

นิพนธ์ต้นฉบับ

การพัฒนาวิธีระบุชนิดกล้าไม้ต้นในป่าดิบแล้ง เขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

Developing Identification Keys of Tree Seedlings in Seasonal Dry Evergreen Forest, Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary

สุรเดช โชติวุฒตากร¹Suradat Chowtiwuttakorn¹นันทชัย พงศ์พัฒนานุรักษ์^{*1}Nantachai Pongpattananuruk^{*1}นิสา เหล็กสูงเนิน¹Nisa Leksungnoen¹เอกพันธ์ ไกรจักร²Ekaphan Kraichak²¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand.

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

Faculty of Science, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900, Thailand.

* corresponding author: fforncp@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 29 สิงหาคม 2561

รับแก้ไข 26 ตุลาคม 2561

รับลงพิมพ์ 29 พฤศจิกายน 2561

ABSTRACT

For the past several decades, some of plant specimens, especially those of seedlings, have a limited number of the useful morphological characteristics for species identification in ecological research of Thailand. Therefore, the objective of this study was to develop identification keys for seedlings of thirty tree species in the 50-ha forest dynamics plot at Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, using the classical plant taxonomy technique and numerical plant taxonomy technique approaches. The seeds were collected from the surrounding areas of the plot and brought back to the nursery for propagation. Qualitative and quantitative morphological characteristics of each seedlings were observed from the germination to the time when the first pair of true leaves emerged. Four approaches were employed to construct an identification key: (1) numerical plant taxonomy technique with quantitative characters (2) numerical plant taxonomy technique with qualitative characters (3) numerical plant taxonomy technique with both quantitative and qualitative characters and (4) classical plant taxonomy technique with both quantitative and qualitative characters. A total of 39 characteristics (26 qualitative, 10 quantitative characters) were observed. Among these characteristic, 12, 16, 15 and 15 characters were used in the construction of the identification key with each approaches, respectively, with the accuracy values ranging from 96.27 to 100%, respectively. This study can facilitate further studies in seedling dynamics and

forest regeneration in the 50-ha forest dynamics plots in Hua Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, as well as the surrounding areas.

Keywords: morphology, tree seedlings, tropical forest, numerical plant taxonomy technique, classical plant taxonomy technique

บทคัดย่อ

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการศึกษานุกรมวิธานพืชของกล้าไม้ต้นประเทศไทยยังขาดแคลนรูปวิธานเพื่อจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วยเทคนิคอนุกรมวิธานพืชเชิงตัวเลข พบว่าเทคนิคดังกล่าวได้มีการพัฒนามากขึ้นตามลำดับ แต่เทคนิคนี้ก็ไม่ได้นิยมนำมาใช้ในการพัฒนารูปวิธานกล้าไม้ต้นเท่าที่ควรในประเทศไทย การศึกษานี้จึงมีเป้าหมายเพื่อศึกษาฐานวิธานของกล้าไม้ต้นป่าดิบแล้งบางชนิดเพื่อนำมาพัฒนารูปวิธานกล้าไม้ต้นดังกล่าวโดยใช้เทคนิคทางอนุกรมวิธานพืชดั้งเดิม และเทคนิคอนุกรมวิธานพืชเชิงตัวเลข และเปรียบเทียบรูปวิธานที่ได้จากการพัฒนาตามเทคนิคทั้งสองในแง่ของความถูกต้องและการนำไปใช้ประโยชน์ การวิจัยนี้ได้รวบรวมเมล็ดไม้ทั้งหมด 30 ชนิด ซึ่งเป็นชนิดที่พบได้ทั่วไปในแปลงถาวรขนาด 50 เฮกตาร์ บริเวณป่าดิบแล้งในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง โดยทำการเก็บเมล็ดไม้ต้นรอบแปลงถาวรดังกล่าว หลังจากนั้นทำการเพาะเมล็ดไม้ในเรือนเพาะชำเพื่อติดตามลักษณะฐานวิธานในช่วงระยะออกจนกระทั่งแตกใบแก่ครั้งแรก ลักษณะฐานวิธานนี้ได้ถูกนำไปใช้พัฒนารูปวิธานจำนวน 4 แบบ ได้แก่ 1) พัฒนารูปวิธานด้วยเทคนิคอนุกรมวิธานพืชเชิงตัวเลขโดยใช้เฉพาะลักษณะฐานวิธานเชิงปริมาณ 2) พัฒนารูปวิธานด้วยเทคนิคอนุกรมวิธานพืชเชิงตัวเลขโดยใช้เฉพาะลักษณะฐานวิธานเชิงคุณภาพ 3) พัฒนารูปวิธานด้วยเทคนิคอนุกรมวิธานพืชเชิงตัวเลขโดยใช้ทั้งลักษณะฐานวิธานเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ และ 4) พัฒนารูปวิธานด้วยเทคนิคอนุกรมวิธานพืชดั้งเดิมโดยใช้ทั้งลักษณะฐานวิธานเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ (จากการใช้ลักษณะฐานวิธานเชิงคุณภาพ 26 ลักษณะ และลักษณะฐานวิธานเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ รวมลักษณะฐานวิธานทั้งสิ้น 36 ลักษณะ) ผลการศึกษาพบว่าจำนวนลักษณะฐานวิธานที่ถูกนำมาใช้พัฒนารูปวิธานทั้ง 4 รูปแบบมีจำนวน 10 16 15 และ 15 ลักษณะ ตามลำดับ และมีค่าความถูกต้องของรูปวิธานร้อยละ 96.27 100 100 และ 100 ตามลำดับ การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่ารูปวิธานที่พัฒนามาจากทั้งเทคนิคการจัดทำรูปวิธานแบบดั้งเดิมและแบบเชิงตัวเลขโดยใช้เฉพาะลักษณะฐานวิธานเชิงคุณภาพมีความแตกต่างกันในแง่ความถูกต้องไม่มากนัก และมีความเหมาะสมสำหรับการเลือกนำรูปวิธานไปใช้จำแนกชนิดกล้าไม้ต้น รูปวิธานที่พัฒนาจากการศึกษานี้มีความสำคัญต่อการนำไปใช้จำแนกกล้าไม้ต้นในป่าดิบแล้งเพื่อนำไปต่อยอดการศึกษาวิจัยเชิงลึกทางพลวัตของนิเวศวิทยากล้าไม้ในป่าดิบแล้งของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

คำสำคัญ: ฐานวิธานวิทยา กล้าไม้ต้น ป่าเขตร้อน อนุกรมวิธานพืชเชิงตัวเลข อนุกรมวิธานพืชแบบดั้งเดิม

คำนำ

การศึกษากล้าไม้ต้นถือได้ว่าเป็นกุญแจที่สำคัญต่อการเข้าใจถึงการแพร่พันธุ์ของเมล็ดไม้ต้น (seed dispersal) การกระจายพันธุ์และการตั้งตัวของกล้าไม้ต้น (tree seedling establishment) (Janzen, 1970; Connell,

1971; Schupp, 1992) ตลอดจนการตอบสนองของกล้าไม้ต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Bunker and Carson, 2005) อย่างไรก็ตามการศึกษาด้านพลวัตของกล้าไม้ต้นมีข้อจำกัดที่สำคัญคือความสามารถในการจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้น (seedling

identification) ในภาคสนาม โดยเฉพาะการจำแนกกล้าไม้ต้นในช่วงระยะงอกจนกระทั่งเป็นกล้าไม้ต้นที่มีใบแก่ครั้งแรก เนื่องจากลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบแท้ในระยะดังกล่าวมีความแตกต่างไปจากลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบแท้ในระยะที่โตเต็มที่หรือระยะเมไม่ ส่งผลให้การจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้นไม่สามารถจำแนกชนิดได้ถูกต้องในภาคสนาม ในประเทศไทยพบว่างานวิจัยยังขาดความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานวิทยาและความสามารถในการจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นในระยะดังกล่าวเป็นผลให้นักวิจัยไม่สามารถพัฒนาความรู้ทางด้านพลวัตของกล้าไม้ต้นบริเวณป่าเขตร้อนในประเทศไทยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษาพื้นฐานวิทยาของกล้าไม้ต้น (tree seedling morphology) ที่ผ่านมา พบว่ามีการศึกษาอย่างแพร่หลาย เช่น การศึกษาพื้นฐานวิทยากล้าไม้ของ Duke (1965) และ Nozzolillo (1977) ในป่าเขตร้อนของทวีปอเมริกา และการศึกษาพื้นฐานวิทยากล้าไม้ของ Ng (1991) ในป่าเขตร้อนของประเทศมาเลเซีย ขณะที่การศึกษาพื้นฐานวิทยากล้าไม้ต้นของประเทศไทยพบเพียงการศึกษาพื้นฐานวิทยาและการพัฒนารูปร่างของกล้าไม้ต้นที่ปรากฏในป่าทางภาคเหนือโดย Forest Restoration Research Unit [FORRU] (2000) ภาคตะวันตกโดย Chamchumroon (1997) และภาคกลางโดย Hellum *et al.* (2000) เท่านั้น และยังพบว่าการพัฒนาวิธีการจำแนกกล้าไม้ต้นเฉพาะในช่วงระยะการงอกออกจากเมล็ดจนกระทั่งเป็นกล้าไม้ต้นที่มีใบแก่ครั้งแรกนั้นยังไม่มีรายงานอย่างเป็นทางการมาก่อน นอกจากนี้แล้วเป็นที่น่าสังเกตว่าการศึกษาที่ผ่านมามีคนส่วนใหญ่มีการจัดทำรูปพรรณจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นมาจากเทคนิคอนุกรมวิธานพืชแบบดั้งเดิม (classical plant taxonomy technique: CPTT) (Valentine and Love, 1958; Nair, 1980) โดยให้ความสำคัญกับลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ (qualitative morphological characteristic) มากกว่าลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ (quantitative morphological characteristic) เนื่องจากลักษณะพื้นฐาน

เชิงคุณภาพสามารถวินิจฉัยได้ง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ภาคสนาม ส่งผลให้การศึกษาส่วนใหญ่มีการเลือกลักษณะพื้นฐานวิทยาที่นำมาใช้จัดรูปพรรณจำแนกชนิดจากความรู้และความเห็นของนักอนุกรมวิธานที่มีการคัดกรองลักษณะพื้นฐานวิทยาที่เด่นชัดออกมาจัดทำรูปพรรณ ต่อมาได้มีการพัฒนาโดยใช้เทคนิคอนุกรมวิธานพืชเชิงตัวเลข (numerical plant taxonomy technique: NPTT) (Osborne, 1963; Nair, 1980) ที่มาจากการประมวลผลโดยใช้คอมพิวเตอร์ตามหลักการทางสถิติ (Sneath, 2015) สามารถจัดทำรูปพรรณจำแนกชนิดสามารถใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพช่วยส่งเสริมให้การจัดทำรูปพรรณจำแนกชนิดที่มีประสิทธิภาพในการอธิบายความซับซ้อนของพืชเหล่านั้นมากยิ่งขึ้น (Osborne, 1963; Mulumba and Kakudidi, 2010; Sarwar and Qaiser, 2011; Srithong *et al.*, 2016) การศึกษาการพัฒนารูปพรรณจำแนกชนิดทั้ง CPTT และ NPTT แสดงให้เห็นถึงลักษณะพื้นฐานวิทยาดังกล่าวมีความสำคัญทั้งในเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ ด้วยเหตุดังกล่าวการศึกษานี้มีเป้าหมายในการศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของกล้าไม้ต้นและนำเอาลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ได้จากการศึกษามาพัฒนารูปพรรณให้มีประสิทธิภาพต่อการจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้นในป่าเขตร้อนของประเทศไทย การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) ศึกษาพื้นฐานวิทยากล้าไม้ต้นในใบแก่ครั้งแรกจนกระทั่งใบแก่ใบที่ 2) จัดทำรูปพรรณจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วยเทคนิคอนุกรมวิธานพืชเชิงตัวเลข และเทคนิคทางอนุกรมวิธานพืชแบบดั้งเดิม โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพที่ศึกษาได้ และ 3) เปรียบเทียบรูปพรรณจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นจากเทคนิคทั้งสอง ในแง่ประสิทธิภาพและความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ตามเทคนิคอนุกรมวิธานพืชที่แตกต่างกัน ผลของการศึกษาในครั้งนี้สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพ แนวทางการพัฒนาและการใช้ประโยชน์และข้อจำกัดของรูปพรรณการจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นของสังคมพืชป่าดิบแล้ง บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง

อุปกรณ์ และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

การวิจัยนี้ได้กำหนดพื้นที่ศึกษาคือบริเวณโดยรอบสถานีวิจัยคลองพลูซึ่งเป็นที่ตั้งของแปลงตัวอย่างถาวรขนาด 50 เฮกตาร์ เพื่อติดตามพลวัตของสังคมพืชป่าดิบแล้ง บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง จังหวัดอุทัยธานี แปลงตัวอย่างถาวรนี้ตั้งอยู่ในพื้นที่ทางตอนเหนือของเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง (Figure 1) อยู่สูงจากระดับทะเลปานกลางระหว่าง 549 เมตร ถึง 638 เมตร พื้นที่ศึกษามีค่าปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,357 มิลลิเมตร และมีค่าอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 23.5 องศาเซลเซียส (Bunyavejchewin *et al.*, 2016) การศึกษาติดตามพลวัตของไม้ต้นในแปลงตัวอย่างถาวรได้ทำการวัดไม้ต้นที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 1 เซนติเมตร ที่ระดับความสูงเพียงอก 1.3 เมตร จากข้อมูลฐานของชนิดไม้ต้นที่ปรากฏอยู่ในแปลงถาวรพบว่ามีจำนวนชนิดทั้งหมด 291 ชนิด ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนั้นชนิดไม้ต้นที่พบได้ทั่วไป (common tree species) มีจำนวน 101 ชนิด ได้แก่ เปล้าหลวง ลำไยป่า จักหัน

ยางโอน สนกระ เป็นต้น ชนิดไม้ต้นที่พบได้ยาก (rare tree species) ซึ่งเป็นชนิดที่มีจำนวนไม้ต้นในแต่ละชนิดน้อยกว่า 1 ต้นต่อเฮกตาร์ มีจำนวน 190 ชนิด ได้แก่ แคล้อย ตะแบกเลือด ส้านใหญ่ รัง ตัวเกลี้ยง เป็นต้น (Hubbell and Foster, 1986; Bunyavejchewin *et al.*, 2004; 2009)

การเก็บตัวอย่างเมล็ดในป่าดิบแล้ง

การศึกษาในครั้งนี้ทำการรวบรวมเมล็ดของไม้ต้นที่พบได้ทั่วไปในแปลงถาวรเพื่อศึกษาพลวัตไม้ต้นป่าดิบแล้งจำนวน 30 ชนิด (Table 1) เมล็ดไม้ต้นดังกล่าวได้ถูกเก็บโดยรอบบริเวณแปลงถาวรเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อการศึกษาติดตามพลวัตไม้ต้นในแปลงถาวร ตามช่วงฤดูกาลที่มีการร่วงหล่นของผลหรือเมล็ดตามชีวพลักษณ์ (phenology) ของแม่ไม้ต้น ซึ่งอยู่ในช่วงระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2559 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2560 เป็นระยะเวลา 12 เดือน ขณะเดียวกันการวิจัยนี้มีการเลือกเก็บเมล็ดจากแม่ไม้ต้นที่แตกต่างกันอย่างน้อย 3 แม่ไม้ ชนิดละไม่น้อยกว่า 50 เมล็ด การคัดเลือกเมล็ดที่นำมาใช้ศึกษาในครั้งนี้เป็นเมล็ดที่มีความสมบูรณ์ ปราศจากการทำลายจากโรคและแมลง (Pérez-Harguindeguy *et al.*, 2013)

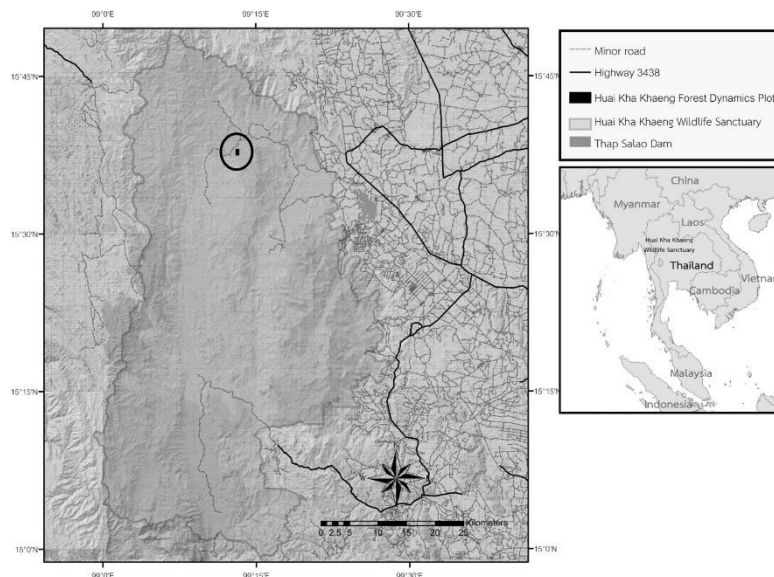


Figure 1 Location of the 50-ha Huai Kha Khaeng forest dynamic permanent plot.

หลังจากที่ได้ทำการรวบรวมเมล็ดของไม้ต้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว เมล็ดไม้ต้น ได้ถูกนำกลับมาเพาะเมล็ดในกระบะดินเป็นจำนวน 50 ถึง 100 เมล็ด โดยเมล็ดไม้ต้นดังกล่าวได้ถูกปลูกโดยควบคุมให้อยู่สภาวะแวดล้อมเดียวกันภายในเรือนเพาะชำ ภาควิชาพฤกษศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ การศึกษาชั้นฐานวิทยากล้าไม้ต้น ได้ศึกษาเฉพาะในช่วงระยะงอกจนกระทั่งเป็นกล้าไม้ต้นมีใบแก่ครั้งแรก หลังจากศึกษาชั้นฐานวิทยาดังกล่าวเสร็จสิ้นทำการบันทึกข้อมูลลักษณะชั้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพของกล้าไม้ต้นให้มีจำนวนซ้ำอย่างน้อย 8 ถึง 10 ต้นต่อชนิด (Table 1)

Table 1 List of tree seedling species collected in the surrounding of the 50-ha forest dynamic plot.

No.	Thai name	Code	Botanical name	Family	n
1	กุ่มขาว	ACEROB	<i>Acer oblongum</i> Wall. ex DC.	Sapindaceae	10
2	มะค่าโมง	AFZEXY	<i>Azelia xylocarpa</i> (Kurz) Craib	Fabaceae	10
3	ผีเสื้อ	ALANCH	<i>Alangium chinense</i> (Lour.) Harms	Cornaceae	9
4	มะเฒ่าสาย	ANTIMO	<i>Antidesma montanum</i> Blume	Phyllanthaceae	10
5	ตาเสือ	APHAPO	<i>Aphanamixis polystachya</i> (Wall.) R. Parker	Meliaceae	10
6	ตาเป็ดตาไก่	ARDIPO	<i>Ardisia polycephala</i> Wall. ex A. DC.	Primulaceae	10
7	หอมไถล	ARYTLI	<i>Arytera littoralis</i> Blume	Sapindaceae	10
8	กรวยป่า	CASEGR	<i>Casearia grewiaefolia</i> Vent.	Salicaceae	10
9	ดีหมี	CLEIJA	<i>Cleidion javanicum</i> Blume	Euphorbiaceae	10
10	มะขามไก่	DERRDA	<i>Derris dalbergioides</i> Baker	Fabaceae	10
11	มะตาด	DILLIN	<i>Dillenia indica</i> L.	Dilleniaceae	10
12	จันทง	DIOPDA	<i>Diospyros dasyphylla</i> Kurz	Ebenaceae	10
13	ยางนา	DIPTAL	<i>Dipterocarpus alatus</i> Roxb. ex G. Don	Dipterocarpaceae	10
14	เหียง	DIPTOB	<i>Dipterocarpus obtusifolius</i> Teijsm. ex Miq.	Dipterocarpaceae	10
15	พะวา	GARCHO	<i>Garcinia hombroniana</i> Pierre	Clusiaceae	10
16	ตะคร้ำ	GARUPI	<i>Garuga pinnata</i> Roxb.	Burseraceae	8
17	หอมไถลดง	HARPAR	<i>Harpullia arborea</i> (Blanco) Radlk.	Sapindaceae	10
18	กาแฟป่า	HYPTST	<i>Hyptianthera stricta</i> (Roxb. ex Schult.) Wight & Arn.	Rubiaceae	10
19	ปอตะพาบ	MALLBA	<i>Mallotus barbatus</i> Müll. Arg.	Euphorbiaceae	8
20	มะฝ่อ	MALLNU	<i>Mallotus nudiflorus</i> (L.) Kulju & Welzen	Euphorbiaceae	10
21	หัสคุณใบใหญ่	MICRMI	<i>Micromelum minutum</i> Wight & Arn.	Rutaceae	10
22	อีแรด	MILIHO	<i>Milusa horsfieldii</i> (Benn.) Baill. ex Pierre	Annonaceae	10
23	กล้วยไม้ลูกเล็ก	MITRTO	<i>Mitrephora tomentosa</i> Hook. f. & Thomson	Annonaceae	10
24	กลิ้งกล่อม	POLYSU	<i>Polyalthia suberosa</i> (Roxb.) Thwaites	Annonaceae	10
25	ยางโอน	MOONVI	<i>Monoon viride</i> (Craib) B. Xue & R. M. K. Saunders	Annonaceae	10
26	สนกระ	PRISTE	<i>Prismatomeris tetrandra</i> (Roxb.) K. Schum.	Rubiaceae	10

Table 1 (Con.)

No.	Thai name	Code	Botanical name	Family	n
27	นูดต้น	PRUNAR	<i>Prunus arborea</i> Kalkman var. <i>montana</i> Kalkman	Rosaceae	10
28	มะกอกป่า	SPONPI	<i>Spondias pinnata</i> (L. f.) Kurz	Anacardiaceae	10
29	ชมพูป่า	SYZYME	<i>Syzygium megacarpum</i> (Craib) Rathakr. & N. C. Nair	Myrtaceae	10
30	ชมพอม	TOONCI	<i>Toona ciliata</i> M. Roem.	Meliaceae	10

Remark: “n” is a number of samples in each species for which was used analysis in identification keys.

การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่นำมาใช้ในการพัฒนารูปร่างจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ประเภท คือ ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชิงปริมาณ และลักษณะทางสัณฐานวิทยาเชิงคุณภาพ ตามละเอียดดังนี้ ลักษณะสัณฐานวิทยาเชิงปริมาณมีจำนวน 10 ลักษณะ ได้แก่ ความยาวต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง (hypocotyl length; HL, cm) ความยาวต้นอ่อนเหนือใบเลี้ยง (epicotyl length; EL, cm) ความกว้างใบ (lamina width; LW, cm) ความยาวใบ (lamina length; LL, cm) ความหนาใบ (leaf thickness; LTN, mm) ความยาวก้านใบ (petiole length; PL, cm) ความยาวก้านใบย่อย (petiolule length; PUL, cm) ความยาวแกนกลางใบ (rachis length; RL, cm) ความโตที่ระดับคอรากดิน (root collar diameter; RCD, mm) ความสูงทั้งหมด (height; H, cm) ลักษณะสัณฐานวิทยาเชิงคุณภาพมีจำนวน 26 ลักษณะ ได้แก่ รูปใบ (leaf shape; LS) การติดของแผ่นใบ (leaf attachment; LA) ประเภทของใบ (leaf type; LT) ประเภทการเรียงตัวของใบ (leaf arrangement type; LAT) การเรียงตัวใบย่อย (leaflet compound arrangement; LCA) สมมาตรของแผ่นใบ (leaf symmetrical; LSM) สมมาตรของโคนใบ (leaf base symmetrical; LBSM) มุมโคนใบ (leaf base angle; LBA) โคนใบ (leaf base; LB) มุมปลายใบ (leaf apex angle; LAA) ปลายใบ (leaf apex; LAP) ลักษณะปลายสุดของปลายใบ (leaf terminal apex feature; LTAF) ขอบใบ (leaf margin;

LM) การแปรผันขอบใบ (leaf margin spacing; LMS) สิ่งปกคลุมแผ่นใบ (leaf surface; LSF) ตำแหน่งต่อมที่ใบ (leaf gland position; LGP) เส้นใบปฐมภูมิ (primary vein; PV) เส้นใบทุติยภูมิ (secondary vein; SV) เส้นใบเชิงซ้อนของเส้นใบทุติยภูมิ (agrophic vein; AV) ตำแหน่งหูใบ (stipule position; SP) ลักษณะก้านใบ (petiole characteristic; PT) ก้านใบตัดขวาง (petiole cross-section; PCS) ขนที่ลำต้น (stem hair; SH) การปรากฏของขอบใบในแนวระนาบ (the abaxial-adaxial plane of the leaf blade, A-AOLB) กลิ่น (smelling; SL) และน้ำเลี้ยง (sap; S) รวมลักษณะสัณฐานวิทยาทั้งสิ้น 36 ลักษณะ (Hickey, 1973; Ellis *et al.*, 2009)

ข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ได้ตรวจสอบข้างต้นได้นำมาสร้างและเปรียบเทียบรูปร่างจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วยเทคนิคที่แตกต่างกันเพื่อพัฒนารูปร่าง 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) รูปร่างจำแนกชนิดด้วย NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะสัณฐานวิทยาเชิงปริมาณ 2) รูปร่างจำแนกชนิดด้วย NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะสัณฐานวิทยาเชิงคุณภาพ 3) รูปร่างจำแนกชนิด NPTT โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ และ 4) รูปร่างจำแนกชนิดด้วย CPTT โดยใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ การศึกษานี้ได้ประยุกต์ NPTT นำมาวิเคราะห์ทางสถิติ โดยใช้วิธีการจัดจำแนกตามวิธีการ classification tree (Breiman *et al.*, 1984) โดยใช้โปรแกรม R (R Core Team, 2016) ร่วมกับ “Rpart Package” (Therneau *et al.*,

2018) ลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ถูกนำมาใช้ในการจัดทำรูปวิธานได้กระทำผ่านฟังก์ชัน Rpart นั้น กำหนดให้มีการคัดเลือกจากการแปรผันของลักษณะพื้นฐานวิทยาที่นำมาใช้แยก โดยกำหนดให้จำนวนตัวอย่างมีอย่างน้อย 5 ซ้ำ (minsize = 5) ในกิ่งสุดท้าย (terminal node) ของการจำแนกถึงระดับชนิด นอกจากนี้การศึกษารูปวิธานจำแนกชนิดที่ได้จาก NPTT ของการพัฒนาทั้ง 3 รูปวิธาน ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพโดยการคำนวณค่าความถูกต้อง (accuracy values) โดยสรุปจากค่าสังเกตของผลรวม (summary) ที่ได้จากการจับคู่กันของลักษณะพื้นฐานวิทยาในแต่ละตัวอย่างของชนิดกล้าไม้ต้นได้อย่างถูกต้อง และ CPTT ทำการพัฒนารูปวิธานจำแนกชนิดตามหลักการที่นิยมใช้ตามแบบรูปแบบดั้งเดิม (Sneath and Sokal, 1973) เพื่อให้รูปวิธานมีความถูกต้องสูงสุด นอกจากนี้ทั้ง 4 รูปวิธานนี้ถูกนำมาพิจารณาถึงข้อจำกัดต่างๆ ในแง่ของการใช้ประโยชน์ในภาคสนามต่อการจำแนกชนิดกล้าไม้ต้น

ผลและวิจารณ์

รูปวิธานจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วยเทคนิค NPTT และ CPTT

จากการศึกษาพื้นฐานวิทยาของกล้าไม้จำนวน 19 วงศ์ 28 สกุล 30 ชนิด ตามการพัฒนารูปวิธานจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้นด้วยเทคนิคที่แตกต่างกัน 4 รูปวิธาน คือ 1) รูปวิธานจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้น NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ 2) รูปวิธานจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วย NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ 3) รูปวิธานจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วย NPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ และ 4) รูปวิธานจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วย CPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ รายละเอียดผลการศึกษามีดังนี้

1. การศึกษาการพัฒนารูปวิธานจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วย NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐาน

วิทยาเชิงปริมาณ จากจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณทั้งหมด 10 ลักษณะ (Figure 2) พบว่า NPTT มีการเลือกใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยามีจำนวน 10 ลักษณะ มาพัฒนารูปวิธานจำแนกชนิด (Table 2) ลักษณะพื้นฐานวิทยาที่มีความสำคัญมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ความโตที่ระดับคอรากดิน ความยาวใบ ความยาวคั่นอ่อนใต้ใบเลี้ยง ความยาวก้านใบ และความกว้างใบ ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงลักษณะพื้นฐานวิทยาใดที่มีการแปรผันน้อยจึงถูกนำมาพัฒนารูปวิธานมากที่สุด การพิจารณารูปวิธานจำแนกชนิดด้วย NPTT กำหนดให้พิจารณา ลักษณะพื้นฐานวิทยาที่แสดงผลในแต่ละกิ่งของรูปวิธาน ผังต้นไม้ (Figure 2) ถ้าชนิดกล้าไม้ต้นดังกล่าวเป็นไปตามลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ถูกใช้ในการจำแนกชนิดในรูปวิธาน กำหนดให้พิจารณาลักษณะที่อยู่ทางกิ่งขวามือของรูปวิธาน แต่ถ้าไม่เป็นไปตามลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ถูกใช้จำแนกชนิดในรูปวิธานให้พิจารณาไปทางกิ่งซ้ายมือของรูปวิธาน เช่น จากรูปวิธานใน Figure 2 เริ่มต้นให้พิจารณาความยาวคั่นอ่อนใต้ใบเลี้ยง หากพบว่าลักษณะดังกล่าวมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 11.7 เซนติเมตร จำแนกชนิดกล้าไม้เป็น MALLNU (มะฝ่อ) หากลักษณะดังกล่าวนี้มีค่าน้อยกว่า 11.7 เซนติเมตร ให้พิจารณาไปตามลักษณะพื้นฐานวิทยาอื่นๆ ทางซ้ายมือที่อยู่ถัดลงไปเพื่อนำไปสู่การจำแนกชนิดกล้าไม้อื่นๆ เป็นต้น

2. การศึกษาการพัฒนารูปวิธานจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วย NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ (Figure 3) จากจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพทั้งหมด 26 ลักษณะ พบว่า NPTT มีการเลือกใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยามีจำนวน 16 ลักษณะ มาจัดทำรูปวิธานจำแนกชนิด (Table 2) ลักษณะพื้นฐานวิทยาที่มีความสำคัญมากที่สุด 5 อันดับแรก คือ โคนใบ ประเทหใบ ประเทหการเรียงตัวใบ การเรียงตัวใบย่อย และขอบใบ ตามลำดับ

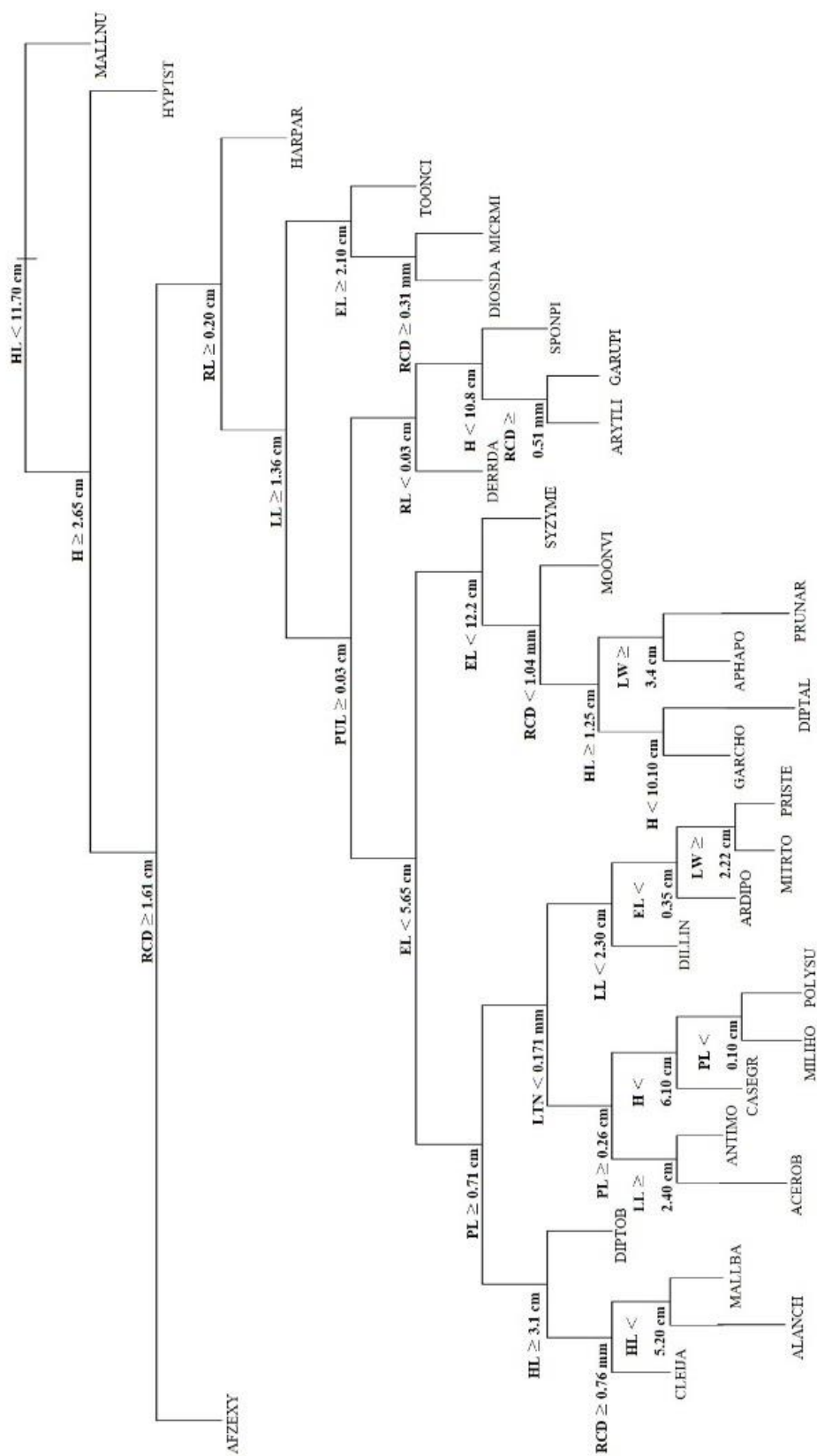


Figure 2 The identification key developed by numerical plant taxonomy technique with only quantitative characters.
Remarks: HL = Hypocotyl Length, H = Height, RL = Rachis Length, LL = Lamina Length, EL = Epicotyl Length, RCD = Root Collar Diameter, PL = Petiole Length, PUL = Petiole Width, LTN = Leaf Thickness, LW = Lamina Width. If the character satisfies the condition at the node, it follows the branch to the right. Otherwise, it follows the left branch.

3. การศึกษาการพัฒนาวิธีบริหารจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วย NPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ จำนวน 36 ลักษณะ (Figure 4) พบว่า NPTT มีการเลือกใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาจำนวน 15 ลักษณะ มาจัดทำวิธีบริหารจำแนกชนิด แบ่งออกเป็น จำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ 4 ลักษณะ และ จำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ 11 ลักษณะ (Table 2) ลักษณะพื้นฐานวิทยาที่มีความสำคัญมากที่สุด 5 อันดับแรกคือ โคนใบ ประเทใบ ประเทการเรียงตัวใบ การเรียงตัวใบย่อย และความยาวก้านใบ ตามลำดับ

4. การศึกษาวิธีบริหารจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นด้วย CPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพจำนวน 36 ลักษณะ (Figure 5) พบว่า CPTT มีการเลือกใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพเท่านั้นมาจัดทำวิธีบริหารจำแนกชนิดจำนวน 15 ลักษณะ โดยไม่จำเป็นต้องใช้ลักษณะเชิงปริมาณแต่อย่างใด (Table 2) ลักษณะพื้นฐานวิทยาที่มีความสำคัญมากที่สุด 5 อันดับแรก ได้แก่ ตำแหน่งหูใบ ขอบใบ ตำแหน่งต่อมที่ใบ สิ่งปกคลุมผิวใบ และการเรียงตัวใบ ตามลำดับ

ประสิทธิภาพและการใช้ประโยชน์ของวิธีบริหารจำแนกชนิดกล้าไม้ต้น

จากการศึกษาจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ และจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ 26 ลักษณะ รวมทั้งสิ้น 36 ลักษณะ จากการเปรียบเทียบจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ใช้ในวิธีบริหารทั้ง 4 รูปแบบ (Table 2) พบว่า วิธีบริหาร NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณมีจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาที่นำมาใช้ในการจำแนกชนิดน้อยที่สุด 10 ลักษณะ รองลงมาเป็นวิธีบริหาร CPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพมีจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ใช้ในการจำแนกชนิด 15 ลักษณะ ตามมาด้วยวิธีบริหาร NPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพใช้จำนวน

ลักษณะมากที่สุด 15 ลักษณะ และวิธีบริหาร NPTT โดยใช้โดยใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพมีจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ใช้ในการจำแนกชนิด 16 ลักษณะ ค่าความถูกต้องของวิธีบริหารดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 96.27 100 100 และ 100 เปอร์เซนต์ ตามลำดับ ค่าดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าการพัฒนาวิธีบริหารสำหรับกล้าไม้ต้นจำนวน 30 ชนิดนี้ วิธีบริหารทั้ง 3 รูปแบบมีความถูกต้องเท่ากันทั้งหมดที่ 100 เปอร์เซนต์ ยกเว้นวิธีบริหารที่พัฒนาจาก NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณที่มีความถูกต้องที่ 96.27 เปอร์เซนต์ ซึ่งเทคนิค NPTT ที่ใช้เฉพาะลักษณะเชิงปริมาณอย่างเดียว นั้น มีการใช้จำนวนลักษณะทางพื้นฐานวิทยาน้อยที่สุด แต่กลับพบว่าค่าความถูกต้องดังกล่าวมีค่าน้อยที่สุดเช่นกัน จากการศึกษาดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณที่นำมาใช้ในการนำมาจำแนกชนิดยังไม่เหมาะสม หรืออาจเป็นเพราะค่าเชิงปริมาณในกล้าไม้ต้นมีความผันแปรสูงมากกว่าแม่ไม้ต้น (Albert *et al.*, 2011) ทำให้วิธีบริหารดังกล่าวมีประสิทธิภาพที่น้อยกว่าการนำวิธีบริหารไปจำแนกชนิดเมื่อเทียบกับวิธีการอื่นๆ

นอกจากนั้นแล้วยังพบว่าในภาพรวมลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพได้ถูกนำมาใช้ในการจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้นมีจำนวนมากกว่าลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณทั้งในเทคนิค NPTT และ CPTT (Table 2) แสดงให้เห็นถึงความสำคัญของลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพในการจำแนกชนิดของกล้าไม้ไม่มีประสิทธิภาพที่สูงและมีความผันแปรที่น้อยกว่าลักษณะพื้นฐานเชิงปริมาณอย่างเห็นได้ชัด จึงส่งผลให้การศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยาของ CPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ วิธีบริหารดังกล่าวมีการใช้เพียงเชิงคุณภาพมาจัดทำจำแนกชนิดอย่างเดียว และสามารถวินิจฉัยกล้าไม้ต้นได้ง่ายและมีค่าความถูกต้องไม่ต่างไปจาก NPTT

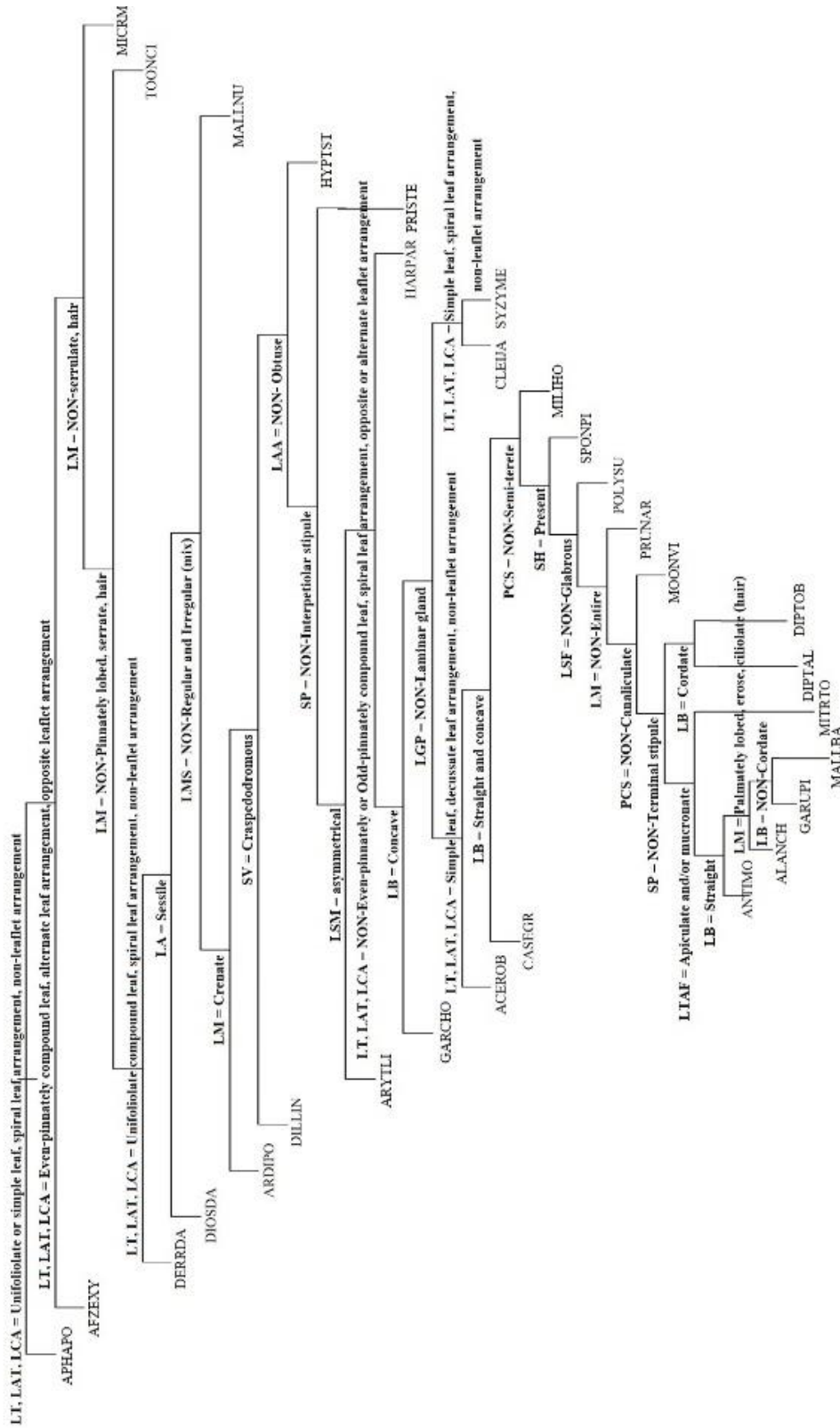


Figure 3 The identification key developed by numerical plant taxonomy technique with only qualitative characters.

Remarks: LT, LAT, LCA = Leaf Type, Leaf Arrangement Type and Leaflet Compound Arrangement, LMS = Leaf Margin Spacing, LM = Leaf Margin,

LSM = Leaf Symmetrical, LB = Leaf Base, LAA = Leaf Apex Angle, PCS = Petiole Cross-Section, SH = Stem Hair, LSF = Leaf Surface, LA =

Leaf Attachment, SV = Secondary Vein, SP = Stipule Position, LGP = Leaf Gland Position, LTAF = Leaf Terminal Apex Feature

Table 2 Comparisons of the numbers of importance morphological characteristics and accuracy values across four identification keys of tree seedlings in this study and other studies on seedling identification.

Techniques	Number of taxa	Accuracy (%)	Number of morphological characteristics overall used in the keys			Number of morphological characteristics used in the keys		
			Quantitative	Qualitative	Total	Quantitative	Qualitative	Total
NPTT-Quantitative characters	30	96.27	10	-	10	10	-	10
NPTT-Qualitative characters	30	100	-	26	26	-	16	16
NPTT-Both types of characters	30	100	10	26	36	4	11	15
CPTT-Both types of characters	30	100	10	26	36	-	15	15
NPTT (Srithong <i>et al.</i> , 2016)	22	-	-	-	-	15	12	27
CPTT (FORRU, 2000)	45	-	-	-	-	>4	>15	>19
CPTT (Hellum <i>et al.</i> , 2000)	64	-	-	-	-	-	>7	>7
CPTT (Chamchumroon, 1997)	52	-	-	-	-	>2	>14	>16

Remarks: NPTT = Numerical plant taxonomy technique, CPTT = Classical Plant taxonomy technique

จากการศึกษาการพัฒนารูปลักษณ์จำแนกชนิดกล้าไม้ต้นเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อการจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้นทั้ง 30 ชนิด ตามรูปลักษณ์ทั้ง 4 รูปแบบ ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า

การจัดทำรูปลักษณ์จำแนกชนิดด้วย NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ มีความผิดพลาด 4.75 เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาดดังกล่าวเกิดจากลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณที่นำมาใช้ในการจัดจำแนกรูปลักษณ์มีช่วงของค่าลักษณะทางพื้นฐานวิทยาที่ทับซ้อนกันหรือแยกออกจากกันไม่ชัดเจน พบว่ามีกล้าไม้ต้นที่จำแนกผิดพลาดมากที่สุด ได้แก่ กล้ายไม้ลูกเล็ก (n=4) มะเ็นสาข (n=3) กลิ้งกล่อม (n=1) สนกระ (n=1) และชมพูป่า (n=1) ตามลำดับ รูปลักษณ์ที่ใช้ลักษณะเชิงปริมาณเพียงอย่างเดียวอาจมีประสิทธิภาพที่เพียงพอในแง่ของความถูกต้องของการจำแนก แต่ไม่มีประสิทธิภาพในด้านการนำไปประยุกต์ใช้จริงในภาคสนาม เนื่องจากรูปลักษณ์นี้มีข้อจำกัดในการตรวจวัดค่าลักษณะทางพื้นฐานวิทยาดังกล่าวได้ยากในพื้นที่ภาคสนาม ซึ่งสอดคล้องกับงานด้านอนุกรมวิธานพืชส่วนใหญ่ที่ให้ความสำคัญในการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิง

คุณภาพที่มีประสิทธิภาพมากกว่าลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณเพียงอย่างเดียวในการจำแนกชนิดพืช (Duke, 1965; Forest Restoration Research Unit [FORRU], 2000; Hellum *et al.*, 2000; Chamchumroon, 1997)

นอกจากนี้การนำอุปกรณ์เข้าไปทำการตรวจวัดลักษณะพื้นฐานวิทยาของรูปลักษณ์นี้ในภาคสนามอาจมีความยุ่งยากและใช้ระยะเวลาในการจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นรูปลักษณ์จำแนกชนิดด้วย NPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ (Figure 4) พบว่าการพัฒนารูปลักษณ์ด้วยเทคนิคนี้เลือกใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งหมด 15 ลักษณะ (จากการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ 26 ลักษณะ รวมทั้งหมด 36 ลักษณะ) จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่ามีลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณที่สำคัญถูกคัดเลือกมาใช้ทำรูปลักษณ์เพียง 4 ลักษณะเท่านั้น ได้แก่ ความยาวก้านใบ ความสูงทั้งหมด ความยาวต้นอ่อนใต้ใบเลี้ยง และความยาวแกนกลางใบ แสดงให้เห็นถึงว่าลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณเหล่านี้มีช่วงของค่าเฉลี่ยที่ไม่ซ้อนทับกัน และมีความสำคัญในอันดับต้นๆ ที่ถูกนำมาใช้จัดรูป

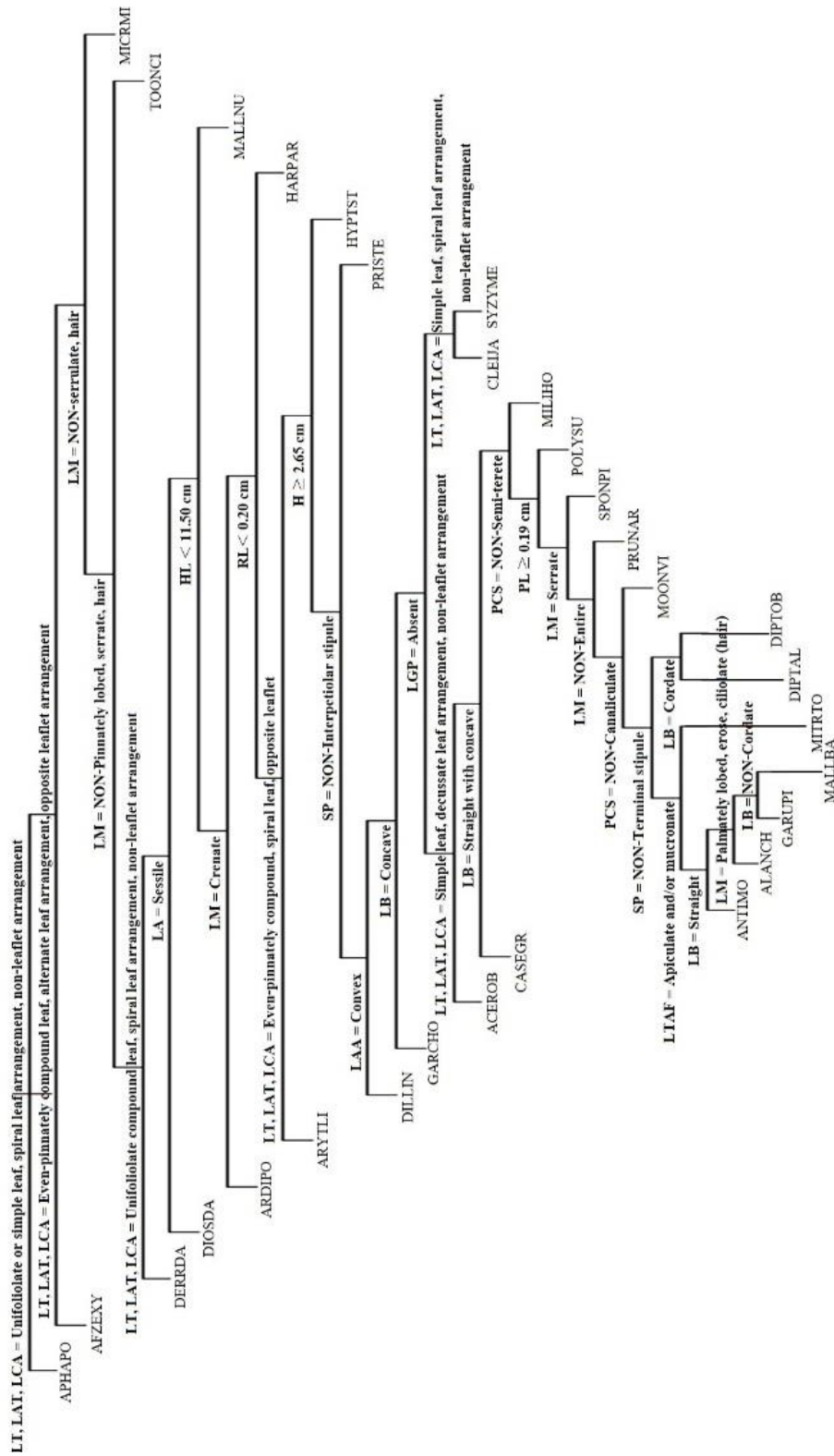


Figure 4 The identification key developed by numerical plant taxonomy technique with quantitative and qualitative characters.

Remarks: LT, LAT, LCA = Leaf Type, Leaf Arrangement Type and Leaflet Compound Arrangement, RL = Rachis Length, LM = Leaf Margin, LB = Leaf Base, LAA = Leaf Apex Angle, PCS = Petiole Cross-Section, SH = Stem Hair, LSF = Leaf Surface, LA = Leaf Attachment, SV = Secondary Vein, SP = Stipule Position, LTAF = Leaf Gland Position, LTA = Leaf Terminal Apex Feature, HL = Hypocotyl Length, H = Height, PL = Petiole length

วิธาน จากผลการศึกษาของรูปวิธานนี้มีประสิทธิภาพเพียงพอสำหรับผู้ที่มีความรู้ทางด้านอนุกรมวิธานในเบื้องต้นและสำหรับการจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้นเฉพาะช่วงหลังจากที่มีการร่วหล่นหรือช่วงอายุที่ทำการศึกษาของกล้าไม้ต้น 30 ชนิดนี้เท่านั้น เนื่องจากลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณไม่ได้ถูกนำมาใช้จำแนกชนิดในช่วงปลายกิ่งของรูปวิธาน แต่กลับเป็นลักษณะพื้นฐานวิทยาที่สำคัญซึ่งได้ถูกนำมาใช้จำแนกชนิดไว้ในกิ่งแรกของรูปวิธาน ซึ่งอาจส่งผลต่อการจำแนกชนิดเมื่ออายุของกล้าไม้ต้นเพิ่มมากขึ้น และลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณดังกล่าวมีการแปรผันมากขึ้นในภาคสนาม โดยเฉพาะในพื้นที่ศึกษาอื่นๆ

อีกเหตุผลหนึ่งที่ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณที่ถูกจัดจำแนกไว้ในกิ่งแรกในรูปวิธานนี้อาจเป็นเพราะความแตกต่างทางพื้นฐานวิทยาที่ชัดเจนระหว่างกล้าไม้ต้นทั้ง 30 ชนิด เนื่องด้วยกล้าไม้ต้นเหล่านี้มาจากวงศ์ และ/หรือสกุลที่แตกต่างกัน จึงส่งผลให้เทคนิค NPTT ในการพัฒนารูปวิธานเลือกลักษณะเชิงปริมาณมาใช้เป็นลักษณะอันดับแรก แต่ใช้ลักษณะเชิงคุณภาพในลำดับถัดไป ซึ่งแตกต่างไปจากการศึกษาของ Srithong *et al.* (2016) ที่มีการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณมาใช้ในการจำแนกพืช 22 ชนิดย่อย (subspecies) ที่มาจากชนิด (species) เดียวกัน ซึ่งมีลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพคล้ายคลึงกันมาก การศึกษาดังกล่าวจึงได้เน้นลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณที่บอกความแตกต่างของชนิดมาใช้ในการจัดจำแนกชนิดพืชได้อย่างดี (Table 2) ดังนั้นจากการศึกษาในครั้งนี้ของกล้าไม้ต้น 30 ชนิด การใช้ CPTT และ NPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพเพียงอย่างเดียว นั้นจึงมีประสิทธิภาพสูงกว่าการใช้ NPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในการจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นในภาคสนาม

การศึกษารูปวิธานจำแนกชนิดด้วย CPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ (Figure 5) พบว่าการพัฒนารูปวิธานจำแนก

ชนิดด้วย CPTT มีการใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพจำนวน 15 ลักษณะ (จากการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ 26 ลักษณะ รวมทั้งหมด 36 ลักษณะ) (Table 2) จากการพัฒนารูปวิธานจำแนกชนิดด้วย CPTT ชี้ให้เห็นว่าลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพมีประสิทธิภาพเพียงพอและมีความเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการนำมาจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นในพื้นที่ภาคสนามของกล้าไม้ต้นทั้ง 30 ชนิด และทำให้ผู้ที่สนใจเริ่มต้นศึกษาการจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาการจัดทำรูปวิธานจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นของ Chamchumroon (1997) Forest Restoration Research Unit [FORRU] (2000) และ Hellum *et al.* (2000) จากการศึกษาดังกล่าวชี้ให้เห็นว่าลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพมีความสำคัญอย่างยิ่ง และสามารถถูกนำมาใช้ในการจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้นได้ดีกว่าลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ (Table 2) เนื่องจากลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพของกล้าไม้ต้นมีการแปรผันน้อย และง่ายต่อการตรวจสอบในภาคสนาม นอกจากนี้การศึกษที่ผ่านมาในอดีตของการพัฒนารูปวิธานจำแนกชนิดกล้าไม้ต้น พบว่ามีการจัดทำรูปวิธานจำแนกชนิดโดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบเลี้ยง (cotyledon leaf) เข้ามาช่วยในการพัฒนารูปวิธาน ส่งผลให้รูปวิธานดังกล่าวเมื่อกล้าไม้ต้นมีอายุเพิ่มสูงขึ้น ลักษณะพื้นฐานวิทยาของใบเลี้ยงมีโอกาสดูตรงได้ง่าย ทำให้เกิดข้อจำกัดในการนำไปใช้จำแนกชนิดในภาคสนาม ดังนั้นรูปวิธานทั้ง NPTT และ CPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพของใบแก่ที่แรกเพียงอย่างเดียวมีประสิทธิภาพสูงต่อการนำมาจำแนกกล้าไม้ต้นเมื่ออายุของกล้าไม้เพิ่มสูงขึ้น

จากการศึกษาการจัดทำรูปวิธานจำแนกชนิดด้วย NPTT โดยใช้ เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ พบว่าการจัดทำรูปวิธานจำแนกชนิดด้วย NPTT ดังกล่าวมีการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ

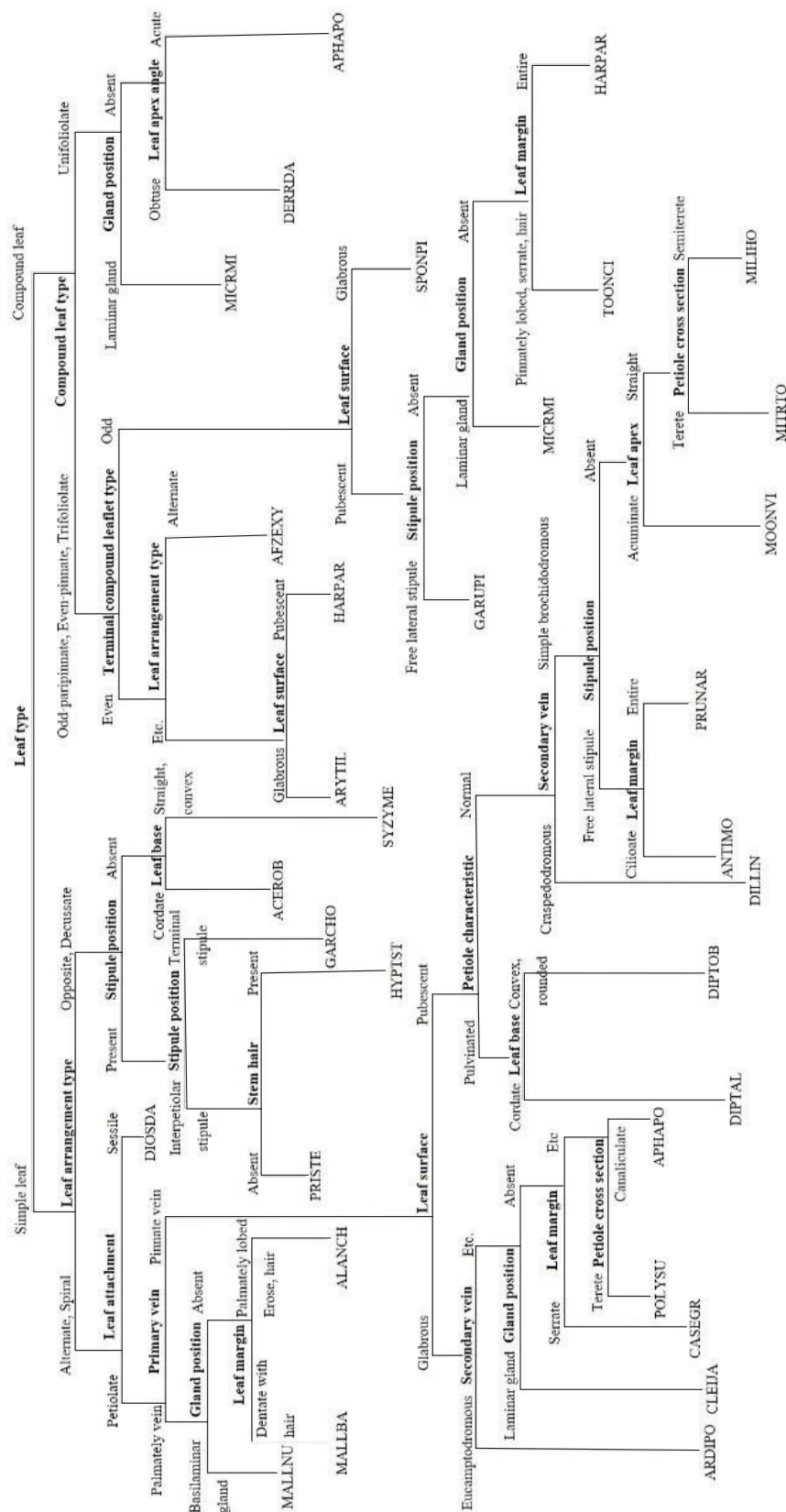


Figure 5 The identification key developed by classical plant taxonomy technique with quantitative and qualitative morphology.

จำนวน 16 ลักษณะ (จากจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพทั้งหมด 26 ลักษณะ) พบว่ารูปวิธานนี้มีความเหมาะสมต่อการนำลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพมาใช้ในการจัดจำแนกชนิด เนื่องจากลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพสามารถสังเกตได้ง่าย และมีความผันแปรน้อย เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับ CPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ (Figure 5) พบว่ารูปวิธานจำแนกชนิดด้วย CPTT ดังกล่าวมีการใช้จำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพเพียงอย่างเดียว 15 ลักษณะ (จากการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ 10 ลักษณะ พื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ 26 ลักษณะ รวมทั้งหมด 36 ลักษณะ) (Table 2) พบว่ามีลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ถูกนำมาใช้ร่วมกันมีจำนวน 12 ลักษณะ และมีลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ไม่ถูกนำมาใช้ร่วมกันจำนวน 6 ลักษณะ จากการเปรียบเทียบดังกล่าวพบว่ามีจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ถูกนำมาจำแนกชนิดมีความใกล้เคียงกัน สะท้อนให้เห็นว่ารูปวิธาน NPTT ที่ใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพมีประสิทธิภาพในการจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นทั้ง 30 ชนิด ซึ่งไม่แตกต่างไปจากรูปวิธานจำแนกชนิดด้วย CPTT

ทั้งในแง่ของค่าความถูกต้อง และจำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาที่ใช้ในรูปวิธาน ดังนั้นรูปวิธานจำแนกชนิดด้วย NPTT ที่ใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพมีประสิทธิภาพสำหรับผู้ใช้ที่มีความรู้ทางด้านอนุกรมวิธานในเบื้องต้นทั้ง ในบริเวณพื้นที่ศึกษาและพื้นที่อื่น ๆ ทั้งนี้การจัดทำรูปวิธานโดย NPTT ที่พัฒนาโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์นั้นใช้เวลาน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการจัดทำรูปวิธานโดย CPTT นอกจากนี้ การศึกษาพัฒนารูปวิธานยังแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการศึกษาเชิงลึกโดยใช้เทคนิค NPTT และ CPTT ในกรณีที่มีจำนวนชนิดเป้าหมายมากกว่า 30 ชนิด เพื่อศึกษาถึงบทบาทของลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ถ้าหากมีจำนวนชนิดกล้าไม้ต้นเพิ่มขึ้นส่งผลให้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ

และคุณภาพมีบทบาทอย่างไรต่อการนำไปใช้ในการพัฒนารูปวิธาน และนำมาเปรียบเทียบกับการพัฒนารูปวิธานจากจำนวนชนิดของกล้าไม้ต้นของการศึกษานี้

สรุป

จากการศึกษาพื้นฐานวิทยากล้าไม้ต้นจำนวน 19 วงศ์ 28 สกุล 30 ชนิด ได้มีการตรวจสอบมีลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณจำนวน 10 ลักษณะ และลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพจำนวน 26 ลักษณะ รวมทั้งสิ้น 36 ลักษณะ ลักษณะพื้นฐานวิทยาดังกล่าวถูกนำมาพัฒนารูปวิธานทั้ง 4 รูปแบบ คือ 1) NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ พบว่า NPTT นี้มีการใช้จำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณมาพัฒนารูปวิธาน 10 ลักษณะ จากการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณทั้งหมด 10 ลักษณะ รูปวิธานนี้มีค่าความถูกต้องในการจำแนกชนิด 96.27 เปอร์เซ็นต์ 2) รูปวิธาน NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ พบว่า NPTT ดังกล่าวมีการใช้จำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพมาพัฒนารูปวิธาน 16 ลักษณะ จากการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพทั้งหมด 26 ลักษณะ รูปวิธานนี้มีค่าความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ 3) รูปวิธาน NPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ พบว่า NPTT นี้มีการใช้จำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยานำมาจัดรูปวิธาน 15 ลักษณะ จากการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งหมด 36 ลักษณะ (มีการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงปริมาณ 4 ลักษณะ และลักษณะพื้นฐานวิทยาเชิงคุณภาพ 11 ลักษณะ) รูปวิธานนี้ค่าความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์ และ 4) รูปวิธาน CPTT โดยใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ พบว่า CPTT ดังกล่าวมีการใช้จำนวนลักษณะพื้นฐานวิทยานำมาจัดรูปวิธานจำนวน 15 ลักษณะ จากการใช้ลักษณะพื้นฐานวิทยาทั้งหมด 36 ลักษณะ รูปวิธานนี้มีค่าความถูกต้อง 100 เปอร์เซ็นต์

จากรูปวิธานการจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้นทั้ง 4 รูปวิธาน พบว่า 1) รูปวิธาน NPTT โดยใช้เฉพาะ

ลักษณะฐานฐานวิทยาเชิงปริมาณมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอต่อการนำมาจำแนกชนิดของกล้าไม้ต้นในภาคสนาม 2) รูปวิธาน NPTT โดยใช้ลักษณะฐานฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพ มีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการนำมาจำแนกชนิดกล้าไม้ต้นเฉพาะในช่วงระยะงอกจนกระทั่งมีใบแก่ครั้งแรกในภาคสนาม 3) รูปวิธาน NPTT โดยใช้เฉพาะลักษณะฐานฐานเชิงคุณภาพ และรูปวิธาน CPTT โดยใช้ลักษณะฐานฐานวิทยาทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพทั้ง 2 รูปวิธานนี้มีประสิทธิภาพดีที่สุดต่อการนำไปจัดจำแนกชนิดในพื้นที่ภาคสนามทั้งในพื้นที่ศึกษา และพื้นที่อื่นๆ ของกล้าไม้ต้น 30 ชนิดนี้ ผลการศึกษาในครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อนำลักษณะฐานฐานวิทยาดังกล่าวไปใช้จำแนกชนิดกล้าไม้ต้นในพื้นที่แปลงถาวรขนาด 50 เฮกตาร์ บริเวณเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าห้วยขาแข้ง ที่จะกระทำการศึกษาพลวัตกล้าไม้ต้นป่าดิบแล้งในอนาคต

REFERENCES

- Albert, C.H., F. Grassein, F.M. Schurr, G. Vieilledent and C. Violle. 2011. When and how should intraspecific variability be considered in trait-based plant ecology? **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** 13 (3): 217-225.
- Breiman, L., J.H. Friedman, R.A. Olshen and C.G. Stone. 1984. **Classification and Regression Trees**. Wadsworth Publishing Company, USA.
- Bunker, D.E. and W.P. Carson. 2005. Drought stress and tropical forest woody seedlings: effect on community structure and composition. **Journal of Ecology** 93 (4): 794-806.
- Bunyavejchewin, S., S.J. Baker, J. LaFrankie and P.S. Ashton. 2004. Structure, history, and rarity in a seasonal evergreen forest in Western Thailand, pp. 145-158. *In* E.C. Losos and E.G. Leigh, eds. **Tropical Forest Diversity and Dynamism: Findings from a Large-Scale Plot Network**. University of Chicago Press, Chicago.
- Bunyavejchewin, S., Y. Chamlongrach, R. Buasalee and P. Rayangkul. 2016. **Trees & Forest of Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary**. The Rabbit in the Moon Foundation, Thailand.
- Bunyavejchewin, S., J.V. LaFrankie, S.J. Baker, S.J. Davies and P.S. Ashton. 2009. **Forest Trees of Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Thailand**. National Parks, Wildlife and Plant Conservation Department, Thailand.
- Chamchumroon, V. 1997. **The Morphological Study and Identification of Some Woody Plant Seedlings of Dry Evergreen Forest at Khlong Plu, Huai Kha Khaeng Wildlife Sanctuary, Changwat Uthai Thani**. M.S. Thesis. Kasetsart University.
- Connell, J.H. 1971. **On the Role of Natural Enemies in Preventing Competitive Exclusion in Some Marine Animals and in Rain Forest Trees In Dynamics of Numbers in Populations**. Wageningen, Netherland.
- Duke, J. A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. **Annals of the Missouri Botanical Garden** 52 (3): 314-350.
- Forest Restoration Research Unit [FORRU]. 2000. **Tree Seed and Seedling for Restoring Forest in Northern Thailand**. Chiang Mai University, Thailand.
- Hellum, A.K., P. Pukittayacamee, M. Kashio and S. Kijkar. 2000. **A Field Guide to Some Tree Seedlings in Thailand**. Techpress Books, Bangkok.

- Hubbell, S.P. and R.B. Foster. 1986. Commonness and rarity in a neotropical forest: implications for tropical tree conservation, pp. 205-231. In M.E. Soule, eds. **Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity**. Sinauer Associates, Sunderland.
- Janzen, D.J. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. **The American Naturalist** 104 (940): 501-528.
- Mulumba, J.W. and E. Kakudidi. 2010. Numerical taxonomic study of *Acacia senegal* (Fabaceae) in the cattle corridor of Uganda. **South African Journal of Botany** 76 (2): 272-278.
- Nair, P.K.K. 1980. **Modern Trends in Plant Taxonomy**. Vikas Publishing House, New Delhi Sahibabad.
- Ng, F.S.P. 1991. **Manual of Forest Fruits, Seeds and Seedlings**. Forest Research Institute Malaysia, Malaysia.
- Nozzolillo, C. 1977. Identification of *Vicia* seedlings. **Canadian Journal of Botany** 55 (18): 2439-2462.
- Osborne, D.V. 1963. A numerical representation for taxonomic keys. **New Phytologist** 62 (1): 35-43.
- Pérez-Harguindeguy, N., S. Díaz, E. Garnier, S. Lavorel, H. Poorter, P. Jaureguiberry, M.S. Bret-Harte, W.K. Cornwell, J.M. Craine, D.E. Gurvich, C. Urcelay, E.J. Veneklaas, P.B. Reich, L. Poorter, I.J. Wright, P. Ray, L. Enrico, J.G. Pausas, A.C. de Vos, N. Buchmann, G. Funes, F. Quétier, J.G. Hodgson, K. Thompson, H.D. Morgan, H. ter Steege, L. Sack, B. Blonder, P. Poschlod, M. V. Vaieretti, G. Conti, A.C. Staver, S. Aquino and J.H.C. Cornelissen. 2013. New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany** 61 (3): 1-167.
- R Core Team. 2016. **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing. Available Source: <https://www.R-project.org/>, November 25, 2016.
- Sarwar, G.R. and M. Qaiser. 2011. A numerical taxonomy of the genus *Sedum* L., from Pakistan and Kashmir. **Pakistan Journal of Botany** 43 (2): 753-758.
- Schupp, E.W. 1992. The Janzen-Connell model for tropical tree diversity population implications and the importance of spatial scale. **The American Naturalist** 140 (3): 526-530.
- Sneath, P.H.A. 2015. **Numerical Taxonomy**. Available Source: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118960608.bm00018>, August 1, 2018.
- Sneath, P.H.A. and R.R. Sokal. 1973. **Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification**. W. H. Freeman and Company, San Francisco.
- Strithong, K., T. Jongjitvimol and S. Petchsri. 2016. Numerical taxonomy of landraces rice in lower northern Thailand. In **The 10th Botanical Conference of Thailand**. 52-65. Department of Biological Science, Faculty of Science, Ubon Ratchathani University.
- Therneau, T., B. Atkinson and B. Ripley. 2018. **Recursive Partitioning for Classification**. Available Source: <https://cran.r-project.org/web/packages/rpart>, February 23, 2018.
- Valentine, D.H. and A. Love. 1958. Taxonomic and biosystematic categories. **Brittonia** 10 (4): 153-166.