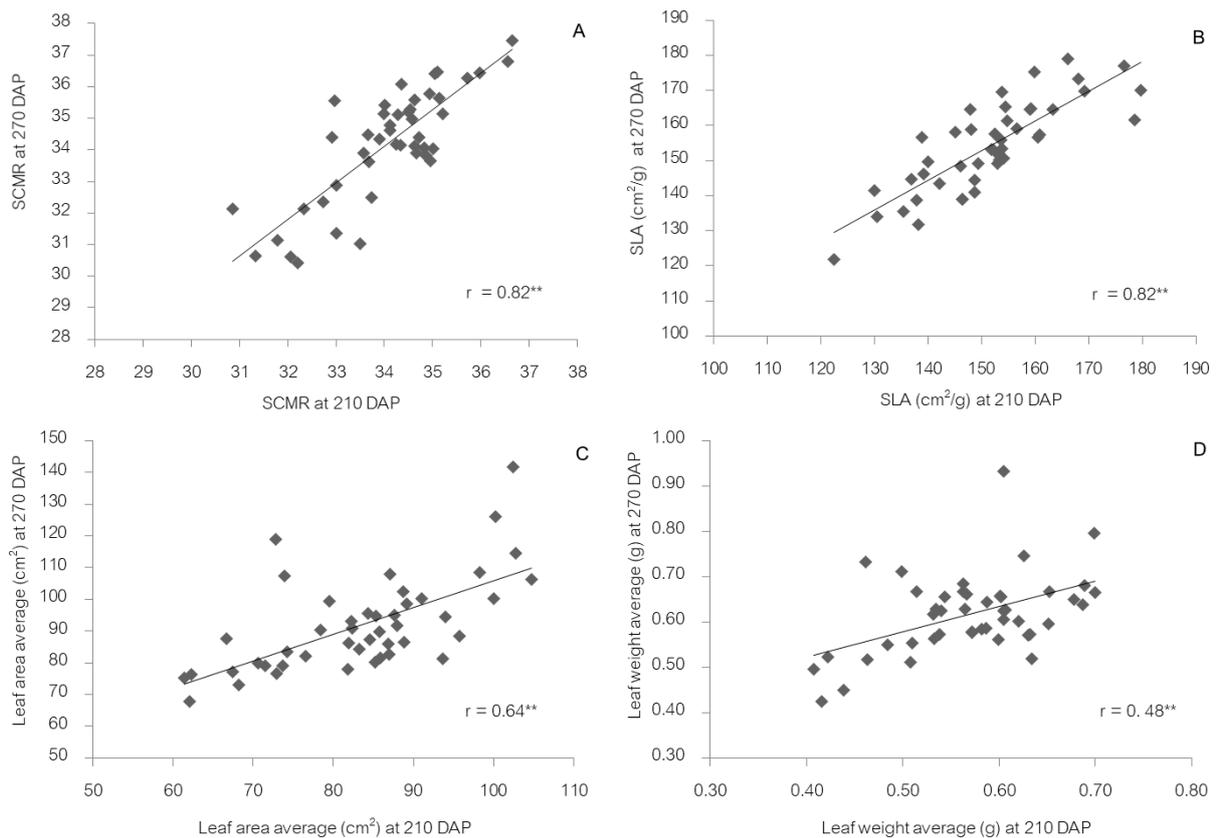
จากการหาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะโดยประเมินจากค่าเฉลี่ยของสบู่ดำลูกผสม 45 คู่ผสม พบว่า ค่า SCMR มีความสัมพันธ์สูงในเชิงลบกับค่า SLA ทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก โดยมีค่าสหสัมพันธ์  $r = -0.73^{**}$  และ  $-0.75^{**}$  ตามลำดับ (Figure 1A and 1B) จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบความสัมพันธ์ระหว่างค่า SCMR กับปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของสบู่ดำ และพบความสัมพันธ์ระหว่าง SCMR กับประสิทธิภาพการสังเคราะห์อาหารด้วยแสงของสบู่ดำ (Nyi et al., 2012) รวมถึงสามารถใช้ SCMR ใน

การประเมินความแปรปรวนทางพันธุกรรมของปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบของสบู่ดำ (Senger et al., 2014) สำหรับผลการทดลองนี้ แสดงว่าสามารถใช้ลักษณะ SCMR ในการประเมินลักษณะ SLA ของสบู่ดำลูกผสมได้ด้วย โดยลูกผสมที่มีค่า SCMR สูง จะมีค่า SLA ต่ำ ดังนั้น SCMR และ SLA จึงเป็นลักษณะที่สามารถใช้ในการการประเมินปริมาณคลอโรฟิลล์และประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของสบู่ดำลูกผสม



**Figure 1** Relationship between SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) and specific leaf area (SLA) in 45 crosses of inter-specific backcross hybrids of *Jatropha* at 210 (A) and 270 (B) days after planting (DAP).  $r$  = correlation coefficients ( $n = 45$ ), \*\*significant at  $P = 0.01$  levels

ลักษณะใบของสบู่ดำลูกผสมมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกระหว่างข้อมูลที่อายุ 210 วันหลังปลูก กับข้อมูลที่อายุ 270 วันหลังปลูก โดยพบความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกระหว่าง SCMR ที่อายุ 210 วันหลังปลูก กับ SCMR ที่อายุ 270 วันหลังปลูก ค่าสหสัมพันธ์  $r = 0.82^{**}$  (Figure 2A) มีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกระหว่าง SLA ที่อายุ 210 วันหลังปลูก กับ SLA ที่อายุ 270 วันหลังปลูก ค่าสหสัมพันธ์  $r = 0.82^{**}$  (Figure 2B) และมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกระหว่างพื้นที่ใบเฉลี่ยที่อายุ 210 วันหลังปลูก กับพื้นที่ใบเฉลี่ยที่อายุ 210 วันหลังปลูก ค่าสหสัมพันธ์  $r = 0.64^{**}$  (Figure 2C) รวมถึงมีความสัมพันธ์สูงในเชิงบวกระหว่างน้ำหนักใบเฉลี่ยที่อายุ 210 วันหลังปลูก กับน้ำหนักใบเฉลี่ยที่อายุ 210 วันหลังปลูก ค่าสหสัมพันธ์  $r = 0.48^{**}$  (Figure 2D) จึงชี้ให้เห็นว่า ลักษณะ SCMR, SLA, พื้นที่ใบเฉลี่ย และน้ำหนักใบเฉลี่ยของสบู่ดำลูกผสมเป็นลักษณะที่มีเสถียรภาพในการคัดเลือกสูง หากนำมาใช้คัดเลือกสายพันธุ์ลูกผสม จะมีโอกาสสูงในการให้ผลการคัดเลือกที่คล้ายคลึงกันในช่วงอายุที่แตกต่างกัน การคัดเลือกด้วยลักษณะเหล่านี้สามารถเลือกประเมินได้ทั้งที่อายุ 210 หรือ 270 วันหลังปลูก จึงเป็นลักษณะที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมสำหรับใช้ในการคัดเลือกสายพันธุ์สบู่ดำลูกผสม



**Figure 2** Relationship of SPAD chlorophyll meter reading (SCMR) (A), specific leaf area (SLA) (B), leaf area average (C), leaf weight average (D) between 210 and 270 days after planting (DAP) in 45 crosses of inter-specific backcross hybrids of *Jatropha*.  $r$  = correlation coefficients ( $n = 45$ ), \*\*significant at  $P = 0.01$  levels

การศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะผลผลิตกับลักษณะใบของสับปะรดลูกผสม โดยน้ำหนักผลแห้งมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับ SLA ทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก ( $r = 0.33^*$  และ  $0.37^*$ ) (Table 4) และมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับพื้นที่ใบเฉลี่ยที่อายุ 210 วันหลังปลูก ( $r = 0.56^{**}$ ) และน้ำหนักใบเฉลี่ยที่อายุ 210 วันหลังปลูก ( $r = 0.36^*$ ) สำหรับน้ำหนักเมล็ดแห้งมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับ SCMR ที่อายุ 210 วันหลังปลูก ( $r = -0.36^*$ ) แต่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับ SLA ทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก ( $r = 0.42^{**}$  และ  $0.46^{**}$ ) และมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับพื้นที่ใบเฉลี่ยทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก ( $r = 0.59^{**}$  และ  $0.37^*$ ) นอกจากนี้ ยังมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับน้ำหนักใบเฉลี่ยที่อายุ 210 วันหลังปลูก ( $r = 0.33^*$ ) ส่วน % กะเทาะมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับ SCMR ทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก ( $r = -0.67^{**}$  และ  $-0.72^{**}$ ) แต่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับ SLA ทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก ( $r = 0.61^{**}$  และ  $0.66^{**}$ ) และมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับพื้นที่ใบเฉลี่ยทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก ( $r = 0.45^{**}$  และ  $0.62^{**}$ ) สำหรับน้ำหนัก 100 เมล็ด มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับ SCMR ทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก ( $r = -0.54^{**}$  และ  $-0.50^{**}$ ) แต่มีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับ SLA ทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก ( $r = 0.53^{**}$  และ  $0.52^{**}$ ) และมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับพื้นที่ใบเฉลี่ยทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก ( $r = 0.69^{**}$  และ  $0.64^{**}$ ) นอกจากนี้ ยังมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับน้ำหนักใบเฉลี่ยทั้งที่อายุ 210 และ 270 วันหลังปลูก ( $r = 0.35^*$  และ  $0.38^{**}$ ) ผลการทดลองแสดงว่า สามารถใช้ลักษณะใบในการคัดเลือกสับปะรดลูกผสมที่มีศักยภาพสูงด้านผลผลิต โดยลักษณะ SCMR มีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับลักษณะผลผลิต แต่ลักษณะ SLA, พื้นที่ใบเฉลี่ยและน้ำหนักใบเฉลี่ยมีความสัมพันธ์ในเชิงบวกกับลักษณะผลผลิต นอกจากนี้ SLA และพื้นที่ใบเฉลี่ยเป็นลักษณะที่เหมาะสมในการคัดเลือกมากที่สุด เนื่องจากมีค่าความสัมพันธ์ค่อนข้างสูงและสม่ำเสมอมากที่สุด โดยอายุที่เหมาะสมสำหรับใช้ลักษณะใบในการคัดเลือกสายพันธุ์สับปะรดลูกผสม คือ ที่อายุ 210 วันหลังปลูก เนื่องจากเป็นอายุที่มีค่าความสัมพันธ์สูงและสม่ำเสมอ

**Table 4** Correlation coefficients (r) between yield traits with SPAD chlorophyll meter reading (SCMR), specific leaf area (SLA), leaf area average and leaf weight average in 45 crosses (n = 45) of inter-specific backcross hybrids of *Jatropha* at two sampling date

	SCMR		SLA		Leaf area average		Leaf weight average	
	210 DAP	270 DAP	210 DAP	270 DAP	210 DAP	270 DAP	210 DAP	270 DAP
Fruit yield	-0.26 ns	-0.16 ns	0.33 *	0.37 *	0.56 **	0.29 ns	0.36 *	0.05 ns
Seed yield	-0.36 *	-0.27 ns	0.42 **	0.46 **	0.59 **	0.37 *	0.33 *	0.09 ns
% Shelling	-0.67 **	-0.72 **	0.61 **	0.66 **	0.45 **	0.62 **	0.03 ns	0.29 ns
100 seed	-0.54 **	-0.50 **	0.53 **	0.52 **	0.69 **	0.64 **	0.35 *	0.38 **

\*\* , significant for  $P < 0.01$ , \* , significant for  $P < 0.05$ , ns, non-significant, DAP = days after planting

ลักษณะผลผลิตเป็นลักษณะที่สำคัญต่องานปรับปรุงพันธุ์พืช แต่การคัดเลือกสายพันธุ์จากลักษณะผลผลิตนั้นทำได้ยาก เนื่องจากเป็นลักษณะที่มีวิธีการตรวจวัดที่ยุ่งยากใช้แรงงานสูง ต้องรอถึงช่วงปลายฤดูปลูกเพื่อให้ผลผลิตสุกแก่สำหรับการเก็บเกี่ยว และลักษณะผลผลิตยังมีปัญหาจากอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างพันธุกรรมและสภาพแวดล้อม (G x E interaction) ซึ่งทำให้ผลการคัดเลือกสายพันธุ์มีความคลาดเคลื่อน (Azevedo Peixoto et al., 2018; Senger et al., 2016) เพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงต้องทำการทดสอบในหลายสภาพแวดล้อมหรือหลายฤดูปลูก ทำให้เสียเวลา แรงงานและต้นทุนในการปลูกทดสอบ โดยเฉพาะในสปีดสูงซึ่งผลผลิตจะทยอยสุกแก่ไม่พร้อมกันและทยอยติดผลตลอดทั้งปี ทำให้ต้องเก็บเกี่ยวผลผลิตสปีดสูงหลายครั้งเพื่อรวบรวมผลผลิตในแต่ละรอบปี ดังนั้น การคัดเลือกสายพันธุ์สปีดสูงจากประชากรลูกผสมซึ่งมีจำนวนมากจึงทำได้ยากและใช้เวลานาน เป็นอุปสรรคสำคัญต่องานปรับปรุงพันธุ์สปีดสูง การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตกับลักษณะที่มีวิธีการตรวจวัดไม่ยุ่งยากเพื่อใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาในการคัดเลือกจะช่วยให้งานปรับปรุงพันธุ์มีประสิทธิภาพมากขึ้น จากรายงานก่อนหน้าพบความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะการเจริญเติบโตของสปีดสูงกับผลผลิตเมล็ด และระหว่างผลผลิตเมล็ดกับองค์ประกอบผลผลิตของสปีดสูง (Tar et al., 2011; Tjeuw et al., 2015) นอกจากนี้ ยังพบความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างปริมาณชีวมวลกับน้ำหนักผลแห้งและน้ำหนักเมล็ดแห้ง (อนรรักษ์ และคณะ, 2561) สำหรับการศึกษาพบว่า ลักษณะใบ ได้แก่ SCMR, SLA, พื้นที่ใบเฉลี่ย และน้ำหนักใบเฉลี่ยเป็นลักษณะที่มีความแปรปรวนระหว่างคู่ผสม เป็นลักษณะที่มีเสถียรภาพในการคัดเลือกลูกผสม และมีความสัมพันธ์กับลักษณะผลผลิต นอกจากนี้ ลักษณะใบเหล่านี้ยังมีวิธีการตรวจวัดไม่ยุ่งยากและสามารถใช้ประเมินสายพันธุ์สปีดสูงได้ก่อนครบรอบปีของการเพาะปลูก การคัดเลือกสายพันธุ์จึงทำได้เร็วช่วยลดระยะเวลาของงานปรับปรุงพันธุ์ ดังนั้น จึงสามารถนำลักษณะเหล่านี้มาใช้เป็นเครื่องมือทางอ้อมที่มีประสิทธิภาพในการคัดเลือกสายพันธุ์สปีดสูงเพื่อลักษณะผลผลิตสูง

## สรุป

สปีดสูงสายพันธุ์แม่มีอิทธิพลต่อลักษณะใบและผลผลิตของสปีดสูงลูกผสม แต่สายพันธุ์พ่อไม่มีอิทธิพลต่อลักษณะดังกล่าว การคัดเลือกสายพันธุ์แม่เพื่อใช้สร้างลูกผสมจึงมีความสำคัญต่อการแสดงลักษณะของลูกผสม โดยสปีดสูงสายพันธุ์ M8 เป็นสายพันธุ์แม่ที่ให้ลูกผสมที่มีลักษณะใบและผลผลิตสูงที่สุด นอกจากนี้ ยังพบอิทธิพลของปฏิสัมพันธ์ระหว่างสายพันธุ์พ่อแม่ต่อลักษณะใบและผลผลิตของลูกผสม การกำหนดคู่ผสมที่เหมาะสมจึงสามารถเพิ่มโอกาสในการสร้างสปีดสูงลูกผสมที่มีศักยภาพในการให้ผลผลิตสูง นอกจากนี้ SCMR มีความสัมพันธ์สูงกับ SLA จึงสามารถใช้ SCMR ในการประเมิน SLA ของสปีดสูงลูกผสม อีกทั้งยังพบว่า SCMR, SLA, พื้นที่ใบเฉลี่ย และน้ำหนักใบเฉลี่ยของสปีดสูงลูกผสมเป็นลักษณะที่มีเสถียรภาพในการคัดเลือกลูกผสม และลักษณะเหล่านี้มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักผลแห้ง น้ำหนักเมล็ดแห้ง เปอร์เซ็นชื้นแฉะและน้ำหนัก 100 เมล็ด ดังนั้น จึงสามารถใช้ลักษณะใบเหล่านี้เป็นลักษณะทางอ้อมในการคัดเลือกลูกผสมสายพันธุ์สปีดสูงที่มีศักยภาพการให้ผลผลิตสูง

## คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก โครงการทุน NSTDA Chair Professor ของ ประจำปี 2554 ภายใต้ความร่วมมือระหว่าง มูลนิธิสำนักงานทรัพย์สินส่วนพระมหากษัตริย์กับสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) และขอขอบคุณ ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร กำแพงแสน ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัย

## เอกสารอ้างอิง

- สินีนานู เกิดทรัพย์, พัชรินทร์ ตัญญา, พรศิริ เลี้ยงสกุล และ อนุรักษ อร์ัญญานาค. 2559. ศักยภาพผลผลิตเนื้อไม้ของลูกผสมข้ามชนิดใน พืชสกุล *Jatropha*. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 47: 361-364.
- อนุรักษ อร์ัญญานาค, พัชรินทร์ ตัญญา, พรศิริ เลี้ยงสกุล และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2561. การประเมินผลผลิตและชีวมวลในสปีด่า ลูกผสมภายในชนิดและลูกผสมข้ามชนิด. แก่นเกษตร. 46: 1191-1202.
- อนุรักษ อร์ัญญานาค, สินีนานู เกิดทรัพย์, พัชรินทร์ ตัญญา, พรศิริ เลี้ยงสกุล และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2562. การเปรียบเทียบศักยภาพ ทางชีวมวลในลูกผสมข้ามชนิดของพืชสกุล *Jatropha*. แก่นเกษตร. 47: 917-928.
- อนุรักษ อร์ัญญานาค, วิไลรัตน์ ฤกษ์วีรี , พัชรินทร์ ตัญญา, พรศิริ เลี้ยงสกุล และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2563a. อิทธิพลของสายพันธุ์พ่อแม่และการตัดฟันต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลของลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสปีด่ากับเข็มปัตตาเวีย. แก่นเกษตร. 48: 249-260.
- อนุรักษ อร์ัญญานาค, วิไลรัตน์ ฤกษ์วีรี , พัชรินทร์ ตัญญา, พรศิริ เลี้ยงสกุล และ พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์. 2563b. สหสัมพันธ์ของลักษณะ การเจริญเติบโตและผลผลิตชีวมวลในลูกผสมข้ามชนิดระหว่างสปีด่ากับเข็มปัตตาเวีย. แก่นเกษตร. 48: 823-834.
- Amanullah. 2015. Specific leaf area and specific leaf weight in small grain crops wheat, rye, barley, and oats differ at various growth stages and NPK source. *Journal of Plant Nutrition*. 38: 1694-1708.
- Azevedo Peixoto, L.d., P.E. Teodoro, L.A. Silva, E.V. Rodrigues, B.G. Laviola, and L.L. Bhering. 2018. *Jatropha* half-sib family selection with high adaptability and genotypic stability. *PLOS ONE*. 13(7): e0199880.
- 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*. 12: 58-61.
- Marenco, R.A., S.A. Antezana-Vera, and H.C.S. Nascimento. 2009. Relationship between specific leaf area, leaf thickness, leaf water content and SPAD-502 readings in six Amazonian tree species. *Photosynthetica*. 47: 184-190.
- Montes, J.M., and A.E. Melchinger. 2016. Domestication and breeding of *Jatropha curcas* L. *Trends in Plant Science*. 21: 1045-1057.
- Muakrong, N., K.T. One, P. Tanya, and P. Srinives. 2014. Interspecific *jatropha* hybrid as a new promising source of woody biomass. *Plant Genetic Resources*. 12: 17-20.
- Muakrong, N., C. Phetcharat, P. Tanya, and P. Srinives. 2020. Breeding field crops for ornamental purpose: A case in *Jatropha spp.* *Agrivita*. 36: 229-234.
- 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.
- Senger, E., A. Peyrat, M. Martin, and J.M. Montes. 2014. Genetic variation in leaf chlorophyll content of *Jatropha curcas* L. *Industrial Crops and Products*. 58: 204-211.

- Senger, E., M. Martin, E. Dongmeza, and J.M Montes. 2016. Genetic variation and genotype by environment interaction in *Jatropha curcas* L. germplasm evaluated in different environments of Cameroon. *Biomass and Bioenergy*. 91: 10-16.
- Tar, M.M., N. Nyi, P. Tanya, and P. Srinives. 2011. Genotype by environment interaction of *Jatropha* (*Jatropha curcas* L.) grown from seedlings vs cuttings. *Thai Journal of Agricultural Science*. 44(2): 71-79.
- One, K.T., N. Muakrong, P. Tanya, J. Velette, P. Girard, and P. Srinives. 2014. Physicochemical properties of seeds and oil from an F2 population of *Jatropha curcas* × *Jatropha integerrima*. *Science Asia*. 40: 428-435.
- Tjeuw, J., M. Slingerland, and K. Giller. 2015. Relationships among *Jatropha curcas* seed yield and vegetative plant components under different management and cropping systems in Indonesia. *Biomass and Bioenergy*. 80: 128-139.
- Wani, S.P., G. Chander, K.L. Sahrawat, C.S. Rao, G. Raghvendra, P. Susanna, and M. Pavani. 2012. Carbon sequestration and land rehabilitation through *Jatropha curcas* (L.) plantation in degraded lands. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 161: 112-120.