

ความหลากหลายและการกระจายตัวของสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.)

ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

Flower Color Diversity and Distribution of Rosy Trumpet Tree (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.)

at Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus

ธีรนาถ กาลปักษ์¹ เสาวณี คงศรี² นันทนัช อนันท์หาญ³ วชิรญา อิมสabay¹ และ อัญมณี อวูชานนท์^{1*}

Teeranat Kalapak¹ Saowanee Kongsee² Nanthanat Ananthawut³ Wachiraya Imsabai¹ and Anyamanee Auvuchanon^{1*}

¹ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

²สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

³งานยานพาหนะและภูมิทัศน์ กองบริการกลาง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

¹Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaeng Saen, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus

²Crop Production and Technology Division, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University

³Transportations and Landscape Subdivision, Services Center Division, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus

*E-mail: agrana@ku.ac.th

Received: Jul 20, 2023

Revised: Oct 02, 2023

Accepted: Oct 11, 2023

บทคัดย่อ

ชมพูพันธุ์ทิพย์ (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.) ที่รวบรวมไว้ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ถือเป็นแหล่งพันธุกรรมที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทย และเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียง การศึกษาสีดอกทำให้ทราบถึงข้อมูลเกี่ยวกับสายพันธุ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับพันธุกรรม และระบบนิเวศของชมพูพันธุ์ทิพย์ที่รวบรวมไว้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายและการกระจายตัวของสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อใช้ในการอธิบายความหลากหลายทางพันธุกรรมของชมพูพันธุ์ทิพย์ในไทย โดยการวัดสีดอกของชมพูพันธุ์ทิพย์จำนวน 211 ต้น ด้วยเครื่อง color reader ในระบบสี CIE จากการวิเคราะห์ด้วย cluster analysis ร่วมกับ principal component analysis (PCA) ทำให้แบ่งสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม 1 สีชมพูขาว กลุ่ม 2 ชมพูอ่อน กลุ่ม 3 ชมพูม่วง กลุ่ม 4 ชมพูซีด และ กลุ่ม 5 ชมพูถึงชมพูเข้ม ซึ่งเป็นกลุ่มใหญ่สุด ค่าพารามิเตอร์หลักที่บ่งบอกถึงโทนสีของดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ คือ สี a* โดยดอกชมพูพันธุ์ทิพย์มีสีแดงเป็นหลัก และมีการกระจายตัวของสี a* แบบปกติ โดยการทดสอบ Shapiro-Wilk W test (P-value = 0.07) นอกจากนี้ยังพบว่าความแตกต่างของสีดอกยังขึ้นกับ ค่า L*, b*, C* ซึ่งค่า b* เป็นลบมากขึ้นมีผลให้ดอกมีสีม่วงมากขึ้น จากการวิเคราะห์ PCA พบว่ามีความแปรปรวนสะสมของ PC1 และ PC2 เท่ากับ 98.24% โดยค่าพารามิเตอร์ a* มีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับค่า L* และ b* ที่ $r = -0.96^{**}$ และ $r = -0.78^{**}$ ตามลำดับ และไม่พบความสัมพันธ์ของค่า h° กับทุกพารามิเตอร์ แสดงให้เห็นว่าดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ที่ศึกษาเป็นโทนสีชมพูทั้งหมดและไม่พบชมพูพันธุ์ทิพย์สีขาว

คำสำคัญ: ชมพูพันธุ์ทิพย์ สีดอก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

Abstract

A collection of Rosy trumpet trees (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.) at Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus is considered as the largest genetic resource in Thailand and a famous tourist attraction. The study of flower color provides information about the species related to genetics and ecosystems of the collected Rosy trumpet trees. This research aimed to study flower color diversity and distribution of Rosy trumpet trees at Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus which was quantitative data to explain the genetic diversity of Rosy

trumpet trees in Thailand. The color reader in the CIE color system was used to measure flower color of 211 Rosy trumpet trees. By using cluster analysis and principal component analysis (PCA), flower colors of the Rosy trumpet trees were categorized into 5 groups including group 1 pink white, group 2 pale pink, group 3 purple pink, group 4 light pink and group 5, the largest group, pink to dark pink. The major parameter indicating the color tone of the flowers was color a^* . The flowers of Rosy trumpet trees had red as the main color and their a^* values displayed the normal distribution by Shapiro-Wilk W test (P -value = 0.07). Furthermore, difference in flower colors depended on L^* , b^* , and C^* values. More negative b^* value resulted in more purple of the flower color. From PCA analysis, PC1 and PC2 together accounted for 98.24% of the cumulative variance. The parameters a^* had negative correlations with L^* and b^* at $r = -0.96^{**}$ and $r = -0.78^{**}$, respectively. No correlation of h° was found with the other parameters. These results demonstrated that the studied flowers of Rosy trumpet trees were all pink tones and no white flower was found.

Keywords: Rosy Trumpet Tree, Flower color, Kasetsart University Kamphaeng Saen Campus

1. บทนำ

ต้นไม้ในสกุล *Tabebuia* ที่นิยมนำมาปลูกประดับตามสถานที่อย่างแพร่หลาย จัดอยู่ในวงศ์ Bignoniaceae ซึ่งให้ดอกในสีส้มที่หลากหลาย เช่น ต้นเหลืองปรีดียาธร (*T. Aurea* (Silva Manso) Benth. & Hook.f. ex S.Moore) เหลืองอินเดีย (*T. Chrysantha* (Jacq.) G.Nicholson) และชมพูพันธุ์ทิพย์ (*T. rosea* (Bertol.) DC. เป็นต้น

ชมพูพันธุ์ทิพย์มีชื่อสามัญว่า Rosy trumpet tree และมีชื่อเรียกอื่น ได้แก่ ชมพูอินเดีย ธรรมบูชา หรือ ตาบุญย่า ซึ่งไม้สกุลนี้พบการแพร่กระจายพันธุ์ในแถบอเมริกากลาง หรือทางใต้ของเม็กซิโกไปถึงทางเหนือของเวเนซุเอลา และชายฝั่งของเอกวาดอร์ พบได้ทั้งป่าดิบแล้งและป่าเปียก (Dry and wet forest) มีรายงานอนุกรมวิธานจำนวน 6 พันธุ์ โดยพันธุ์ที่มีดอกสีชมพู ม่วง และขาว ได้แก่ *T. palustris*, *T. Rosea* (Bertol.) DC. และ *T. palmeri* (ชื่อพ้อง *T. impetiginosa* (Mart. ex DC.) Standl.) [1] นอกจากนี้พบพันธุ์ที่เป็นไม้พุ่มกึ่งไม้ต้น ได้แก่ *T. pallida* (Lindl.) Miers และ *T. heterophylla* (DC.) Britton [2], [3] ด้วยสีส้มของดอกที่โดดเด่นทำให้การปลูกเลี้ยงไม้ในสกุลดังกล่าวเพื่อตกแต่งสถานที่ได้เกิดเป็นทัศนียภาพที่สวยงามถูกพัฒนาจนกลายเป็นแหล่งท่องเที่ยวสำคัญระดับประเทศ ได้แก่ ถนนชมพูพันธุ์ทิพย์อยู่ที่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม และถนนเหลืองปรีดียาธรอยู่บนทางหลวงแผ่นดิน หมายเลข 3502 จากอำเภอสองพี่น้องไปยังอำเภอด่านช้างใน จ.สุพรรณบุรี

ชมพูพันธุ์ทิพย์มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาเป็นไม้ยืนต้นผลัดใบ สูง 8-25 เมตร ทรงพุ่มแผ่เป็นชั้น กว้าง 8-12 เมตร เปลือกต้นเรียบสีเทา-น้ำตาล เมื่อมีอายุมากเปลือกจะแตกเป็น

ร่อง ใบ เป็นประกอบแบบนิ้วมือ (Palmately compound leaf) ออกตรงข้าม (Opposite) ใบย่อย 5 ใบย่อย ก้านใบยาวรวม 5-30 เซนติเมตร ก้านใบย่อยยาว 0.5-2.5 เซนติเมตร ก้านใบย่อย อันบนยาว 2-10 เซนติเมตร ใบรูปขอบขนาน (Oblong) หรือรูปไข่แกมรูปรี กว้าง 3-7 เซนติเมตร ยาว 7.5-16 เซนติเมตร ปลายใบแหลม (Acute) หรือเรียวแหลม (Acuminate) โคนใบมนหรือสอบ (Obtuse) ขอบใบเรียบ (Entire) แผ่นใบหนาสีเขียวเข้ม ดอก เป็นดอกสมบูรณ์เพศ ออกเป็นช่อกระจุก (Cyme) มีดอกย่อยจำนวนมาก ประกอบด้วยวงกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอด (Corolla tube) ยาว 5-7 เซนติเมตร ปลายแยกเป็น 5 กลีบ (Corolla lobe) สีม่วงอมชมพู หรือสีชมพูอ่อน ดอกร่วงง่าย ดอกบานเต็มที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5-3.5 เซนติเมตร เกสรตัวผู้ 4 อันร่วงง่าย กลีบเลี้ยง 5 กลีบ ผลเป็นฝัก (Pod) กลม ยาว 15-38 เซนติเมตร กว้าง 1.5 เซนติเมตร ฝักรูปทรงกระบอกยาว ติดฝักและฝักโตโดยมีกลีบเลี้ยงติดอยู่เมื่อแก่แตกเป็น 2 ซีก เมล็ดแบนสีน้ำตาลมีปีกสองด้านของเมล็ด [1], [4], [5] เมล็ดสามารถงอกได้ในอุณหภูมิที่หลากหลายในสภาพแวดล้อมเปิดและในที่แสงส่องไม่ถึง อย่างเมล็ดที่ฝังอยู่ในดินหรือใต้ต้นไม้ในป่า [6] แต่ในพื้นที่ปลูกที่กระจัดกระจายอาจทำให้ความหลากหลายของพันธุ์มีแนวโน้มลดลง [7]

ต้นชมพูพันธุ์ทิพย์เจริญเติบโตได้ดีในวิทยาเขตกำแพงแสน เนื่องจากมีสภาพภูมิอากาศคล้ายป่าดิบแล้ง [8] จากการศึกษาความเป็นไปได้ในการทำนายเวลาออกดอกของต้นชมพูพันธุ์ทิพย์ในวิทยาเขตกำแพงแสน พบช่วงเวลาออกดอกเร็ว-ช้าต่างกัน 3 ช่วงคือ ออกดอกเร็ว ได้แก่ ปลายเดือนมกราคม-ต้นเดือนกุมภาพันธ์ ออกดอกช้า ได้แก่ เดือนมีนาคมและออกดอกช้ามาก ได้แก่ ต้นเดือนเมษายน โดยปัจจัยด้าน

สภาพแวดล้อมต่อการออกดอกของต้นชมพูพันธุ์ทิพย์ เช่น ต้องการช่วงแสงหรือสภาวะเครียดต่อเนื่องกันระยะเวลาหนึ่ง จึงจะออกดอก หากมีฝนแทรกในช่วงแสงจะทำให้ดอกออกล่าช้าออกไปซึ่งปริมาณน้ำฝนนอกฤดูหรือความชื้นในดินมีผลต่อการออกดอก นอกจากนี้หากปีใดมีอากาศเย็นยาวนานก็มีผลให้ชมพูพันธุ์ทิพย์ออกดอกช้าเช่นเดียวกัน ต่อมาเมื่อมีการศึกษาพัฒนาการขอตาออกพร้อมกับปัจจัยด้านสภาพแวดล้อม ปัจจุบันจึงสามารถทำนายวันดอกบานหรือกำหนดฤดูการท่องเที่ยวได้แม่นยำขึ้น ตลอดจนการสำรวจชนิดและคุณสมบัติเพื่อการใช้งานทางภูมิทัศน์ ทำให้มีการวางแผนงานบำรุงรักษา ได้แก่ การตัดแต่ง การให้น้ำและปุ๋ย เพื่อให้ต้นมีความสมบูรณ์พร้อมออกดอกในฤดูกาลต่อไปเท่านั้นยังไม่สามารถควบคุมการออกดอกได้ [4], [9]-[14] ในต่างประเทศมีการศึกษาฤทธิ์ทางเภสัชวิทยาในระดับสัตว์ทดลองและหลอดทดลอง โดยการวิเคราะห์ทางพิษเคมีของเปลือก ราก แก่นไม้ ใบ และเมล็ด เช่น สารสกัดเอทานอล (Ethanol) จากเปลือก มีฤทธิ์ต้านทานแบคทีเรียต้านการอักเสบ และต้านมะเร็ง [15]-[20] สารสกัดเมทานอล (Methanol) จากใบ รักษาแผลพุพอง ซิฟิลิส (Syphilis) ปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินอาหาร เบาหวาน และมีฤทธิ์ต้านมะเร็งต่อมน้ำเหลือง [21]-[23] มีสารออกฤทธิ์ต่อประสาทส่วนกลางช่วยในการควบคุมพฤติกรรม และคลายความวิตกกังวล [24] กล่าวได้ว่าต้นชมพูพันธุ์ทิพย์ถูกนำมาใช้เป็นยาทั้งแผนโบราณและแผนปัจจุบันด้วย [25]

การศึกษาเกี่ยวกับสัณฐานวิทยาของชมพูพันธุ์ทิพย์ยังมีไม่มาก และไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับสีดอกที่สามารถอธิบายถึงความหลากหลายของสายพันธุ์ชมพูพันธุ์ทิพย์ในแหล่งรวบรวมสายพันธุ์ขนาดใหญ่ ซึ่งโดยปกติแล้วชมพูพันธุ์ทิพย์เป็นไม้ป่าที่ไม่ได้มีถิ่นกำเนิดในประเทศไทย [1] โดยการศึกษาครั้งนี้ใช้การวัดสีเป็นตัวเลขในระบบ Commission International de l'Eclairage (CIE) ที่มีความแม่นยำและสะดวกในการวัดสีที่มีหลายเฉดสีได้ดี สามารถนำไปคำนวณดัชนีสี และค่าสีจริงได้ หรือการวัดความสว่างและความมืดของสี และระบุสีในรูปแบบที่ใกล้เคียงกับสีที่มนุษย์เห็น นิยมใช้วัดค่าสีในงานด้านพืชสวน เช่น การหาค่ามาตรฐานสีดอกสำหรับพันธุ์ทางการค้าของดอกไม้ต้น เบญจมาศ กุหลาบ ขบา เยอบีร่า หรือการวัดค่าสีเนื้อฟักทองที่ได้รับการปรับปรุงพันธุ์เพิ่มปริมาณเบต้าแคโรทีน (Beta carotene) [26]-[29] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายและการกระจายตัวของสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์จากแหล่งพันธุ์กรรมที่ใหญ่ที่สุดของประเทศไทย ซึ่ง

เป็นข้อมูลเชิงปริมาณ เพื่อใช้ในการอธิบายความหลากหลายทางพันธุกรรมของชมพูพันธุ์ทิพย์ในประเทศไทย

2. วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1. การเก็บตัวอย่างดอก

เก็บตัวอย่างดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ที่ปลูกในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จำนวน 211 ต้น บริเวณ 1) ถนนวัฒนาเสถียรสวัสดิ์ 2) อาคารชุดพักอาศัยบุคลากร 3) หมู่บ้านเกษตร 1 4) สนามเทนนิส 5) โรงพยาบาลสัตว์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 6) สระพระพิรุณ และ 7) สวน 100 ปี พระศรีนครินทราบรมราชชนนี (Figure 1) โดยเก็บในช่วงที่ชมพูพันธุ์ทิพย์บานเต็มที่พร้อมกัน ในวันที่ 12,13,14, และ 17 กุมภาพันธ์ 2565 ซึ่งมาจากการกำหนดรหัสต้นในช่วงดอกตูม เลือกไว้ 1 กิ่ง เมื่อถึงระยะดอกบานจึงทำการเลือกดอกตูม 3 ดอก ทำสัญลักษณ์ด้วยไหมพรมตอนเย็นและเก็บดอกซึ่งบานแล้วในตอนเช้าตรู่เวลา 4.30-8.30 น. ใส่ในกล่องขึ้นที่ปิดสนิท และนำไปวัดสี ซึ่งจากตัวอย่างดอกที่เก็บได้เมื่อมาประเมินสีกับด้วยสายตา สามารถแบ่งกลุ่มกว้าง ๆ ได้สี่ชมพูอ่อน ชมพู และชมพูม่วง

2.2. การวัดสี

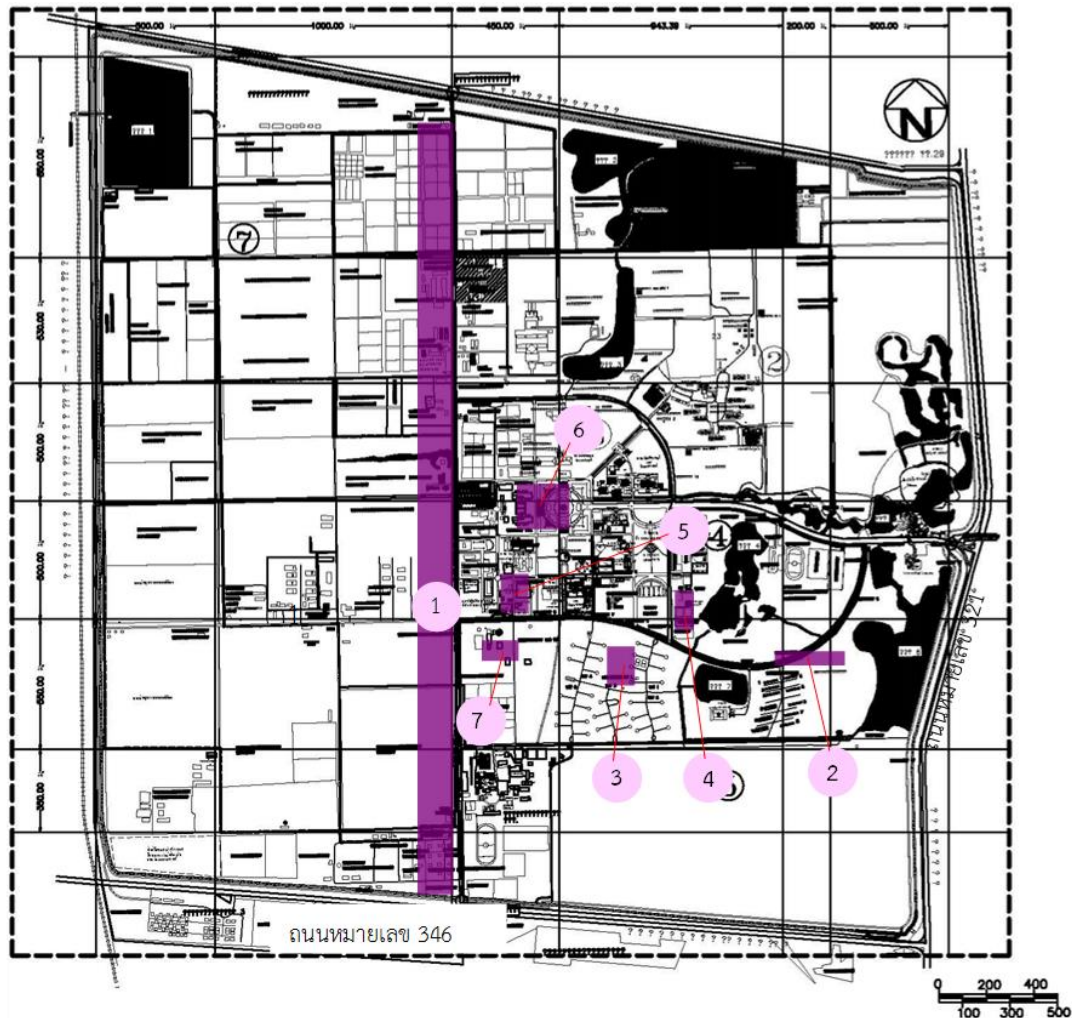
ทำการวัดสีกลีบดอก ต้นละ 3 ดอก โดยใช้เครื่อง Color reader เป็นระบบ CIE L* a* b* วัดสี 1 ครั้งในแต่ละดอก ตรงตำแหน่งแฉกกลีบดอกที่มีสีชมพู (Corolla lobe, Figure 2E) ระวังไม่ให้โดนไส้ดอกที่มีสีเหลือง (Throat) ภายใต้แสงในห้องปฏิบัติการปรับปรุงพันธุ์พืช ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน อ่านค่าและจดบันทึก ค่า L* (ความสว่าง ในช่วง 0-100, L*=0 คือ สีดำ และ L*=100 คือ สีขาว), ค่า a* (+แดง, -เขียว), ค่า b* (+เหลือง, -น้ำเงิน) จากนั้นหาค่าเฉลี่ยสีกลีบดอก ค่าดัชนีความเข้มสี C* (Chroma) และค่า h° (Hue angle) ด้วยสมการ $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ และ $h^\circ = \text{Arctangent}(b^*/a^*)$ ของชมพูพันธุ์ทิพย์แต่ละต้น

2.3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำค่าสีดอกจากประชากรตัวอย่างมาแจกแจงความถี่ของลักษณะสี L*, a*, b*, Hue และ Chroma แสดงด้วยแผนภาพฮิสโตแกรม (Histogram) และทดสอบการแจกแจงแบบปกติ (Normality test) ด้วย Shapiro-Wilk-W การจัด

กลุ่มความสัมพันธ์และดูการกระจายตัวของสีดอกด้วยการสร้างแผนภาพ Dendrogram ด้วยวิธี Unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA) โดยเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ Standardized Euclidean distance และการ

วิเคราะห์องค์ประกอบหลัก (Principal component analysis, PCA) บนพื้นฐาน correlation matrix ด้วยโปรแกรม PAST (Paleontological statistics version 3.17)



Locations	Tag No.	Number (trees)
1. Wattana Sathiansawat Road	RE1-RE74, RE77, RE78, RE80, RW1-RW115	192
2. Faculty and Staff Dormitories	F1, F2, F3, F4	4
3. Mu Ban Kaset 1	K1, K2, K3, K4	4
4. Tennis Court	T1, T2, T3, T4	4
5. KU Veterinary Teaching Hospital	H1, H2, H3	3
6. Phra Phirun Pond	P1, P2, P3	3
7. 100 th Her Majesty the Queen Mum's Birthday Garden	G1	1

Figure 1 Kasetsart University Kamphaeng Saen campus map and 7 locations where *T. rosea* (Bertol.) DC. flowers were collected for the study
(Source: the Central Service Department, Kasetsart University Kamphaeng Saen campus)



Figure 2 (A) *T. rosea* (Bertol.) DC. Tree, (B) and (C) *T. rosea* (Bertol.) DC. inflorescence, (D) Corolla color: 1. pink white, 2. light pink, 3. pink, 4. purple pink, (E) *T. rosea* (Bertol.) DC. flower, (F) 5-leaflet leaf

3. ผลการวิจัย

ชมพูปันธ์ทิพย์ จำนวน 211 ต้น ที่ใช้ในการศึกษา มีอายุ 7-46 ปี ส่วนใหญ่ปลูกเมื่อปี พ.ศ. 2520 และ ปลูกเพิ่มเติมในปี พ.ศ. 2559 ต้นชมพูปันธ์ทิพย์มีความสูงตั้งแต่ 4-15 เมตร เส้นรอบวงต้นระดับอกประมาณ 0.30-1.80 เมตร ขนาดทรงพุ่มประมาณ 4-12 เมตร (Figure 2A) ช่อดอกเป็นกระจุกปลายกิ่งมีดอกย่อยจำนวนมาก (Figure 2B) กลีบดอกสีชมพูอบบางและร่วงง่ายแต่ดอกทยอยบานจึงทำให้เห็นช่วงดอกบาน 7-10 วัน (Figure 2C-D) ตรงกลางดอกมีสีเหลือง และสีจะจางลงเมื่อระยะเวลาการบานของดอกนานขึ้น (Figure 2E) เมื่อดอกร่วงหล่นสู่พื้นพร้อม ๆ กันจะคล้ายพรมสีชมพู ส่วนลักษณะปลายใบแหลม (Figure 2F) ทำให้เห็นความแตกต่างจากพืชกลุ่มตะเบงยูอาแคระ (*T. pallida* (Lindl.) Miers) ที่พบมีดอกสีขาว ชมพูปันธ์ทิพย์ที่นำมาศึกษา มาจากการเก็บดอกที่บ้านในช่วงวันที่ 1-3 ของการบาน การประเมินสีดอกด้วยสายตาสามารถแบ่งสีดอกชมพูปันธ์ทิพย์ได้ 4 กลุ่ม (Figure 2D) คือ สีชมพูขาว (Pink white, D1) สีชมพูซีด (Light pink, D2) สีชมพู (Pink, D3) และสีชมพูม่วง (Purple pink, D4) เมื่อวัดสีดอกชมพูปันธ์ทิพย์ทุกต้นมี ค่าสี a^* เป็นบวก หมายถึง สีดอกออกโทนสีแดง ค่าสี b^* เป็นลบ หมายถึง สีดอกมีน้ำเงินปรากฏ รวมถึงการวัดสี L^* มีค่าตั้งแต่ 44.17-84.35 นั้นหมายความว่ามีการกระจายตัวของค่าความสว่าง เมื่อนำ L^* , a^* , b^* , h° และ C^* ของชมพูปันธ์ทิพย์ทั้ง 211 ต้น มาแจกแจงความถี่ด้วยฮิสโตแกรม (Figure 3) และตรวจสอบการกระจายตัวแบบปกติ (Normality test) ด้วยวิธี Shapiro-Wilk W โดยมีสมมติฐาน H_0 : เป็นการแจกแจงแบบปกติ และ H_1 : ไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติพบว่า ค่าสีแดง a^* เป็นลักษณะที่มีการแจกแจงแบบปกติ (Normal distribution) ค่า P -value 0.072 สำหรับค่า L^* , b^* , h° และ C^* ไม่เป็นการแจกแจงแบบปกติ (b^* แบบ negative skewed, h° แบบ Positive skewed) ค่า P -value เป็น 0.024, <0.001, <0.001, และ 0.035 ตามลำดับ

สำหรับค่าสี a^* ที่แสดงสีแดงของชมพูปันธ์ทิพย์มีความสัมพันธ์กับค่าสี b^* ซึ่งมีความสัมพันธ์ในทางตรงข้าม (Negative correlation) $r = -0.78^{**}$ โดยสีแดงและสีน้ำเงินที่เพิ่มขึ้นในสัดส่วนที่แตกต่างกันเป็นผลให้สีของชมพูปันธ์ทิพย์มีความหลากหลาย โดยที่สีชมพูพันธ์ทิพย์ที่เข้มขึ้น เป็นผลมาจากค่าสี a^* เพิ่มขึ้น และค่าสี b^* ที่ติดลบมากขึ้น ดังนั้นจึงพบความสัมพันธ์ของสี a^* กับ ค่า L^* และ C^* ที่ค่า $r = -0.96^{**}$ และค่า $r = 1.00^{**}$ ตามลำดับ (Table 1) แสดงให้เห็นว่า สีที่เข้มขึ้นเกิดจากสี a^* ที่เข้มขึ้น ส่วนค่า Hue ไม่มีความสัมพันธ์

กับค่า L^* , a^* และ b^* (Table 1) แสดงให้เห็นว่า สีดอกชมพูปันธ์ทิพย์เป็นสีเดียว คือ สีชมพู โดยมีตั้งแต่สีชมพูอ่อนจนถึงชมพูม่วง สีดอกชมพูปันธ์ทิพย์ที่เป็นสีชมพูอ่อนมีความสว่างของสีสูงค่า a^* ต่ำ ดังนั้นสีของชมพูปันธ์ทิพย์ขึ้นกับค่าสี a^* เป็นหลัก และจากการกระจายตัวของสี L^* , a^* , b^* และ h° จึงใช้อธิบายถึงความหลากหลายของสีชมพูที่มีในประชากรชมพูปันธ์ทิพย์

ในการวิเคราะห์ PCA บนพื้นฐานของ Correlation matrix (Table 1) พบ ค่า Cophenetic correlation (r) เท่ากับ 0.7629 แสดงถึงการจัดกลุ่มสีอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี มีความแปรปรวนสะสมของ PC1 รวมกับ PC2 เท่ากับ 98.24% เมื่อพิจารณาจากการวิเคราะห์ PCA ทำให้เห็นความหลากหลายสีดอกของชมพูปันธ์ทิพย์ที่ปลูกกระจายอยู่ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ซึ่งจาก PCA plot พบว่าชมพูปันธ์ทิพย์ส่วนใหญ่มีการกระจายตัวจากสีชมพูอ่อนไปยังสีชมพูเข้มตามแกน X อธิบายด้วยพารามิเตอร์ L^* , a^* , b^* และ C^* โดยค่า b^* มีความสัมพันธ์ทางตรงข้ามกับพารามิเตอร์อื่น จาก Figure 4 ชมพูปันธ์ทิพย์ RE52 เป็นต้นที่มีสีขาวและชมพูที่อ่อนมากจนแทบมองไม่ชัดด้วยตาเปล่า เมื่อดูจาก PCA plot สีดอกของชมพูปันธ์ทิพย์ต้นดังกล่าวอยู่บนระนาบแกน X และยังพบชมพูปันธ์ทิพย์อีก 4 ต้นที่มีสีชมพูขาว ส่วนชมพูปันธ์ทิพย์ต้นอื่น ๆ มีการกระจายตัวของสีตามแนวของแกน X ไปจนถึงสีชมพูม่วงจำนวน 6 ต้น และความเข้มของสีสูงขึ้นตามแกน X ด้วยเช่นกัน ส่วนแกน Y อธิบายด้วยพารามิเตอร์ h° และ b^* และแสดงชัดเจนว่าค่า h° ไม่สามารถช่วยในการจัดกลุ่มชมพูปันธ์ทิพย์ ส่วนค่าสี b^* อธิบายกลุ่มสีชมพูซีดจำนวน 6 ต้น ที่มีค่าสี a^* น้อย แต่มีสีชมพูซีดเข้มขึ้นเนื่องจากสีน้ำเงินที่มากขึ้น เมื่อนำค่าพารามิเตอร์สีมาจัดกลุ่มชมพูปันธ์ทิพย์ทั้ง 211 ต้น ด้วยวิธี Unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA) โดยใช้ Standardized Euclidean distance สามารถแบ่งสีดอก ออกเป็น 5 กลุ่ม (Figure 5) โดยแสดงค่าพารามิเตอร์ตาม Table 2 มีรายละเอียดดังนี้ ชมพูปันธ์ทิพย์มีการกระจายตัวของสีชมพู กระจายอยู่ในประชากรที่มีในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน และการจัดกลุ่มชมพูปันธ์ทิพย์ด้วยวิธี Cluster analysis สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ Principle component analysis พบว่ามี กลุ่ม 1 สีชมพูขาว (Pink white) กลุ่ม 2 ชมพูอ่อน (Pale pink) กลุ่ม 3 ชมพูม่วง (Purple pink) ซึ่งแตกต่างจากกลุ่ม 4 ชมพูซีด (Light pink) และ กลุ่ม 5 ชมพูถึง ชมพูเข้ม (Pink to dark pink) ซึ่งเป็นกลุ่มใหญ่สุด เมื่อ

พิจารณาค่าพารามิเตอร์ค่าสี การแสดงออกของสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ที่แตกต่างกันออกไปนั้น จากการกระจายตัวของสี a^* ที่มีการกระจายตัวแบบปกติจึงมีความหลากหลายของสีแดงส่วนสีม่วงเกิดจาก สี b^* ที่เป็นสีน้ำเงิน อย่างไรก็ตามค่าสี h° ในแต่ละกลุ่มมีความใกล้เคียงกันมากซึ่งไม่ส่งผลต่อการจัดกลุ่มของสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ และค่าสีที่เป็นผลให้ชมพูพันธุ์ทิพย์มีความหลากหลายของสีคือสี a^* และ b^* ส่วนความเข้มอ่อนของสีคือค่า L^* และ C^* ดังนี้

ดอกโทนสีชมพูขาว ต้นที่ RE52, RW103, RW111, RW115 และ RE 15 มีลักษณะ คือ มีค่า a^* ต่ำมาก อยู่ในช่วง 5-11.76 ค่า b^* อยู่ในช่วง -4.61 - -1.66 ค่า L^* สูงมาก อยู่ในช่วง 76.41-84.35 และ ค่า C^* อยู่ในช่วง 5.27-12.63 (Table 2)

ดอกสีชมพูอ่อน ต้นที่ T3, RE26, RE64, RE42, H3, RW107 และ RE14 มีสีชมพูเข้มขึ้น มีค่า a^* สูงขึ้น อยู่ในช่วง 10.74-24.85 ค่า b^* มากขึ้น อยู่ในช่วง -2.71 - -1.17 ค่า L^*

สีดอกมีความสว่างลดลงจากสีชมพูขาวเล็กน้อย อยู่ในช่วง 64.82-78.84 และค่า C^* อยู่ในช่วง 11.03-24.99 (Table 2)

ดอกสีชมพูม่วง เป็นสีเข้มที่สุดมีเพียง 6 ต้นจากตัวอย่าง 211 ต้น ได้แก่ ต้นที่ H1, H2, RW112, RE34, RW13 และ RE17 มีค่าสีแดง a^* สูงมาก อยู่ในช่วง 34.25-38.73 ค่า b^* น้อยมากแสดงถึงโทนสีน้ำเงินที่เข้มขึ้น โดยมีค่าอยู่ในช่วง -9.44 - -7.18 ค่า L^* ต่ำมาก อยู่ในช่วง 44.17-54.03 และ ค่า C^* อยู่ในช่วง 35.01-39.39 (Table 2)

ดอกสีชมพูซีด มี 31 ต้นจากตัวอย่าง 211 ต้น มีค่าสีแดง a^* อยู่ในช่วง 12.68-25.01 ค่า b^* อยู่ในช่วง -7.76 - -3.82 ค่า L^* อยู่ในช่วง 66.47-77.40 และ ค่า C^* อยู่ในช่วง 13.26-26.19 (Table 2)

ดอกสีชมพู - ชมพูเข้ม มี 162 ต้นจากตัวอย่าง 211 ต้น มีสีอ่อนไปเข้มตามค่า a^* โดยมีค่าอยู่ในช่วง 15.51-33.19 ค่า b^* อยู่ในช่วง -8.98 - -4.28 ค่า L^* อยู่ในช่วง 51.29-75.75 และค่า C^* อยู่ในช่วง 16.12-34.24 (Table 2)

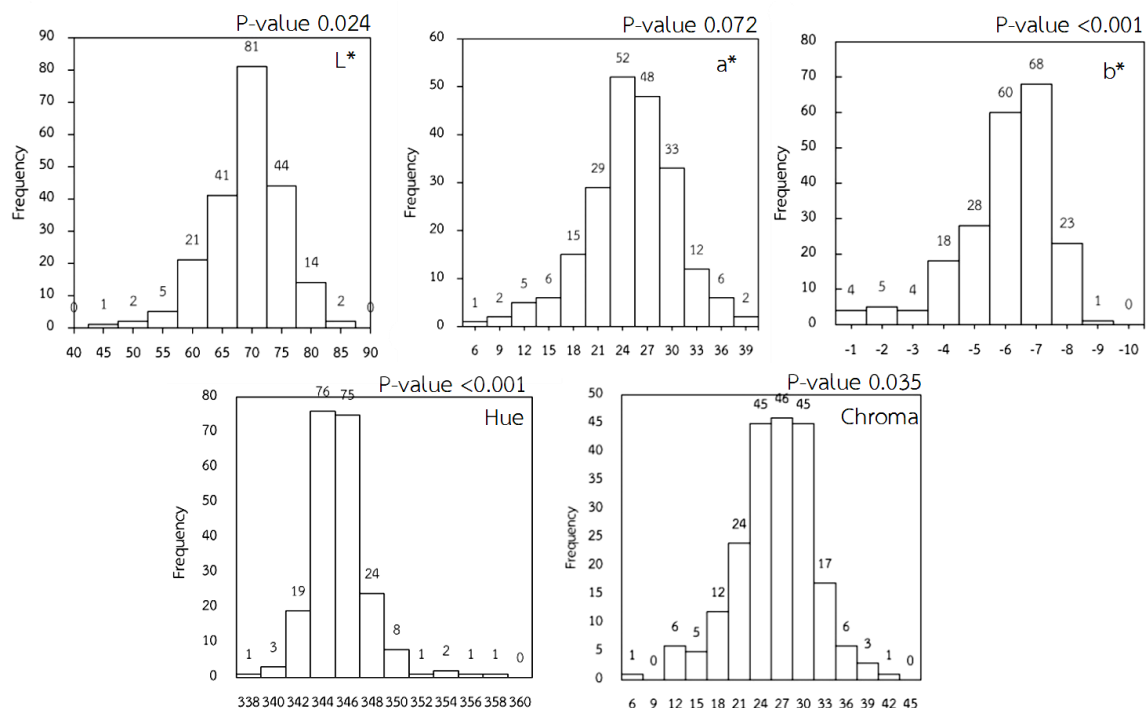


Figure 3 Frequency distribution of 211 *T. rosea* (Bertol.) DC. trees based on L^* , a^* , b^* , h° and C^* of flower colors

Table 1 Principal component analysis of 211 varieties and correlation coefficients between traits of the five traits

PC	Eigenvalue	% Variance		PC 1	PC 2	Correlation coefficient				
						L*	a*	b*	h°	C*
1	3.65	72.96	L*	-0.51	-0.12					
2	1.26	25.28	a*	0.52	0.06	-0.96**				
3	0.07	1.48	b*	-0.43	0.49	0.70**	-0.78**			
4	0.01	0.28	h°	0.12	0.86	-0.34	0.3	0.33		
5	0	0	C*	0.52	0.03	-0.95**	1.00**	-0.81**	0.27	

Note: ** = significantly different at $P \leq 0.01$

Table 2 Values of L*, a*, b*, h°, and C* of different groups of flowers

Group	L*	a*	b*	h°	C*	Number (N=211)	Color
1	76.41-84.35	5-11.76	-4.61 - -1.66	337.65-341.65	5.27-12.63	5	Pink white
2	64.82-78.84	10.74-24.85	-2.71 - -1.17	346.73-356.15	11.03-24.99	7	Pale pink
3	44.17-54.03	34.25-38.73	-9.44 - -7.18	345.29-349.49	35.01-39.39	6	Purple pink
4	66.47-77.40	12.68-25.01	-7.76 - -3.82	339.67-346.90	13.26-26.19	31	Light pink
5	51.29-75.75	15.51-33.19	-8.98 - -4.28	341.30-344.86	16.12-34.24	162	Pink to dark pink

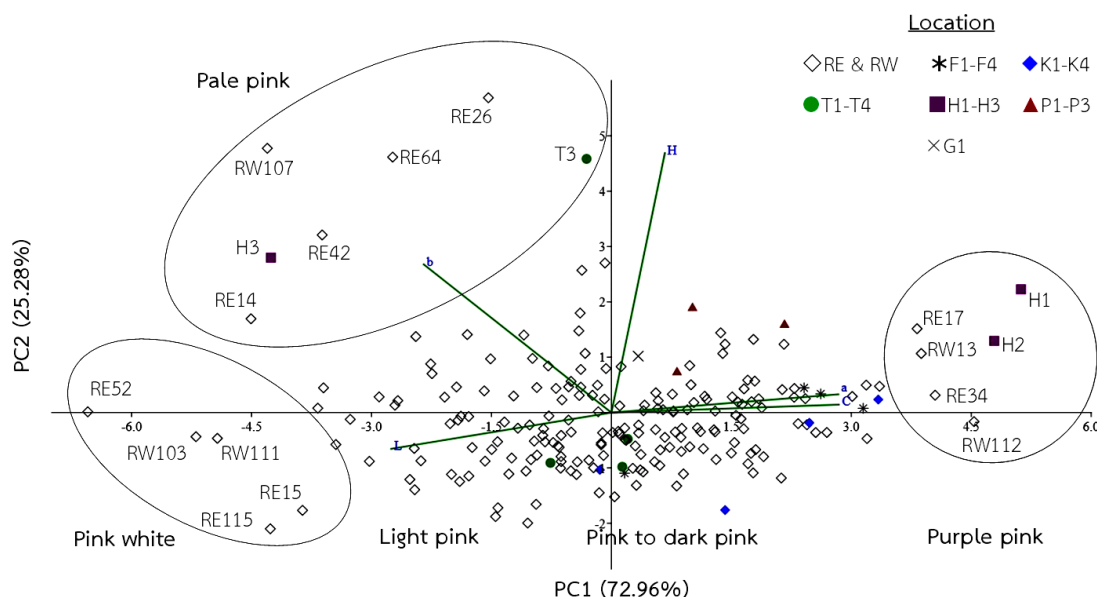


Figure 4 Principal component analysis of 211 *T. rosea* (Bertol.) DC. trees based on L*, a*, b*, h° and C* of flower colors

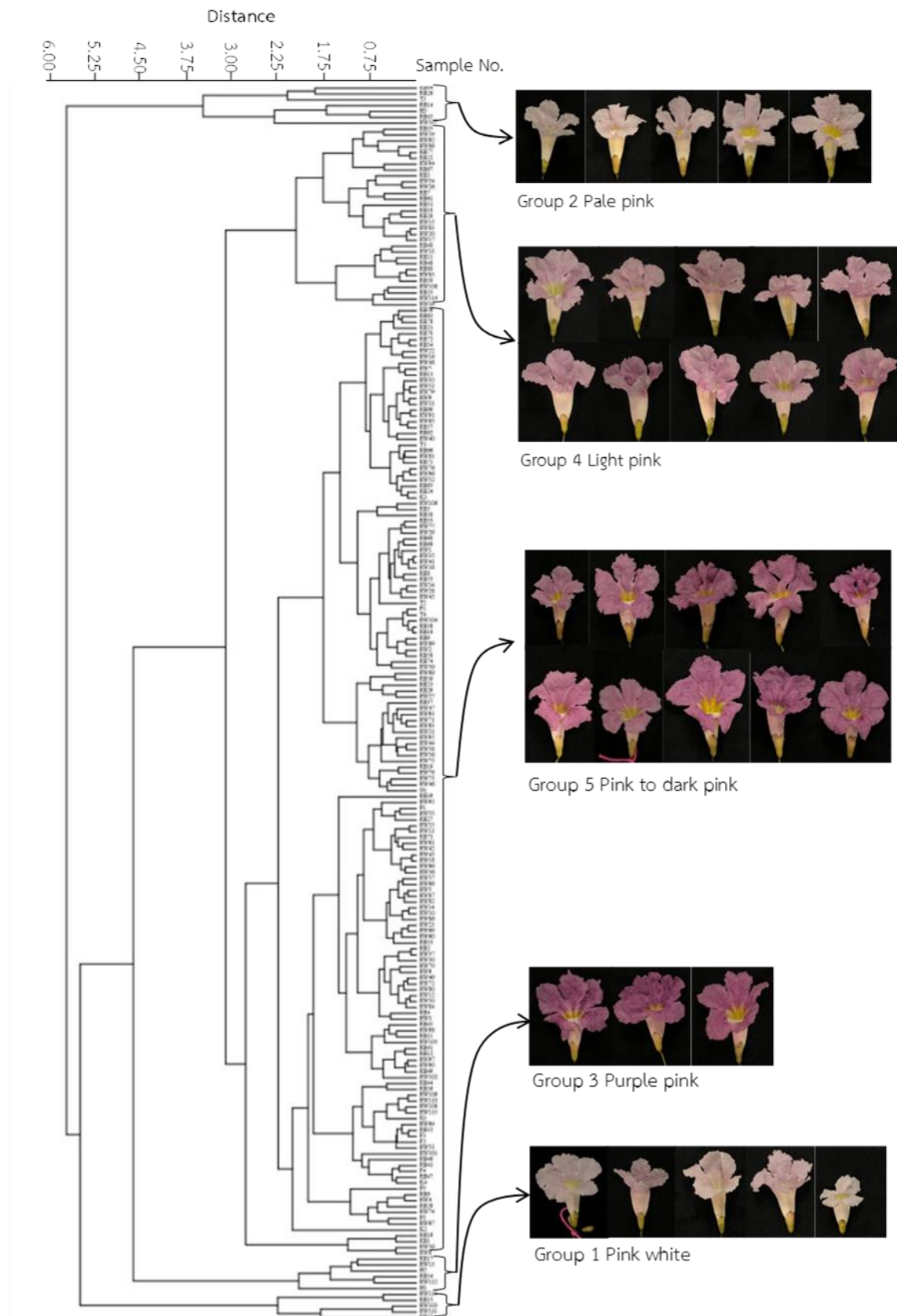


Figure 5 Cluster analysis of 211 *T. rosea* (Bertol.) DC. trees based on L^* , a^* , b^* , h° and C^* of flower colors

4. อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาความหลากหลายของสีดอก โดยการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ และการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักทำให้ทราบว่าชมพูพันธุ์ทิพย์มีสีดอก 3 สี ด้วยกันคือ ชมพูม่วง ชมพู และขาว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Gentry [1] ที่พบว่าชมพูพันธุ์ทิพย์ในแถบอเมริกากลางมีสีม่วง (Purple) หรือลาเวนเดอร์ (Lavender) สีชมพู (Pink) หรือสีกุหลาบ (Rose) ชมพูอ่อน (Pale pink) และไม่ค่อยพบสีขาว (Rarely white) การศึกษาครั้งนี้พบว่าดอกสีชมพูมีจำนวนมากที่สุดและมีความเข้มหลายระดับ ส่วนสีม่วงและชมพูขาวพบจำนวนน้อยมาก (สีชมพูม่วง พบที่โรงพยาบาลสัตว์ มก. และสวน 100 ปี ส่วนชมพูขาวพบที่ถนนวัฒนาเสถียรสวัสดิ์ หน้าคาบอวยแลนด์) ซึ่งสัดส่วนระหว่างจำนวนดอกสีชมพู ชมพูขาว และม่วง เท่ากับ 90.5%, 6.6%, 2.8% คาดว่ารูปแบบการกระจายดังกล่าวอาจใช้เป็นกลยุทธ์ในการสืบพันธุ์และการคัดเลือกโดยธรรมชาติเพื่อรักษาขนาดของประชากร ดังการกระจายตัวของกล้วยไม้ *Pleione limprichtii* ในธรรมชาติของประเทศจีน จำนวน 3 ประชากร ที่มีอัตราส่วนของสีดอก ม่วง:กุหลาบ:ชมพู:ขาว ที่ใกล้เคียงกัน คือ 6:3:1 ซึ่งอัตราส่วนนี้เป็นการรักษาขนาดของประชากรที่เกิดจากระบวนการกระจายพันธุ์อันเนื่องมาจากสีกลีบดอกที่มีผลต่อการช่วยผสมเกสรของแมลง [30] ดังรายงานใน Monkey flower (*Mimulus* sp.) โดย *M. cardinalis* มีดอกสีแดง ที่ดึงดูด hummingbirds ส่วน *M. lewisii* ดอกสีชมพู ดึงดูดผึ้ง (bumblebees) ช่วยผสม [31] ความสัมพันธ์ของการเข้าผสมของผึ้งมีความสัมพันธ์ตรงข้ามกับปริมาณคาร์โรทีนอยด์ในกลีบดอก monkey flower กล่าวคือเมื่อมีการกลีบมีสารคาร์โรทีนอยด์เพิ่มขึ้นทำให้การเข้าผสมของผึ้งลดลง 80 เปอร์เซ็นต์ [32] ลักษณะสีดอกของพืชถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่ เช่น กุหลาบพันปีมียีนหลักที่ควบคุมการเกิดสีในกระบวนการสร้างแอนโทไซยานิน ประกอบด้วย F3GT1, LAR และ ANR และยีนที่เกี่ยวข้องกับ Transcription factors ได้แก่ bHLH130, bHLH41, bHLH123, MYB4 [33] ดังนั้นสีดอกจึงเป็นลักษณะที่มีการแสดงออกของยีนแบบบวกสะสม (Additive effect) ซึ่งลักษณะนี้เป็นลักษณะเชิงปริมาณ (Quantitative trait) ซึ่งจากภาพฮิสโตแกรมพบค่า a^* มีการกระจายตัวมีลักษณะเป็นระฆังคว่ำแสดงถึงการแปรผันอย่างต่อเนื่อง (Continuous variation) และมีการกระจายตัวแบบปกติ ดังนั้นความหลากหลายของสีกลีบดอกของชมพูพันธุ์ทิพย์ จึงคาดว่าเป็นการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมที่ถูกควบคุมด้วยยีนหลายคู่เช่นกัน โดยสีแดง a^* เป็นโทนสีดอกของ

ชมพูพันธุ์ทิพย์ และค่าพารามิเตอร์ที่ทำให้เห็นสีต่างกัน คือ L^* , b^* และ C^* หากเทียบสีดอกกับ RHS color chart พบว่าสีชมพูที่ได้เป็นสีชมพูที่มีสีม่วงปนอยู่ โดยขึ้นกับค่าสี a^* ร่วมกับค่าสี b^* ดังนั้นโทนสีที่เกิดขึ้น จึงอยู่ในกลุ่ม Purplish pink โดยสีเข้มจางขึ้นอยู่กับ ความสว่างของสีกลับด้วย

จากงานวิจัยที่ผ่านมาที่ศึกษาสารในดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ พบว่า ชมพูพันธุ์ทิพย์มีองค์ประกอบของสาร Kaempferol ซึ่งเป็นสารในกลุ่ม Flavanols ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในกระบวนการสังเคราะห์แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) [34] คาดว่าสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ที่มีสีชมพู-ม่วง บ่งบอกถึงสารสีหลัก คือ แอนโทไซยานิน อย่างไรก็ตามการแสดงออกของสีดอกไม้ที่มีแอนโทไซยานินเป็นองค์ประกอบขึ้นกับทั้งพันธุกรรม และสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง pH ในดิน ดังการศึกษาการให้น้ำ pH เท่ากับ 4 ทำให้ดอกโบทันสีจางลง [35] ส่วนไฮเดรนเยีย (Hydrangea) เมื่อดิน pH 4.5-5.5 ดอกเป็นสีน้ำเงิน pH 6-7 ดอกเป็นสีชมพู และดิน pH 5.5-6.5 ดอกมีสีหลากหลายทั้งชมพู ฟ้าอ่อน และม่วงอ่อน จากรายงาน pH ดินในวิทยาเขตกำแพงแสน เมื่อปี 2523 เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ทางเคมีของดินจากแปลงทดสอบจำนวน 12 แปลง ที่อยู่ติดกับถนนวัฒนาเสถียรสวัสดิ์ พบว่า มี pH อยู่ในช่วง 6.7-8.1 [36], [37] ทั้งนี้บริเวณแปลงที่มี pH 8.1 พบดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ ทั้งสีชมพูขาวและสีชมพู จึงคาดว่า pH ของดินไม่ใช่ปัจจัยหลักในการแสดงสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ ส่วนปัจจัยอื่น ๆ ที่ส่งผลต่อสีดอก เช่น อุณหภูมิต่ำในฤดูหนาวส่งผลให้ *Eustoma* และ *Gentiana leucomelaena* มีสีดอกจางกว่าฤดูกาลอื่น [38], [39] แสง เช่น ดอกไฮเดรนเยียที่ปลูกเลี้ยงอยู่ในที่ร่มหรือไม่โดนแสงแดดก็ทำให้สีดอกจางลง [40] รวมถึงความเครียดจากช่วงแล้ง หรือความเสียหายที่เกิดกับต้น [41] ก็มีส่วนต่อสีดอกไม้

ส่วนการสืบพันธุ์ด้วยแมลงผสมเกสรมีผลทำให้เกิดการชราภาพ (Senescence) ของกลีบดอก เนื่องจากการสร้างเอทิลีน (Ethylene) ซึ่งการศึกษาในกล้วยไม้ พบว่า มีเอทิลีนที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเอทิลีนในเนื้อเยื่อ Stigma หลังจากผสมเกสรไปแล้ว 8-12 ชั่วโมง [42] ทั้งนี้ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ที่บานในเช้าวันนั้นในช่วงเวลา 4.30-8.30 น. ซึ่งช่วงระยะเวลาในการเก็บนี้ยังไม่ได้รับผลกระทบจากการผสมเกสรแต่อย่างใด และช่วงเวลาระยะสั้น ๆ นี้ (4 ชั่วโมง) สีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ได้รับผลกระทบจากแสงและอุณหภูมิอย่างมาก นอกจากนั้นระยะเวลาในการเก็บดอกชมพูพันธุ์ทิพย์มีอุณหภูมิในช่วงเช้าที่ใกล้เคียงกันซึ่งส่งผลกระทบต่อสีชมพูพันธุ์ทิพย์น้อยเช่นกัน

สำหรับขนาดต้นของต้นชมพูพันธุ์ทิพย์ทั้ง 211 ต้น มีทั้งต้นเล็กและต้นใหญ่มีทั้งสีเข้มและสีอ่อน แสดงว่าอายุต้นหรือขนาดลำต้นไม่มีผลต่อสีดอก แต่ต้นที่มีอายุมากจะมีกิ่งก้านสาขามากทำให้มีจำนวนช่อดอกมากตามไปด้วยเมื่อถูกปลูกเป็นจังหวัดสองข้างทางจึงทำให้พื้นที่เต็มไปด้วยสีชมพูที่มีกลิ่นหลากหลาย ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าปัจจัยที่ส่งผลให้สีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์มีความแตกต่างกันมีผลจากพันธุกรรมเป็นหลัก ส่วนสิ่งแวดล้อม เช่น สภาพความเป็นกรดต่างของดิน ภูมิอากาศ และแสงมีผลน้อย

ในส่วนของการวัดสีดอกเป็นตัวเลข ค่าพารามิเตอร์ L^* , a^* , b^* ของสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์มีลักษณะใกล้เคียงกับค่าสีของไม้ดอกโทสนีชมพู-ม่วงอย่างเบญจมาศ และไลเซนทรอส (Lisianthus) [43] ค่าสีแดง a^* มีความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างมากกับปริมาณแอนโทไซยานิน ในกุหลาบสามารถใช้ค่า L^* , a^* , b^* ทำนายปริมาณแอนโทไซยานินได้ค่อนข้างแม่นยำ [44] ดังนั้นในการศึกษาค้นคว้าระบบสี CIE สามารถแสดงค่าสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ได้ดี แต่จำเป็นต้องนำมาวิเคราะห์ Cluster analysis ร่วมกับ PCA analysis จึงจะสามารถจัดกลุ่มและเห็นความหลากหลายสีดอกได้ ในด้านการปรับปรุงพันธุ์ควรมีการศึกษาลักษณะเชิงปริมาณอื่นเพิ่มเติมอย่างขนาด รูปร่าง และสีเส้น โดยการคัดเลือกพันธุ์แบบวงจร (Recurrent selection) ซึ่งคัดเลือกต้นที่มีลักษณะพิเศษที่ต้องการ จากการประเมินด้วยสายตาโดยไม่มีการทดสอบลูก

นอกจากนี้ผลการศึกษานี้ยังนำไปสู่การอนุรักษ์ต้นชมพูพันธุ์ทิพย์ในวิทยาเขตกำแพงแสน และการปลูกประดับในงานภูมิทัศน์เพื่อสร้างจุดเด่นให้กับสถานที่ นอกจากจะเลือกต้นที่มีสีเส้นที่ต้องการนำไปปลูกแล้ว ความอุดมสมบูรณ์ของดินสูงคาดว่าจะให้คุณภาพดอกที่สูงด้วย ดังนั้นนอกจากปัจจัยด้านภูมิอากาศที่แปรปรวนในแต่ละปีที่ไม่สามารถควบคุมได้ จึงควรศึกษาความอุดมสมบูรณ์ดินในแต่ละบริเวณ เพื่อวางแผนงานบำรุงรักษาต้น เช่น มีการตัดแต่งอย่างถูกวิธี การใส่ปุ๋ย และให้น้ำเพิ่มในปริมาณที่เหมาะสมในช่วงพัฒนาตาดอกโดยเฉพาะปีที่ฝนแล้ง เพื่อให้มีผลผลิตดอกจำนวนมากและมีสีเส้นสวยงามตามธรรมชาติ

5. บทสรุป

การวัดสีด้วยเครื่อง Color reader ในระบบสี CIE จากชมพูพันธุ์ทิพย์ 211 ต้น และการจัดกลุ่มความสัมพันธ์ด้วย Cluster analysis ร่วมกับการวิเคราะห์ Principal component

analysis ทำให้แบ่งสีดอกได้ 5 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม 1 สีชมพูขาว กลุ่ม 2 ชมพูอ่อน กลุ่ม 3 ชมพูม่วง กลุ่ม 4 ชมพูซีด และกลุ่ม 5 ชมพูถึงชมพูเข้ม ซึ่งเป็นกลุ่มใหญ่สุด ค่าสีแดง a^* เป็นค่าพารามิเตอร์หลักที่บ่งบอกถึงโทนสีดอกชมพูพันธุ์ทิพย์ที่มีสีแดงเป็นหลัก และมีการกระจายตัวแบบปกติ โดยการทดสอบ Shapiro-Wilk W test (P value 0.07) โดยความแตกต่างของสีดอกยังขึ้นกับ ค่า L^* , b^* , C^* เมื่อค่า b^* เป็นลบมากขึ้นมีผลให้ดอกมีสีม่วงมากขึ้น จากการวิเคราะห์ PCA มีความแปรปรวนสะสม PC1 และ PC2 เท่ากับ 98.24% โดยค่าพารามิเตอร์ a^* มีความสัมพันธ์ตรงกันข้ามกับค่า L^* และ b^* ที่ $r=-0.96^{**}$ และ $r=-0.78^{**}$ ตามลำดับ และไม่พบความสัมพันธ์ของค่า h° กับพารามิเตอร์อื่น และการศึกษาครั้งนี้บ่งบอกถึงความหลากหลายของสีชมพูพันธุ์ทิพย์เกิดจากพันธุกรรมเป็นหลัก

6. กิตติกรรมประกาศ

ผลการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และขอขอบคุณ คุณวรลักษณ์ ประยูรหิธร และคุณธนพงศ์ เก่าพิทักษ์กุล ที่ให้ความช่วยเหลือในการบันทึกข้อมูลสีของดอก

7. References

- [1] Gentry, A.H. 1970. A revision of *Tabebuia* (Bignoniaceae) in central America. *Brittonia*. 22: 246-264.
- [2] A Singapore Government Agency Website. 2023. *T. rosea* (Bertol.) DC. <https://www.nparks.gov.sg/florafaunaweb/flora/3/1/3171>. Accessed 16 May 2023.
- [3] El-Hawary, S.S. and et al. 2021. Genus *Tabebuia*: A comprehensive review journey from past achievements to future perspectives. *Arabian Journal of Chemistry*. 14(4): 103046.
- [4] Ramnut, W. 2000. Annual Growth Habit and Morphology of *Peltophorum pterocarpum*, *Pterocarpus indicus*, *Delonix regia*, *Tabebuia rosea* and *Cassia fistula* at Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus. Special Problem, Department of Horticulture, Kasetsart University, Nakhon Pathom. (in Thai)

- [5] Veessommai, A. and et al. 2013. **Plants for Landscape Architecture in Thailand I**. Bangkok: H. N. Group Co., Ltd. (in Thai)
- [6] Basto, S. and Ramirez, C. 2015. Effect of light quality on *Tabebuia rosea* (Bignoniaceae) seed germination. **Universitas Scientiarum**. 20(2): 191-199.
- [7] Johns, J.S. 2001. **The Reproductive Fate of the Tropical Tree, *Tabebuia rosea*, in a Fragmented Landscape**. Ph.D. Thesis, The State University of New Jersey.
- [8] Jongjitvimol, T. and et al. 2016. Trees in Kasetsart University, Kamphaeng Saen Campus. **Burapha Science Journal**. 21(3): 121-137. (in Thai)
- [9] Klom-In, N. 2006. **Effect of 1-Naphthylacetic Acid on Sucker Inhibition of *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.** Special Problem, Department of Horticulture, Kasetsart University, Nakhon Pathom. (in Thai)
- [10] Siriphanich, S. and Kalpax, T. 2016. Who knows when *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. will bloom? **Kasetapirom Journal**. 2(9): 44-45. (in Thai)
- [11] Kalpax, T., Siriphanich, S. and Pluemjit, O. 2016. Possibility in predicting flowering time of pink trumpet tree (*Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.). **Songklanakarin Journal of Plant Science**. 3(2): 17-22. (in Thai)
- [12] Thammutis, J. 2017. **The Effects of Watering during the Day Season on Flowering of *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC.** Special Problem, Department of Horticulture, Kasetsart University, Nakhon Pathom. (in Thai)
- [13] Pluemjit, O. and et al. 2018. Flower development and factors affecting the blooming time of *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. **Acta Horticulturae**. 1201: 621-626.
- [14] Phromjuang, N., Tor-ngern, P. and Leksungnoen, N. 2019. Diurnal stomatal conductance of tree species responding to urban environments at the Chulalongkorn University Centenary Park. **Thai Journal of Science and Technology**. 8(4): 386-397. (in Thai)
- [15] Barrios-Nolasco, A. and et al. 2023. Anti-inflammatory effect of ethanolic extract from *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC., quercetin, and anti-obesity drugs in adipose tissue in wistar rats with diet-induced obesity. **Molecules**. 28(9): 3801.
- [16] Ramalakshmi, S. and Muthuchelian, K. 2012. Studies on cytotoxicity, phytotoxicity and volatile profile of flower extract of *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. **Medicinal Plants - International Journal of Phytomedicines and Related Industries**. 4(3): 154-161.
- [17] Pagaza-Straffon, E. and et al. 2021. *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. ethanol extract attenuates body weight gain by activation of molecular mediators associated with browning. **Journal of Functional Foods**. 86: 104740.
- [18] Sathiya, M. and Muthuchelian, K. 2008. Studies on phytochemical profile and antibacterial activity of ethanolic leaf extract of *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. **Ethnobotanical Leaflets**. 12: 1153-57.
- [19] Sirigeri, S. and Belagali, S.L. 2020. Analysis of *Tabebuia rosea* oil and *Tabebuia rosea* oil methyl esters using Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. **Journal of Medicinal Plants Studies**. 8(6): 6-9.
- [20] Subbiah, R. and Muthuchelian, K. 2011. Analysis of bio-active constituents of the ethanolic leaf extract of *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. **International Journal of ChemTech Research**. 3(3): 1054-1059.
- [21] Ramalakshmi, S. and Muthuchelian, K. 2015. Phytotoxicity studies on leaf fractions of *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. **Indian Journal of Science**. 15(48): 189-201.

- [22] Hemamalini, K. and et al. 2012. In-vivo anticancer activity of *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. leaves on dalton's ascetic lymphoma in mice. **International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research**. 3: 4496-4502.
- [23] Hemamalini, K., Rajani, A. and Sundari, D. 2013. Anthelmintic activity of methanolic leaf extract of *Tabebuia rosea* (Bertol.) DC. **International journal of Pharma and Bio sciences**. 4(8): 148-150.
- [24] Vijusha, M. and et al. 2013. Screening of behavioural, muscel co-ordination & anxiolytic activities of methanolic extract if *Tabebuia rosea* (Bertol.) **Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research**. 6(5): 187-190.
- [25] Jimenez-Gonzalez, F., Veloza, L. and Sepulveda-Arias, J. 2013. Anti-infectious activity in plants of the genus *Tabebuia*. **Universitas Scientiarum**. 18(3): 257-267.
- [26] Chen, J. and et al. 2023. Relationship between anthocyanin composition and floral color of *Hibiscus syriacus*. **Horticulturae**. 9(1): 48.
- [27] Gonnet, J.F. 1993. CIELab measurement, a precise communication in flower colour: An example with carnation (*Dianthus caryophyllus*) cultivars. **Journal of Horticultural Science**. 68(4): 499-510.
- [28] Thongpan, R., Prayoonmahisorn, W. and Auvuchanon, A. 2019. Evaluation and selection of pumpkin for high beta-carotene inbred line improvement. **King Mongkut's Agricultural Journal**. 37(4): 619-626. (in Thai)
- [29] Zhou, Y. and et al. 2022. Classification and association analysis of *Gerbera* (*Gerbera hybrida*) flower color traits. **Frontiers in Plant Science**. 12: 779288.
- [30] Zhang, Y. and et al. 2019. Comparative transcriptomics provides insight into floral color polymorphism in a *Pleione limprichtii* orchid population. **International Journal of Molecular Sciences**. 21(1): 247.
- [31] Wilbert, S.M., Schemsket, D.W. and Bradshaw, H.D. Jr. 1997. Floral anthocyanins from two monkeyflower species with different pollinators. **Biochemical Systematics and Ecology**. 25(5): 437-443.
- [32] Schemske, D.W. and Bradshaw, H.D. Jr. 1999. Pollinator preference and the evolution of floral traits in monkeyflowers (*Mimulus*). **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. 96(21): 11910-11915.
- [33] Xiao, P. and et al. 2023. Insight into the molecular mechanism of flower color regulation in *Rhododendron latoucheae* Franch: A multi-omics approach. **Plants (Basel)**. 12(16): 2897.
- [34] Senthamilselvi, M.M., Solomon, S. and Muruganantham, N. 2016. Isolation and characterization of kaempferol 3-O-(2''-α-31 methyl-p-coumaryl)-β-d-glucoside from *Tabebuia rosea* (Flowers). **American Journal of PharmTech Research**. 6(4): 223-231.
- [35] Zhao, D. and et al. 2013. Effects of pH in irrigation water on plant growth and flower quality in herbaceous peony (*Paeonia lactiflora* Pall.). **Scientia Horticulturae**. 154: 45-53.
- [36] Impitak, V. 1981. The soil fertility condition in Kamphaeng Saen research area 1980. **Kasetsart Extension Journal**. 26(4): 24-43. (in Thai)
- [37] Pothinam, A. and Yingjajaval, S. 1994. Electrical conductivity and sodium, calcium and magnesium contents in saturation extract of Kamphaeng Saen soil series. **Kasetsart Journal (Natural Sciences)**. 28(3): 364-380. (in Thai)
- [38] Mu, J., Li, G. and Sun, S. 2010. Petal color, flower temperature, and behavior in an alpine annual herb, *Gentiana leucomelaena* (Gentianaceae). **Arctic, Antarctic, and Alpine Research**. 42(2): 219-226.

- [39] Uddin, A. and et al. 2004. Seasonal variation in pigmentation and anthocyanidin phenetics in commercial Eustoma flowers. **Scientia Horticulturae**. 100(1-4): 103-115.
- [40] Hariri, M. and et al. 2015. Effect of soil pH on the anthocyanin level of Hortensia (*Hydrangea macrophylla*). **KnE Life Sciences**. 2(1): 613-616.
- [41] Vaidya, P. and et al. 2018. Ecological causes and consequences of flower color polymorphism in a self-pollinating plant (*Boechea stricta*). **New Phytologist**. 218(1): 380-392.
- [42] O'Neill, S.D. and et al. 2018. Pollination of orchid flowers: Quantitative and domain-specific analysis of ethylene biosynthetic and hormone-induced gene expression. **International Journal of Plant Sciences**. 178(3):188-210.
- [43] Lu, C. 2021. Flower color classification and correlation between color space values with pigments in potted multiflora chrysanthemum. **Scientia Horticulturae**. 283: 110082.
- [44] Wang, H. and et al. 2023. Classification of rose petal colors based on optical spectrum and pigment content analyses. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**. 64: 153-166.