วารสารแก่นเกษตร THAIJO

Content List Available at ThaiJo

Khon Kaen Agriculture Journal

Journal Home Page : https://li01.tci-thaijo.org/index.php/agkasetkaj



ความแปรปรวนทางพันธุกรรม และอัตราพันธุกรรมในปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์การค้า

Genetic variability and heritability in commercial tenera oil palm

พิลาลักษณ์ โพธิ์เพชร[1], ธีระ เอกสมทราเมษฐ์[1] และ จักรัตน์ อโณทัย[1]*

Pilalak Popet[1], Theera Eksomtramage[1] and Jakarat Anothai [1]*

[1] *สาขาวิชานวัตกรรมการเกษตรและการจัดการ (วิชาเอกพืชศาสตร์) คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110*
[1] *Agricultural Innovation and Management Division (Plant Science), Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90110*

บทคัดย่อ: ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และลักษณะองค์ประกอบผลผลิตเป็นลักษณะเชิงปริมาณ ซึ่งสภาพแวดล้อมมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงได้มาก การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าในไทย ความแปรปรวนทางพันธุกรรม อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนฟีโนไทป์และจีโนไทป์ โดยใช้ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์การค้า อายุ 4 ปี จำนวน 6 พันธุ์ ปลูกที่ศูนย์รวบรวมพันธุ์ปาล์มน้ำมันมูลนิธิชัยพัฒนา จ.ตรัง วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design) จำนวน 3 บล็อก ทำการเก็บข้อมูลทุก 4 เดือน เป็นเวลา 1 ปี ผลการศึกษาพบว่า ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และลักษณะส่วนใหญ่ขององค์ประกอบผลผลิตมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์ ยกเว้นผลผลิตน้ำมันและผลผลิตทะลาย ปาล์มน้ำมันพันธุ์ CT-5 มีค่าเฉลี่ยของลักษณะพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ และความยาวทางใบสูงสุด ในขณะที่ปาล์มน้ำมันพันธุ์ CT-4 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลายสูงสุด ส่วนลักษณะที่มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับสูง ได้แก่ น้ำหนักแห้งใบ พื้นที่ใบ จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย (80.18, 77.79, 69.91 และ 69.07% ตามลำดับ) ลักษณะความยาวทางใบมีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับปานกลาง (47.21%) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนจีโนไทป์มากกว่าฟีโนไทป์สูง แสดงว่าการแสดงออกของลักษณะดังกล่าวพันธุกรรมมีอิทธิพลมากกว่าสภาพแวดล้อม ข้อมูลนี้สามารถนำไปใช้คัดเลือกเพื่อปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน

คำสำคัญ: ปาล์มน้ำมัน; เทเนอรา; อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง; ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์และจีโนไทป์

ABSTRACT: Vegetative characters and yield components are quantitative traits which environmental strongly effects on the expression of them. The objective of this study was to evaluate the performance of commercial tenera oil palm, genetic variability and broad–sense heritability (h^2_b) as well as phenotypic and genotypic coefficients of variation for vegetative characters, such as leaf area (LA), leaf dry weight (LDW) and rachis length (RL), and bunch yield, such as fresh fruit bunch (FFB), bunch number (BN), average bunch weight (ABW) and oil yield (OY). Six commercial tenera oil palm progenies were planted at Oil Palm Collection Center, the Chaipattana Foundation at Trang province. The experiment was arranged in a randomized complete block design (RCBD) with three replications. Data were collected from each commercial tenera oil palm after field planting for one year. The result showed that vegetative characters and bunch yield had significant difference among the progenies, except OY and FFB. Progeny CT-5 revealed the highest LA, LDW and RL, while progeny CT-4 gave the highest OY, FFB and BN. The broad–sense heritability showed that LDW, LA, BN and ABW were high (80.18, 77.79, 69.91 and 69.07%, respectively). Moderate broad–sense heritability was observed in RL (47.21%). These characters have high genotypic coefficient of variation to phenotypic coefficient of variation ratio. These results indicated genetic effects on the expression of characters rather than the environment. Our results can be useful in oil palm breeding programs.

* Corresponding author: jakarat.a@psu.ac.th

Received: date; October 30, 2020 Accepted: date; December 15, 2020 Published: date; August 5, 2021

Keywords: oil palm; Tenera; broad–sense heritability; phenotypic and genotypic coefficient of variation

บทนำ

ปาล์มน้ำมัน (*Elaeis guineensis* Jacq.) เป็นพืชยืนต้นที่มีถิ่นกำเนิดจากทางฝั่งตะวันตก และตอนกลางของแอฟริกา โดยสามารถให้ผลผลิตน้ำมันต่อพื้นที่สูงเมื่อเปรียบเทียบกับพืชน้ำมันชนิดอื่น ๆ ทำให้ปาล์มน้ำมันเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและมีศักยภาพสูงในการแข่งขัน (ธีระ, 2558) ปัจจุบันปาล์มน้ำมันมีการปลูกกันอย่างแพร่หลายในภูมิภาคเขตร้อนชื้นของโลก สำหรับประเทศไทยนั้นพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันส่วนใหญ่อยู่ทางภาคใต้ เช่น จังหวัดชุมพร สุราษฎร์ธานี และกระบี่ เป็นต้น สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2563) รายงานว่าพื้นที่ปลูกปาล์มน้ำมันของประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยปี 2563 มีประมาณ 5.81 ล้านไร่ ซึ่งเพิ่มสูงขึ้นจากปี 2562 คิดเป็น 3.71%

ปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าลูกผสมเทเนอรา (tenera) เป็นพันธุ์ที่ได้จากการผสมข้ามระหว่างแม่พันธุ์ดูรา (dura) และพ่อพันธุ์พิสิเฟอรา (pisifera) ทำให้มีกะลาบาง และเนื้อปาล์มคิดเป็น 55–96% ของน้ำหนักผล ทั้งนี้ศักยภาพการให้ผลผลิตและการเจริญเติบโตมีความแตกต่างกันระหว่างสายพันธุ์ลูกผสมเทเนอราทางการค้า และมีแปรปรวนระหว่างสภาพแวดล้อม (Noh et al., 2010; Arolu et al., 2017) จากรายงาน พบว่า ลักษณะที่สำคัญส่วนใหญ่ของปาล์มน้ำมัน เช่น ลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น ลักษณะผลผลิตทะลาย และลักษณะผลผลิตน้ำมัน เป็นลักษณะเชิงปริมาณที่ถูกควบคุมด้วยยีนจำนวนมากคู่ ยีนแต่ละคู่มีอิทธิพลต่อลักษณะพืชที่ปรากฏน้อย และสามารถเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมได้ง่าย (ธีระ, 2558; Corley and Tinker, 2003) ดังนั้นการคัดเลือกและปรับปรุงลักษณะใด ๆ ที่เป็นลักษณะเชิงปริมาณจึงควรต้องทราบค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนฟีโนไทป์ (phenotypic coefficient of variation, PCV) ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนจีโนไทป์ (genotypic coefficient of variation, GCV) และค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (broad sense heritability, h^2_b) ซึ่งค่าเหล่านี้เป็นตัวกำหนดความสำเร็จในการปรับปรุงลักษณะนั้น ๆ และบ่งชี้ความยากง่ายในการคัดเลือกและปรับปรุงลักษณะดังกล่าว โดยลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมสูงแสดงว่าความแปรปรวนของลักษณะเกิดขึ้นเนื่องจากผลของพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อม และสามารถถ่ายทอดลักษณะสู่รุ่นลูกได้สูง ทำให้การปรับปรุงลักษณะจะเกิดขึ้นเร็วกว่าและเลือกใช้วิธีที่ง่ายกว่าลักษณะที่มีค่าอัตราพันธุกรรมต่ำ (พีระศักดิ์ และประเสริฐ, 2548; ธีระ, 2558) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาศักยภาพของปาล์มน้ำมันพันธุ์การค้าในไทย ความแปรปรวนทางพันธุกรรม อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนฟีโนไทป์และจีโนไทป์ของลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และลักษณะองค์ประกอบผลผลิตในปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอรา เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจการกำหนดลักษณะที่ควรใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในอนาคต

วิธีการศึกษา

ปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์การค้า อายุ 4 ปี จำนวน 6 พันธุ์ ได้แก่ CT-1, CT-2, CT-3, CT-4, CT-5 และพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 ที่ปลูกในแปลงรวบรวมพันธุ์ปาล์มน้ำมันมูลนิธิชัยพัฒนา จ.ตรัง (ละติจูด 7° 39' 34.8" เหนือ ลองจิจูด 99° 36' 01.2" ตะวันออก และความสูงจากระดับน้ำทะเล 37 ม.) ถูกใช้ในการศึกษาระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2562 ถึง มีนาคม พ.ศ. 2563 วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design, RCBD) จำนวน 3 บล็อก และแต่ละบล็อก ประกอบด้วยปาล์มน้ำมัน จำนวน 30 ต้น (6 แถว ๆ ละ 5 ต้น) ปลูกแบบสามเหลี่ยมด้านเท่า ระยะปลูก 9 x 9 x 9 ม. พื้นที่ปลูกมีความอุดมสมบูรณ์ของดินต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับค่าสมบัติทางเคมีของดินที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน (Rankine and Fairhurst, 1998) การจัดการแปลงและปุ๋ยปฏิบัติตามคำแนะนำและวิธีการของกรมวิชาการเกษตร

บันทึกข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และลักษณะผลผลิตทะลาย ทุก 4 เดือน เป็นเวลา 1 ปี โดยข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น ประกอบด้วย ความยาวใบ พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบ โดยเก็บตัวอย่างจากทางใบที่ 17 ของต้นที่ทำการสุ่มไว้ ส่วนข้อมูลบันทึกลักษณะผลผลิตทะลาย ประกอบด้วย จำนวนทะลาย น้ำหนักทะลายเฉลี่ย ผลผลิตทะลาย และผลผลิตน้ำมัน โดยเก็บตัวอย่างต้นละ 1 ทะลายจากต้นที่ได้ทำการสุ่มไว้ จากนั้นนำข้อมูลลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และลักษณะผลผลิตทะลายวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan’s Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น

95% ขึ้นไป โดยใช้โปรแกรม R เวอร์ชั่น 2.14.0 (R core team, 2020) อีกทั้งทำการวิเคราะห์องค์ประกอบความแปรปรวน โดยใช้สมการเช่นเดียวกับการศึกษาของ Al–Naggar el al. (2011) ดังนี้

ความแปรปรวนทางพันธุกรรมจีโนไทป์ (σ^2_g) = $(MS_{treatment} - MS_{error}) / r$

ความแปรวนจากสภาพแวดล้อม (σ^2_e) = MS_{error}

ความแปรปรวนฟีโนไทป์ทั้งหมด (σ^2_p) = $\sigma^2_g + \sigma^2_e$

โดย $MS_{treatment}$= ความแปรปรวนระหว่างกลุ่ม

MS_{error} = ค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย

r = จำนวนบล็อก

การประเมินค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนฟีโนไทป์ (PCV) และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนจีโนไทป์ (GCV) ใช้สมการตามการศึกษาของ Singh and Choudhary (1985) โดยที่ค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของฟีโนไทป์และจีโนไทป์ จำแนกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ มีค่า < 10% ระดับปานกลาง มีค่า 10–20% และระดับสูง มีค่า > 20% (Shivasubramanian and Menon, 1973; Oladosu et al., 2014)

PCV = $\sqrt{\sigma^2_p} / \bar{X}$ GCV = $\sqrt{\sigma^2_g} / \bar{X}$

โดย $\bar{X}$ = ค่าเฉลี่ยของแต่ละลักษณะ

การประมาณค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (h^2_b) โดยกำหนดให้ค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ มีค่า < 30% ระดับปานกลาง มีค่า 30–60% และระดับสูง มีค่า > 60% (Robinson et al., 1949)

h^2_b = $[\sigma^2_g / \sigma^2_p] \times 100$

ผลการศึกษาและวิจารณ์

สภาพภูมิอากาศและดินของพื้นที่ศึกษา

สภาพภูมิอากาศในช่วงการศึกษาระหว่าง ปี 2560–2562 ซึ่งได้รับจากสถานีตรวจวัดอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยาที่อยู่ใกล้พื้นที่ศึกษา พบว่า อุณหภูมิต่ำสุดมีค่าที่ใกล้เคียงกัน อยู่ในช่วง 24.00–24.20°C อุณหภูมิสูงสุดมีค่าระหว่าง 32.90–33.50°C ขณะที่ปริมาณน้ำฝนรายปี พบว่า มีค่ามากกว่า 2,000 มม./ปี ความชื้นสัมพัทธ์มากกว่า 80% และความเร็วลมระหว่าง 1.03–1.39 ม./วินาที ซึ่งข้อมูลสภาพภูมิอากาศนี้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของปาล์มน้ำมัน **(Table 1)**

ข้อมูลดินของพื้นที่ศึกษาถูกจัดอยู่ในกลุ่มชุดดินที่ 34 คือ ชุดดินนาท่าม (Na Tham series; Ntm) เป็นกลุ่มดินใหญ่ Plinthudults ซึ่งดินชั้นบนมีเนื้อดินเป็นดินร่วนปนทราย ดินชั้นล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียว (ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร, 2547; กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) ผลการวิเคราะห์ประมาณธาตุอาหารในดิน 2 ระดับความลึก ได้แก่ 0–30 และ 30–60 ซม. พบว่า สมบัติของดินในพื้นที่ศึกษามีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมต่อการปลูกปาล์มน้ำมัน **(Table 2)** อย่างไรก็ตามในการศึกษาได้มีการจัดการให้ปุ๋ยตามผลการวิเคราะห์ดิน ดังนั้นปาล์มน้ำมันจึงได้รับธาตุอาหารที่ถูกชนิดและในปริมาณที่เพียงพอ การสังเกตการแสดงออกของลักษณะภายนอกของต้นปาล์มน้ำมันพบว่าไม่ได้แสดงถึงอาหารขาดธาตุแต่อย่างใด

Table 1 Temperature, rainfall, relative humidity and wind speed at the experimental site during 2017–2019

Year	Temperature (°C)			Rainfall	Relative	Wind speed
	minimum	maximum	mean	(mm/year)	humidity (%)	(m/s)
2017	24.10	32.90	27.40	3,221.60	83	1.03
2018	24.00	33.00	27.60	2,143.20	81	1.18
2019	24.20	33.50	27.80	2,035.50	80	1.39

Table 2 Soil nutrient content at Oil Palm Collection Center, The Chaipattana Foundation, Trang

Soil properties	Topsoil (0–30 cm)	Subsoil (30–60 cm)
pH (1:5 soil : H_2O)	4.86	5.07
Organic carbon (%)	1.30	0.64
Total nitrogen (%)	0.08	0.04
Available phosphorus (mg/kg)	5.06	4.13
Exchangeable potassium (cmol/kg)	0.13	0.11
Exchangeable magnesium (cmol/kg)	0.10	0.05
Cation exchange capacity (cmol/kg)	3.74	3.43

ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และลักษณะองค์ประกอบผลผลิต

การทดสอบความแตกต่างระหว่างบล็อกของลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น พบว่า น้ำหนักแห้งใบมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ส่วนพื้นที่ใบ และความยาวทางใบไม่มีความแตกต่างทางสถิติ **(Table 3)** ขณะที่การทดสอบความแตกต่างของลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นระหว่างพันธุ์ปาล์มน้ำมัน พบว่า พื้นที่ใบ และน้ำหนักแห้งใบมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ขณะที่ความยาวทางใบมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ **(Table 3)** ซึ่งการพบความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์จากการศึกษานี้บ่งบอกถึงความแปรปรวนของลักษณะนั้น ๆ ระหว่างพันธุกรรม ทั้งนี้การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันความแปรปรวนทางพันธุกรรมมีความสำคัญ เนื่องจากสามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมใหม่ได้ (Arolu et al., 2017)

การประเมินความแปรปรวนของลักษณะองค์ประกอบผลผลิต พบว่า ผลผลิตน้ำมันและผลิตผลไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างบล็อก และระหว่างพันธุ์ **(Table 3)** ส่วนการวิเคราะห์ความแปรปรวนของจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างบล็อกอย่างมีนัยสำคัญ รวมทั้งมีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ชี้ว่าจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยของประชากรปาล์มน้ำมันที่ศึกษามีความแปรปรวนทางพันธุกรรม ดังนั้นจึงเหมาะสมที่จะใช้ในการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ต่อไป

Table 3 Mean squares and variance components for vegetative characters and bunch yield of commercial tenera oil palm

Sources	df	Vegetative characters[1/]			Bunch yield[2/]			
		LA	LDW	RL	OY	FFB	BN	ABW
Block	2	0.04^{ns}	0.10**	183.77^{ns}	34.47^{ns}	614.10^{ns}	21.35*	1.15*
Treatment	5	0.46**	0.09**	261.19*	19.43^{ns}	432.90^{ns}	44.23**	1.54**
Error	10	0.04	0.01	70.92	13.55	327.20	5.55	0.20

*, **, ns significant at P ≤ 0.05, P ≤ 0.01 and non-significant, respectively. [1/]LA = leaf area (m^2), LDW = leaf dry weight (kg), RL = rachis length (cm). [2/]OY = oil yield (kg/palm/year), FFB = fresh fruit bunch (kg/palm/year), BN = bunch number (no./year), ABW = average bunch weight (kg/bunch)

การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างพันธุ์ของลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และลักษณะองค์ประกอบผลผลิต

ปาล์มน้ำมันพันธุ์ CT-5 มีค่าเฉลี่ยพื้นที่ใบสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ เท่ากับ 4.21 ตร.ม. รองลงมา คือ พันธุ์ทรัพย์ ม.อ. 1 และ CT-2 มีค่าเท่ากับ 3.78 และ 3.51 ตร.ม. ตามลำดับ **(Table 4)** ส่วนน้ำหนักแห้งใบมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในปาล์มน้ำมันพันธุ์ CT-5 เช่นกัน มีค่าเท่ากับ 1.97 กก. แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 และ CT-1 ที่มีค่าเท่ากับ 1.90 และ 1.83 กก. ตามลำดับ นอกจากนี้ปาล์มน้ำมันพันธุ์ CT-5 และพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 มีค่าเฉลี่ยความยาวทางใบสูงสุดและแตกต่างทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับพันธุ์อื่น เท่ากับ 380.00 และ 372.80 ซม. ตามลำดับ **(Table 4)** การพิจารณาค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้นทั้ง 3 ลักษณะ พบว่า มีค่าระหว่าง 2.31–5.65% อยู่ในระดับต่ำ แสดงถึงการควบคุมความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากปัจจัยภายนอกของงานทดลองที่ดี

Table 4 Progenies mean for vegetative characters and bunch yield of commercial tenera oil palm

Progenies	Vegetative characters[1/]			Bunch yield[2/]			
	LA	LDW	RL	OY	FFB	BN	ABW
CT-1	3.27^{c}	1.83^{a}	361.30^{b}	27.25	112.70	23.27^{ab}	4.82^{b}
CT-2	3.51^{bc}	1.58^{b}	358.20^{b}	23.74	109.40	21.33^{bc}	5.15^{b}
CT-3	3.22^{c}	1.61^{b}	358.60^{b}	21.32	87.75	16.47^{d}	5.33^{b}
CT-4	3.25^{c}	1.58^{b}	358.10^{b}	27.82	121.30	25.87^{a}	4.73^{b}
CT-5	4.21^{a}	1.97^{a}	380.00^{a}	27.20	102.90	16.67^{d}	6.16^{a}
PSU-1	3.78^{b}	1.90^{a}	372.80^{ab}	26.25	117.29	18.07^{cd}	6.47^{a}
Mean	3.54	1.75	364.84	25.60	108.56	20.28	5.44
C.V. (%)	5.65	4.81	2.31	14.37	16.66	11.62	8.28

Different letters within a column indicate a significant difference at P ≤ 0.05 with DMRT

C.V. (%) = coefficient of variation. [1/]LA = leaf area (m^2), LDW = leaf dry weight (kg), RL = rachis length (cm). [2/]OY = oil yield (kg/palm/year), FFB = fresh fruit bunch (kg/palm/year), BN = bunch number (no./year), ABW = average bunch weight (kg/bunch)

การศึกษาค่าเฉลี่ยของลักษณะผลผลิตน้ำมันและผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราทั้ง 6 พันธุ์ พบว่า ไม่มีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ โดยลักษณะผลผลิตน้ำมันมีค่าระหว่าง 21.32–27.82 กก./ต้น/ปี และลักษณะผลผลิตมีค่าระหว่าง 87.75–121.30 กก./ต้น/ปี **(Table 4)** ส่วนการพิจารณาลักษณะจำนวนทะลาย พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ CT-4 มีค่าเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 25.87 ทะลาย/ปี แต่ไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับปาล์มน้ำมันพันธุ์ CT-1 ที่มีจำนวน 23.27 ทะลาย/ปี และการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของ

ลักษณะน้ำหนักทะลาย พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ทรัพย์ ม.อ.1 และพันธุ์ CT-5 มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสูงสุด เท่ากับ 6.47 และ 6.16 กก./ทะลาย ตามลำดับ ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนของลักษณะผลผลิตทะลายอยู่ระหว่าง 8.28–16.66% ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ สำหรับปาล์มน้ำมันค่าดังกล่าวไม่ควรเกิน 30% (Okwuagwu et al., 2008) แสดงว่าการทดลองมีความคลาดเคลื่อนจากปัจจัยภายนอกต่ำ

อัตราพันธุกรรมแบบกว้าง และค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนฟีโนไทป์และจีโนไทป์ของลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และลักษณะองค์ประกอบผลผลิต

พื้นที่ใบและน้ำหนักแห้งใบมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนจีโนไทป์ต่อฟีโนไทป์ (GCV/PCV) เท่ากับ 88.20 และ 89.54% ตามลำดับ และมีค่าอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง (h^2_b) เท่ากับ 77.99 และ 80.18% ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในระดับค่าที่สูงเช่นกัน **(Table 5)** ส่วนความยาวทางใบมีค่า GCV/PCV เท่ากับ 68.55% และมีค่า h^2_b เท่ากับ 47.21% ซึ่งมีค่าระดับ ปานกลาง ผลการศึกษาของพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ และความยาวทางมีค่า GCV/PCV และค่า h^2_b ที่มีค่าระดับปานกลางถึงสูง สอดคล้องกับ Noh et al. (2010) ศึกษาในปาล์มน้ำมันลูกผสม Deli dura x AVROS pisifera และพบว่า ความยาวทางใบมีค่า GCV/PCV เท่ากับ 44.40% และมีค่า h^2_b ระดับปานกลาง เท่ากับ 40.40% นอกจากนี้ Marhalil et al. (2013) ศึกษาในปาล์มน้ำมันลูกผสม MPOB–Nigerian dura x AVOROS pisifera พบว่า ความยาวทางมีค่า h^2_b ระดับปานกลาง เท่ากับ 59.06% และ Rafii et al. (2013) รายงานว่า ความยาวทางใบมีค่า h^2_b ระดับปานกลาง ที่ 49.91% ในปาล์มน้ำมันลูกผสม เทเนอรา 15 คู่ผสม

ลักษณะผลผลิตน้ำมันและผลผลิตทะลาย พบว่ามีอิทธิพลเนื่องจากสภาพแวดล้อมมากกว่าพันธุกรรม โดยมีค่า GCV/PCV ในระดับต่ำ เท่ากับ 35.55 และ 31.18% ตามลำดับ และมีค่า h^2_b ระดับต่ำ ได้แก่ 12.64 และ 9.72% ตามลำดับ **(Table 5)** ส่วนจำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย พบว่า อิทธิพลของพันธุกรรมมีมากกว่าสภาพแวดล้อม โดยจำนวนทะลายมีค่า GCV/PCV และ h^2_b เท่ากับ 83.61 และ 69.91% ตามลำดับ และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 83.11 และ 69.07% ตามลำดับ **(Table 5)** ค่าของลักษณะเหล่านี้มีความสอดคล้องกับ Noh et al. (2010) รายงานว่า ผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันลูกผสม Deli dura x AVROS pisifera มีค่า GCV/PCV ต่ำ (10.00%) และมีค่า h^2_b ระดับต่ำ (2.00%) และ Marhalil et al. (2013) รายงานว่า ผลผลิตทะลายของปาล์มน้ำมันลูกผสม MPOB–Nigerian dura x AVOROS pisifera มีค่า h^2_b ระดับต่ำ แต่น้ำหนักทะลายเฉลี่ย h^2_b ระดับสูง เท่ากับ 9.07 และ 100% ตามลำดับ นอกจากนี้ Rafii และคณะ (2013) ศึกษาใน MPOB–Nigerian dura x AVROS pisifera และ Arolu et al. (2017) ศึกษาใน Deli dura x Nigerian pisifera รายงานว่า ผลผลิตทะลายมีค่า h^2_b ระดับต่ำ (13.96 และ 17.60% ตามลำดับ)

Table 5 Broad–sense heritability estimates and phenotypic and genotypic coefficient of variation of vegetative characters and bunch yield of commercial tenera oil palm

Sources	σ^2_e	σ^2_g	σ^2_p	h^2_b	PCV	GCV	GCV/PCV
Vegetative characters[1/]							
Leaf area	0.04	0.14	0.18	77.79	11.99	10.57	88.20
Leaf dry weight	0.01	0.03	0.04	80.18	10.80	9.67	89.54
Rachis length	70.92	63.42	134.34	47.21	3.18	2.18	68.71
Bunch yield[2/]							
Oil yield	13.55	1.96	15.51	12.64	15.39	5.47	35.55
Fresh fruit bunch	327.20	35.23	362.43	9.72	17.54	5.47	31.18
Bunch number	5.55	12.89	18.44	69.91	21.18	17.71	83.61
Average bunch weight	0.20	0.45	0.65	69.07	14.78	12.28	83.11

σ^2_e = environmental variance, σ^2_g = genotypic variance, σ^2_p = phenotypic variance, h^2_b = broad sense heritability (%), PGV = phenotypic coefficient variation (%), GCV = genotypic coefficient variation (%)

จากการศึกษาที่ซึ่งพื้นที่ใบ น้ำหนักหนักแห้งใบ จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยมีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับสูง ส่วนความยาวทางใบมีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับปานกลาง แสดงว่าค่าของลักษณะเหล่านี้ที่วัดได้เป็นผลมาจากพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อม และมีความสามารถในการถ่ายทอดลักษณะดังกล่าวไปสู่รุ่นต่อไปได้สูง ส่วนผลผลิตน้ำมัน และผลผลิตทะลายมีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับต่ำ แสดงว่าความแปรปรวนลักษณะเหล่านี้เกิดขึ้นเนื่องจากผลของสภาพแวดล้อมมากกว่ายีนหรือพันธุกรรม ดังนั้น พื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบ ความยาวทางใบ จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ยสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในชั่วต้น ๆ หรือไม่จำเป็นต้องทดสอบในชั่วรุ่นลูกของลักษณะดังกล่าว ทำให้เปอร์เซ็นต์ต้นที่ต้องการคัดเลือกไว้สำหรับลักษณะดังกล่าวจะมีจำนวนน้อยกว่าลักษณะที่มีอิทธิพลของสภาพแวดล้อมสูง

สรุป

ความแปรปรวนของลักษณะการเจริญเติบโตทางลำต้น และองค์ประกอบผลผลิตของปาล์มน้ำมันลูกผสมเทเนอราพันธุ์การค้า 6 พันธุ์ มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างพันธุ์เป็นส่วนใหญ่ ยกเว้นลักษณะผลผลิตน้ำมัน และผลผลิตทะลายไม่มีความแตกต่างทางสถิติ การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างพันธุ์ พบว่า ปาล์มน้ำมันพันธุ์ CT-5 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นที่ดีสุดเนื่องจากมีค่าเฉลี่ยของลักษณะพื้นที่ใบ น้ำหนักแห้งใบเฉลี่ย ความยาวทางใบสูงสุด ส่วนปาล์มน้ำมันพันธุ์ CT-4 มีค่าเฉลี่ยผลผลิตน้ำมัน ผลผลิตทะลาย และจำนวนทะลายสูงสุด การศึกษาอัตราพันธุกรรมแบบกว้าง พบว่า ลักษณะน้ำหนักแห้งใบ พื้นที่ใบ จำนวนทะลาย และน้ำหนักทะลายเฉลี่ย มีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับสูง เท่ากับ 80.18, 77.79, 69.91 และ 69.07% ตามลำดับ ลักษณะความยาวทางใบมีอัตราพันธุกรรมแบบกว้างระดับปานกลาง เท่ากับ 47.21% อีกทั้งมีค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวนจีโนไทป์ต่อฟีโนไทป์สูง แสดงว่าลักษณะเหล่านี้มีอิทธิพลของพันธุกรรมมากกว่าสภาพแวดล้อม ดังนั้นลักษณะเหล่านี้จึงเหมาะสมต่อการคัดเลือกและปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมันในชั่วต้นๆ หรือไม่จำเป็นต้องทดสอบในชั่วรุ่นลูกของลักษณะดังกล่าว

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ทุนพัฒนาบัณฑิตศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2563 สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ และมูลนิธิชัยพัฒนา ที่ได้มอบพื้นที่เป็นศูนย์รวบรวมเชื้อพันธุ์และทดสอบพันธุ์ปาล์มน้ำมันการค้าของประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

กรมพัฒนาที่ดิน. 2558 ข้อมูลสารสนเทศทรัพยากรดินรายจังหวัด. แหล่งข้อมูล: http://gisinfo.ldd.go.th. ค้นเมื่อ 20 กรกฎาคม 2563.

ธีระ เอกสมทราเมษฐ์. 2558. การปรับปรุงพันธุ์ปาล์มน้ำมัน. โอ เอส พริ้นติ้ง เฮาส์ จำกัด, กรุงเทพฯ.

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และประเสริฐ ฉัตรวชิระวงษ์. 2548. พันธุศาสตร์เชิงปริมาณที่ใช้การปรับปรุงพันธุ์พืช. ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2563. สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2562. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มผลผลิตทางเกษตร. 2547. อนุกรมวิธานดินในประเทศไทย. แหล่งข้อมูล: http://www.mcc.cmu.ac.th. ค้นเมื่อ 30 กรกฎาคม 2563.

Al–Naggar, A.M.M., M.M.M. Atta, and H.T.O. Hassan. 2011. Variability and predicted genetic gain from selection for grain oil content and yield in two maize populations. Egyptian Journal of Plant Breeding. 15: 1–12.

Arolu, I.W., M.Y. Rafii, M. Marjuni, M.M. Hanafi, Z. Sulaiman, H.A. Rahim, M.I.Z. Abidin, M.D. Amiruddin, A.K. Din, and R. Nookiah. 2017. Breeding of high yielding and dwarf oil palm planting materials using Deli dura × Nigerian pisifera population. Euphytica. 213: 1–15.

Corley, R.H.V., and P.B. Tinker. 2003. The oil palm. Blackwell Science Ltd., Oxford.

Marhalil, M., M.Y. Rafii, M.M.A. Afizi, I. W. Arolu, A. Noh, A. Mohd Din, A. Kushairi, A. Norziha, N. Rajanaidu, M.A. Latif, and M.A. Malek. 2013. Genetic variability in yield and vegetative traits in elite germplasm of MPOB–Nigerian dura × AVROS pisifera progenies. Journal of Food, Agriculture and Environment. 11: 515–519.

Noh, A., M.Y. Rafii., G. Saleh, and A. Kushairi. 2010. Genetic performance of 40 DELI dura × AVROS pisifera full–sib families. Journal of Oil Palm Research. 22: 781–795.

Okwuagwu, C.O., M.N. Okoye, E.C. Okolo, C.D. Ataga, and M.I Uguru. 2008. Genetic variability of fresh fruit bunch yield in Deli/dura x tenera breeding populations of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in Nigeria. Journal of Tropical Agriculture. 46: 40–45.

Oladosu, Y, M.Y. Rafii, N. Abdullah, M.A. Malek, H.A. Rahim, G. Hussin, M.A. Latif, and I. Kareem. 2014. Genetic variability and selection criteria in rice mutant lines as revealed by quantitative traits. The Scientific World Journal. 2014: 1–12.

R Core Team. 2020. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Rafii, M.Y., Z.A. Isa, A. Kushairi, G.B. Saleh, and M.A. Latif. 2013. Variation in yield components and vegetative traits in Malaysian oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) dura × pisifera hybrids under various planting densities. Industrial Crops and Products. 46: 147–157.

Rankine, I.R., and T.H. Fairhurst. 1998. Field handbook: Oil palm series, Vol. 3, Mature. Oxford Graphic Printers Pte. Ltd., Singapore.

Robinson, H.F., R.E. Comstock, and V.H. Horvey. 1949. Estimates of heritability and degree of dominance in soybean. Agronomy Journal. 41: 353–359.

Singh, R. K., and B.D, Choudhary. 1985. Biometrical methods in quantitative genetic analysis. New Delhi: Kalyani Publishers.

Shivasubramanian, S., and M. Menon. 1973. Heterosis and inbreed depression in rice. Madras Agricultural Journal. 60: 1139.