

นิพนธ์ต้นฉบับ

โครงสร้างสังคมมดบริเวณพื้นดิน
ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร
**Terrestrial Ant Communities Structure in
Kasetsart University, Bangkhen Campus, Bangkok**

รุ่งรวี ปั่นฉวาลี*
เดชา วิวัฒน์วิทยา
สันติ สุขสอาด

Rungrawee Pannavalee*
Decha Wiwatwittaya
Santi Suksard

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Faculty of Forestry, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand
*Corresponding Author, E-mail: rungrawee.p@hotmail.com

รับต้นฉบับ 5 พฤศจิกายน 2558

รับลงพิมพ์ 21 ธันวาคม 2558

ABSTRACT

Study on using community structure of ants to evaluate different land uses was carried out at Kasetsart University Bangkhen campus, Bangkok. Dry season during March-April 2014 and Rainy season during July-August 2014. The objective was to know diversity index, evenness index, similarity index, abundance, distribution, occurrence and ants impact for manage different land uses to reduce danger from ants or reduce problem from ants. Five different land uses including building, canteen, lawn, tree and concrete areas were selected as study sites. Have two lines survey were Syrup and Tuna baits (twenty samplings each) were used in each site and put bait 30 minutes. Number and species of ants in each area. All specimens were collected during every two weeks for four months.

The results found that nine species nine genera and four subfamilies were identified. The highest diversity index (1.23) and evenness index (0.44) of ants was building area. The maximal similarity index was 100 percent including building 1 building 2 canteen indoor footpath. Cluster Analysis by using species diversity of ants was divided into three groups at 80 percent being first group was (building area, canteen area and concrete area) second group was (building area, tree area and lawn area) third group was (lawn area and tree area). *Paratrechina longicornis* was collected in all five sites and occurrence both dry season and rain season. The most abundance of ants were found in build area. The most important of ants divided from effect to human including human health and nuisance including *Solenopsis geminata*, *Paratrechina longicornis*

and *Tapinoma melanocephalum*. So, it showed that all land uses affected to abundance only and it was evaluated that building 2 was dangerous area in Kasetsart University.

Keywords: Ants, terrestrial ant, communities structure, Kasetsart University

บทคัดย่อ

การศึกษาโครงสร้างทางสังคมบริเวณพื้นดินในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร ช่วงฤดูแล้งระหว่างเดือนมีนาคม-เมษายน พ.ศ. 2557 และช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2557 เพื่อทราบค่าดัชนีความหลากหลาย ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ ค่าความคล้ายคลึง การกระจาย การปรากฏ และผลกระทบจากมดเพื่อนำไปบริหารจัดการการใช้ประโยชน์พื้นที่ต่างๆ ให้นำไปสู่การลดอันตรายจากมดหรือลดการสร้างปัญหาจากมดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทำการเลือกพื้นที่ 5 ประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่างๆ ของมนุษย์ ประกอบด้วย พื้นที่รอบอาคาร พื้นที่โรงอาหาร พื้นที่สนามหญ้า พื้นที่ต้นไม้ใหญ่ และพื้นที่คอนกรีต โดยแต่ละพื้นที่ทำการวางเหยื่อ 2 แนวเส้นสำรวจ คือเหยื่อน้ำหวาน 20 เหยื่อและเหยื่อทuna 20 เหยื่อ วางเหยื่อทิ้งไว้ 30 นาที แล้วบันทึกจำนวนตัวและชนิดของมดในแต่ละพื้นที่ ทำการเก็บตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์เป็นระยะเวลา 4 เดือน

ผลการศึกษาพบว่าพบมดทั้งหมด 9 ชนิด 9 สกุล 4 วงศ์ย่อย ค่าดัชนีความหลากหลาย (1.23) และค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (0.44) สูงที่สุดคือ พื้นที่รอบตัวอาคาร ค่าดัชนีความคล้ายคลึงมากที่สุดคือ 100 เปอร์เซนต์ ประกอบด้วย พื้นที่รอบตัวอาคาร 1, พื้นที่รอบตัวอาคาร 2, พื้นที่โรงอาหาร และพื้นที่คอนกรีต การจัดกลุ่มมดโดยใช้ชนิดมด โดยนำมาวิเคราะห์ Cluster Analysis เมื่อพิจารณาที่ระดับ 80 เปอร์เซนต์ แบ่งออกได้ 3 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่ม 1 ได้แก่ พื้นที่รอบตัวอาคาร พื้นที่โรงอาหาร และพื้นที่คอนกรีต กลุ่ม 2 ได้แก่ พื้นที่รอบตัวอาคาร พื้นที่ต้นไม้ใหญ่ พื้นที่สนามหญ้า และกลุ่ม 3 ได้แก่ พื้นที่สนามหญ้าและพื้นที่ต้นไม้ใหญ่ ชนิดมดที่กระจายได้ดีที่สุดคือ *Paratrechina longicornis* มีการปรากฏทั้งฤดูฝนและฤดูแล้ง ตลอดทั้งเดือน พื้นที่รอบตัวอาคารมีค่าความมากมายของมดสูงที่สุด ชนิดมดที่สำคัญที่สุดที่ส่งผลกระทบต่อมนุษย์ด้านสุขภาพและด้านสร้างความรำคาญคือ *Solenopsis geminata*, *Paratrechina longicornis* และ *Tapinoma melanocephalum* ทั้ง 3 ชนิดพบได้ทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนหรือตลอดทั้งเดือน ดังนั้นการใช้ประโยชน์พื้นที่ของมนุษย์ทั้ง 5 พื้นที่มีผลต่อความมากมายของมดเท่านั้นและสามารถประเมินได้ว่าพื้นที่รอบอาคาร 2 เป็นพื้นที่อันตรายของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำสำคัญ: มด มดบนพื้นดิน โครงสร้างทางสังคม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำนำ

มดจัดเป็นแมลงที่อยู่ในอันดับ Hymenoptera วงศ์ Formicidae เป็นกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความโดดเด่นในระบบนิเวศสูง กินอาหารได้หลากหลาย มดมีบทบาทเป็นทั้งผู้บริโภคร่าง และผู้ย่อยสลาย (Jaitrong, 2001) มดที่พบในเขตเมืองสามารถดำรงชีวิตได้ในลักษณะแตกต่างกันและมีการกระจายได้อย่างกว้างขวางมดยังช่วยในการควบคุมแมลงศัตรูพืชตามธรรมชาติและช่วย

ในการหมุนเวียนธาตุอาหารในดิน ก่อให้เกิดความสมดุลในระบบนิเวศ สามารถอาศัยอยู่ทั้งในดิน ตามซากพืช ได้ก่อนหิน ตามต้นไม้หรือไม้พื้นล่าง (Jaitrong, 2011) ในประเทศไทยพบมดแล้วประมาณ 1,000 ชนิด และจำนวนมดในโลก 20,000 ชนิด มดและมนุษย์มีความสัมพันธ์และใกล้ชิดกันมาช้านาน ในชีวิตประจำวันสามารถพบมดได้ทั่วไป โดยส่วนใหญ่มนุษย์มักจะมองว่ามดได้สร้างความรำคาญ สร้างความเดือดร้อนหรือความเสียหายให้แก่มนุษย์ การศึกษาการใช้โครงสร้าง

ทางสังคมของมดในการประเมินการใช้ประโยชน์พื้นที่ต่างกันของมดยังมีน้อย ซึ่งในพื้นที่ที่มีชนิดพันธุ์มากก็อาจจะมียอดที่ทำอันตรายมาก มนุษย์จึงต้องเรียนรู้ที่จะปรับตัวและหาวิธีป้องกันอันตรายจากมดชนิดต่างๆ นั้นด้วย แต่เดิมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีสัดส่วนของพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นต้นไม้ซึ่งเอื้อต่อการเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยและเป็นแหล่งอาหารของสัตว์ชนิดต่างๆ เป็นผลให้มีความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตซึ่งรวมไปถึงมดด้วย แต่ในปัจจุบันพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นสิ่งปลูกสร้างที่เอื้อต่อการใช้ประโยชน์หรือทำกิจกรรมของมนุษย์เพิ่มขึ้นซึ่งอาจจะส่งผลกระทบต่อความหลากหลายของมดด้วยเช่นกัน ดังนั้นการศึกษากการใช้โครงสร้างทางสังคมของมดในการประเมินการใช้ประโยชน์พื้นที่ต่างกันในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขนจึงมีความสำคัญและควรมีการศึกษอย่างเร่งด่วน เพื่อให้ทราบชนิดของมด การกระจาย ความมากมายของมดในพื้นที่ศึกษาและข้อมูลที่ได้สามารถนำไปสู่การวางแผนจัดการใช้ประโยชน์พื้นที่ต่างๆ ให้นำไปสู่การลดอันตรายจากมดหรือลดการสร้างปัญหาจากมดลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน ตั้งอยู่เลขที่ 50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร พิกัดทางภูมิศาสตร์ตั้งอยู่ที่ 13°51'05"N 100°34'01"E / 13.851360°N 100.566990°E มีพื้นที่ทั้งหมด 846 ไร่ ตั้งอยู่ในที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่างมีระดับความสูงโดยเฉลี่ยประมาณ 1.5 เมตรจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ลักษณะผิวดินทั่วไปเป็นดินเหนียวซึ่งเกิดจากตะกอนน้ำทับถมกันมาเป็นเวลานาน มี 3 ฤดูกาล คือ ฤดูหนาว ฤดูร้อน และฤดูฝน และภายในพื้นที่มหาวิทยาลัยได้แบ่งพื้นที่การใช้ประโยชน์ออกเป็น 5 ประเภท ดังต่อไปนี้ 1) พื้นที่รอบตัวอาคาร (Building area), 2) พื้นที่โรงอาหาร (Canteen area), 3) พื้นที่สนามหญ้า (Lawn area), 4) พื้นที่ต้นไม้ใหญ่

(Tree area) และ 5) พื้นที่คอนกรีต (Concrete area) ตามลำดับ

การเก็บตัวอย่าง

การศึกษานี้ทำการศึกษามดบนพื้นดิน โดยทำการวางแนวเส้นสำรวจ 2 แนวเส้นสำรวจคือ แนวเส้นสำรวจเหยื่อน้ำหวานและแนวเส้นสำรวจเหยื่อท่อน้ำระยะห่าง 5 เมตร โดยแต่ละแนวเส้นสำรวจวางเหยื่อล่อ 20 จุด แต่ละจุดห่างกัน 5 เมตร รวมระยะทางการวางเหยื่อล่อ 100 เมตร วางเหยื่อทิ้งไว้ 30 นาที และทำการเก็บตัวอย่างมดที่พบบนเหยื่อแต่ละเหยื่อ ใส่ลงในขวดพลาสติกที่มีแอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์พร้อมบันทึกจำนวนตัวเพื่อนำมาจัดจำแนกชนิดในห้องปฏิบัติการต่อไป การเก็บข้อมูลเก็บเดือนละ 2 ครั้ง คือ สัปดาห์ที่ 2 และ 4 ของเดือน เป็นระยะเวลา 4 เดือน รวมเก็บข้อมูลทั้งหมด 8 ครั้ง ทำการศึกษา 2 ช่วง คือ ช่วงฤดูแล้งเดือนมีนาคม-เดือนเมษายน พ.ศ. 2557 และ ช่วงฤดูฝนเดือนกรกฎาคม-เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2557

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ค่าดัชนีความหลากหลาย (Shannon–Wiener's Index) (Wilson, 2000)
2. ค่าดัชนีความสม่ำเสมอ (Evenness index) (Ludwig and Reynolds, 1988)
3. ค่าดัชนีค่าความคล้ายคลึง (Similarity index) (Sorensen, 1984)
4. ค่าการกระจายของมด (Krebs, 1972)
5. ค่าการปรากฏของมด (Occurrence) เพื่อนำมาแบ่งระดับการพบแบ่งออกเป็นพบบ่อย พบปานกลาง และพบน้อย (Krebs, 1999)
6. ค่าความมากมายของประชากรมด หมายถึง จำนวนมดที่พบ (ตัว) ต่อกับดักเหยื่อ (Wiwatwitaya and Takeda, 2005)
7. เปรียบเทียบชนิดมดที่พบเพื่อนำมาจัดกลุ่มชนิด โดยใช้วิธี Cluster Analysis (McCune and Mefford, 1999)

ผลและวิจารณ์

ความหลากหลายและความมากมาย

จากการศึกษาความหลากหลายชนิดของมดในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร พบชนิดมดทั้งหมด 9 ชนิด 9 สกุล 4 วงศ์ย่อย โดยพบวงศ์ย่อย Myrmicinae มากที่สุด คิดเป็น 44.44 เปอร์เซ็นต์ (Figure 1) รองลงมาคือ Dolichoderinae พบ 33.33 เปอร์เซ็นต์ ส่วนวงศ์ย่อยที่พบน้อยที่สุดคือ Formicinae และ Ponerinae ซึ่งพบ 11.11 เปอร์เซ็นต์

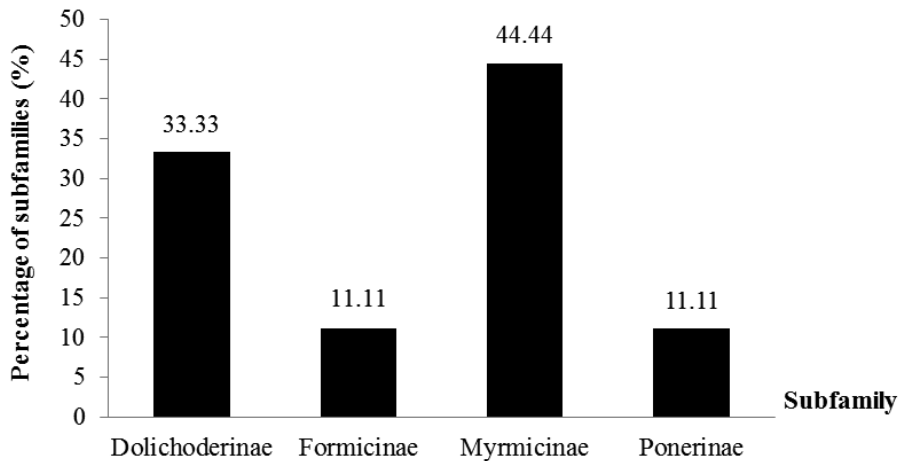


Figure 1 Percentage of ants subfamilies in Kasetsart University Bangkok Campus, Bangkok.

ค่าดัชนีความหลากหลาย พบว่าพื้นที่รอบอาคารมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 1.23 รองลงมาคือพื้นที่สนามหญ้าและพื้นที่คอนกรีตมีค่าดัชนีความหลากหลายเท่ากับ 1.18 และ 1.13 ตามลำดับ ขณะที่พื้นที่โรงอาหารมีค่าดัชนีความหลากหลายน้อยที่สุดเท่ากับ 0.72 พื้นที่รอบอาคารมีค่าดัชนีความหลากหลายมากที่สุดแม้พบชนิดมด 4 ชนิดซึ่งน้อยกว่าพื้นที่ต้นไม้ใหญ่ เนื่องจากพื้นที่รอบอาคารมีความสม่ำเสมอของการกระจายชนิดมดมากที่สุดเท่ากับ 0.44 จึงทำให้ค่าดัชนีความหลากหลายมีค่าสูงตามไปด้วย แสดงให้เห็นว่าพื้นที่การใช้ประโยชน์บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์มีความสม่ำเสมอของการกระจายชนิดมดปานกลาง (Table 1) ยกเว้นพื้นที่โรงอาหารที่ต่ำที่สุด

เท่ากัน สอดคล้องกับการศึกษาของ Holldobler and Wilson, 1990; Bolton, 1994 ได้กล่าวไว้ว่ามดในวงศ์ย่อย Myrmicinae มีจำนวน 4,400 ชนิดซึ่งมากที่สุดในโลก ทำให้มีโอกาสพบได้มากกว่าวงศ์ย่อยอื่นๆ และ Srihakom (2013) ได้ศึกษาถึงโครงสร้างทางสังคมและองค์ประกอบของชนิดมดในพื้นที่การใช้ประโยชน์ต่างกัน บริเวณสวนจตุจักร สวนสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ และสวนวชิรเบญจทัศ ในกรุงเทพมหานคร โดยพบวงศ์ย่อย Myrmicinae มากที่สุดเช่นเดียวกันแต่พบจำนวนชนิดน้อยกว่า

ความมากมายของมดต่อกับดักเหยื่อ พบว่ามีความมากมายแตกต่างกันมากระหว่าง 1.93-22.47 ตัวต่อกับดักเหยื่อ พื้นที่รอบอาคาร 1 มีความมากมายของประชากรมดมากที่สุดเท่ากับ 22.47 ตัวต่อกับดักเหยื่อ รองลงมาคือ พื้นที่รอบอาคาร 2 พื้นที่โรงอาหาร 1 (ในร่ม) โดยมีความมากมายเท่ากับ 17.36 และ 17.03 ตัวต่อกับดักเหยื่อ ตามลำดับ ความมากมายน้อยที่สุดคือ พื้นที่ลานจอดรถเท่ากับ 1.93 ตัวต่อกับดักเหยื่อ (Table 2) พื้นที่ที่มีความมากมายของมดมาก เนื่องจากมีแหล่งอาหารมากและถิ่นอาศัยเหมาะสม ทำให้สร้างอาณาจักรได้เข้มแข็ง จะเห็นได้ว่ากิจกรรมของมนุษย์เป็นตัวช่วยเพิ่มความมากมายของมดถึงแม้ว่าบางพื้นที่ถิ่นอาศัยไม่เหมาะสมแต่ที่พบมดจำนวนมากเพราะ

ว่ามีแหล่งอาหารที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้มดอาศัยบริเวณใกล้เคียงเข้ามากินอาหาร ขณะที่พื้นที่จอดรถมีความมากมายต่ำมาก อาจเนื่องจากสภาพพื้นที่ไม่เหมาะแก่การอาศัยและไม่มีแหล่งอาหาร ซึ่งต่างกับ Srihakom (2013) ที่ศึกษาถึงความมากมายของมดบริเวณสวนสาธารณะในกรุงเทพมหานคร พบว่าความมากมายของมดมากที่สุดคือพื้นที่พักผ่อน ส่วนพื้นที่

อาคารมีความมากมายของมดอยู่ในอันดับ 3 สำหรับพื้นที่โรงอาหาร 1 (ในร่ม) กับพื้นที่โรงอาหาร 2 (กลางแจ้ง) มีความมากมายแตกต่างกันมาก ถึงแม้ว่ามีแหล่งอาหารที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ก็ตาม แต่พื้นที่โรงอาหาร (กลางแจ้ง) เปิดโล่งและมีอุณหภูมิสูงจะเห็นได้ว่าทุกพื้นที่การใช้ประโยชน์ต่างกันมีผลต่อความมากมายของมด

Table 1 Diversity and Evenness indices of ants in different land uses in Kasetsart University Bangkheng Campus, Bangkok.

Land uses	Species	Diversity index (H')	Evenness index (E)
1) Canteen area	4	0.72	0.26
2) Concrete area	4	1.13	0.40
3) Building area	4	1.23	0.44
4) Lawn area	5	1.18	0.42
5) Tree area	6	1.07	0.39

Table 2 Abundance of ants in different land uses in Kasetsart University Bangkheng Campus, Bangkok.

Land uses	Abundance (ind./ bait trap)
Building 1	22.47
Building 2	17.36
Canteen 1 (Indoor)	17.03
Canteen 2 (Outdoor)	5.85
Recreation	10.47
Lawn with play football	4.72
Tree area without human	4.90
Tree area with human	14.82
Footpath	11.49
Parking	1.93

ความคล้ายคลึง

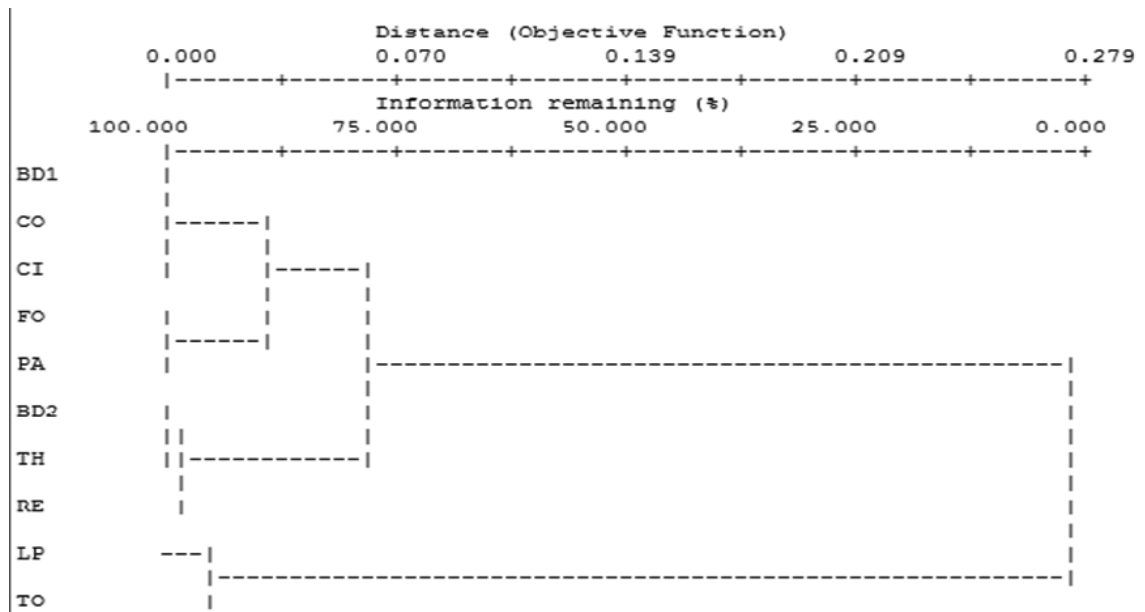
ค่าความคล้ายคลึงของมดเป็นความคล้ายคลึงของมดที่มีองค์ประกอบชนิดเหมือนกัน พบว่า พื้นที่รอบอาคาร 1 พื้นที่รอบอาคาร 2 กับโรงอาหาร 1 (ในร่ม) และพื้นที่รอบอาคาร 1 พื้นที่รอบอาคาร 2 พื้นที่โรงอาหาร 1 (ในร่ม) กับพื้นที่ทางเดินเท้ามีความคล้ายคลึงกันมากที่สุดคือ 100 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีลักษณะของพื้นที่ที่เป็นคอนกรีตเป็นส่วนใหญ่เหมือนกันจึงทำให้มีความ

คล้ายคลึงกันมาก ส่วนพื้นที่ที่มีความคล้ายคลึงกันน้อยที่สุดคือ พื้นที่โรงอาหาร 2 (กลางแจ้ง) กับพื้นที่ต้นไม้ใหญ่ที่ไม่มีกิจกรรมมนุษย์ และพื้นที่ต้นไม้ใหญ่ที่มีกิจกรรมมนุษย์ เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากพื้นที่โรงอาหาร 2 (กลางแจ้ง) เป็นพื้นที่ลักษณะคอนกรีต แสงแดดส่องถึงและเปิดโล่ง ส่วนพื้นที่ต้นไม้ใหญ่ทั้ง 2 พื้นที่มีพื้นที่คอนกรีตน้อยและร่มรื่นจึงทำให้มีความคล้ายคลึงกันน้อยที่สุด (Table 3)

Table 3 Similarity index of ants in different land uses in Kasetsart University Bangkhen Campus, Bangkok.

Sites	BD1	BD2	CI	CO	RE	LP	TO	TH	FO	PA
BD1	-	100	100	66.6	88.8	75	60	80	100	85.7
BD2	-	-	100	66.6	88.8	75	60	80	100	85.7
CI	-	-	-	66.6	88.8	75	60	80	100	85.7
CO	-	-	-	-	57.1	66.6	50	50	66.6	80
RE	-	-	-	-	-	66.6	54.5	72.7	88.8	75
LP	-	-	-	-	-	-	60	60	75	57.1
TO	-	-	-	-	-	-	-	66.6	60	66.6
TH	-	-	-	-	-	-	-	-	80	66.6
FO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85.7
PA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Remarks: BD1 = Building 1, BD2 = Building 2, CI = Canteen Indoor, CO = Canteen Outdoor, RE = Recreation, LP = Lawn with playing football, TO = Tree without human, TH = Tree with human, FO = Footpath, PA = Parking

**Figure 2** Cluster Analysis by using species diversity in different land uses in Kasetsart University Bangkhen Campus, Bangkok.

การจัดกลุ่มพื้นที่โดยใช้ชนิดมดที่พบในพื้นที่แต่ละชนิด โดยนำมาวิเคราะห์โดยใช้ Cluster Analysis สามารถแบ่งพื้นที่ออกเป็น 3 กลุ่ม (Figure 2) เมื่อพิจารณาความคล้ายคลึงของพื้นที่ที่ระดับ 80 เปอร์เซนต์

กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยพื้นที่การใช้ประโยชน์ 3 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่รอบตัวอาคาร พื้นที่โรงอาหาร พื้นที่คอนกรีต มีความคล้ายคลึงกัน 100 เปอร์เซนต์ กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยพื้นที่การใช้ประโยชน์ 3 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่

รอบตัวอาคาร พื้นที่ต้นไม้ใหญ่ พื้นที่สนามหญ้า กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วยพื้นที่การใช้ประโยชน์ 2 พื้นที่ ได้แก่ พื้นที่สนามหญ้า และพื้นที่ต้นไม้ใหญ่

หากเมื่อพิจารณาความคล้ายคลึงของพื้นที่ที่ระดับ 50 เปอร์เซนต์ สามารถแบ่งกลุ่มพื้นที่ออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยพื้นที่รอบอาคาร 1 พื้นที่รอบอาคาร 2 พื้นที่โรงอาหาร 1 (ในร่ม) พื้นที่โรงอาหาร 2 (กลางแจ้ง) พื้นที่ทางเดินเท้า พื้นที่จอดรถ พื้นที่ต้นไม้ใหญ่มีกิจกรรมของมนุษย์และพื้นที่พักผ่อน ส่วนกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยพื้นที่สนามหญ้าที่มีการเล่นฟุตบอล และพื้นที่ต้นไม้ใหญ่ที่ไม่มีกิจกรรมของมนุษย์ อย่างไรก็ตามเห็นได้ว่า พื้นที่การใช้ประโยชน์บริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีความคล้ายคลึงของชนิดมดค่อนข้างสูงมากหรือมีความแตกต่างกันน้อยนั่นเอง นั่นแสดงว่าพื้นที่การใช้ประโยชน์ต่างๆ มีผลกระทบกับชนิดมดระดับน้อยถึงระดับปานกลาง

การกระจายและการปรากฏ

การกระจายของชนิดมด พบว่าส่วนใหญ่การกระจายระดับต่ำถึงปานกลาง ชนิด *Paratrechina longicornis* พบกระจายได้ดีเกือบทุกพื้นที่การใช้ประโยชน์ ขณะที่ชนิด *Pheidole tanjongensis* พบกระจายดี 3 พื้นที่คือ พื้นที่โรงอาหาร 2 (กลางแจ้ง) พื้นที่พักผ่อน และพื้นที่ต้นไม้ใหญ่มีกิจกรรมมนุษย์และชนิด *Philidris* sp.1 of AMK พบ 1 พื้นที่คือ พื้นที่สนามหญ้าเล่นฟุตบอล เหล่านี้ยังกระจายดีทั้งฤดูแล้งและฤดูฝนด้วยเช่นกัน จากการสังเกตการกระจายของมดบริเวณมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ขึ้นอยู่กับกิจกรรมมนุษย์เป็นการแสดงว่าพื้นที่การใช้ประโยชน์ต่างๆ ไม่มีผลต่อการกระจายขึ้นอยู่กับชนิดมด (Table 4) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Senthong (2003) ที่ได้ศึกษาความหลากหลายชนิดของมดในเขตเมือง ในกรุงเทพมหานคร โดยมีรายงานว่าชนิดที่มีการแพร่กระจายในพื้นที่เรียงลำดับจากมากไปน้อยคือ *Paratrechina longicornis* และ *Solenopsis geminata*

Table 4 Percentage of distribution of ants in different land uses in Kasetsart University Bangkok Campus, Bangkok.

Species	Land uses									
	BD1	BD2	CI	CO	RE	LP	TO	TH	FO	PA
<i>Diacamma vagans</i>	-	-	-	-	-	-	7.5	-	-	-
<i>Dolichoderus thoracicus</i>	-	-	-	-	-	-	1.2	3.4	-	-
<i>Meranoplus bicolor</i>	-	-	-	-	1.8	-	-	-	-	-
<i>Paratrechina longicornis</i>	42.2	17.5	44.7	27.5	7.81	13.8	21.5	14.4	27.1	11.2
<i>Pheidole tanjongensis</i>	38.1	14.4	19.1	28.1	24.3	4.68	2.5	14.3	14.1	3.75
<i>Philidris</i> sp.1 of AMK	-	-	-	-	-	23.4	12.8	-	-	-
<i>Solenopsis geminata</i>	2.2	11.8	1.2	-	8.75	10	-	9.3	8.4	-
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	8.1	9.9	4.2	-	7.91	-	1.8	5.3	17.5	6.2
<i>Tetramorium bicarinatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	4.2	-	-

การปรากฏของชนิดมด พบว่า ชนิด *Paratrechina longicornis* พบได้ทั้งเดือนและทั้งฤดูแล้งกับฤดูฝนทุกพื้นที่การใช้ประโยชน์ คือ 100 เปอร์เซนต์ ขณะที่ชนิด *Solenopsis geminata* กับ *Tapinoma melanocephalum* พบได้ทั้งเดือนและทั้งฤดูแล้งกับฤดูฝน แต่พบบางพื้นที่การใช้ประโยชน์ ขณะที่ชนิดที่เหลือพบบางพื้นที่การใช้ประโยชน์และพบทั้ง

เดือนช่วงฤดูฝนเท่านั้น เป็นการแสดงว่า มดทั้ง 4 ชนิดเป็นมดที่สามารถดำรงชีวิตได้ดีบริเวณเขตเมืองที่มีการใช้ประโยชน์ต่างกัน อาหารที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ถือเป็นปัจจัยสำคัญต่อการปรากฏของมดทั้ง 4 ชนิดนี้ สำหรับมดที่ปรากฏช่วงฤดูฝนอาจเป็นเพราะว่า มดเหล่านี้มีปัจจัยด้านความชื้นเป็นปัจจัยสำคัญ จึงออกมาทำกิจกรรมมากกว่าฤดูแล้ง (Table 5) เช่น มด

Melanoplus bicolor สอดคล้องกับการศึกษาของ Herbers (1985) ที่กล่าวว่า มดสกุล *Meranoplus* เป็นกลุ่มมดที่

หาอาหารอยู่บริเวณพื้นที่โล่งแห้งแล้งและมีการเก็บเมล็ดพืชตระกูลหญ้าเป็นอาหาร

Table 5 Occurrence times of ants in different land uses in Kasetsart University Bangkhen Campus, Bangkok.

Species	Land uses									
	BD1	BD2	CI	CO	RE	LP	TO	TH	FO	PA
<i>Diacamma vagans</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<i>Dolichoderus thoracicus</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<i>Meranoplus bicolor</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Paratrechina longicornis</i>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<i>Pheidole tanjongensis</i>	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
<i>Philidris</i> sp.1 of AMK	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
<i>Solenopsis geminata</i>	8	8	8	-	8	8	-	8	8	-
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	8	8	8	-	8	-	8	8	8	8
<i>Tetramorium bicarinatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-

ชนิดมดอันตรายที่สำคัญ

จากมดทั้งหมด 9 ชนิด พบสร้างปัญหาแตกต่างกัน คือ ปัญหาสุขภาพ ปัญหาด้านสร้างความรำคาญ และปัญหาด้านเศรษฐกิจ โดยพบเป็นจำนวน 2, 6 และ 3 ชนิด ตามลำดับ (Table 6) จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่เป็นมดสร้างความรำคาญ ซึ่งมดชนิด *Paratrechina longicornis* สามารถพบได้ทุกพื้นที่การใช้ประโยชน์ ทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน และตลอดทั้งเดือนกับชนิด *Tapinoma melanocephalum* พบได้เกือบทุกพื้นที่การใช้ประโยชน์ ยกเว้นพื้นที่โรงอาหาร 2 (กลางแจ้ง) และพื้นที่สนามหญ้า เล่นฟุตบอลทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน และตลอดทั้งเดือน ขณะที่ชนิดมดที่เหลือ อาจพบทุกพื้นที่การใช้ประโยชน์ หรือพบได้ทั้งเดือนก็ตาม แต่เป็นมดที่ไม่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมของมนุษย์ ทำให้โอกาสสร้างความรำคาญจึงเกิดขึ้นได้น้อย สำหรับปัญหาด้านสุขภาพ พบมดที่สำคัญ 2 ชนิด คือ ชนิด *Solenopsis geminata* โดยพบเกือบทุกพื้นที่การใช้ประโยชน์ ทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน และพบได้ทั้งเดือน และชนิด *Diacamma vagans* ซึ่งจัดเป็นมดที่มีพิษมากชนิดหนึ่ง พบเพียง 1 พื้นที่ คือ พื้นที่

ดินไม้ใหญ่ที่ไม่มีกิจกรรมมนุษย์ พบบางช่วงของเดือน และพบเฉพาะฤดูฝนเท่านั้น

นอกจากนี้ พบมดที่มีความสำคัญในการสร้างปัญหาทางเศรษฐกิจ 2 ชนิด คือ ชนิด *Tapinoma melanocephalum* และ *Solenopsis geminata* ซึ่งพบได้ทั้งเดือนและพบทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน ดังนั้นจึงมีโอกาสสร้างความเสียหายได้

ชนิดมดที่สำคัญที่สุด เนื่องจากสามารถสร้างผลกระทบได้มากที่สุด คือ มดคันไฟ (*Solenopsis geminata*) พบได้เกือบทุกพื้นที่ ทั้งฤดูแล้งและฤดูฝน มีการกระจายมากที่สุดในพื้นที่รอบอาคาร 2 มดคันไฟเป็นมดที่มีเหล็กในจะใช้ต่อย เมื่อถูกต่อยจะทำให้รู้สึกเจ็บแสบ จะมีอาการคันมากและบวมแดง ซึ่งจะหายเองโดยไม่มีอันตราย แต่สำหรับคนที่ภูมิแพ้ผื่นอาจทำให้เป็นอันตรายถึงชีวิตได้ มดคันไฟอินวิคตา (*Solenopsis invicta*) หรือ (*S. invicta*) เป็นมดอีกชนิดหนึ่งที่มีพิษรุนแรงจะใช้ปากกัดและต่อยด้วยเหล็กในแล้วฉีดสารพิษอัลคาลอยด์จากส่วนท้อง ทำให้มีอาการเจ็บแสบอย่างรุนแรงคล้ายถูกไฟลวก แต่มดชนิดนี้ยังไม่พบในประเทศไทย (Songtummin, 2014)

Table 6 Ant impacts on human in different land uses in Kasetsart University Bangkhen Campus, Bangkok.

Species	Health Group	Nuisance Group	Economic Loss Group
<i>Diacamma vagans</i>	1	0	0
<i>Dolichoderus thoracicus</i>	0	0	1
<i>Meranoplus bicolor</i>	0	1	0
<i>Paratrechina longicornis</i>	0	1	0
<i>Pheidole tanjongensis</i>	0	1	0
<i>Philidris</i> sp.1 of AMK	0	1	0
<i>Solenopsis geminata</i>	1	0	1
<i>Tapinoma melanocephalum</i>	0	1	1
<i>Tetramorium bicarinatum</i>	0	1	0
Total	2	6	3

สรุป

จากการศึกษาครั้งนี้ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพมหานคร พบมดทั้งหมด 9 ชนิด 9 สกุล 4 วงศ์ย่อย ซึ่งอาจมีอิทธิพลมาจากวิธีการเก็บตัวอย่างจึงทำให้พบชนิดมดได้น้อย ค่าดัชนีความหลากหลายพบว่า พื้นที่รอบตัวอาคารมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 1.23 ขณะที่พื้นที่โรงอาหารมีค่าดัชนีความหลากหลายของชนิดมดน้อยที่สุด เท่ากับ 0.72 ค่าดัชนีความสม่ำเสมอของมดพบว่า พื้นที่รอบตัวอาคารมีค่ามากที่สุด เท่ากับ 0.44 ขณะที่พื้นที่โรงอาหารมีค่าดัชนีความสม่ำเสมอของมดน้อยที่สุด เท่ากับ 0.26 การกระจายพบว่าชนิดมดที่กระจายได้ดีที่สุด โดยสามารถพบได้ทุกพื้นที่ คือ *Paratrechina longicornis* มีเปอร์เซ็นต์การกระจาย เท่ากับ 22.76 และชนิดมดที่กระจายได้น้อยที่สุด คือ *Meranoplus bicolor* มีเปอร์เซ็นต์การกระจาย เท่ากับ 0.18 การปรากฏของมด กลุ่มที่พบบ่อยที่สุด โดยพบทั้ง 8 ครั้งของการเก็บข้อมูลซึ่งคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ มี 5 ชนิด คือ *Paratrechina longicornis*, *Pheidole tanjongensis*, *Philidris* sp.1 of AMK, *Solenopsis geminata* และ *Tapinoma melanocephalum* ส่วนกลุ่มที่พบน้อยที่สุด ได้แก่ *Dicamma vagans*, *Dolichoderus thoracicus* และ *Meranoplus bicolor* โดยพบ 4 ครั้งใน

ช่วงฤดูฝนของการเก็บข้อมูล ความมากมายของมดต่อกับดักเหยื่อ พบว่า พื้นที่รอบตัวอาคารมีความมากมายของประชากรมดมากที่สุด เท่ากับ 22.47 ตัวต่อกับดักเหยื่อและพื้นที่คอนกรีตมีความมากมายของประชากรมดน้อยที่สุด เท่ากับ 1.93 ตัวต่อกับดักเหยื่อ

ชนิดมดที่สำคัญ แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม คือ ด้านสุขภาพ 2 ชนิด ชนิดที่สำคัญที่สุด คือ *Solenopsis geminata* ด้านสร้างความรำคาญ 6 ชนิด ชนิดที่สำคัญที่สุด คือ *Paratrechina longicornis* ด้านสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจ 3 ชนิด ชนิดที่สำคัญที่สุด คือ *Tapinoma melanocephalum* และชนิดมดที่สำคัญที่สุดเนื่องจากสามารถสร้างผลกระทบให้แก่มนุษย์มากที่สุด คือ *Solenopsis geminata*

การใช้ประโยชน์พื้นที่ของมนุษย์ทั้ง 5 พื้นที่ มีผลต่อความมากมายของมดเท่ากัน ดังนั้นการทราบถึงความมากมายของมดจึงสามารถนำไปสู่การบริหารจัดการมดเพื่อลดอันตรายจากมดและลดปัญหามาจากมดในพื้นที่ การใช้ประโยชน์ภายในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ลงได้ และสามารถประเมินได้ว่าพื้นที่รอบอาคาร 2 เป็นพื้นที่อันตรายของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ พื้นที่ลานจอดรถได้รับผลกระทบจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ของมนุษย์มากที่สุด ส่วนพื้นที่ต้นไม้ใหญ่ได้รับผลกระทบจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ของมนุษย์น้อยที่สุด

REFERENCES

- Bolton, B. 1994. **Identification Guide to the Ant Genera of the world**. Harvard University Press Cambridge, London.
- Herbers, J. M. 1985. Seasonal Structing of a North Temperature and Communities. **Insect Sociaux** 32: 224-240.
- Holldobler, B. and E. O. Wilson. 1990. **The Ants**. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, London.
- Jaitrong, W. 2001. **Identification guide to the ant genera of Khao Yai National Park**. Department of Forest Biology Faculty of Forestry Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- _____. 2011. **Manual classification currency ants in Thailand**. National Science Museum, Ministry of science and Technology, Pathumthani. (in Thai)
- Krebs, J. C. 1972. **Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance**. Harper and Row Publishers, New York.
- _____. 1999. **Ecological methodology**. Vol. 620. Benjamin/Cummings, Menlo Park, California.
- Ludwig, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. **Statistical Ecology**. John Wiley & Sons, New York. Academy Press, Washington, D. C. 297 p.
- McCune, B. and M. J. Mefford. 1999. **PC-ORD**. Multivariate Analysis of Ecological Data Version 4. MjM Software Design, Glenden.
- Senthong, D. 2003. **Ant Distribution Based on Air Quality Variation in Urban Community of Bangkok**. M.S. Thesis, Kasetsart Universtiy, Bangkok. (in Thai)
- Songtummin, R. 2014. **Ant Bite Big Problem**. Available source: <http://www.healthandcuisine.com/detail.aspx?ID=6001#.VCR5NmeSw4N>, August 1, 2014. (in Thai)
- Sorensen, B. 1984. Physical Measurement as Risk Indicators for Low-Back Trouble Over a One Year Period. **Journal of Spinal Disorders and Techniques** 9: 106-119.
- Srihakom, W. 2013. **The Community Structure and Species Composition of Ground-dwelling Ants in Various Land Uses among Urban Parks in Bangkok**. M. S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Wilson, E. O. 2000. **Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington.
- Wiwatwitaya, D. and H. Takeda. 2005. Seasonal changes in soil arthropod abundance in the dry evergreen forest of north-east Thailand, with special reference to collembolan communities. **Ecological Research** 20 (1): 59-70.
-

นิพนธ์ต้นฉบับ

การแพร่กระจายและสถานภาพการอนุรักษ์ปลั่งลิงชาร
(*Crinum thaianum* J. Schulze) ในประเทศไทย

Distribution and Conservation Status of Water onion
(*Crinum thaianum* J. Schulze) in Thailand

นิรันดร์รัตน์ ป้อมอิม*

ยงยุทธ ไตรสุรัตน์

ดวงใจ สุขเฉลิม

Nirunrut Pomoim*

Yongyut Trisurat

Duangjai Sukchalerm

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding Author, E-mail: kekek_r@hotmail.com

รับต้นฉบับ 8 ตุลาคม 2558

รับลงพิมพ์ 3 ธันวาคม 2558

ABSTRACT

The objectives of study on distribution and conservation status of Water onion (*Crinum thaianum* J. Schulze) in Thailand were to investigate the extent of occurrence and to assess the conservation status of *Crinum thaianum* in Thailand according to the IUCN red list categories and Criteria version 3.1. The specially explicit distribution model, by Maximum entropy (MaxEnt), was used to predict its extent in the landscape and geographic information system was employed to generate the distribution map of *Crinum thaianum*.

The result revealed that the distribution of *Crinum thaianum* produced by MaxEnt had overall prediction accuracy of 94% and its extent of occurrence covered approximately 126 km². There were six environment factors contributing to distribution of *Crinum thaianum*, including 1) annual precipitation (3,100-3,300 mm.), 2) mean temperature of driest quarter (27.5-28.5°C), 3) maximum temperature of warmest month (33.5-34 °C), 4) elevation above mean sea level (0-30 m.), 5) soil group (deposition of alluvium in river levee. Surface soil consisting of loam or silty sandy loam soil pH of 5.5-6.0 subsoil consisting of clay loam or silty clay loam and pH is 5.5-7.0, 6) land use type (evergreen forest and partially in agriculture associated with urban area). According to previous studies and the current research, the distribution of *Crinum thaianum* is also continuing decline and shows extreme fluctuation. Therefore, *Crinum thaianum* is categorized as endangered status.

Keywords: *Crinum thaianum*, Water onion, Species distribution Model, Conservation status

บทคัดย่อ

การศึกษาการแพร่กระจายและสถานภาพการอนุรักษ์พลับพลึงธาร (*Crinum thaianum* J. Schulze) ในประเทศไทยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการกระจายและนิเวศวิทยา ตลอดจนการประเมินสถานภาพการอนุรักษ์พลับพลึงธารตาม IUCN red list categories and criteria Version 3.1 โดยใช้แบบจำลองการกระจาย Maximum entropy (MaxEnt) ในการประเมินและสร้างแผนที่การกระจายของพลับพลึงธาร

ผลการศึกษาพบว่าแผนที่การกระจายของพลับพลึงธาร ด้วยแบบจำลอง MaxEnt ให้ค่าความถูกต้องร้อยละ 94 ปัจจัยทางด้านนิเวศที่มีผลต่อการกระจายของพลับพลึงธารมี 6 ปัจจัย ประกอบด้วย 1) ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี (3,100-3,300 มิลลิเมตร) 2) ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในช่วงฤดูแล้ง (27.5-28.5 องศาเซลเซียส) 3) อุณหภูมิสูงสุดในเดือนที่มีอากาศร้อนสุด (33.5-34 องศาเซลเซียส) 4) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง (0-30 เมตร) 5) กลุ่มชุดดิน (ดินเกิดจากการทับถมของตะกอนลำนํ้าบริเวณสันดินริมน้ำ ดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายแข็ง มีค่า pH 5.0-6.0 ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแข็ง ค่า pH 5.5-7.0) 6) การใช้ประโยชน์ที่ดิน (ป่าไม้ผลัดใบ และพบได้บ้างในพื้นที่เกษตร และพื้นที่ชุมชน) จากการศึกษาในอดีตและปัจจุบัน พบว่า ขอบเขตการแพร่กระจายของพลับพลึงธาร มีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องและมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรง ดังนั้น สถานภาพของพลับพลึงธารจึงจัดอยู่ในเกณฑ์ “ใกล้สูญพันธุ์” (endangered)

คำสำคัญ: พลับพลึงธาร หอมนํ้า แบบจำลองการกระจายของชนิด สถานภาพการอนุรักษ์

คำนำ

พลับพลึงธารหรือหอมนํ้า (*Crinum thaianum* J. Schulze) เป็นไม้ล้มลุกได้นํ้า อยู่ในวงศ์พลับพลึง (Amaryllidaceae) จัดเป็นพืชเฉพาะถิ่น (endemic species) ของประเทศไทย พบได้ทางภาคใต้ตอนบนเฉพาะในจังหวัดระนองและพังงา (Schulze, 1972) นิเวศวิทยาของพลับพลึงธาร มีการกระจายในระบบนิเวศที่มีลักษณะเฉพาะตัว คือสามารถเจริญเติบโตตามธรรมชาติในบริเวณที่ชื้นแฉะ ชายนํ้า หรือบริเวณที่ราบตามลำคลอง ที่มีนํ้าไหลและใสสะอาด มีสภาพภูมิอากาศที่มีฤดูแล้งสลับกับฤดูฝนชัดเจน (wet-dry climate cycle) โดยเจริญเติบโตเต็มที่ในฤดูฝน และมีการพักตัวในฤดูแล้ง

ปัญหาการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศถิ่นที่อยู่อาศัยของพลับพลึงธาร อันเนื่องมาจากการขุดลอกคลอง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ตลอดจนการเก็บหัวพลับพลึงธารในธรรมชาติไปขายและส่งออกต่างประเทศ เป็นผลทำให้ปริมาณพลับพลึงธารใน

ธรรมชาติลดลงเป็นจำนวนมาก จากรายงานของ Soonthornnawaphat (2010) มีปริมาณพลับพลึงธารในธรรมชาติเหลือเพียง 1.90 ไร่ (0.003 ตารางกิโลเมตร) จากปัญหาดังกล่าวทำให้ปี พ.ศ. 2554 องค์การสหภาพสากลเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ (IUCN) ยก ระดับสถานภาพพลับพลึงธาร จากพืชที่มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (vulnerable) เป็นพืชที่ “ใกล้สูญพันธุ์” (endangered) แต่อย่างไรก็ตาม การจัดสถานภาพดังกล่าวข้างต้นดำเนินการเพียงเฉพาะจุด ไม่ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ ดังเห็นได้จากรายงานของ Thailand Institute of Scientific and Technological Research (2013) พบปริมาณพลับพลึงธารเพิ่มขึ้นเป็น 8.02 ไร่ (0.013 ตารางกิโลเมตร)

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ทราบขอบเขตการแพร่กระจายและนิเวศวิทยาของพลับพลึงธาร เพื่อนำไปใช้ในการจัดสถานภาพการอนุรักษ์ตามหลักเกณฑ์ IUCN red list categories and criteria Version 3.1 (International Union for Conservation

of Nature, 2014) และประโยชน์ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถนำไปใช้กำหนดมาตรการคุ้มครองระบบนิเวศถิ่นที่อยู่อาศัยของพลับพลึงธารตามธรรมชาติ (*in-situ*) และการอนุรักษ์นอกถิ่นกำเนิด (*ex-situ*) เพื่อให้พลับพลึงธารสูญพันธุ์ไปจากประเทศไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการศึกษาใน 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดระนอง และจังหวัดพังงา ของประเทศไทย เนื่องจากเป็นพืชถิ่นเดียวและมีการปรากฏใน 2 จังหวัดนี้เท่านั้น (Soonthornnawaphat, 2010; Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 2013; Schulze, 1972) โดยแบ่งพื้นที่ศึกษาเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 จังหวัดระนองตอนบน ได้แก่ อำเภอกระบุรี อำเภอละอุ่น และอำเภอเมือง ส่วนที่ 2 จังหวัดระนองตอนล่างและจังหวัดพังงาตอนบน ได้แก่ อำเภอกะเปอร์ อำเภอสุขสำราญ อำเภอกระบุรี และอำเภอดงทับปด และส่วนที่ 3 จังหวัดพังงาตอนล่าง ได้แก่ อำเภอกะปง อำเภอเมือง อำเภอท้ายเหมือง อำเภอทับปุด อำเภอตะกั่วทุ่ง และอำเภอเกาะยาว

การสำรวจการปรากฏของพลับพลึงธาร

พื้นที่ส่วนที่ 1 และส่วนที่ 3 ได้แก่ จังหวัดระนองตอนบน และจังหวัดพังงาตอนล่าง ใช้วิธีการสำรวจแบบสุ่มโดยจงใจเลือกลำคลองที่มีระบบนิเวศและลักษณะทางกายภาพคล้ายคลึงกับลำคลองที่มีการปรากฏของพลับพลึงธาร โดยคัดเลือกอำเภอละ 4-5 ลำคลอง ให้กระจายทั่วพื้นที่ และพื้นที่ส่วนที่ 2 ได้แก่ จังหวัดระนองตอนล่างและพังงาตอนบน รวบรวมข้อมูลการสำรวจที่มีรายงานว่าพบ (presence) หรือ ไม่พบ (absence) การปรากฏของพลับพลึงธาร และสำรวจเพิ่มเติมบางลำคลองที่คาดว่าจะพบการปรากฏ เพื่อให้ได้ขอบเขตการกระจายครอบคลุมทั่วพื้นที่และบันทึก

พิกัดจุดที่พบการปรากฏด้วยเครื่องมือกำหนดค่าพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning system: GPS)

การจัดเตรียมข้อมูลปัจจัยทางด้านนิเวศ

การจัดเตรียมข้อมูลปัจจัยทางด้านนิเวศใช้โปรแกรมระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Arc GIS) จัดเตรียมให้อยู่ในรูปข้อมูลเชิงพื้นที่ (raster data) มีขนาดกริด เท่ากับ 30x30 เมตร ประกอบด้วย 4 กลุ่ม คือ 1) ปัจจัยทางด้านกายภาพ ได้แก่ ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ความลาดชัน (slope) ทิศด้านลาด (aspect) กลุ่มชุดดิน และการไหลสะสมของน้ำ 2) ปัจจัยทางด้านชีวภาพ ได้แก่ การใช้ประโยชน์ที่ดิน และดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณ (normalized difference vegetation index; NDVI) 3) ปัจจัยทางด้านสภาพภูมิอากาศ ได้แก่ อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี อุณหภูมิสูงสุดในเดือนที่มีอากาศร้อนสุด ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิในช่วงฤดูแล้ง ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูฝน และค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำฝนในช่วงฤดูแล้ง และ 4) ปัจจัยคุกคาม ได้แก่ ระยะห่างจากหมู่บ้าน ระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากโครงการขุดลอกคลอง และการชะล้างพังทลายของดิน

การวิเคราะห์การกระจายของพลับพลึงธาร

1. แบ่งข้อมูลจุดพบการปรากฏออกเป็น 2 ชุด ด้วยวิธีการสุ่มเลือก (random sampling) ข้อมูลส่วนแรกออกมาร้อยละ 75 สำหรับนำไปวิเคราะห์และสร้างแผนที่ความน่าจะเป็นในการกระจาย และข้อมูลส่วนที่สองร้อยละ 25 นำมาใช้ตรวจสอบความถูกต้องของแผนที่ โดยนำเข้าข้อมูลจุดพบการปรากฏและปัจจัยทางด้านนิเวศด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป MaxEnt software version 3.1.0 (Phillips *et al.*, 2006) เพื่อประมาณค่าความน่าจะเป็นในการกระจายของพลับพลึงธาร ที่ผันแปรไปตามสภาพปัจจัยนิเวศต่างๆ การกำหนดค่าพารามิเตอร์ในแบบจำลองได้เทียบเคียงของ Phillips *et al.* (2006) และ Trisurat

et al. (2011) และกำหนดค่าร้อยละที่ใช้ทดสอบโดยการสุ่ม (random test percentage) ไว้ที่ร้อยละ 20 ส่วนค่าอื่นๆ กำหนดตามค่า default ของโปรแกรม

2. จัดทำแผนที่จากการวิเคราะห์ด้วยค่า logistic threshold ซึ่งได้จากแบบจำลอง MaxEnt ตามวิธีของ Liu *et al.* (2005) แบ่งชั้นการปรากฏและไม่ปรากฏ เพื่อสร้างแผนที่ความน่าจะเป็นในการกระจายของพลับพลึงธาร และตรวจสอบค่าความถูกต้องของแผนที่ โดยนำจุดสำรวจที่สุ่มเลือกไว้ร้อยละ 25 ซ้อนทับกับแผนที่ และตรวจสอบการซ้อนทับของจุดปรากฏและไม่ปรากฏของพลับพลึงธาร ออกมาเป็นสัดส่วนร้อยละของการปรากฏ

การประเมินสถานภาพของพลับพลึงธาร

ประเมินสถานภาพการอนุรักษ์พลับพลึงธารตามเกณฑ์ IUCN red list categories and criteria Version 3.1 (International Union for Conservation of Nature, 2014) โดยใช้เกณฑ์ข้อ B. ขอบเขตทางภูมิศาสตร์ (geographic range) ในรูปแบบ B1 ขอบเขตการแพร่กระจาย (extent of occurrence)

ผลและวิจารณ์

แผนที่การกระจายของพลับพลึงธาร

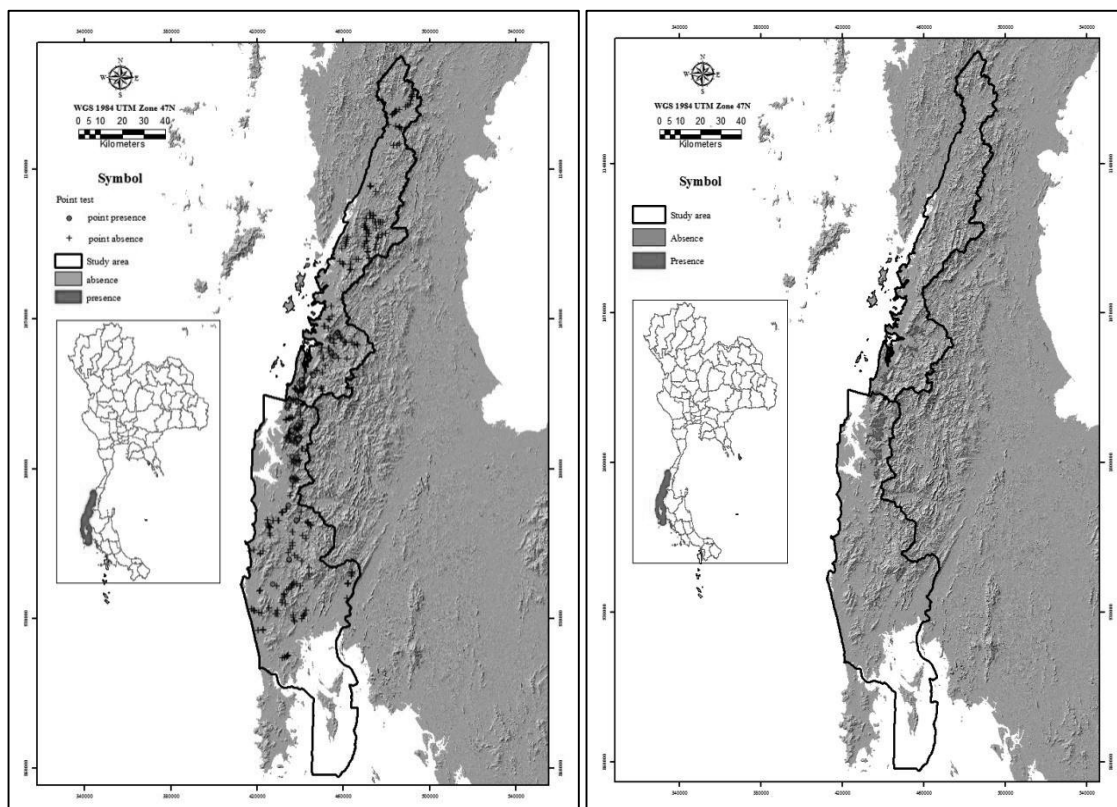
จากการสำรวจและรวบรวมข้อมูลตำแหน่งการปรากฏของ Soonthornnawaphat (2010); Ranong Provincial Natural Resources and Environment office (2012); Thailand Institute of Scientific and Technological

Research (2013) ในจังหวัดระนองและจังหวัดพังงา พบว่า มีการปรากฏของพลับพลึงธารทั้งหมด 31 ลำคลอง และมีจุดการปรากฏ 1,079 จุด

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางด้านนิเวศต่อการกระจายของพลับพลึงธาร พบว่า Area Under Curve (AUC) เท่ากับ 0.97 แสดงว่าแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือสูง แบ่งชั้นการปรากฏและไม่ปรากฏของแผนที่การกระจายจากค่า logistic threshold จำนวน 6 ค่า ได้แก่ 1) minimum training presence logistic threshold เท่ากับ 0.004 2) 10 percentile training presence logistic threshold เท่ากับ 0.41 3) equal training sensitivity and specificity logistic threshold เท่ากับ 0.31 4) maximum training sensitivity plus specificity logistic threshold เท่ากับ 0.16 5) equal test sensitivity and specificity logistic threshold เท่ากับ 0.28 และ 6) maximum test sensitivity plus specificity logistic threshold เท่ากับ 0.16 ได้แผนที่ความน่าจะเป็นในการกระจาย โดยมีค่าความถูกต้องร้อยละ 72.09, 92.61, 93.72, 92.61, 93.16, และ 91.87 ตามลำดับ ดังนั้น การสร้างแผนที่การกระจายของพลับพลึงธาร จึงใช้ค่าเฉลี่ยของ equal training sensitivity and specificity logistic threshold มาแบ่งชั้นความน่าจะเป็นในการพบการปรากฏ $P(y) \geq 0.31$ และความน่าจะเป็นในการไม่พบการปรากฏ $P(y) < 0.31$ เนื่องจากให้ค่าร้อยละความถูกต้องของแผนที่สูงสุด ร้อยละ 93.72 (Table 1 และ Figure 1A) ได้แผนที่ความน่าจะเป็นในการกระจาย มีพื้นที่ขอบเขตการแพร่กระจาย 126 ตารางกิโลเมตร (Figure 1B)

Table 1 The percentage accuracy (%) of the distribution map of *Crinum thaianum* by MaxEnt model.

The probability distribution of <i>Crinum thaianum</i> P(y)	Presence (1)	Absence (0)	Total	Accuracy (%)
Probability presence of <i>Crinum thaianum</i> $P(y) \geq 0.31$ (1)	245	19	264	92.80
Probability absence of <i>Crinum thaianum</i> $P(y) < 0.31$ (0)	15	262	277	94.58
Total	260	281	93.72	



(A) The accuracy for distribution map

(B) The distribution of *Crinum thaianum***Figure 1** The distribution of *Crinum thaianum* in Thailand by MaxEnt model.**ปัจจัยทางด้านนิเวศและการกระจายของพลับพลึงธาร**

เมื่อพิจารณาจากค่าร้อยละความสำคัญ (percent contribution) พบว่า ปัจจัยทางด้านนิเวศที่มีความสำคัญต่อการกระจายของพลับพลึงธารมากที่สุด คือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี คิดเป็นร้อยละ 22.5 รองลงมา คือ

ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในช่วงฤดูแล้งร้อยละ 22.4 อุณหภูมิสูงสุดในเดือนที่มีอากาศร้อนที่สุดร้อยละ 13.1 ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางร้อยละ 11.4 ข้อมูลชุดดินร้อยละ 9.6 และการใช้ประโยชน์ที่ดินร้อยละ 7 ตามลำดับ (Figure 2)

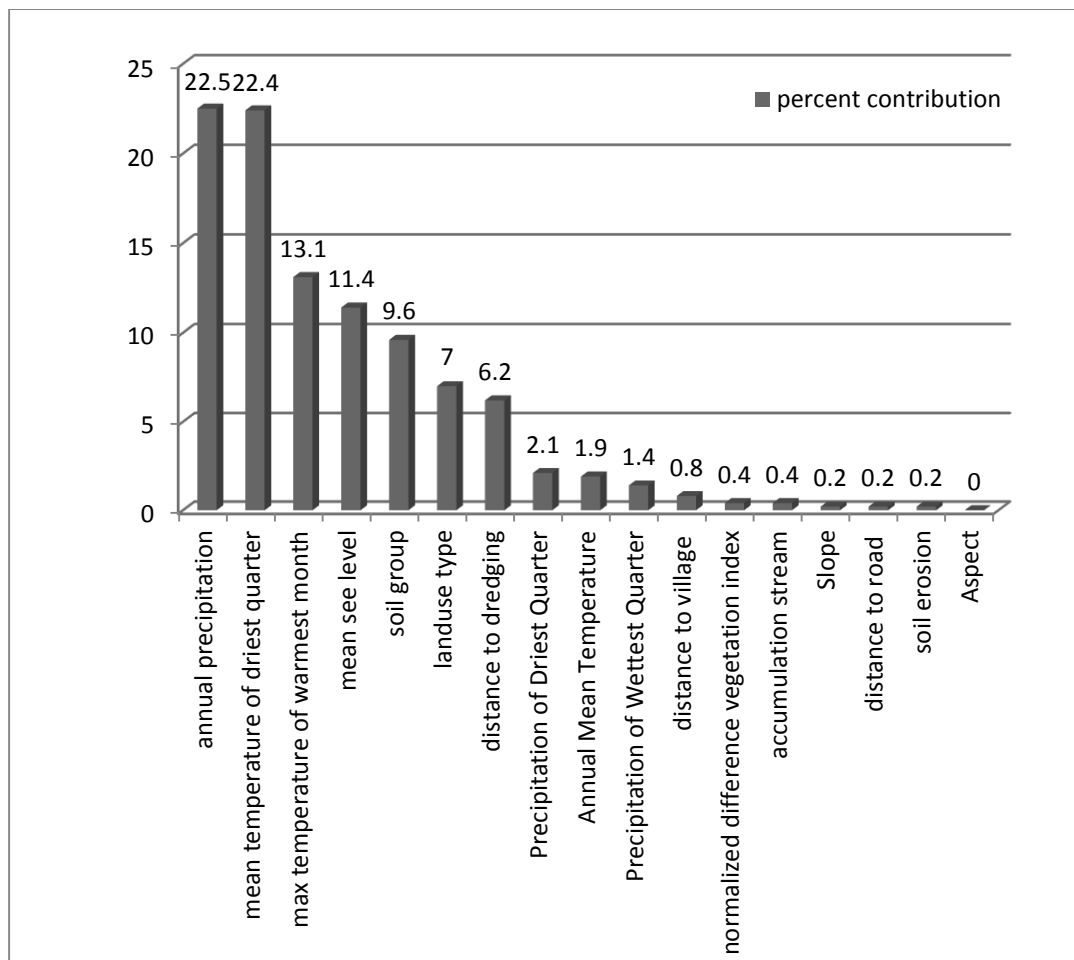
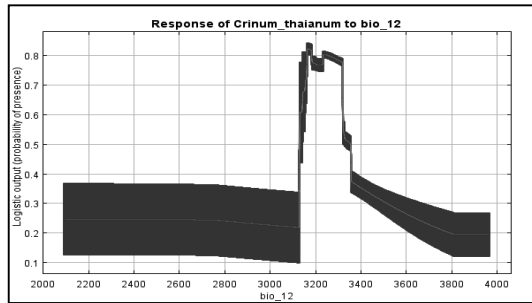


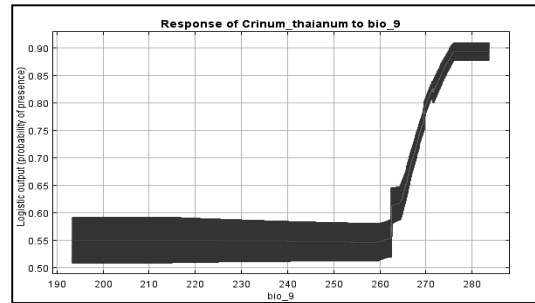
Figure 2 Relative Percent contribution of ecology variables to *Crinum thaianum* distribution.

จากกราฟโอกาสในการกระจายพบว่าแนวโน้มนในการกระจายของปลั้วปลิงธารจะพบมากขึ้นในพื้นที่ที่มีสภาพภูมิอากาศ โดยมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีเท่ากับ 3,100-3,300 มิลลิเมตร (Figure 3A) ค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิในช่วงฤดูแล้งเท่ากับ 27.5-28.5 องศาเซลเซียส (Figure 3B) และอุณหภูมิสูงสุดในเดือนที่มีอากาศร้อนที่สุดเท่ากับ 33.5-34 องศาเซลเซียส (Figure 3C) ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางเท่ากับ 0-30 เมตร (Figure 3D) ทั้งนี้ เนื่องจากระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่ออัตราการไหลของน้ำที่เร็วและแรง ประกอบกับปริมาณ

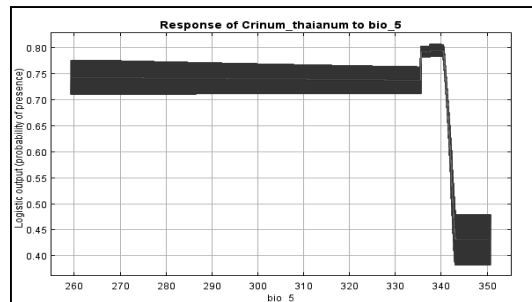
ตะกอนดินมีน้อย จึงทำให้ปลั้วปลิงธารไม่สามารถยึดเกาะและเจริญเติบโตได้ กลุ่มชุดดินเกิดจากการทับถมของตะกอนลำนํ้าบริเวณสันดินริมน้ำดินบนเป็นดินร่วนหรือดินร่วนปนทรายแป้ง มีค่า pH 5.0-6.0 ดินล่างเป็นดินร่วนเหนียวหรือดินร่วนเหนียวปนทรายแป้ง ค่า pH 5.5-7.0 (Figure 3E) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Praditsant and Phiphatchaleernchai (2008) และการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้ผลัดใบ และพบได้บ้างในพื้นที่เกษตร และพื้นที่ชุมชน (Figure 3F)



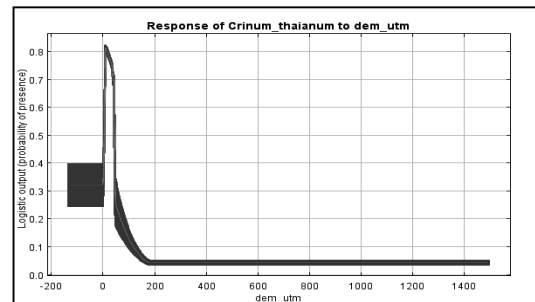
(A) annual precipitation



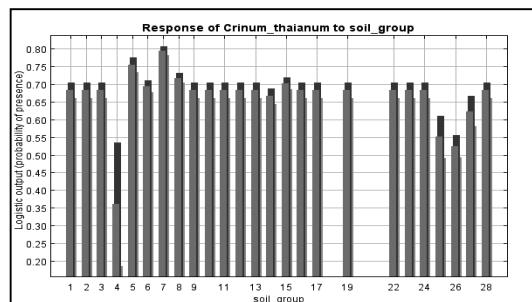
(B) mean temperature of driest quarter



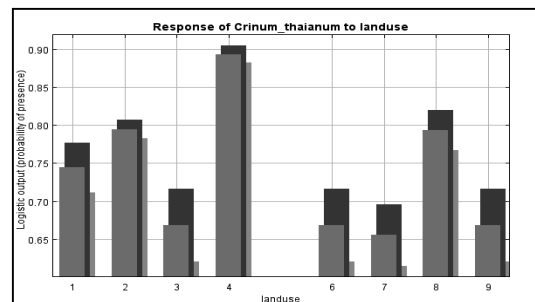
(C) max temperature of warmest month



(D) mean sea level



(E) Soil group



(F) Landuse type

Figure 3 Response curves showing how each ecology variable affect the MaxEnt prediction.

สถานภาพการอนุรักษ์พลับพลึงธารในประเทศไทย

แผนที่การกระจายของพลับพลึงธาร มีขอบเขตการแพร่กระจาย เท่ากับ 126 ตารางกิโลเมตร เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์การกำหนดชนิดที่เสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ของ IUCN จัดอยู่ในชนิดพันธุ์ที่ใกล้สูญพันธุ์ (Endangered; EN) ตามเกณฑ์ EN B1 b(i, iv, v) + c(iii, iv) และจากการสังเกต วินิจฉัยจากการ ศึกษาในครั้งนี้ พบว่า

1) มีการลดลงอย่างต่อเนื่องของขอบเขตการแพร่กระจาย จากปี พ.ศ. 2554 มีพื้นที่ 641 ตารางกิโลเมตร (Soonthornnawaphat *et al.*, 2011) มีการลดลงอย่างต่อเนื่องของจำนวนแหล่งที่พบการปรากฏ ได้แก่ คลองคำหนัง คลองบางเผาหมู คลองกะเปอร์ คลองสวนใหม่ และคลองบางหมาน และการลดลงอย่างต่อเนื่องของประชากรในระยะออกดอก (โตเต็มวัย) ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2551-2556 มีประชากรลดลงร้อยละ 25 (Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 2013)

2) การเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงของจำนวนแหล่งที่พบการปรากฏของพลับพลึงธารในช่วงระยะเวลา 4 ปี ลดจำนวนลงถึงร้อยละ 80 สาเหตุมาจากการขุดลอกคลอง และการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Figure 4) และการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงของจำนวนประชากรในระยะออกดอก (โตเต็มวัย) ดังเห็น

ได้จากการลดลงของประชากรในคลองนาครา ร้อยละ 98 คลองบางปรง ร้อยละ 92 คลองบางปรู ร้อยละ 48 คลองน้ำย/คลองสวนยาง/คลองกำนันหัด ร้อยละ 90 คลองบางย่ำใหม่ ร้อยละ คลองบางย่ำใหม่ ร้อยละ 96 และคลองบางเผาหมู ร้อยละ 97 ของจำนวนประชากรในพื้นที่ในช่วงระยะเวลา 4 ปี (Figure 5)

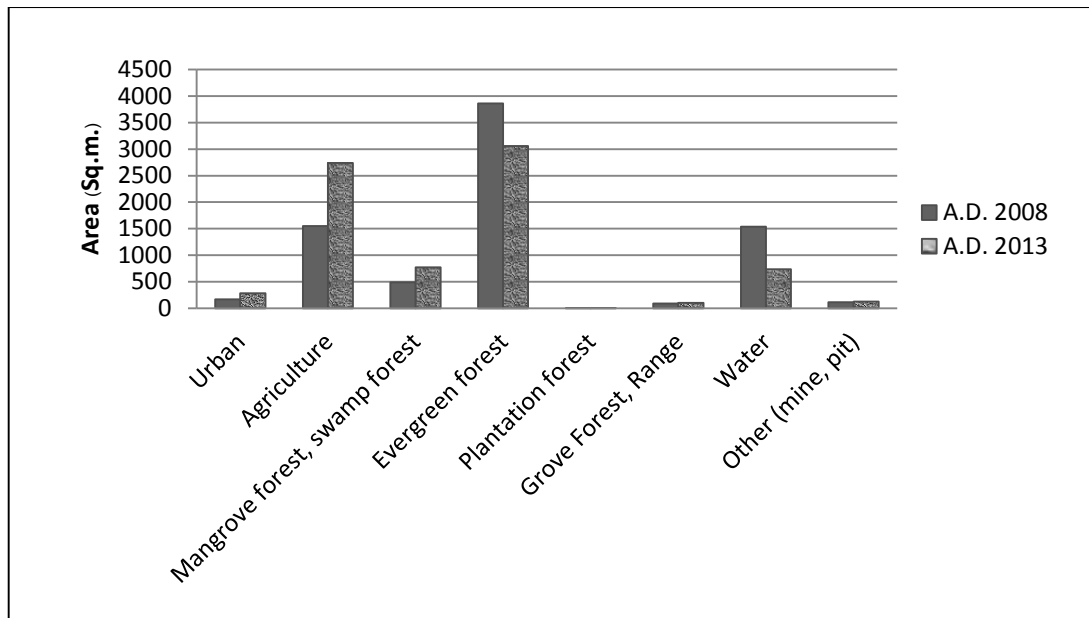


Figure 4 Landuse Change in Ranong and Phangnga Province, Thailand.

Source: Land Development Department (2013)

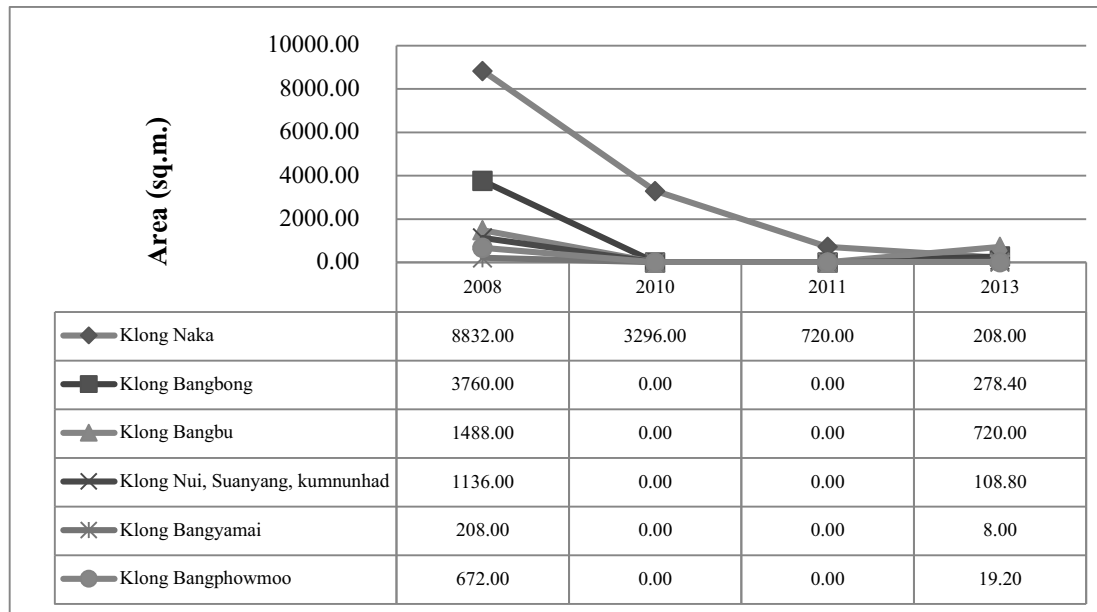


Figure 5 Extream fluctuation of subpopulation of *Crinum thaianum*.

Source: Thailand Institute of Scientific and Technological Research (2013)

สรุป

การวางแผนที่ความน่าจะเป็นในการกระจายของพลับพลึงธาร จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง MaxEnt ให้คำร้อยละความถูกต้อง 94 มีขอบเขตพื้นที่การแพร่กระจายเท่ากับ 126 ตารางกิโลเมตร ปัจจัยทางด้านนิเวศที่มีความสำคัญต่อการกระจายของพลับพลึงธารคือ ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี อุณหภูมิเฉลี่ยในช่วงฤดูแล้ง อุณหภูมิสูงสุดในเดือนที่มีอากาศร้อนที่สุด ความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง กลุ่มชุดดิน การใช้ประโยชน์ที่ดิน และการขุดลอกคลอง และจากการประเมินมีการลดลงอย่างต่อเนื่องของขอบเขตการแพร่กระจาย การลดลงอย่างต่อเนื่อง และการเปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงของจำนวนแหล่งที่พบการปรากฏและจำนวนประชากรในระยะออกดอก (โตเต็มวัย) อันมีสาเหตุมาจากการขุดลอกคลองและการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังนั้น หากประเมินจากพื้นที่ขอบเขตการแพร่กระจายสามารถจัดสถานภาพการอนุรักษ์ของพลับพลึงธาร อยู่ในเกณฑ์ใกล้สูญพันธุ์ (Endangered) ตามเกณฑ์ EN B1

b(i, iv, v) + c(iii, iv) เช่นเดียวกับการจัดสถานภาพในปี พ.ศ. 2554 แต่การจัดสถานภาพครั้งนี้ใช้ข้อมูลเชิงปริมาณครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่

REFERENCES

- International Union for Conservation of Nature. 2014. **IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1**. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Land Development Department. 2013. **Landuse map in Ranong and Phangnga Province**. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Bangkok. (Mimeographed) (in Thai)
- Liu, C., P.M. Berry, T.P. Dawson and R.G. Pearson. 2005. Selecting threshold of occurrence in the prediction of species distribution. **Ecography** 28: 385-393.

- Praditsant, R. and W. Phiphatchalernchai. 2008. **The study ecology of Water onion (*Crinum thaianum* J. Schulze).** Aquaticplants and Ornamental Fish Research Institute Department of Fisheries, Bangkok. (in Thai)
- Phillips, S.J., R.P. Anderson and R.E. Schapire. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. **Ecol. Modelling** 190: 231-259.
- Ranong Provincial Natural Resources and Environment office. 2012. **Point present of *Crinum thaianum* J. Schulze in Ranong and Phangnga Province.** Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok. (Mimeographed) (in Thai)
- Schulze, J. 1972. Aquatic species from Southeast Asia In Traub, H.P. and H.N. Moldenke, eds., *Plant Life. The American Plant Life Society* 27 (27): 33-42.
- Soonthornnawaphat, S. 2010. **Report the study distribution of *Crinum thaianum* J. Schulze in Thailand.** International Union for Conservation of Nature (IUCN) office Khuraburi, Phangnga Province. (in Thai)
- _____, C. Bambaradeniya and P. Sukpong. 2011. ***Crinum thaianum* The IUCN Red List of Threatened Species Version 2014.3.** Available Source: www.iucnredlist.org. May 20, 2015.
- Thailand Institute of Scientific and Technological Research. 2013. **Final report Survey and database of extent distribution of *Crinum thaianum* J. Schulze.** Ministry of Science and Technology, Bangkok. (in Thai)
- Trisurat, Y., R.P. Shrestha and R. Kjelgren. 2011. Plant species vulnerability to climate change in Peninsula Thailand. **Applied Geography** 31 (2011): 1106-1114.
-

นิพนธ์ต้นฉบับ

ชีววิทยาการผสมเกสรของแคสน์ดิสุข

Pollination Biology of *Santisukia kerrii* (Barnett & Sandwith) Brummittวราภรณ์ จันทบูรณ์¹Varaporn Chantaboon¹วัฒนชัย ตาเสน^{1*}Wattanachai Tasen^{1*}สุธีร์ ดวงใจ¹Sutee Duangjai¹ยุทธนา ทองบุญเกื้อ²Yutthana Thongboonkuea²¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

²วนอุทยานถ้ำเพชร-ถ้ำทอง กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

Thamphet-Thamthong Forest Park, Department of National Park, Wildlife and Plant Conservation

*Corresponding Author, E-mail: fforwct@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 8 ตุลาคม 2558

รับลงพิมพ์ 3 ธันวาคม 2558

ABSTRACT

The study on Pollination Biology of *Santisukia kerrii* (Barnett & Sandwith) Brummitt was investigated at Thamphet-Thamthong Forest Park, Nakhon Sawan province, during January 2013 to March 2015. Floral biology development of flower and fruit, reproductive systems, fruit set and reproductive success were objectives. The flowers of *S. kerrii* generally start early December to March. Flower buds develop to maturity of inflorescences within four weeks and non-pollinated flowers fall within three weeks. *S. kerrii* flower was perfect flower, inflorescence was a thyse type. The anthesis began from 04.00 am and peak of blooming at 07.00 am. The flowers are weakly protandrous. The receptive period of stigma was 3 to 12 hours after anthesis. The fruit development from flower anthesis to fruits mature took approximately 9 weeks. The P/O ratio (111.77 ± 0.20) was classified as facultative autogamy. Only treatment of cross hand-pollination and opened-pollination flowers set fruit and reproductive success appears low (0.013). This results indicates that *S. kerrii* flowers are self-incompatible and required pollinators.

Keywords: Limestone mountain, *Santisukia kerrii* Pollination Biology, Pollination, Reproductive success

บทคัดย่อ

การศึกษาชีววิทยาการผสมเกสรของแคสน์ดิสุข เก็บข้อมูลบริเวณวนอุทยานถ้ำเพชร-ถ้ำทอง จังหวัดนครสวรรค์ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาของ

ดอกและผล ระบบการผสมพันธุ์ การติดผลและค่าความสำเร็จการสืบพันธุ์ของแคสตันดิสุ จากการศึกษาพบว่า แคสตันดิสุเริ่มออกดอกตั้งแต่ต้นเดือนธันวาคมถึงเดือนมีนาคม การพัฒนาของดอกจะเกิดจากตาดอกจนถึงดอกบาน ใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์ ดอกที่ไม่ได้รับการผสมหรือผสมไม่ติด จะร่วงไปภายในเวลา 3 สัปดาห์ ดอกย่อยเป็นดอกแบบสมบูรณ์เพศ ช่อดอกแบบช่อกระจุกแยกแขนง ดอกบานตั้งแต่เวลา 04.00 น. และจะบานเต็มที่เวลา 07.00 น. เกสรต่างเพศในดอกเดียวกันแก่ไม่พร้อมกัน คือเกสรเพศผู้แก่ก่อนเกสรเพศเมีย (protendry) ช่วงเวลาที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับเรณู คือตั้งแต่หลังดอกบาน 3 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 12 ชั่วโมง ระยะเวลาการพัฒนาผลของแคสตันดิสุตั้งแต่หลังดอกบานจนถึงผลสุกใช้เวลาประมาณ 9 สัปดาห์ โดยค่าเรณูต่อออวูล (P/O ratio) ของแคสตันดิสุมีค่าเท่ากับ 111.77 ± 0.20 ซึ่งจัดอยู่ในลักษณะการผสมข้ามค้ำมีแนวโน้มผสมพันธุ์ในตัวเอง (facultative autogamy) ส่วนการศึกษาการติดผลของแคสตันดิสุพบติดผลเฉพาะในวิธีการใช้มือช่วยผสมแบบข้ามต้น (cross hand-pollination) และการผสมแบบเปิด (opened pollination) ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์พบว่าค่าต่ำ (0.013) แสดงให้เห็นว่าแคสตันดิสุมีระบบผสมพันธุ์แบบผสมข้าม จัดเป็นพืชที่ต้องการพาหะช่วยในการผสมเกสร

คำสำคัญ: เขาคินปุน แคสตันดิสุ ชีววิทยาของดอก การผสมเกสร ความสำเร็จการสืบพันธุ์

คำนำ

แคสตันดิสุเป็นพืชถิ่นเดียวของไทย (endemic species) ที่พบบนพื้นที่เขาคินปุนและรายงานพบเฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น ซึ่งพบได้เฉพาะภาคตะวันออก เฉียงเหนือที่จังหวัดขอนแก่น ภาคเหนือตอนล่างที่จังหวัดนครสวรรค์ และภาคกลางที่จังหวัดสระบุรี โดยพบขึ้นกระจายอยู่บนเขาคินปุนเตี้ยๆ และแห้งแล้ง (Santisuk, 1987) พรรณไม้ในสกุลแคสตันดิสุ (*Santisukia* Brummitt) มีเพียงสองชนิด คือ กาญจนิกัร (*Santisukia pagettii*) และแคสตันดิสุ (*S. kerrii*) ซึ่งอยู่ในวงศ์แค (Bignoniaceae) โดยแคสตันดิสุ นั้น ยังไม่เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง ซึ่งนอกเหนือไปจากนี้ยังพบขึ้นกระจายห่างๆ และกล่าไม่มีจำนวนค่อนข้างน้อย เนื่องจากอยู่ในระบบนิเวศที่มีปัจจัยแวดล้อมค่อนข้างจำกัด และ IUCN (2001) ได้จัดให้เป็นชนิดที่มีสถานภาพ มีแนวโน้มใกล้สูญพันธุ์ (Vulnerable) จึงอาจจะเป็นไปได้ว่าในอนาคตอันใกล้ อาจมีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ในธรรมชาติ และควรหาแนวทางในการอนุรักษ์และเพิ่มจำนวนประชากรของพันธุ์ไม้ชนิดนี้ แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการสืบค้นยังไม่พบการศึกษาเกี่ยวกับระบบการสืบพันธุ์ของแคสตันดิสุ การศึกษาทางด้านชีววิทยาของดอกและระบบ

การสืบพันธุ์ จึงถือได้ว่าเป็นความจำเป็นอย่างมาก ในการวางแผนการอนุรักษ์พันธุ์ไม้ชนิดนี้

ในการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชีวลักษณะการออกดอก ระบบสืบพันธุ์ การผสมเกสร การติดผล รวมถึงค่าความสำเร็จในการสืบพันธุ์ โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถทำให้เข้าใจถึงระบบการสืบพันธุ์ของแคสตันดิสุเพื่อนำไปใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนการอนุรักษ์ความหลากหลายทางชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปพัฒนาต่อยอดในการศึกษาวิจัยถึงประโยชน์ในด้านอื่นๆ ที่ยังไม่มีการศึกษาต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาด้านแคสตันดิสุในพื้นที่เขาคินปุน บริเวณ วนอุทยานถ้ำเพชร-ถ้ำทอง จังหวัดนครสวรรค์ ระดับความสูงจากน้ำทะเลประมาณ 100-375 เมตร ทำการศึกษาจำนวน 17 ต้น แบ่งการศึกษาเป็น 3 ส่วน คือ ชีววิทยาของดอก การประเมินระบบการผสมข้าม การติดผลและค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์ โดยทำการศึกษาในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2556 ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2558 โดยมีอุปกรณ์และวิธีการดังนี้

ชีพลักษณะและการพัฒนาของดอกและผล

ศึกษาชีพลักษณะการออกดอก (flowering phenology) โดยสุ่ม ช่อดอก 20 ช่อ จากจำนวน 5 ต้น เพื่อการเฝ้าสังเกตและศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ระยะติดดอก ช่อดอก จนกระทั่งดอกบาน บันทึกการเปลี่ยนแปลงของส่วนต่างๆ ของดอก ได้แก่ กลีบเลี้ยง กลีบดอก เกสรเพศผู้และเกสรเพศเมีย และศึกษาช่วงเวลาการผสมเกสร โดยพิจารณาจากการแตกของอับเรณู (anther dehiscence) และความพร้อมของยอดเกสรเพศเมีย (stigma receptive) โดยบันทึกตั้งแต่วันที่ 1 วันก่อนดอกบาน จนถึงหลังดอกบาน 48 ชั่วโมง และศึกษาการติดผล จนถึงผลแก่ โดยบันทึกการเปลี่ยนแปลงทุกสัปดาห์ รวมทั้งศึกษาลักษณะสัณฐานของอับเรณูและเรณู โดยใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด (Scanning electron microscope; SEM)

รูปแบบการผสมพันธุ์และค่าความสำเร็จการสืบพันธุ์ (Breeding System and Reproductive Success)

1. รูปแบบการผสมพันธุ์ (Breeding System)

ศึกษารูปแบบการผสมพันธุ์ โดยการประเมินระบบผสมข้ามและการติดผลโดยมีวิธีการดังนี้

1.1 การประเมินระบบผสมข้าม (Pollen-ovule ratio) ตรวจนับจำนวนเรณูที่อยู่ในอับเรณูด้วยกล้องจุลทรรศน์จากอับเรณูของดอกทั้งหมด 20 ดอกจากจำนวน 2 ต้น (ต้นละ 10 ดอก โดยการสุ่ม) นับจำนวนเรณูต่อดอก (Pollen; P) และจำนวนออวูลต่อดอก (Ovule; O) โดยการประเมินระบบผสมพันธุ์ (breeding system) หาได้จากค่าอัตราส่วนระหว่างจำนวนเรณูต่อจำนวนออวูล (P/O ratio) ซึ่งคำนวณจากวิธีการของ Cruden (1977)

$$P/O \text{ ratio} = \frac{\text{จำนวนเรณูต่อดอก (P)}}{\text{จำนวนออวูลต่อดอก (O)}}$$

1.2 การติดผล (Fruit set) ศึกษาการติดผลจากต้นแคสตันดิสุจำนวน 15 ต้น โดยใช้ 4 วิธีการ ได้แก่

1) การใช้มือช่วยผสมแบบข้ามต้น (cross hand-pollination) โดยทำการเลือกช่อดอก จากนั้นก็ตัด

เกสรเพศผู้ออก (emasculatation) ก่อนดอกบาน แล้วคลุมด้วยถุงคลุมช่อดอก เมื่อถึงเวลาที่เกสรเพศเมียพร้อมรับเรณูเปิดถุงออกชั่วคราวเพื่อผสมเกสร โดยการใช้พู่กันป้ายเรณูที่เก็บมาจากต้นอื่นนำไปมาบนยอดเกสรเพศเมียคลุมดอกไว้เช่นเดิม

2) การใช้มือช่วยผสมในตัวเอง (self hand-pollination) ทำการเลือกช่อดอกที่พร้อมจะบานผูกด้วยลวดเพื่อทำเครื่องหมายไว้คลุมด้วยถุงคลุมช่อดอกเมื่อถึงเวลาที่เกสรเพศเมียพร้อมรับเรณูเปิดถุงออกชั่วคราวเพื่อผสมเกสร โดยการใช้พู่กันป้ายเรณูที่เก็บมาจากดอกเดียวกันหรือดอกในต้นเดียวกันไปมาบนยอดเกสรเพศเมีย ดอกจากนั้นคลุมถุงไว้เช่นเดิม

3) การผสมแบบเปิด (opened-pollination) เป็นการผสมเกสรโดยปล่อยให้ไปตามธรรมชาติ โดยทำเครื่องหมายไว้ที่ช่อดอกที่ไม่มีร่องรอยของการบาน

4) การผสมเกสรแบบควบคุม (controlled-pollination) ทำการเลือกช่อดอกผูกด้วยลวดเพื่อทำเครื่องหมายไว้ที่ดอกจากนั้นคลุมด้วยถุงคลุมดอกเพื่อไม่ให้เรณูอื่นเข้าไปปนเปื้อน จากการสุ่มช่อดอกจำนวน 20 ช่อ ที่ไม่มีร่องรอยของการบาน สังเกตการติดผลจนกระทั่งดอกสุดท้ายของช่อดอกเหี่ยวแห้งลง บันทึกการติดผลจากนั้นปล่อยให้ทิ้งไว้ 2 สัปดาห์แล้วบันทึกติดผลเปรียบเทียบในแต่ละวิธี

ความสำเร็จของการสืบพันธุ์ (Reproductive Success)

การศึกษาค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์ (Reproductive Success: RS) ใช้จำนวนดอกย่อยต่อช่อ (Floret; FI) จากช่อดอกจำนวน 10 ช่อต่อต้นจำนวน 5 ต้นและทำการสุ่มดอกย่อยเพิ่มอีกจำนวน 10 ดอกต่อต้นเพื่อนำรังไข่มาผ่าเพื่อตรวจนับจำนวนออวูลต่อดอก (O) เมื่อถึงช่วงที่มีผลแก่เต็มที่ทำการตรวจนับจำนวนผลแก่โดยทำการสุ่มเลือกผลแก่มาจำนวน 4 ผลต่อต้น จำนวน 5 ต้น เพื่อตรวจนับจำนวนเมล็ดที่แก่ต่อผล (Seed; S) แล้วนำมาคำนวณหาค่าดัชนีความสำเร็จ

ของการสืบพันธุ์ (Reproductive Success: RS) ตามสูตรของ Wiens *et al.* (1987) ดังนี้

$$RS = (Fr/FI) \times (S/O)$$

โดยค่าดัชนี RS = 1 หมายถึงดอกทุกดอกภายในช่อดอกพัฒนาไปเป็นผลทั้งหมดและออกลูกทุกออกลูกของดอกพัฒนาไปเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์

ผลและวิจารณ์

ชีพลักษณะการออกดอกและการพัฒนาของดอกและผลแคสตันติสุข

1. ชีพลักษณะการออกดอก (flowering phenology)

จากการเก็บข้อมูลการออกดอก จำนวน 5 ต้นที่วนอุทยานถ้ำเพชร-ถ้ำทอง จังหวัดนครสวรรค์ พบว่าแคสตันติสุขเริ่มออกดอกตั้งแต่ปลายเดือนธันวาคมและทยอยบานไปจนถึงกลางเดือนมีนาคม ดอกเกิดจากตายอด (terminal bud) ขนาด 2 มิลลิเมตร พัฒนา ถึงระยะดอกและบาน ใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์ ช่อดอก เป็นแบบช่อกระจุกแยกแขนง (thyrses) ซึ่งมีลักษณะเป็นช่อแขนงเรียงเป็นวงรอบแกนกลางช่อดอก ช่อละ 3 ช่อ ในแต่ละช่อดอกที่เจริญเต็มที่ ส่วนใหญ่ดอกบานทุกวัน การบานของดอกเริ่มจากดอกที่แก่ก่อนคือด้านล่างสู่ด้านบน ช่อดอก โดยบานครั้งละ 1-3 ดอก และดอกที่ไม่ได้รับ

การผสมเกสร (lack of pollination) หรือผสมไม่ติด (incompatibility) จะร่วงภายใน 14 วัน จำนวนดอกย่อย (floret) 11-121 ดอกต่อช่อ หรือมีค่าเฉลี่ย 41.26 ± 3.12 ดอกย่อยต่อช่อ

2. ลักษณะวิทยาของดอกแคสตันติสุข (floral morphology)

ลักษณะดอกย่อยของแคสตันติสุขเป็นดอกสมบูรณ์เพศ (perfect flower) สมมาตรของดอกเป็นแบบดอกสมมาตรด้านข้าง (irregular flower) ดอกย่อยเป็นดอกรูปปากเปิด (Figure 1) ความยาวของดอก 3.5 – 4 เซนติเมตร ก้านดอกย่อย (peduncle) ยาว 1-1.3 ซม. ประกอบด้วยส่วนประกอบหลัก 4 ส่วน คือ วงกลีบเลี้ยง (calyx) วงกลีบดอก (corolla) เกสรเพศผู้ (androecium) และเกสรเพศเมีย (gynoecium)

วงกลีบเลี้ยงมีสีเขียวเชื่อมต่อกันเป็นหลอดปลายแยกเป็น 3-5 แฉก ขนาดไม่เท่ากัน ด้านนอกมีขนสีน้ำตาลกระจายห่างๆ ทั่วกลีบ เมื่อดอกบานเต็มที่ปลายกลีบเลี้ยงแผ่ออก โคนกลีบดอกเชื่อมติดกันเป็นหลอดปลายกลีบดอกผายออกคล้ายรูประฆัง (campanulate) แยกเป็น 5 แฉก ครึ่งบน 2 แฉก ครึ่งล่าง 3 แฉก หลอดกลีบดอกสีขาวหรือสีขาวยาวแกมชมพู แฉกกลีบดอกมีลักษณะย่น สีชมพู หรือสีชมพูอมม่วง ภายในหลอดกลีบดอกมีแฉกสีชมพู (Figure 2)

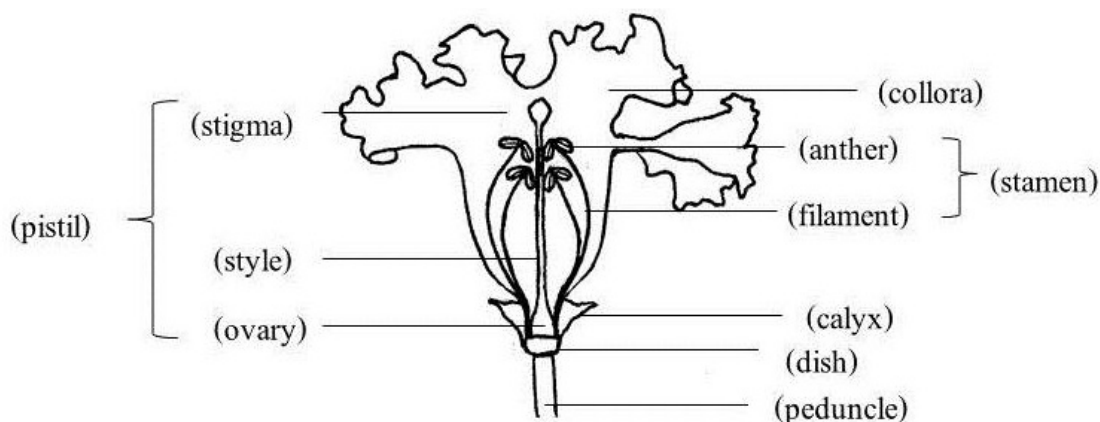


Figure 1 Floral Diagram of *Santisukia kerrii* (Barnett & Sandwith) Brummitt.



Figure 2 Characteristic of *Santisukia kerrii* (Barnett & Sandwith) Brummitt flowers
A) side view, B) top view.

วงเกสรเพศผู้ ประกอบด้วยเกสรเพศผู้ มี 4 อับเรณู ที่เชื่อมติดกับส่วนล่างสุดของหลอดกลีบดอก โดยแบ่งเป็น 2 คู่ที่ยาวไม่เท่ากัน (didynamous) อับเรณู มีรูปร่างขอบขนาน สีขาว ก้านชูอับเรณูมีสีชมพูเข้ม โดยหันรอยแตกเข้าด้านใน (introse) ประกอบด้วย 2 พู ซึ่งแต่ละพู ประกอบด้วย 1 ห้อง (chamber) แต่ละอับเรณูมีเรณูประมาณ $5,028.03 \pm 98.53$ เรณู หรือ ประมาณ $20,112.2 \pm 78.70$ เรณูต่อดอก ก้านชูติดอับเรณู ที่ปลายด้านหนึ่งของอับเรณู (basifixed) มีความยาวคู่ยาวประมาณ 3.51 ± 0.04 ซม. กุ้งมีขนาดความยาวประมาณ 2.93 ± 0.02 เรณูเป็นเรณูเดี่ยว สมมาตรด้านข้าง

(bilateral) เรณูแคสันติสุข มีขั้วเหมือน (isopolar) รูปทรงกลม (spheroidal) มีช่องเปิดเป็นร่องยาว 3 ช่อง (3-colpate) แขนระหว่างขั้วยาว 27-35 ไมครอน แขนตามแนวศูนย์สูตรยาว 25-30 ไมครอน เมื่อจัดชั้นของเรณูตาม Ruksat (1991) เป็นเรณูขนาดกลาง และผนังเรณู มีลายแบบร่างแห (reticulate) (Figure 3) ซึ่งจากการศึกษาเรณูของพืชวงศ์แค (Bignoniaceae) ของไทย 10 ชนิด พบว่าลวดลายบนผนังเรณูแคสันติสุข และขนาดเรณู ใกล้เคียงกับเรณูปีป (*Millingtonia hortensis*) (Saensouk and Saensouk, 2011)

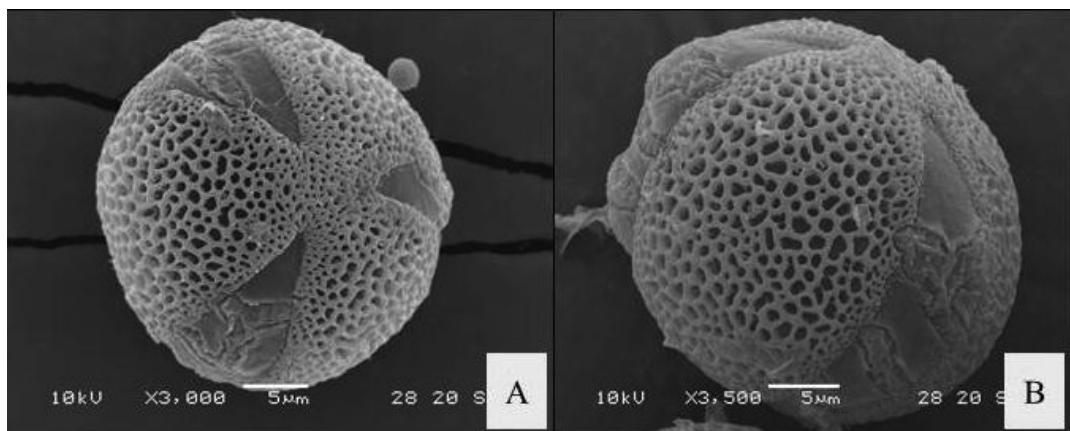


Figure 3 Scanning electron micrographs (SEM) of *Santisukia kerrii* (Barnett & Sandwith) Brummitt A) Pollen, B) Exine of pollen.

วงเกสรเพศเมียประกอบเกสรเพศเมีย ยาว 4-4.3 ซม. ประกอบด้วยรังไข่ ก้านชูเกสรเพศเมีย (style) และยอดเกสรเพศเมีย ส่วนของรังไข่อยู่เหนือวงกลีบ (superior ovary) ยอดเกสรเพศเมียลักษณะปลายแยกเป็น 2 แฉก (bilabiate) ซึ่งเป็น sensitive stigma คือจะปิดเมื่อได้รับการสัมผัส และจะเปิดอีกครั้ง หากยังไม่ได้รับการเรณู เช่นเดียวกับยอดเกสรเพศเมียของดอก *Incarvillea mairei* (Ai *et al.*, 2013) โดยยอดเกสรเพศเมียมีความยาว 2-3 มิลลิเมตร ก้านชูเกสรเพศเมียมีสีเขียวอมเหลือง จานฐานดอกสีเหลือง รูปวงแหวน อยู่รอบโคนรังไข่ ส่วนของรังไข่มี 2 ช่อง (locule) ซึ่งแต่ละช่องมีออวูล อยู่ประมาณ 89 ออวูล ซึ่งติดอยู่ที่ผนังของรังไข่ (parietal placentation)

3. ช่วงเวลาการผสมเกสร (Pollination period)

ดอกแสดันติสุขที่เจริญเต็มที่พร้อมบาน สังเกตได้จาก บริเวณส่วนปลายของกลีบดอกมีการขยายออก ดอกเริ่มบานเวลาประมาณ 04.00 น. และบานเต็มที่เวลาประมาณ 07.00 น. หรือดอกบานเต็มที่หลังจากดอกเริ่มบานประมาณ 3 ชั่วโมง เกสรต่างเพศในดอกเดียวกัน แต่ไม่พร้อมกัน เป็นแบบ protandry คืออับเรณูแตก (anther dehiscence) ก่อนที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับเรณู (receptive period) โดยอับเรณูแตกตามยาวตามรอยช่องเปิดตั้งแต่ดอกเริ่มบาน ส่วนยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับเรณูหลังดอกบานเต็มที่ โดยปลายยอดเกสรเพศเมียจะแยกออกเป็นสองแฉกและมีสารเหนียว (stigmatic fluid) บ่งบอกถึงความพร้อมรับเรณูและยังมีบทบาทสำคัญในการช่วยของของหลอดเรณู (Konar and Linsken, 1966) จากการทดสอบความมีชีวิตหรือการงอกของเรณู พบว่ามีค่าเท่ากับ 90.4 % โดยศึกษาพบว่าเรณู ประมาณ 85 % เริ่มงอกเมื่อเวลาผ่านไป 15 นาที

ช่วงที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับเรณู คือตั้งแต่หลังดอกบานเต็มที่ถึงหลังดอกบานอย่างน้อย 6 ชั่วโมง แต่ไม่เกิน 12 ชั่วโมง หรือกล่าวได้ว่าดอกพร้อมรับเรณู ตั้งแต่เวลา 07.00 น. ถึง 19.00 น. ถือได้ว่าช่วงเวลาที่ยอดเกสรเพศเมียพร้อมรับเรณูมีช่วงเวลาก่อนข้างยาวนาน เนื่องจากยอดเกสรเพศเมียที่ยังไม่ได้รับการผสมเกสร

สามารถปิดแล้วเปิดใหม่ได้ โดยยอดเกสรเพศเมียจะเปิดรับเรณู จนกระทั่ง ดอกเริ่มแห้งและเหี่ยวลง ในวันที่ 2 ของการบาน แต่ทั้งนี้เนื่องจาก เรณูที่แตก โดยปกติจะแตกออกหมดหลังบานเต็มที่ประมาณ 6 ชั่วโมง ประกอบกับปริมาณและปริมาณของน้ำตาลในน้ำหวานของดอกที่สังเกตพบว่ามีมากในช่วงเวลา 9-12 น. ของวันแรกในการบานของดอก และในส่วนของแมลงที่เป็นพาหะช่วยผสมเกสรที่พบจำนวนลงตอมดอกมาก ตั้งแต่ดอกบานเต็มที่เวลา 07.00 น. จนถึงเวลา 11.00 น. และจะค่อยๆ ลดลง ซึ่งเมื่อเวลาผ่านไป 12 ชั่วโมงพบว่า ดอกเริ่มมีสีซีดลง และไม่มีแมลงลงตอมดอก จึงอาจระบุได้ว่าช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการผสมเกสรของแสดันติสุข คือตั้งแต่หลังดอกบานเต็มที่ หรือเวลา 07.00 -13.00 น.

4. การพัฒนาของผลแสดันติสุข (fruit development)

การพัฒนาของผลแสดันติสุขเริ่มมีการติดผล จนถึงผลแก่ตั้งแต่กลางเดือนมกราคมจนถึงต้นเดือนเมษายน โดยการพัฒนาของผลตั้งแต่เริ่มติดผลจนมีขนาดโตเต็มที่ใช้เวลาประมาณ 5 สัปดาห์แล้วใช้เวลาอีกประมาณ 4 สัปดาห์ ผลจะสุกแก่และแตก ซึ่งการแบ่งเป็นระยะต่างๆ จะใช้ขนาดของผลที่เปลี่ยนแปลงไปเป็นเกณฑ์การแบ่ง จากระยะผลเจริญเต็มที่ผลจึงสุกแก่สามารถแบ่งการพัฒนาออกเป็นระยะ 5 ระยะ (Figure 4)

ระยะที่ 1 หรือ 1 สัปดาห์ หลังการผสมเกสร ผลเริ่มมีขนาดใหญ่กว่ารังไข่ ส่วนของผลอ่อนเกือบทั้งหมดยังไม่โผล่พ้นวงกลีบเลี้ยง มีเพียงปลายผลเรียวยาวแหลม โผล่ออกมานอกวงกลีบเลี้ยงประมาณ 2.5 ซม. ผลอ่อนยาวประมาณ 1.5 ซม.

ระยะที่ 2 หรือ 2 สัปดาห์หลังการผสมเกสร ขนาดของผลจะโตและยืดยาว กว่าในสัปดาห์แรก ซึ่งกว้าง 0.5 ซม ยาว 4 ซม. โดยที่ก้านชูเกสรเพศเมียจะค่อยๆ เหี่ยว และหลุดไป

ระยะที่ 3 หรือ 3 สัปดาห์หลังการผสมเกสร ขนาดของผลจะโตและยืดยาวกว่าในสัปดาห์ที่ 2 ซึ่งมีกว้างประมาณ 1.5 ซม. และ ยาว 8-12 ซม.

ระยะที่ 4 หรือ 5 สัปดาห์หลังการผสมเกสร ขนาดของผลจะโตและยืดยาวกว่าในสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งในระยะนี้ ส่วนของผลมีการพัฒนาจนขยายขนาดโตเต็มที่ ซึ่งกว้างประมาณ 2-2.5 ซม. และ ยาว 10-15 ซม.

ระยะที่ 5 หรือ 9 สัปดาห์หลังการผสมเกสร เป็นระยะที่ผลแก่ โดยเมื่อผลแก่เต็มที่ ผลจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำตาล เปลือกจะปริแตกแบ่งผลออกเป็นสองซีกขณะอยู่บนต้น และเมล็ดก็จะค่อยๆ หลุดออกจนหมด

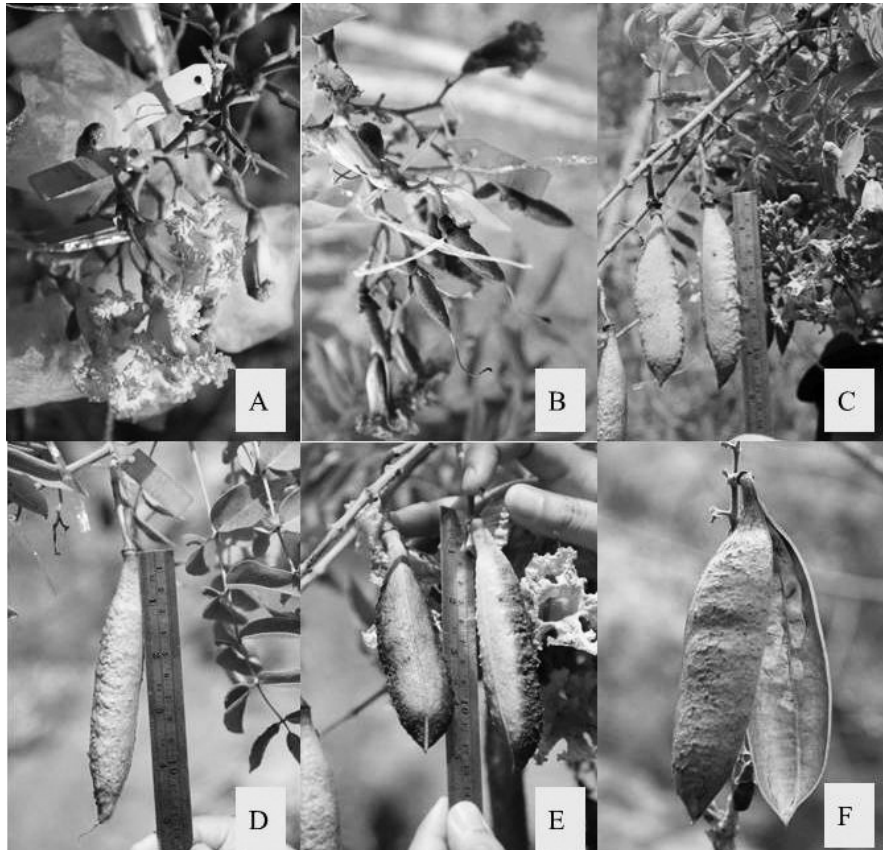


Figure 4 Stages of fruit development of *Santisukia kerrii* (Barnett & Sandwith) Brummitt Stages 1-5 (A, B, C, D, E) and dry dehiscent fruit (F).

ผลหรือฝักแคสตันดิสุซเป็นแบบผลแห้งแตก (capsule) รูปร่างขอบขนาน เมื่อเปลือกแตกออกเป็นสองซีกจะเห็นผนังกันกว้าง 2.8-3.8 ซม. ผิวเปลือกมีต่อมประปราย มีเมล็ดที่มีความยาวประมาณ 3 ซม. รวมปีกเมล็ดของแคสตันดิสุซ 1 ผล มีประมาณ 180 เมล็ด ทั้งนี้ การศึกษา ยังไม่ได้ต่อเนื่องถึงการศึกษารงอกของเมล็ดแคสตันดิสุซในธรรมชาติ ซึ่งการศึกษาดังกล่าวอาจทำให้สามารถประเมินจำนวนประชากรและโอกาสในการอยู่รอดของแคสตันดิสุซได้

รูปแบบการผสมพันธุ์และค่าความสำเร็จการสืบพันธุ์ (Breeding System and Reproductive success)

จากการตรวจนับจำนวนเรณูทั้งหมดต่ออับเรณูของแคสตันดิสุซ พบว่าค่าเฉลี่ยของเรณูทั้งหมดต่ออับเรณูเท่ากับ $5,028.03 \pm 98.53$ และพบว่ามีค่าเฉลี่ยของเรณูทั้งหมดต่อดอกคือ $20,112.2 \pm 78.70$ เรณู ค่าสัดส่วนจำนวนเรณูต่ออูฐ (P/O ratio) ของแคสตันดิสุซ เฉลี่ยคือ 111.77 ± 0.20 เมื่อนำค่าที่ได้นี้มาจัดชั้นตามเกณฑ์

การประเมินระดับการผสมข้ามตามวิธีการของ Cruden (1977) ซึ่งได้แบ่งระดับการผสมข้ามออกเป็น 5 ระดับ พบว่าระบบผสมข้ามของแคสตันดิซุส จัดอยู่ในระดับ facultative autogamy (มีค่าอัตราส่วนระหว่าง 31.9-396.0) คือมีระดับการผสมข้ามต่ำ หรือ แนวโน้มผสมพันธุ์ในตัวเองแต่การผสมข้ามสามารถเกิดขึ้นได้ อย่างไรก็ตาม ค่า P/O ratio ใช้เป็นเพียงตัวชี้วัดระบบการสืบพันธุ์ของพืชแบบกว้างๆ เท่านั้น ถึงแม้ว่าพืชหลายชนิดจะสามารถระบุระบบผสมพันธุ์ได้จากค่า P/O ratio แต่บางชนิดที่มีระบบผสมข้าม ซึ่งมีค่า P/O ratio ต่ำ การใช้ค่า P/O ratio ระบุระบบการผสมพันธุ์ก็ยังไม่สามารถระบุระบบการผสมพันธุ์ได้ไม่ชัดเจน (Cruden, 2000) โดยพืชส่วนใหญ่ที่มีระบบผสมข้าม จะมีค่า P/O ratio สูง อยู่ระหว่าง 1,200 – 8,000 แต่ในพืชที่มีระบบผสมข้ามบางชนิดก็มีค่า P/O ratio ต่ำกว่านั้น เช่น *Clakia* sect. *Phaeostoma* ในวงศ์ Onagraceae มีค่า P/O ratio ต่ำกว่า 500 (Vesek and Weng, 1988) ซึ่งการระบุระบบการสืบพันธุ์โดยละเอียด จำเป็นต้องมีการศึกษาอื่นๆ เพิ่มเติมอีกเช่น ขนาดเรณู ขนาดยอดเกสรเพศเมีย กลไกการถ่ายเรณู และการป้องกันตัวเอง เป็นต้น (Cruden and Lyon, 1985; Webb, 1994)

จากการศึกษาการติดผลของแคสตันดิซุสโดยใช้ 4 วิธีการ ได้แก่ การช่วยผสมมือแบบข้ามต้น การช่วยผสมมือในตัวเอง การผสมแบบเปิดหรือปล่อยให้ผสมเองตามธรรมชาติ และการผสมเกสรแบบควบคุม พบว่ามีการติดผล 10.17 ± 1.49 โดยวิธีการช่วยผสมมือแบบข้ามต้น มีการติดผลสูงสุด คือ ร้อยละ 75.45 ± 0.27 ซึ่งมีการติดผลสูงกว่าการผสมแบบเปิดหรือผสมเองตามธรรมชาติที่มีการติดผลเพียงร้อยละ 4.85 ± 0.31 (Table 1) ส่วนวิธีการควบคุมหรือการคลุมช่อดอกไว้ เป็นการทดสอบเพื่อไม่ให้แมลงหรือพาหะนำพาเรณูจากที่อื่นเข้ามาปนเปื้อน (contaminated) และวิธีการผสมโดยใช้มือแบบผสมในตัวเอง ไม่พบการติดผล เช่นเดียวกับต้น *Zeyheria montana* ซึ่งเป็นพรรณไม้ในวงศ์แค (Bignoniaceae) ที่พบการติดผลเฉพาะวิธีการผสมเกสร

โดยใช้มือผสมแบบข้ามต้นและการผสมแบบเปิดหรือผสมเองตามธรรมชาติเท่านั้น (Bittencourt and Semir, 2004) ซึ่งลักษณะการติดผลเช่นนี้ อาจมีปัจจัยบางอย่าง เช่น ลักษณะดอก ปัจจัยแวดล้อม และการป้องกันตัวเอง (Cruden, 2000) ทำให้ไม่สามารถผสมในตัวเองได้ (self-incompatibility) แสดงให้เห็นว่าแคสตันดิซุสเป็นพืชที่ต้องการการผสมข้ามหรือต้องการพาหะช่วยนำเรณูจากต่างต้นเข้ามาช่วยในการติดผล จากอัตราการติดผลจากวิธีการผสมโดยใช้มือช่วยผสมแบบข้ามต้น ที่พบว่าสูงกว่าวิธีการอื่นๆ ดังนั้นการผสมข้ามจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการติดผลของแคสตันดิซุส ซึ่ง Tasen (2001) แนะนำว่า การมีแมลงหรือพาหะมีชีวิตที่มีความสำคัญในการช่วยผสมเกสรจำนวนมากจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการช่วยผสมเกสรทำให้การติดผลเพิ่มมากขึ้น Gentry (1974) รายงานว่านอกจากแมลงแล้ว พาหะที่ช่วยในการผสมเกสรของพืชในวงศ์แค (Bignoniaceae) ยังมีสิ่งมีชีวิตชนิดอื่นอีก เช่น นก ค้างคาว อีกด้วย โดย *Campsidium valdivianum* พบว่านกฮัมมิงเบิร์ดช่วยผสมเกสร (Urcelay et al., 2006) เพกา (*Oroxylum indicum*) ไม่สามารถผสมพันธุ์ในตัวเองได้ ต้องอาศัยค้างคาวกินผลไม่น้ำพาเรณูมาช่วยในการผสมเกสร (Srithongchuay et al., 2008) เป็นต้น พืชส่วนใหญ่มีแมลงช่วยในการผสมเกสรหลัก และพรรณไม้หลายชนิดในวงศ์แค (Bignoniaceae) ก็พบว่ามีแมลงเป็นผู้ช่วยผสมเกสรหลักเช่นกัน ได้แก่ *Heterophragma quadriloculare* มีแมลงภู่ช่วยในการผสมเกสร (Somanathan and Borges, 2001) *Adenocalymma bracteatum* มีผึ้ง ชันโรง และมด ช่วยผสมเกสรหลัก (Almeida-Soares et al., 2010) แมลงผสมเกสรจึงมีความสำคัญต่อการติดผลตามธรรมชาติของแคสตันดิซุส กล่าวคือถ้ามีจำนวนแมลงช่วยผสมเกสรเพิ่มมากขึ้น จะทำให้การเข้าตอมดอกมากขึ้นเป็นส่งผลให้การช่วยนำเรณูไปยังดอกได้อย่างทั่วถึงกับจำนวนดอกแคสตันดิซุสที่บานในแต่ละปี ทำให้อัตราการติดผลของแคสตันดิซุสเพิ่มสูงขึ้นตามไปด้วย

Table 1 Fruit set (2 weeks after flowering) of *Santisukia kerrii* (Barnett & Sandwith) Brummitt.

Treatment	Number of flowers observed	number of fruits	% fruit set	SE
Opened-pollination	330	16	4.85	0.31
Controlled-pollination	433	0	0	0
Cross hand-pollination	110	83	75.45	0.27
Self hand-pollination	100	0	0	0
Total	973	99	10.17	1.49

ความสำเร็จของการสืบพันธุ์ (Reproductive success)

จากการวิเคราะห์ค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์ (RS) ของแคว้นดิสสุมีค่าผันแปรระหว่าง 0.010 - 0.018 โดยมีค่าเฉลี่ย 0.013 (Table 2) แสดงให้เห็นว่ามีจำนวนดอกเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่พัฒนาไปเป็นผลและเมล็ดที่สมบูรณ์ ซึ่งลักษณะแบบนี้เป็นลักษณะทั่วไปของพืชที่มีการผสมพันธุ์แบบข้าม (outcrossing) คือพืชที่มีการผสมพันธุ์แบบข้ามต้น จะมีค่า RS ต่ำกว่า 0.3 (Wiens *et al.*, 1987) ค่า RS ของแคว้นดิสสุจัดได้ว่าค่อนข้างต่ำ มีค่าใกล้เคียงกับสัก (Tangmitcharoen and Owens, 1997) ที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.011 ซึ่งสูงกว่ากระถินลูกผสม (*Acacia* hybrid) ที่มีค่าเฉลี่ย RS เท่ากับ

0.0054 (Sornsathapornkul, 1999) แต่ต่ำกว่าต้นกฤษณา (*Aquilaria crassna* Pierre ex Lecomte) มีค่าเฉลี่ย RS คือ เท่ากับ 0.05 (Tangmitcharoen *et al.*, 2008)

จากการหาค่าความสำเร็จการสืบพันธุ์ของแคว้นดิสสุนี้พบว่า มีค่าอัตราส่วนระหว่างจำนวนผลและดอกต่อช่อ (Fr/FI) โดยเฉลี่ย ค่อนข้างต่ำ ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าดอกจำนวนเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่พัฒนาไปเป็นผล โดยอาจมีสาเหตุมาจากการแห้งเหี่ยวไปหลังดอกบาน ส่วนค่าอัตราส่วนระหว่างจำนวนเมล็ดต่อผลและจำนวนออวูลต่อดอก (S/O) เฉลี่ยมีค่า 0.56 นั่นคือได้ว่ามีค่าสูง หรือประมาณ 56 เปอร์เซ็นต์ ของออวูลแคว้นดิสสุสามารถพัฒนาไปเป็นเมล็ดที่สมบูรณ์ได้

Table 2 Reproductive success of five trees of *Santisukia kerrii* (Barnett & Sandwith) Brummitt.

Tree no.	number of florets/inflo. (FL)	number of fruit/inflo. (Fr)	Fr/FI	number of ovules/floret (O)	number of seeds/fruit (S)	S/O	RS
1	46.6 ± 9.64	0.8 ± 0.33	0.017	180 ± 3.50	102.75 ± 5.68	0.57	0.010
2	33.9 ± 4.68	0.7 ± 0.33	0.021	184 ± 6.00	105.00 ± 15.18	0.57	0.012
3	49.2 ± 7.67	1.0 ± 0.30	0.020	176 ± 10.50	90.50 ± 6.76	0.51	0.010
4	24.1 ± 3.40	0.7 ± 0.30	0.029	170 ± 2.00	105.75 ± 4.46	0.62	0.018
5	33.7 ± 9.29	0.8 ± 0.29	0.024	189 ± 2.00	103.00 ± 10.08	0.54	0.013
Avg.	37.5 ± 1.46	0.8 ± 0.04	0.022	180 ± 2.33	101.40 ± 3.90	0.56	0.013

สรุป

1. แคว้นดิสสุเริ่มออกดอกตั้งแต่ปลายเดือนธันวาคมถึงกลางเดือนมีนาคม ช่อดอกเป็นแบบช่อกระจุก แยกแขนง ดอกพัฒนาจากตาออกไปถึงดอกบานใช้เวลาประมาณ 4 สัปดาห์ การบานของดอกภายในช่อ มีระยะ

เวลาประมาณ 1 ถึง 2 สัปดาห์ ดอกย่อยเป็นดอกแบบสมบูรณ์เพศ เกสรเพศผู้มี 4 อันเรณู ก้านเกสรแบ่งเป็น 2 คู่ที่ยาวไม่เท่ากัน เรณูมีขนาดกลาง (27-35 ไมครอน) ยอดเกสรเพศเมียปลายแยกเป็น 2 แฉก (bilabial) รังไข่แบบเหนือวงกลีบ ประกอบด้วยช่องว่าง 2 ช่อง แต่ละ

ช่วงบรรจุปริมาณ 89 ออวูล ดอกเริ่มบานตั้งแต่เวลา 04.00 น. บานเต็มที่เวลาประมาณ 07.00 น. เกสรเพศผู้แตกก่อนความพร้อมของเกสรเพศเมีย โดยช่วงเวลาที่เกสรเพศเมียพร้อมรับเรณู ตั้งแต่ดอกบานเต็มที่จนถึงหลังดอกบานไม่เกิน 12 ชั่วโมง และการพัฒนาของผลหลังจากการผสมเกสรถึงผลแก่ใช้เวลาประมาณ 9 สัปดาห์

2. ค่า P/O ratio ของแคสตันดิซุส จัดอยู่ในระดับการผสมข้ามแบบ facultative autogamy คือมีระดับการผสมข้ามต่ำ หรือมีแนวโน้มผสมพันธุ์ในตัวเองแต่การผสมข้ามสามารถเกิดขึ้นได้ ในการศึกษาการติดผลของแคสตันดิซุสพบว่ามีการติดผลเฉพาะในวิธีการใช้มือช่วยผสมแบบข้ามต้น และการผสมแบบควบคุม ส่วนวิธีการใช้มือช่วยผสมในตัวเอง และการผสมแบบควบคุมไม่พบการติดผล ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ค่าความสำเร็จของการสืบพันธุ์พบว่ามีความต่ำ แสดงให้เห็นว่าแคสตันดิซุสมีระบบผสมพันธุ์แบบผสมข้าม จัดเป็นพืชที่ต้องการพาหะช่วยในการผสมเกสร

คำนิยาม

ขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย ขอขอบคุณภาควิชาชีววิทยาป่าไม้ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ใช้สถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

REFERENCES

- Ai, H., W. Zhou, K. Xu, H. Wang and D. Li. 2013. The reproductive strategy of a pollinator-limited Himalayan plant, *Incarvillea mairei* (Bignoniaceae). **Bio Med Central Plant Biology** 13: 195-204.
- Almeida-Soares, S., L. P. Polatto, J. C. S. Dutra and H. M. Torezan-Silingardi. 2010. Ecological, Behavior and Bionomics Pollination of *Adenocalymma bracteatum* (Bignoniaceae): Floral Biology and Visitors. **Neotropical Entomology** 39 (6): 941-948.
- Bittencourt, N. S. Jr. and J. Semir. 2004. Pollination biology and breeding system of *Zeyheria montana* (Bignoniaceae). **Plant Systematics and Evolution** 247: 241-254.
- Cruden, R.W. 1997. Pollen-ovule ratio: a conservative indicator of breeding systems in flowering plants. **Evolution** 31: 32-46.
- Cruden, R.W. 2000. Pollen grain: why so many?. **Plant Systematics and Evolution** 222: 143-165.
- Cruden, R. W. and D. L. Lyon. 1985. Correlations Among Stigma Depth, Style Length, and Pollen Grain Size: Do They Reflect Function or Phylogeny?. **Botanical Gazette** 146: 143-149.
- Gentry, A. H. 1974. Flowering Phenology and Diversity in Tropical Bignoniaceae. **Biotropica** 6 (1): 64-68.
- Konar, R. N. and H. F. Linskens. 1966. Physiology and Biochemistry of the stigmatic fluid of *Petunia hybrid*. **Planta (Berl.)** 71: 372-387.
- Ruksat, L. 1991. **Pollen grain**. Odian Store, Bangkok. (in Thai)
- Saensouk, P. and S. Saensouk. 2011. Palynology of Some Bignoniaceae Species in Northeastern Thailand. **KKU Research Journal** 16 (2): 187-195. (in Thai)
- Santisuk, T. 1987. Bignoniaceae, pp 32-66. In T. Smitinand and K. Larsen (eds.),

- Flora of Thailand** Vol 5 part 1. Chutimapress, Bangkok.
- Sornsathapornkul, P. 1999. **Sexual Reproductive potential of *Acacia* hybrid**. Silvicultural Research Division, Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)
- Somanathan, H. and R. M. Borges. 2001. Nocturnal Pollination by the Carpenter Bee *Xylocopa tenuiscapa* (Apidae) and the effect of Floral Display on Fruit Set of *Heterophragma quadriloculare* (Bignoniaceae) in India. **Biotropica** 33 (1): 78-89.
- Srithongchuay, T., Sripao-roya, E. and S. Bumrungsri, 2008. The pollination ecology of the late-successional tree, *Oroxylum indicum* (Bignoniaceae) in Thailand. **Journal of Tropical Ecology** 24 (5): 477-484.
- Tangmitcharoen, S. and J. N. Owens. 1997. Floral biology, pollination, pistil receptivity, and pollen-tube growth of teak (*Tectona grandis* L.f.). **Annals of Botany** 79: 227-241.
- Tangmitcharoen, S., P. Yongrattana, V. Luangviriyasaeng, W. Tasen, P. Chanthep and S. Saengtubtim. 2008. Floral Biology of *Aquilaria crassna* Pierre ex Lecomte. **Thai Journal of Forestry** 27 (2):1-13. (in Thai)
- Tasen, W. 2001. **The Role of Some Major Insect Pollinators on Pollination of Teak (*Tectona grandis* Linn.f.)** M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- The Plant List. 2013. ***Santisukia***. Available Source: <http://www.theplantlist.org/1.1/browse/A/Bignoniaceae/Santisukia>, August 16, 2014.
- Vesek, F. C. and V. Weng. 1988. Breeding Systems of *Clarkia* sect. *Phaeostoma* (Onagraceae): I. Pollen-Ovule ratios. **Systematic Botany** 13: 336-350.
- Urcelay, C., C. L. Morales and V. R. Chalcoff. 2006. Relationship between corolla length and floral larceny in the South American hummingbird-pollinated *Campsidium valdivianum* (Bignoniaceae). **Annales Botanici Fennici** 43: 205-211.
- Webb, C. J. 1994. Pollination, self-incompatibility and fruit production in *Corokia cotoneaster* (Escallohiaceae). **New Zealand Journal of Botany** 32: 385-392.
- Wiens, K., C.L. Calvin, C.A. Wilson, C.I. Cavem, D. Frank and S.R. Seavey. 1987. Reproductive success, spontaneous embryo abortion and genetic load in flowering plants. **Oecologia** 71: 501-509.
-

นิพนธ์ต้นฉบับ

กายวิภาคเปรียบเทียบเนื้อไม้พื้นเมืองวงศ์ถั่ว 6 ชนิด ในประเทศไทย

Comparative Anatomy of Six Indigenous Leguminosae-Papilionoideae in Thailand

เบญจวรรณ ชิวปรีชา^{1*}ฉัตรชัย เงินแสงสรวย²ประศาสตร์ เกื้อมณี²Benchawon Chiwapreecha^{1*}Chatchai Ngernsaengsaruy²Prasart Kermanee²¹บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Graduate School, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand

²คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding Author, E-mail: benchawon@buu.ac.th

รับต้นฉบับ 22 กรกฎาคม 2558

รับลงพิมพ์ 5 สิงหาคม 2558

ABSTRACT

The family Leguminosae distributed throughout Thailand. Some tree species can grow in drought tolerance, wide ranges of soils. Many species are valuable timber. This study focus on the anatomical characters of 6 indigenous tree species in Subfamily Papilionoideae such as, *Dalbergia cultrata* Graham ex Benth., *Dalbergia nigrescens* Kurz, *Millettia brandisiana* Kurz, *Millettia leucantha* var. *buteoides* Kurz, *Pterocarpus indicus* Willd. and *Pterocarpus macrocarpus* Kurz that collected from Nakhon Ratchasima, Sa Kaeo and Chon Buri provinces. The woods were cut by sliding microtome and maceration techniques. The wood specimens were examined under light microscope (LM) and scanning electron microscope (SEM).

The dominant anatomical characteristics of them showed the color of heartwood is reddish-brown to purplish-brown. Wood surface is rather luster. Vessels diffuse with solitary and multiple of 2-3 types except *P. indicus*. Intervessel pits arrange alternately except *M. leucantha*. Axial parenchyma appear in paratracheal, bands, aliform, wing-aliform and vasicentric types. Prismatic crystals present in strand parenchyma chambered. The thickness of fibre wall is 5.3-3.5 µm. Rays are uniseriate and 1-3 rows. Ripple marks distinct except *P. indicus*. As the result, 2 timbers of *D. cultrata* and *M. brandisiana* are suitable for hard construction while *M. leucantha*, *D. nigrescens* and *P. macrocarpus* are suitable for interior decoration and furniture compartments. *P. indicus* wood can apply as wood substitute materials.

Keywords: Papilionoideae, wood, wood anatomy

บทคัดย่อ

ไม้ต้นวงศ์ถั่วมีการแพร่กระจายทั่วประเทศ พืชวงศ์นี้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่แห้งแล้งและเจริญได้ในดินทุกสภาพ หลายชนิดเป็นไม้มีค่าทางเศรษฐกิจ การศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของไม้พื้นเมืองวงศ์ถั่ว วงศ์ย่อยประดู่ (Leguminosae-Papilionoideae) จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ กระพี้เขาควาย (*Dalbergia cultrata* Graham ex Benth.) ฉนวน (*Dalbergia nigrescens* Kurz) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana* Kurz) สาธร (*Millettia leucantha* var. *buteoides* Kurz) ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus* Willd.) และประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) ที่เก็บตัวอย่างมาจากจังหวัดนครราชสีมา สระแก้ว และชลบุรี เตรียมเนื้อไม้ด้วยอุปกรณ์ฟานชีน ไม้และกรรมวิธีการแช่เยือก ศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

ลักษณะเด่นของไม้วงศ์ถั่ว วงศ์ย่อยประดู่ เนื้อไม้มีสีน้ำตาลแกมแดง ถึงสีน้ำตาลแกมม่วง ก่อนข้างเป็นมันวาว เวสเซลแบบกระจาย พบทั้งเวสเซล เดี่ยวและแผด ยกเว้นประดู่บ้าน บนผนังเวสเซลพบรอยเว้ามีขอบยื่น เรียงสลับ ยกเว้นสาธร (*M. leucantha*) พาราเทรคิลพาเรงคิมามีทั้งแบบแถบ ปีก ปีกต่อ และแบบติดกับเวสเซลบางส่วน พบผลึกรูปปริซึมภายในเซลล์พาเรงคิมิตามยาว ผนังเซลล์เส้นใยมีความหนาอยู่ในช่วง 5.3-3.5 ไมครอน เรย์พบ 2 แบบ ได้แก่ เรย์แถวเดียวและเรย์ 1-3 แถว เรย์เรียงเป็นชั้น ยกเว้นประดู่บ้าน (*P. indicus*) จากผลการวิจัย กระพี้เขาควาย (*D. cultrata*) และกระพี้จั่น (*M. brandisiana*) เหมาะสำหรับงานก่อสร้าง ในขณะที่สาธร (*M. leucantha*) ฉนวน (*D. nigrescens*) และประดู่ป่า (*P. macrocarpus*) เหมาะสำหรับงานตกแต่งภายในและเฟอร์นิเจอร์ ไม้ประดู่บ้าน (*P. indicus*) สามารถประยุกต์เป็นวัสดุทดแทนไม้

คำสำคัญ: วงศ์ย่อยประดู่ เนื้อไม้ กายวิภาคเนื้อไม้

คำนำ

ไม้ต้นวงศ์ถั่ว (Leguminosae) มีความสำคัญในอุตสาหกรรมป่าไม้แถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะไม้มะค่าและไม้ประดู่ เป็นไม้พื้นเมืองของไทยที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจใกล้เคียงไม้สัก ทั้งในแง่ปริมาณผลผลิตออกจากป่าและมูลค่าส่งออกจากรายงานการส่งออกไม้ท่อนและไม้แปรรูปในปี 2554 ของกรมศุลกากร ระบุว่าไม้ประดู่มีมูลค่าการส่งออก 34,540,630 บาท (Thai Customs Department, 2011) ด้วยเหตุที่ไม้วงศ์ถั่วมีความหลากหลายของชนิด และมีการกระจายพันธุ์อย่างกว้างขวาง อีกทั้งหลายชนิดเป็นไม้โตเร็ว จึงเป็นพรรณไม้ที่ถูกรับมาใช้อย่างแพร่หลายมากที่สุดวงศ์หนึ่ง

ไม้วงศ์ถั่วสามารถจำแนกเป็นวงศ์ย่อย (subfamily) 3 วงศ์ย่อย ได้แก่ วงศ์ย่อยราชพฤกษ์ (Leguminosae-Caesalpinioideae) วงศ์ย่อยกระถิน (Leguminosae-

Mimosoideae) และวงศ์ย่อยประดู่ (Leguminosae-Papilionoideae) มีจำนวนสมาชิก ประมาณ 95 สกุล พบกระจายไปทั่วประเทศไทย รวมถึงแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ วงศ์ย่อยประดู่มีลักษณะวิสัย เป็นไม้พุ่ม ไม้ล้มลุก ไม้เถาเลื้อย หรือ ไม้ต้น ดอกมีรูปแบบเฉพาะที่เรียกว่า รูปดอกถั่ว (papilionaceous) ดอกสมบูรณ์เพศ สมมาตรด้านข้าง ส่วนมากเป็นช่อดอกแบบช่อกระจุก (raceme) กลีบเลี้ยง 5 กลีบ เชื่อมติดกันบางส่วน กลีบดอก 5 กลีบ กลีบดอกด้านบนมีขนาดใหญ่เรียกว่ากลีบกลาง (standard) โดยโอบกลีบดอกที่เหลือ กลีบดอกด้านข้างมี 2 กลีบ เรียกว่า กลีบคู่ข้าง (wing) กลีบดอกด้านในสุด 2 กลีบ เชื่อมติดกันเป็นรูปท้องเรือ เรียกว่ากลีบคู่ล่าง (keel) เกสรเพศผู้มี 10 เกสร เชื่อมติดเป็นกลุ่มเดี่ยว (monadelphous) หรือ เชื่อมติดกันสองกลุ่ม (diadelphous) เกสรเพศเมียมีรังไข่ อยู่เหนือวงกลีบ มี 1 คาร์เพล (carpel) 1 ช่อง (locule)

การเรียงพลาเซนตาแนวเดียว (marginal placentation) ผลเป็นฝักแบบถั่ว (legume) บางครั้งไม่แตก หรือเป็นฝักหักข้อ (loment) (Chayamarit, 1998)

การนำไม้ไปใช้ให้เกิดคุณค่ามากที่สุด จำเป็นต้องพิจารณาจากสมบัติของเนื้อไม้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์จากไม้มีคุณภาพที่ดีตรงตามความต้องการในการใช้งานด้านต่างๆ ด้วยเหตุผลที่ว่าไม้ต่างชนิดกันเซลล์ที่ประกอบเป็นเนื้อไม้ย่อมมีความแตกต่างกันในด้านชนิด ขนาด รูปร่าง และการเรียงตัวของเซลล์ (Desch and Dinwoodie, 1996; Lewin and Goldstein, 1991) Bowyer *et al.* (2003) พบว่าลักษณะทางกายวิภาคเนื้อไม้ นอกจากใช้ระบุชนิดไม้ได้แล้ว ยังมีความสัมพันธ์เกี่ยวกับคุณสมบัติไม้ทั้งด้านกายภาพและด้านฟิสิกส์ของไม้ ส่งผลต่อการนำไม้ไปใช้อย่างถูกต้องเหมาะสมกับประเภทของงาน และเพื่อเพิ่มมูลค่าของไม้บางชนิดที่มีความแข็งแรงทนทานต่ำ ให้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตไม้แผ่นบาง (veneer) ไม้อัด (plywood) ไม้ประกอบ (composite lumber) ผลิตเยื่อและกระดาษ (pulp and paper) และเชื้อเพลิง (fuel) ดังนั้นการนำไม้ไปใช้จึงต้องมีข้อมูลเหล่านี้ประกอบการพิจารณาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์จากไม้ที่มีมูลค่าและมีความคงทนแข็งแรง ลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อไม้ จึงเป็นข้อมูลสำคัญเบื้องต้น ที่จะใช้ประกอบการตัดสินใจเพื่อการนำไม้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดในงานอุตสาหกรรมไม้ประเภทต่างๆ และใช้ในงานระบุชนิดไม้สำหรับเจ้าหน้าที่ตรวจพิสูจน์ไม้ได้อย่างถูกต้อง

ความสำคัญของไม้วงศ์ถั่ว จากการสำรวจพื้นที่นาข้าวทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่มีการจัดการรูปแบบระบบวนเกษตร พบไม้ต้นที่ชาวนาปลูกไว้ในพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นไม้ประจำท้องถิ่น ไม้หลักที่ปลูกได้แก่ ไม้วงศ์ถั่วและไม้วงศ์ยางนา (Dipterocarpaceae) ไม้ที่ปลูกนำไปใช้เพื่อการก่อสร้าง เสาถ่าน และทำฟืน มีการปลูกมะม่วง และมะขามเพื่อบริโภคผล รวมทั้งปลูกพืชเล็กไว้บริโภคใบและดอก

ใบของพืชในวงศ์ถั่วที่ร่วงลงดินยังเป็นปุ๋ยแก่นาข้าว เพิ่มความอุดมสมบูรณ์ของดิน ในขณะที่กิ่งก้านของไม้ยืนต้นเหล่านี้เมื่อถูกตัดแต่ง กิ่งไม้ที่ตัดออกมาสามารถนำไปเป็นเชื้อเพลิงหุงต้มในครัวเรือน (Pham *et al.*, 2005) สำหรับงานวิจัยในต่างประเทศ Fifanou *et al.* (2011) สำรวจไม้พื้นบ้านในพื้นที่วนเกษตรของเมือง Benin ตะวันตกของแอฟริกา พบพืชในวงศ์ถั่ว ได้แก่ *Azelia africana*, *Daniella oliveri*, *Burkea africana*, *Pterocarpus erinaceus* และ *Tamarindus indica* นำมาปลูกและอนุรักษ์ไว้ในพื้นที่ทำการเกษตรของชาวบ้าน โดยใช้ไม้ในการก่อสร้าง เป็นพืชเชื้อเพลิง และพืชอาหาร พืชในระบบวนเกษตรยังช่วยลดแรงกดดันระหว่างการอนุรักษ์ และการนำไปใช้ประโยชน์ ทั้งยังช่วยส่งเสริมสภาพแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการเจริญแก่พืชชนิดอื่นๆ ในไร่นาได้เป็นอย่างดี

มีงานศึกษาทางกายวิภาคไม้โดย Soerianegara and Lemmens (1994) รายงานลักษณะทางกายวิภาคไม้วงศ์ถั่ว สกุล *Azelia*, *Dalbergia*, *Dialium*, *Pterocarpus* และ *Sindora* ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวมุ่งเน้นไปที่ไม้มีค่าทางเศรษฐกิจของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้เท่านั้น ไม้บางกลุ่มมีการระบุลักษณะเพียงระดับสกุล (genus) ในขณะที่ไม้พื้นเมืองหลายชนิดที่พบในประเทศไทยยังคงไม่ได้มีการศึกษา

วัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อศึกษาลักษณะทางกายวิภาคของเนื้อไม้พื้นเมืองในวงศ์ถั่ว วงศ์ย่อยประดู่จำนวน 6 ชนิด ผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมไม้และผู้มีหน้าที่ในการตรวจพิสูจน์ไม้

อุปกรณ์และวิธีการ

ชิ้นไม้ตัวอย่างในวงศ์ย่อยประดู่ (Leguminosae-Papilionoideae) 6 ชนิด ได้แก่ กระพี้เขาควาย (*Dalbergia*

cultrata Graham ex Benth.) ฉนวน (*Dalbergia nigrescens* Kurz) กระพี้จั่น (*Millettia brandisiana* Kurz) สาธร (*Millettia leucantha* var *buteoides* Kurz) ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus* Willd.) ประดู่ป่า (*Pterocarpus macrocarpus* Kurz) รวบรวมจากจังหวัดนครราชสีมา สระแก้ว และชลบุรี ตรวจสอบการระบุชนิดพืช ในห้องปฏิบัติการอนุกรมวิธานพืชภาควิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และเทียบตัวอย่างในการระบุชนิดจากพิพิธภัณฑ์พืชสิรินธร กรมวิชาการเกษตร ตัดชิ้นไม้ให้ได้ขนาด $0.5 \times 0.5 \times 2.0$ เซนติเมตร ทางด้านหน้าตัด (transverse) ด้านสัมผัส (tangential) และด้านรัศมี (radial) เพื่อเข้าเครื่องผ่านเป็นแถบบาง ด้วย sliding microtome รุ่น American Optical Company Model 860 Ser No. 17066 ความหนาประมาณ 20-40 ไมครอน แล้วนำไปย้อมสี ดิงน้ำออกจากเนื้อเยื่อและติดบนกระจกสไลด์ ชิ้นไม้ขนาดเล็กนำไปแช่ย้อมโดยการต้มในสารละลายผสมระหว่าง ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับกรดอะซิติก อัตราส่วน 1:1 จนเนื้อเยื่อแยกออกจากกัน แล้วนำไปย้อมสี ดิงน้ำออกจากเนื้อเยื่อและติดบนกระจกสไลด์ ตามกรรมวิธีของ Kermancee (2008) เพื่อศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) รุ่น Zeiss Axioskop 2 plus และบันทึกภาพด้วยชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพระบบดิจิทัล รุ่น Zeiss Axio Cam MRc ตัวอย่างชิ้นไม้อีกส่วน หลังดิงน้ำออกจากเนื้อเยื่อ นำไปติดบนแผ่นวาง (aluminum

stub) ทำให้แห้งแล้วเคลือบด้วย gold-palladium mixture นำไปศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) รุ่น JEOL (JSM-35CF) บันทึกลักษณะกายวิภาคเนื้อไม้ และบรรยายลักษณะตาม Wheeler and Gasson (1989)

ผลและวิจารณ์

ลักษณะทางกายวิภาคเนื้อไม้ทั้ง 6 ชนิด ในวงศ์ย่อยประดู่ (Leguminosae-Papilionoideae) เมื่อศึกษาผ่านกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง และกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่ามีทั้งส่วนที่เหมือนและส่วนที่แตกต่างกัน (Table 1) ลักษณะเด่น และลักษณะที่แตกต่างบางประการที่ใช้จัดรูปวิธานเนื้อไม้ทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ เรียงเป็นชั้น (storied rays) พบทั้งแบบสม่ำเสมอ (regulate storied rays) (Figure 1a) และแบบไม่สม่ำเสมอ (irregulate storied rays) (Figure 1b) การเรียงของรอยเว้าบนเวสเซล (intervessel pit arrangement) และรอยเว้ามีขอบยื่น (vesture pit) (Figure 1c, 1i) พาราเทรคิลพารังคิมาแบบแถบ (paratracheal parenchyma bands) (Figure 1d) พาราเทรคิลพารังคิมาแบบปีก (paratracheal parenchyma aliform) และปีกต่อ (winged-aliform) (Figure 1e) การเรียงของเวสเซลแบบโซ่ (vessels in radial multiples) (Figure 1f) ผลึกรูปปริซึม (prismatic crystals) ในพารังคิมาตามยาว (Figure 1g) สารสะสมที่พบในเวสเซล (deposits) (Figure 1h)

Table 1 Wood characteristics of 6 Leguminosae-Papilionoideae in Thailand.

	<i>D. cultrata</i>	<i>D. nigrescens</i>	<i>M. brandisiana</i>	<i>M. leucantha</i>	<i>P. indicus</i>	<i>P. macrocarpus</i>
growth ring	indistinct	indistinct	indistinct	distinct	distinct	distinct
grain	straight	straight	straight	straight	interlocked	interlocked
porosity	diffuse	diffuse	diffuse	diffuse	diffuse	diffuse
vessel groupings	solitary and multiple solitary and multiple solitary and multiple solitary and multiple	solitary and multiple solitary and multiple solitary and multiple solitary and multiple	solitary and multiple solitary and multiple solitary and multiple solitary and multiple	solitary and multiple solitary and multiple solitary and multiple solitary and multiple	radial multiple	solitary and multiple
vessels/mm ²	8.6 ± 1.67	5.8 ± 1.17	3.4 ± 1.95	4.28 ± 1.9	14.33 ± 2.31	9.25 ± 0.96
vessel Ø	110 ± 7.1	117 ± 9.51	105 ± 48	140 ± 22	100 ± 8.12	128 ± 20
deposits	present	absent	present	present	present	present
paratracheal	narrow bands	wing-aliform	bands	bands	vasicentric	wing-aliform
fibre wall thickness	5 ± 0.44	3.88 ± 0.18	5.32 ± 0.45	4.27 ± 1.2	3.59 ± 0.22	4.1 ± 0.1
fibre length	854 ± 213	812 ± 66	938 ± 32	837 ± 228	1,215 ± 241	920 ± 126
ray cell numbers	1-3 row	1 row	1-2 row	1-3 row	1-3 row	1-3 row
ray height	112.36 ± 20	163.42 ± 27	168.62 ± 52	198.2 ± 10.3	358.6 ± 67	124.42 ± 14.7
ray width	18.88 ± 1.3	22.66 ± 5	29.9 ± 5.6	28.66 ± 4.5	54.76 ± 3.2	21.14 ± 4.7
intervessel pits	alternate	alternate	alternate	opposite	alternate	alternate
pit aperture	vestured	vestured	vestured	vestured	vestured	vestured
prismatic crystals	present	present	present	present	present	present
storied structure	irregularly storied	irregularly storied	all ray storied	all ray storied	irregularly storied	irregularly storied

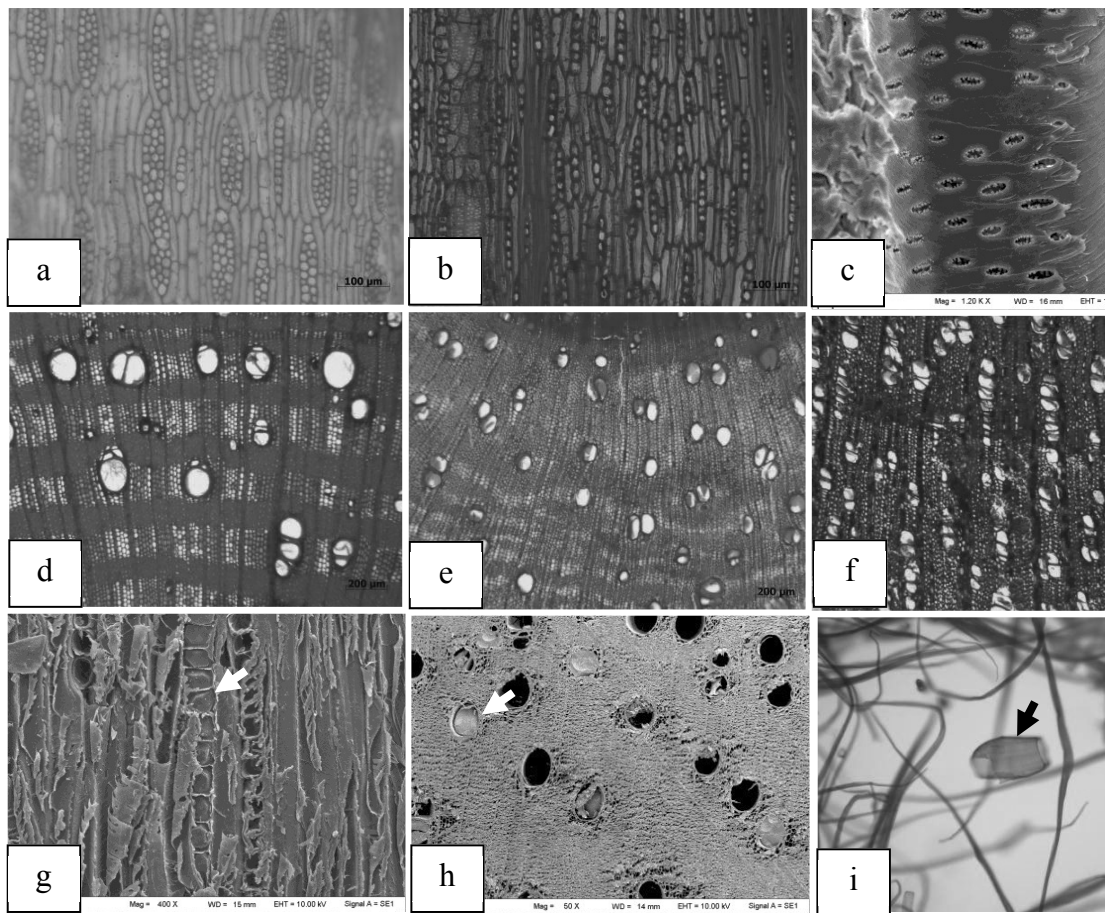


Figure 1 a) A tangential section of wood showing all ray storied in *Millettia leucantha*.
 b) A tangential section of wood showing irregularly storied in *Dalbergia nigrescens*.
 c) A SEM micrograph of vessel showing vestured pits in *Pterocarpus macrocarpus*.
 d) A transverse section of *M. leucantha* showing paratracheal bands parenchyma.
 e) A transverse section of *P. macrocarpus* showing paratracheal wing-aliform parenchyma.
 f) A transverse section of *P. indicus* showing radial multiple vessels.
 g) A SEM micrograph showing prismatic crystals in chambered axial parenchyma cells (arrow).
 h) A SEM micrograph showing gummy deposits filled in vessel (arrow).
 i) Macerated cells showing fibre and vessel (arrow).

การศึกษาพบว่าเนื้อไม้สกุลเดียวกันแต่ต่างชนิดมีลักษณะทางกายวิภาคต่างกัน ได้แก่ กระพี้เขาควาย และฉนวน ที่อยู่ในสกุล *Dalbergia* มีความแตกต่างกันที่ลักษณะของพารงคิมาตามยาว (axial parenchyma)

ส่วนเนื้อไม้กระพี้จั่นและสาธร ที่อยู่ในสกุล *Millettia* มีความแตกต่างกันที่ลักษณะการเรียงของรอยเว้าบนเวสเซล ในขณะที่เนื้อไม้ประดู่บ้านและประดู่ป่า ที่อยู่ในสกุล *Pterocarpus* มีความแตกต่างกันที่ลักษณะ

การจับกลุ่มของเวสเซล (vessels grouping) จึงสามารถนำลักษณะที่แตกต่างกันดังกล่าวมาจัดทำรูปวิธานเพื่อใช้ระบุชนิดไม้ได้ ดังนี้

รูปวิธานระบุชนิดเนื้อไม้วงศ์ถั่ว 6 ชนิด ตามลักษณะกายวิภาคไม้

1a เรย์ไม่เรียงเป็นชั้น	ประดู่บ้าน
1b เรย์เรียงเป็นชั้น	2
2a เรย์เรียงเป็นชั้นแบบสม่ำเสมอ	3
2b เรย์เรียงเป็นชั้นแบบไม่สม่ำเสมอ	4
3a รอยเว้าบนเวสเซลเรียงตรงข้าม	สารภี
3b รอยเว้าบนเวสเซลเรียงสลับ	กระพี้จั่น
4a พาราเทรทิลพาราเคมีแบบแถบแคบ กระพี้เขาควาย	
4b พาราเทรทิลพาราเคมีแบบปึก และปึกต่อ	5
5a เสี้ยนตรง	ฉนวน
5b เสี้ยนสน	ประดู่ป่า

ลักษณะการเรียงเป็นชั้นของเรย์ในไม้วงศ์ถั่วย่อยประดู่ สอดคล้องกับการบรรยายลักษณะโดย Wheeler and Gasson (1989) ที่ยกตัวอย่างการเรียงชั้นของเรย์ว่าพบได้ในเนื้อไม้สกุล *Dalbergia* และ *Pterocarpus*

ประดู่บ้าน (*Pterocarpus indicus*) และประดู่ป่า (*P. macrocarpus*) เนื้อไม้ไม่มีเสี้ยนสน จากงานวิจัยของ Thinley *et al.* (2005) รายงานว่าในไม้ที่มีเสี้ยนสนมีข้อจำกัดในการรับแรงอัดขนานเสี้ยนได้ไม่ดีพอ และเป็นสาเหตุหนึ่งของการหดและบิดของเนื้อไม้ แต่มีข้อดีจากการบิดไปมาของเสี้ยนไม้ เมื่อแสงตกกระทบทำให้เกิดความเงางามตามธรรมชาติของเนื้อไม้ หากนำไปผลิตเครื่องเรือนเครื่องใช้จะได้ผลิตภัณฑ์จากไม้ที่สวยงาม แต่อย่างไรก็ตามจากงานวิจัยของ Hernandez (2007) กล่าวว่าไม้เสี้ยนสนที่เจริญอยู่ในเขตร้อนสามารถรับแรงอัดขนานเสี้ยนได้ดีกว่าไม้เสี้ยนสนที่เจริญอยู่ในเขตอบอุ่น ส่วนไม้เสี้ยนตรง Bowyer *et al.* (2003) รายงานว่าสามารถรับแรงอัดขนานเสี้ยนได้ดี จึงใช้ในงานที่ต้องการความแข็งแรงจากไม้ เช่นงานก่อสร้างในงานวิจัยนี้พบว่าไม้เสี้ยนตรง ได้แก่ กระพี้เขาควาย

(*Dalbergia cultrata*) ฉนวน (*D. nigrescens*) และสารภี (*Millettia leucantha*)

เมื่อพิจารณาจากความหนาของผนังเซลล์เส้นใยพบว่า ฉนวนมีความหนาของผนังเซลล์เส้นใยต่ำที่สุด โดยมีค่า 3.88 ± 0.18 ไมครอน ในขณะที่กระพี้เขาควายมีความหนาของผนังเซลล์เส้นใยสูงที่สุด โดยมีค่า 5 ± 0.44 ไมครอน การจะนำไม้ไปใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงต้องพิจารณาหลายๆ ประการ ดังรายงานของ Santini *et al.* (2012) และ Nugrobo *et al.* (2012) ระบุตรงกันว่าความแข็งแรงทนทานของไม้สัมพันธ์กับความหนาของผนังเนื้อเยื่อลำเลียงในไซเล็มทุติยภูมิ (secondary xylem) ซึ่งก็หมายถึงรวมถึงผนังเซลล์เส้นใยด้วย เนื่องจากเนื้อเยื่อส่วนใหญ่คือเซลล์เส้นใยนั่นเอง ด้วยเหตุผลที่กล่าวมากระพี้เขาควายจึงมีลักษณะที่เหมาะสมแก่การนำไปใช้ในงานก่อสร้างที่ต้องรับแรงได้ดีกว่าไม้ฉนวน

ไม้ประดู่บ้านมีเวสเซลจำนวนมาก และเรียงต่อกันเป็นแถวยาว (Figure 1f) ย่อมส่งผลต่อความแข็งแรงของไม้ โดยพิจารณาจากงานวิจัยของ Leal *et al.* (2011) และ Rana *et al.* (2012) พบว่าไม้ที่มีจำนวนเวสเซลต่อพื้นที่มากและมีเส้นผ่านศูนย์กลางเวสเซลขนาดใหญ่ส่งผลให้ความหนาแน่นของเนื้อไม้และความแข็งแรงของไม้ลดลง ดังนั้นการนำไม้ประดู่บ้านไปใช้งานจึงควรหลีกเลี่ยงงานที่ต้องรับแรงหนัก

เนื้อไม้ทั้ง 6 ชนิดปรากฏผลึกรูปปริซึมในแถวพาราเคมีตามยาว (strand parenchyma) (Figure 1g) ซึ่งอาจถือได้ว่าเป็นลักษณะเด่นของเนื้อไม้วงศ์ถั่วผลึกที่พบในเนื้อไม้ตามรายงานของ Bulian and Graystone (2008) มีผลขัดขวางการซึมแทรกของสีที่ใช้ทาหรือเคลือบเนื้อไม้ ในขณะที่ Vansteenkiste *et al.* (2007) รายงานผลึกที่พบส่วนใหญ่เป็นสารประกอบจำพวกแคลเซียมออกซาเลต แคลเซียมคาร์บอเนต และซิลิกา โดยเฉพาะพบการสะสมมากในส่วนที่เป็นแก่นไม้ สารดังกล่าวส่งผลต่อความหนาแน่นของเนื้อไม้ทำให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น และส่งผลกระทบด้านลบต่อการแปรรูปไม้ การ

ตัดผ่านไม้ก่อนข้างยากและทำให้ใบเลื่อยท้อได้เร็วขึ้น
อีกทั้งฝุ่นที่เกิดจากการแปรรูปไม้ก่อให้เกิดอาการระคาย
เคืองของระบบหายใจ

สรุป

ไม้วังศ์ถั่ว วงศ์ย่อยประดู่ 6 ชนิด ได้แก่ กระพี้
เขาควาย ฉนวน กระพี้จั่น สาธร ประดู่ และประดู่ป่า
มีเนื้อไม้สีน้ำตาลแกมแดง ถึงสีน้ำตาลแกมม่วง เนื้อไม้
มันวาว พบทั้งเวสเซลเดี่ยวและแผ่ ยกเว้นประดู่บ้าน
รอยเว้าบนเวสเซล เรียงสลับ ยกเว้นสาธร พาราเทรคิล
พาราคิมมีทั้งแบบแถบ ปีก ปีกค่อ และแบบติดกับเวสเซล
บางส่วน ผนังเซลล์เส้นใยมีความหนาอยู่ในช่วง 5.3-3.5
ไมครอน เรย์พบ 2 แบบ ได้แก่ เรย์แถวเดี่ยว และเรย์ 1-3
แถว เรย์เรียงเป็นชั้น ยกเว้นประดู่บ้าน ลักษณะที่เหมือน
กันของไม้ทั้ง 6 ชนิด ได้แก่ เวสเซลแบบกระจาย รอยเว้าบน
เวสเซลแบบมีขอบยื่น และผลึกรูปปรีซึมในพาราคิม
ตามยาว ลักษณะที่แตกต่างกันได้แก่ การเรียงของเรย์
ทางด้านขนานเส้นสัมผัสไม้ การเรียงของรอยเว้าบน
เวสเซล พาราเทรคิลพาราคิม และการเรียงของเส้น

ลักษณะกายวิภาคของเนื้อไม้ที่ศึกษาได้ ใช้
เป็นข้อแนะนำประเภทการใช้งานได้ดังนี้ กระพี้เขาควาย
และกระพี้จั่นเหมาะแก่งานที่ต้องการไม้ที่แข็งแรง เช่น
งานก่อสร้าง สาธรและฉนวนเหมาะแก่งานที่ไม่ต้องรับ
แรงหนัก เช่น งานตกแต่งภายใน และเครื่องเรือน ประดู่ป่า
เหมาะแก่งานเฟอร์นิเจอร์ที่รับแรงได้ดี เช่น ตู้ โต๊ะ และ
เตียง ที่ต้องการความงามของเนื้อไม้ ในขณะที่ประดู่บ้าน
เหมาะแก่งานทำเครื่องเรือนหรือเครื่องมือที่ไม่ต้องการ
ความแข็งแรงมากนัก หรืออาจนำไปประยุกต์เป็น
ผลิตภัณฑ์ทดแทนไม้จริง

คำนิยาม

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณ
จากบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำ
ปีงบประมาณ 2551 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง

REFERENCES

- Bowyer, J. L., R. Shmulsky and J. G. Haygreen. 2003. **Forest Products and Wood Science An Introduction**. 4th ed. Iowa State Press, Iowa.
- Bulian, F. C. and J. A. Graystone. 2008. **Wood Coatings: Theory and Practice**. Elsevier Publications, Budapest, Hungary.
- Chayamarit, K. 1998. **Plants Identification Manual**. 1st ed. Diamond printing Company Ltd. Bangkok.
- Desch, H. E. and J. M. Dinwoodie. 1996. **Timber Structure, Properties, Conversion and Use**. 7th ed. Macmillan Press Ltd., London, UK.
- Fifanou, V.G., C. Ousmane, B. Gauthier and S. Brice. 2011. Traditional agroforestry systems and biodiversity conservation in Benin (West Africa). **Agroforest Syst.** 82: 1-13.
- Hernandez, R. E. 2007. Influence of accessory substances, wood density and interlocked grain on the compressive properties of hardwoods. **Wood Sci. Technol.** 41: 249-265.
- Kermanee, P. 2008. **Techniques in Plant Tissue**. Kasetsart University Press, Bangkok.
- Leal, S., V. B. Sousa, S. Knapic, J. L. Louzada and H. Pereira. 2011. Vessel size and number are contributors to define wood density in cork oak. **Eur. J. Forest Res.** 130: 1023-1029.
- Lewin, M. and I. S. Goldstein. 1991. **Wood Structure and Composition**. Marcel Dekker, Inc., New York.

- Nugrobo, W. D., S. N. Marsoen, K. Yasue, T. Fujimara, T. Nakajima, M. Hayagawa, S. Nakaba, Y. Yamagishi, H. Ojin, T. Kubo and R. Funada. 2012. Radial variations in the Anatomical characteristics and density of the wood of *Acacia mangium* of five different provenances in Indonesia. **J. Wood Sci.** 58: 185-194.
- Pham, H. T., S. Miyagawa and Y. Kosaka. 2005. Distribution patterns of trees in paddy field landscapes in relation to agro-ecological settings in northeast Thailand. **Agriculture, Ecosystem and Environment** 202: 42-47.
- Rana, R., R. L. Heyser, R. Finkeldey and A. Polle. 2012. Functional anatomy of five endangered tropical timber wood species of the family Dipterocarpaceae. **Trees.** 23: 521-529.
- Santini, N. S., N. Schmitz and C. F. Lovelock. 2012. Variation in wood density and anatomy in a widespread mangrove species. **Trees.** 26: 1555-1563.
- Soerianegara, I. and R. H. M. J. Lemmens. 1994. **Plant Resources of South-East Asia No 5 (1) Timber Trees: Major Commercial Timbers.** Prosea Foundation, Bogor, Indonesia.
- Thai Customs Department. 2011. **Import/export statistics.** Available source: <http://forestinfo.forest.go.th/content/file/stat2554/TAB21.pdf>, June 1, 2011.
- Thinley, C., G. Palmer, J. K. Vanclay and M. Henson. 2005. Spiral and interlocking grain in *Eucalyptus dunnii*. **Holz als Roh and Werkstoff** 63: 372-379.
- Vansteenkiste, D., J. V. Acker, M. Stevens, D. L. Thiec and G. Nepveu. 2007. Composition, distribution and supposed origin of mineral inclusions in sessile oak wood-consequences for microdensitometrical analysis. **Ann. For. Sci.** 64: 11-19.
- Wheeler, E. A. and P. E. Gasson. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin** 10 (3): 219-332.
-

นิพนธ์ต้นฉบับ

การคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรในจังหวัดพังงา

Plus Tree Selection of *Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm.
in Phangnga Province

สุวิมล อุทัยรัมย์*

ดำรง พิพัฒน์วัฒนากุล

สมพร แม่ลิ้ม

ชาคริต ณ ตะกั่วทุ่ง

Suwimon Uthairatsamee*

Damrong Pipatwattanakul

Somporn Maelim

Chakrit Na Takuathung

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding Author, E-mail: fforsmu@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 22 ตุลาคม 2558

รับลงพิมพ์ 8 ธันวาคม 2558

ABSTRACT

Thep tharo (*Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm.) is a medicinal and aromatic tree mostly distributed throughout southern Thailand. The utilization of this species is wood products, essential oil, and medicinal products. Currently, the population in natural habitat has been greatly reduced. Therefore the replanting should be promoted. In the process of replanting and tree improvement program, plus tree selection is one of the most important factors that must be considered. The objectives of this study were to set up plus tree selection criteria and to select Thep tharo plus trees for seed and seedling production. The selection was carried out in natural stand at Nirotrangsri Temple, Thai Mueang District, Phangnga Province. The combined 10 criteria of wood productivity and pharmaceutical purposes, including total height, diameter at breast height, clear bole, stem straightness, stem borer, bark thickness, crown density, essential oil content, active compound content and biological activity, were used as plus tree selection criteria. According to these criteria, 10 plus trees were selected from the study site and can be used as seed and seedling source for replanting in natural forest and plantation. Moreover, these plus trees are available for further tree improvement program.

Keywords: Thep tharo, *Cinnamomum porrectum*, plus tree selection, Phangnga province

บทคัดย่อ

เทพทาโร (*Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm.) จัดเป็นไม้สมุนไพรและไม้หอมชนิดหนึ่งในประเทศไทยมีการกระจายพันธุ์ส่วนใหญ่อยู่ทางภาคใต้ โดยมีการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ น้ำมันหอมระเหย และ

ใช้เป็นสมุนไพร สำหรับสถานการณ์ปัจจุบันของต้นไม้ชนิดนี้ในป่าธรรมชาติมีจำนวนลดลงเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงควรสนับสนุนส่งเสริมให้มีการปลูกทดแทน ซึ่งปัจจัยหนึ่งที่ต้องพิจารณาและมีความสำคัญในขั้นตอนของการปลูกและการปรับปรุงพันธุ์ คือ การคัดเลือกแม่ไม้ การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดลักษณะสำหรับใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโร และทำการคัดเลือกแม่ไม้เพื่อใช้เป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์และกล้าไม้ โดยได้ดำเนินการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรในบริเวณวัดนิโรธรังสี อำเภอท้ายเหมือง จังหวัดพังงา ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีหมู่ไม้เทพทาโรขึ้นอยู่ตามธรรมชาติเป็นบริเวณกว้าง สำหรับลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรกำหนดมาจากลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ทางด้านเนื้อไม้และสมุนไพร ซึ่งได้กำหนดลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้จำนวน 10 ลักษณะ ได้แก่ ความสูงทั้งหมด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความเปลาของลำต้น ความตรงของลำต้นจากโคนต้นถึงปลายง่าม ร่องรอยการเจาะทำลายลำต้น ความหนาของเปลือก ความหนาแน่นของเรณอยอด ปริมาณน้ำมันหอมระเหย ปริมาณสารออกฤทธิ์ และฤทธิ์ทางชีวภาพ ผลจากการคัดเลือกในครั้งนี้ได้แม่ไม้เทพทาโรจำนวน 10 ต้น ที่มีลักษณะดีทั้งเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านเนื้อไม้และใช้เป็นสมุนไพร ซึ่งแม่ไม้เทพทาโรที่คัดเลือกได้นี้สามารถใช้เป็นแหล่งผลิตเมล็ดพันธุ์และกล้าไม้เพื่อการปลูกทดแทนทั้งในป่าธรรมชาติและสวนป่า นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นแหล่งพันธุ์กรรมเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปได้

คำสำคัญ: เทพทาโร การคัดเลือกแม่ไม้ จังหวัดพังงา

คำนำ

เทพทาโรมีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm. จัดอยู่ในวงศ์ Lauraceae ชื่อท้องถิ่นคือ จวง หรือ จวงหอม (Forest Herbarium, 2014) ในประเทศไทยมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติส่วนใหญ่อยู่ทางภาคใต้พบมากที่จังหวัดพังงาตรังและกระบี่ (Plansangkate *et al.* 2007) ลักษณะทั่วไปเป็นไม้ต้นขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงได้ถึง 45 เมตร ลำต้นเปลาตรง เปลือกนอกแตกเป็นร่องตามความยาวลำต้น ใบเป็นใบเดี่ยว เรียงเวียนสลับ ผิวใบเกลี้ยง ท้องใบมักมีคราบสีขาวอมเทาดอกขนาดเล็กออกเป็นช่อตามปลายกิ่ง ผลมีลักษณะกลม ภายในมี 1 เมล็ด ผลแก่มีสีม่วงดำ (Forest Research and Development Bureau, 2009) ทุกส่วนของลำต้นมีกลิ่นหอม โดยเฉพาะรากและใบ เทพทาโรจัดว่าเป็นไม้อเนกประสงค์ที่มีการนำมาใช้ประโยชน์อย่างหลากหลาย ทั้งใช้เป็นสมุนไพร อาหาร ไม้ก่อสร้าง ทำเครื่องเรือน ใช้ในประเพณีท้องถิ่น และที่ทำให้เทพทาโรกลายมาเป็นที่รู้จักคือ การนำรากและเนื้อไม้มาบดเป็นมวลสารเพื่อสร้างวัตถุมงคล อีกทั้งยัง

มีการนำรากที่มีกลิ่นหอมที่หลงเหลืออยู่ในพื้นที่ต่างๆ ภายหลังการตัดฟันลำต้น ไปแล้วมาใช้ในการแกะสลักเพื่อทำเป็นของที่ระลึกและเครื่องใช้ต่างๆ เป็นผลิตภัณฑ์สร้างชื่อของจังหวัดตรัง นอกจากนี้ น้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จากรากและเมล็ด มีสรรพคุณในการบรรเทาอาการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ บรรเทาอาการปวดบวมจากการถูกแมลงสัตว์กัดต่อย แก้อาการปวดบวมอักเสบ (Chayamarit, 1997; Palanuvej *et al.*, 2006; Phongpaichit *et al.*, 2006; Denrungruang, 2007; Plansangkate *et al.*, 2007) สำหรับสถานการณ์ของเทพทาโรในป่าธรรมชาตินั้นพบว่า มีจำนวนประชากรลดลงมาก เนื่องจากเทพทาโรมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติอยู่บริเวณแนวชายขอบป่า ซึ่งง่ายต่อการถูกตัดฟันเมื่อพื้นที่ป่าถูกบุกรุกเพื่อเปลี่ยนไปเป็นพื้นที่สวนยางพาราและปาล์มน้ำมัน ทำให้ในปัจจุบันพบต้นเทพทาโรกระจายอยู่เป็นกลุ่มๆ ในบริเวณพื้นที่ป่าบางแห่ง หรือพบกระจายอยู่ในพื้นที่สวนยางพาราหรือสวนปาล์มน้ำมันของชาวบ้าน โดยมีแนวโน้มว่าจะถูกตัดฟันเพิ่มขึ้น ดังนั้นเพื่อเป็นการอนุรักษ์พรรณไม้และส่งเสริมในเรื่องการใช้ประโยชน์

จึงมีความจำเป็นต้องมีการปลูกทดแทนทั้งในลักษณะของสวนป่าเศรษฐกิจ การปลูกเสริมในพื้นที่เกษตรกรรม หรือการปลูกทดแทนในป่าธรรมชาติ ซึ่งขั้นตอนหนึ่งที่สำคัญในการปลูกทดแทน คือ การจัดหาเมล็ดหรือกล้าไม้จากต้นแม่พันธุ์ที่มีลักษณะดี

เนื่องจากเทพทาโรเป็นพรรณไม้ที่ไม่ได้มีการใช้ประโยชน์เฉพาะเนื้อไม้เท่านั้น แต่มีการนำไปใช้ประโยชน์เป็นสมุนไพรและใช้สกัดน้ำมันหอมระเหยด้วย ดังนั้นในการคัดเลือกแม่ไม้เพื่อใช้เป็นแหล่งเก็บเมล็ดพันธุ์หรือผลิตกล้าไม้จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงลักษณะที่จะนำไปใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก ซึ่งแตกต่างไปจากการพิจารณาคัดเลือกแม่ไม้เพื่อการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้เพียงอย่างเดียว เช่น สัก ยูคาลิปตัส หรือกระถินเทพาจากการตรวจสอบเอกสารพบว่า ในประเทศไทยยังไม่มี การกำหนดลักษณะที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้เพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ ร่วมกับการใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ ดังนั้นการศึกษาค้นคว้า จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดลักษณะที่จะนำมาใช้เป็น เกณฑ์สำหรับคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรเพื่อผลิตผลผลิตด้าน เนื้อไม้และใช้เป็นสมุนไพร และนำลักษณะที่กำหนด ได้ไปทำการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรเพื่อใช้เป็นแหล่ง พันธุกรรมสำหรับการขยายพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและ ไม่อาศัยเพศ เพื่อการใช้ประโยชน์ที่เหมาะสมต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษาอยู่ในบริเวณวัดนิโรธรังสี ตำบล ท้ายเหมือง อำเภอย้ายเหมือง จังหวัดพังงา (ละติจูด 8° 23' 21" เหนือ 98° 15' 35" ตะวันออก) มีพื้นที่ทั้งหมด 7.37 เฮกเตอร์ อาณาเขตทางทิศเหนือและทิศตะวันออก ติดกับพื้นที่การใช้ประโยชน์ของชาวบ้าน ส่วนทิศใต้และ ทิศตะวันตกติดกับถนนสาธารณะ ลักษณะภูมิอากาศ ได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ฤดูฝนเริ่ม ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงเดือนตุลาคม ฤดูแล้งเริ่มตั้งแต่ เดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน อุณหภูมิเฉลี่ยรายปี

27 องศาเซลเซียส อุณหภูมิต่ำสุดและสูงสุดอยู่ระหว่าง 18-35 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปี 3,700 มิลลิเมตร ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 83 เปอร์เซ็นต์ ดิน เป็นดินร่วนปนทราย สภาพพื้นที่มีลักษณะที่โดดเด่น คือ มีพรรณไม้ขึ้นอยู่เป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเทพทาโร ซึ่งมีจำนวนมากกว่า 700 ต้น ถือได้ว่าเป็นประชากร กลุ่มใหญ่มาก โดยเทพทาโรที่ขึ้นกระจายอยู่ในพื้นที่นี้ เป็นการขึ้นเองตามธรรมชาติ

การกำหนดลักษณะเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัด เลือกแม่ไม้เทพทาโร

1. กำหนดลักษณะที่จะนำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการ คัดเลือกแม่ไม้เทพทาโร โดยพิจารณาจากลักษณะ ทางสัณฐานวิทยาที่เกี่ยวข้องกับการให้ผลผลิตด้านเนื้อ ไม้และลักษณะทางพฤกษเคมีที่เกี่ยวกับการใช้ประโยชน์ เพื่อเป็นสมุนไพรและน้ำมันหอมระเหย
2. หาค่าคะแนนความสำคัญ (% relative weight) ในแต่ละลักษณะที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการ คัดเลือกแม่ไม้ โดยวิธี paired comparison ซึ่งประยุกต์ มาจากวิธีการกำหนดลักษณะเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการ คัดเลือกแม่ไม้สบู่ดำ (Mishra, 2009)
3. เมื่อได้ค่าคะแนนความสำคัญในแต่ละ ลักษณะแล้ว ทำการแยกลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการ คัดเลือกออกเป็นลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative trait) และลักษณะเชิงคุณภาพ (qualitative trait) เพื่อทำการ แบ่งค่าคะแนนความสำคัญในแต่ละลักษณะออกเป็น ช่วงคะแนนย่อย

การคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโร

เมื่อได้ลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือก แม่ไม้แล้ว นำเกณฑ์ดังกล่าวไปใช้ในการคัดเลือกแม่ไม้ เทพทาโรจากหมู่ไม้ที่ขึ้นกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติใน บริเวณวัดนิโรธรังสี ตำบลท้ายเหมือง อำเภอย้ายเหมือง จังหวัดพังงา โดยมีวิธีการดังนี้

1. เดินสำรวจการกระจายของต้นเทพทาโรทั่วพื้นที่ และทำการแบ่งต้นเทพทาโรออกเป็นกลุ่มๆ

โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วยต้นที่มีลักษณะดีประมาณ 10-15 ต้น ซึ่งแต่ละกลุ่มมีระยะห่างระหว่างกลุ่มไม่น้อยกว่า 200 เมตร เพื่อป้องกันการเป็นเครือญาติกัน

2. ในแต่ละกลุ่มทำการให้คะแนนต้นเทพทาโร แต่ละต้นตามลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น โดยการศึกษาคุณสมบัติทางพฤกษเคมีที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพรและน้ำมันหอมระเหยนั้น ใช้วิธีการศึกษาตามการศึกษาของ Pipatwattanakul *et al.* (2010) และ Uthairatsamee (2011) โดยทำการเก็บรากเพื่อนำไปสกัดน้ำมันหอมระเหย วัดปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้ และปริมาณสารสำคัญในน้ำมันหอมระเหย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้คือ สาร saffrole รวมถึงทำการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยเปรียบเทียบฤทธิ์ในการต้านเชื้อ *Candida albicans* ทำการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโร โดยพิจารณาจากต้นที่มีคะแนนสูงสุดในแต่ละกลุ่ม

ผลและวิจารณ์

ลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโร

ลักษณะที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรเพื่อวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้และใช้เป็นสมุนไพร ในการศึกษาครั้งนี้ทำการคัดเลือกลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตเนื้อไม้ โดยคัดเลือกจากลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้สัก (Kaosa-ard, 2001) ทั้งนี้ทำการคัดเลือกเฉพาะลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์เนื้อไม้เทพทาโรเท่านั้น ซึ่งมีการนำเนื้อไม้มาใช้ทำเครื่องเรือนและงานแกะสลัก โดยได้ลักษณะที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ดังนี้

1. ความสูงทั้งหมด (total height; TH)
2. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast height; DBH)
3. ความเปลาของลำต้น (clear bole; CB)

4. ความตรงของลำต้นจากโคนต้นถึงปลายง่าม (stem straightness; SS)

5. ร่องรอยการเจาะทำลายลำต้น (stem borer; SB)

ส่วนลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้เพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพรนั้น ได้พิจารณาจากข้อมูลรายงานการใช้ประโยชน์และคุณสมบัติทางพฤกษเคมีได้แก่ รายงานการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหย สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหย และฤทธิ์ทางชีวภาพ (Chayamarit, 1997; Palanuvej *et al.*, 2006; Phongpaichit *et al.*, 2006; Denrungruang, 2007; Plansangkate *et al.*, 2007; Uthairatsamee, 2011) ซึ่งจากรายงานเหล่านี้นำมาสรุปเป็นลักษณะที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านสมุนไพรได้ดังนี้

1. ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (essential oil content; EC)
2. ปริมาณสารสำคัญ (active compound content; AC)
3. ความหนาเปลือก (bark thickness; BT)
4. ความหนาแน่นของเรือนยอด (crown density; CD)
5. ฤทธิ์ทางชีวภาพ (biological activity; BA)

เนื่องจากลักษณะที่นำมาใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้มีความสำคัญไม่เท่ากัน ดังนั้นจึงต้องทำการหาค่าคะแนนความสำคัญ (% relative weight) ในแต่ละลักษณะ โดยวิธี paired comparison เช่นเดียวกับการกำหนดลักษณะเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้สนุ่ดำที่ศึกษาโดย Mishra (2009) วิธีนี้จะทำการเปรียบเทียบความสำคัญของลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกทีละคู่ โดยมีวิธีการให้คะแนนดังนี้ 1 คือ ลักษณะที่หนึ่งมีความสำคัญมากกว่าลักษณะที่สอง 0 คือ ทั้งสองลักษณะมีความสำคัญเท่ากัน และ -1 คือ ลักษณะที่หนึ่งมีความสำคัญน้อยกว่าลักษณะที่สอง ยกตัวอย่าง

เช่น วัตถุประสงค์ของการคัดเลือกครั้งนี้เพื่อให้ได้
แม่ไม้ที่มีคุณลักษณะดีเพื่อการใช้ประโยชน์ทั้งด้าน
เนื้อไม้และการใช้ประโยชน์จากน้ำมันหอมระเหยดังนั้น
เมื่อเปรียบเทียบระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก
กับปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้จึงมีความสำคัญ
เท่ากัน ได้คะแนนเท่ากับ 0 โดยผลจากการเปรียบเทียบ
ค่าคะแนนความสำคัญที่ระบุแสดงดัง Table 1

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า ฤทธิ์ทางชีวภาพ
(biological activity; BA) มีค่าคะแนนความสำคัญมาก
ที่สุด รองลงมาได้แก่ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก
(diameter at breast height; DBH) ความตรงของลำต้น
จากโคนต้นถึงปลายง่าม (stem straightness; SS) และ
ปริมาณสารสำคัญ (active compound content; AC)

Table 1 Relative weighting score for each criterion for selection *Cinnamomum porrectum* plus tree using paired comparison method

	i									
	TH	DBH	CB	SS	SB	BT	CD	EC	AC	BA
Total height (TH)	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Diameter at breast height (DBH)	-1	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0
Clear bole (CB)	-1	1	0	1	0	-1	-1	0	0	0
Stem straightness (SS)	-1	0	-1	0	0	-1	-1	0	0	0
Stem borer (SB)	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1
Bark thickness (BT)	0	1	1	1	-1	0	0	1	1	1
Crown density (CD)	0	1	1	1	-1	0	0	1	1	1
Essential oil content (EC)	0	0	0	0	-1	-1	-1	0	1	1
Active compound content (AC)	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	0	1
Biological activity (BA)	0	0	0	0	-1	-1	-1	-1	-1	0
$S_j = \sum A_{ij}$	-3	4	1	4	-5	-5	-5	1	3	5
F	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
$S_j + F$	6	13	10	13	4	4	4	10	12	14
Relative weight (%)	7	14	11	14	4	4	4	11	13	16

$$\% \text{Relative weight} = \left[\frac{S_j + F}{\sum_{j=1}^n (S_j + F)} \right] \times 100$$

$$F = |T| \times (n - 1)$$

When $|T|$ = the absolute value of the highest possible score

n = number of criteria

เมื่อได้ค่าคะแนนความสำคัญในแต่ละลักษณะ
แล้ว แบ่งลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกออกเป็น
เป็นลักษณะเชิงปริมาณ (quantitative trait) และลักษณะ
เชิงคุณภาพ (qualitative trait) เพื่อทำการแบ่งค่าคะแนน
ความสำคัญออกเป็นช่วงคะแนนย่อยในแต่ละลักษณะ

ในการศึกษาครั้งนี้มีลักษณะเชิงปริมาณจำนวน
6 ลักษณะ ได้แก่ ความสูงทั้งหมด (total height; TH)
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (diameter at breast
height; DBH) ปริมาณน้ำมันหอมระเหย (essential oil
content; EC) ปริมาณสารสำคัญ (active compound
content; AC) ความหนาเปลือก (bark thickness; BT)
และฤทธิ์ทางชีวภาพ (biological activity; BA) ซึ่งใน
แต่ละลักษณะทำการแบ่งค่าคะแนนความสำคัญออกเป็น
ช่วงคะแนนย่อยตามวิธีการที่ประยุกต์มาจาก Mishra
(2009) ได้ผลตาม Table 2

Table 2 The ranking score interval for quantitative characters of *Cinnamomum porrectum*.

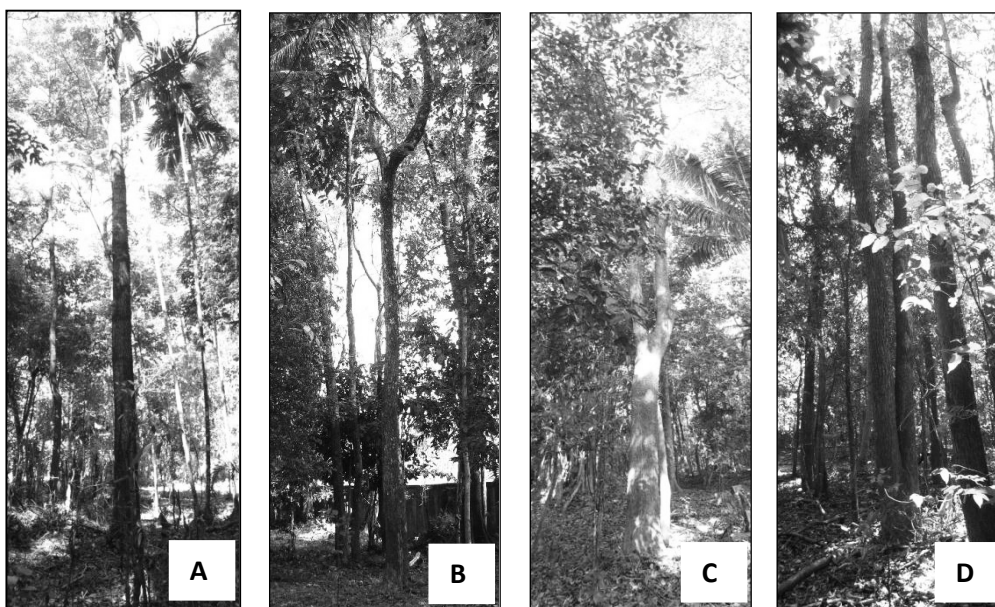
Criteria	Maximum score (% relative weight)	Ranking score interval	% Superiority of each tree over average of comparative trees
Total height (TH) (m)	7	0	Less than -15
		1	-15 to 0
		3	1 to 15
		5	16 to 30
		7	More than 30
Diameter at breast height (DBH) (cm)	14	2	Less than -15
		5	-15 to 0
		8	1 to 15
		11	16 to 30
		14	More than 30
Bark thickness (BT) (cm)	4	0	Less than -15
		1	-15 to 0
		2	1 to 15
		3	16 to 30
		4	More than 30
Essential oil content (EC) (%)	11	3	Less than -15
		5	-15 to 0
		7	1 to 15
		9	16 to 30
		11	More than 30
Active compound content (AC) (%)	13	1	Less than -15
		4	-15 to 0
		7	1 to 15
		10	16 to 30
		13	More than 30
Biological activity (BA) (mg/ml)	16	4	Less than -15
		7	-15 to 0
		10	1 to 15
		13	16 to 30
		16	More than 30

สำหรับลักษณะเชิงคุณภาพพิจารณาจากลักษณะที่สังเกตเห็นได้ของต้นไม้ ซึ่งมี 4 ลักษณะ ได้แก่ ความเปล่าของลำต้น (clear bole; CB) ความตรงของลำต้นจากโคนต้นถึงปลายง่าม (stem straightness; SS) ร่องรอย

การเจาะทำลายลำต้น (stem borer; SB) และ ความหนาแน่นของเรือนยอด (crown density; CD) โดยแต่ละลักษณะทำการแบ่งค่าคะแนนความสำคัญออกเป็นช่วงคะแนนย่อยดัง Table 3 และ Figure 1-4

Table 3 The ranking score interval for qualitative characters of *Cinnamomum porrectum*.

Criteria	Maximum score (% relative weight)	Ranking score interval	Characters
Clear bole (CB) Points depend upon first-order branch (diameter >1/3 of adjacent stem) originating from the main stem	11	2 5 8 11	Branching in 1 st quarter of stem Branching in 2 nd quarter of stem Branching in 3 rd quarter of stem Branching in 4 th quarter of stem
Stem straightness (SS) Points depend upon vertical and stem straightness	14	2 6 10 14	Not vertical, >4 bends Roughly vertical, 3-4 bends Roughly vertical, 1-2 bends Completely vertical and straight
Stem borer (SB) Points depend upon number of hole caused by stem borer		1 2 3 4	More than 4 holes 3-4 holes 1-2 holes No hole
Crown density (CD) Points depend upon density and regular of foliage	4	1 2 3 4	Low dense Medium dense Dense and irregular Dense and regular

**Figure 1** Scoring of clear bole of *Cinnamomum porrectum*.(A) $> \frac{3}{4}$ of stem length = 11 (B) $\frac{3}{4}$ of stem length = 8(C) $\frac{1}{2}$ of stem length = 5 (D) $\frac{1}{4}$ of stem length = 2

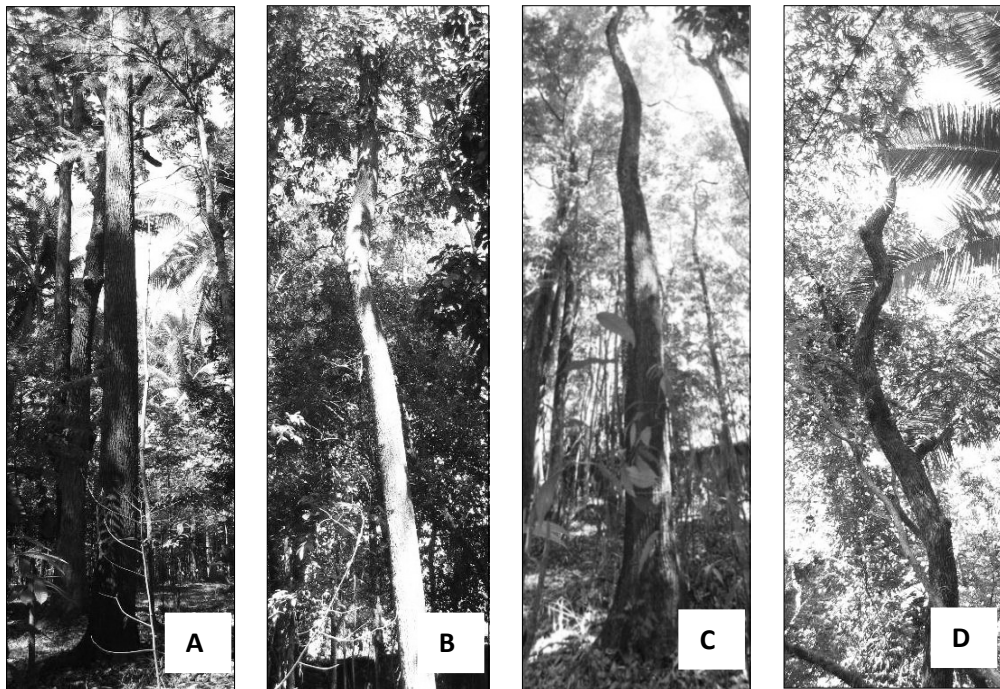


Figure 2 Scoring of stem straightness of *Cinnamomum porrectum*.

(A) Straight = 14 (B) 1-2 bends = 10

(C) 3-4 bends = 6 (D) > 4 bends = 2



Figure 3 Stem of *Cinnamomum porrectum* damaged by stem borer.

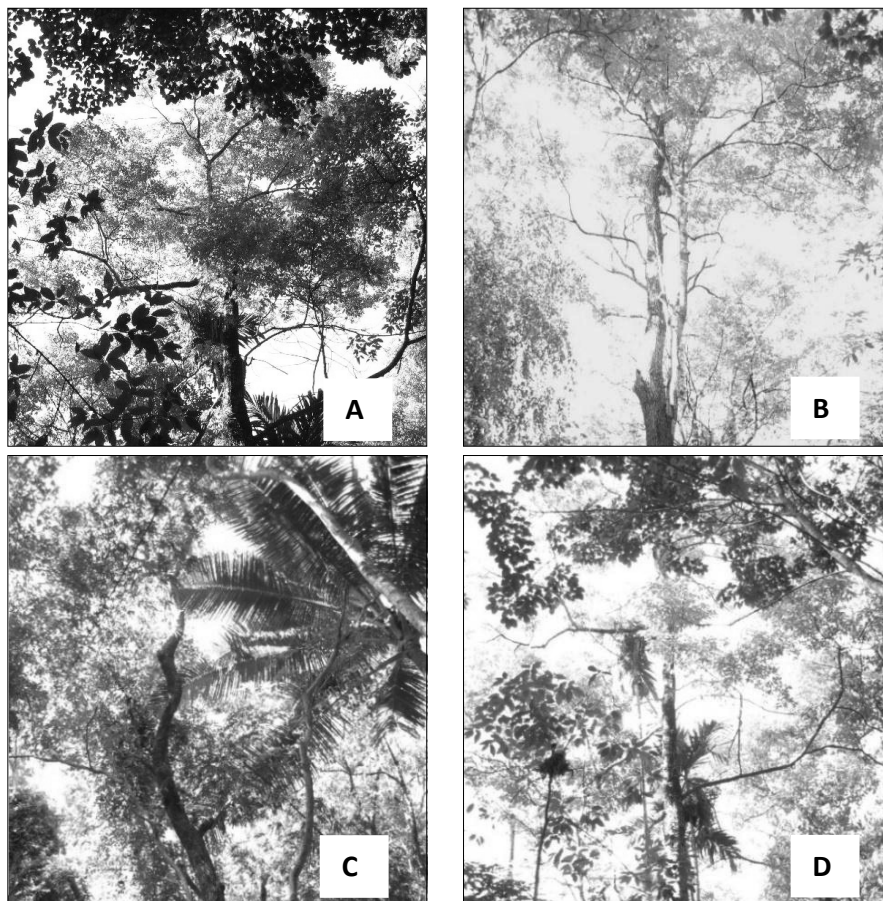


Figure 4 Scoring of crown density of *Cinnamomum porrectum*.

(A) Dense and regular = 4

(B) Dense and irregular = 3

(C) Medium dense = 2

(D) Low dense = 1

จากการตรวจสอบเอกสารพบว่า ในประเทศไทย มีเพียงสักและยูคาลิปตัสเท่านั้นที่มีการกำหนดลักษณะ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้ (Kaosa-ard, 2001; Luangviriyasaeng, 2010) ซึ่งลักษณะที่กำหนด ขึ้นนี้เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้ โดย พิจารณาจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียงอย่างเดียว แต่สำหรับเทพทาร์เป็นพรรณไม้ที่ไม่ได้มุ่งเน้นการใช้ ประโยชน์จากเนื้อไม้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่มีการใช้ ประโยชน์ในด้านสมุนไพรด้วย ดังนั้นการศึกษากครั้งนี้จึง เป็นแนวทางหนึ่งที่จะแสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการ กำหนดลักษณะเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้

ให้ตรงตามวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์ที่มีมากกว่า การใช้ประโยชน์จากเนื้อไม้เพียงอย่างเดียว

ในการกำหนดลักษณะเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ ในการคัดเลือกแม่นั้น Heaman (1967); Zobel and Talbert (1984); Lauridsen and Olesen (1994) กล่าว ไว้ว่า ควรใช้ลักษณะที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่าที่มี ค่าการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมสูงเป็นเกณฑ์ใน การคัดเลือก เช่น ความเปลาของลำต้น ความตรงของ ลำต้นจากโคนต้นถึงปลายง่าม และลักษณะการแตกกิ่ง ซึ่งในการศึกษากครั้งนี้ได้ใช้ลักษณะความเปลาของ ลำต้น และความตรงของลำต้นจากโคนต้นถึงปลายง่าม

เป็นลักษณะที่สำคัญในการคัดเลือกแม่ไม้เพื่อการผลิตเนื้อไม้เทพทาโร ส่วนความหนาแน่นของเรือนยอดเป็นลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกซึ่งแสดงถึงปริมาณใบที่เป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำมันหอมระเหย นอกจากนี้ยังมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ซึ่งส่งผลต่อการเติบโตของต้นเทพทาโรด้วย โดย Kramer and Kozlowski (1979) กล่าวว่า ต้นไม้ที่มีปริมาณความหนาแน่นของเรือนยอดมากจะสามารถผลิตเนื้อไม้ได้ดีกว่าต้นไม้ที่มีความหนาแน่นของเรือนยอดต่ำ สำหรับลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเติบโต ได้แก่ ความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเป็นลักษณะที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมเป็นสำคัญ และเป็นลักษณะที่มีค่าการถ่ายทอดทางพันธุกรรมต่ำ (Lauridsen and Olesen, 1994) แต่อย่างไรก็ตามลักษณะดังกล่าวยังคงมีความสำคัญในการใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้ เพราะเป็นลักษณะที่เกี่ยวข้องกับผลผลิตเนื้อไม้โดยตรง นอกจากนี้การศึกษครั้งนี้ได้ใช้ร่องรอยการเจาะทำลายลำต้นเป็นลักษณะหนึ่งในการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโร เนื่องจากการสังเกตในภาคสนามพบว่า บริเวณลำต้นของเทพทาโรมักมีร่องรอยการถูกเจาะทำลาย ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเนื้อไม้ที่จะนำไปใช้ประโยชน์ในการทำเครื่องเรือนหรือแกะสลัก

ในการนำลักษณะต่างๆ ที่ใช้เป็นเกณฑ์ไปทำการคัดเลือกแม่ไม้นั้น มีข้อพึงระวังในส่วนของลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเติบโต ได้แก่ ความสูงและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเนื่องจากในการศึกษานี้ ต้นเทพทาโรที่ทำการคัดเลือกมีการกระจายพันธุ์เองตามธรรมชาติ จึงอาจทำให้มีอายุไม่เท่ากัน การเติบโตจึงแตกต่างกัน ซึ่งส่งผลต่อการคัดเลือกแม่ไม้ แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาได้พยายามคัดเลือกต้นที่มีช่วงอายุเดียวกัน โดยสังเกตจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาและสอบถามจากผู้ที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา นอกจากนี้ลักษณะที่เกี่ยวข้องกับการเติบโตแล้ว คุณสมบัติทางด้านพฤกษเคมี ได้แก่ ปริมาณน้ำมันหอมระเหยและฤทธิ์ทางชีวภาพ ก็มีความผันแปรไปตามอายุของต้นไม้เช่นเดียวกัน (Supavita *et al.*, 2007) ดังนั้นในการคัดเลือก

เพื่อเปรียบเทียบในแต่ละแม่ไม้ควรจะเลือกต้นที่มีอายุเท่ากันหรือใกล้เคียงกันมาพิจารณา

การคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโร

จากการนำลักษณะที่กำหนดได้ทั้ง 10 ลักษณะไปใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรในบริเวณวัดนิโรธรังสี ตำบลท่ายเหมือง อำเภอท่ายเหมือง จังหวัดพังงา ในเบื้องต้นสามารถแบ่งกลุ่มไม้ที่มีลักษณะดีออกเป็น 10 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มมีต้นเทพทาโร 10-15 ต้น จากนั้นได้ทำการประเมินต้นเทพทาโรแต่ละต้นภายในกลุ่ม ตัวอย่างการประเมินแม่ไม้ในกลุ่มที่ 1 แสดงดัง Table 4 โดยค่า % superiority of each tree over average of total trees (% S) ของลักษณะเชิงปริมาณ สามารถคำนวณได้จาก

$$\% S = \frac{(\text{ค่าที่วัดได้ของต้นไม้แต่ละต้น} - \text{ค่าเฉลี่ยของต้นไม้ทุกต้น})}{\text{ค่าเฉลี่ยของต้นไม้ทุกต้น}} \times 100$$

ยกตัวอย่างการคำนวณค่า % S ของความสูงทั้งหมด (TH) ของเทพทาโรต้น T1 ซึ่งมีความสูงเท่ากับ 27 เมตร โดยค่าเฉลี่ยความสูงของหมู่ไม้ที่คัดเลือกเท่ากับ 25.30 เมตร

$$= \frac{(27-25.30)}{25.30} \times 100$$

$$= 6.72 \%$$

เมื่อนำค่า % S ของความสูงทั้งหมด (TH) ที่คำนวณได้คือ 6.72 ไปเทียบใน Table 2 จะเห็นได้ว่าอยู่ในช่วง 1 ถึง 15 ดังนั้นค่าคะแนนความสูงของต้น T1 จึงเท่ากับ 3 และเมื่อคำนวณค่า % S ของลักษณะที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกทั้ง 10 ลักษณะจนครบทุกต้นในกลุ่มที่ 1 จะได้ค่าคะแนนรวมของแต่ละต้นดังแสดงใน Table 4 ซึ่งพบว่า ต้น T3 เป็นต้นที่มีคะแนนสูงสุดเท่ากับ 67 ดังนั้นต้น T3 จึงถูกคัดเลือกเป็นแม่ไม้ที่ดีที่สุดในกลุ่มที่ 1 ซึ่งมีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ทั้งด้านเนื้อไม้และใช้เป็นสมุนไพร

จากการแบ่งกลุ่มต้นเทพทาโรที่มีลักษณะดีในพื้นที่ศึกษาออกเป็น 10 กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มทำการประเมินตามวิธีที่ได้กล่าวมา จากนั้นทำการคัดเลือกต้น

Table 4 The scoring of *Cinnamomum porrectum* plus trees based on morphological characteristics and phytochemical properties (group 1).

No.	TH	%S	Score TH	DBH	%S	Score DBH	BT	%S	Score BT	Score CB	Score SS	Score SB	Score CD	EC	%S	Score EC	AC	%S	Score AC	BA	%S	Score BA	Total
T1	27.0	6.72	3	42.32	-4.77	5	1.2	-4	1	8	14	4	4	4.48	-0.67	5	24.83	-0.32	4	32	0.00	7	55
T2	26.0	2.77	3	65.55	47.50	14	1.5	20	3	8	6	4	4	3.15	-30.16	3	25.63	2.89	7	32	0.00	7	59
T3	29.5	16.60	5	62.05	39.63	14	1.4	12	2	8	14	4	3	2.42	-46.25	3	25.58	2.69	7	32	0.00	7	67
T4	28.5	12.65	3	38.34	-13.72	5	1.4	12	2	8	10	4	2	4.45	-1.29	5	23.75	-4.66	4	32	0.00	7	50
T5	31.0	22.53	5	56.32	26.73	11	1.3	4	2	5	10	4	4	4.77	5.75	7	25.86	3.81	7	32	0.00	7	62
T6	19.5	-22.92	0	29.75	-33.06	2	1.0	-20	0	11	14	4	4	5.90	30.93	11	24.24	-2.69	4	32	0.00	7	57
T7	25.0	-1.19	1	45.18	1.67	8	1.2	-4	1	11	14	4	3	2.22	-50.88	3	25.36	1.81	7	32	0.00	7	59
T8	16.5	-34.78	0	34.20	-23.03	2	1.1	-12	1	11	10	4	2	6.55	45.28	11	25.25	1.36	7	32	0.00	7	55
T9	24.5	-3.16	1	33.09	-25.54	2	1.2	-4	1	11	14	4	4	3.86	-14.45	5	24.19	-2.89	4	32	0.00	7	53
T10	25.5	0.79	1	37.55	-15.51	2	1.2	-4	1	11	14	4	4	7.34	62.73	11	24.45	-1.85	4	32	0.00	7	59
Average	25.30			44.44			1.25							4.51			24.91			32			

Remarks: TH = Total height
 CB = Clear bole
 CD = Crown density
 BA = Biological activity
 DBH = Diameter at breast height
 SS = Stem straightness
 EC = Essential oil content
 % S = % Superiority of each tree over average of comparative tree
 BT = Bark thickness
 SB = Stem borer
 AC = Active compound content

ที่มีค่าคะแนนสูงสุดในแต่ละกลุ่ม ผลการศึกษาค้นคว้าได้แม่ไม้เทพทาโรที่มีคุณลักษณะที่มีความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์ทั้งด้านเนื้อไม้และด้านสมุนไพร จำนวน 10 ต้น ซึ่งแม่ไม้เหล่านี้สามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมเพื่อการขยายพันธุ์ทั้งแบบอาศัยเพศและไม่อาศัยเพศเพื่อการปลูกทดแทนในพื้นที่ธรรมชาติ สวนป่าหรือการปลูกเสริมในพื้นที่ต่างๆ หรือแม้แต่ในด้านการปรับปรุงพันธุ์แม่ไม้ที่คัดเลือกได้นี้สามารถใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมที่ดีเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ต่อไปได้ในอนาคต ทั้งนี้หากมีงบประมาณเพียงพอควรมีการพิจารณาให้ความสำคัญแก่ต้นเทพทาโรที่มีค่าคะแนนรองลงไปในแต่ละกลุ่มเพื่อใช้เป็นแหล่งพันธุกรรมเพิ่มเติมได้เนื่องจากการมีฐานพันธุกรรมที่กว้างจะช่วยให้งานด้านการปรับปรุงพันธุ์สามารถกระทำได้ดียิ่งขึ้น

สรุป

การศึกษาค้นคว้าได้กำหนดลักษณะเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรเพื่อการใช้ประโยชน์ด้านเนื้อไม้และใช้เป็นสมุนไพรจำนวน 10 ลักษณะ ได้แก่ ความสูงทั้งหมด ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก ความเปลาของลำต้น ความตรงของลำต้นจากโคนต้นถึงปลายง่าม ร่องรอยการเจาะทำลายลำต้น ความหนาของเปลือก ความหนาแน่นของเรือนยอด ปริมาณน้ำมันหอมระเหย ปริมาณสารออกฤทธิ์ และฤทธิ์ทางชีวภาพ และเมื่อนำลักษณะเหล่านี้ไปใช้คัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรบริเวณวัดนิโรธรังสี ตำบลท้ายเหมือง อำเภอย้ายเหมือง จังหวัดพังงา สามารถคัดเลือกแม่ไม้เทพทาโรได้จำนวน 10 ต้น ซึ่งมีความเหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ทั้งด้านเนื้อไม้และใช้เป็นสมุนไพรได้นอกจากนี้งานวิจัยนี้จะเป็นแนวทางสำหรับการศึกษาและการกำหนดลักษณะเพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการคัดเลือกแม่ไม้ชนิดอื่นๆ ที่ไม่เพียงแต่เน้นการใช้ประโยชน์เนื้อไม้เท่านั้น แต่มุ่งเน้นการใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ร่วมด้วย

REFERENCES

- Chayamarit, K. 1997. **Thai Medicinal Plant**. Vol. 6. Forest Herbarium, Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)
- Denrungruang, P. 2007. Preliminary assay on antioxidative activity of some Lauraceae barks. **Thai J. Biotechnol.** 8 (1): 49-54.
- Forest Herbarium. 2014. **Thai Plant Names Tem Smitinand, Revised Edition 2014**. Forest and Plant Conservation Research Office, Department of National Parks, Wildlife and Plant Conservation, Ministry of Natural Resources and Environment, Bangkok. (in Thai)
- Forest Research and Development Bureau. 2009. **Thep tharo (*Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm.** Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)
- Heaman, J.C. 1967. **A Review of the Plus Tree Selection Programme for Douglas-Fir in Coastal British Columbia**. British Columbia Forest Service, Canada.
- Kaosa-ard, A. 2001. Plus tree selection for Teak improvement, pp. 3/1-3/13. **In Teak Improvement Strategy Handbook**. Mingmuang Press, Chiang Mai. (in Thai)
- Kramer, P.J. and T.T. Kozlowski. 1979. **Physiology of Woody Plants**. Academic Press, Inc., New York.
- Lauridsen, E.B. and K. Olesen. 1994. **Identification, Establishment and Management of Seed Sources: Lecture Note B-2**. Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark.

- Luangviriyasaeng, V. 2010. Forest tree improvement. *In* **Silvicultural Research Knowledge Management Year 2010**. Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)
- Mishra, D.K. 2009. Selection of candidate plus phenotypes of *Jatropha curcas* L. using method of paired comparisons. **Biomass and Bioenergy** 33: 542-545.
- Palanuvej, C., P. Wrawatganone, V. Lipipun and N. Ruangrunsi. 2006. Chemical composition and antimicrobial activity against *Candida albicans* of essential oil from leaves of *Cinnamomum porrectum*. **J Health Res** 20 (1): 69-76.
- Plansangkate, W., N. Sirinupong, R. Chirunthorn, K. Tunsuwan, T. Supavita, A. Itharat and P. Leesurapong. 2007. A study of people's utility of Teptaro (*Cinnamomum porrectum* Kosterm) through local wisdom. *In* A. Itharat, ed. **Cycle of Product Development from *Cinnamomum porrectum***. Prince of Songkhla University, Hat Yai, Songkhla. (in Thai)
- Phongpaichit, S., S. Kummee, L. Nilrat and A. Itharat. 2006. Antimicrobial activity of oil from the root of *Cinnamomum porrectum*. **Songklanakarin J. Sci. Technol.** 29 (1): 11-16.
- Pipatwattanakul, D., N. Soonthornchareonnon, S. Maelim and S. Boonyuan. 2010. **Genetic Diversity Conservation of *Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm.: Genetic Resources of *Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm.** National Research Council of Thailand, Bangkok. (in Thai)
- Supavita, T., P. Rattanasuwan and N. Intaraksa. 2007. Standard and specification of *Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm. on Thai herbal pharmacopoeia monograph. *In* A. Itharat, ed. **Cycle of Product Development from *Cinnamomum porrectum***. Prince of Songkhla University, Hat Yai, Songkhla. (in Thai)
- Uthairatsamee, S. 2011. **Morphological, Phytochemical and Genetic Characteristics of *Cinnamomum porrectum* (Roxb.) Kosterm. for *In Situ* Gene Conservation in Thai Mueang District, Phangnga Province, Thailand.** Ph.D. Thesis, Kasetsart University.
- Zobel, B. and J. Talbert. 1984. **Applied Forest Tree Improvement**. John Wiley & Sons, Inc., New York.
-

นิพนธ์ต้นฉบับ

การเติบโต มวลชีวภาพ และปริมาณสารอาหารของสายต้นอะเคเชียลูกผสม
ในจังหวัดสระแก้วGrowth, Biomass and Nutrient Content of
Acacia Hybrid Clones in Sa Kaeo Province

จิรนิตติ เชิงสะอาด

รุ่งเรือง พูลศิริ*

สาพิศ ดิลกสัมพันธ์

Jiraniti Choengsaad

Roongreang Poolsiri*

Sapit Diloksumpun

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding Author, E-mail: fforrrp@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 5 พฤศจิกายน 2558

รับลงพิมพ์ 21 ธันวาคม 2558

ABSTRACT

Growth, biomass and nutrient of acacia hybrid clones planted in Sa Kaeo province was conducted by using randomized complete block design (RCBD) in 4 years old acacia hybrid clones. The spacing of tree planting was 3x3 m with 4 blocks. Each block consisted of 6 clones, i.e., 1, 3, 5, 14, 18 and 19. Each clone planted 24 trees.

The result showed that diameter at ground level, DBH and total height were highest in clone 14 and were lowest in clone 18. Survival rates of clone 3, 5 and 14 were highest and were lowest in clone 18 and 19. Aboveground biomass of clone 1 was highest (76.22 t ha⁻¹) and clone 18 was lowest (18.88 t ha⁻¹). Calcium concentrations of stem and branch were highest followed by nitrogen, potassium and phosphorus but magnesium of those were lowest. Meanwhile, leaf had highest in calcium concentration followed by nitrogen, potassium and magnesium but phosphorus in that was lowest.

Nutrient accumulation in stem and branch had the same trend. Calcium was highest followed by nitrogen, potassium and phosphorus but magnesium of those was lowest. While, leaf had highest the calcium accumulation followed by nitrogen, potassium, magnesium and phosphorus.

Keywords: growth, biomass, nutrient content, clone, acacia hybrid, Sa Kaeo

บทคัดย่อ

การเติบโต มวลชีวภาพ และปริมาณสารอาหารของสายต้นอะเคเซียลูกผสมที่ปลูกในจังหวัดสระแก้ว ได้ทำการศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) ในแปลงปลูกไม้อะเคเซียลูกผสม อายุ 4 ปี โดยมีระยะปลูก 3×3 เมตร จำนวน 4 บล็อก บล็อกละ 6 สายต้น ในแต่ละสายต้นปลูก จำนวน 24 ต้น ได้แก่ สายต้น 1, 3, 5, 14, 18 และ 19

ผลการศึกษาพบว่า การเติบโตของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับจิตใจ เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก และความสูงมีมากที่สุดในสายต้น 14 และน้อยที่สุดในสายต้น 18 ส่วนอัตราการรอดตาย สายต้น 3, 5 และ 14 มีค่ามากที่สุด และน้อยที่สุดในสายต้น 18 และ 19 ขณะที่มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน สายต้น 1 มีค่ามากที่สุด (76.22 ต้นต่อเฮกตาร์) และสายต้น 18 มีค่าน้อยที่สุด (18.88 ต้นต่อเฮกตาร์) นอกจากนี้ความเข้มข้นของแคลเซียมในส่วนของลำต้นและกิ่งมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมที่น้อยที่สุด ขณะที่ส่วนของใบมีความเข้มข้นของแคลเซียมมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัสที่น้อยที่สุด

ปริมาณการสะสมสารอาหารในส่วนของลำต้น และกิ่ง มีแนวโน้มเหมือนกัน คือ ปริมาณแคลเซียมมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน โพแทสเซียม ฟอสฟอรัส และแมกนีเซียมที่น้อยที่สุด ขณะที่ในส่วนของการสะสมของแคลเซียมมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ไนโตรเจน โพแทสเซียม แมกนีเซียม และฟอสฟอรัส

คำสำคัญ: การเติบโต มวลชีวภาพ ปริมาณสารอาหาร สายต้น อะเคเซียลูกผสม สระแก้ว

คำนำ

ไม้สกุลอะเคเซีย เป็นไม้โตเร็วชนิดหนึ่งที่มีการกระจายพันธุ์อยู่ทั่วโลกประมาณ 1,300 ชนิด โดยมีการกระจายพันธุ์ตามธรรมชาติตั้งแต่ทวีปออสเตรเลีย เอเชียแอฟริกาจนถึงทวีปอเมริกา ซึ่งเป็นไม้ที่สามารถเติบโตได้ในทุกสภาพพื้นที่ และยังมีคุณสมบัติในการตรึงไนโตรเจนทำให้มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการปรับปรุงดิน ประเทศไทยได้มีการนำเข้ามาปลูกตั้งแต่ปี พ.ศ. 2478 ซึ่งคุณสมบัติของเนื้อไม้สกุลนี้เหมาะแก่การทำเฟอร์นิเจอร์ และเป็นไม้ใช้สอยได้เป็นอย่างดี (Luangviriyasaeng, 2013)

ในช่วงแรกได้มีการนำเข้ากระถินณรงค์ซึ่งเป็นไม้สกุลอะเคเซียชนิดหนึ่งจากต่างประเทศเพราะเชื่อว่าสามารถเติบโตได้ดีในสภาพพื้นที่ที่เสื่อมโทรมและเป็นไม้ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายประการ เนื้อไม้มีคุณภาพดี เป็นไม้เนื้อแข็ง จึงได้มีการนำมาปลูกในรูปแบบของสวนป่าในประเทศไทย (Luangviriyasaeng

et al., 1995) หลังจากนั้นได้มีการปรับปรุงพันธุ์ไม้สกุลอะเคเซียให้มีความเหมาะสมกับประเทศไทยมากขึ้น เกิดเป็นไม้อะเคเซียลูกผสมสายต้น (clone) ต่างๆ ทำให้ในปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนให้ความสนใจกับไม้อะเคเซียลูกผสมกันมาก มีการส่งเสริมการปลูกสร้างสวนป่าไม้อะเคเซียลูกผสมต่างๆ และได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เพื่อนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมไม้ ซึ่งมีแนวโน้มความต้องการในการใช้ไม้สูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นการปรับปรุงพันธุ์สายต้นอะเคเซียลูกผสมจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้ได้มาซึ่งสายต้นที่มีลักษณะตามความต้องการ แต่ทั้งนี้การเติบโตของแต่ละสายต้นก็ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่ปลูกและการจัดการดูแลเพื่อให้ได้สายต้นอะเคเซียลูกผสมที่ให้ผลผลิตสูงจึงต้องเลือกสายต้นที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่นั้นๆ ด้วยเช่นกัน

ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการเติบโต มวลชีวภาพ และปริมาณสารอาหารในส่วนต่างๆ ของสายต้นอะเคเซียลูกผสมที่ปลูกในพื้นที่จังหวัดสระแก้ว

อุปกรณ์และวิธีการ

พื้นที่ศึกษา

ดำเนินการในพื้นที่สวนป่าบริษัท สโตร์่า เอ็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 86 หมู่ที่ 4 ตำบลหนองตะเคียนบอน อำเภอพัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว ซึ่งเป็นจังหวัดชายแดนด้านตะวันออกตอนบนของประเทศ อำเภอพัฒนานครมีเนื้อที่ประมาณ 1,560.12 ตารางกิโลเมตร สภาพทั่วไปของพื้นที่โดยส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบถึงราบสูง และมีภูเขาสูงสลับซับซ้อน มีระดับความสูงจากน้ำทะเล 74 เมตร สภาพภูมิอากาศแบ่งเป็น 3 ฤดูกาล 1) ฤดูร้อน เริ่มต้นตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์-เมษายน 2) ฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 1,296-1,539 มิลลิเมตร 3) ฤดูหนาว ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน-มกราคม อากาศเย็นและมีหมอกในตอนเช้า อุณหภูมิโดยเฉลี่ย 27.50-28.78 องศาเซลเซียส (Department of Information Technology and Communications, 2015) นอกจากนี้ในพื้นที่ตำบล

หนองตะเคียนบอน ประกอบด้วยกลุ่มชุดดินที่ 6, 22, 31, 35, 35gm, 38, 40, 40gm, 41, 48 และ 48gm ซึ่งมีลักษณะเป็นดินเหนียว ดินร่วนละเอียด ดินร่วนหยาบ ดินร่วนเหนียว และดินตื้นถึงกึ่งหินหรือเศษหิน ปฏิริยาดินเป็นกรดจัดมากถึงเป็นด่าง การระบายน้ำแลวถึงดีปานกลาง และมีความอุดมสมบูรณ์ต่ำถึงปานกลาง (Division of Soil Survey and Soil Resources Research, Land Development Department, 2015)

การวางแผนการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (randomized complete block design; RCBD) ในแปลงปลูกไม้อะเคเซียลูกผสม อายุ 4 ปี ในพื้นที่สวนป่าของจังหวัดสระแก้ว โดยมีระยะปลูก 3x3 เมตร จำนวน 4 บล็อก บล็อกละ 6 สายต้น ในแต่ละสายต้นปลูกจำนวน 24 ต้น ได้แก่ สายต้น 1, 3, 5, 14, 18 และ 19 ดังรายละเอียดใน Table 1

Table 1 Clone details of 6 acacia hybrid clones.

Code No.	Clone ID	Female Parent	Male Parent
1	1/1/11	NT1	QLD1
3	1/1/16	NT2	AM
5	13/8/7	PNG1	QLD2
14	29/16/24	QLD1	QLD3
18	32/18/24	QLD2	NT3
19	33/19/9	QLD2	PNG1

Remarks: NT = Northern Territories, QLD = Queensland, PNG = Papua New Guinea, AM = *Acacia mangium*

การเก็บข้อมูลภาคสนาม

การเก็บข้อมูลมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน โดยทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขั้วกลาง (D₀) เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) และความสูงทั้งหมด (H) ของต้นไม้ทุกต้นในแปลง นำค่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมาแจกแจงความถี่ 5 อันตรภาคชั้น แล้วกำหนดขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเฉลี่ยในแต่ละอันตรภาคชั้น จากนั้นเลือกต้นไม้ตามขนาดที่กำหนด แล้วตัดต้นไม้ที่ระดับขั้วกลาง บันทึกความสูงทั้งหมดและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับขั้วกลาง (D₀) ที่ระดับความสูง 0.30 เมตร (D₃₀) และทุกๆ 1 เมตรจนถึงปลายยอด จากนั้นตัดไม้ที่ระดับความสูง 0.30 เมตรขึ้นไปทุกๆ 1 เมตร ออกเป็น

ท่อนๆ จนถึงปลายยอด บันทึกน้ำหนักสดของลำต้น กิ่ง และใบ แยกเป็นรายท่อน สุ่มเก็บตัวอย่างในแต่ละส่วนของต้นไม้แต่ละต้น บันทึกน้ำหนักสด หลังจากนั้นนำตัวอย่างดังกล่าวไปอบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลาต่อเนื่อง 24-48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ ที่ห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาป่าไม้ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ แล้วบันทึกน้ำหนักแห้งเพื่อที่จะนำไปประมาณค่าน้ำหนักแห้งหรือมวลชีวภาพ และหาปริมาณสารอาหารต่อไป

การวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

การวิเคราะห์มวลชีวภาพ โดยคำนวณหาร้อยละความชื้น จากนั้นเปลี่ยนน้ำหนักสดให้เป็นน้ำหนักแห้ง แล้วสร้างสมการแอลโลเมตริก (allometric equation) ตาม Satoo and Senda (1958) คือ

$$Y = aX^h$$

$$\text{หรือ } \log Y = \log a + h \log X$$

เมื่อ Y = มวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ของต้นไม้
 X = parabolic volume ในรูป D และ D^2H ซึ่ง D และ H คือ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ระดับต่างๆ และความสูงทั้งหมดของต้นไม้

a, h = ค่าคงที่

เมื่อได้สมการแล้วนำสมการที่หาได้มาคำนวณหาปริมาณมวลชีวภาพเหนือพื้นดินของแต่ละสายต้นที่ทำการศึกษา

การวิเคราะห์ปริมาณสารอาหาร นำตัวอย่างส่วนลำต้น กิ่ง และใบ ที่อบที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หรือจนกว่าน้ำหนักคงที่ แล้วนำไปบดละเอียด และวิเคราะห์หาปริมาณสารอาหารต่างๆ ได้แก่ ไนโตรเจน (N) โดยใช้วิธี dry combustion

(Jackson, 1958) ด้วยเครื่อง CHNS Analyzer ส่วนฟอสฟอรัส (P) โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) และแมกนีเซียม (Mg) สกัดโดยวิธี wet ashing ด้วยกรด HNO_3 - HClO_4 acid mixture ในอัตราส่วน 5:2 และวิเคราะห์ปริมาณ P (vanadomolybdate yellow color) ด้วยเครื่อง spectrometer วิเคราะห์ปริมาณ K, Ca และ Mg โดยใช้เครื่อง atomic absorption spectrometer (Attanandana and Chanchaoensook, 1999) เพื่อหาปริมาณสารอาหารที่สะสมในส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ นำค่าที่ได้ไปคำนวณหาปริมาณสารอาหารทั้งหมดที่สะสมในแต่ละสายต้น

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของมวลชีวภาพและปริมาณสารอาหารในส่วนต่างๆ ของสายต้นอะเคเซียลูกผสมแต่ละสายต้น โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

ผลและวิจารณ์

การเติบโต

1. การเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชนิดิน

อะเคเซียลูกผสมแต่ละสายต้นมีการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชนิดินที่แตกต่างกันไปจากการศึกษาพบว่า สายต้น 14 มีการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชนิดินมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น 5, 1, 3, 19 และสายต้น 18 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชนิดินของไม้อะเคเซียลูกผสมทั้ง 6 สายต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (Table 2)

Table 2 Growth of 6 acacia hybrid clones.

Clones	D ₀ (cm)	DBH (cm)	Height (m)	Survival rate (%)
1	13.90±1.39 ^{bc}	10.46±1.26 ^{ab}	10.73±0.36 ^{bc}	91.67±9.62
3	12.51±0.52 ^c	9.78±0.64 ^b	10.35±0.65 ^c	100.00±0.00
5	14.25±0.86 ^{ab}	10.89±0.59 ^{ab}	11.30±0.46 ^{ab}	100.00±0.00
14	15.52±1.09 ^a	11.34±0.62 ^a	11.84±0.63 ^a	100.00±0.00
18	10.69±1.34 ^d	7.57±0.75 ^c	9.05±0.83 ^d	87.50±25.00
19	12.36±0.57 ^c	9.87±0.55 ^b	10.25±0.60 ^c	87.50±15.96
F-value	11.18**	11.71**	10.13**	

Remark: ** = highly significant difference ($p \leq 0.01$)

2. การเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก

การเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก พบว่า สายต้น 14 มีการเติบโตมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น 5, 1, 19, 3 และสายต้น 18 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ซึ่งการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกของไม้อะเคเซียลูกผสมทั้ง 6 สายต้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) (Table 2)

3. การเติบโตทางความสูง

จากการศึกษาพบว่า การเติบโตของไม้อะเคเซียลูกผสมทั้ง 6 สายต้น มีการเติบโตทางความสูงที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยมีค่าความสูงในลักษณะเดียวกันกับการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชนิดอื่น กล่าวคือ สายต้น 14 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น 5, 1, 3, 19 และสายต้น 18 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (Table 2)

4. อัตราการรอดตาย

อัตราการรอดตายของไม้อะเคเซียลูกผสมทั้ง 6 สายต้น พบว่า สายต้น 3, 5 และสายต้น 14 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น 1 และน้อยที่สุดในสายต้น 18 และ 19 (Table 2)

จากการศึกษาของ Luangviriyasaeng *et al.* (1995) พบว่า สายพันธุ์อะเคเซียที่มาจากออสเตรเลีย

และปาปัวนิวกินี มีการเติบโตที่ดีกว่าสายพันธุ์ภายในประเทศไทย นอกจากนี้ Kha *et al.* (2005) ได้ศึกษาการเติบโตและความสูงทั้งหมดของไม้อะเคเซียลูกผสม 3 ชนิดอายุ 3 ปี พบว่า ไม้อะเคเซียลูกผสม (*Acacia hybrids*) มีการเพิ่มพูนทั้งสองมิติดีกว่ากระถินเทพา (*Acacia mangium*) และกระถินณรงค์ (*Acacia auriculiformis*) ที่ปลูกในพื้นที่อำเภอ Ba Vi, Yen Thanh และมีค่าสูงสุดในพื้นที่อำเภอ Long Thanh ในประเทศเวียดนาม

อย่างไรก็ตามผลการศึกษาของ Kumar *et al.* (2011) พบว่า การเติบโตของกระถินณรงค์อายุ 2, 3, 4, 5 และ 6 ปี ใน Karnataka ประเทศอินเดีย มีการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก เท่ากับ 2.60, 3.10, 4.50, 5.20 และ 6.30 เซนติเมตร ตามลำดับ และการเติบโตทางความสูง เท่ากับ 2.60, 4.90, 5.40, 7.50 และ 6.80 เมตร ตามลำดับ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าไม้อะเคเซียลูกผสมทั้ง 6 สายต้นที่ทำการศึกษา ในขณะที่ Haruthaithanasan *et al.* (2010) รายงานการเติบโตของไม้ไต่เถา 4 ชนิด ได้แก่ กระถินยักษ์ ยูคาลิปตัส กระถินเทพา และกระถินเทพณรงค์ ที่ปลูกในระยะ 1×1 เมตร ในพื้นที่แปลงทดลอง อำเภอกลองหาด จังหวัดสระแก้ว และอำเภอบึงนาราง จังหวัดพิจิตร พบว่า แปลงกระถินเทพณรงค์ จังหวัดสระแก้วโตดีที่สุด รองลงมาได้แก่ กระถินเทพา และกระถินยักษ์ โดยมีการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก เท่ากับ 7.40,

7.40 และ 5.80 เซนติเมตร ตามลำดับ และการเติบโตทางความสูง เท่ากับ 12.90, 11.90 และ 9.60 เมตร ตามลำดับ และผลการศึกษาการเติบโตในสวนป่าไม้อะเคเซียที่มีระยะปลูก 1.5×2 เมตร และ 2×4 เมตร จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ พบว่า กระถินณรงค์ กระถินคราสสิคาร์ป่าและกระถินออลาโคคาร์ป่ามีการเติบโตทางเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกเพิ่มมากขึ้น เมื่อมีระยะปลูกมากขึ้น ส่วนการเติบโตทางความสูงมีความแตกต่างกันไม่มากนัก (Kietvuttinon and Tiyanon, 1997)

สมการมวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางซิดดิน (D_0) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอก (DBH) ยกกำลังสองคูณด้วยความสูงทั้งหมด กับมวลชีวภาพของส่วนต่างๆ ได้แก่ มวลชีวภาพลำต้น (W_s) มวลชีวภาพกิ่ง (W_b) และมวลชีวภาพใบ (W_l) ของไม้อะเคเซียลูกผสมทั้ง 6 สายต้น โดยอาศัยรูปแบบสมการ allometric relation ดังแสดงใน Table 3 ซึ่งได้จากการเลือกสมการที่มีความสัมพันธ์ดีที่สุด

Table 3 Allometric equations of 6 acacia hybrid clones.

Clones	Equation	R ²
1	$W_s = 0.0685(DBH^2H)^{0.8197}$	0.9299
	$W_b = 0.0006(D_0^2H)^{1.3621}$	0.8181
	$W_l = 0.0007(DBH^2H)^{1.2106}$	0.8499
3	$W_s = 0.2317(DBH^2H)^{0.6669}$	0.9373
	$W_b = 0.0078(DBH^2H)^{1.0203}$	0.7039
	$W_l = 0.0039(D_0^2H)^{0.9487}$	0.7600
5	$W_s = 0.0022(DBH^2H)^{1.3129}$	0.9292
	$W_b = 0.0032(DBH^2H)^{1.1259}$	0.9084
	$W_l = 0.0239(DBH^2H)^{0.6899}$	0.9824
14	$W_s = 0.0031(DBH^2H)^{1.2544}$	0.9425
	$W_b = 0.0004(DBH^2H)^{1.4003}$	0.7747
	$W_l = 0.0001(DBH^2H)^{1.3833}$	0.7731
18	$W_s = 0.0218(DBH^2H)^{1.0008}$	0.9951
	$W_b = 0.0002(DBH^2H)^{1.4792}$	0.9413
	$W_l = 0.0061(DBH^2H)^{0.8496}$	0.8329
19	$W_s = 1.1664(DBH^2H)^{0.4016}$	0.8480
	$W_b = 0.0030(DBH^2H)^{1.1861}$	0.8296
	$W_l = 0.0195(DBH^2H)^{0.7340}$	0.7501

Remarks: W_s = stem biomass (kg), W_b = branch biomass (kg), W_l = leaf biomass (kg), DBH = diameter at breast height (cm), H = total height (m), R^2 = coefficient of determination

ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่า สมการที่ใช้ในการประมาณมวลชีวภาพของอะเคเซียทั้ง 6 สายต้น ส่วนใหญ่สอดคล้องกับการศึกษาของ Kira and Shidei (1967) ที่พบว่า การนำเอาความสูงทั้งหมด (H) มาเป็นตัวแปร

อิสระร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกยกกำลังสอง (DBH)² ในรูปของ $(DBH)^2H$ จะทำให้สามารถประมาณหาปริมาณมวลชีวภาพได้อย่างถูกต้องที่สุด เนื่องจาก $(DBH)^2H$ เป็นค่าโดยประมาณของปริมาตร

ไม้ซึ่งมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับมวลชีวภาพหรือน้ำหนัก ยกเว้น มวลชีวภาพกิ่งของสายต้น 1 และมวลชีวภาพใบของสายต้น 3 ที่ต้องใช้ความสูงทั้งหมด (H) เป็นตัวแปรอิสระร่วมกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางซิดคิน ยกกำลังสอง ($(D_0)^2$) ในรูปของ $(D_0)^2 H$ เนื่องจากทำให้สมการดังกล่าวมีความสัมพันธ์มากที่สุด

มวลชีวภาพเหนือพื้นดิน

มวลชีวภาพเหนือพื้นดินของไม้อะเคเซียลูกผสมทั้ง 6 สายต้น (Table 4) พบว่า มวลชีวภาพของลำต้นมีมากที่สุดในสายต้น 14 (38.61 ต้นต่อเฮกตาร์) มวลชีวภาพของกิ่งและใบมีมากที่สุดในสายต้น 1 โดย

มีค่าเท่ากับ 35.08 และ 5.98 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ และสายต้น 18 มีค่ามวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง และใบ น้อยที่สุด เท่ากับ 14.28, 3.12 และ 1.48 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ ในขณะที่มวลชีวภาพรวม (ลำต้น กิ่ง และใบ) สายต้น 1 มีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น 14, 5, 3, 19 และสายต้น 18 มีค่าน้อยที่สุด และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างของมวลชีวภาพเหนือพื้นดินระหว่างสายต้น พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) นอกจากนี้จากผลการศึกษายังเห็นได้ว่า สายต้น 1 มีมวลชีวภาพของลำต้นและกิ่งใกล้เคียงกัน เนื่องจากสายต้น 1 เกิดการแตกนางหลายนาง จึงส่งผลทำให้มวลชีวภาพของกิ่งนั้นมีค่าใกล้เคียงกับลำต้น

Table 4 Aboveground biomass ($t\ ha^{-1}$) of 6 acacia hybrid clones.

clones	Stem	Branch	Leaf	Total
1	35.16 $\pm$ 6.17 ^{ab}	35.08 $\pm$ 7.97 ^a	5.98 $\pm$ 0.85 ^a	76.22 $\pm$ 14.95 ^a
3	26.55 $\pm$ 1.80 ^{bc}	10.31 $\pm$ 1.25 ^b	5.04 $\pm$ 0.59 ^a	41.90 $\pm$ 3.20 ^{bc}
5	33.71 $\pm$ 7.06 ^{ab}	12.60 $\pm$ 2.34 ^b	3.99 $\pm$ 0.53 ^b	50.30 $\pm$ 9.93 ^{bc}
14	38.61 $\pm$ 8.26 ^a	14.75 $\pm$ 3.47 ^b	3.25 $\pm$ 0.76 ^b	56.61 $\pm$ 12.52 ^b
18	14.28 $\pm$ 4.49 ^d	3.12 $\pm$ 0.93 ^c	1.48 $\pm$ 0.47 ^c	18.88 $\pm$ 5.90 ^d
19	19.73 $\pm$ 4.63 ^{cd}	12.30 $\pm$ 2.86 ^b	3.33 $\pm$ 0.74 ^b	35.36 $\pm$ 8.12 ^c
F-value	10.84**	30.33**	21.67**	15.54**

Remark: ** = highly significant difference ($p \leq 0.01$)

จากการศึกษาของ Peawsa-ad and Viriyabuncha (2002) ได้ศึกษามวลชีวภาพของกระถินเทพาอายุ 7 ปี ระยะปลูก 1×3 เมตร ในพื้นที่สวนป่าลาดกระบัง จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า มวลชีวภาพของลำต้น กิ่ง ใบ และมวลชีวภาพทั้งหมด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 85.10, 7.50, 3.40 และ 95.80 ต้นต่อเฮกตาร์ ตามลำดับ นอกจากนี้มวลชีวภาพของ *Acacia nilotica* อายุ 4 ปี มีระยะปลูก 0.6×0.6 เมตร และอายุ 8 ปี มีระยะปลูก 2×2 เมตร ที่เมือง Hisar ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอินเดีย พบว่า มวลชีวภาพของกิ่งมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ ลำต้น เปลือก ใบ และผล ตามลำดับ (Singh and Toky, 1995) อย่างไรก็ตาม

การศึกษผลผลิตมวลชีวภาพในสภาพสวนป่ามีความแตกต่างกันในเรื่องของชนิดไม้ อายุระยะปลูก ทั้งในสวนป่าที่เหมือนกันหรือต่างท้องที่ก็ตาม ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาสมการความสัมพันธ์ในรูปแบบอื่นๆ เพื่อใช้คาดคะเนปริมาณผลผลิตมวลชีวภาพต่างๆ ของไม้ที่ต้องการศึกษา (Poolsiri, 1997)

ปริมาณสารอาหาร

ความเข้มข้นของสารอาหารในไม้อะเคเซียลูกผสมทั้ง 6 สายต้น พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารในใบมีค่ามากที่สุด รองลงมาคือ กิ่ง และ

ลำต้น ตามลำดับ โดยลำต้น กิ่ง และใบมีปริมาณความเข้มข้นของ Ca มากที่สุด และมีปริมาณความเข้มข้นของ Mg น้อยที่สุดในส่วนของลำต้นและกิ่ง แต่ในส่วนของใบมีปริมาณความเข้มข้นของ P น้อยที่สุด นอกจากนี้ ปริมาณเข้มข้นของ N, Ca และ Mg ในส่วนของลำต้น ทั้ง 6 สายต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ขณะที่ปริมาณความเข้มข้นของ N,

K, Ca และ Mg ในส่วนของใบทั้ง 6 สายต้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($p \leq 0.01$) อย่างไรก็ตามปริมาณความเข้มข้นของสารอาหารอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวในข้างต้น ในส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ นั้น มีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 5)

Table 5 Nutrient concentration (% dry weight) of 6 acacia hybrid clones.

Parts	Clones	N	P	K	Ca	Mg
Stem	1	0.46±0.08 ^{ab}	0.08±0.03	0.10±0.03	0.52±0.12 ^b	0.02±0.01 ^b
	3	0.67±0.15 ^a	0.08±0.03	0.18±0.04	0.91±0.13 ^b	0.04±0.02 ^{ab}
	5	0.49±0.24 ^{ab}	0.06±0.04	0.17±0.13	1.70±1.83 ^{ab}	0.06±0.03 ^a
	14	0.26±0.03 ^b	0.15±0.18	0.10±0.01	3.05±1.78 ^a	0.04±0.00 ^{ab}
	18	0.41±0.06 ^b	0.09±0.02	0.14±0.04	0.75±0.20 ^b	0.05±0.01 ^{ab}
	19	0.47±0.23 ^{ab}	0.08±0.03	0.20±0.09	1.35±1.00 ^b	0.06±0.02 ^a
F-value		3.48*	0.70 ^{ns}	1.92 ^{ns}	3.37*	2.69*
Branch	1	1.03±0.15	0.12±0.04	0.29±0.06	3.18±1.18	0.11±0.01
	3	1.09±0.16	0.10±0.03	0.24±0.05	4.29±0.78	0.09±0.02
	5	0.96±0.10	0.09±0.03	0.25±0.03	3.61±0.71	0.12±0.02
	14	0.85±0.05	0.19±0.22	0.24±0.10	3.15±1.52	0.08±0.03
	18	1.11±0.17	0.14±0.03	0.29±0.10	3.34±1.00	0.10±0.02
	19	0.84±0.31	0.12±0.02	0.31±0.15	3.37±1.57	0.11±0.03
F-value		2.16 ^{ns}	0.63 ^{ns}	0.57 ^{ns}	0.65 ^{ns}	2.29 ^{ns}
Leaf	1	2.92±0.10 ^a	0.15±0.05	0.74±0.13 ^a	2.85±0.51 ^c	0.26±0.04 ^b
	3	2.66±0.09 ^{bc}	0.13±0.02	0.41±0.03 ^c	4.47±1.08 ^{ab}	0.40±0.11 ^a
	5	2.67±0.14 ^{bc}	0.15±0.03	0.54±0.07 ^b	5.48±1.05 ^a	0.39±0.10 ^a
	14	2.77±0.11 ^{bc}	0.16±0.01	0.59±0.08 ^b	3.77±1.15 ^{bc}	0.26±0.05 ^b
	18	2.64±0.07 ^c	0.16±0.03	0.57±0.04 ^b	2.94±0.43 ^c	0.30±0.03 ^{ab}
	19	2.81±0.12 ^{ab}	0.15±0.03	0.73±0.06 ^a	2.89±0.41 ^c	0.25±0.02 ^b
F-value		5.20**	0.50 ^{ns}	13.42**	8.16**	4.67**

Remarks: ** = highly significant difference ($p \leq 0.01$), * = significant difference ($p \leq 0.05$),
^{ns} = non significant difference ($p > 0.05$)

ปริมาณการสะสมสารอาหารในส่วนของลำต้น กิ่ง และใบของไม้อะเคเชียลูกผสมทั้ง 6 สายต้น ดังแสดงใน Table 6 พบว่า Ca มีปริมาณการสะสมมากที่สุด ยกเว้น ในใบของสายต้น 1 ที่มีปริมาณการสะสม N มากที่สุด ขณะที่ปริมาณการสะสม Mg ในส่วนของ

ลำต้นและกิ่งมีน้อยที่สุด ยกเว้น ส่วนของใบทุกสายต้น และกิ่งในสายต้น 5 ที่มีปริมาณการสะสม P น้อยที่สุด อย่างไรก็ตามปริมาณการสะสมสารอาหารในส่วนของลำต้น พบว่า N มีค่ามากที่สุด ในสายต้น 3 ส่วนปริมาณการสะสม P และ Ca มีมากที่สุด ในสาย

ต้น 14 และปริมาณการสะสม K และ Mg มีมากที่สุด ในสายต้น 5 ในขณะที่ส่วนของกิ่งสายต้น 1 มีปริมาณการสะสม N, P, K, Ca และ Mg มากที่สุด และส่วนของใบมีปริมาณการสะสม N, P และ K ในสายต้น 1 มากที่สุดเช่นกัน แต่ Ca และ Mg มีการสะสมมากที่สุดในสาย

ต้น 3 นอกจากนี้ปริมาณการสะสม N, P, Ca, K และ Mg ทั้งในส่วนของลำต้น กิ่ง และใบน้อยที่สุดในสายต้น 18 และเมื่อพิจารณาปริมาณการสะสมสารอาหารในส่วนของลำต้น กิ่ง และใบ ทั้ง 6 สายต้น พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.01$)

Table 6 Nutrient contents (kg/ha⁻¹) of 6 acacia hybrid clones.

Parts	Clones	N	P	K	Ca	Mg
Stem	1	161.73±28.39 ^a	28.13±4.94 ^b	35.16±6.17 ^b	186.34±32.71 ^c	7.03±1.24 ^{de}
	3	177.91±12.08 ^a	21.24±1.44 ^{bc}	47.79±3.24 ^{ab}	241.63±16.41 ^c	10.62±0.72 ^{cd}
	5	165.20±34.60 ^a	20.23±4.24 ^{bc}	57.31±12.01 ^a	573.15±120.05 ^b	20.23±4.24 ^a
	14	100.38±21.55 ^b	57.91±12.43 ^a	38.61±8.29 ^b	1177.54±252.83 ^a	15.45±3.32 ^b
	18	58.54±18.40 ^c	12.85±4.04 ^c	19.99±6.29 ^c	107.09±33.67 ^c	5.71±1.79 ^e
	19	92.72±21.78 ^{bc}	15.78±3.71 ^c	39.46±9.27 ^b	266.32±62.56 ^c	11.84±2.78 ^{bc}
F-value		16.56**	28.42**	9.75**	45.61**	16.67**
Branch	1	361.32±82.05 ^a	42.10±9.56 ^a	101.73±23.10 ^a	1115.53±253.32 ^a	38.59±8.77 ^a
	3	112.36±13.58 ^b	10.31±1.25 ^{cd}	24.74±2.99 ^{bc}	442.20±53.62 ^b	9.28±1.12 ^{bc}
	5	120.89±22.44 ^b	11.34±2.10 ^{cd}	31.48±5.84 ^b	454.62±84.40 ^b	15.11±2.81 ^b
	14	125.40±29.52 ^b	26.56±6.25 ^b	35.41±8.34 ^b	464.70±109.39 ^b	11.80±2.78 ^b
	18	34.60±10.39 ^c	4.37±1.31 ^d	9.04±2.71 ^c	104.10±31.28 ^c	3.12±0.93 ^c
	19	103.32±24.07 ^b	14.76±3.44 ^c	38.13±8.88 ^b	414.49±96.55 ^b	13.53±3.15 ^b
F-value		33.53**	30.52**	33.41**	27.36**	34.11**
Leaf	1	174.74±24.97 ^a	8.98±1.28 ^a	44.28±6.33 ^a	170.55±24.37 ^b	15.56±2.22 ^b
	3	134.03±15.79 ^b	6.55±0.77 ^b	20.66±2.43 ^b	225.24±26.53 ^a	20.16±2.37 ^a
	5	106.53±14.22 ^{bc}	5.99±0.80 ^b	21.55±2.87 ^b	218.64±29.18 ^a	15.56±2.08 ^b
	14	90.01±20.97 ^c	5.20±1.21 ^b	19.17±4.46 ^b	122.51±28.55 ^c	8.45±1.97 ^c
	18	38.98±12.38 ^d	2.36±0.75 ^c	8.42±2.67 ^c	43.41±13.79 ^d	4.43±1.41 ^d
	19	93.58±20.93 ^c	5.00±1.12 ^b	24.31±5.44 ^b	96.24±21.53 ^c	8.33±1.86 ^c
F-value		23.73**	18.25**	29.86**	34.11**	34.74**

Remark: ** = highly significant difference ($p \leq 0.01$)

จากการศึกษาของ Atipanumpai (1989) พบว่า ปริมาณความเข้มข้นของ N ในใบกระถินเทพา อายุ 30 เดือน จากหลายๆ ถิ่นกำเนิด อยู่ในช่วงร้อยละ 1.99-2.74 โดยน้ำหนักแห้ง และสำหรับไม้ใบกว้างในเขตร้อน เช่น ช่อ มีปริมาณความเข้มข้นของ N ในใบอยู่ในช่วงร้อยละ 1.39-2.10 โดยน้ำหนักแห้ง และจะมีค่าแตกต่าง

กันตามตำแหน่งของเรือนยอด (Evans, 1979) ในขณะที่ที่ยุคาลิปดัส ดิกลูปต้า มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.64-2.04 โดยน้ำหนักแห้ง โดยมีอัตราส่วน N/P เท่ากับ 10.40 (Lamb, 1977) ซึ่งจะเห็นได้ว่า ศักยภาพของไม้เื้อเคเซีย ลูกผสมมีความเข้มข้นของสารอาหารที่สูงกว่าอย่างชัดเจน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาที่พบว่า ปริมาณ

ความเข้มข้นของ N ในใบอยู่ในช่วงร้อยละ 2.64-2.94 โดยน้ำหนักแห้ง ในขณะที่ปริมาณ N ในใบของกระถินณรงค์ ที่สถานีทดลองปลูกพรรณไม้ลำภาล้าทราย จังหวัดกาญจนบุรี มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 1.99-2.32 (Rotchanametakul, 1998)

สรุป

1. สายต้น 14 มีการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางชดดินและการเติบโตทางความสูงมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น 5, 1, 3, 19 และ 18 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด
2. สายต้น 14 มีการเติบโตทางขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงอกมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น 5, 1, 19, 3 และ 18 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด
3. อัตราการรอดตายของสายต้น 3, 5 และสายต้น 14 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ สายต้น 1 และน้อยที่สุดในสายต้น 18 และ 19
4. สายต้น 1 มีมวลชีวภาพเหนือพื้นดินรวมทั้งหมดมากที่สุด (76.22 ต้นต่อเฮกตาร์) รองลงมาคือ สายต้น 14, 5, 3, 19 และ 18 มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด (18.88 ต้นต่อเฮกตาร์) โดยที่มวลชีวภาพของลำต้นสายต้น 14 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด ส่วนมวลชีวภาพของกิ่งและใบ สายต้น 1 มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด
5. ความเข้มข้นของ Ca ส่วนของลำต้นและกิ่งมีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ N, K, P และ Mg น้อยที่สุด ขณะที่ส่วนของใบมีความเข้มข้นของ Ca มีค่าเฉลี่ยมากที่สุด รองลงมาคือ N, K, Mg และ P น้อยที่สุด
6. ปริมาณการสะสมสารอาหารในส่วน of ลำต้น และกิ่ง มีแนวโน้มเหมือนกัน คือ $Ca > N > K > P > Mg$ ยกเว้น สายต้น 14 ในส่วนของลำต้นที่มี $P > K$ และสายต้น 5 ในส่วนของกิ่งที่มี $Mg > P$ ขณะที่ในส่วน of ใบการสะสมของ $Ca > N > K > Mg > P$ ยกเว้น สายต้น 1 ที่มี $N > Ca$

ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สามารถเลือกอะเคเซียลูกผสมสายต้น 14 นำมาปลูกในพื้นที่จังหวัดสระแก้วได้

เนื่องจากมีอัตราการรอดตาย ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียงความสูง และมีมวลชีวภาพส่วนลำต้นมากที่สุด นอกจากนี้ ผลการศึกษายังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเลือกปลูกสายต้นอะเคเซียลูกผสมเพื่อช่วยในการจัดการและเพิ่มผลผลิตมวลชีวภาพของสายต้นอะเคเซียในพื้นที่อื่นๆ ที่มีลักษณะพื้นที่ใกล้เคียงกันได้

คำนิยาม

ขอขอบคุณ บริษัท สโตร์ว่าเอ็นโซ (ประเทศไทย) จำกัด และห้องปฏิบัติการปฐพีวิทยาป่าไม้ ภาควิชาวนวัฒนวิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

REFERENCES

- Atipanumpai, L. 1989. *Acacia mangium*: Studies on the genetic variation in ecological and physiological characteristics of a fast-growing plantation tree species. **Acta Forestalia Fennica** 206: 1-92.
- Attanandana, T. and J. Chanchaoensook. 1999. **Soil and Plant Analysis**. Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok.
- Department of Information Technology and Communications. 2015. **About Province**. Available Source: <http://www.sakaeo.go.th/websakaeo/location.php>, June 9, 2015.
- Division of Soil Survey and Soil Resources Research, Land Development Department. 2015. **Nong Takhian Bon Subdistrict, Watthana Nakhon District, Sa Kaeo Province**. Available Source: http://oss101.1dd.go.th/web_thaisoilinf/

- east/Sakaew/sak_map/sk_man62/2705/270510_home.html, July 8, 2015.
- Evans, J. 1979. The effects of leaf position and leaf age in foliar analysis of *Gmelina arborea*. **Plant Soil** 52: 547-552.
- Haruthaithanasan, M., K. Haruthaithanasan, A. Thanawat, S. Phromlert and A. Baysangchan. 2010. The potential of *Leucaena leucocephala*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Acacia mangium* and *Acacia spp.* (*mangium x auriculiformis*) as plantation crops for energy, pp. 579-586. **In Proceedings of 48th Kasetsart University Annual Conference: Plants**. Kasetsart University, Bangkok.
- Jackson, M.L. 1958. **Soil Chemical Analysis**. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs.
- Kha, L.D., N.D. Hai, H.H. Thinh, P.V. Tuan and L.B. Thinh. 2005. **Clonal Tests of Natural Hybrids at Ba Vi, Yen Thanh and Bau Bang (Report for Registration New Varieties)**. Forest Science Institute of Vietnam, Vietnam.
- Kietvuttinon, B. and P. Tiyanon. 1997. Production of 1.5 m x 2 m and 2 m x 4 m spacings of acacias plantations at Prachuab Kiri Khan province. **Research paper**. Silvicultural Research Division, Forest Research Bureau, Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)
- Kira, T. and T. Shidei. 1967. Primary production and turnover of organic matter in difference forest ecosystems of the Western Pacific. **Jap. J. Ecol.** 17(2): 70-87.
- Kumar, R., K.K. Pandey, N. Chandrashekar and S. Mohan. 2011. Study of age and height wise variability on calorific value and other fuel properties of *Eucalyptus Hybrid*, *Acacia auriculiformis* and *Casuarina equisetifolia*. **Biomass and Bioenergy** 35(3): 1339-1344.
- Lamb, D. 1977. Relationships between growth and foliar nutrient concentrations in *Eucalyptus deglupta*. **Plant Soil** 47: 495-508.
- Luangviriyasaeng, V. 2013. **Economic Fast-Growing Tree Improvement for Farmer and Community**. Forest Research and Development Bureau, Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)
- _____, K. Pinyopusarerk, K. Pitpreecha, A. Simsiri and B. Kiatvuttinand. 1995. Early growth of *Acacia auriculiformis* progeny trials. **Thai J. For.** 14: 81-93.
- Peawsa-ad, K. and C. Viriyabuncha. 2002. Growth, yield and aboveground biomass of *Acacia mangium* willd. **Research paper**. Silvicultural Research Division, Forest Research Bureau, Royal Forest Department, Bangkok. (in Thai)
- Poolsiri, R. 1997. **Effect of Stand Density on Tree Form, Growth Rate and Yield of 12 Year-Old *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.** M.S. Thesis, Kasetsart University.
- Rotchanametakul, P. 1998. **Provenance Variation in Growth Performances, Leaf Nitrogen Contents and Stomatal**

- Conductances of *Acacia auriculiformis***
A. Cunn. ex Benth. M.S. Thesis,
Kasetsart University.
- Satoo, T. and M. Senda. 1958. Materials for
the studies of growth in stand. IV.
Amount of leaves and production
of wood in young plantation of
Chameacyparis obtusa. **Bull. Tokyo**
Univ. For. 54: 7-100.
- Singh, V. and O.P. Toky. 1995. Biomass and
net primary productivity in *Leucaena*,
Acacia and *Eucalyptus*, short rotation,
high density ('Energy') plantation
in arid India. **J. Arid Environ.** 31:
301-309.
-

นิพนธ์ต้นฉบับ

การเปลี่ยนแปลงลักษณะการตกของฝน บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่

Changes in Rainfall Characteristics at Huai Kog-Ma Watershed,
Chiang Mai Provinceสิทธิโชค กล่อมวิญญา^{1*}ชัชชัย ตันตสิรินทร์¹ปิยพงษ์ ทองดินอก¹โนบุอะกิ ทานากะ²Sittichok Glomvinya^{1*}Chatchai Tantasirin¹Piyapong Tongdeenok¹Nobuaki Tanaka²¹คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

²Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo, Tokyo, Japan

*Corresponding Author, E-mail: boyff74@hotmail.com

รับต้นฉบับ 13 มกราคม 2559

รับลงพิมพ์ 1 กุมภาพันธ์ 2559

ABSTRACT

Rainfall characteristics in term of number of storms, number of rainy days, amount, duration, intensity and 30 minute maximum intensity were investigated from 3 tipping bucket automatic recording raingage located at Huai Kog-Ma Watershed, Chiang Mai Province during 1997-2013. Non-parametric and parametric test were employed to detect rainfall characteristics trends.

The results reveal that mean annual rainfall of Huai Kog-Ma Watershed during the study period was 1,736 mm, with 188 storms and 141 rainy days. Maximum mean monthly rainfall was found in August about 335 mm while minimum was occurred in February about 10 mm. The distribution of storm rainfall characteristics are positive skewness. Extreme rainfall characteristic including maximum in number of storms that rainfall over 50 mm, duration over 4 hour and 30 minute maximum intensity over 30 mm/hr was found in May. Analysis of rainfall characteristics trend showed that number of storms and number of rainy days are increased but not statistically significant. Number of storm which rainfall intensity higher than 50 mm/hr is increased significantly.

Keywords: Rainfall characteristics, Huai Kog-Ma Watershed, Changes in Rainfall

บทคัดย่อ

การศึกษาลักษณะการตกของฝนได้แก่จำนวนครั้ง จำนวนวันที่ฝนตก ปริมาณ ความยาวนาน ความหนักเบา และความหนักเบาสูงสุดในช่วง 30 นาที จากเครื่องวัดน้ำฝนแบบบันทึกอัตโนมัติ 3 เครื่อง บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า

จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลระหว่าง พ.ศ. 2540-2556 และการศึกษาแนวโน้มนัยลักษณะการตกของฝน ด้วยวิธีทดสอบทั้งแบบใช้พารามิเตอร์และไม่ใช้พารามิเตอร์ ได้ผลการศึกษาดังนี้

บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า มีค่าเฉลี่ยรายปีของลักษณะการตกของฝนต่างๆ ในช่วงเวลาดังกล่าว ดังนี้ ปริมาณฝนมีค่า 1,736 มิลลิเมตร จำนวนครั้ง 188 ครั้ง และจำนวนวันที่ฝนตก 141 วัน เดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝนมากที่สุด 335 มิลลิเมตร และเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณน้ำฝนน้อยที่สุด 10 มิลลิเมตร นอกจากนี้การกระจายลักษณะการตกของฝนในแต่ละครั้งมีการแจกแจงแบบเบ้ขวา เดือนพฤษภาคมมีลักษณะการตกของฝนที่รุนแรงมากที่สุด โดยมีจำนวนครั้งของฝนที่ปริมาณน้ำฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร ความยาวนานของฝนมากกว่า 4 ชั่วโมง และความหนักเบาสูงสุดของฝนในช่วง 30 นาที ที่มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มากที่สุด จากการศึกษาแนวโน้มนัยลักษณะการตกของฝนพบว่า ปริมาณน้ำฝน จำนวนครั้งที่ฝนตก และจำนวนวันที่ฝนตกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามจำนวนครั้งของฝนที่ตกด้วยความหนักเบาที่มากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: ลักษณะการตกของฝน ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า การเปลี่ยนแปลงของฝน

คำนำ

ฝนเป็นแหล่งทรัพยากรน้ำที่มีความสำคัญต่อมนุษย์เป็นอย่างมาก ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน มนุษย์ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำในด้านต่างๆ ทั้งเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และชุมชน อย่างไรก็ตามหากมีมากเกินไปหรือน้อยไปก็อาจเป็นภัยต่อมนุษย์ เช่น การเกิดน้ำท่วมฉับพลัน น้ำป่าไหลหลาก หรือความแห้งแล้ง รวมไปถึงการชะล้างพังทลายของดิน ซึ่งสามารถสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นอย่างมาก และภัยพิบัติเหล่านี้เริ่มมีแนวโน้มเกิดบ่อยครั้งและรุนแรงมากขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกและความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศ

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลกเป็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลานาน หรืออย่างถาวร ส่วนความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศของโลกเป็นการเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิอากาศจากสภาพเดิมในระยะเวลาอันสั้น (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2007) เช่น ปรากฏการณ์เอลนีโญ ลานีญา หรือปรากฏการณ์ Indian Ocean Dipole (IOD) ซึ่งลักษณะการตกของฝนเป็นดัชนีหนึ่งที่จะสะท้อนถึงผลจากการเปลี่ยนแปลงทั้งสอง ในอดีตส่วนใหญ่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจเพียงการ

เปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำฝนสะสม เช่น ปริมาณน้ำฝนรายเดือน รายฤดูกาล และรายปีเท่านั้น ส่วนการศึกษาความหนักเบา ความยาวนาน และจำนวนครั้งที่ฝนตกมีการศึกษาไม่มากนัก รวมถึงการศึกษาสภาวะฝนรุนแรง (extreme events) ด้วย ซึ่งหากทำการศึกษาข้อมูลเหล่านี้ อย่างละเอียดจะทำให้เข้าใจถึงการเปลี่ยนแปลงลักษณะการตกของฝนมากขึ้น จากการศึกษาในอดีตพบว่าการเปลี่ยนแปลงของลักษณะการตกของฝนมีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ซึ่งมีความแตกต่างทั้งในด้านสภาพภูมิประเทศและตำแหน่งที่ตั้ง แต่จากปัญหาสถานการณ์น้ำฝนส่วนใหญ่ของประเทศไทยตั้งอยู่บริเวณพื้นที่ราบ จึงทำให้การศึกษาด้านนี้ไม่ครอบคลุมบริเวณพื้นที่ภูเขาสูง ทำให้การวิเคราะห์อาจมีความแตกต่างกับพื้นที่ราบ ทั้งนี้พื้นที่สูงยังเป็นแหล่งต้นน้ำ และเป็นพื้นที่ที่อ่อนไหวต่อการพังทลายของดิน ดังนั้นพื้นที่สูงจึงเป็นพื้นที่ที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยคอกม้า ถูกนำมาใช้เป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ข้อมูลด้านนี้อยู่เสมอ เพราะมีการตรวจวัดข้อมูลการตกของฝนแบบอัตโนมัติต่อเนื่องมาเป็นระยะเวลายาวนาน และเพียงพอที่จะนำมาวิเคราะห์หาแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงการตกของฝนได้ ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะการตกของฝนใน

พื้นที่สูง ซึ่งจะทำให้เข้าใจลักษณะและการเปลี่ยนการตกของฝนบนพื้นที่สูง จะได้เป็นประโยชน์ในการจัดการลุ่มน้ำในอนาคต ทั้งในด้านการวางแผนจัดการน้ำ การใช้ประโยชน์ที่ดิน การป้องกันการชะล้างพังทลายของดิน และอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่รวบรวมมาเพื่อคำนวณลักษณะการตกของฝนคือ ข้อมูลจากเครื่องวัดน้ำฝนอัตโนมัติ ชนิด

ถ้วยกระดก บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้าจำนวน 3 สถานี ได้แก่ สถานีบริเวณเขื่อน D สถานีบนหอคอยตรวจวัดอากาศ และสถานีตรวจวัดอากาศบริเวณสถานีฝึกนิสิตวนศาสตร์ ดอยสุเทพ ดัง Figure 1 โดยทำการบันทึกข้อมูลตั้งแต่ปี ค.ศ. 1997–2013 ข้อมูลน้ำฝนที่ตรวจวัดโดยเครื่องวัดน้ำฝนแบบอัตโนมัตินี้ถูกบันทึกทุกครั้งที่มีการกระดก โดยการกระดก 1 ครั้งเท่ากับปริมาณฝน 0.5 มิลลิเมตร นอกจากนี้ได้ใช้ข้อมูลน้ำฝนสถานีวัดน้ำฝนบริเวณพระตำหนักภูพิงคราชนิเวศน์ ซึ่งเป็นเครื่องวัดน้ำฝนแบบ 8 นิ้วมาตรฐาน ในการปรับแก้ข้อมูลที่ขาดหายไป

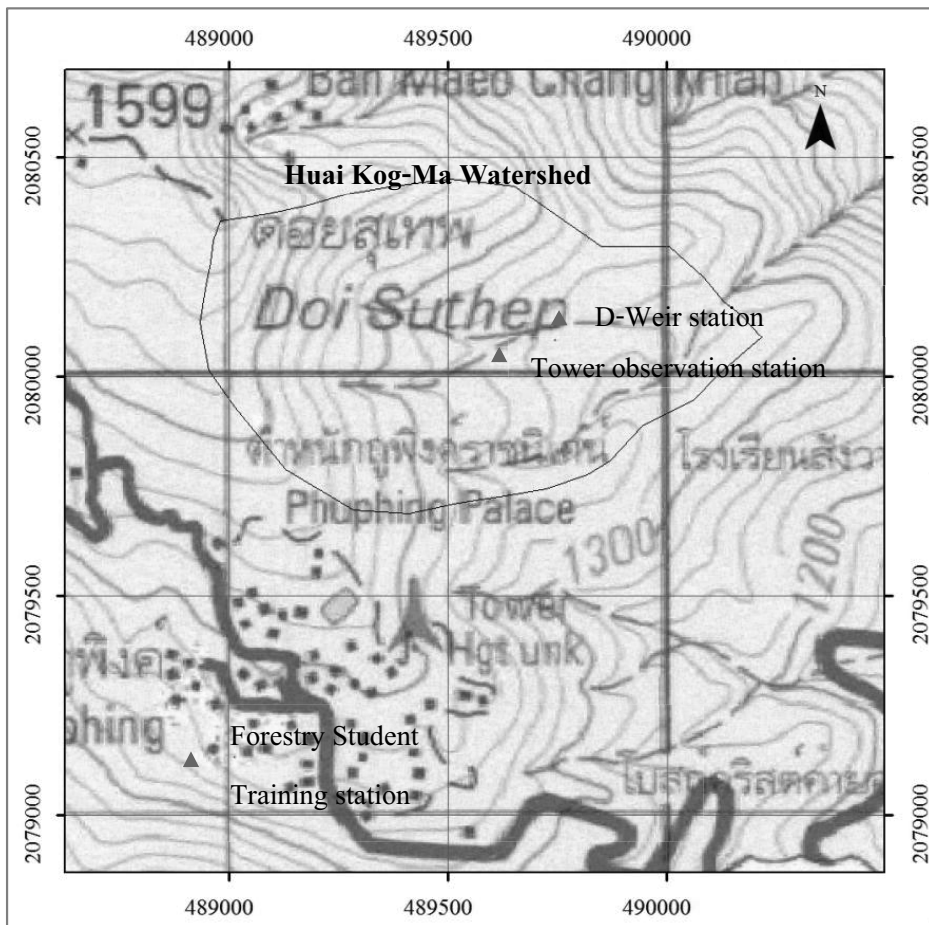


Figure 1 Rainfall stations at Huai Kog-Ma Watershed, Chiang Mai province.

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. แยกการตกของฝนเป็นแต่ละครั้ง (storm) โดยใช้ช่วงเวลาที่ด้วยวัดน้ำฝนไม่กระดก (tip) เกินกว่า 1 ชั่วโมงเป็นเกณฑ์ในการแบ่งฝนแต่ละครั้งออกจากกัน ซึ่งดำเนินการในลักษณะเดียวกับ Bosch *et al.* (1999)

2. คำนวณปริมาณน้ำฝน จำนวนวัน จำนวนครั้งที่ฝนตกทั้งรายเดือนและรายปี และได้แบ่งการตกของฝนแต่ละครั้งตามระดับปริมาณน้ำฝน ความยาวนาน ความหนักเบา และความหนักเบาสูงสุดของฝนในช่วง 30 นาที นอกจากนี้ได้คำนวณจำนวนครั้งที่ฝนเริ่มตก และปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละชั่วโมงด้วย

3. วิเคราะห์แนวโน้มปริมาณน้ำฝน จำนวนวัน จำนวนครั้งที่ฝนตก และจำนวนครั้งของฝนรุนแรง (extreme events) ได้แก่ จำนวนครั้งที่ปริมาณน้ำฝนมากกว่า 50 มิลลิเมตร จำนวนครั้งที่ความยาวนานมากกว่า 3 ชั่วโมง จำนวนครั้งที่ความหนักเบามากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง และจำนวนครั้งที่ความหนักเบาสูงสุดของฝนในช่วง 30 นาที ที่มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง การทดสอบแนวโน้มใช้วิธีแบบใช้พารามิเตอร์ และไม่ใช้พารามิเตอร์ เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบทั้งสองวิธี รายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 วิธีแบบไม่ใช้พารามิเตอร์

วิธีแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ เป็นวิธีที่ใช้ทิศทางของการเปลี่ยนแปลงของข้อมูลในการทดสอบแนวโน้ม การศึกษาครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธี Mann-Kendall (Mann, 1945; Kendall, 1975) ดังสมการที่ 1

$$S = \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{i=1}^n \text{sign}(y_j - y_i) \quad (1)$$

โดย S คือ สถิติ Mann-Kendall

n คือ จำนวนปีที่ศึกษา

Y คือ ลักษณะการตกของฝนจากปีที่ i ถึง n

sign ($y_j - y_i$) คือ สัญลักษณ์แสดงทิศทางของการ

เปลี่ยนแปลง โดยที่ sign ($y_j - y_i$) = 1

เมื่อ y_j มากกว่า y_i ; sign ($y_j - y_i$) = 0

เมื่อ y_j เท่ากับ y_i และ sign ($y_j - y_i$) = -1

เมื่อ y_j น้อยกว่า y_i

ค่าการทดสอบแนวโน้มของสถิติ Mann-Kendall (S) คำนวณได้จากค่า Z ดังสมการที่ 2 และ 3 อย่างไรก็ตามได้แปลงเป็นค่า P-value เพื่อให้่ายต่อการวิเคราะห์ผล

$$Z = \begin{cases} \frac{s-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{ถ้า } S > 0 \\ 0 & \text{ถ้า } S = 0 \\ \frac{s+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & \text{ถ้า } S < 0 \end{cases} \quad (2)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{n(n-1)(2n+5)}{18} \quad (3)$$

โดย S คือ สถิติ Mann-Kendall

Var (S) คือ ค่าความแปรปรวนทางสถิติ

n คือ จำนวนปีที่ศึกษา

นอกจากนี้ได้สร้างสมการเส้นตรงเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปี และลักษณะการตกของฝน มีรูปแบบดังสมการที่ 4 โดยที่ค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงต่อปีหรือความลาดชัน (β_1) ดังสมการที่ 5 คัดแปลงสมการจาก Helsel and Hirsch (2002)

$$\hat{y}_j = y_{\text{med}} + \hat{\beta}_1 (t_j - t_{\text{med}}) \quad (4)$$

$$\hat{\beta}_1 = \text{median} \left[\frac{y_j - y_i}{j - i} \right]; \text{ all } i < j \text{ and } i = 1, 2, \dots, n-1 \quad (5)$$

โดย $\hat{y}_j$ คือ ลักษณะการตกของฝนที่ได้จากการประมาณ

t_j คือ ปีที่ต้องการประมาณ

$\hat{\beta}_1$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลง หรือความชันของกราฟ

y_j, y_i คือ ลักษณะการตกของฝนในปีที่ j และ i ตามลำดับ

y_{med} คือ ค่ามัธยฐานของลักษณะการตกของฝน

t_{med} คือ ค่ามัธยฐานของปี

3.2 วิธีแบบใช้พารามิเตอร์

การทดสอบแนวโน้มแบบใช้พารามิเตอร์ได้เลือกใช้วิธีวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย

(simple linear regression) วิธีนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของ 2 ตัวแปร (ปีค.ศ. เป็นตัวแปรต้นและลักษณะการตกของฝนเป็นตัวแปรตาม) ซึ่งนำมาประยุกต์ใช้ในการทดสอบแนวโน้มน โดยใช้การทดสอบ t-test เพื่อตรวจสอบว่าค่า ในสมการเส้นตรงมีค่าแตกต่างไปจาก 0 อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ การศึกษาครั้งนี้ได้ดัดแปลงสมการเชิงเส้นดังสมการที่ 6

$$\hat{y}_j = y_{av} + \hat{\beta}_1 (t_j - t_{av}) \quad (6)$$

โดย $\hat{y}_j$ คือ ลักษณะการตกของฝนที่ได้จากการประมาณ

t_j คือ ปีที่ต้องการประมาณ

$\hat{\beta}_1$ คือ อัตราการเปลี่ยนแปลง หรือความชันของกราฟ

y_{av} คือ ค่าเฉลี่ยของลักษณะการตกของฝน

t_{av} คือ ค่าเฉลี่ยของปี

ผลและวิจารณ์

ลักษณะการตกของฝน

การศึกษาลักษณะการตกของฝนบริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้าพบว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ย 1,735.6 มิลลิเมตร จำนวนครั้งที่ฝนตกเฉลี่ย 188 ครั้ง และมีจำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ย 141 วัน โดยปี ค.ศ. 2011 เป็นปีที่มีจำนวนครั้ง จำนวนวันที่ฝนตกและปริมาณน้ำฝนรายปีมากที่สุด เนื่องจากเป็นปีที่ได้รับอิทธิพลจากปรากฏการณ์ลานีญาและพายุ ได้รับอิทธิพลจากพายุโดยตรง 1 ลูก และพายุหมุนที่อ่อนกำลังลงเป็นหย่อมความกดอากาศต่ำกำลังแรงปกคลุมประเทศไทย อีกจำนวน 4 ลูก ส่วนปี ค.ศ. 1998 มีจำนวนครั้ง จำนวนวันและปริมาณน้ำฝนรายปีน้อยที่สุดเนื่องจากเป็นปีที่มีปรากฏการณ์เอลนีโญรุนแรงต่อเนื่องมาจากปี ค.ศ. 1997 ถึงกลางปี ค.ศ. 1998 แม้ว่า ค.ศ. 1998 มีพายุเข้ามาในช่วงเดือนพฤศจิกายนและธันวาคมแต่ไม่ได้ทำให้เกิดปริมาณฝนเพิ่มขึ้นมาก (Figure 2)

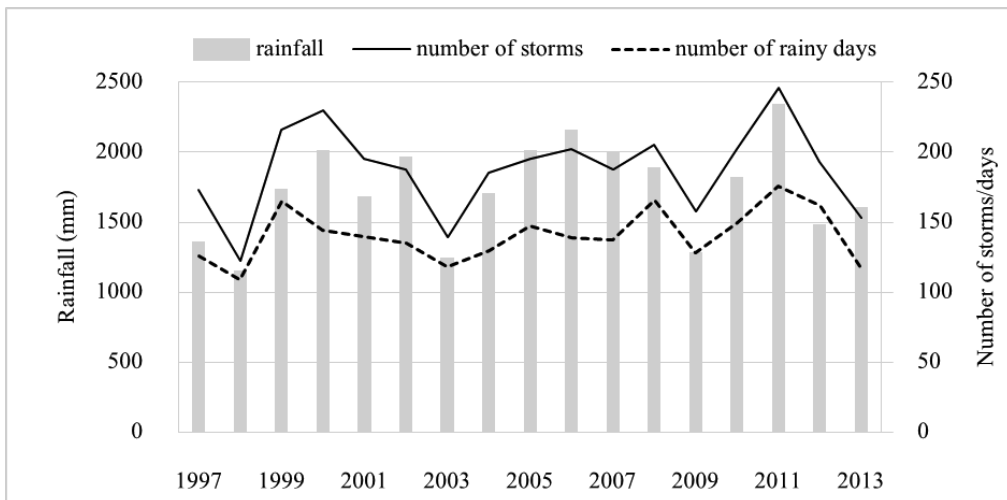


Figure 2 Annual rainfall, number of storms and number of rainy days during 1997-2013.

สำหรับลักษณะการตกของฝนโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือนพบว่า ปริมาณน้ำฝน จำนวนวัน และจำนวนครั้งที่ฝนตกสูงสุดในเดือนสิงหาคม ต่ำสุดในเดือนกุมภาพันธ์ โดยเดือนสิงหาคมมีปริมาณน้ำฝน 335.2 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตก 24 วัน และจำนวนครั้งที่

ที่ฝนตก 35 ครั้ง ส่วนเดือนกุมภาพันธ์มีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 10 มิลลิเมตร จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่า 1 วัน และจำนวนครั้งที่ฝนตกเฉลี่ยมีค่าน้อยกว่า 1 ครั้ง อย่างไรก็ตามช่วงฤดูฝน ในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคม มีปริมาณน้ำฝนลดลงเล็กน้อยหรือฝนทิ้งช่วง ซึ่งเกิดจาก

ร่องความกดอากาศต่ำเลื่อนขึ้นไปอยู่ทางตอนใต้ของจีน ทำให้เกิดฝนตกน้อยลง และจากการศึกษาจำนวนวันที่ฝนตกในแต่ละปีพบว่า เดือนที่มีจำนวนวันที่ฝนตก 20 วันขึ้นไป พบเฉพาะฤดูฝนเท่านั้น (พ.ค.-ต.ค.) อย่างไรก็ตามบางปีอาจมีฝนไม่ถึง 20 วัน ทำให้ค่าเฉลี่ยในบางเดือนไม่ถึงค่าดังกล่าว สำหรับเดือนที่เหลือ (ม.ค.-เม.ย. และ พ.ย.-ธ.ค.) จำนวนวันที่ฝนตกเฉลี่ยไม่เกิน 8 วัน (Figure 3) นอกจากนี้ยังพบว่า เดือนพฤษภาคมมีความแปรปรวนของจำนวนครั้งที่ฝนตกมากที่สุด โดยจำนวนครั้งการตกของฝนพบตั้งแต่ 8 ครั้ง ในปีค.ศ. 2003 จนถึง

45 ครั้ง ในปีค.ศ. 2011 เนื่องจากเดือนพฤษภาคมเป็นเดือนที่เริ่มต้นฤดูฝน ซึ่งในแต่ละปีเริ่มต้นเร็วช้าแตกต่างกันจึงทำให้เดือนนี้มีความแปรปรวนของฝนมาก จากการวิเคราะห์จำนวนครั้งของฝนที่ตกใน 1 วัน พบว่าจำนวนครั้งที่มากที่สุดที่ฝนตกใน 1 วัน คือ 7 ครั้ง แต่โดยส่วนใหญ่ จำนวนครั้งที่ฝนตกใน 1 วัน คือ 1 ครั้ง มีโอกาสเกิดขึ้นร้อยละ 57.8 ของจำนวนวันทั้งหมด รองลงมาคือ 2 ครั้ง มีโอกาสเกิดขึ้นร้อยละ 26.9 และวันที่ฝนตกมากกว่า 2 ครั้งเกิดขึ้นเพียงร้อยละ 15.3 เท่านั้น

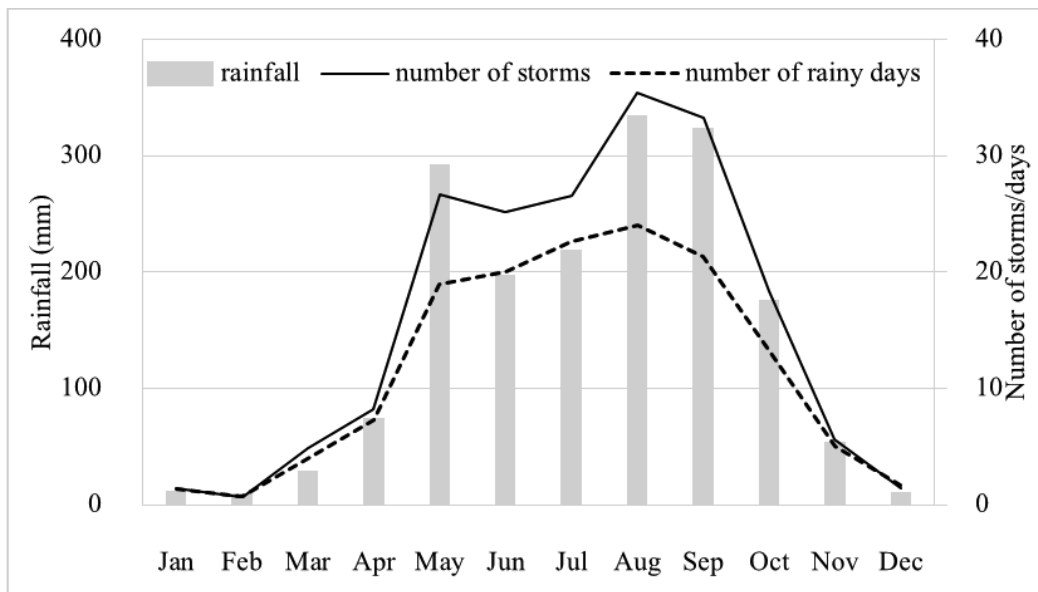


Figure 3 Average monthly rainfall, number of storms and number of rainy days during 1997-2013.

จากการเปรียบเทียบการศึกษานี้กับงานวิจัยในอดีต ระหว่างปี ค.ศ. 1996-1980 พบว่า ปริมาณน้ำฝน มีความแตกต่างกันอยู่ค่อนข้างมาก โดยการศึกษาของ Chantasamit (1982) พบว่า บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำห้วยคอกมามีปริมาณน้ำฝนรายปีเฉลี่ยประมาณ 2,026 มิลลิเมตร แสดงให้เห็นว่า ปริมาณน้ำฝนรายปีลดลงมากถึง 290 มิลลิเมตร หรือลดลง 14 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบการศึกษ ปริมาณน้ำฝนในแต่ละเดือนพบว่า เดือนสิงหาคมมีปริมาณฝนมากที่สุด เช่นเดียวกับผลการศึกษานี้ แต่ส่วนใหญ่ปริมาณน้ำฝนใน

อดีตมากกว่าปริมาณน้ำฝนในปัจจุบันเกือบทุกเดือน ยกเว้นเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนพฤษภาคมที่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น โดยเดือนที่ปริมาณน้ำฝนลดลงมากที่สุดคือเดือนกรกฎาคม ลดลง 88 มิลลิเมตร หรือ 28 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ส่วนใหญ่ปริมาณน้ำฝนต่ำสุดยังมีค่าต่ำกว่าในอดีต (Figure 4) อย่างไรก็ตามสาเหตุที่ทำให้ปริมาณน้ำฝนเปลี่ยนแปลงไปนั้นยังไม่แน่ชัด โดยอาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Kanae *et al.*, 2001; Zhao and Pitman, 2002) ฝุ่นละอองในอากาศ หรือสภาวะโลกร้อน (Trenberth, 2005)

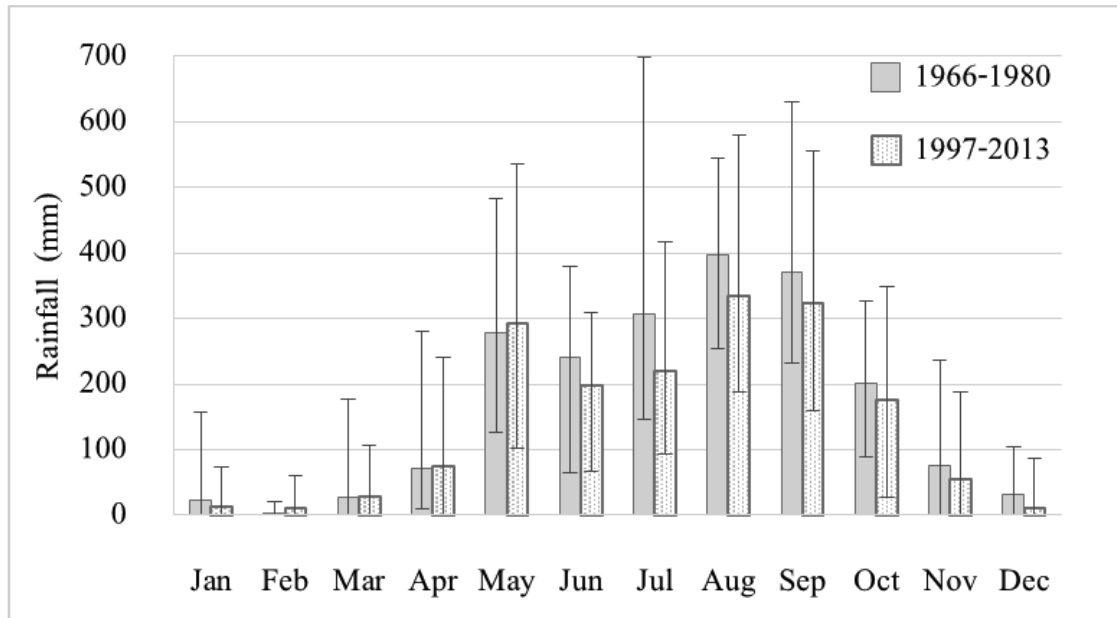


Figure 4 Monthly rainfall during 1966-1980 and 1997-2013.

ผลจากการศึกษาการตกของฝนแต่ละครั้งตามระดับลักษณะการตกของฝน ได้แก่ ปริมาณน้ำฝน ความยาวนาน ความหนักเบาและความหนักเบาสูงสุดของฝนในช่วง 30 นาที มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละครั้งแบ่งเป็น 7 ระดับ ได้แก่ ปริมาณน้ำฝนไม่เกิน 0.5, > 0.5-10, > 10-20, > 20-30, > 30-40, > 40-50 และ > 50 มิลลิเมตร พบว่า ส่วนใหญ่ฝนที่ตกแต่ละครั้งมีปริมาณระหว่าง > 0.5-10 มิลลิเมตร มีจำนวนครั้งเฉลี่ยรายปี 138 ครั้ง ส่วนปริมาณฝนที่ตก 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นปริมาณที่เกิดการกระดกเพียงครั้งเดียว มีจำนวนครั้งมากถึง 118 ครั้ง รองลงมาคือ ปริมาณฝนระดับ >10-20 มิลลิเมตร ซึ่งมีจำนวนเฉลี่ยเพียง 27 ครั้ง ส่วนปริมาณฝนที่ตกในแต่ละครั้งมากกว่า 50 มิลลิเมตร มีโอกาสเกิดเพียง 3-4 ครั้งต่อปี โดยในช่วง 17 ปี เดือนที่มีจำนวนครั้งของปริมาณฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร เกิดขึ้นมากที่สุดคือเดือนพฤษภาคม 16 ครั้ง รองลงมาคือ เดือนสิงหาคม 14 ครั้ง ส่วนเดือนมีนาคมและธันวาคมไม่มีปริมาณฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร

ความยาวนานของฝนที่ตกในแต่ละครั้งแบ่งเป็น 7 ระดับ ได้แก่ ความยาวนานไม่เกิน 30, > 30-60, > 60-90, > 90-120, > 120-180, > 180-240 และ > 240 นาที พบว่าฝนตกแต่ละครั้งส่วนใหญ่ตกไม่เกิน 30 นาที เกิดขึ้นเฉลี่ยรายปี 55 ครั้ง รองลงมาคือ ความยาวนาน > 30-60 นาที โดยมีจำนวนครั้งเฉลี่ย 39 ครั้ง นอกจากนี้ยังพบว่า ในช่วง 17 ปี ฝนที่ตกยาวนานมากกว่า 240 นาที มีจำนวนครั้งมากที่สุดในเดือนพฤษภาคมและกรกฎาคม รวม 46 ครั้ง รองลงมาคือเดือนสิงหาคม 41 ครั้ง โดยไม่พบในเดือนมกราคมและธันวาคม

ความหนักเบาของฝนที่ตกในแต่ละครั้งแบ่งเป็น 7 ระดับ ได้แก่ ความหนักเบาไม่เกิน 5, > 5-10, > 10-20, > 20-30, > 30-40, > 40-50 และ > 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง พบว่าฝนที่ตกน้อยกว่าหรือเท่ากับ 5 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีมากที่สุดถึง 92 ครั้งต่อปี รองลงมาคือความหนักเบา > 5-10 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีจำนวน 41 ครั้ง ส่วนฝนที่ตกมากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เกิดขึ้น 4 ครั้งต่อปี นอกจากนี้ ในช่วง 17 ปี ความหนักเบาของฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีจำนวนครั้งมากที่สุด

ในสิงหาคม ทั้งหมด 11 ครั้ง รองลงมาคือเดือนมิถุนายน และกันยายนรวม 9 ครั้ง แต่ไม่พบในเดือนธันวาคม

ความหนักเบาสูงสุดของฝนในช่วง 30 นาที ($i_{30\max}$) ที่ตกในแต่ละครั้งแบ่งเป็น 7 ระดับ ได้แก่ ความหนักเบาไม่เกิน 2, >2-5, >5-10, >10-15, >15-30 และ >30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง จากการศึกษาพบว่า ฝนที่ตก

ไม่เกิน 2 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีจำนวนครั้งการเกิดมากที่สุดเฉลี่ย 43 ครั้งต่อปี นอกจากนี้โดยในช่วง 17 ปี ความหนักเบาของฝนที่มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง เกิดขึ้นมากที่สุดในเดือนพฤษภาคมและสิงหาคมทั้งหมด 10 ครั้ง รองลงมาคือเดือนกันยายน 5 ครั้ง และไม่พบในเดือนมีนาคม พฤศจิกายนและธันวาคม (Figure 5)

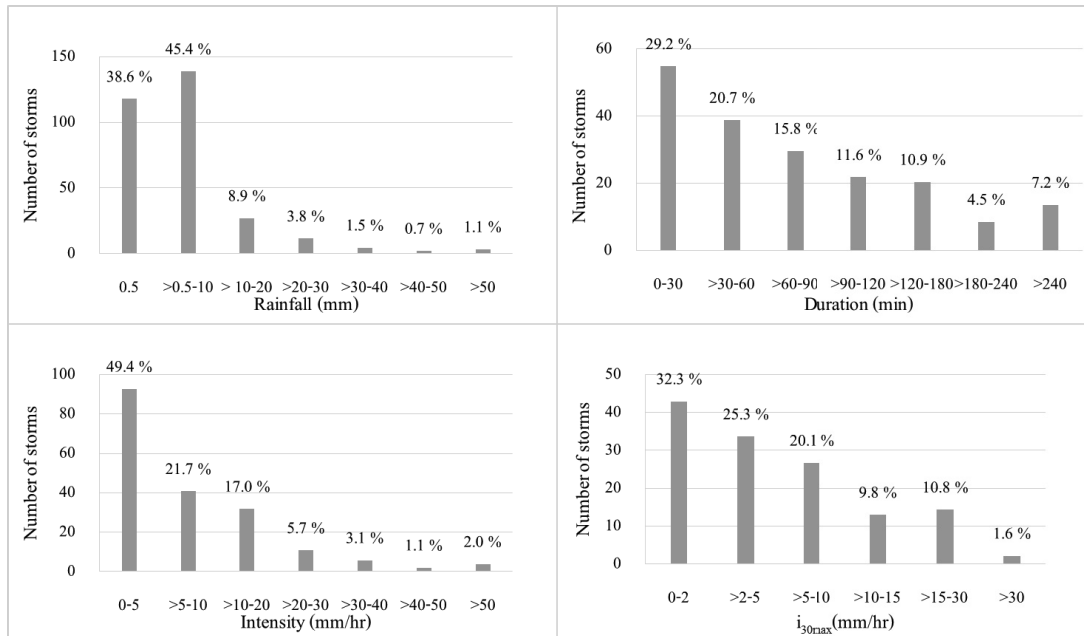


Figure 5 Average number of storms of rainfall, duration, intensity and $i_{30\max}$ classes during 1997-2013.

จากการศึกษาข้างต้นมีข้อสังเกตว่า ในเดือนพฤษภาคมและเดือนสิงหาคมเป็นเดือนที่มีลักษณะการตกของฝนที่มีความรุนแรง (จำนวนครั้งของปริมาณน้ำฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร, ความยาวนานมากกว่า 4 ชั่วโมง ความหนักเบามากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงและความหนักเบาสูงสุดในช่วง 30 นาทีมากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงมากที่สุด) เนื่องจากในช่วงดังกล่าวมีร่องความกดอากาศต่ำกำลังแรงพาดผ่านประกอบกับลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้กำลังแรง และนอกจากนี้ยังได้รับอิทธิพลจากพายุหมุนเขตร้อนจากทะเลจีนใต้บ่อยครั้ง ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำท่วมภาคเหนือ โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งหากปริมาณน้ำฝนมากกว่า 55 มิลลิเมตรต่อวัน หรือความหนักเบาของฝนสูงสุด 30 นาที มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง (Climatology and Hydrometeorology Divisions, 1989)

จากการศึกษาเวลาที่ฝนเริ่มตกพบว่า ฝนเริ่มตกมากที่สุดในช่วงเวลา 14:00-15:00 น. และน้อยที่สุดในช่วงเวลา 00:00-01:00 น. โดยมีจำนวนครั้งเฉลี่ย 13 และ 4 ครั้งต่อปีตามลำดับ จากการศึกษาปริมาณน้ำฝนในแต่ละชั่วโมงพบว่า ปริมาณน้ำฝนมีค่าสูงสุดในช่วง 16:00-17:00 น. โดยมีปริมาณฝนเฉลี่ย 125.7 มิลลิเมตรต่อปี ส่วนปริมาณน้ำฝนมีค่าน้อยที่สุดอยู่ในช่วง 11:00-12:00 น. มีปริมาณเฉลี่ยเท่ากับ 36.9 มิลลิเมตรต่อปี

(Figure 6) โดยภาพรวมแล้วเห็นได้ว่าปริมาณน้ำฝนและจำนวนครั้งที่ฝนเริ่มตกมีค่าสูงในช่วงบ่ายถึงเย็น และมีค่าต่ำลงในช่วงเวลาหลังเที่ยงคืนถึงเช้าเป็นเพราะว่าในช่วงเวลาดังแต่เช้ามีสภาพอากาศร้อนสะสมขึ้นเรื่อยๆ และร้อนมากที่สุดในช่วงเวลาบ่ายๆ ทำให้มวลอากาศเกิดการยกตัว (convection) ได้ง่าย ก่อให้เกิดเมฆแนวตั้งขึ้น จึงเป็นสาเหตุทำให้ฝนตกมากกว่าช่วงอื่นๆ นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงเวลา 11:00-15:00 น. ปริมาณฝนที่ตกแต่ละครั้ง (ปริมาณน้ำฝน/จำนวนครั้งที่ฝนเริ่มตก) มีค่าต่ำเมื่อเทียบกับช่วง 20:00 ถึง 02:00 น. อาจเป็น

เพราะในช่วงกลางคืนความยาวนานของฝนในแต่ละครั้งมากกว่าในช่วงเวลากลางวัน เนื่องจากในช่วงกลางคืนอากาศไม่ไต่ยกตัวได้มากเหมือนตอนบ่าย ทำให้ฝนตกด้วยความหนักเบาต่ำ สอดคล้องกับ Aungsuratuna (1994) ที่ให้เหตุผลว่า เมฆก่อตัวแนวตั้งมากที่สุดในช่วงเวลา 13:00-19:00 น. ส่งผลให้เกิดฝนฟ้าคะนองช่วง 13:00-01:00 น. ส่วนเมฆแผ่นหนาพบมากในช่วงเวลา 7:00 -12:59 น. ทำให้เกิดฝนฟ้าคะนอง ฝนโปรยและฝนปร่า นอกจากนี้ยังพบเมฆชั้นกลางและเมฆชั้นสูง ก่อให้เกิดฝนปร่าในช่วงเวลา 01:00-6:59 น.

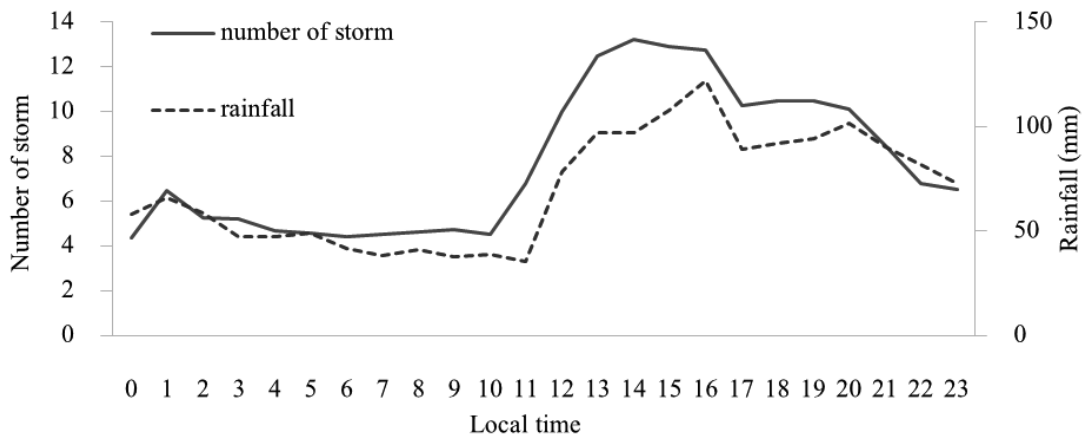


Figure 6 Number of storms and rainfall in each hour during 1997-2013.

แนวโน้มลักษณะการตกของฝน

การศึกษาแนวโน้มลักษณะการตกของฝนทั้งสองวิธีในช่วง ค.ศ. 1997-2013 พบว่า ปริมาณน้ำฝนมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 1) โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นเท่ากับ 16.52 มิลลิเมตรด้วยวิธีแบบไม่ใช้พารามิเตอร์และ 17.38 มิลลิเมตร ด้วยวิธีการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นตรงอย่างง่าย ซึ่งการเพิ่มขึ้นนี้สอดคล้องกับจำนวนครั้งที่ฝนตกและจำนวนวันที่ฝนตกถึงแม้ว่าไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและเมื่อวิเคราะห์แนวโน้มของฝนที่รุนแรง จากทั้งสองวิธี พบว่า จำนวนครั้งของฝนที่มีความหนักเบา มากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง

เท่านั้นที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้น 0.17 ครั้งต่อปี ซึ่งการเพิ่มขึ้นในความหนักเบาของฝนอาจมีสาเหตุจากอุณหภูมิของโลกที่เพิ่มสูงขึ้น ทำให้ความสามารถในการกักเก็บไอน้ำไว้ในอากาศมากขึ้นไปด้วย และเมื่อควบแน่นกลายเป็นฝนจึงทำให้ความหนักเบาของฝนมีค่าสูงขึ้นด้วย (Trenberth, 2005) แต่อย่างไรก็ตามจากการวิเคราะห์แนวโน้มจำนวนครั้งของ i_{30max} ที่มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง พบว่า มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นไปได้ว่าความหนักเบาของฝนที่เพิ่มขึ้น เกิดขึ้นเฉพาะฝนที่มีการตกในระยะเวลาสั้นๆ นอกจากนี้สำหรับจำนวน

ครั้งที่ฝนตกยาวนานมากกว่า 4 ชั่วโมง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติและจำนวนครั้งของฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อยอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน นอกจากนี้จาก

การวิเคราะห์แนวโน้มในแต่ละช่วงเวลาพบว่า ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้นในช่วงเวลา 6:00-00:00 น. และลดลงช่วง 0:00-6:00 น. อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติแสดงให้เห็นว่าช่วงเวลาส่วนใหญ่ ปริมาณน้ำฝนเพิ่มขึ้น

Table 1 Trend of rainfall characteristics at Huai Kog-Ma watershed, Chiang Mai province.

Parameter	Nonparametric linear		parametric linear	
	Equation ¹	P-value	Equation ²	P-value
Annual rain	$r = 1741 + 16.52(t-2005)$	0.48 ^{ns}	$r = 1,735.61 + 17.34(t-2005)$	0.32 ^{ns}
Number of storm	$ns = 193.00 + 1.00(t-2005)$	0.68 ^{ns}	$ns = 187.65 + 0.97(t-2005)$	0.55 ^{ns}
Number of wet day	$nw = 139 + 1.47(t-2005)$	0.30 ^{ns}	$nw = 140.53 + 1.19(t-2005)$	0.21 ^{ns}
Number of rain >50 mm	$ns_{r>50} = 3 + 0(t-2005)$	0.74 ^{ns}	$ns_{r>50} = 3.41 - 0.03(t-2005)$	0.73 ^{ns}
Number of duration >240 min	$ns_{d>240} = 13 + 0.32(t-2005)$	0.23 ^{ns}	$ns_{d>240} = 13.59 + 0.32(t-2005)$	0.14 ^{ns}
Number of intensity >50 mm/hr	$ns_{i>50} = 3 + 0.17(t-2005)$	0.10*	$ns_{i>50} = 3.82 + 0.17(t-2005)$	0.07*
Number of $i_{30max} >30$ mm/hr	$ns_{im>30} = 2 - 0.03(t-2005)$	0.32 ^{ns}	$ns_{im>30} = 2.18 - 0.06(t-2005)$	0.39 ^{ns}

Remarks: ns = Non significant difference * = Significant difference (P-value < 0.1)

1= According to equation 4 2= According to equation 6

จากการศึกษาในช่วงต้นสอดคล้องกับ Chitrapai (1998) ที่พบว่า ปริมาณน้ำฝนลุ่มน้ำปิง ไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือลดลง และจากการศึกษาในพื้นที่อื่นๆ พบว่ามีความแตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ตัวอย่างเช่น Chotimol (1995) พบว่า ปริมาณน้ำฝนลุ่มน้ำเพชรบุรีมีแนวโน้มลดลง Kanac *et al.* (2001) พบว่า ปริมาณฝนมีแนวโน้มลดลงในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 29 เปอร์เซนต์ Limjirakan *et al.* (2010) พบว่า ความแรงของฝนในพื้นที่กรุงเทพมหานครมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในช่วงที่ผ่านมา Limsakul and Singhruck (2015) ได้ศึกษาลักษณะการตกของฝนในประเทศไทย พบว่า ภาคใต้ฝั่งตะวันออกและฝั่งตะวันตกมีแนวโน้มของปริมาณน้ำฝนต่างกัน โดยเพิ่มขึ้นในฝั่งตะวันออกและลดลงในฝั่งตะวันตกอย่างมีนัยสำคัญ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นและภาคตะวันตกมีแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทั้งคู่ แต่สำหรับภาคเหนือนั้นมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยครั้งนี้ อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปแล้วการศึกษาแนวโน้มควรมี

ข้อมูลมากกว่า 30 ปี แต่เนื่องจากข้อมูลน้ำฝนที่เก็บแบบอัตโนมัติมีข้อมูลน้อยจึงเป็นข้อจำกัดในการวิจัยครั้งนี้

นอกจากนี้จากการเปรียบเทียบการประเมินแนวโน้มจากทั้ง 2 วิธี พบว่า ให้ผลที่สอดคล้องกันคือมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่วิธีแบบใช้พารามิเตอร์ให้ค่า P-value ต่ำกว่าเป็นส่วนใหญ่แสดงถึงการยอมรับแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ดีกว่าแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ กล่าวคือ สถิติแบบใช้พารามิเตอร์มีประสิทธิภาพในการทดสอบมากกว่าสถิติแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับจำนวนกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก แต่อย่างไรก็ตามในกรณีที่ข้อมูลไม่มีการกระจายแบบปกติ (normal distribution) ควรใช้วิธีแบบไม่ใช้พารามิเตอร์เพราะว่า การทดสอบแบบนี้ให้ประสิทธิภาพในการทดสอบดีกว่า หากข้อมูลมีการกระจายไม่ปกติ (nonnormality) ข้อมูลที่มีค่าผิดปกติ (outliers) และข้อมูลที่ขาดหายไปจำนวนมาก (Hirsch *et al.*, 1991)

สรุป

จากการศึกษาลักษณะการตกของฝน และการเปลี่ยนแปลงลักษณะการตกของฝน บริเวณลุ่มน้ำห้วยคอกม้า จังหวัดเชียงใหม่ โดยใช้ข้อมูลระหว่าง ค.ศ. 1997-2013 พบว่า ลุ่มน้ำห้วยคอกมามีปริมาณน้ำฝน 1,735.6 มิลลิเมตร จำนวนครั้งที่ฝนตก 188 ครั้ง และมีจำนวนวันที่ฝนตก 141 วัน โดยเดือนสิงหาคม มีปริมาณน้ำฝนและความถี่ในการตกมากที่สุด ส่วนเดือนกุมภาพันธ์มีค่าน้อยที่สุด การกระจายลักษณะการตกของฝนในแต่ละครั้ง มีการแจกแจงแบบเบ้ขวา โดยเดือนพฤษภาคมเป็นเดือนที่มีฝนตกรุนแรงมากที่สุด อาจก่อให้เกิดน้ำท่วมได้เนื่องจากเป็นเดือนที่มีปริมาณน้ำฝนที่มากกว่า 50 มิลลิเมตร ความยาวนานของฝนที่มากกว่า 4 ชั่วโมง และ $i_{30\max}$ ที่มากกว่า 30 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง มีจำนวนครั้งการเกิดมากที่สุดและจากการศึกษาแนวโน้มลักษณะการตกของฝน พบว่า ปริมาณน้ำฝน จำนวนครั้งที่ฝนตก และจำนวนวันที่ฝนตกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วงเวลากลางวัน แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามจำนวนครั้งของฝนตกด้วย ความหนักเบาที่มากกว่า 50 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติด้วยอัตรา 0.17 ครั้งต่อปี ซึ่งอาจมีสาเหตุจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศ ทำให้ความสามารถเก็บไอน้ำไว้ในบรรยากาศได้มากขึ้น จึงทำให้ความหนักเบาของฝนมากขึ้น ซึ่งเป็นการเพิ่มโอกาสในการเกิดน้ำท่วมฉับพลัน และการเกิดการซ้างพังทลายของดินมากขึ้น และยังส่งผลต่อการออกแบบมาตรการอนุรักษ์ดินและน้ำอีกด้วย ดังนั้นการวิจัยเรื่องนี้จึงเป็นฐานข้อมูลสำคัญเกี่ยวข้องกับการใช้ลักษณะการตกของฝนในการตัดสินใจเพื่อการวางแผนที่ด้านการจัดการลุ่มน้ำในอนาคต

REFERENCES

- Aungsuratuna, P. 1994. **Rainfall Assessment from Meteorological Satellite Data over the Northern Part of Thailand.** M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Bosch, D. D., J. M. Sheridan and F. M. Davis. 1999. Rainfall Characteristics and Spatial Correlation for the Georgia Coastal Plain. **Trans. Am. Soc. Agr. Eng.** 42 (6): 1637-1644.
- Chantanasamit, P. 1982. **An Analysis of Rain Falling Probability and Its Patterns on Mountainous Land at Doi Pui, Chiangmai.** M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Chitprapai, A. 1998. **Nonstationarity Analysis of Hydrologic Data.** M.S. Thesis, Chulalongkorn University. (in Thai)
- Chotimol, K. 1995. **Trends of Rainfall in Phetchaburi and Prachuap Khiri Khan Coast Basins.** M.S. Thesis, Chulalongkorn University. (in Thai)
- Climatology and Hydrometeorology Divisions. 1989. **Study of Rainfall Amount Affecting Flood Occurrence in Thailand.** 46. (in Thai)
- Helsel, D. R. and R.M. Hirsch. 2002. **Statistical Methods in Water Resources.** U.S. Geological Survey.
- Hirsch, R. M., R. B. Alexander and R. A. Smith. 1991. Selection of Methods for the Detection and Estimation of Trends in Water Quality. **Water Resources Research** 27: 803-813.

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Cambridge University Press, United Kingdom and New York.
- Kanae, S., T. Oki and K. Musiake. 2001. Impact of Deforestation on Regional Precipitation over the Indochina Peninsula. **Amer. Meteor. Soc.** 2: 51-69.
- Kendall, M. G. 1975. **Rank Correlation Methods**, 4thed. Charles Griffin, London, U.K.
- Limjirakan, S., A. Limsakul and T. Sriburi. 2010. Trend in Temperature and Rainfall Extreme Changes in Bangkok Metropolitan area. **J. Environ. Res.** 32 (1): 31-48.
- Limsakul, A. and P. Singhruck. 2015. Long-Term Trends and Variability of Total and Extreme Precipitation in Thailand. **Atm. Res.** 169: 301-317.
- Mann, H. B. 1945. Non-Parametric Test Against Trend. **Econometrica** 13: 245-259.
- Trenberth, K. 2005. **The impact of climate and variability on Heavy Precipitation, floods, and droughts**. National Center for Atmospheric Research, Boulder, CO, USA
- Zhao, M. and A. J. Pitman. 2002. The Impact of Land Cover Change and Increasing Carbon Dioxide on the Extreme and Frequency of Maximum Temperature and Convective Precipitation. **Geophysical Research Letters** 29 (6): 2/1-2/4.
-

นิพนธ์ต้นฉบับ

การกำหนดขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการในพื้นที่
ลานกางเต็นท์ลานสน อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว

**Determination of Recreation Carrying Capacity
of Lan Son Camping Area, Phu Soi Dao National Park**

จิตรกร รามันพงษ์*

นภวรรณ ฐานะกาญจน์ พงษ์เขียว

ดรชนันท์ เอมพันธุ์

Jittakon Ramanpong*

Noppawan Tanakanjana Phongkhieo

Dachanee Emphandhu

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding Author, E-mail: jiper11799@hotmail.com

รับต้นฉบับ 17 กุมภาพันธ์ 2559

รับลงพิมพ์ 31 มีนาคม 2559

ABSTRACT

The objectives of this research were to investigate the camping characteristics and Recreation Opportunity Spectrum (ROS) of Lan Son Camping Area, Phu Soi Dao National Park and to analyze and assess the physical carrying capacity and psychological carrying capacity of the camping area. Two major groups of data were collected. These included an inventory on general characteristics of the site and its recreational settings and tourist survey by questionnaire focusing on crowding perceptive, overall satisfying, tourists' background and engaged recreation activities. The data were analyzed using descriptive statistics and multiple regression analyses.

It was found that the hiking trail led to Lan Son camping area was 6.243 kilometers long with the elevation ranging from 639 to 1,597 above mean sea level. The site's ROS was Semi-primitive Non-motorized. Its physical carrying capacity limited by drinking water was 165 persons per day. While psychological carrying capacity calculated from relationship between use level and mean perceived crowding graph was 199 persons per day. Thus, Lan Son Camping Area's recreation carrying capacity was 165 persons per day.

Keywords: Natural Resource Recreation, Recreation Carrying Capacity, Tent Camping,
Phu Soi Dao National Park

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการประกอบกิจกรรมการพักผ่อนด้วยเต็นท์ และปัจจัยแวดล้อมด้านนันทนาการ บริเวณลานกางเต็นท์ลานสนในอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว และเพื่อวิเคราะห์และประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพและด้านจิตวิทยาของลานกางเต็นท์ลานสน โดยทำการศึกษาข้อมูลใน 2 กลุ่มปัจจัย ได้แก่ การศึกษาลักษณะสภาพพื้นที่โดยตรงในส่วนของคุณลักษณะทั่วไปและปัจจัยแวดล้อมด้านนันทนาการ และการใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลจากนักท่องเที่ยวเกี่ยวกับความรู้สึกรู้สึกแออัด ความพึงพอใจโดยรวม ลักษณะนักท่องเที่ยว และการประกอบกิจกรรมนันทนาการ โดยมีขนาดตัวอย่าง 359 ตัวอย่าง วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนาและการวิเคราะห์ถดถอยพหุ

ผลการวิจัยพบว่าเส้นทางเดินขึ้นลานกางเต็นท์มีระยะทาง 6.243 กิโลเมตรด้วยความสูงตั้งแต่ 639 ถึง 1,597 เมตรจากระดับน้ำทะเล มีช่วงชัน โอกาสด้านนันทนาการอยู่ในกลุ่มพื้นที่ธรรมชาติกึ่งสนโดยไม่ใช้ยานยนต์ มีปัจจัยจำกัดเรื่องน้ำสำหรับบริโภคเป็นสิ่งที่กำหนดขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพที่ 165 คนต่อวัน และการประเมินด้วยค่าเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเป็นขีดความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยาที่เท่ากับ 199 คนต่อวัน เมื่อพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับทั้งสองด้านร่วมกันพบว่า ขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพเป็นค่าที่น้อยที่สุดจึงกำหนดขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการของลานกางเต็นท์ลานสนอยู่ที่ 165 คนต่อวัน

คำสำคัญ: นันทนาการฐานทรัพยากรธรรมชาติ ขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการ
การพักผ่อนด้วยเต็นท์ อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว

คำนำ

กิจกรรมนันทนาการในพื้นที่ธรรมชาติโดยเฉพาะอุทยานแห่งชาติเป็นสิ่งที่ได้รับความนิยมจากนักท่องเที่ยวเป็นจำนวนมากมาโดยตลอด ซึ่งในรอบ 10 ปีที่ผ่านมาตั้งแต่ พ.ศ. 2547-2556 มีนักท่องเที่ยวไปเยือนอุทยานแห่งชาติแล้วมากกว่า 100 ล้านคน (National Park Innovation Institute Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation, 2014) ด้วยจำนวนนักท่องเที่ยวที่ใช้ประโยชน์พื้นที่ที่มีจำนวนมากย่อมส่งผลต่อฐานทรัพยากรอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ความเสียหายของพื้นที่ธรรมชาติจากการใช้เพื่อนันทนาการและการท่องเที่ยวที่เกิดขึ้น แท้จริงแล้วเป็นผลกระทบทางระบบนิเวศ ซึ่งมีความซับซ้อนเกี่ยวเนื่องกัน ทั้งดิน พืชพรรณ สัตว์ป่า แหล่งน้ำ รวมถึงมนุษย์ โดยหนึ่งในกิจกรรมนันทนาการยอดนิยมและสร้างผลกระทบให้พื้นที่อย่างมากด้วยลักษณะการใช้ประโยชน์ที่เข้มข้นเป็นเวลานาน นั่นคือ กิจกรรมพักผ่อนด้วยเต็นท์ (Hammit and Cole, 1987)

ผลกระทบจากกิจกรรมนันทนาการเป็นสิ่งที่ผันแปรสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ธรรมชาติที่ยังคงธรรมชาติดั้งเดิมไว้ อยู่ห่างไกลสามารถเข้าถึงได้ยากและถ้ายังเป็นผลกระทบจากกิจกรรมการพักผ่อนด้วยเต็นท์แล้ว ยิ่งเป็นสิ่งที่อันตรายต่อทรัพยากรในพื้นที่ (Cole and Monz, 2004) การกำหนดขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการจึงถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือสื่อให้นักจัดการพื้นที่ทราบถึงระดับการใช้ประโยชน์ที่แสดงออกมาเป็นจำนวนคนต่อพื้นที่ โดยการคำนึงถึงว่าขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการมีความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการใช้ประโยชน์กับขนาดพื้นที่ประกอบกิจกรรม และมีความสัมพันธ์ระหว่างการรักษาความสมบูรณ์ของทรัพยากรภายในอุทยานแห่งชาติ กับคุณภาพของประสบการณ์นันทนาการ (Manning, 2011) การศึกษาในครั้งนี้จึงได้ใช้การกำหนดขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพร่วมกับการกำหนดขีดความ

สามารถในการรองรับด้านจิตวิทยาเพื่อกำหนดขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการให้กับพื้นที่ลานกางเต็นท์ลานสนในอุทยานแห่งชาติกุสอญ จังหวัดอุตรดิตถ์ ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวนักท่องเที่ยวสามารถเข้าถึงได้ด้วยการเดินเท้าเท่านั้น อีกทั้งมีลักษณะทางกายภาพที่สวยงามโดดเด่นด้วยลักษณะสังคมพืชป่าสนและทุ่งหญ้าบนภูเขาสูง ความสวยงามของพื้นที่ภูเขาแห่งนี้ถูกยืนยันด้วยผลการประเมินจาก Emphandhu (2014) ที่ศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมของพื้นที่แห่งนี้พบว่า มีความสำคัญระดับสูง แต่ในทางกลับกันก็มีความเสี่ยงสูงต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งจากกิจกรรมของมนุษย์และสภาพภูมิอากาศ และด้วยในพื้นที่แห่งนี้ยังไม่เคยมีการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการมาก่อน ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงจะทำให้เกิดความเข้าใจและได้ข้อมูลที่จะช่วยในการจัดการพื้นที่ให้คงสภาพความสวยงามตามธรรมชาติต่อไป โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาลักษณะการประกอบกิจกรรมการพักผ่อนด้วยเต็นท์และปัจจัยแวดล้อมด้านนันทนาการ บริเวณลานกางเต็นท์ลานสนในอุทยานแห่งชาติกุสอญ จังหวัดอุตรดิตถ์ และเพื่อวิเคราะห์และประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพและด้านจิตวิทยาของลานกางเต็นท์ลานสนในอุทยานแห่งชาติกุสอญ

การศึกษาศักยภาพในการรองรับด้านนันทนาการในพื้นที่ลานกางเต็นท์บริเวณลานกางเต็นท์ลานสนในอุทยานแห่งชาติกุสอญครั้งนี้ใช้แนวคิด

ของขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพและจิตวิทยา ซึ่งสามารถทำให้ทราบถึงจำนวนหน่วยการใช้ประโยชน์เพื่อนันทนาการที่เหมาะสมกับพื้นที่ลานกางเต็นท์ลานสนที่มีการกำหนดขอบเขตพื้นที่ไว้ชัดเจน และคงประสพการณ์นันทนาการที่มีคุณภาพไว้ และเนื่องจากพบว่าสถิตินักท่องเที่ยวในพื้นที่เป็นนักท่องเที่ยวชาวไทยทั้งหมด กลุ่มตัวอย่างที่ใช้จึงได้กำหนดเป็นนักท่องเที่ยวชาวไทยอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป ที่ประกอบกิจกรรมพักผ่อนด้วยเต็นท์ในบริเวณพื้นที่ศึกษาลานกางเต็นท์ลานสนกุสอญในฤดูกาลท่องเที่ยวตั้งแต่เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2557 - มกราคม พ.ศ. 2558

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับนักท่องเที่ยวและกิจกรรมพักผ่อนด้วยเต็นท์

กลุ่มตัวอย่างนักท่องเที่ยวในพื้นที่ศึกษา ด้วยการกำหนดขนาดตัวอย่างจากสถิตินักท่องเที่ยวที่อุทยานที่กสถิตการลงทะเบียนเข้าพื้นที่ลานกางเต็นท์จริงในรอบฤดูกาลท่องเที่ยว พ.ศ. 2556 จำนวน 3,429 คน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์ ความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่าง 0.05 ด้วยสูตรของ Yamane (1973) ได้จำนวนตัวอย่าง 359 ตัวอย่าง กระบวนการเก็บตัวอย่างแบบโควตา (quota sampling) ตามสัดส่วนประชากรแต่ละเดือนครอบคลุมตลอดฤดูกาลท่องเที่ยว (Table 1) โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือ

Table 1 Proportion of sample size in each month (2014-2015).

	July (person)	August (person)	September (person)	October (person)	November (person)	December (person)	January (person)	Total (person)
population	152	659	698	505	293	1,084	38	3,429
sample proportion	16	69	73	53	31	113	4	359

การศึกษาลักษณะทั่วไปของพื้นที่

ศึกษาถึงความลาดชันของเส้นทางเดินไปยังลานกางเต็นท์ โดยใช้เครื่องระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning System) ทำการบันทึกตำแหน่ง

แบบเฉลี่ยค่าพิกัดไม่น้อยกว่า 100 ค่า ทุกๆ การเปลี่ยนความชันและการเปลี่ยนโค้งของเส้นทางและบันทึกระยะระหว่างตำแหน่ง เขียนออกมาในรูปของกราฟแสดงความลาดชัน

การศึกษาปัจจัยแวดล้อมด้านนันทนาการ

ใช้ตัวชี้วัดช่วงชั้นโอกาสด้านนันทนาการที่คัดแปลงมาจากโครงการวิจัยเรื่องระบบสนับสนุนการวางแผนการจัดการแหล่งนันทนาการทางธรรมชาติอย่างยั่งยืน ระยะที่ 1 และประเมินโดยใช้สมการถดถอยโลจิสติก (logistic regression analysis) (Tanakanajana *et al.*, 2006)

การวิเคราะห์และประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพ

ศึกษาขนาดพื้นที่ลานกางเต็นท์ โดยใช้เครื่องระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ (Global Positioning System) และโปรแกรมสำเร็จรูปทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์คำนวณหาขนาดพื้นที่ลานกางเต็นท์ นำมาคำนวณเทียบกับขนาดของพื้นที่ที่นักท่องเที่ยวแต่ละคนใช้ในการประกอบกิจกรรมพักแรมด้วยเต็นท์ในแต่ละช่วงชั้นโอกาสด้านนันทนาการ ซึ่งได้จากค่ามาตรฐานจาก National Park Innovation Institute Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation (2008) ที่กำหนดถึงเขตพื้นที่ธรรมชาติสัน โดย ซึ่ง ไม่มีการพัฒนาสิ่งอำนวยความสะดวกใดๆ นักท่องเที่ยวต้องเตรียมสัมภาระในการยังชีพไปเอง จะมีค่าเท่ากับ 10 ตารางเมตรต่อเต็นท์ขนาด 3 คน 1 หลัง ส่วนเขตพื้นที่ที่มีการพัฒนาหรือตัดแปลงธรรมชาติ ซึ่งเป็นพื้นที่ที่อยู่ไม่ห่างไกลจากตัวเมือง นักท่องเที่ยวจะได้รับความสะดวกสบายและใกล้ชิดธรรมชาติที่เกิดจากการปรุงแต่ง จะมีค่าเท่ากับ 5 ตารางเมตรต่อเต็นท์ขนาด 3 คน 1 หลัง นอกจากนี้ยังต้องศึกษาข้อจำกัดการใช้ประโยชน์พื้นที่ด้วยการศึกษาปริมาณน้ำบริโภคของนักท่องเที่ยว ใช้ค่าอ้างอิงจาก Varakamin (2010) ที่ระบุว่าร่างกายมนุษย์ต้องการน้ำประมาณ 2.5 ลิตรต่อวัน จากนั้นนำมาคำนวณร่วมกับปริมาณน้ำที่กักเก็บไว้สำหรับการประกอบกิจกรรมของพื้นที่อีกข้อจำกัดที่ศึกษาคือ ห้องอาบน้ำ-ห้องสุขา สามารถประเมินได้จากการนับจำนวนห้องอาบน้ำและห้องสุขาในปัจจุบัน และนำมาคำนวณร่วมกับระยะเวลาเฉลี่ยในการใช้ของนักท่องเที่ยว ที่

ได้จาก Asia Lab and Consulting Company Limited (2006) ว่าเป็น 10 นาทีต่อรอบการใช้ เมื่อคำนวณครบทุกประเด็นที่กล่าวมาข้างต้น ขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพจะเป็นค่าที่มีค่าน้อยที่สุด

การวิเคราะห์และประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยา

การศึกษาค้นคว้าได้ประเมินจากความรู้สึกของนักท่องเที่ยวด้วยแบบสอบถามถึงระดับความรู้สึกแออัดในวันที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวแตกต่างกันครอบคลุมวันที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวน้อยจนถึงมากที่สุดเพื่อสร้างกราฟและหาค่าเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน (break point) ที่ประยุกต์จาก Shelby and Heberline (1986) ซึ่งการวัดถึงระดับความรู้สึกนึกคิดของนักท่องเที่ยวจะถูกวัดออกมาเป็นตัวเลขจริงด้วยค่าคะแนน 0 ถึง 9 และสอบถามนักท่องเที่ยวโดยตรงถึงจำนวนนักท่องเที่ยวที่เหมาะสมกับพื้นที่และความต้องการของนักท่องเที่ยว (Shelby and Heberline, 1986) เมื่อศึกษาครบทุกประเด็นที่กล่าวมาข้างต้น ขีดความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยาจะเป็นค่าที่มีค่าน้อยที่สุด

ผลและวิจารณ์

ลักษณะนักท่องเที่ยวและการประกอบกิจกรรมพักแรมด้วยเต็นท์

นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 57.46 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 42.54 ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 27 - 38 ปี คิดเป็นร้อยละ 51.85 รองมาเป็นช่วงอายุ 15 - 26 ปี คิดเป็นร้อยละ 32.48 ช่วงอายุ 39 - 50 ปี คิดเป็นร้อยละ 12.54 ช่วงอายุ 51 - 62 ปี คิดเป็นร้อยละ 3.13 โดยเฉลี่ยแล้วนักท่องเที่ยวมีอายุ 30.86 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 73.50 รองมาจบการศึกษาสูงกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 21.08 และต่ำกว่าปริญญาตรีคิดเป็นร้อยละ 5.42 ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชนคิดเป็นร้อยละ 56.08 รองมาคือข้าราชการ พนักงานหน่วยงาน

ราชการ รัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 23.44 และอาชีพอื่นนอกเหนือจากนี้คิดเป็นร้อยละ 20.48 ส่วนใหญ่มีรายได้อยู่ในช่วง 20,001 ถึง 30,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.24 รองลงมาเป็น 10,001 ถึง 20,000 บาท และตั้งแต่ 40,001 ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 27.49 และ 21.99 ตามลำดับ และน้อยกว่า 10,001 บาท คิดเป็นร้อยละ 8.93 โดยเฉลี่ยแล้วนักท่องเที่ยวมีรายได้ 35,495 บาท ส่วนใหญ่เดินทางมาจากกรุงเทพฯ คิดเป็นร้อยละ 56.06 รองมาเป็นภาคกลางคิดเป็น ร้อยละ 22.42 และภาคอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 2.53

นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่เดินทางมาประกอบกิจกรรมในลานกางเต็นท์ลานสนเป็นครั้งแรก คิดเป็นร้อยละ 84.40 รองลงมาคือเคยมา 1 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 9.19 และเคยมามากกว่า 2 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 6.41 โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.33 ครั้ง ลักษณะกลุ่มเดินทางส่วนใหญ่เป็นกลุ่มเพื่อนคิดเป็นร้อยละ 70.48 รองลงมาเป็นกลุ่มทัวร์ กลุ่มครอบครัว กลุ่มผสม และมาคนเดียวคิดเป็นร้อยละ 13.37 7.24 5.85 และ 3.06 ตามลำดับ ด้วยจำนวนสมาชิกในกลุ่มเดินทางตั้งแต่ 1 ถึง 30 คน ส่วนใหญ่เดินทางเป็นกลุ่มขนาด 1 ถึง 6 คน คิดเป็นร้อยละ 59.33 รองมาเป็นกลุ่ม 7 ถึง 12 คน คิดเป็นร้อยละ 30.64 และกลุ่มตั้งแต่ 13 คนขึ้นไปคิดเป็นร้อยละ 10.03 โดยเฉลี่ยแล้วแต่ละกลุ่มจะมีสมาชิกประมาณ 6 คน และจะพักแรมเฉลี่ยประมาณ 2 คืน โดยส่วนใหญ่พักแรม 2 คืน คิดเป็นร้อยละ 74.37 รองมา 1 คืน คิดเป็นร้อยละ 24.23 และ 3 คืน คิดเป็นร้อยละ 1.40

ในส่วนของการประกอบกิจกรรมนันทนาการที่นักท่องเที่ยวปรารถนาต่อการประกอบกิจกรรมในพื้นที่ โดย การสอบถามให้นักท่องเที่ยวระบุระดับความสำคัญในแต่ละหัวข้อของการประกอบกิจกรรมนันทนาการ ตั้งแต่ น้อยที่สุด น้อย ปานกลาง มาก และมากที่สุด ซึ่งพบว่า นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 61.8 มีความปรารถนามากที่สุด ที่จะได้ใกล้ชิด สัมผัส และอยู่ท่ามกลางธรรมชาติ นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 45.4 มีความปรารถนา

มากที่สุดที่จะได้ทำกิจกรรม และใช้เวลาร่วมกับคนใกล้ชิด นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 40.1 มีความปรารถนามากที่สุดที่จะได้พบกับการผจญภัย เสี่ยงภัย และความท้าทาย นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 37 มีความปรารถนาปานกลางที่จะได้พัฒนาทักษะในการประกอบกิจกรรม และฝึกฝนการใช้อุปกรณ์ต่างๆ นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 45.7 มีความปรารถนามากที่สุดที่จะได้ใช้พลกำลัง และสมรรถภาพทางร่างกาย นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 41.2 มีความปรารถนาที่จะได้เรียนรู้ และศึกษาธรรมชาติ นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 62.1 ปรารถนาที่จะได้หลีกเลี่ยงจากสภาพแวดล้อมที่จำเจ และน่าเบื่อในชีวิตประจำวันเป็นการชั่วคราว นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 51.3 มีความปรารถนาที่สุดที่จะได้ผ่อนคลายจากความเครียด ความวิตกกังวล นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 49.3 ปรารถนาที่สุดที่จะได้พักผ่อนในบรรยากาศที่สงบเงียบ และสันโดษ นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ร้อยละ 64.9 ปรารถนาที่สุดที่จะได้ไปเยือนแหล่งท่องเที่ยวที่ไม่เคยเยือนมาก่อน

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่และปัจจัยแวดล้อมด้านนันทนาการ

การศึกษาพบว่าความลาดชันของเส้นทางเดินขึ้นลานกางเต็นท์แสดงผลออกมาในรูปของกราฟความลาดชัน (Figure 1) ด้วยระยะทาง 6.243 กิโลเมตร ความกว้างของเส้นทางเฉลี่ย 1.06 เมตร จากความสูง 639 เมตร จากระดับน้ำทะเลถึง 1,597 เมตรจากระดับน้ำทะเล ส่วนปัจจัยแวดล้อมด้านนันทนาการอันประกอบด้วยเส้นทางเข้าถึง ความห่างไกลของพื้นที่ ความเป็นธรรมชาติของพื้นที่ โอกาสในการพบปะนักท่องเที่ยวกลุ่มอื่น ร่องรอยผลกระทบจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์สภาพการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกภายในแหล่งนันทนาการ และการควบคุมนักท่องเที่ยว เมื่อนำมาคำนวณด้วยสมการถดถอยโลจิสติก ได้ผลค่าคะแนนเท่ากับ 16.11 (Table 2) ซึ่งตรงกับช่วงขั้นโอกาสด้านนันทนาการพื้นที่ธรรมชาติกึ่งต้นโดยไม่ใช้ยานยนต์ (Semi-primitive Non-motorized)

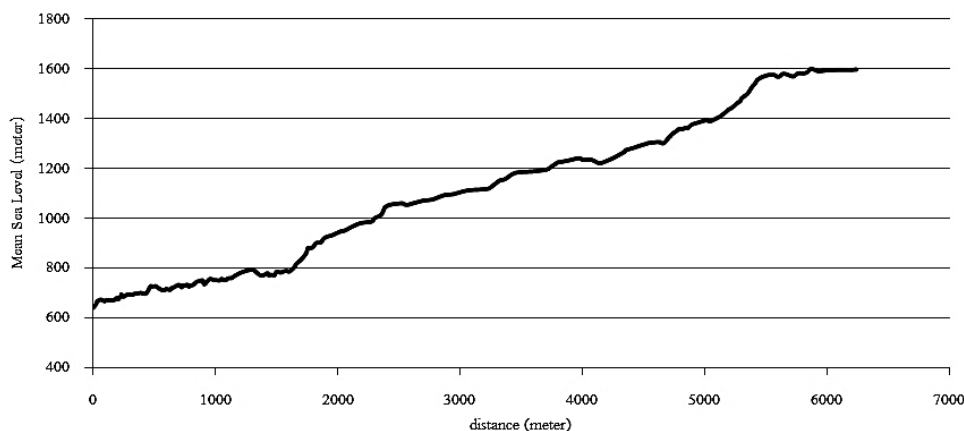


Figure 1 Slope profile of nature trail to Lan Son Camping Area.

Table 2 Results from recreational setting survey and assessment of ROS class by the method derived from Tanakanajana *et al.* (2006).

Recreational setting indices	Observed value	Range value (1-5)
1. Access (kilometer)	6.243	5
2. Remoteness		
- distance between the site and main road (kilometer)	6.243	4
- visitor perception (5-point scale)	4.16	4
3. Naturalness (percentage)	98.75	5
4. Opportunity for social encounter (groups per day)	12	3
5. Evidence of human impacts		
- amount of litter (pieces per square meter)	0.13	5
- amount of broken tree branches along the trail (points per a hundred meter)	0.26	5
- amount of scars on trees (scars per a hundred meter)	0.72	5
- visibility of soil erosion on trail (percentage of total length)	8.96	4
- length of trail with exposed tree roots (percentage of total length)	4.12	5
6. Facility and site management	moderate development	3
7. Visitor management		
-direct control (by park authority)	occasional and specific area	2
-indirect control (by interpretive signs)	specific area	2
score obtained from logistic regression analysis = 16.11		
Remarks: ROS range:	Primitive = 16.55-19.16	
	Semi-primitive Non-motorized = 13.95-16.54	
	Semi-primitive Motorized = 11.35-13.94	
	Modified Natural = 8.74-11.34	
	Urban = 6.14-8.73	

ขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพ

พบว่า ลานกางเต็นท์มีขนาด 3,432.83 ตารางเมตร และจากการทราบถึงช่วงชั้นโอกาสด้านนันทนาการ ทำให้ทราบถึงค่ามาตรฐานของลานกางเต็นท์ว่าคือ 10 ตารางเมตรต่อเต็นท์ขนาด 3 คน 1 หลัง (National Park Innovation Institute Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation, 2008) เมื่อเทียบขนาดพื้นที่ลานกางเต็นท์กับค่ามาตรฐานของพื้นที่ต่อเต็นท์ ทำให้ทราบว่าสามารถรองรับเต็นท์ได้ประมาณ 343 เต็นท์ คิดเป็นจำนวนคนสูงสุด 1,029 คนต่อวัน ส่วนปัจจัยจำกัดของการใช้ประโยชน์พื้นที่พบว่านักท่องเที่ยวต้องอาศัยน้ำสำหรับบริโภคที่มีการกักเก็บจากน้ำฝนไว้ในพื้นที่ ส่วนน้ำสำหรับอุปโภคนักท่องเที่ยวจะใช้จากสาธารณชนชาติที่ไหลผ่านบริเวณลานกางเต็นท์ ซึ่งการศึกษาพบว่าพื้นที่มีถังบรรจุน้ำขนาด 2,000 ลิตร จำนวน 40 ถัง และถังบรรจุน้ำขนาด 200 ลิตร จำนวน 11 ถัง เมื่อรวมทั้งหมดจะสามารถกักเก็บน้ำสำหรับบริโภคได้สูงสุด 82,200 ลิตร เมื่อเทียบกับจำนวนวันที่เปิดให้บริการท่องเที่ยวซึ่งมีช่วงตั้งแต่ 1 กรกฎาคม ถึง 15 มกราคมของทุกปี หรือเท่ากับ 199 วันต่อฤดูกาลท่องเที่ยว จะพบว่าโดยเฉลี่ยแล้วจะมีน้ำบริโภคได้ประมาณ 413 ลิตรต่อวัน และเมื่อเทียบกับปริมาณน้ำที่ควรบริโภคซึ่งเท่ากับ 2.5 ลิตรต่อคนต่อวัน (Varakamin, 2010) จะพบว่าถ้ามีน้ำบรรจุเต็มทุกถังสามารถรองรับนักท่องเที่ยวประมาณ 165 คนต่อวัน อีกปัจจัยจำกัดคือ จำนวนห้องสุขาซึ่งมีทั้งหมด 15 ห้อง เมื่อเทียบค่ามาตรฐานที่ 10 นาฬิกาต่อรอบการใช้ พบว่าจะสามารถรองรับการใช้ได้สูงสุด 2,160 คนต่อวัน เมื่อพิจารณาถึงขนาดพื้นที่รองรับกิจกรรมและปัจจัยที่เป็นข้อจำกัดที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้วพบว่าน้ำสำหรับบริโภคคือสิ่งที่เป็นตัวกำหนดการใช้ประโยชน์ด้านกายภาพขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพจึงเท่ากับ 165 คนต่อวัน

จากผลการกำหนดขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพข้างต้นนั้น จะสังเกตได้อย่างชัดเจนถึงค่าขีดความสามารถในการรองรับที่มากเป็นพิเศษจากการคำนวณด้วยขนาดพื้นที่รองรับกิจกรรม และจำนวนห้องสุขา ด้วยค่า 1,029 และ 2,160 คนต่อวัน ซึ่งตัวเลขที่

ดูเหมือนมากเป็นพิเศษนี้ สามารถอธิบายได้ถึงที่มาโดยเริ่มที่ขีดความสามารถในการรองรับที่ได้จากขนาดพื้นที่รองรับกิจกรรม 1,029 คนต่อวัน จากการทราบถึงขนาดพื้นที่ลานกางเต็นท์ 3,432.83 ตารางเมตร เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานการใช้ประโยชน์ 10 ตารางเมตรต่อเต็นท์ขนาด 3 คน 1 หลัง นั่นก็หมายความว่า พื้นที่ลานกางเต็นท์สามารถรองรับเต็นท์ 343.28 หลัง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วนักท่องเที่ยวอาจไม่ได้พักแรม 3 คน ต่อเต็นท์ 1 หลังเสมอไป แต่การนำจำนวนนักท่องเที่ยว 3 คนไปคูณกับจำนวนเต็นท์จะทำให้ได้ตัวเลขที่เป็นไปได้มากที่สุดต่อการใช้ประโยชน์พื้นที่และเมื่อพิจารณาร่วมกับจำนวนนักท่องเที่ยวสูงสุดที่เกิดขึ้นจริงจนถึงได้ค่าเต็มความจุของลานกางเต็นท์ ณ ปัจจุบันคือ 372 คน ถ้านำขนาดพื้นที่ทั้งหมดเฉลี่ยกับจำนวนนักท่องเที่ยว จะพบว่า นักท่องเที่ยว 1 คน ใช้พื้นที่ประกอบกิจกรรมประมาณ 9.23 ตารางเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับขนาดพื้นที่ที่เป็นมาตรฐานต่อการใช้ประโยชน์แต่ละเต็นท์ที่ 10 ตารางเมตร นั่นก็หมายความว่า ค่าที่อาจมองว่ามีค่ามากจนเกินความเป็นจริง แท้จริงแล้วเป็นค่าที่ขีดความสามารถในการรองรับที่สูงสุดอย่างแท้จริง

ค่าที่จะอธิบายต่อไปคือขีดความสามารถในการรองรับที่ได้จากจำนวนห้องสุขา ด้วยค่า 2,160 คนต่อวัน การศึกษาครั้งนี้ได้ใช้การคำนวณที่สามารถบอกขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการออกมาเป็นตัวเลขที่แสดงถึงระดับการใช้ประโยชน์ได้สูงสุดแบบเดียวกับที่ Asia Lab and Consulting Company Limited (2006) ใช้ศึกษาในอุทยานแห่งชาติเอราวัณ ซึ่งการศึกษาในครั้งนั้นได้อ้างถึงช่วงเวลาที่เปิดให้ใช้บริการห้องสุขาในพื้นที่ประกอบกิจกรรม นำมาคำนวณร่วมกับรอบการใช้และจำนวนห้องสุขาซึ่งในส่วนนี้มีความแตกต่างกับลานกางเต็นท์ลานสนที่เปิดให้ใช้บริการได้ทุกช่วงเวลา ผลลัพธ์จากการคำนวณจึงมากถึง 2,160 คนต่อวัน ข้อสังเกตหนึ่งก็คือ ช่วงเวลาที่เปิดให้ใช้ประโยชน์ที่นำมาคำนวณด้วยค่า 24 ชั่วโมง เป็นค่าที่ไม่ใกล้เคียงกับการใช้ประโยชน์จริงเพราะ ไม่ว่านักท่องเที่ยว หรือคนทั่วไปต่างก็ไม่ได้ใช้ห้องสุขาต่อเนื่องกันตลอดทั้ง 24 ชั่วโมง แต่จะมีช่วงเวลาที่คนส่วนใหญ่ต้องการใช้ในเวลาใกล้

เคียงกัน การศึกษาที่จะสร้างความแม่นยำมากขึ้นของข้อมูลจึงต้องระบุให้ได้ถึงช่วงเวลาการใช้ประโยชน์ที่หนาแน่นมากที่สุด เพื่อใช้เป็นช่วงเวลาในการคำนวณต่อไป ซึ่งช่วงเวลาดังกล่าวยังไม่มีการศึกษาไว้ในอดีต ซึ่งถ้าสามารถระบุได้จะทำให้สามารถกำหนดขีดความสามารถในการรองรับของห้องสุขาได้ชัดเจนมากขึ้น

ขีดความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยา

การประเมินค่าเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน (break point) ได้ใช้ความรู้สึกแออัดเฉลี่ยในทุกๆ ที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวต่างกันแต่ละคืนที่พักรม เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างกันได้เป็นสมการ $y = 0.0000003x^3 - 0.0001791x^2 + 0.0483139x$ ด้วยกราฟความสัมพันธ์ของทั้งสองตัวแปร (Figure 2) โดยแกนนอน (x) คือจำนวนนักท่องเที่ยว และแกนตั้ง (y) คือระดับความรู้สึกแออัดเฉลี่ย ซึ่งจากการศึกษาพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือค่าเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเมื่อจำนวนนักท่องเที่ยวเท่ากับ 199 คน ($x = 199, y = 4.89$) ซึ่งถ้าพิจารณาตามแนวคิดของการหาค่าเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนแล้ว การหาขีดความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยาในลักษณะนี้สามารถบอกได้ว่าเมื่อในลานกางเต็นท์ที่มีจำนวนนักท่องเที่ยวเพิ่มถึง 199 คน นักท่องเที่ยวจะมีความรู้สึกแออัดเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่จากการสอบถามนักท่องเที่ยวโดยตรงถึงจำนวนนักท่องเที่ยวที่เหมาะสม

กับพื้นที่และความต้องการของนักท่องเที่ยวผลการศึกษาทำให้ทราบว่านักท่องเที่ยว 208 คน หรือ 57.9 เปอร์เซ็นต์คิดว่าตนเองสามารถใช้พื้นที่ลานกางเต็นท์กับนักท่องเที่ยวอื่นได้ไม่จำกัด และอีก 151 คน หรือ 42.1 เปอร์เซ็นต์คิดว่าตนเองสามารถใช้พื้นที่ลานกางเต็นท์ร่วมกับนักท่องเที่ยวอื่นได้จำกัด เมื่อพิจารณาถึงนักท่องเที่ยวที่ต้องการให้จำกัดจำนวนนักท่องเที่ยว 151 คน พบว่า นักท่องเที่ยวให้ข้อมูล 150 คน ซึ่งมีคำตอบที่หลากหลายถึงจำนวนที่เหมาะสมตั้งแต่ 1 ถึง 400 คน โดยจำนวนคนที่เหมาะสมและมีนักท่องเที่ยวตอบมากที่สุด คือ 100 คน คิดเป็น 25.3 เปอร์เซ็นต์ รองมาเป็น 50 คน และ 20 คน คิดเป็น 23.3 และ 9.3 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ (Figure 3) จึงสามารถบอกได้ว่าการประเมินขีดความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยาดังวิธีนี้ได้ผลเท่ากับ 100 คน เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วการประเมินด้วยค่าเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเป็นค่าที่มีความเหมาะสมมากกว่าการสอบถามนักท่องเที่ยวโดยตรงถึงจำนวนนักท่องเที่ยวที่ยอมรับได้ เนื่องจากเป็นค่าที่เกิดจากความสัมพันธ์ของข้อมูลสองส่วนที่มีความสัมพันธ์ในระดับสูงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การกำหนด 0.9 ($R^2=0.91$) การศึกษาครั้งนี้จึงกำหนดให้จำนวนนักท่องเที่ยว ณ จุดดังกล่าว คือ ขีดความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยา โดยมีค่าเท่ากับ 199 คนต่อช่วงเวลาประกอบกิจกรรม

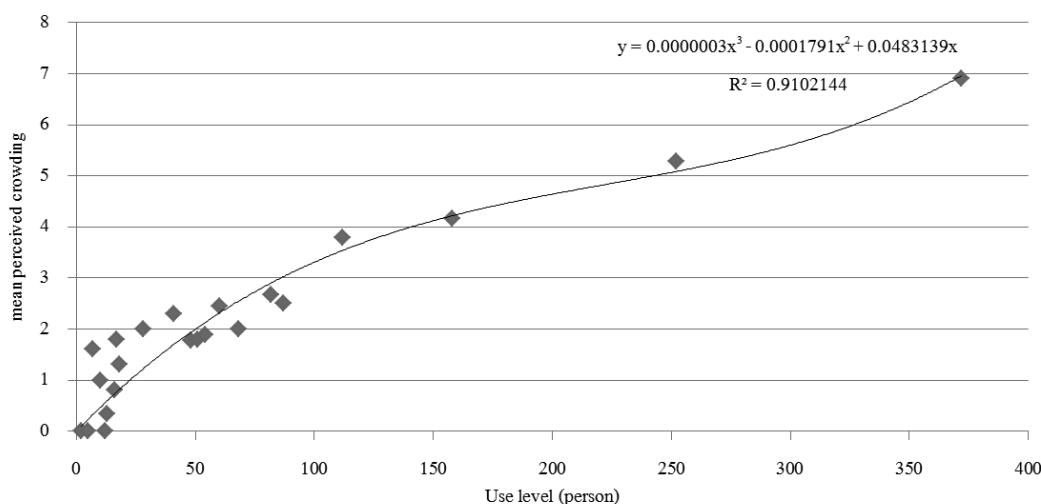


Figure 2 Relationship between use level and mean perceived crowding showing break point.

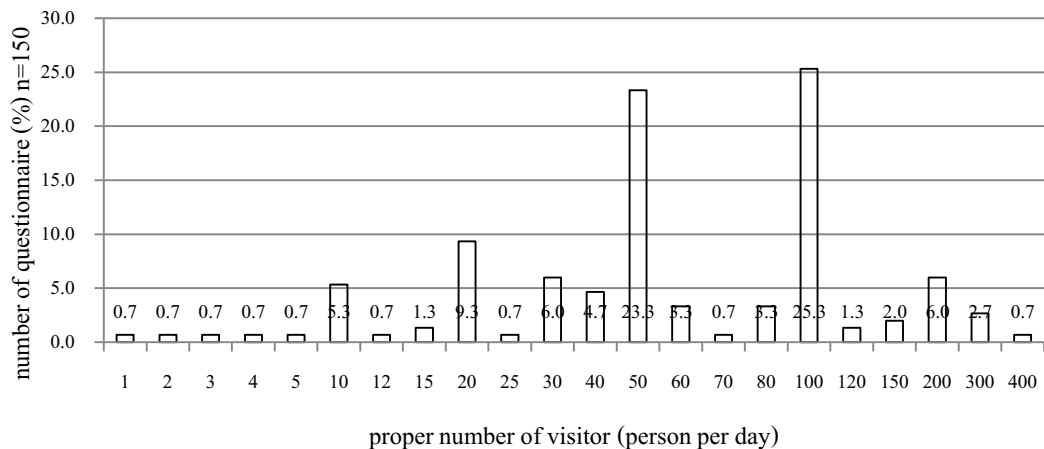


Figure 3 Percentage of proper visitor number.

ขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการ

ผลการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพ (Table 3) ออกมาใน 3 ค่า ซึ่งจากการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมได้เลือกข้อจำกัดเรื่องน้ำบริโภคสำหรับนักท่องเที่ยวด้วยค่าเท่ากับ 165 คนต่อวัน และผลการศึกษาขีดความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยา (Table 4) ออกมาใน 2 ค่า ซึ่งจากการพิจารณาความเหมาะสมได้เลือกค่าที่ได้จากการประเมินด้วยค่าเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนด้วยค่าเท่ากับ 199 คน ซึ่งเมื่อ

พิจารณาร่วมกันระหว่างขีดความสามารถในการรองรับทั้งสองด้าน พบว่าลานกางเต็นท์ลานสน อุทยานแห่งชาติภูสอยดาว มีขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการจากปัจจัยจำกัดเรื่องน้ำสำหรับบริโภคที่ 165 คนต่อวัน ซึ่งเป็นค่าที่น้อยที่สุด หรือหมายถึงลานกางเต็นท์แห่งนี้รองรับนักท่องเที่ยวได้มากที่สุด 165 คนต่อวัน จึงกำหนดให้เป็นขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการของลานกางเต็นท์ลานสนอุทยานแห่งชาติภูสอยดาว

Table 3 Physical Carrying Capacity of Lan Son Camping Area.

	Recreation area (person/day)	Drinking water quantity (person/day)	Toilets capacity (person/day)
Physical Carrying Capacity, PCC	1,029	165	2,160

Table 4 Psychological Carrying Capacity of Lan Son Camping Area.

	break point of mean perceived crowding (person/day)	proper number of visitor (person per day)
Psychological Carrying Capacity, PsCC	199	100

สรุป

นักท่องเที่ยวส่วนใหญ่เป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 57 มีอายุอยู่ในช่วง 27 - 38 ปี จบการศึกษาระดับปริญญาตรีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 73.50 ส่วนใหญ่

ประกอบอาชีพพนักงานบริษัทเอกชนคิดเป็นร้อยละ 56.08 มีรายได้อยู่ในช่วง 20,001 ถึง 30,000 บาท ส่วนใหญ่เดินทางมาจากกรุงเทพฯ คิดเป็นร้อยละ 56.06 ส่วนใหญ่เดินทางมาเป็นครั้งแรก คิดเป็นร้อยละ 84.40 ในลักษณะ

เป็นกลุ่มเพื่อนคิดเป็นร้อยละ 70.48 ด้วยจำนวนสมาชิกตั้งแต่ 1 ถึง 30 คน ส่วนใหญ่เดินทางเป็นกลุ่มขนาด 1 ถึง 6 คน คิดเป็นร้อยละ 59.33 ส่วนใหญ่พักแรม 2 คืน คิดเป็นร้อยละ 74.37

เส้นทางเดินขึ้นลานกางเต็นท์มีระยะทาง 6.243 กิโลเมตร ความกว้างของเส้นทางเฉลี่ย 1.06 เมตร จากความสูง 639 ถึง 1,597 เมตรจากระดับน้ำทะเล เมื่อวิเคราะห์ถึงช่วงชั้นโอกาสด้านนันทนาการพบว่า ตรงกับช่วงชั้นโอกาสด้านนันทนาการพื้นที่ธรรมชาติถึงขั้นโดยไม่ใช้ยานยนต์

ลานกางเต็นท์มีขนาด 3432.83 ตาราง เมตร สามารถรองรับนักท่องเที่ยวได้จำนวนสูงสุด 1,029 คนต่อวัน ส่วนปัจจัยจำกัดของการใช้ประโยชน์พื้นที่พบว่าถึงบรรจุน้ำที่สามารถกักเก็บน้ำสำหรับบริโภคได้สูงสุด 82,200 ลิตร รองรับนักท่องเที่ยวได้ ประมาณ 165 คนต่อวัน อีกปัจจัยจำกัดคือ จำนวนห้องสุขามีทั้งหมด 15 ห้อง รองรับการใช้ได้สูงสุด 2,160 คนต่อวัน น้ำสำหรับบริโภคจึงคือสิ่งที่กำหนดการใช้ประโยชน์ด้านกายภาพด้วยค่าขีดความสามารถในการรองรับด้านกายภาพ 165 คนต่อวัน

กราฟความสัมพันธ์ของจำนวนนักท่องเที่ยวกับระดับความรู้สึกแออัดเฉลี่ย มีจุดเปลี่ยนว่า หรือค่าเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน (break point) เมื่อจำนวนนักท่องเที่ยวเท่ากับ 199 คน จากสมการ $y = 0.0000003x^3 - 0.0001791x^2 + 0.0483139x$ ซึ่ง ณ จำนวนนักท่องเที่ยว 199 คนต่อวัน ถือเป็นค่าของการใช้ประโยชน์ที่น้อยที่สุดก่อนที่จะเกิดผลกระทบต่อประสิทธิภาพนันทนาการ และจากการสอบถามนักท่องเที่ยวโดยตรงถึงจำนวนนักท่องเที่ยวที่เหมาะสมกับพื้นที่และความต้องการของนักท่องเที่ยวพบว่านักท่องเที่ยวส่วนใหญ่ต้องการให้กำหนดจำนวนนักท่องเที่ยวด้วยค่าเท่ากับ 100 คนต่อวัน เมื่อพิจารณาขีดความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยาพบว่า การประเมินด้วยค่าเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเป็นค่าที่มีความเหมาะสมมากกว่าเนื่องจากเกิดจากตัวแปรผลกระทบทางจิตวิทยามากกว่าหนึ่งตัวแปรที่มี

ความสัมพันธ์กันในระดับสูงจึงกำหนดให้เป็นขีดความสามารถในการรองรับด้านจิตวิทยาที่ 199 คนต่อรอบการใช้ประโยชน์ ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการของลานกางเต็นท์แห่งนี้พบว่าปัจจัยจำกัดเรื่องน้ำสำหรับบริโภคเป็นตัวกำหนดขีดความสามารถในการรองรับด้านนันทนาการด้วยค่าเท่ากับ 165 คนต่อวัน ซึ่งสามารถใช้เป็นแนวทางจัดการพื้นที่ให้เกิดความสอดคล้องระหว่างสภาพทางพื้นที่ทางกายภาพ และประสบการณ์นันทนาการของนักท่องเที่ยวได้ต่อไป นอกจากนี้ในการจัดการควรดำเนินการบำรุงรักษาแนวเขตพื้นที่ลานกางเต็นท์ให้อยู่ในสภาพดีตลอดช่วงฤดูกาลท่องเที่ยวเพื่อบอกถึงขอบเขตการใช้ประโยชน์ที่ชัดเจน อันเป็นการป้องกันการขยายตัวของผลกระทบไปยังพื้นที่ข้างเคียง และบำรุงรักษาระบบกักเก็บน้ำสำหรับบริโภคให้สามารถทำงานได้เต็มศักยภาพขีดความสามารถในการกักเก็บน้ำได้ในปริมาณสูงสุด อีกทั้งควรมีการสร้างความเข้าใจผ่านการสื่อความหมายในรูปแบบต่างๆ กับนักท่องเที่ยวทุกคน ตั้งแต่ก่อนการตัดสินใจเดินทางและเมื่อมาถึงอุทยานแห่งชาติแล้ว เพื่อป้องกันการปฏิบัติตัวที่ไม่เหมาะสม และสร้างความเสียหายต่อทรัพยากร

กานิยม

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนทุนการศึกษาส่วนหนึ่งสำหรับใช้ในการทำวิจัย และขอขอบคุณหัวหน้าและเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติภูสอยดาวทุกท่าน พี่ๆ เพื่อนๆ จากสำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 11 (พิษณุโลก) ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดระยะเวลาการศึกษาวิจัยเป็นอย่างดี

REFERENCES

- Asia Lab and Consulting Company Limited. 2006. **The Final Report in study the capacity of the Erawan National Park: Kanchanaburi Province.** Bangkok. (in Thai)

- Cole, D. N. and C. A. Monz. 2004. Spatial patterns of recreation impact on experimental campsites. **Environmental Management** 70: 73-84
- Emphandhu, D. 2014. **A project preparation and impact prevention for climate change to the ecosystem and environment by providing quality natural mountain environment**. Rama Gardens Hotel, Bangkok. (in Thai)
- Hammitt, W. E. and D. N. Cole. 1987. **Wildland Recreation**. A Wiley-Interscience publication, USA.
- Manning, R. E. 2011. **Studies in Outdoor Recreation**. Oregon State University Press, U.S.A.
- National Park Innovation Institute Department of National Parks Wildlife and Plant Conservation. 2008. **Recreation Carrying Capacity Monitoring of National Park**. n.p. (in Thai)
- _____. 2014. **Recorded Tourists Report 2004-2013**. Available Source: http://www.dnp.go.th/NPRD/develop/data/stat56/10year_56.pdf, January 20, 2014. (in Thai)
- Poolsawat, A. 2013. **Normative behaviors in recreation settings of Thai and foreign visitors to National Park: a case study of Khao Yai National Park**. M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Shelby, B. and T.A. Heberlein. 1986. **Carrying Capacity in Recreation Setting**. Oregon State University Press, USA.
- Tanakanajana, N., W. Arunpraparut, N. Pongpattananurak, R. Nuampukdee and T. Chumsangsri. 2006. **Decision Support System for Sustainable Management Planning of Nature-based Recreation Areas in Thailand Phase 1**. Kasetsart University. (in Thai)
- Varakamin, S. 2010. **Water for Life**. 7th ed Samcharoen Panich (Bangkok) Co., Ltd., Bangkok. (in Thai)
- Yamane, T. 1973. **Statistics; An Introduction Analysis**. 3rd ed., Harper International Edition, Tokyo.
-

นิพนธ์ต้นฉบับ

ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B:
กรณีศึกษาเขานานจิต อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

**Factors Affecting People Participation in Conservation and Restoration for
Class 1B Watershed: A Case Study of Khao Khananjit, Sikhio District,
Nakhon Ratchasima Province**

เจนนี่ แซ่โลก*

สิทธิชัย ตันธนะสุคดี

พัฒนา อนุรักษ์พงษ์สรร

Jenny Saelok*

Sittichai Tantanasarit

Patana Anurakpongsatorn

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding Author, E-mail: jen_yuhu@hotmail.com

รับต้นฉบับ 9 เมษายน 2558

รับลงพิมพ์ 18 พฤษภาคม 2558

ABSTRACT

The objectives of This study were to determine social and economic participation level, and study factors affecting people participation in conservation and restoration for Class 1B Watershed: A case study of Khao Khananjit, Sikhio district, Nakhon Ratchasima province. The study was conducted by interviewing 234 household heads. The statistical analysis included were used frequency, percentage, mean, standard deviation, t-test and F-test with the given significant level at 0.05

The result revealed that most samples were male and female with equal proportion, ages ranged 41-49 years old. The sample mainly was villager. They had no social status. Their education levels were at primary school. Their main occupation were agriculture. Their residence period were more than 25 years. Their monthly incomes ranged 5,001-10,000 bath and Then monthly expenditures were less than were 5000 bath. They had enough income but they had no saving. Their knowledge about participation in conservation and restoration for Class 1B Watershed were at high level. Participation in Conservation and Restoration for Class 1B Watershed were at medium level. Factor affecting people participation in conservation and restoration for Class 1B Watershed was knowledge of people at class 1B watershed in Khao Khananjit, Sikhio district, Nakhon Ratchasima province.

Keywords: participation, conservation and restoration, class 1B watershed

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพเศรษฐกิจและสังคมของประชาชนบริเวณเขานานจิต อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ระดับการมีส่วนร่วมและศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิต อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา การศึกษาได้เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสัมภาษณ์เป็นเครื่องมือสัมภาษณ์หัวหน้าครัวเรือน หรือผู้แทนหัวหน้าครัวเรือนตัวอย่าง จำนวน 234 ครัวเรือน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน t-test และ F-test ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

ผลการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีจำนวนใกล้เคียงกัน มีอายุอยู่ระหว่าง 40-49 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพียงลูกบ้าน ไม่มีสถานภาพทางสังคม มีระดับการศึกษาในระดับประถมศึกษามากที่สุด ประกอบอาชีพการเกษตรเป็นอาชีพหลักมากที่สุด มีระยะเวลาตั้งถิ่นฐานมากกว่า 25 ปี ส่วนมากมีที่ดินถือครอง โดยลักษณะการถือครองที่ดินเป็นของตนเอง มีรายได้เฉลี่ยอยู่ในช่วง 5,001 – 10,000 บาทต่อเดือน และรายจ่ายเฉลี่ยต่ำกว่า 5,000 บาทต่อเดือน ส่วนใหญ่มีรายได้เพียงพอแต่ไม่เหลือเก็บ มีความรู้ความเข้าใจด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับมาก ส่วนระดับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิตอยู่ในระดับปานกลาง และปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิต อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วม การอนุรักษ์และฟื้นฟู พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B

คำนำ

ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมก่อนข้างมีความอุดมสมบูรณ์ ซึ่งวัดได้จากการที่มีพื้นที่ป่าไม้มากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ประเทศทั้งหมด (ในปี พ.ศ. 2510) แต่ปัจจุบันพื้นที่ป่าไม้ลดลงเหลือประมาณร้อยละ 31 (Royal Forest Department, 2014) เนื่องจากการลักลอบตัดไม้และเผาทำลายป่าในบริเวณต้นน้ำลำธารเพื่อทำการเกษตร การตัดไม้เพื่อทำฟืนและเผาถ่าน การตัดไม้มีค่าเพื่อการค้าแปรรูปหรือใช้สอยส่วนตัว การบุกรุกของนายทุนเพื่อทำโรงแรม รีสอร์ท ทำให้ทรัพยากรป่าไม้ลดลงอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้การเพิ่มจำนวนประชากรและการขยายตัวของชุมชน ทั้งชุมชนเมืองและชุมชนชนบท ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการบุกรุกพื้นที่ป่าเพื่อการดำรงชีพ ตลอดจนแสวงหาผลประโยชน์ต่างๆ จากพื้นที่ป่าไม้ เป็นต้น

เขานานจิตตั้งอยู่บนพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B ตามมติคณะรัฐมนตรี ตั้งอยู่ในพื้นที่อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาหินตะกอนและหินแปร มีความลาดชันประมาณ 5-12 เปอร์เซ็นต์ มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางตั้งแต่ 200-758 เมตร มีทางน้ำสายหลักคือ ห้วยซับผักหนาม มีลักษณะเป็นลำธารที่ไหลเฉพาะฤดูฝน เป็นพื้นที่ต้นน้ำของลุ่มน้ำสาขาลำตะคอง พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพืชไร่ คิดเป็นร้อยละ 51.75 รองลงมาได้แก่ นาข้าวและป่าผลัดใบ สมบูรณ์ คิดเป็นร้อยละ 12.84 และ 11.07 ตามลำดับ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B เป็นพื้นที่ที่ควรรักษาไว้เป็นป่าต้นน้ำลำธาร เนื่องจากมีลักษณะและสมบัติที่อาจมีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่อการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินได้ง่ายและรุนแรง แต่ปัจจุบันมีการตั้งถิ่นฐานที่อยู่อาศัยและทำกินในพื้นที่เขานานจิต จนเกิดปัญหาความเสื่อมโทรมของ

ทรัพยากรธรรมชาติและมีแนวโน้มที่จะทำให้พื้นที่ป่าไม้ลดลง ซึ่งวิธีการหนึ่งที่จะช่วยแก้ปัญหานี้ก็คือ การมีส่วนร่วมของประชาชน ซึ่งใช้เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ประสบความสำเร็จในหลายพื้นที่ โดยใช้หลักการได้ประโยชน์ร่วมกัน หากประชาชนมีบทบาทในการร่วมคิด ร่วมวางแผนแก้ไขปัญหาตลอดจนการร่วมติดตามประเมินผลแล้ว ก็จะทำให้เกิดการตระหนักและให้ความสำคัญต่อทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

จากเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B เพื่อจะได้เป็นแนวทางในการยกระดับการมีส่วนร่วม เพราะเมื่อประชาชนได้ร่วมแสดงความคิดเห็น ร่วมปฏิบัติ ตลอดจนร่วมรับผลประโยชน์แล้วนั้น ประชาชนจะเกิดจิตสำนึกที่ดี และร่วมกันอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาพเศรษฐกิจและสังคมของประชาชนบริเวณเขานานจิตระดับการมีส่วนร่วม และปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิต อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B กรณีศึกษาเขานานจิต อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา โดยทำการศึกษาจากครัวเรือนตัวอย่างในพื้นที่ศึกษาบริเวณโดยรอบเขานานจิต จำนวน 3 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านท่าหีบ บ้านชัยศิลาทอง และบ้านหนองหมี่ ทั้งนี้ มีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแสดงใน Figure 1

Conceptual Framework

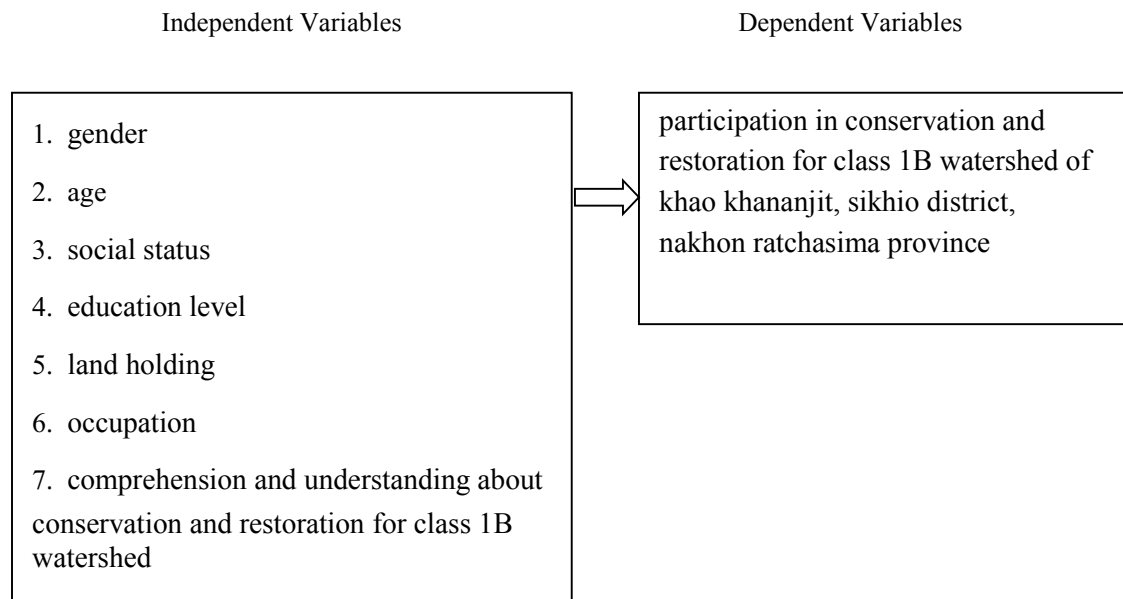


Figure 1 Conceptual Framework.

สมมติฐานของการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้ได้ศึกษาปัจจัยทางด้านเศรษฐกิจและสังคมที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B ซึ่งได้กำหนดสมมติฐานการศึกษาไว้ ดังนี้

สมมติฐานที่ 1 เพศที่แตกต่างกันส่งผลให้ การมีส่วนร่วมในอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิตที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 2 อายุที่แตกต่างกันส่งผลให้ การมีส่วนร่วมในอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิตที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 3 สถานภาพทางสังคมที่แตกต่างกันส่งผลให้ การมีส่วนร่วมในอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิตที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 4 ระดับการศึกษาที่แตกต่างกันส่งผลให้ การมีส่วนร่วมในอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิตที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 5 จำนวนพื้นที่ทำกินที่แตกต่างกันส่งผลให้ การมีส่วนร่วมในอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิตที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 6 อาชีพที่แตกต่างกันส่งผลให้ การมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิตที่แตกต่างกัน

สมมติฐานที่ 7 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกัน ส่งผลให้ การมีส่วนร่วมในอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิตที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

การสุ่มตัวอย่างประชากร

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลในงานวิจัยครั้งนี้ คือ หัวหน้าครัวเรือนหรือตัวแทนครัวเรือน โดยทำการสุ่มตัวอย่างและการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

โดยเลือกหมู่บ้านที่อยู่โดยรอบเขานานจิต จำนวน 3 หมู่บ้าน ได้แก่ บ้านท่าหีบ (224 ครัวเรือน) บ้านชัยศิลาทอง (182 ครัวเรือน) และบ้านหนองหมี่ (154 ครัวเรือน) รวมประชากรทั้งสิ้น 560 ครัวเรือน คำนวณหากกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 ตาม Yamane (Yamane, 1973) กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ เท่ากับ 234 ครัวเรือน จากนั้นนำไปคำนวณหาจำนวนครัวเรือนตัวอย่างของแต่ละหมู่บ้านโดยใช้สูตรการกระจายของสุบงกช (Jamekorn, 1983)

สร้างเครื่องมือในงานวิจัย สร้างแบบสัมภาษณ์ (Interviews schedule)

ตอนที่ 1 คำถามเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคล และข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประชากรตัวอย่าง

ตอนที่ 2 คำถามเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติทั้งทรัพยากรป่าไม้ สัตว์ป่า และแหล่งน้ำของประชากรตัวอย่าง

ตอนที่ 3 คำถามเกี่ยวกับความรู้ความเข้าใจของประชาชนเกี่ยวกับการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิตของประชากรตัวอย่าง

ตอนที่ 4 คำถามเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชากรตัวอย่างในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิต ใน 4 ด้าน ได้แก่ ด้านการตัดสินใจ ด้านการปฏิบัติการ ด้านการใช้ประโยชน์ และด้านการติดตามประเมินผล

จากนั้นทำการทดสอบความเที่ยงตรง (validity) โดยผู้ทรงคุณวุฒิทำการปรับแก้ไขแล้วนำแบบสัมภาษณ์ที่ได้ไปทำการทดสอบ จำนวน 30 ชุด เพื่อหาความเชื่อมั่น (reliability) สำหรับคำถามด้านความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ใช้วิธีของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน K.R.20 (Taveerat, 1997) ได้ผลค่า KR-20 เท่ากับ 0.863 และสำหรับส่วนของคำถามการมีส่วนร่วมของประชาชน ใช้วิธีของ

“Cronbach's Alpha Coefficient” (Taveerat, 1997) ซึ่งได้ผลเท่ากับ 0.945

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (stratified sampling) โดยมีจำนวนตัวอย่างหมู่บ้านทั้งหมด 234 ครัวเรือน ประกอบด้วย 1) บ้านท่าหีบ จำนวน 94 ครัวเรือน 2) บ้านชัยศิลาทอง จำนวน 76 ครัวเรือน และ 3) บ้านหนองหมี่ จำนวน 64 ครัวเรือน จากนั้นทำการจับฉลากเลขที่บ้านของประชาชนตัวอย่างที่ทำการศึกษาและใช้แบบสัมภาษณ์ในการเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง คือ หัวหน้าหรือตัวแทนครัวเรือน ที่อาศัยอยู่ในหมู่บ้าน โดยรอบเขานานจิตในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่างใช้ค่าสถิติอย่างง่าย ได้แก่ ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) และการทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ค่าที (t-test) สำหรับตัวแปรที่จำแนกออกเป็น 2 กลุ่ม และใช้ค่า F-test สำหรับตัวแปรที่จำแนกออกเป็น 3 กลุ่ม

ผลและวิจารณ์

ข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประชากรตัวอย่าง

จากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาส่วนใหญ่ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีสัดส่วนใกล้เคียงกัน คิดเป็นร้อยละ 52.8 และ 47.2 ตามลำดับ โดยช่วงอายุที่พบมากที่สุด มีอายุอยู่ระหว่าง 40-49 ปี ส่วนใหญ่เป็นลูกบ้าน คิดเป็นร้อยละ 94.0 การศึกษาพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 35.9 มีการประกอบอาชีพการเกษตรเป็นหลัก คิดเป็นร้อยละ 53.0 ภูมิลำเนาเดิมมีถิ่นฐานอยู่ในชุมชนแห่งนี้ คิดเป็นร้อยละ 79.5 มีรายได้เฉลี่ยต่อเดือน อยู่ในช่วง 5,001-10,000

บาท คิดเป็นร้อยละ 34.2 มีรายจ่ายเฉลี่ยต่อปี ต่ำกว่า 5,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 30.3 กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาส่วนใหญ่มีรายได้ที่เพียงพอแต่ไม่เหลือเก็บ คิดเป็นร้อยละ 64.1 และพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีการกู้ยืมจากสถาบันการเงิน คิดเป็นร้อยละ 32.5 ไม่กู้ยืม คิดเป็นร้อยละ 31.6

การใช้ประโยชน์จากทรัพยากรธรรมชาติ

จากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาส่วนใหญ่ใช้ทรัพยากรป่าไม้หรือสัตว์ป่าในการเป็นแหล่งอาหาร คิดเป็นร้อยละ 40.3 รองลงมาคือ เป็นแหล่งหาวัสดุก่อสร้าง คิดเป็นร้อยละ 20.8 ใช้ทรัพยากรจากแหล่งน้ำ/สัตว์น้ำในการเป็นแหล่งหาอาหาร คิดเป็นร้อยละ 81.8 การเป็นแหล่งหาอาหาร คิดเป็นร้อยละ 81.8 รองลงมาคือใช้เป็นแหล่งเลี้ยงสัตว์ คิดเป็นร้อยละ 16.1 และเป็นแหล่งทำประมง พบน้อยที่สุด คิดเป็นร้อยละ 2.1

ความรู้ความเข้าใจของประชาชนเกี่ยวกับการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B

จากผลการศึกษาพบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีระดับความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 62.0 มีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 38 เนื่องจากในพื้นที่ศึกษาไม่มีการจัดฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชน และกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับต่ำ คือ ประถมศึกษา จึงทำให้มีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับน้อย หากต้องการให้ประชาชนมีระดับความรู้ความเข้าใจด้านการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมมากขึ้นนั้น ต้องส่งเสริมให้มีการจัดฝึกอบรมและถ่ายทอดความรู้ ตลอดจนสนับสนุนการศึกษาขั้นพื้นฐานให้แก่ประชาชน พร้อมทั้งยกระดับและพัฒนาการศึกษาให้ประชาชนได้รับการศึกษาในระดับที่สูงขึ้น

ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณ เขานานจิต อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

จากผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่
มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ
ชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิต อยู่ในระดับปานกลาง มี
ค่าเฉลี่ย 1.86 และระดับการมีส่วนร่วมของประชาชน

ในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B
แต่ละด้านมีดังนี้ 1) การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ อยู่
ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 1.93 2) การมีส่วนร่วม
ในการปฏิบัติการ อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 1.87
3) การมีส่วนร่วมในการใช้ประโยชน์ อยู่ในระดับปานกลาง
มีค่าเฉลี่ย 1.88 และ 4) การมีส่วนร่วมในติดตามและ
ประเมินผล อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ย 1.75 ดัง
แสดงใน Table 1

Table 1 Level of community participation in forest resource conservation.

Participation aspect	Mean	Standard deviation	Level of participation
Participation in decision and planning	1.93	0.99	Medium
Participation in implementing of plans	1.87	0.91	Medium
Participation in obtaining benefits	1.88	0.93	Medium
Participation in monitoring and evaluation	1.75	0.85	Medium
Overall Participation	1.86	0.92	Medium

ทั้งนี้อาจเป็นเพราะประชาชนมีหน้าที่การงาน
ที่ต้องดูแลรับผิดชอบประจำทุกวัน เช่น การรีดนมวัว
การทำไร่ข้าวโพด และงานประจำอื่นๆ จึงทำให้การ
มีส่วนร่วมในกิจกรรมการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้น
คุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B อยู่ระดับปานกลาง เพราะต้อง
แบ่งเวลาจากงานประจำอีกทั้งกลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มี
รายได้ต่อครัวเรือนต่ำ มีสภาพเศรษฐกิจแบบพึ่งตนเอง
จึงให้ความสำคัญต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และ
ฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมน้อย แต่มี
ความต้องการใช้ทรัพยากรในการดำรงชีพ

ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และ ฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขา นานจิต อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อการ
มีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่
ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B โดยตั้งสมมติฐานว่าปัจจัย
ต่างกันมีผลทำให้การมีส่วนร่วมของประชาชนในการ
อนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B แตก
ต่างกัน ผลปรากฏว่า มีเพียงความรู้ความเข้าใจในการ
อนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
เป็นปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนใน
การอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B
สำหรับปัจจัยอื่นๆ ไม่เป็นไปตามสมมติฐานดังแสดง
ใน Table 2

Table 2 Summary of hypothesis testing.

Independent variables	F-test	t-test	p-value
1. gender		-0.29	0.77 ^{ns}
2. age	1.16		0.33 ^{ns}
3. social status		0.61	0.54 ^{ns}
4. educational level	1.86		0.10 ^{ns}
5. land holding	2.11		0.08 ^{ns}
6. occupation	0.70		0.62 ^{ns}
7. comprehension and understanding about conservation and restoration for class 1B watershed		2.88	0.00*

Remarks: * = $p < 0.05$ ns = Not significantly different

เปรียบเทียบระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนที่มีลักษณะทางเศรษฐกิจและสังคมแตกต่างกันในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิต อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

สมมติฐานที่ 1 ประชาชนที่มีเพศต่างกัน ในการวิเคราะห์ได้แบ่งตัวแปรอิสระเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ เพศชายและเพศหญิง โดยมีส่วนร่วมเฉลี่ย 1.79 และ 1.83 ตามลำดับ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ประชาชนที่มีเพศต่างกัน มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า t เท่ากับ -0.29 และ ค่า p -value เท่ากับ 0.77 จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากว่าไม่ว่าจะเป็นเพศชายหรือหญิงก็เข้าใจประโยชน์จากการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1B และสังคมไทยในปัจจุบันเพศหญิงและเพศชายก็มีบทบาทเท่าเทียมกัน ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพอพันธ์ (Rattanasuwan, 2006) ที่ศึกษาพบว่า เพศไม่ใชปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมต่อการอนุรักษ์ต้นน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่सान อำเภอศรีษะนาถ จังหวัดสุโขทัย

สมมติฐานที่ 2 ประชาชนที่มีอายุต่างกัน ในการวิเคราะห์ได้แบ่งตัวแปรอิสระเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ น้อยกว่า 20 ปี 20-29 ปี 30-39 ปี 40-49 ปี 50-59 ปี และอายุมากกว่า 60 ปีขึ้นไป โดยมีส่วนร่วมเฉลี่ย 2.43 1.95 1.92 1.71 1.76 และ 1.65 ตามลำดับ ผลการทดสอบ

สมมติฐาน พบว่า ประชาชนที่มีอายุต่างกัน มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า F เท่ากับ 1.16 และ ค่า p -value เท่ากับ 0.33 จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีช่วงอายุต่างๆ กัน ต่างก็เข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B ที่ใกล้เคียงกัน ซึ่งสอดคล้องกับการงานวิจัยของศศิธร (Utishchawengsak, 2012) ที่ศึกษาพบว่า อายุไม่ใช่ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พื้นที่ลุ่มน้ำ หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยสำราญ จังหวัดสุรินทร์

สมมติฐานที่ 3 ประชาชนที่มีสถานภาพทางสังคมต่างกัน ในการวิเคราะห์ได้แบ่งตัวแปรอิสระเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ไม่มีสถานภาพทางสังคม และมีสถานภาพสังคม โดยมีส่วนร่วมเฉลี่ย 1.82 และ 1.64 ตามลำดับ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ประชาชนที่มีสถานภาพทางสังคมต่างกัน มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า t เท่ากับ 0.61 และ ค่า p -value เท่ากับ 0.54 จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เป็นลูกบ้าน และการมีบทบาทของผู้นำชุมชนในกิจกรรมต่างๆ ยังไม่ชัดเจน อีกทั้งการเข้าถึงของชุมชนในส่วนของราชการ เช่น กรมป่าไม้ เข้าไปแนะนำชุมชนยังมีน้อยมากเพราะยังไม่มีหน่วยงานต้นน้ำหรือหน่วยอนุรักษ์ในพื้นที่ ซึ่ง

ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของศศิธร (Utishchawengsak, 2012) ที่ศึกษาพบว่า ตำแหน่งทางสังคมเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์พื้นที่ลุ่มน้ำ หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยสำราญ จังหวัดสุรินทร์ เนื่องจากผู้นำชุมชนเป็นบุคคลในชุมชนให้ความเชื่อถือเป็นผู้มีความรู้ความสามารถ จึงทำให้ผู้นำชุมชนเป็นแบบอย่างที่ดีของชุมชนในเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

สมมติฐานที่ 4 ประชาชนที่มีระดับการศึกษาต่างกัน ในการวิเคราะห์ได้แบ่งตัวแปรอิสระเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ ไม่ได้รับการศึกษา ประถมศึกษา มัธยมศึกษาตอนต้น มัธยมศึกษาตอนปลาย ปวส.อนุปริญญา/เทียบเท่าและปริญญาตรีหรือสูงกว่า โดยมีส่วนร่วมเฉลี่ย 2.42 1.80 1.81 1.71 1.65 และ 2.33 ตามลำดับ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ประชาชนที่มีระดับการศึกษาต่างกัน มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า F เท่ากับ 1.86 และ ค่า p-value เท่ากับ 0.10 จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากว่า กลุ่มตัวอย่างที่ไม่ได้รับการศึกษาและได้รับการศึกษาในระดับต่าง ๆ นั้น ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B ไม่แตกต่างกัน ส่วนมากขึ้นอยู่กับเวลาว่าง กล่าวคือ กิจกรรมส่วนใหญ่ไม่จำเป็นต้องอาศัยความรู้และไม่ได้แบ่งแยกระดับการศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับกรองจิต (Kesjinda, 2004) ศึกษาพบว่าระดับการศึกษาไม่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมโดยรวมของราษฎรในการอนุรักษ์ดินและน้ำ ศูนย์ภูฟ้าพัฒนา อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

สมมติฐานที่ 5 ประชาชนที่มีจำนวนพื้นที่ทำกินต่างกัน ในการวิเคราะห์ได้แบ่งตัวแปรอิสระเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ 1-5 ไร่ 6-11 ไร่ 12-20 ไร่ มากกว่า 20 ไร่ และไม่มีที่ทำกิน โดยมีส่วนร่วมเฉลี่ย 1.97 1.59 1.53 2.00 และ 1.66 ตามลำดับ ผลการทดสอบสมมติฐานพบว่า ประชาชนที่มีจำนวนพื้นที่ทำกินต่างกัน มีส่วนร่วม

ในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า F เท่ากับ 2.11 และ ค่า p-value เท่ากับ 0.08 จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากว่าไม่ว่าราษฎรมีจำนวนพื้นที่ทำกินมากน้อยเท่าไรนั้น ต่างก็มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B ไม่ต่างกัน อาจเป็นเพราะประชากรส่วนใหญ่มีอาชีพในภาคเกษตรกรรมเป็นหลัก ช่วงเวลาว่างจากการทำงานที่จะสามารถเข้าร่วมกิจกรรมต่างๆ ได้จึงไม่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับศศิธร (Utishchawengsak, 2012) ศึกษาพบว่า ไม่ว่าราษฎรมีขนาดพื้นที่ถือครองของครัวเรือนขนาดใดต่างก็เห็นความสำคัญของการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติกับการมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์พื้นที่ลุ่มน้ำ หน่วยจัดการต้นน้ำห้วยสำราญ จังหวัดสุรินทร์

สมมติฐานที่ 6 ประชาชนที่มีอาชีพต่างกัน ในการวิเคราะห์ได้แบ่งตัวแปรอิสระเป็น 6 กลุ่ม ได้แก่ ไม่ได้ประกอบอาชีพ ข้าราชการ ลูกจ้างเอกชน/บริษัทค้าขาย เกษตรกรรม และรับจ้าง โดยมีส่วนร่วมเฉลี่ย 2.11 1.61 2.07 1.79 1.76 และ 1.93 ตามลำดับ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ประชาชนที่มีอาชีพต่างกัน มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B แตกต่างกัน อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า F เท่ากับ 0.70 และ ค่า p-value เท่ากับ 0.62 จึงไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากทุกกลุ่มอาชีพต้องการเข้ามามีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B ด้วยกันทั้งนั้น เนื่องจากมีประโยชน์ในการดำรงชีวิตและประกอบอาชีพ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพอพันธ์ (Rattanasuwan, 2006) ที่ศึกษาพบว่าอาชีพไม่ใช่ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมต่อการอนุรักษ์ต้นน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่สาน อำเภอสรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย

สมมติฐานที่ 7 ประชาชนที่มีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่างกัน ในการวิเคราะห์ได้แบ่งตัวแปร

อิสระเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ ความรู้ความเข้าใจน้อย และ ความรู้ความเข้าใจมาก โดยมีส่วนร่วมเฉลี่ย 2.03 และ 1.67 ตามลำดับ ผลการทดสอบสมมติฐาน พบว่า ประชาชนที่มีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมต่างกัน มีส่วนร่วมในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า t เท่ากับ 2.88 และ ค่า p -value เท่ากับ 0.00 จึงเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการที่ กลุ่มตัวอย่างมีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมในระดับมาก ทำให้รู้คุณค่าของทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม จึงเป็นเหตุจูงใจให้มีส่วนร่วมมากกว่าผู้ที่มีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมน้อย ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพอนันท์ (Rattanasuwan, 2006) ที่ศึกษาพบว่าความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของประชาชน เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับการมีส่วนร่วมต่อการอนุรักษ์ดินน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่सान อำเภอศรีสัชนาลัย จังหวัดสุโขทัย

สรุป

ข้อมูลพื้นฐานทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของ ประชาชนบริเวณเขานานจิต อำเภอสี่คิ้ว จังหวัด นครราชสีมา

จากการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่ ทั้งเพศชายและเพศหญิงมีจำนวนใกล้เคียงกัน มีอายุ อยู่ระหว่าง 40-49 ปี ส่วนใหญ่เป็นเพียงลูกบ้าน ไม่มี สถานภาพทางสังคม มีระดับการศึกษาในระดับประถมศึกษา มากที่สุด ประกอบอาชีพการเกษตรเป็นอาชีพหลัก มากที่สุด มีระยะเวลาตั้งถิ่นฐานมากกว่า 25 ปี ส่วนมาก มีที่ดินถือครอง โดยลักษณะการถือครองที่ดินเป็นของตนเอง มีรายได้เฉลี่ยอยู่ในช่วง 5,001–10,000 บาทต่อ เดือนและรายจ่ายเฉลี่ยต่ำกว่า 5,000 บาทต่อเดือน ส่วน

ใหญ่มีรายได้เพียงพอแต่ไม่เหลือเก็บ มีความรู้ความ เข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อมอยู่ในระดับมาก

ระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์ และฟื้นฟูพื้นที่ลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิต อำเภอสี่คิ้ว จังหวัดนครราชสีมา

จากการศึกษา พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีส่วนร่วม ในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.92 และเมื่อ พิจารณาในแต่ละด้าน พบว่า การมีส่วนร่วมในการ อนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณ เขานานจิต อำเภอสี่คิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ด้านการ มีส่วนร่วมในการตัดสินใจ อยู่ในระดับปานกลางมีค่า เฉลี่ยสูงที่สุด รองลงมา คือ การมีส่วนร่วมในการรับ ผลประโยชน์ อยู่ในระดับปานกลาง การมีส่วนร่วมใน ด้านการปฏิบัติการอยู่ในระดับปานกลาง และการมีส่วน ร่วมในการติดตามประเมินผลอยู่ในระดับปานกลางซึ่ง มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด

ปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนใน การอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้น ที่ 1B บริเวณเขานานจิต อำเภอสี่คิ้ว จังหวัด นครราชสีมา

จากการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการมี ส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิต อำเภอสี่คิ้ว จังหวัดนครราชสีมาคือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการ อนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ส่วนปัจจัยที่ไม่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนใน การอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขานานจิต อำเภอสี่คิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ เพศ อายุ สถานภาพทางสังคม ระดับการศึกษา จำนวนพื้นที่ทำกิน และอาชีพ เป็นต้น

เมื่อพิจารณาผลการศึกษา พบว่าระดับการมี ส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ลุ่มน้ำ

ชั้นที่ 1B บริเวณเขาขนาพันจิตอำเภอสี่คิ้ว จังหวัดนครราชสีมา ในภาพรวมอยู่ในระดับปานกลาง ทั้งนี้ จากผลการวิจัย ยังพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของประชาชน ในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B คือ ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการอนุรักษ์และฟื้นฟู ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เนื่องจาก กลุ่มตัวอย่าง มีระดับการมีส่วนร่วมของประชาชนในการอนุรักษ์และ ฟื้นฟูพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขาขนาพันจิต อยู่ในระดับปานกลาง ดังนั้น จึงควรมีแนวทางและ มาตรการในการดำเนินการส่งเสริมให้ประชาชนในพื้นที่ ได้เข้ามามีส่วนร่วมมากยิ่งขึ้น เช่น การจัดฝึกอบรมเกี่ยวกับการ อนุรักษ์และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และการประชาสัมพันธ์ ให้ประชาชนได้รับทราบทั่วกัน หน่วยงานราชการสถาบันการศึกษาและองค์กรต่างๆ ที่ ร่วมพัฒนาและปฏิบัติงานในพื้นที่ ควรเข้ามาส่งเสริม สนับสนุนความร่วมมือในการอนุรักษ์และฟื้นฟูพื้นที่ ลุ่มน้ำชั้นที่ 1B บริเวณเขาขนาพันจิตอย่างต่อเนื่อง และ สนับสนุนอาชีพเสริมโดยการนำวัตถุดิบของชุมชนมา ใช้ในการผลิตสินค้า

REFERENCES

- Jamekorn, S. 1983. **Statistical Package for Social Sciences**. Program in Statistics, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Kesjinda, K. 2004. **People's Participation in Soil and Water Conservation Management at PhuFha Development Center, Amphoe Bo Kluea, Changwat Nan**. M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Rattanasuwan, P. 2006. **People Participation in Conservation of Maesan Watershed, Srisadchanalai District, Sukhothai Province**. M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Royal Forest Department. 2014. **Forest Area**. Available source: <http://www.forest.go.th>, October 13, 2014.
- Taveerat, P. 1997. **Research Methodology in Behavioral and Social Sciences**. 7th. Srinakharinwirot University, Bangkok. (in Thai)
- Utishchawengsak, S. 2012. **People Participation in Watershed Conservation under the Extension and Development Project of Community Participation in Conservation Forest at HuaiSamran Watershed Management Unit, Changwat Surin and Changwat Si Sa Ket**. M.S. Thesis, Kasetsart University. (in Thai)
- Yamane, T. 1973. **Statistics and Introductory Analysis**. Harper & Row, Publishers, Inc., New York

นิพนธ์ต้นฉบับ

การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า
ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

**Local Communities Participation in Wildlife Tourism Development
at Kuiburi National Park, Prachuap Khiri Khan Province**

ศรีสุดา เพ็งสมบัติ*
พิพัฒน์ นนทนาครณ์

Srisuda Pengsombut*
Phiphat Nonthathron

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Faculty of Business Administration, Kasetsart University, Chatuchak, Bangkok, 10900 Thailand

*Corresponding Author, E-mail: srisuda.pupae@gmail.com

รับต้นฉบับ 29 เมษายน 2558

รับลงพิมพ์ 5 มิถุนายน 2558

ABSTRACT

The objectives of this research were firstly, to determine the level and relationships, and secondly, to determine the influences of such factors on transformational leadership, community factor and the community behavior on the local communities participation in wildlife tourism development at Kuiburi National Park, Prachuap Khiri Khan Province.

The Data was collected using questionnaires and interviewed. 360 samples were collected from villagers living in communities around Kuiburi National Park. Statistical analysis included mean standard deviation, maximum, minimum, skewness, kurtosis and testing hypothesis model of appropriateness index at 99 percent degree of confidence. Data were analyzed using software package.

The results indicated that the level and relationship among all factors on the local communities participation in wildlife tourism development at Kuiburi National Park were at the high level. The correlation among community behavior and local communities participation in wildlife tourism development showed the highest relationship (89.00%). The model validation indicated that the causal model was fitted with the empirical data with root mean square error of approximation. This finding could be used to set guidelines in promoting the participation of local communication in wildlife tourism by facilitating the forming of groups and network coordination to create understanding of wildlife tourism, and the development of better communication among local communities and their leaders.

Keywords: local communities participation, wildlife tourism development, Kuiburi National Park

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงระดับ ความสัมพันธ์ และอิทธิพลของภาวะผู้นำการปฏิรูปของ ภาวะผู้นำการปฏิรูป ปัจจัยชุมชน พฤติกรรมของชุมชน ที่มีผลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

วิธีการวิจัยโดยใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูลจากชุมชนที่อาศัยอยู่ในรอบพื้นที่ศึกษาจำนวน 360 คน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง และทดสอบโมเดลของสมมติฐานจากค่าดัชนีความเหมาะสม ที่ระดับความเชื่อมั่น 99% ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยการวัดระดับ และการวัดความสัมพันธ์ของการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า มีความสัมพันธ์เชิงบวกในระดับสูง โดยมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของชุมชนกับการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นสูงสุดที่ร้อยละ 89 และการตรวจสอบความสอดคล้องของแบบจำลองสมการโครงสร้างพบว่ามีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรส่งเสริมการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นให้เกิดรวมกลุ่ม ประสานงานเพื่อเชื่อมโยงเครือข่าย สร้างการรับรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า และการพัฒนาช่องทางการสื่อสารของชุมชนกับผู้นำท้องถิ่น

คำสำคัญ: การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า อุทยานแห่งชาติกุยบุรี

คำนำ

การท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่าในประเทศไทย เป็นกิจกรรมในการใช้ทรัพยากรชีวภาพด้านสัตว์ป่า ที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้ สร้างจิตสำนึกในการอนุรักษ์ ทรัพยากรธรรมชาติ นำมาซึ่งผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจและ สังคม ทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ สามารถสร้าง งาน สร้างอาชีพพร้อมๆ (Biodiversity based Economic Development Office (Public organization), 2012)

การมีส่วนร่วมดำเนินงานด้านการอนุรักษ์นั้น ไม่สามารถทำให้เกิดขึ้นได้ง่ายนัก ปัจจุบันการมีส่วนร่วม ยังอยู่ในวงจำกัดและขาดความสมดุล เช่นความร่วมมือ ระหว่างอุทยานแห่งชาติกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือกับชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวในเขต พื้นที่อนุรักษ์ การประสานงาน ความร่วมมือระหว่าง ประชาชนในพื้นที่กับผู้ควบคุมดูแลทรัพยากร อีกทั้ง การท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่าในประเทศไทยยังไม่มี ความชัดเจนทั้งรูปแบบวิธีการบริหารจัดการอย่างเป็นรูปธรรม ให้เกิดปัญหาและอุปสรรคในการจัดการอย่างมี

คุณภาพ โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น กับภาครัฐและภาคเอกชน ซึ่งเป็นเป้าหมายที่สำคัญต่อ การท่องเที่ยวและเป็นพื้นฐานของการพัฒนาอย่างยั่งยืน แบบองค์รวม เน้นให้ประชาชนท้องถิ่นที่จะมีบทบาท ในการกำกับดูแลการท่องเที่ยวได้มากขึ้น สามารถเป็น ศูนย์กลางเชื่อมโยงกับหน่วยงานของรัฐหรือเอกชน ที่เกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวระดับต่างๆ อีกทั้งมีความ รู้สึกเป็นเจ้าของ มีความรักความหวงแหน พึ่งพิงและ ใช้ประโยชน์ทรัพยากรแหล่งท่องเที่ยวได้ (Tourism Authority of Thailand, 1997) จึงมีความสำคัญและ เหมาะสมที่ทำการศึกษาถึงความสัมพันธ์ และอิทธิพล ของปัจจัยต่างๆ ประกอบด้วย ภาวะผู้นำการปฏิรูป ปัจจัยของชุมชน และพฤติกรรมของชุมชน ที่ส่งผล ต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น เพื่อเป็นแนวทางใน การจัดการอย่างมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการ พัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า อุทยานแห่งชาติกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ต่อไป ในการศึกษาครั้งนี้มี วัตถุประสงค์เพื่อศึกษาถึงระดับ และความสัมพันธ์

ระหว่างภาวะผู้นำการปฏิรูป ปัจจัยชุมชน พฤติกรรมของชุมชนการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า และศึกษาถึงภาวะผู้นำการปฏิรูป ปัจจัยชุมชน พฤติกรรมของชุมชน ที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

สมมติฐานของการวิจัยเรื่องการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์มีดังนี้

สมมติฐานที่ 1 ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการปฏิรูป ปัจจัยชุมชน พฤติกรรมของชุมชน และการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่าของอุทยานแห่งชาติกุยบุรี มีความสัมพันธ์เชิงบวก

สมมติฐานที่ 2 เมื่อพิจารณาพร้อมกันระหว่างภาวะผู้นำการปฏิรูป ปัจจัยชุมชน และพฤติกรรมของชุมชน มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี

กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการทบทวนวรรณกรรมได้กำหนดกรอบแนวคิดของการศึกษาครั้งนี้ โดยศึกษาถึงความสัมพันธ์ปัจจัยที่เกี่ยวข้องระหว่างปัจจัยการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า โดยพิจารณาด้านการตัดสินใจ ด้านการปฏิบัติ ด้านผลประโยชน์ที่ได้รับ กับปัจจัยของภาวะผู้นำการปฏิรูป (transformational leadership) โดยพิจารณาด้านการกระตุ้นภูมิปัญญา (intellectual stimulation) ด้านความเป็นปัจเจกบุคคล (individualized consideration) ด้านแรงบันดาลใจ (inspirational motivation) ด้านอิทธิพลเชิงอุดมการณ์ (charisma or idealized Influence) กับปัจจัยชุมชน พิจารณาด้านโครงสร้างชุมชน (community infrastructure) การติดต่อสื่อสารของชุมชน (community communication) การพัฒนาทรัพยากรบุคคล (human resource development) และปัจจัยของพฤติกรรมชุมชน โดยพิจารณาด้านการรับรู้ ความตระหนัก ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ และศึกษาถึงอิทธิพลของปัจจัยภาวะผู้นำการปฏิรูป ปัจจัยชุมชน และพฤติกรรมชุมชน ที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นระดับ ความสัมพันธ์และอิทธิพลของตัวแปรที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น (Figure 1)

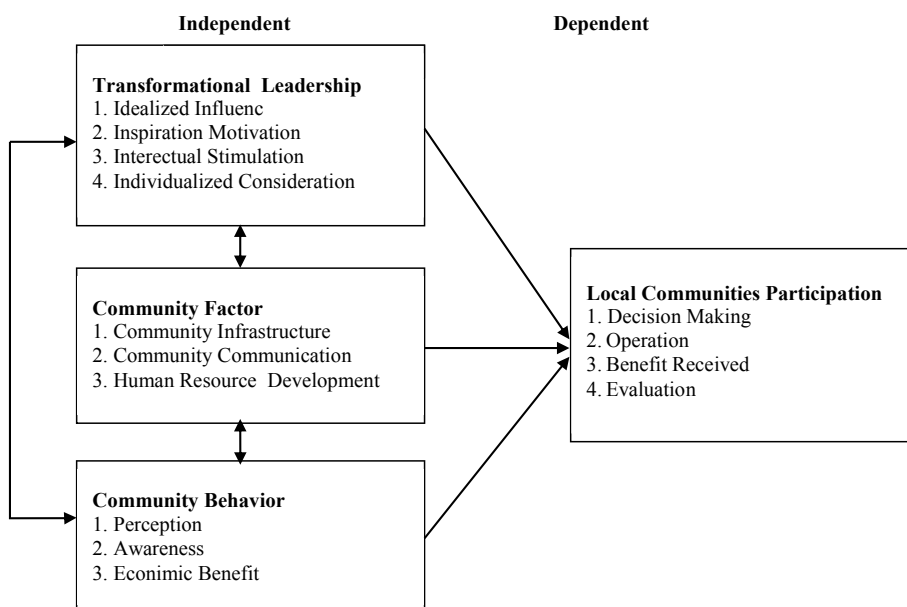


Figure 1 Conceptual Framework.

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีวิจัยเชิงปริมาณ โดยใช้การวิจัยเชิงสำรวจในการเก็บข้อมูลแบบครั้งเดียว ด้วยการใช้แบบสอบถาม มาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ (5 Rating-scale Questionnaire) (Waiwanichkul and Udomsri, 2004) จากนั้นนำแบบสอบถามมาทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงกับผู้เชี่ยวชาญจำนวนอย่างน้อย 3 ท่าน เป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องของแบบสอบถาม และทำการคัดเลือกข้อความที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (Item-objective congruence: IOC) ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป นำแบบสอบถามไปทดลองใช้ (Try-out) กับประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่เป้าหมายจำนวน 30 ชุด และทำการทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) เป็นรายองค์ประกอบของตัวแปรแฝงโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา เพื่อให้เกิดความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องข้อมูล โดยทดสอบค่า Cronbach Alpha ค่าที่สูงแสดงถึงความน่าเชื่อถือที่มาก ค่าที่ได้ควรอยู่ระหว่าง 0.6 - 1.00

การรวบรวมข้อมูล

1. การรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ ผู้วิจัยประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อขอความร่วมมือในการวิจัยและเพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์รวมทั้งรายละเอียดของการวิจัยให้ทราบพร้อมทั้งประสานงานกับเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามหมู่บ้านกลุ่มตัวอย่างตามที่กำหนดไว้ จากนั้นจึงนำแบบสอบถามที่ได้กลับคืนมาตรวจสอบความถูกต้องครบถ้วนของข้อมูลแล้วจึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาทดสอบกับกรอบแนวคิดของการวิจัยในครั้งนี้

2. การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเป็นข้อมูลที่ได้จากการศึกษารวบรวมจากวารสาร เอกสารทางวิชาการ ข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต วิทยานิพนธ์ และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น งานศึกษาวิจัยจากกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่าและพันธุ์พืช เอกสารข้อมูลจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ เอกสารจากการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย เป็นต้น

การกำหนดประชากรกลุ่มเป้าหมาย

1. กำหนดประชากรเป้าหมาย การศึกษาค้นคว้านี้ได้แก่ ชุมชนท้องถิ่นที่มีความเกี่ยวข้องกับการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่าและอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่ดำเนินการศึกษา ได้แก่ ชุมชนบ้านรวมไทย ชุมชนย่านซื่อ และชุมชนบ้านยางชุม รวมทั้งหมดจำนวน 3,589 คน (Thailand Environment Institute, 2011)

2. การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยแบบสมการ โครงสร้าง (structural equation modeling : SEM) จึงต้องใช้จำนวนกลุ่มตัวอย่างขนาดใหญ่และ Bollen (1989) แนะนำว่าจำนวนตัวอย่างควรมีประมาณ 20 ตัวอย่างต่อตัวแปรทำนาย 1 ตัว ด้วยเหตุผลดังกล่าว ผู้วิจัยจึงคำนวณและกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างเพื่อความเพียงพอในการวิเคราะห์ทางสถิติขั้นสูง การวิจัยครั้งนี้มีจำนวนค่าพารามิเตอร์หรือตัวแปรทั้งสิ้น 14 พารามิเตอร์ หากใช้อัตราส่วน 20 ต่อ 1 ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างรวมทั้งสิ้น 280 ตัวอย่าง แต่เพื่อให้ได้ค่าสถิติที่ดี ผู้วิจัยจึงแจกแบบสอบถามจำนวน 400 ชุด และใช้สูตรกระจายตามสัดส่วนของ (Jamekorn, 1983) เพื่อเกิดการกระจายตัวของกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของแต่ละชุมชน ในการเก็บข้อมูลทั้ง 3 ชุมชน คือ ชุมชนบ้านรวมไทย ชุมชนย่านซื่อ และชุมชนบ้านยางชุม ได้จำนวนประชากรตัวอย่างที่ทำการศึกษากับ 228 100 และ 72 ตามลำดับ และมีจำนวนแบบสอบถามที่ตอบกลับมาจำนวน 372 ชุด หลังจากตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลมีแบบสอบถามที่สามารถนำมาวิเคราะห์ได้จำนวน 360 ชุด คิดเป็นร้อยละ 90

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล คือ แบบสอบถามที่มีโครงสร้างแบบสอบถามประกอบด้วย 5 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับปัจจัยส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนที่ 2 เป็นแบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับภาวะผู้นำการปฏิบัติ จำแนกเนื้อหาตามตัวแปรสังเกตได้ 4 ตัว ประกอบด้วย การมีอิทธิพลอย่างมีอุดมการณ์ การสร้างแรงบันดาลใจ การกระตุ้นทาง

ปัญหา การคำนึงถึงความเป็นปัจเจกบุคคล Bass (1985 อ้างใน Nonthanathorn, 2013) ส่วนที่ 3 เป็นแบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยชุมชน จำแนกเนื้อหาตามตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัว ประกอบด้วย โครงสร้างพื้นฐานในชุมชน การติดต่อสื่อสารในชุมชน การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในชุมชน (Buripakdee *et al.*, 2002) ส่วนที่ 4 พฤติกรรมชุมชน จำแนกเนื้อหาตามตัวแปรสังเกตได้ 3 ตัว ประกอบด้วย การรับรู้ ความตระหนักผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจ (Thaweeratt, 1993) ส่วนที่ 5 การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น จำแนกเนื้อหาตามตัวแปรสังเกตได้ 4 ตัว ประกอบด้วย การตัดสินใจ การปฏิบัติการ การรับผลประโยชน์ และการประเมินผล (Mingmaneeakin, 1988)

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการโดยตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามด้วยการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) และการหาค่าสหสัมพันธ์ (corrected item-total correlation) พบค่าสหสัมพันธ์อยู่ระหว่าง 0.299 – 0.835 ทำการทดสอบหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Rangsungruen, 2011) พบว่าแต่ละตัวแปรมีค่าอยู่ระหว่าง 0.712 - 0.939 ทำการทดสอบสมมติฐานจากค่าสถิติพื้นฐานได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าความเบ้ ค่าความโด่ง ความสัมพันธ์ของตัวแปรที่ศึกษา ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน ด้วยโปรแกรม SPSS/PC+ ทำการตรวจสอบความเชื่อถือได้ของมาตรวัดองค์ประกอบด้วยเทคนิคการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (confirmation factor analysis: CFA) ซึ่งมีค่านัยสำคัญทางสถิติ t-value มากกว่า 1.96 (Angsuchote *et al.*, 2008) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (lisrel) พร้อมทั้งตรวจสอบโมเดลของสมมติฐานด้วยตัวแบบสมการโครงสร้าง (structural equation modeling : SEM) จากค่าดัชนีความเหมาะสม

เช่น ค่าดัชนีอัตราส่วนไค-สแควร์สัมพันธ์ (χ^2/df) ค่าความคลาดเคลื่อนในการประมาณค่าพารามิเตอร์ (root mean square error of approximation: RMSEA) ค่ารากของค่าเฉลี่ยกำลังสองของความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน (standardized root mean square residual: SRMR) ค่าดัชนีวัดความสอดคล้องเปรียบเทียบ (comparative fit index: CFI) ใช้เปรียบเทียบโมเดลเชิงสมมติฐานการวิจัยว่ามีความสอดคล้องสูงกว่าข้อมูลเชิงประจักษ์

ผลและวิจารณ์

การมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และข้อมูลทั่วไปพบว่าของประชากรกลุ่มตัวอย่างที่ทำการศึกษาสรุปผลได้ดังนี้

ค่าเฉลี่ยรวมของตัวแปรที่ศึกษาอยู่ในช่วง 4.17 ถึง 4.53 ส่วนใหญ่อยู่ระดับสูง โดยตัวแปรของภาวะผู้นำการปฏิรูปที่มีการคำนึงถึงการมีอิทธิพลอย่างมีอุดมการณ์มีค่าเฉลี่ยอยู่ระดับสูงที่สุดอยู่ที่ 4.53

ความสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตที่ทำการศึกษาทั้ง 14 ตัว ด้วยสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน พบว่าตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูงสุด คือ ตัวแปรของการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการติดตามประเมินผลกับตัวแปรการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นด้านการปฏิบัติ มีค่าสัมประสิทธิ์เท่ากับ 0.835

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงโครงสร้างของโมเดลซึ่งวัดด้วยตัวแปรสังเกต โดยวิธีวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ทั้งนี้ผู้วิจัยจำแนกการวิเคราะห์ออกเป็น 4 โมเดล ได้แก่ โมเดลภาวะผู้นำการปฏิรูป โมเดลปัจจัยชุมชน โมเดลพฤติกรรมชุมชน และโมเดลการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น พบโดยสรุปว่ามาตรวัดของปัจจัยมีความเที่ยงตรงด้านความสัมพันธ์เชิงโครงสร้างภายใต้บริบทที่ศึกษาและมีตัวแบบที่เหมาะสมสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ (Table 1)

Table 1 Construct validity of improved transformational leadership, community factor, community behavior, local communities participation model.

Variables	Lambda (λ)	Theta (θ)	t – value	R ²	pc	pv
TF_ID	0.95**	0.10	23.23	0.90	0.90	0.70
TF_INS	0.84**	0.30	19.15	0.70		
TEF_INF	0.81**	0.34	18.31	0.66		
TF_IS	0.72**	0.48	15.53	0.53		
CF_COMM	0.87**	0.25	19.55	0.75	0.89	0.72
CF_HR	0.85**	0.28	18.88	0.71		
CF_STR	0.83**	0.31	18.37	0.67		
BHV_EBF	0.94**	0.12	22.89	0.88	0.92	0.79
BHV_PCT	0.88**	0.22	20.68	0.77		
BHC_AWN	0.84**	0.29	19.35	0.71		
PAR_OPER	0.94**	0.12	23.41	0.88	0.93	0.77
PAR_BEf	0.89**	0.21	21.29	0.79		
PAR_EVA	0.89**	0.20	21.42	0.80		
PAR_DEC	0.77**	0.41	16.95	0.59		

Note: ** = $p < 0.01$

ผลการการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ 1 คือ ความสัมพันธ์ภาวะผู้นำการปฏิรูปและปัจจัยชุมชน พฤติกรรมของชุมชน และการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ มีความสัมพันธ์เชิงบวกซึ่งกันไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ เนื่องจากผลการวิเคราะห์พบว่าพฤติกรรมของชุมชน (BHV) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น (PAR) ในระดับสูงที่สุดที่มีค่า θ เท่ากับ 0.89 รองลงมาคือปัจจัยชุมชน (CF) ความสัมพันธ์เชิง

บวกกับการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น (PAR) และปัจจัยชุมชน (CF) ความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมของชุมชน (BHV) และภาวะผู้นำการปฏิรูป (TF) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปัจจัยชุมชน (CF) และภาวะผู้นำการปฏิรูป (TF) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับพฤติกรรมของชุมชน (BHV) และภาวะผู้นำการปฏิรูป (TF) มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น (PAR) ที่มีค่า θ เท่ากับ 0.88, 0.85, 0.84, 0.61 และ 0.59 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ค่า P-value น้อยกว่า 0.01 (Figure 2)

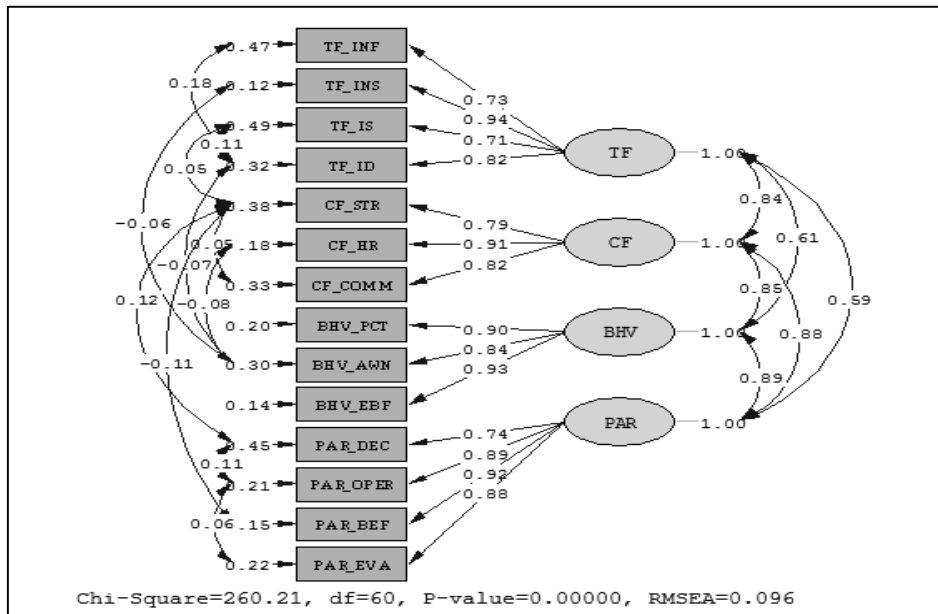


Figure 2 The relationship model among all factors on the transformational leadership, community factor, the community behavior and the local communities participation.

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อตรวจสอบสมมติฐานที่ 2 คือ เมื่อพิจารณาพร้อมกันระหว่างภาวะผู้นำการปฏิรูป ปัจจัยชุมชน และพฤติกรรมของชุมชน มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ ผลการวิเคราะห์พบว่า

ปัจจัยชุมชน (CF) มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น (PAR) ในระดับสูงมาก และพฤติกรรมชุมชน (BHV) มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น (PAR) ในระดับปานกลาง แต่ภาวะผู้นำการปฏิรูป (TF) มีอิทธิพลในทางลบต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น (PAR) (Figure 3)

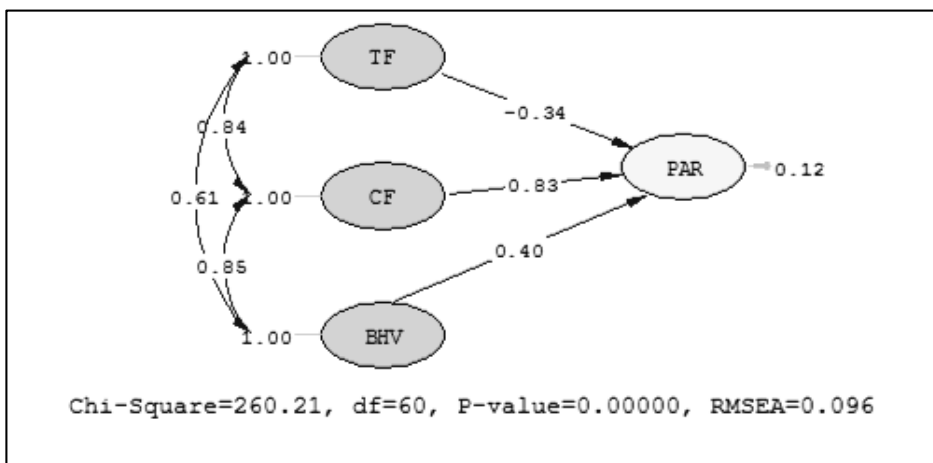


Figure 3 The regression coefficient for transformational leadership, community factor and community behavior on the local communities participation (showed only structural model).

นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ยังพบว่าสัดส่วนของความแปรปรวนสามารถอธิบายและทำนายได้ด้วยค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยมาตรฐาน (R^2) เท่ากับ 0.877 ซึ่งหมายความว่าร้อยละ 87.70 ของค่าความแปรปรวน

ในแนวคิดการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น (PAR) สามารถอธิบายและทำนายได้จากแนวคิดปัจจัยชุมชนและแนวคิดพฤติกรรมของชุมชน ซึ่งถือว่าอยู่ในระดับสูง (Table 2)

Table 2 The regression coefficient for transformational leadership, community factor and community behavior on the local communities participation. (the overall concept)

Endogenous Variables: ETA	Path: (KSI→ETA)	Gamma (γ)	t values	R ²
PAR	CF→PAR	0.83*	3.70	0.877
	BHV→PAR	0.40**	4.49	
	TF→PAR	-0.34	-2.84	

Notes: * = $p < 0.05$; ** = $p < 0.01$

สรุปได้ว่าปัจจัยชุมชนและพฤติกรรมชุมชนล้วนมีอิทธิพลทางตรงเชิงบวกกับการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ส่วนภาวะผู้นำการปฏิรูปก็มีอิทธิพลทางตรงเช่นเดียวกันแต่เป็นในทางเชิงลบต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ซึ่งเมื่อพิจารณาพิจารณาพร้อมกันระหว่างภาวะผู้นำการปฏิรูป ปัจจัยชุมชน และพฤติกรรมชุมชน พบว่า ตัวแปรทั้ง 3 ล้วนมีอิทธิพลทางตรงต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่น

ผลการวิจัยพบว่าค่าเฉลี่ยของระดับภาวะผู้นำการปฏิรูปด้านการมีอิทธิพลเชิงอุดมการณ์ (charisma or idealized Influence) อยู่ในระดับสูง สามารถวิจารณ์ได้ว่าภาวะผู้นำการปฏิรูปที่ทำหน้าที่เป็น “แบบอย่าง” สำหรับผู้ตาม เนื่องจากผู้ตามจะมีความไว้วางใจและนับถือผู้นำ ดังนั้นเขาจะเลียนแบบผู้นำและอุดมคติภายใน ผู้นำการปฏิรูปจัดเตรียมวิสัยทัศน์และสำนึกของพันธกิจ ปลุกฝังความภูมิใจให้ความนับถือและไว้วางใจให้ผู้ตามเห็นถึงประโยชน์ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Bass (1985) ทั้งนี้การมีประสิทธิภาพของผู้นำไม่ว่าจะเป็นหัวหน้าอุทยานแห่งชาติกุยบุรี หรือผู้นำชุมชน หรือผู้นำการปกครองท้องถิ่นหากมีการบูรณาการร่วมกันทุกภาคส่วน โดยเน้นให้ความสำคัญแก่ชุมชนท้องถิ่นที่จะมีบทบาทในการร่วมดูแล รักษา พัฒนาด้าน

การท่องเที่ยวอันก่อให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนท้องถิ่นเองสามารถสร้างงาน สร้างอาชีพ เป็นการนำไปสู่การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติป่าไม้และสัตว์ป่าให้ดำรงอยู่ได้อย่างยั่งยืนก่อให้เกิดความมั่นคงของประเทศชาติได้

นอกจากนี้ความสัมพันธ์ระหว่างภาวะผู้นำการปฏิรูปกับปัจจัยชุมชน และพฤติกรรมของชุมชน มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Mingmaneeenakin (1988) ที่ว่าประชาชนจะต้องมีส่วนร่วมในทุกขั้นตอนของการพัฒนา ได้แก่ การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจ การมีส่วนร่วมในการปฏิบัติ การมีส่วนร่วมในการรับผลประโยชน์ ตลอดจนการติดตามประเมินผล ซึ่งการมีส่วนร่วมจะเป็นเครื่องประกันว่าผู้มีส่วนได้เสียทุกคนจะได้รับประโยชน์เสมอหน้า

จากการวิจัยพบว่าอิทธิพลของภาวะผู้นำการปฏิรูปต่อการมีส่วนร่วมในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี มีอิทธิพลทางตรงในเชิงลบต่อการมีส่วนร่วมอาจเป็นเพราะชุมชนท้องถิ่นที่เป็นกลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจต่อสภาพการณ์ที่เป็นอยู่ ยังไม่ต้องการที่จะปฏิรูปหรือการเปลี่ยนแปลงใดๆ หรือในบางครั้งภาวะของผู้นำอาจจะมีการปฏิรูปหรือเปลี่ยนแปลงลำนำเกินความต้องการซึ่งสอดคล้อง

กับแนวคิดของ Bass (1985) ทำให้เกิดความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องและอาจเกิดแรงต้านจากชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี พบว่าการติดต่อสัมพันธ์กันของสมาชิกการที่บุคคลในชุมชนจะสร้างความสัมพันธ์กันได้ก็ต้องผ่านทางการติดต่อสื่อสารระหว่างบุคคลซึ่งการติดต่อสื่อสารนั้นเป็นปัจจัยชุมชนปัจจัยหนึ่งนอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ที่สำคัญ เช่น ปัจจัยพื้นฐานที่สำคัญภายในชุมชนเหล่านี้ไม่ว่าจะด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านการติดต่อสื่อสารในชุมชนและด้านการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในชุมชนเหล่านี้ (Sanyawiwat, 1988; Buripakdee *et al.*, 2002) และอิทธิพลของพฤติกรรมชุมชน ต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่าพบว่า เมื่อบุคคลเกิดการรับรู้ข่าวสารข้อมูล ความเข้าใจในสิ่งเหล่านั้นเกิดความคิดรวบยอดและนำไปสู่การเรียนรู้ อีกทั้งผลประโยชน์ทางด้านเศรษฐกิจส่งผลให้เกิดความตระหนักในที่สุด ซึ่งเหตุผลสำคัญที่ทำให้บางคนมีส่วนร่วมและบางคนไม่มีส่วนร่วมก็คือผู้เข้าร่วมพิจารณาแล้วว่าการกระทำนั้นมีแนวโน้มว่าจะนำประโยชน์มาให้มากกว่าซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Barnes and Kaase (1978)

ทั้งนี้การบริหารจัดการที่ดีและมีประสิทธิภาพของผู้นำไม่ว่าจะเป็นหัวหน้าอุทยานแห่งชาติกุยบุรี หรือผู้นำชุมชน หรือผู้นำการปกครองท้องถิ่นควรมีการบูรณาการร่วมกันทุกภาคส่วน โดยเน้นให้ความสำคัญแก่ชุมชนท้องถิ่นที่จะมีบทบาทในการร่วมดูแล รักษา พัฒนาด้านการท่องเที่ยวอันก่อให้เกิดประโยชน์แก่ชุมชนท้องถิ่นเองเป็นการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืนที่นำมาซึ่งผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจและสังคม สามารถสร้างงานสร้างอาชีพ ทั้งระดับท้องถิ่นและระดับประเทศ เป็นการนำไปสู่การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติป่าไม้และสัตว์ป่าให้ดำรงอยู่ได้อย่างยั่งยืนก่อให้เกิดความมั่นคงของประเทศชาติได้

สรุป

การตรวจสอบความสอดคล้องของภาวะผู้นำ การปฏิรูป ปัจจัยชุมชน พฤติกรรมของชุมชนที่ส่งผลต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า พบว่าสมมติฐานที่ตั้งไว้มีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ซึ่งทุกค่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทั้งนี้พบว่าการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า สามารถวัดด้วยตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 4 ตัวแปร คือ การตัดสินใจ การปฏิบัติการ การรับผลประโยชน์ และการประเมินผล ซึ่งพบว่าการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่ามีการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นที่อยู่โดยรอบพื้นที่ศึกษาอยู่ด้วย และภาวะผู้นำการปฏิรูป ปัจจัยชุมชน และพฤติกรรมของชุมชน เป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ และปัจจัยชุมชน พฤติกรรมของชุมชน มีอิทธิพลทางตรงในเชิงบวกต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ส่วนภาวะผู้นำการปฏิรูปก็มีอิทธิพลทางตรงแต่ในเชิงลบต่อการมีส่วนร่วมของชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้ซึ่งข้อค้นพบดังกล่าวสามารถใช้ในการกำหนดแนวนโยบาย เช่น การพัฒนาด้านการศึกษาของชุมชนท้องถิ่น การส่งเสริมให้มีการรวมกลุ่ม การพัฒนาการสื่อสารประสานงานเพื่อเชื่อมโยงเครือข่ายสร้างการรับรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า เป็นต้น

งานวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะ คือ 1) จากการวิจัยครั้งนี้ค้นพบว่าภาวะผู้นำการปฏิรูปมีอิทธิพลในเชิงลบต่อการมีส่วนร่วมในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่า ณ อุทยานแห่งชาติกุยบุรี อาจเป็นเพราะชุมชนท้องถิ่นที่เป็นกลุ่มเป้าหมายมีความพึงพอใจต่อสภาพการณ์ที่เป็นอยู่ยังไม่ต้องการที่จะปฏิรูปหรือการเปลี่ยนแปลงใด หรือในบางครั้งภาวะของผู้นำอาจจะมีการปฏิรูปหรือ

เปลี่ยนแปลงล้าหน้าเกินความต้องการของชุมชนทำให้เกิดความคิดเห็นที่ไม่สอดคล้องและอาจเกิดแรงต้านจากชุมชนท้องถิ่นในการพัฒนาการท่องเที่ยวดังกล่าว ดังนั้นควรจะพัฒนาผู้นำให้มีวิสัยทัศน์และทักษะการสื่อสารสามารถถ่ายทอดสื่อความหมายแก่สมาชิกในองค์กร ชุมชนท้องถิ่นควบคู่กันเพื่อให้สามารถเข้าใจเห็นคล้อยและมีส่วนร่วมในการจัดการและบริการการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่าอย่างมีประสิทธิภาพและควรเพิ่มและพัฒนาช่องทางการสื่อสารให้สมาชิกในองค์กร ชุมชนท้องถิ่นสามารถเสนอความคิดเห็น แลกเปลี่ยนข่าวสาร ข้อมูลต่างๆ ร่วมกัน ผ่านการประชุม เวทีประชาชนและการมีกิจกรรมต่างๆ ให้บ่อยครั้งมากขึ้น 2) เพื่อให้เกิดการบูรณาการร่วมกัน ควรสนับสนุนกลไกการประสานงานเชื่อมโยงเครือข่ายการทำงานของทุกภาคส่วนร่วมกันระหว่างหน่วยงาน องค์กร และชุมชนท้องถิ่น โดยจัดตั้งผู้ประสานงานระดับต่างๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการดำเนินงาน และ 3) เพื่อเป็นการสร้างแนวร่วมในการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่าเพิ่มมากขึ้น ผู้นำของชุมชน ควรสร้างแรงจูงใจทางด้านเศรษฐกิจแก่ชุมชนท้องถิ่น พัฒนากิจกรรมการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่าให้มีความหลากหลายมากขึ้นเพื่อก่อให้เกิดการสร้างงาน สร้างอาชีพ สร้างรายได้จากการท่องเที่ยวเชิงสัตว์ป่าซึ่งจะนำไปสู่การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน และเป็นการเตรียมความพร้อมด้านการท่องเที่ยวของจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ที่จะขยายตัวเพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน

REFERENCES

- Angsuchote, S., S. Wijitwanna and R. Pinyopanuwat. 2008. **Statistical Analysis for Research in Social Sciences and Behavioral: Using LISREL Program** Mission Media Co., Ltd. Bangkok. (in Thai)
- Barnes S.H. and M. Kaase. 1995. **Political action**. Mass Participation in five Western Democracies. Beverly Hill.
- Bass, B.M. 1985 **Leadership and performance beyond expectations**. The Free Press. New York.
- Biodiversity based Economic Development Office (Public organization), 2012. **Report on the meeting to summarize results of the wildlife tourism Project 2012**. Biodiversity based Economic Development Office (Public organization) Bangkok. (in Thai)
- Bollen, K. A. 1989. **Structural equations with latent variables**. Wiley. A leading, readable text on structural modeling. New York.
- Buripakdee, C., Bureau of Academic Affairs and Educational Standard. and Office of the Higher Education Commission. 2002. **Community Analysis Package**. S R Printing Mass Product Co., Ltd. Bangkok. (in Thai)
- Mingmaneeakin, W. 1988. **Thai Rural Development**. Thammasart University Printing House. Bangkok. (in Thai)
- Nonthanathorn, P. 2013. **Operational Leadership: LIFE Model**. Social Leadership Enterprise Center. Bangkok. (in Thai)
- Rangsungruen, G. 2011. **Analysis of factor using SPSS and AMOS for Research**. SE-EDUCATION Public Company Limited. Bangkok. (in Thai)
- Sanyawiwat, S. 1988. **Sociological theories : Context and basic methodology**

- (2nd ed.). Chulalongkorn University.
Bangkok. (in Thai)
- Thaweeratt, P. 1993. **Research Methodology
in Behavioral and Social Sciences**
(re-print 2). Chulalongkorn University
Book Center. Bangkok. (in Thai)
- Thailand Environment Institute. 2011. **Project
on Ecological management plane for
Kaeng KraChan Forest Complex.**
- Department of National Parks, Wildlife
and Plant Conservation. Bangkok.
(in Thai)
- Tourism Authority of Thailand. 1997. **Annual
report 1997.** Tourism Authority of
Thailand . Bangkok. (in Thai)
- Waiwanichkul, N. and C. Udomsri. 2004.
Principles of Business Research.
Chulalongkorn University Printing
House. Bangkok. (in Thai)
-

นิพนธ์ต้นฉบับ

การประมาณค่าปริมาณน้ำท่าโดยใช้แบบจำลอง SCS-CN ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน

Estimation Runoff by Using SCS-CN Model at Upper Yom Watershed

ปิยพงษ์ ทองดีนोक*

Piyapong Tongdeenok*

คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

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

*Corresponding Author, E-mail: fforppt@ku.ac.th

รับต้นฉบับ 22 เมษายน 2559

รับลงพิมพ์ 8 กรกฎาคม 2559

ABSTRACT

The aim of this research was to apply geoinformatics data and SCS-CN model for estimation runoff and compare with measurement data. The study procedure were collect data from the various source such as topographic data, soil data, and land use data. All spatial data were analyzed the physiographic and hydrological characteristic of upper yom watershed for determination curve number (CN) and concern with rainfall amount for estimation runoff. The results were indicated watershed status in term of hydrology and potential runoff of upper yom watershed.

The results showed that annual runoff from SCS-CN model was 625.71 MCM. while direct measurement was 828.23 MCM. Moreover, the relationship between rainfall and runoff was moderately ($r^2 = 0.6$). During the wet period, the runoff was 633.06 MCM. while measurement was 916.22 MCM., in dry period runoff was 7.35 MCM. The relationship between rainfall and runoff was highest in the wet period as an $r^2=0.99$ contrast with the dry period with $r^2= 0.58$. Watershed hydrological characteristic was used for explained watershed hydrological potential as the percentage of rainfall and runoff, the ratio between wet flow and dry flow and timing portion between wet and dry period. The results were indicated that the percentage of rainfall and runoff was 67.9 percent. The runoff ratio between wet and dry period was 99:1 and timing portion between the wet and dry period from the model was 7:5 month. The model application selected two scenarios with watershed classification condition and slope condition. The results showed that runoff data from watershed classification and slope condition was 695.89 and 559.13 MCM.

Keywords: SCS-CN model, streamflow, upper Yom watershed

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้เป็นการประยุกต์ใช้ข้อมูลและเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการของแบบจำลอง SCS-CN เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า รวมทั้งเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง SCS-CN กับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด โดยการรวบรวมข้อมูลลักษณะภูมิประเทศ ข้อมูลชุดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะภูมิศาสตร์กายภาพ และลักษณะทางอุทกวิทยา เพื่อประเมินค่า CN และพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณน้ำฝนและน้ำท่าซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้สถานภาพทางอุทกวิทยา และศักยภาพการให้น้ำท่าของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน

ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ยจากแบบจำลอง SCS-CN มีค่าเท่ากับ 625.71 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดจริงมีค่าเท่ากับ 828.23 ล้านลูกบาศก์เมตร ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนกับปริมาณน้ำท่า พบว่าอยู่ในระดับปานกลาง ($r^2 = 0.6$) ปริมาณน้ำท่าช่วงฤดูน้ำหลากจากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 633.06 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยมีค่าที่ได้จากการตรวจวัดเท่ากับ 916.22 ล้านลูกบาศก์เมตร ส่วนช่วงฤดูน้ำแล้ง พบว่าปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลองมีค่าเท่ากับ 7.35 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยค่าตรวจวัดได้เท่ากับ 87.99 ล้านลูกบาศก์เมตร ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและปริมาณน้ำท่าพบว่ามีค่าสูงในช่วงน้ำหลาก ($r^2 = 0.9$) และมีค่าปานกลางในช่วงแล้ง ($r^2 = 0.55$) การศึกษาลักษณะทางอุทกวิทยา พบว่าร้อยละปริมาณน้ำท่าต่อปริมาณน้ำฝนมีค่าเท่ากับ 67.9 ร้อยละของปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำหลากต่อช่วงน้ำแล้งเท่ากับ 99:1 ส่วนช่วงเวลาการไหลในช่วงน้ำหลากต่อช่วงน้ำแล้งเท่ากับ 7:5 เดือน การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ควรเป็นตามนโยบายการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำพบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 695.89 ล้านลบ.ม. ค่า CN เท่ากับ 77 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมตามระดับความลาดชัน พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 559.13 ล้านลบ.ม.

คำสำคัญ: แบบจำลอง SCS-CN ปริมาณน้ำท่า ลุ่มน้ำยมตอนบน

คำนำ

การประเมินปริมาณน้ำท่าเป็นสิ่งที่มีความสำคัญในการวางแผน การจัดการ และการพัฒนาทรัพยากรน้ำ ทั้งการป้องกัน บรรเทาอุทกภัย ภัยแล้ง การจัดการควบคุมการปล่อยน้ำจากอ่างเก็บน้ำ และการก่อสร้างแหล่งกักเก็บน้ำ ซึ่งการประเมินปริมาณน้ำท่านั้น เป็นกระบวนการทางด้านอุทกวิทยาที่ได้หลายวิธี มีการใช้พารามิเตอร์เกี่ยวกับอุทกวิทยาหลายดัชนีในการประเมิน แต่พารามิเตอร์ที่เป็นที่นิยมใช้ และเป็นปัจจัยหลักต่อปริมาณน้ำท่า คือ ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝนและปริมาณน้ำท่า โดยสามารถประเมินปริมาณน้ำท่าได้ด้วยแบบจำลองอุทกวิทยา ซึ่งแบบจำลอง SCS-CN (Soil Conservation Service Curve Number) เป็นแบบจำลองคณิตศาสตร์ทางด้านอุทกวิทยาที่ถูกนำมาใช้ใน

การพยากรณ์ปริมาณน้ำท่าที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายโดยมีโครงสร้างไม่สลับซับซ้อน สามารถใช้งานได้ง่ายและเป็นแบบจำลองที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการประเมินปริมาณน้ำท่าจากปริมาณน้ำฝนในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยใช้ปัจจัยทางด้านลักษณะทางกายภาพ และสภาพอุทกวิทยาแล้วนำมากำหนดค่าคะแนนหรือ ค่า Curve Number (CN) ให้กับค่าปัจจัยต่างๆ ซึ่งพิจารณาจาก คุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดิน สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน และเงื่อนไขความชื้นก่อนหน้า เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า (Mishra *et al.*, 2008; Ramakrishnan *et al.*, 2009) ซึ่งเมื่อนำเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาช่วยในการสร้างฐานข้อมูลทางด้านกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำเพื่อช่วยวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง SCS-CN ย่อมช่วยให้เกิดความสะดวกในการทำงานมาก

ขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีความสามารถในการจัดเก็บข้อมูลในรูปของตารางข้อมูล ที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (spatial data) ทำให้สามารถวิเคราะห์ สืบค้น และแสดงผลข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ทั้งเชิงพื้นที่ (spatial) และช่วงเวลา (temporal) ได้สะดวกขึ้น ซึ่งนับว่าเหมาะสมสำหรับงานทางด้านการจัดการลุ่มน้ำ เพราะข้อมูลที่ใช้ส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงได้นำเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับแบบจำลอง SCS-CN เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า รวมทั้งเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง SCS-CN กับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ประเมินปริมาณน้ำท่าโดยใช้หลักการของแบบจำลอง SCS-CN ร่วมกับการนำเทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ 2) เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง SCS-CN กับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด

อุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลและเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการของแบบจำลอง SCS-CN เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า รวมทั้งเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณจากแบบจำลอง SCS-CN กับข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบน ซึ่งมีวิธีการศึกษาดังนี้

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ลักษณะกายภาพของลุ่มน้ำ โดยการใช้ข้อมูลจากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ลำดับชุด L7018 ระวัง 5046 I 5046 IV 5047 I 5047 II 5047 III 5047 IV 5146 IV 5147 II และ 5147 IV ซึ่ง

ครอบคลุมบริเวณลุ่มน้ำยมตอนบน เพื่อกำหนดพื้นที่ลุ่มน้ำ (watershed area) และความลาดชัน (slope) ด้วยโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์ ArcGIS

2. ลักษณะของดิน โดยการนำข้อมูลชุดภูมิจากกรมพัฒนาที่ดินมากำหนดข้อมูลคุณลักษณะ (attribute data) ตามคุณสมบัติทางอุทกวิทยาของดิน (hydrologic soil group) ของแบบจำลอง SCS ซึ่งแบ่งกลุ่มดินออกเป็น 4 กลุ่ม ตามลักษณะเนื้อดิน อัตราการซึมผ่าน (Kampree, 1996) เป็นตัวกำหนด จากนั้นทำการจัดกลุ่มใหม่ (reclass) ด้วยคำสั่ง reclassification ของโปรแกรม ArcGIS ข้อมูลที่จัดกลุ่มใหม่จะอยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ (vector format) โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่มรายละเอียดดังนี้

กลุ่ม A เป็นกลุ่มดินที่มีอัตราการซึมผ่านสูง มีความสามารถในการระบายน้ำได้ดี เช่น กรวดทรายเม็ดปน

กลุ่ม B เป็นกลุ่มดินที่มีอัตราการซึมผ่านปานกลาง มีการระบายน้ำดีปานกลาง เช่น ดินร่วนปนทราย

กลุ่ม C เป็นกลุ่มดินที่มีอัตราการซึมผ่านได้ค่อนข้างต่ำลดลงต่ำ เช่น ดินร่วนปนดินเหนียว

กลุ่ม D เป็นกลุ่มดินที่มีอัตราการซึมผ่านของดินต่ำมาก ส่วนใหญ่จะเป็นดินเหนียว

3. ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ได้จากการแปลข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 5-TM path 130 row 46 บันทึกภาพเมื่อวันที่ 13 ธันวาคม พ.ศ. 2552 ร่วมกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ปี 2552 แล้วนำมาจัดทำชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยการกำหนดข้อมูลคุณลักษณะ (attribute data) ซึ่งจำแนกออกเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ เกษตรกรรม ป่าไม้ แหล่งน้ำ เมืองและที่อยู่อาศัย และพื้นที่อื่นๆ ข้อมูลที่จัดกลุ่มใหม่จะอยู่ในรูปแบบเวกเตอร์ (vector format)

4. ค่า curve number (CN) ได้จากการนำข้อมูลชุดดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้จัดแบ่งกลุ่มตามวิธีการ SCS มาหาพื้นที่ซ้อนทับแบบ intersect ด้วยคำสั่ง Intersect ของโปรแกรม ArcGIS แล้วกำหนดค่า

CN ที่เหมาะสม แล้วจึงนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ย CN ของพื้นที่ลุ่มน้ำ

5. ข้อมูลปริมาณน้ำฝน โดยการสร้างชั้นข้อมูล และกำหนดข้อมูลคุณลักษณะ (attribute data) จากการนำข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝนรอบ 10 ปี ของสถานี วัดปริมาณน้ำฝนที่อยู่ในพื้นที่และใกล้เคียงจำนวน 6 สถานี มาเฉลี่ยตามน้ำหนักพื้นที่ โดยวิธีทียีสเซนโพลี กอน (thiessen polygon) ซึ่ง Taesombat (1990) กล่าวว่าวิธีนี้จะลดปัญหาความไม่สม่ำเสมอในการกระจายที่ตั้งของสถานีวัดน้ำฝนได้ด้วยคำสั่ง Create Thiessen Polygons ของโปรแกรม ArcGIS แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำฝน

การประเมินปริมาณน้ำท่า

การประเมินปริมาณน้ำท่า โดยใช้วิธีการของ SCS ดังสมการต่อไปนี้

$$Q = \frac{(P - 0.2S)^2}{(P + 0.8S)} \quad (1)$$

ซึ่ง $P \geq 0.2 S$

โดยที่ Q = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (มม.)

S = ความสามารถในการเก็บกักน้ำของดิน ซึ่ง S มีความสัมพันธ์กับค่า curve number (CN) ดังสมการต่อไปนี้

$$S = \frac{25400}{CN} - 254 \quad (2)$$

ผลและวิจารณ์

ปริมาณน้ำท่ารายปี

จากการประเมินปริมาณน้ำท่ารายปีโดยวิธีการของแบบจำลอง SCS-CN และเปรียบเทียบกับปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัด ได้ผลการศึกษาดังแสดงใน Table 1

Table 1 Annual streamflow in upper Yom watershed.

	Rainfall amount (mm)	streamflow (MCM)	
		measurement	model estimation
annual	1,219.73	828.23	625.71

จาก Table 1 พบว่าปริมาณน้ำท่ารายปีที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 828.23 ล้านลบ.ม. และปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 625.71 ล้านลบ.ม. เมื่อนำมาสร้างกราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดและที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองดังแสดงใน Figure 1 พบว่ากราฟมีรูปร่างและแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยกราฟของข้อมูลจากการตรวจวัดมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน และต่ำสุดในเดือนเมษายน ส่วนกราฟของข้อมูลจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และต่ำสุดในเดือนพฤศจิกายน โดยในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ค่าปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองให้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท่ามากกว่าข้อมูลจาก

การตรวจวัด และในช่วงตั้งแต่เดือนสิงหาคมถึงเดือนมีนาคมปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองให้ผลการคำนวณปริมาณน้ำท้าน้อยกว่าข้อมูลจากการตรวจวัด ซึ่งอาจเนื่องมาจากอิทธิพลของค่า CN ซึ่งได้มาจากความสัมพันธ์ระหว่างการใช้ประโยชน์ที่ดิน กับคุณสมบัติทางอุทกวิทยาของกลุ่มดิน โดยค่า CN จะบอกถึงศักยภาพในการเกิดน้ำท่าถ้า CN มีค่ามากแสดงว่าศักยภาพในการเกิดน้ำท่าสูง โดยในลุ่มน้ำยมตอนบนมีค่า CN เท่ากับ 73 ประกอบกับมีการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ป่าไม้ และดินมีการซึมน้ำได้ปานกลาง ส่งผลให้ป่าไม้และดินมีการดูดซับน้ำไว้ได้ดินได้ค่อนข้างดี ไม่ปลดปล่อยเป็นน้ำท่าจึงทำให้ค่าปริมาณน้ำท่าที่คำนวณได้จากแบบจำลองมีค่าน้อยกว่า

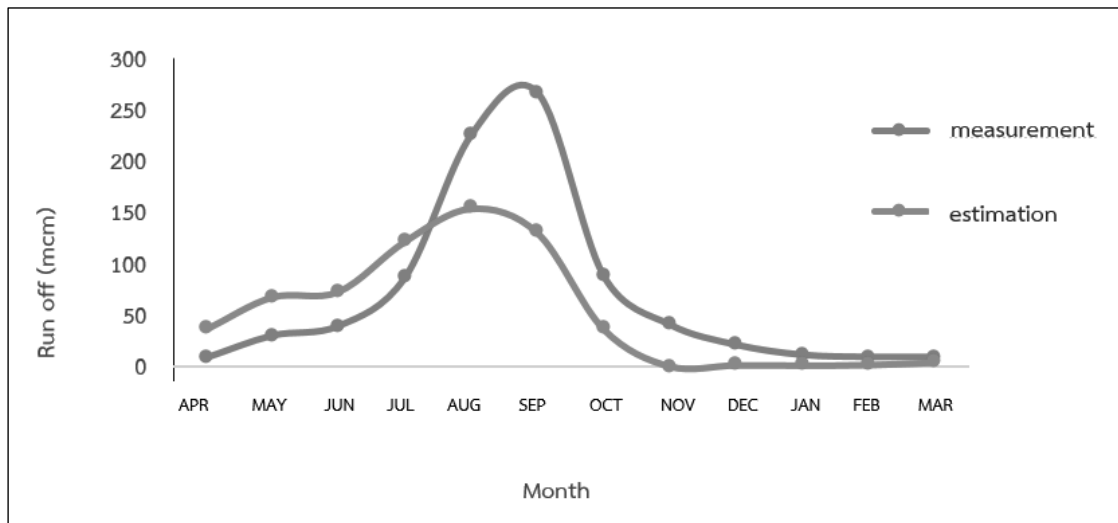


Figure 1 Comparison streamflow between measurement and model estimation in upper Yom watershed.

เมื่อนำค่าปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดและการคำนวณของแบบจำลองมาหาความสัมพันธ์แบบ linear regression กับปริมาณน้ำฝน ดังแสดงใน Figure 2 พบว่าปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6 และปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า

R^2 เท่ากับ 0.9701 และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ด้วยกราฟเส้นทะแยงมุม 45 องศา (1:1 line) (Thangtham, 1996) ดังแสดงใน Figure 3 พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่มีการกระจาย และมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6783

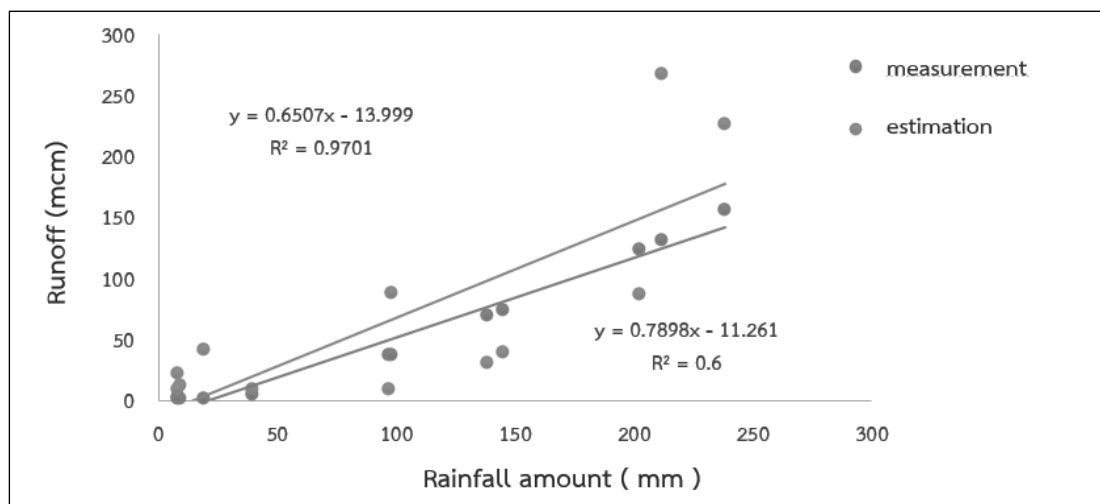


Figure 2 Relationship between streamflow measurement and model estimation.

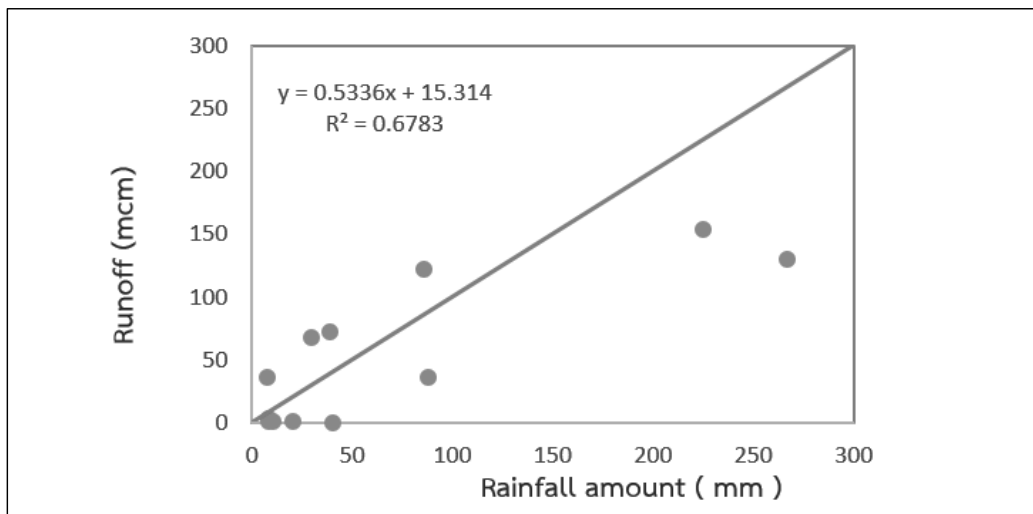


Figure 3 Streamflow model validation.

และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อจัดทำแผนที่ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยจากค่า CN ดังแสดงใน Figure 4 พบว่า ปริมาณน้ำท่าในแต่ละกริดมีค่าที่แตกต่างกันไปตามค่า CN ซึ่งกริดที่มีค่าปริมาณน้ำท่าสูงส่วนใหญ่

จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินทางอุทกวิทยากลุ่ม D และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยในเดือนสิงหาคมมีค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำท่าสูงที่สุด

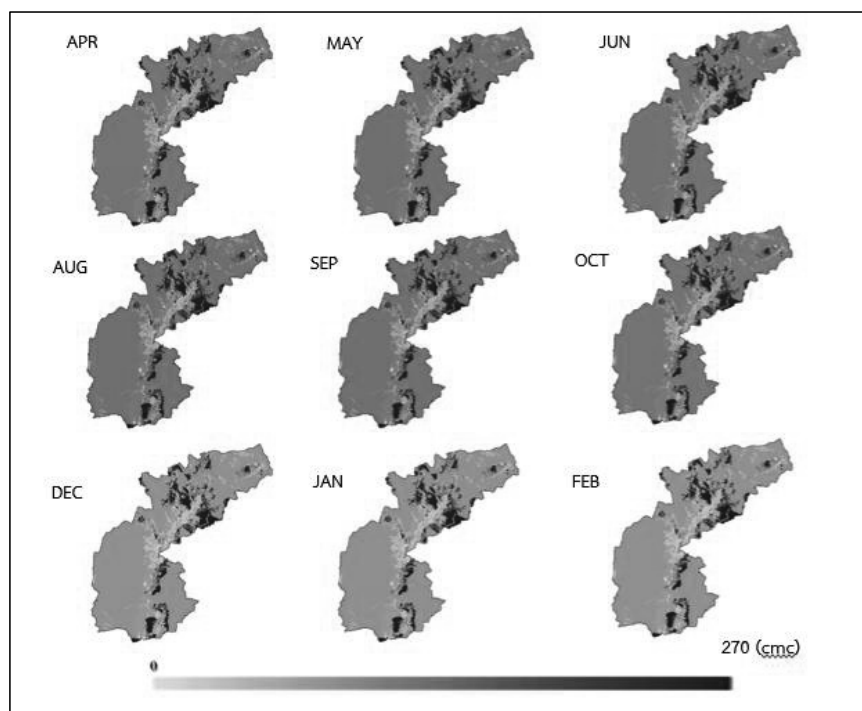


Figure 4 Spatial average of streamflow in upper Yom watershed.

ปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำหลาก-น้ำแล้ง (wet-dry period)

จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าลุ่มน้ำยมตอนบน มีช่วงน้ำหลากอยู่ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม

และช่วงน้ำแล้งอยู่ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม และผลการประเมินปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำหลาก-น้ำแล้ง (Table 2)

Table 2 Wet flow and dry flow in upper Yom watershed.

water periods	Rainfall amount (mm)	streamflow (MCM)	
		measurement	estimation
wet period	1,305.77	916.22	633.06
dry period	86.04	87.99	7.35

จาก Table 2 พบว่าปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำหลาก ที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 916.22 ล้านลบ.ม. และปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 633.06 ล้านลบ.ม. สำหรับปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำแล้งที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 87.99 ล้านลบ.ม. และปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 7.35 ล้าน ลบ.ม. เมื่อนำมาสร้างกราฟเปรียบเทียบปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดและที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองดังแสดงใน Figure 5 พบว่ากราฟมีรูปร่างและแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยกราฟช่วงน้ำหลากของข้อมูลจากการตรวจวัดมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน ของข้อมูลจาก

การคำนวณของแบบจำลองมีค่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และกราฟช่วงน้ำแล้งของข้อมูลจากการตรวจวัดมีค่าสูงสุดในเดือนพฤศจิกายน ของข้อมูลจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่าสูงสุดในเดือนมีนาคม

เมื่อนำค่าปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดและการคำนวณของแบบจำลองในช่วงน้ำหลาก-น้ำแล้งมาหาความสัมพันธ์แบบ linear regression กับปริมาณน้ำฝน ดังแสดงใน Figure 6 พบว่าในช่วงน้ำหลากปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6169 และปริมาณน้ำท่าจากแบบจำลอง

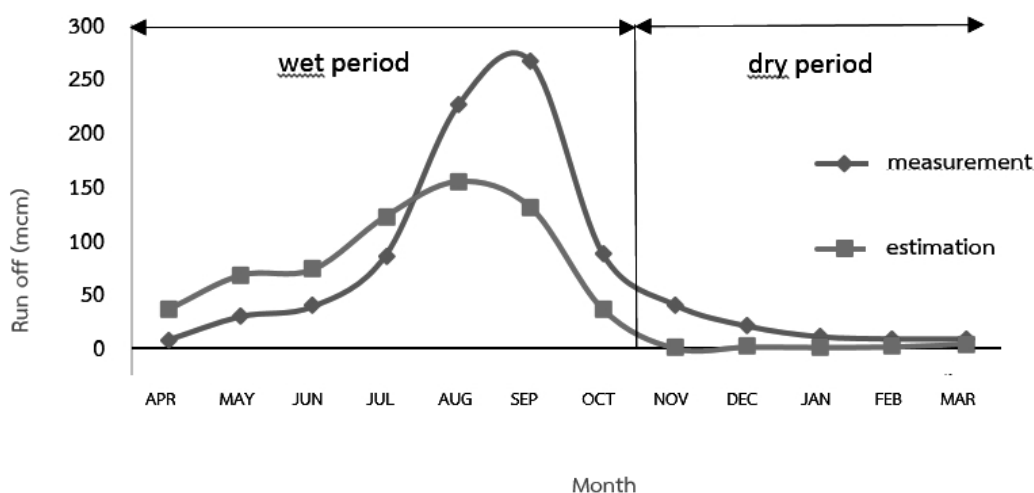


Figure 5 Comparison streamflow between measurement and model estimation in different period.

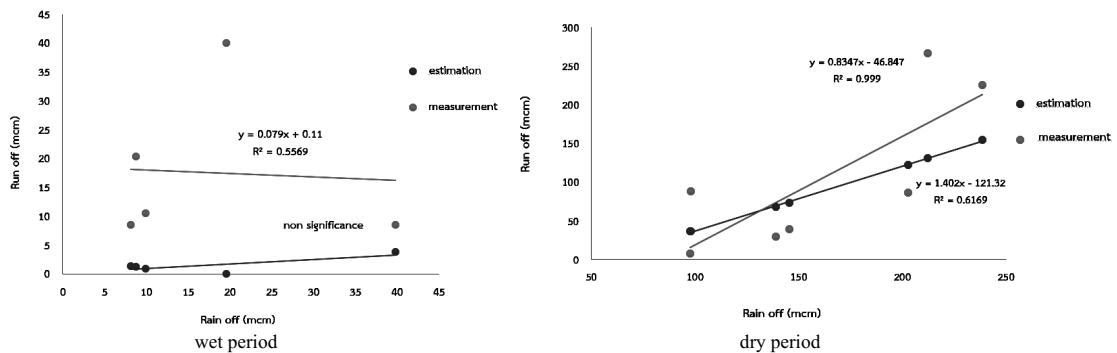


Figure 6 Relationship of streamflow between measurement and model estimation in different period.

มีค่า R^2 เท่ากับ 0.999 ในช่วงน้ำแล้งปริมาณน้ำท่าจากการตรวจวัดมีค่า R^2 ไม่มีความสัมพันธ์และปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า R^2 เท่ากับ 0.5569 และเมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ด้วยกราฟเส้นทแยงมุม 45 องศา (1:1 line) ดังแสดงใน Figure 7 พบว่าข้อมูลส่วนใหญ่มีการกระจาย ในช่วงน้ำหลากมีค่า R^2 เท่ากับ 0.6327 และในช่วงน้ำแล้งมีค่า R^2 เท่ากับ 0.4331 เนื่องจากในแบบจำลองไม่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความชื้นในดิน หรือปริมาณน้ำท่าในดินซึ่งเป็นปัจจัย

ที่หลักในการให้น้ำไหลในลำธาร (Saard, 2008) ค่าที่ได้จึงแตกต่างกันมาก

และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อจัดทำแผนที่ปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยจากค่า CN ดังแสดงใน Figure 7 พบว่าปริมาณน้ำท่าในแต่ละกริดมีค่าที่แตกต่างกันไปตามค่า CN ซึ่งกริดที่มีค่าปริมาณน้ำท่าสูงส่วนใหญ่จัดอยู่ในกลุ่มชุดดินทางอุทกวิทยากลุ่ม D และมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นพื้นที่เกษตรกรรม โดยมีค่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในช่วงน้ำหลาก-น้ำแล้งประมาณ 10 – 270 ล้านลบ.ม.

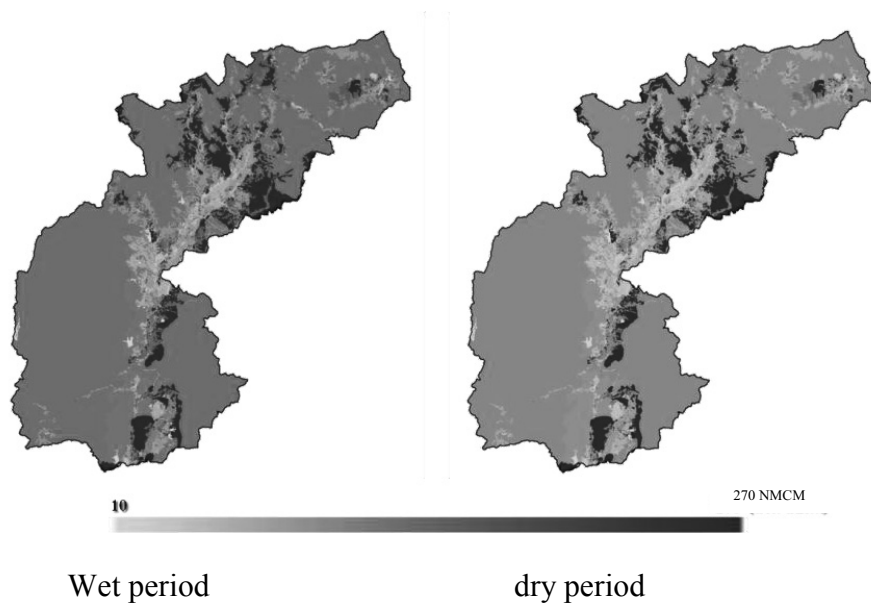


Figure 7 Spatial average of streamflow in wet and dry period at upper Yom watershed.

ลักษณะทางอุทกวิทยา

ลักษณะทางอุทกวิทยาของพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนที่ศึกษา ดังแสดงใน Table 3 จาก Table 3 พบว่า จากข้อมูลการตรวจวัดมีปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 828.23 ล้านลบ.ม. คิดเป็นร้อยละปริมาณน้ำท่า:ปริมาณน้ำฝน เท่ากับ 67.90 ร้อยละของปริมาณน้ำฝนรายปีและมีร้อยละ ช่วงน้ำหลาก : ช่วงน้ำแล้ง เท่ากับ 89 : 11 สำหรับ ปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองพบว่า มี

ปริมาณน้ำท่ารายปีเฉลี่ย 625.71 ล้านลบ.ม. คิดเป็นร้อยละ ปริมาณน้ำท่า:ปริมาณน้ำฝน เท่ากับ 51.30 ร้อยละของ ปริมาณน้ำฝนรายปีและมีร้อยละช่วงน้ำหลาก : ช่วงน้ำแล้ง เท่ากับ 99 : 1 ส่วนช่วงเวลาการไหลช่วงน้ำหลาก : ช่วงน้ำแล้ง ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนอยู่ในช่วง 7 : 5 เดือน ซึ่งหมายถึงว่ามีช่วงน้ำหลาก 7 เดือน ระหว่าง เดือนเมษายนถึงเดือนตุลาคม และช่วงน้ำแล้ง 5 เดือน ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนมีนาคม

Table 3 Hydrological characteristics in upper Yom watershed.

Hydrological characteristics	Rainfall amount (mm)	streamflow (MCM)		percentage	
		measurement	estimation	measurement	estimation
Percentage of streamflow: rainfall	1,219.73	828.23	625.71	67.90	51.30
Percentage of wet: dry flow				89 : 11	99 : 1
Flow timing wet: dry period			7 : 5		

ปริมาณน้ำท่าจากการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ควรเป็นตามนโยบายการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

1. การศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้สอดคล้องตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ จึงได้กำหนดให้พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 1A 1B และ 2 เป็นป่าสมบูรณ์พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 3 เป็นไม้ผลผสม พื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 4 เป็นพืชไร่ผสมและพื้นที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำชั้นที่ 5 เป็น

นาข้าว พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดังแสดงใน Table 4

จาก Table 4 พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ได้ถูกกำหนดเป็นป่าสมบูรณ์ คิดเป็นพื้นที่ 543.56 ตร.กม.หรือร้อยละ 47.05 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเปลี่ยนเป็นนาข้าว พื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้างคิดเป็นพื้นที่น้อยที่สุดคือ 102.05 ตร.กม. หรือร้อยละ 8.83 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเมื่อนำมาประเมินปริมาณน้ำท่ารายปี ได้ผลการศึกษาดังแสดงใน Table 5

Table 4 Land utilization under watershed classification (WSC) policy in upper Yom watershed.

WSC		Land utilization under WSC policy	areas (sq.km.)	percentage of watershed
1A	1B and 2	Forest	543.56	47.05
	3	Mix orchards	283.94	24.58
	4	Mix upland crop	225.67	19.53
	5	Paddy field, wet land, community and facilities	102.05	8.83
		total	1,155.23	100.00

Table 5 Annual streamflow under WSC conditions in upper Yom watershed.

	Rainfall (mm)	streamflow (MCM)	
		measurement	estimation
annual	1,219.73	828.23	695.89

จาก Table 5 พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 828.23 ล้านลบ.ม. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ควรเป็นตามนโยบายการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 695.89 ล้านลบ.ม. ซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณน้ำท่ารายปีของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเดิม ทั้งนี้เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่วนใหญ่ได้ถูกกำหนดเป็นป่าสมบูรณ์ ส่งผลให้ค่า CN เพิ่มขึ้นเป็น 77 จึงมีศักยภาพในการเกิดน้ำท่าเพิ่มมากขึ้น

2. การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ควรเป็นตามระดับความลาดชัน

การศึกษาในครั้งนี้ได้กำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมตาม

ระดับความลาดชัน จึงได้กำหนดระดับความลาดชัน 0-2 ร้อยละ เป็นนาข้าว ระดับความลาดชัน 2-5 ร้อยละ เป็นพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ระดับความลาดชัน 5-15 ร้อยละ เป็นพืชไร่ผสม ระดับความลาดชัน 15-35 ร้อยละ เป็นไม้ผลผสม และระดับความลาดชันมากกว่า 35 ร้อยละ เป็นป่าสมบูรณ์ การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินดังแสดงใน Table 6

จาก Table 6 พบว่าการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ได้ถูกกำหนดเป็นไม้ผลผสม คิดเป็นพื้นที่ 455.48 ตร.กม. หรือร้อยละ 39.43 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเปลี่ยนเป็นนาข้าว คิดเป็นพื้นที่น้อยที่สุด คือ 119.66 ตร.กม. หรือร้อยละ 10.36 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ และเมื่อนำมาประเมินปริมาณน้ำท่ารายปี ได้ผลการศึกษาดังแสดงใน Table 7

Table 6 Land utilization under different slope level in upper Yom watershed.

slope (percentage)	Land utilization under slope condition	areas (sq.km.)	percentage of watershed areas
0 - 2	Paddy field	119.66	10.36
2 - 5	Community and infrastructure	130.56	11.30
5 - 15	Mix upper crop	317.07	27.45
15 - 35	Mix orchards	455.48	39.43
> 35	Forest	132.47	11.47
total		1,155.23	100.00

Table 7 Annual streamflow from land utilization under different slope level in upper Yom watershed.

	Rainfall amount (mm)	streamflow (MCM)	
		measurement	estimation
annual	1,219.73	828.23	559.13

จาก Table 7 พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 828.23 ล้านลบ.ม. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมตามระดับความลาดชัน

พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 559.13 ล้านลบ.ม. ซึ่งมีค่าน้อยกว่าปริมาณน้ำท่ารายปีของรูปแบบการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบเดิม ทั้งนี้

เนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ส่วนใหญ่ได้ถูกกำหนดเป็นไม้ผลผสมและมีพื้นที่ป่าไม้เหลือเพียง 11.47 ร้อยละของพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่งผลให้ค่า CN เหลือลดลงเป็น 69 จึงมีศักยภาพในการเกิดน้ำท่าน้อยลง

สรุป

จากการศึกษาการประยุกต์ใช้ข้อมูลและเทคนิคทางด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับวิธีการของแบบจำลอง SCS-CN เพื่อประเมินปริมาณน้ำท่า สามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้ ปริมาณน้ำท่ารายปีจากการตรวจวัดมีค่า 828.23 ล้าน ลบ.ม. และจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 625.71 ล้าน ลบ.ม. ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับน้ำฝนจากการตรวจวัด มีค่าเท่ากับ 0.6 จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า R^2 เท่ากับ 0.9701 ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ด้วยกราฟเส้นทแยงมุม 45 องศา (1:1 line) เท่ากับ 0.6783 ค่า CN เท่ากับ 73 ปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำหลากที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 916.22 ล้าน ลบ.ม. และจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 633.06 ล้าน ลบ.ม. ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับน้ำฝนจากการตรวจวัด มีค่าเท่ากับ 0.6169 จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า R^2 เท่ากับ 0.999 ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ด้วยกราฟเส้นทแยงมุม 45 องศา (1:1 line) เท่ากับ 0.6327 ปริมาณน้ำท่าช่วงน้ำแล้งที่ได้จากการตรวจวัดมีค่า 87.99 ล้าน ลบ.ม. และจากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 7.35 ล้าน ลบ.ม. เนื่องจากในแบบจำลองไม่มีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความชื้นในดินหรือปริมาณน้ำท่าในดินซึ่งเป็นปัจจัยที่หลักในการให้น้ำไหลในลำธาร ค่าที่ได้จึงแตกต่างกันมาก โดยมีค่า R^2 ของความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำท่ากับน้ำฝนจากการตรวจวัดไม่มีความสัมพันธ์ จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า R^2 เท่ากับ 0.5569 ค่า R^2 ของความสัมพันธ์ด้วยกราฟเส้นทแยงมุม 45 องศา (1:1 line) เท่ากับ 0.4331

คุณลักษณะทางอุทกวิทยา พบว่าจากข้อมูลการตรวจวัด มีเป็นร้อยละปริมาณน้ำท่า:ปริมาณน้ำฝนเท่ากับ 67.90 ร้อยละของปริมาณน้ำฝนรายปี และมีร้อยละช่วงน้ำหลาก: ช่วงน้ำแล้ง เท่ากับ 89: 11 สำหรับปริมาณน้ำท่าจากการคำนวณของแบบจำลองพบว่า มีร้อยละปริมาณน้ำท่า:ปริมาณน้ำฝน เท่ากับ 51.30 ร้อยละของปริมาณน้ำฝนรายปี และมีร้อยละช่วงน้ำหลาก: ช่วงน้ำแล้ง เท่ากับ 99: 1 ส่วนช่วงเวลาการไหลช่วงน้ำหลาก: ช่วงน้ำแล้ง ในพื้นที่ลุ่มน้ำยมตอนบนอยู่ในช่วง 7: 5 เดือน

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ควรเป็นตามนโยบายการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำพบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 695.89 ล้านลบ.ม. ค่า CN เท่ากับ 77 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินให้เหมาะสมตามระดับความลาดชัน พบว่าปริมาณน้ำท่าที่ได้จากการคำนวณของแบบจำลองมีค่า 559.13 ล้าน ลบ.ม. ค่า CN เท่ากับ 69

งานวิจัยนี้มีข้อเสนอแนะคือ 1) ข้อเสนอแนะเพื่อการจัดการลุ่มน้ำจากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ได้ข้อมูลทางลักษณะกายภาพ การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ชุดดิน ปริมาณน้ำท่า และปริมาณน้ำฝนของพื้นที่ลุ่มน้ำ ในรูปแบบราสเตอร์ ซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และนำไปวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อใช้สำหรับการวางแผนการจัดการลุ่มน้ำ ซึ่งได้แก่ การวางแผนการใช้ที่ดินให้เหมาะสมตามสมรรถนะของที่ดินและความเหมาะสมของที่ดิน รวมไปถึงมาตรการการอนุรักษ์ดินและน้ำสำหรับลุ่มน้ำที่ศึกษาและลุ่มน้ำที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน และยังใช้สำหรับการพิจารณาวางแผนโครงการก่อสร้างแหล่งกักเก็บน้ำเพื่อบรรเทาปัญหาอุทกภัยและภัยแล้ง และ 2) ข้อเสนอแนะจากการศึกษา การศึกษครั้งนี้ได้ใช้ค่าพารามิเตอร์ด้านดินและการใช้ประโยชน์ที่ดินซึ่งใช้สำหรับกำหนดค่า CN ร่วมกับค่าปริมาณน้ำฝน และสภาพความลาดชัน ในการประเมินปริมาณน้ำท่า จึง

ทำให้ค่าที่ประเมินได้แตกต่างจากค่าตรวจวัดจริง ซึ่งถ้ามีการเพิ่มพารามิเตอร์บางตัว เช่น ค่าความสามารถในการนำน้ำของดิน สัมประสิทธิ์ความขรุขระของดิน ปริมาณน้ำในดิน เป็นต้น อาจทำให้ค่าปริมาณน้ำท่าที่ประเมินได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ตรวจวัดจริง

REFERENCES

Kampree, N. 1996. **The Study on Basic Hydrological Design of Small Reservoir by SCS Model at North East of Thailand**. Master Thesis, Kasetsart University.

Mishra, S. K., R. P., Pandey, M. K., Jain and V. P., Singh. 2008. A rain duration and modified AMC-dependent SCS-CN procedure for long duration rainfall-runoff events. **WATER RESOUR MANAG.** 22 (7): 861-876.

Ramakrishnan, D., A., Bandyopadhyay and K. N., Kusuma. 2009. SCS-CN and GIS-based approach for identifying potential water harvesting sites in the Kali Watershed, Mahi River Basin, India. **J. Earth. Syst. Sci.** 118 (4): 355-368.

Saard, P. 2008. Determining of Soil Water Characteristic Curve Equation for Estimating Soil Moisture Change at Mae-Sa Watershed, Chiang Mai Province. **Thai J. For.** 27 (1): 28-42.

Taesombat, V. 1990. **Principle of Hydrology**. Physic center publication. Bangkok.

Thangtham, N. 1996. **Watershed Soil hydrology**. Faculty of Forestry, Kasetsart University. Bangkok.

คำแนะนำสำหรับผู้เขียนวารสารวิทยาศาสตร์

การส่งต้นฉบับ ต้นฉบับต้องไม่เคยลงตีพิมพ์และไม่ได้อยู่ระหว่างกระบวนการพิจารณาตีพิมพ์ในวารสารหรือสิ่งตีพิมพ์อื่นใด ผลงานจัดอยู่ในงานเขียนประเภทหนึ่ง ดังต่อไปนี้ (1) **นิพนธ์ต้นฉบับ (original article)** เป็นการเสนอผลงานวิจัยแบบสมบูรณ์ที่ผู้เขียนได้ดำเนินการวิจัยด้วยตนเอง (2) **short communications** เป็นงานวิจัยที่น่าสนใจหรือการค้นพบสิ่งใหม่แต่มีเนื้อหาสมบูรณ์น้อยกว่า และ (3) **บทความ (review article)** เป็นบทความทางวิชาการที่นำเสนอสาระซึ่งผ่านการวิเคราะห์หรือประมวลจากการตรวจเอกสาร ทั้งนี้เรื่องที่เป็นนิพนธ์ต้นฉบับ และ short communications จะได้รับพิจารณาให้ลงตีพิมพ์ก่อนเรื่องที่เป็นบทความ

การเตรียมต้นฉบับ

ต้นฉบับ

ต้นฉบับเขียนเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษก็ได้ ควรมีการตรวจทานการใช้ภาษาและคำสะกดต่างๆ อย่างถี่ถ้วนก่อนนำเสนอ ความยาวไม่เกิน 12 หน้า กระดาษ A4 (ไม่รวมหน้าแรก)

การพิมพ์

1. การพิมพ์ใช้ตัวอักษร Angsana New ขนาด 16 สำหรับภาษาไทย และ Time New Roman ขนาด 11 สำหรับภาษาอังกฤษ
2. หัวข้อหลัก เช่น คำนำ อุปกรณ์และวิธีการ ฯลฯ ใช้อักษรตัวหนาและจัดกึ่งกลางหน้า ถ้าเรื่องที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษ หัวข้อหลักใช้ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่ เช่น **ABSTRACT INTRODUCTION** เป็นต้น
3. หัวข้อย่อย ใช้อักษรตัวหนาและจัดชิดซ้าย
4. ใส่หมายเลขหน้าข้างขวาบน
5. ใส่หมายเลขบรรทัด (เริ่มแต่ละหน้าใหม่)

รายละเอียดของเนื้อหา

หน้าแรก (Title page) เป็นหน้าที่แยกออกจากเนื้อหาอื่นๆ ประกอบด้วย

1. **ชื่อเรื่อง** เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ให้ระบุชื่อเรื่องทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ควรกระชับและตรงกับเนื้อเรื่อง จัดให้อยู่กึ่งกลางหน้ากระดาษ
2. **ชื่อผู้เขียน** เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ใช้ชื่อเต็มทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ไม่ต้องระบุเพศศ ตำแหน่ง
3. **สถานที่ทำงานของผู้เขียน** ให้ระบุสถานที่ทำงานและที่อยู่ของผู้เขียนทุกท่านทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมระบุที่อยู่ติดต่อได้ของผู้เขียนหลัก (corresponding author) พร้อมเบอร์โทรศัพท์ โทรสาร และ e-mail address

เนื้อหา ประกอบด้วยหัวข้อหลัก ดังนี้

1. **บทคัดย่อ** สรุปสาระสำคัญของผลงานไว้โดยครบถ้วน และมีความยาวไม่เกิน 300 คำ เรื่องที่เขียนเป็นภาษาไทย ต้องมีบทคัดย่อเป็นภาษาอังกฤษ (**ABSTRACT**) ด้วย (ภาษาอังกฤษก่อนและตามด้วยภาษาไทย) ให้ระบุ Keywords จำนวนไม่เกิน 5 คำไว้ในตอนท้ายบทคัดย่อภาษาอังกฤษด้วย
2. **คำนำ (INTRODUCTION)** อธิบายความสำคัญของปัญหา การตรวจเอกสาร (literature review) เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเท่านั้น และวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ในกรณีงานวิจัยทางสังคมศาสตร์อาจเพิ่มเติมขอบเขตการวิจัย กรอบแนวคิดการวิจัย และสมมติฐานการวิจัย (ถ้ามี)

3. อุปกรณ์และวิธีการ (MATERIALS AND METHODS) เขียนให้รัดกุม ไม่พรรณนาวิธีการวิเคราะห์ ใช้วิธีการอ้างอิงชื่อหรือองค์กร เช่น ใช้ตามวิธีของ AOAC (1990)
4. ผลและวิจารณ์ (RESULTS AND DISCUSSION) ผลการทดลองและวิจารณ์ผลเขียนรวมกัน
5. สรุป (CONCLUSION) ให้ยกใจความสำคัญที่ได้จากการวิจัยรวมถึงการวิจารณ์ผลที่ได้จากการวิจัย
6. คำนิยม (ACKNOWLEDGEMENTS) (ถ้ามี) ไม่ควรเกิน 50 คำ
7. REFERENCES ต้องเขียนเป็นภาษาอังกฤษทั้งหมด โดยหลักเกณฑ์และรูปแบบการเขียนให้ยึดตามคู่มือวิทยานิพนธ์ สาขาวิทยาศาสตร์ ปีล่าสุดของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สามารถดาวน์โหลดได้ที่ www.grad.ku.ac.th/thesis/template_ss.php ก่อนส่งต้นฉบับควรตรวจทาน REFERENCES ในเนื้อหาและในท้ายบทพร้อมกัน และถูกต้องตามหลักเกณฑ์ระบุไว้ในคู่มือดังกล่าว
 - 7.1 การอ้างอิง (citation) ในเนื้อหาใช้ระบบ name-and-year system
 - 7.2 การเรียงลำดับ REFERENCES ต้องเรียงตามลำดับตัวอักษรของผู้เขียน เอกสารทั้งหมดที่ถูกอ้างอิงในเนื้อหาต้องปรากฏในรายการ REFERENCES ท้ายบทความด้วย
 - 7.3 การเขียน REFERENCES ชื่อผู้เขียนให้เขียนนามสกุลก่อนและตามด้วยชื่ออื่นๆ ซึ่งย่อเฉพาะอักษรตัวแรก
 - 7.4 ตัวอย่างการเขียน REFERENCES ที่เป็นภาษาอังกฤษ

หนังสือ และตำรา

Kramer, P. J. and T. T. Kozlowski. 1979. **Physiology of Woody Plants**. Academic Press, Inc., New York.

วารสาร

Kongsom, C. and I. A. Munn. 2003. Optimum rotation of *Eucalyptus camaldulensis* plantations in Thailand based on financial return and risk. **Thai J. For.** 22 (1): 29-35.

รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ

Nikles, D. G. 1993. Breeding methods for production of interspecific hybrids in clonal selection and mass propagation programmes in the tropics and subtropics, pp. 218-252. In J. Davidson, ed. **Regional Symposium on Recent Advances in Mass Clonal Multiplication of Forest Trees for Plantation Programmes**. December 1-8, 1992. FAO/UN, Bogor.

ข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์

Sillery, B. 1998. Urban rain forest: An African jungle come to life on New York's west side. **Popular Sci.** Available source: <http://www.epnet.com/hosttrial/ligin.htm>, March 27, 1998.

- 7.5 ตัวอย่างการเขียน REFERENCES ที่เป็น ภาษาไทย แล้วนำมาแปลเป็น ภาษาอังกฤษ

หนังสือ และตำรา

ตัวอย่างภาษาไทย

ชรินทร์ สมานธิ. 2528. การวิเคราะห์ผลผลิตขั้นปฐมภูมิสุทธิของไม้เสม็ดขาวในป่าพรุ จังหวัดนราธิวาส. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ตัวอย่างการแปลเป็นภาษาอังกฤษ

Samati, C. 1985. **Analysis of Net Primary Production of *Melaleuca leucadendron* Linn. in Swamp Forest, Narathiwat Province.** M.S. Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

วารสาร

ตัวอย่างภาษาไทย

จิระศักดิ์ ชูความดี, อภิรักษ์ อนันต์ศิริวัฒน์, วิจารย์ มีผล, จิระ จิตตานุกุล และ สนใจ หะวานนท์. 2542. การศึกษาการกระจายของป่าพรุในประเทศไทย. **วารสารวิชาการป่าไม้** 1 (1): 23-32.

ตัวอย่างการแปลเป็นภาษาอังกฤษ

Chukwamdee, J., A., Anansiriwat, W. Meepol, J. Jintanugool and S. Havanon. 1999. Study on distribution of swamp forests in Thailand. **Journal of Thai Forestry Research** 1 (1): 23-32. (in Thai)

รายงานการประชุมสัมมนาทางวิชาการ

ตัวอย่างภาษาไทย

ธนิตย์ หนูยิ้ม. 2544. การปลูกไม้เสม็ดขาวเพื่อพัฒนาเป็นสวนป่าเศรษฐกิจ, น. 167-175. ใน **รายงานการประชุมทางวนวัฒนวิทยากรรที่ 7: วนวัฒนวิทยาเพื่อพัฒนาสวนป่าเศรษฐกิจ**. 12-14 ธันวาคม 2545. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ตัวอย่างการแปลเป็นภาษาอังกฤษ

Nuyim, T. 2001. Potentiality of *Melaleuca cajuputi* Powell cultivation to develop for economic plantation purpose. pp. 167-175. In **Proceedings of the 7th of silvicultural seminar: Silviculture for Commercial Plantations**. 12 – 14 December, 2001. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)

8. ภาพ (Figure) และตาราง (Table) ต้องมีเนื้อหาและคำอธิบายเป็นภาษาอังกฤษ ไม่ควรมีมากนัก ให้แสดงเฉพาะข้อมูลที่สำคัญและจำเป็น และขอให้แยกไฟล์ภาพและตารางออกจากเนื้อหา ในกรณีภาพที่เป็นกราฟหรือภาพถ่ายขอให้ส่งต้นฉบับตัวจริงมาด้วย

การแจ้งงานผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

ผู้เขียนต้องแจ้งงานถึงความต้องการให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาบทความจำนวน 3 ท่าน โดยลงรายละเอียดในรูปแบบเสนอต้นฉบับ

ข้อเสนอแนะในการใช้ภาษา

1. ใช้คำศัพท์ตามพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถานและประกาศของราชบัณฑิตยสถาน
2. การใช้ศัพท์บัญญัติทางวิชาการ ควรใช้ควบคู่กับศัพท์ภาษาอังกฤษ ในครั้งแรกที่ปรากฏในเอกสาร
3. การเขียนชื่อเฉพาะหรือคำแปลจากภาษาต่างประเทศ ควรพิมพ์ภาษาเดิมของชื่อนั้นๆ ไว้ในวงเล็บ ในครั้งแรกที่ปรากฏในเอกสาร
4. ไม่ควรใช้ภาษาต่างประเทศในกรณีที่มีภาษาไทยอยู่แล้ว
5. รักษาความสม่ำเสมอในการใช้คำศัพท์และตัวย่อ โดยตลอดทั้งบทความ

กระบวนการพิจารณาบทความ

การพิจารณากลั่นกรองบทความ (peer review) ทุกบทความจะได้รับการกลั่นกรองเบื้องต้นจากกองบรรณาธิการ เพื่อพิจารณาถึงความสำคัญของบทความ ความเหมาะสมต่อวารสารวนศาสตร์ รวมถึงคุณภาพของเนื้อหาทางด้านวิทยาศาสตร์และข้อมูลที่น่าเสนอ บทความที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานจะถูกปฏิเสธ (reject) โดยไม่จำเป็นต้องส่งพิจารณาตรวจทาน ส่วนบทความที่ผ่านเกณฑ์เบื้องต้นจะถูกส่งให้ผู้ทรงคุณวุฒิ (referee) ในแต่ละสาขาทำการพิจารณากลั่นกรอง (Peer review) โดยชื่อของผู้ประพันธ์และผู้ทรงคุณวุฒิจะถูกปิดเป็นความลับ ข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิจะได้รับการทบทวนจากกองบรรณาธิการ และส่งต่อไปยังผู้ประพันธ์เพื่อดำเนินการเปลี่ยนแปลงบทความตามคำแนะนำดังกล่าวและส่งผลงานที่ปรับแก้ไขแล้วมายังกองบรรณาธิการเพื่อการตัดสินใจขั้นสุดท้ายสำหรับการยอมรับ (accept) หรือปฏิเสธ (reject) บทความ ปกติการพิจารณาทบทวนบทความใช้เวลาประมาณ 3 เดือน นับจากวันที่ส่งบทความ หากเกินกว่ากำหนดนี้ผู้ประพันธ์สามารถสอบถามมายังกองบรรณาธิการเพื่อรับทราบความเหตุผลได้

บทความที่ถูกปฏิเสธ (rejected manuscripts) ทางกองบรรณาธิการจะส่งคืนเอกสารทั้งหมดรวมถึงข้อคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิให้กับผู้ประพันธ์ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงและส่งผลงานไปตีพิมพ์วารสารอื่น ๆ ที่มีความเหมาะสม

บทความที่ได้รับการยอมรับ (accepted manuscripts) ทางกองบรรณาธิการจะส่งร่างบทความสำหรับตีพิมพ์ให้กับผู้ประพันธ์เพื่อพิสูจน์ความถูกต้อง (corrected proof) จากนั้นผู้ประพันธ์จะได้รับการแจ้งกำหนดเวลาการตีพิมพ์บทความนั้น

การส่งต้นฉบับ

ผู้เสนอจัดส่งต้นฉบับ (manuscript) 4 ชุด และแบบเสนอต้นฉบับ (submission form) 1 ชุด พร้อมส่งไฟล์ต้นฉบับ โดยบันทึกข้อมูลลงแผ่น (diskette/CD) ในรูป Microsoft Office Word 2003/2007/XP File สามารถดาวน์โหลดแบบฟอร์มได้ที่ [http:// www.tj.forest.ku.ac.th](http://www.tj.forest.ku.ac.th) ส่งมาที่ กองบรรณาธิการวารสารวนศาสตร์ ศูนย์วิจัยป่าไม้ ชั้น 5 อาคารวนศาสตร์ 72 ปิยะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จตุจักร กรุงเทพฯ 10900 หรือที่ ตู้ปณ.1018 ปณฝ. เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10903

- หมายเหตุ
1. เอกสารที่มีการเตรียมต้นฉบับ ไม่ถูกต้องตามข้อแนะนำจะ ไม่ได้รับการพิจารณา
 2. ทางวารสารฯ ขอสงวนสิทธิ์ที่จะ ไม่คืนเอกสารข้างต้น ให้ผู้เขียน ไม่ว่ากรณีใดๆ



**รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาคณะ
วารสารวิทยาศาสตร์ คณะวนศาสตร์ ปีที่ 35 (ฉบับที่ 1-3) ประจำปี 2559**

1. ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกมหาวิทยาลัย

ชื่อ	หน่วยงาน	สังกัด
ศ.ดร.นิพนธ์ ตั้งจจรรณ		นักวิชาการอิสระ
ศ.ดร.อภิชาติ ภัทรธรรม		นักวิชาการอิสระ
ศ.ดร.พงษ์ศักดิ์ สหุณาฬ		นักวิชาการอิสระ
ศ.ดร.จงจิตร หิรัญลาภ	คณะวิศวกรรมศาสตร์	มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี
รศ.ดร.สันต์ เกตุปราณีต		นักวิชาการอิสระ
รศ.ดร.อุทิศ ภูอินทร์		นักวิชาการอิสระ
รศ.ดร.จำลอง โพธิ์บุญ		สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ (นิด้า)
รศ.ดร.เกรียงศักดิ์ ศรีเงินยวง	คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และออกแบบสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยแม่โจ้
รศ.ดร.ดุสิต เวชกิจ	สาขาวิชาการเกษตรศาสตร์และสหกรณ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร.รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์	คณะวิทยาศาสตร์	มหาวิทยาลัยมหิดล
รศ.ดร.สุวิทย์ อ่องสมหวัง	สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาการรับรู้ทางไกล	มหาวิทยาลัยสุรนารี
รศ.ดร.รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์	คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติ	มหาวิทยาลัยมหิดล
ผศ.ดร.บุญวงศ์ ไทยอุดคำห์		นักวิชาการอิสระ
ผศ.ดร.ธนากร ลัทธธีระสุวรรณ	สาขาเกษตรป่าไม้	มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่เฉลิมพระเกียรติ
ผศ.ดร.พิสิษฐ์ พูลประเสริฐ	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผศ.ดร.เชิดศักดิ์ ทัพใหญ่	คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ผศ.ดร.โสภณ บุญวิเศษ	ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์	มหาวิทยาลัยรามคำแหง
ผศ.อำไพ เปี่ยมอรุณ		นักวิชาการอิสระ
ดร.วิยะวัฒน์ ใจตรง	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ (อพวช.)	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เทคโนโลยี
ดร.ยอดชาย ช่วยเงิน	ภาควิชาชีววิทยา คณะวนศาสตร์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ดร.แหลมไทย อาษานอก	สาขาวิชาเกษตรป่าไม้	มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่เฉลิมพระเกียรติ
ดร.สาธิต ขจรพิสิฐศักดิ์	คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาชีววิทยา	มหาวิทยาลัยบูรพา
ดร.วิษณุภาส สังพาสี	สาขาพืชไร่ คณะผลิตกรรมการเกษตร	มหาวิทยาลัยแม่โจ้

ชื่อ	หน่วยงาน	สังกัด
ดร.ณัฐธรริณุ เดชะศิริพงษ์ ดร.สิทธิศักดิ์ หมุกคำหล้า		สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดสุพรรณบุรี สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและ ภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยบูรพา กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรมป่าไม้
ดร.นาวิ หนูอนันต์ ดร.สาธิตินิ ขจรพิสิฐศักดิ์ ดร.วรคตต์ แจ่มจำรูญ ดร.ธีรรัตน์ แซ่มชัยพร ดร.บุญธิดา ม่วงศรีเมือง ดร.อำไพ พรลีแสงสุวรรณ์	คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สำนักงานหอพรรณไม้ สาขาวิชาชีววิทยา วิทยาลัยโพธิวิชชาลัย กลุ่มงานวนวัฒนวิจัย สำนักวิจัย และพัฒนาการป่าไม้	WWF ประเทศไทย นักวิชาการอิสระ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช
ดร.รุ่งนภา พูลจำปา ดร.วันชัย วิจารณ์นท์ ดร.พงษ์ศักดิ์ วิทยาสฤติกุล	ส่วนวิจัยต้นน้ำ สำนักอนุรักษ์ และจัดการต้นน้ำ	
ดร.อรอนงค์ เขียบแหลม นายภานุมาศ จันทร์สุวรรณ	สำนักวิชาการจัดการ องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ แห่งชาติ (อพวช.)	มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เทคโนโลยี เทคโนธานี กรมป่าไม้
นายธิตติ วิสารัตน์ นายวรรณธรรม อุ่นจิตติชัย นายวิฑูรย์ เหลืองวิริยะแสง นายสุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ นางวาทีนิ คุ้มเจริญ นายวินัย สมประสงค์	สำนักวิจัย และพัฒนาการป่าไม้ สำนักวิจัย และพัฒนาการป่าไม้ สำนักวิจัย และพัฒนาการป่าไม้ สำนักวิจัย และพัฒนาการป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กลุ่มงานวิจัยพฤกษศาสตร์ และพิพิธภัณฑ์พืช	กรมป่าไม้ กรมป่าไม้ กรมป่าไม้ กรมป่าไม้ กรมป่าไม้ กรมวิชาการเกษตร

2. ผู้ทรงคุณวุฒิภายในมหาวิทยาลัย

ชื่อ	หน่วยงาน	สังกัด
รศ.ดร.วิรัช พุทรวงศ์ รศ.ดร.สันติ สุขสอาด ผศ.ดร.สาพิศ คิลกสัมพันธ์ ผศ.ดร.ดวงใจ สุขเฉลิม ผศ.ดร.สมชัย อนุสุนธิ์พรเพิ่ม ผศ.ดร.ฉัตรชัย เงินแสงสรวย	คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณะวนศาสตร์ คณะวนศาสตร์ คณะวนศาสตร์ คณะเกษตร คณะวิทยาศาสตร์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (กำแพงแสน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ใบสมัคร สมาชิกวารสารวิทยาศาสตร์

วารสารวิทยาศาสตร์ เป็นเอกสารทางวิชาการของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มีกำหนดออก
ปีละ 3 ครั้ง ในเดือนเมษายน, สิงหาคม และเดือนธันวาคม ค่าสมัครเป็นสมาชิกปีละ 200 บาท (รวมค่าส่งภายใน
ประเทศ)



กรุณากรอกข้อความลงในแบบฟอร์มนี้

ชื่อ-สกุล

ที่อยู่

รหัสไปรษณีย์

อัตราค่าสมาชิก “วารสารวิทยาศาสตร์”

- ☐ อัตราค่าสมาชิกวารสารราย 2 ปี จำนวนเงิน 400 บาท (6 ฉบับ)
- ☐ อัตราค่าสมาชิกวารสารราย 3 ปี จำนวนเงิน 600 บาท (9 ฉบับ)
- ☐ อัตราค่าสมาชิกวารสารราย 5 ปี จำนวนเงิน 1,000 บาท (15 ฉบับ)

การส่งเงินค่าสมัครสมาชิก

1. เงินสด (กรณีสมัครด้วยตัวเอง)
2. โอนเงินธนาคารทหารไทย จำกัด (มหาชน) สาขามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ชื่อบัญชี: ศูนย์วิจัยป่าไม้ (FRC) คณะวิทยาศาสตร์ มก. บัญชีเงินฝากออมทรัพย์ เลขที่บัญชี 069-2-50360-0
(พร้อมแฟกซ์สำเนาใบโอนเงินพร้อมใบสมัครสมาชิกมาที่ งานวารสาร โทรสาร 02-579-1977
หรือ 02-942-8899)
3. ส่งจ่ายธนาคาดี หัวหน้ากองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์
ตู้ ปณ. 1018 ปณ.ฝ.เกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10903

สอบถามรายละเอียดการสมัครเพิ่มเติมได้ที่

ศูนย์วิจัยป่าไม้ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
50 ถนนงามวงศ์วาน ลาดยาว จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ 0-2561-4761, 0-2942-8899

ลงชื่อ.....ผู้สมัคร
(.....)
...../...../.....