



ปัจจัยแวดล้อม ที่มีผลต่ออัตราการตายของกระโถนพระฤาษี (*Sapria himalayana* Griff.)

Environmental factors affecting mortality rate of *Sapria himalayana* Griff.

ณัชชา ไชยสูง¹ บุญสม บุขบรรณ¹ อัมพร ปานมงคล² เมธี วงศ์หนัก³ ประทีป ปัญญาดี¹ และอังคณา อินตา^{1*}

¹ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ 50200

²อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ-ปุย จ.เชียงใหม่ 50200

³สวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ จ.เชียงใหม่ 50180

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

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่ออัตราการตายของกระโถนพระฤาษี (*Sapria himalayana* Griff.) บริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ (ห้วยผีหลอก) อ.แมริม จ.เชียงใหม่ อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย (ดอยสุเทพ) และพื้นที่สงวนชีวมณฑลแม่สา – ห้วยคอกม้า (ห้วยคอกม้า) อ.เมือง จ.เชียงใหม่ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2558 ถึง เดือนกรกฎาคม 2559 โดยวางแปลงตัวอย่างขนาด 100 x 100 ตารางเมตร ในแต่ละพื้นที่ รวมทั้งหมด 3 แปลง แล้วสุ่มพืชให้อาศัยภายในแปลงจำนวน 5 ต้น จากนั้นวางแปลงขนาด 5 x 5 ตารางเมตร ให้ครอบคลุมพืชให้อาศัยแต่ละต้น เก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อมทั้งหมด 10 ปัจจัย และข้อมูลประชากรกระโถนพระฤาษี ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 1 ปี พบอัตราการตายสูงสุด บริเวณห้วยคอกม้า ในเดือนมีนาคม บริเวณดอยสุเทพ และบริเวณห้วยผีหลอกในเดือนธันวาคม ร้อยละ 74, 80 และ 75 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบหลายตัวแปร (Principal component analysis, PCA) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการตายของทั้งสามบริเวณ พบว่าทั้งสามบริเวณมีความสัมพันธ์เชิงลบกับอุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ และปริมาณแสงภายในแปลงตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิที่ลดต่ำลงส่งผลให้อัตราการตายของกระโถนพระฤาษีเพิ่มสูงขึ้น

ABSTRACT

The study of environmental factors affecting mortality rate of *Sapria himalayana* Griff. in Queen Sirikit Botanic Garden (Huai Phihlok), Mae Rim district, Chiangmai, Doi Suthep-Pui National Park (Doi Suthep) and Huai Khok Ma (Huai Khok Ma), Muang, Chiangmai were conducted between August 2015 – July 2016. Three plots of 100 x 100 square meters were located for data collections. Then, random five host plants in each plots of 5 x 5 square meters were randomly sampled to collect ten environment factors. *S. himalayana* Griff. population were measured every two weeks all year round. The results showed that the highest mortality rate found in March at Huai Khok Ma and December at Doi Suthep and Huai Phi Hlok as 74% , 80% and 75% , respectively. Furthermore, the result of principal component analysis (PCA) indicated that the *S. himalayana* Griff. population of three sites had the negative correlation with the soil temperature, air temperature and light intensity inside the

plots. The result shows that the temperature affects the mortality rate. On account of the increased mortality rate, the temperature was decreased.

คำสำคัญ: การวิเคราะห์ PCA Holoparasitic อุทยานแห่งชาติดอยสุเทพ – ปุย

Keywords: PCA analysis, Holoparasitic, Doi Suthep Pui National Park

บทนำ

ปัจจุบัน กระจงโหนดพระฤาษี (*Sapria himalayana* Griff.) พืชเบียนในวงศ์ Rafflesiaceae กำลังเผชิญภาวะวิกฤตเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์โดยองค์การระหว่างประเทศเพื่อการสงวนทรัพยากรธรรมชาติ (IUCN) ได้จัดกระจงโหนดพระฤาษีอยู่ในระดับใกล้สูญพันธุ์จากที่อยู่ตามธรรมชาติ (endangered species) โดยบันทึกใน The IUCN Red Data Book รวมทั้งยังถูกบันทึกในบัญชีแดงของประเทศไทย (Thailand red data :plants) ว่าด้วยเรื่องการใกล้สูญพันธุ์เช่นกัน (IUCN, 2001) ทั้งนี้เนื่องจากกระจงโหนดพระฤาษีเป็นพืชเบียน (parasitic plant) ที่ไม่มีโครงสร้างในการสังเคราะห์แสง และไม่สามารถสร้างอาหารเองได้ (holoparasitic plant) ใช้เพียงโครงสร้างที่เรียกว่า รากเบียน (haustorial roots) เบียดกับรากของพืชให้อาศัย (host) ที่ไม่เป็นเนื้อเยื่อแข็ง (liana) สกุล *Tetrastigma* วงศ์ Vitaceae ในการดูดน้ำ แร่ธาตุและอาหารในการดำรงชีวิต (Elliott, 1992; Nais, 2001) นอกจากนี้ยังพบว่ามีเพียงแมลงวันเพศเมียชนิด *Lucilia porphyria* ที่อยู่ในวงศ์ Calliphoridae เท่านั้นที่สามารถเข้าผสมเกสรของกระจงโหนดพระฤาษีได้โดยพบการเข้าผสมเกสรสูงสุดในช่วงเดือน พฤศจิกายน ถึง เมษายน ซึ่งเป็นช่วงฤดูหนาวถึงฤดูร้อน (Banziger, 2004)

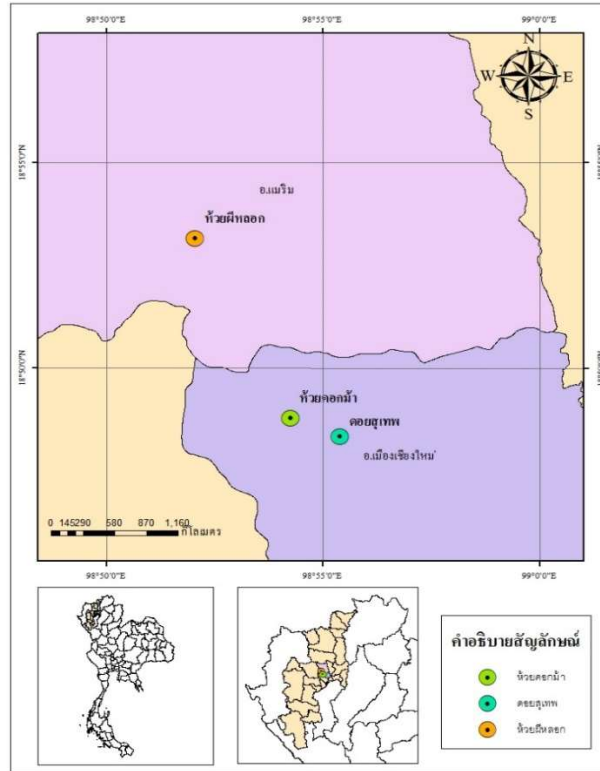
อย่างไรก็ตามจากการศึกษาเกี่ยวกับอัตราการตายของกระจงโหนดพระฤาษีในประเทศไทย พบว่าร้อยละ 40 ตายก่อนที่จะเจริญเป็นดอกบาน โดยพบอัตราการตายสูงสุดในช่วงเดือน ตุลาคม ถึง พฤศจิกายน (Elliott, 1992) ต่อมาได้มีการศึกษาอัตราการตายของกระจงโหนดพระฤาษีในพื้นที่ดอยสุเทพเพิ่มเติมพบอัตราการตายสูงสุด ร้อยละ 50 – 60 ในระยะที่กระจงโหนดพระฤาษีพัฒนาจากตาดอกเป็นดอก ช่วงเดือนพฤศจิกายน (ณัชชา, 2556) โดยกระจงโหนดพระฤาษี ดำ และฝ่อไปโดยไม่ทราบสาเหตุการตาย ทั้งนี้เพราะค่อนข้างมีข้อจำกัดในการเจริญเติบโต ต้องอาศัยโครงสร้างที่ชื่อว่า haustorium root ในการดูดน้ำและแร่

ธาตุจากพืชให้อาศัย (Kuijt, 1969) โดยการสร้างโครงสร้างนี้จากโปรโตคอร์มของกระจงโหนดพระฤาษีในระยะแรกนั้นค่อนข้างจำกัดเนื่องจากพืชให้อาศัยจะป้องกันตัวเองโดยการสร้างเมือกเป็นชั้นที่เรียกว่า phellogen-like layer ป้องกัน haustorium root ทำให้กระจงโหนดพระฤาษีตายก่อนที่จะพัฒนาเป็นระยะถัดไป เช่นเดียวกับพืชในสกุล *Rafflesia* และ *Rhizanthus* (Nikolov et al., 2013) อีกทั้งกระจงโหนดพระฤาษีมีอายุการเจริญเติบโตเพียงปีเดียว ดังนั้นเมื่อดอกบานจะเหี่ยวและตาย จากการสิ้นอายุขัยโดยธรรมชาติ การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่ออัตราการตายของกระจงโหนดพระฤาษี นอกเหนือจากการสิ้นอายุขัยตามธรรมชาติ

วิธีการดำเนินงานวิจัย

พื้นที่ศึกษา

เลือกพื้นที่การศึกษาโดยสำรวจประชากรกระจงโหนดพระฤาษีทั้งหมด 3 พื้นที่ คือ 1. ห้วยผีหลอก อ.แมริม จ.เชียงใหม่ พิกัด 18°53'09.6"N 98°52'02.8"E ระดับความสูง 1,300 – 1,400 เมตร จากระดับน้ำทะเล 2. ดอยสุเทพ-ปุย อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ พิกัด 18°48'20.5"N 98°55'23.7"E ระดับความสูง 900 – 1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล และ 3) ห้วยคอกม้า อ.เมืองเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่ พิกัด 18°48'47.2"N 98°54'14.8"E ระดับความสูง 900 – 1,000 เมตร จากระดับน้ำทะเล (รูปที่ 1) วางแปลงสำรวจ แบบแปลงตัวอย่างถาวร (permanent sample plot) เพื่อเก็บข้อมูลระยะยาว (ดอกรัก, 2542) ขนาด 100 x 100 ตารางเมตร สุ่มพืชให้อาศัยภายในแปลงจำนวน 5 ต้น จากนั้นวางแปลง ขนาด 5 x 5 ตารางเมตร ให้ครอบคลุมพืชให้อาศัยโดยให้โคนพืชให้อาศัยเป็นจุดศูนย์กลาง (Ellenberg and Mueller-Dombois, 1974) จำนวน 5 แปลงต่อพื้นที่ รวมทั้งสิ้น 15 แปลง ต่อสามพื้นที่ ระหว่างเดือนสิงหาคม 2558 ถึงเดือนกรกฎาคม 2559



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษาปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อการตายของกระโถนพระฤๅษี 3 พื้นที่ ในจังหวัดเชียงใหม่

การเก็บ และบันทึกข้อมูล

1. เก็บข้อมูลปัจจัยแวดล้อมภายในแปลง และนอกแปลง ที่มีระยะห่างจากขอบแปลง 10 เมตร เก็บข้อมูลทุก 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 1 ปี โดยบันทึก ความเข้มแสง (light intensity) ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) ความทึบของชั้นเรือนยอด (canopy cover) ความลึกของกองใบไม้ที่ทับถม (litter depth) ค่า pH ในดิน (soil pH) ปริมาณน้ำฝน (rain-fall) อุณหภูมิดิน (soil temperature) และอุณหภูมิอากาศ (air-temperature)

2. เก็บข้อมูลจำนวนประชากรกระโถนพระฤๅษีในแต่ละแปลง ทุกๆ 2 สัปดาห์ เป็นระยะเวลา 1 ปี โดยชูดรากพืชให้อาศัยเพื่อวัดขนาดของดอกที่ติดกับรากพืชให้อาศัย และวัดขนาดของดอกโดยใช้เวอร์เนีย (Vernier caliper) โดยวัดเส้นผ่านศูนย์กลางด้านที่กว้างที่สุดของดอก (Elliott, 1992) พร้อมทั้งบันทึกตำแหน่งของดอก โดยกำหนดให้ประชากรของกระโถนพระฤๅษี 1 ดอก คือ 1 ต้น แล้วนำข้อมูลมาศึกษาชีพลักษณะ (phenology) และวิเคราะห์อัตราการตาย (mortality rate) ดังนี้

$$\text{อัตราการตาย} = \frac{\text{จำนวนดอกที่ตายในแต่ละสัปดาห์}}{\text{จำนวนดอกเริ่มต้นทั้งหมดในแต่ละสัปดาห์}} \times 100$$

3. วิเคราะห์ข้อมูล หาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแวดล้อมและอัตราการตายของประชากรกระโถนพระฤๅษี โดยใช้โปรแกรม SPSS รุ่น 17.0 ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลายตัวแปร (principal component analysis) (Fabrigar, 1999; Linting and Kooij 2012; มุกดา, 2547) เนื่องจากปัจจัยแวดล้อมทั้งหมด 10 ปัจจัย เป็นข้อมูลตัวเลขในกลุ่มมาตราวัดระดับช่วง (Interval scale) และมาตราวัดระดับอัตราส่วน (ratio scale) (Linting and Kooij, 2012) และ ใช้โปรแกรม

SPSS รุ่น 17.0 ในการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) โดยผลการวิเคราะห์ที่ได้จะถูกนำเสนอผ่านค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) ระหว่าง สองตัวแปรที่ค่าอยู่ระหว่าง $-1.00 \leq r \leq 1.00$ กล่าวคือหากค่าเข้าใกล้ -1 หรือ 1 แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันสูงมาก และเมื่อค่าเข้าใกล้ศูนย์ แสดงว่าตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันต่ำ (Fowler and Phil, 1998)

ผลการวิจัย

1. จากการศึกษาปัจจัยแวดล้อมทั้งสามบริเวณ คือ ห้วยผีหลอก ดอยสุเทพ และห้วยคอกม้าสภาพป่าที่พบเป็นป่าดิบเขาต่ำ ชั้นเรือนยอดค่อนข้างทึบมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 45 – 66 ดินที่สำรวจพบชั้นบนมีสีดำ ลักษณะเป็นดินร่วนปนทราย มีอินทรีย์วัตถุ และธาตุโพแทสเซียมสูง พบความหนาของกองใบไม้ที่ทับถม 3 – 4 เซนติเมตร ดินชั้นล่างเป็นดินร่วนปนดินเหนียว มีอินทรีย์วัตถุต่ำ ค่า pH ของดินอยู่ระหว่าง 5 – 5.5 อุณหภูมิดินเฉลี่ยตลอดทั้งปี 20 – 21 องศาเซลเซียส อุณหภูมิอากาศเฉลี่ย 21 – 22 องศาเซลเซียส ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย 2 – 5 มิลลิเมตร ตลอดทั้งปี โดยในฤดูฝนมีปริมาณน้ำฝนอยู่ระหว่าง 15 – 30 มิลลิเมตร ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยร้อยละ 74 ความเข้มแสงในแปลงตัวอย่าง 336 – 440 ลักซ์ (ตารางที่ 1) พบพืชในสกุล *Tetrastigma* ที่เป็น-พืชให้อาศัยจำนวน 1 ชนิด คือ *Tetrastigma planicaule* (Hook. f.) Gagnep. โดยพืชในสกุลนี้เป็นไม้เลื้อยมีเนื้อไม้ รูปร่างแบนขนาด 15 – 40 เซนติเมตร ใบรูปฝ่ามือ มีใบย่อย 3- 5 ใบ ดอกพบเฉพาะ-ดอกเพศเมีย

ช่อดอกเป็นช่อประกอบแบบซี่ร่มบานในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมีนาคม ผลอ่อนมีสีเขียว และเปลี่ยนเป็นสีเหลืองเมื่อแก่

2. จากการศึกษาชีพลัักษณ์ของกระโถนพระฤาษี พบระยะการเจริญเติบโต ทั้งหมด 4 ระยะ โดยในแต่ละระยะมีลักษณะดังนี้ ระยะที่ 1 พบรากของพืชให้อาศัย มีลักษณะพองเป็นตุ่มสีดำขนาดเล็กขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2–1.0 เซนติเมตร ระยะที่ 2 ตาดอกจะขยายใหญ่ขึ้นแล้วต้นรากพืชให้อาศัย โผล่ขึ้นมาเหนือรากพืชให้อาศัย จากนั้นใบประดับสีดำหลุดออก และสังเกตเห็นกลีบรวมของดอกสีชมพู จำนวน 10 กลีบ เรียงเป็น 2 ชั้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 1.0–2.5 เซนติเมตร ระยะที่ 3 สีของดอกเปลี่ยนจากสีชมพูเป็นสีแดงเลือดหมู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2.5–7.0 เซนติเมตร และระยะที่ 4 ดอกบาน เส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 7.0–12.0 เซนติเมตร โดยกระโถนพระฤาษีจะเริ่มเจริญจากตาดอกในช่วงเดือนกรกฎาคม และพัฒนาเป็นดอกบานในช่วงเดือนมกราคม ถึง มีนาคม (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 ข้อมูลประกอบพฤติกรรมเบื้องต้นของกระโถนพระฤาษี

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบปัจจัยแวดล้อมของบริเวณห้วยผีหลอก ดอยสุเทพ และห้วยคอกม้า รวมทั้งหมด 15 แปลง

ปัจจัยแวดล้อม	เครื่องมือ และวิธีที่ใช้	ห้วยผีหลอก	ดอยสุเทพ	ห้วยคอกม้า
พิกัด	GPS	18°53'09.6"N 98°52'02.8"E	18°48'20.5"N 98°55'23.7"E	18°48'47.2"N 98°54'14.8"E
ความสูงจากระดับน้ำทะเล (m.a.s.l.)	GPS	1,300 – 1,400	900 – 1,000	900 – 1,000
อุณหภูมิอากาศ (°C) (ค่าเฉลี่ย)	Homo hygrometer with in/out temperature display	22 ^a	21 ^a	21 ^a
ความชื้นของชั้นเรือนยอด (%) (ค่าเฉลี่ย)	Densimeter	45 ^a	45 ^a	66 ^b
ความเข้มแสงในแปลงตัวอย่าง (lux) (ค่าเฉลี่ย)	Digital Light Intensity Meter	440 ^a	336 ^a	376 ^a
ความเข้มแสงนอกแปลงตัวอย่าง (lux) (ค่าเฉลี่ย)	Digital Light Intensity Meter	3,257 ^a	2,598 ^b	1,535 ^c
ความหนาของชั้นใบไม้ที่ทับถม (cm.=) (ค่าเฉลี่ย)	Protocol	4.0 ^a	3.0 ^a	4.0 ^a
ปริมาณน้ำฝน (mm.) (ค่าเฉลี่ย)	Protocol	2.0 ^a	3.0 ^a	5.0 ^a
ปริมาณความชื้นสัมพัทธ์ (%) (ค่าเฉลี่ย)	Homo hygrometer with in/out temperature display	74 ^a	74 ^a	74 ^a
ค่า pH ในดิน (ฐานนิยม)	Digital pH meter	5.5	5.5	5
อุณหภูมิของดิน (°C) (ค่าเฉลี่ย)	Digital thermometer with alarm	21 ^a	20 ^a	20 ^a
ความหนาแน่นของพืชในพื้นที่สำรวจ (individual m ⁻²) (ค่าเฉลี่ย)	Protocol	1 ^a	3 ^a	6 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษ แสดงความแตกต่างของข้อมูลในแถวอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. ข้อมูลจำนวนประชากรของกระโถนพระฤาษีในแต่ละแปลง พบค่าเฉลี่ยความหนาแน่นประชากรของดอกมากที่สุดคือ บริเวณห้วยคอกม้า 6 ดอกต่อตารางเมตร รองลงมาคือ ดอยสุเทพ 3 ดอกต่อตารางเมตร และห้วยผีหลอก 1 ดอกต่อตารางเมตร (ตารางที่ 2)

เมื่อศึกษาอัตราการตายของกระโถนพระฤาษีทั้ง 3 บริเวณพบว่า อัตราการตายสูงสุด บริเวณห้วยคอกม้า ในเดือนมีนาคม บริเวณดอยสุเทพ และบริเวณห้วยผีหลอกในเดือนธันวาคม ร้อยละ 74, 80 และ 75 ตามลำดับโดยพบค่าเฉลี่ยอัตราการตายสูงสุดบริเวณดอยสุเทพ (แผนภูมิที่ 1) จากการศึกษาข้อมูลปัจจัยแวดล้อม และอัตราการตายของกระโถนพระฤาษี จึงนำมาสู่การหาความสัมพันธ์ของปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่ออัตราการตายของกระโถนพระฤาษี ที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร และสามารถจัดตัวแปรทั้งหมด 10 ตัวแปร ให้เหลือเพียง 3 คอมโพเนนต์แฟคเตอร์ (component factor) เนื่องจากมีค่า eigenvalue มากกว่า 1 และเมื่อพิจารณาจากกราฟ scree plot ที่พลอตค่า eigenvalue

ของแต่ละคอมโพเนนต์แฟคเตอร์โดยเรียงจากมากไปหาน้อยพบว่า ค่า eigenvalue ของคอมโพเนนต์แฟคเตอร์ที่ 1, 2 และ 3 ลดลงอย่างรวดเร็ว (รูปที่ 3) โดยทั้ง 3 คอมโพเนนต์แฟคเตอร์สามารถอธิบายค่าความแปรปรวนได้ร้อยละ 72.498 โดยคอมโพเนนต์แฟคเตอร์ที่ 1, 2 และ 3 สามารถอธิบายค่าความแปรปรวนได้ร้อยละ 38.761, 21.949 และ 11.788 ตามลำดับ คอมโพเนนต์แฟคเตอร์ที่ 1 มีความสำคัญที่สุดเนื่องจากสามารถอธิบายค่าความแปรปรวนได้มากที่สุด รองลงมาคือคอมโพเนนต์แฟคเตอร์ที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยคอมโพเนนต์แฟคเตอร์ที่ 1 ประกอบด้วยตัวแปร 3 ตัวแปรคืออุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ และปริมาณแสงภายในแปลงตัวอย่าง คอมโพเนนต์แฟคเตอร์ที่ 2 ประกอบด้วยตัวแปร 5 ตัวแปร คือ ความชื้นสัมพัทธ์ ความลึกของกองใบไม้ที่ทับถม ความชื้นของชั้นเรือนยอด ค่า pH ในดิน และความหนาแน่นของพืช คอมโพเนนต์แฟคเตอร์ที่ 3 ประกอบด้วยตัวแปร 2 ตัวแปร คือ ปริมาณแสงภายนอกแปลงตัวอย่างและปริมาณน้ำฝน (ตารางที่ 3)

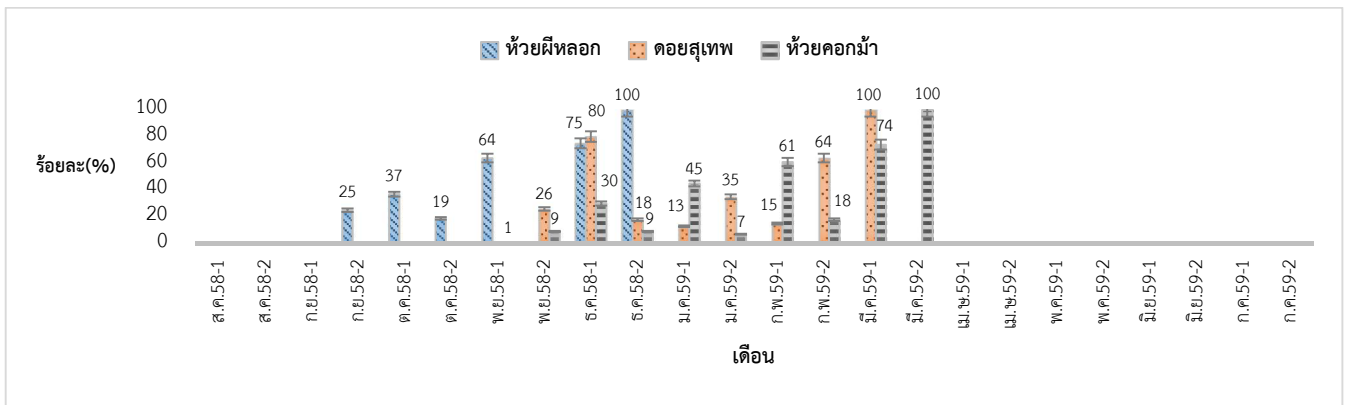
โดยเมื่อนำคะแนนของทั้ง 3 คอมโพเนนต์แฟกเตอร์ มาหาความสัมพันธ์กับอัตราการการตายของกระโถนพระฤาษีทั้งสามบริเวณ พบว่าบริเวณห้วยผีหลอกพบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (correlation coefficient) เท่ากับ -0.432, 0.474 และ -0.332 ในคอมโพเนนต์แฟกเตอร์ที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

บริเวณดอยสุเทพ พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ -0.751, -0.246 และ -0.270 ในคอมโพเนนต์แฟกเตอร์ที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ บริเวณห้วยคอกม้า พบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ คือ -0.805, -0.554 -0.498 ในคอมโพเนนต์แฟกเตอร์ ที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบความหนาแน่นของประชากรตาดอก และดอกกระโถนพระฤาษีบริเวณห้วยผีหลอก ดอยสุเทพ และห้วยคอกม้า

พื้นที่ศึกษา	ประชากรของ <i>Sapria himalayana</i> Griff.											
	ตาดอก			ดอก			ดอกและตาดอกที่ตาย			ความหนาแน่น (individual m ⁻²)		
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย
ห้วยผีหลอก	1	28	10 ^a	1	32	11 ^a	1	27	10 ^a	0	3	1 ^a
ดอยสุเทพ	3	37	11 ^a	1	42	16 ^a	1	121	24 ^{ab}	0	8	3 ^a
ห้วยคอกม้า	1	241	67 ^b	3	22	8 ^a	2	84	33 ^b	0	12	6 ^b

หมายเหตุ ตัวอักษรภาษาอังกฤษ แสดงความแตกต่างของข้อมูลในสมกร้อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

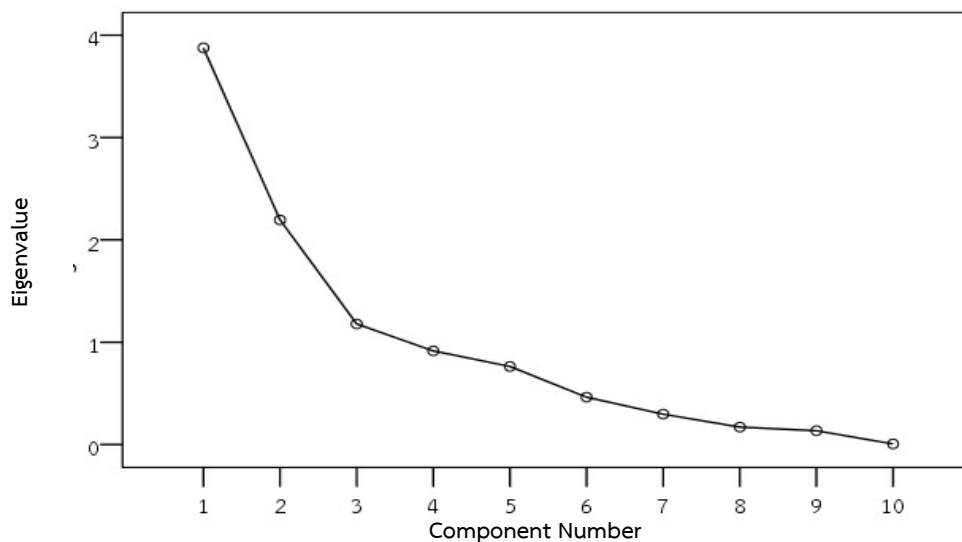


แผนภูมิที่ 1 เปรียบเทียบอัตราการตายของกระโถนพระฤาษี (*Sapria himalayana* Griff.) ทุก 2 สัปดาห์ บริเวณห้วยผีหลอก ดอยสุเทพ และห้วยคอกม้า

ตารางที่ 3 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งหมด 10 ตัวแปร โดยใช้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลายตัวแปร (Principal component analysis) บริเวณ ห้วยผีหลอก ดอยสุเทพ และห้วยคอกม้า

ปัจจัยแวดล้อม	ปัจจัย		
	1	2	3
อุณหภูมิดิน	0.971		
อุณหภูมิอากาศ	0.969		
ปริมาณแสงภายในแปลงตัวอย่าง	0.726	-0.397	0.128
ความชื้นสัมพัทธ์	0.218	0.873	0.159
ความลึกของชั้นใบไม้	-0.198	0.825	0.272
ความถี่ของชั้นเรือนยอด	-0.359	0.649	0.504
ค่า pH ในดิน	0.528	-0.629	
ความหนาแน่นของพืช	-0.257	0.463	-0.318
ปริมาณแสงภายนอกแปลงตัวอย่าง			-0.883
ปริมาณน้ำฝน	0.149	0.183	0.580
ร้อยละความแปรปรวน	38.761	21.949	11.788
ร้อยละความแปรปรวนสะสม	38.761	60.709	72.498

Scree plot



รูปที่ 3 แสดง scree plot กราฟ แสดงค่า eigenvalue ของแต่ละ factor ที่เรียงจากมากไปหาน้อยของปัจจัยทั้งหมด 10 ปัจจัย

โดยทั้งสามบริเวณมีความสัมพันธ์กับคอมโพเนนต์แฟคเตอร์ที่ 1 ในทิศทางตรงกันข้าม หมายถึง อัตราการตายของกระโถนพระฤาษีทั้งสามบริเวณจะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อ อุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ และปริมาณแสงภายในแปลงตัวอย่างลดต่ำลง (ตารางที่ 4)

อัตราการการตายของกระโถนพระฤาษีบริเวณ ห้วยผีหลอกมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับคอมโพเนนต์แฟคเตอร์ที่ 2 ในขณะที่ห้วยคอกม้ามีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้าม (ตารางที่ 4) เมื่อพิจารณาความแตกต่างของปัจจัยแวดล้อมพบว่ามีความถี่ของชั้นเรือนยอด ของทั้งสอง

บริเวณเท่านั้นที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 1) หมายถึงอัตราการตายของกระโถนพระฤาษีบริเวณห้วยผีหลอกจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อความชื้นของชั้นเรือนยอดเพิ่มสูงขึ้น ตรงกันข้ามกับบริเวณห้วยคอกม้า บริเวณห้วยคอกม้าเป็นเพียงแหล่งเดียวเท่านั้นที่อัตราการตายของกระโถนพระฤาษีมีความสัมพันธ์กับคอมโพเนนต์

แฟคเตอร์ที่ 3 ในทิศทางเดียวกันกับปริมาณแสงภายนอกแปลงตัวอย่าง แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณน้ำฝน (ตารางที่ 4) หมายถึง อัตราการตายจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อปริมาณแสงภายนอกแปลงตัวอย่างเพิ่มขึ้น แต่ปริมาณน้ำฝนลดต่ำลง

ตารางที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทั้ง 3 กับอัตราการตายของกระโถนพระฤาษีบริเวณห้วยผีหลอก ดอยสุเทพ และห้วยคอกม้า

พื้นที่ศึกษา	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r)		
	1	2	3
ห้วยผีหลอก	-0.432*	+0.474*	-0.332
ดอยสุเทพ	-0.751**	-0.246	-0.270
ห้วยคอกม้า	-0.805**	-0.554**	-0.498*
ปัจจัยแวดล้อม	+อุณหภูมิดิน +อุณหภูมิอากาศ +ปริมาณแสงภายในแปลงตัวอย่าง	+ความชื้นสัมพัทธ์ +ความลึกของชั้นใบไม้ +ความชื้นของชั้นเรือน-ยอด -ค่า pH ในดิน +ความหนาแน่นของพืช	-ปริมาณแสงภายนอกแปลงตัวอย่าง +ปริมาณน้ำฝน

หมายเหตุ เครื่องหมายดอกจัน (*) แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ * แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

** แสดงค่าความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

วิจารณ์ผลการวิจัย

นิเวศวิทยาของกระโถนพระฤาษี

จากการศึกษานิเวศวิทยาของกระโถนพระฤาษี พบว่ากระโถนพระฤาษีเป็นพืชเบียนที่ขึ้นจำเพาะกับพืชในสกุล *Tetrastigma* วงศ์ Vitaceae โดยจากการศึกษาพบเป็นกับพืชชนิด *Tetrastigma planicaule* (Hook. f.) Gagnep. ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Banziger และ Bertel (1997) รายงานว่าพบพืชสกุลกระโถนพระฤาษี (*Sapria* spp.) ในประเทศไทย เป็นบนพืชให้อาศัยชนิด *T. planicaule* (Hook. f.) Gagnep. นอกจากนี้ยังพบ กระโถนพระฤาษีเบียนบนพืชให้อาศัยชนิดอื่นคือ *T. obovatum* (M. A. Lawson) Gagnep. *T. laoticum* Gagnep. ซึ่งคาดว่าคือต้นเพศผู้ของ *T. planicaule* (Hook. f.) Gagnep. (Elliott, 1992; Koichaiphath, 2015) *T. cruciatum* Craib & Gagnep. (Elliott, 1992) *T. serrulatum* (Roxb.) Planch. และ *T. bracteolatum* (Wall.) Planch. (Arunachalam, 2004) ซึ่งการเข้าเบียนในพืชให้อาศัยนี้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ปริมาณธาตุคาร์บอน และไนโตรเจนในรากพืชให้อาศัยและกระโถนพระฤาษี พบปริมาณคาร์บอนใน

พืชให้อาศัยและพืชเบียนร้อยละ 36.9 และ 40.9 ตามลำดับ ปริมาณไนโตรเจนในพืชให้อาศัย และพืชเบียนร้อยละ 0.67 และ 0.77 ตามลำดับ โดยทั้งปริมาณคาร์บอนและไนโตรเจนในกระโถนพระฤาษีมีค่าสูงกว่าพืชให้อาศัย เนื่องจากเป็นประโยชน์แก่พืชเบียนในการดูดน้ำและแร่ธาตุจากพืชให้อาศัย (Chauhan et al., 1996)

พบกระโถนพระฤาษีในบริเวณป่าดิบเขาต่ำที่ระดับความสูง 900 – 1,400 เมตรจากระดับน้ำทะเล สอดคล้องกับการศึกษาของ Elliott (1992) ที่รายงานว่าพบกระโถนพระฤาษีบริเวณป่าดิบเขาในประเทศไทย ที่ความสูง 1,000 – 1,900 เมตรจากระดับน้ำทะเล บนชั้นดินเหนียวสีแดง และชั้นหินแกรนิต มีอุณหภูมิระหว่าง 11.5 – 33 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 44 – 84 และเป็นพื้นที่ที่ถูกปกคลุมด้วยชั้นใบไม้ที่หนา เช่นเดียวกับการศึกษาของ Arunachalam (2004) ที่รายงานว่าพบกระโถนพระฤาษีบริเวณประเทศอินเดีย ที่ระดับความสูง 200 – 4,571 เมตรจากระดับน้ำทะเล และมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 5– 35 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 47 – 93 เนื่องจากกระโถนพระฤาษีต้องการอากาศที่ค่อนข้างหนาวเย็นตลอดทั้งปี (ธวัชชัย, 2550)

การศึกษาปัจจัยแวดล้อม ที่มีผลต่ออัตราการตายของกระโถนพระฤาษี

จากการศึกษาพบอัตราการตายของกระโถนพระฤาษี สูงที่สุดบริเวณห้วยผีหลอกร้อยละ 64 – 75 ระหว่างเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม บริเวณดอยสุเทพ ร้อยละ 80 – 64 ระหว่างเดือนธันวาคม ถึง กุมภาพันธ์ และ บริเวณห้วยคอกม้า ร้อยละ 61 – 74 ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง มีนาคม สอดคล้องกับการศึกษาอัตราการตายของตาดอกกระโถนพระฤาษีในประเทศไทย โดย Elliot (1992) พบอัตราการตายสูงสุดร้อยละ 40 ระหว่างเดือนตุลาคม ถึงพฤศจิกายน (Elliot, 1992) เช่นเดียวกับการศึกษาอัตราการตายของกระโถนพระฤาษีบริเวณสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ (ห้วยผีหลอก) จ.เชียงใหม่ โดยณัชชา (2556) พบอัตราการตายของดอกสูงสุดร้อยละ 49.74 และ 58.33 ในเดือนพฤศจิกายน โดยพบว่าดอกในระยะที่ 1 ถึง ระยะที่ 3 ดำ และฝ่อไปโดยไม่ทราบสาเหตุการตาย (Elliot, 1992) จากการศึกษาข้างต้น กระโถนพระฤาษีจะมีอัตราการตายสูงในช่วงฤดูหนาว (ตุลาคม ถึง กุมภาพันธ์) เนื่องจากมีช่วงชีวิตการเจริญเติบโตตั้งแต่ตาดอกในฤดูฝน และพัฒนาไปเป็นดอกบาน ในฤดูหนาว (สิงหาคม ถึง กุมภาพันธ์) (ณัชชา, 2556) โดยพบจำนวนดอกมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว ซึ่งอุณหภูมิที่ลดลงทำให้กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชให้อาศัยลดต่ำลง ส่งผลให้พืชเปราะบางได้รับธาตุอาหารลดลง (Lindkvist and Chen, 1999; Nais, 1997; Salisbury and Ross, 1991) ไม่เพียงพอต่อการเติบโต รวมทั้งพบแมลงวันตารูปถ้วยเพ ศ เมีย ชนิด *Lucilia porphyryna* (Calliphoridae) ที่เข้ามาผสม และกระจายเกสรในฤดูนี้ (Banziger, 2004) ทำให้ดอกส่วนมากเหี่ยว และฝ่อไปเนื่องมาจากการติดผล และหมดอายุขัยตามธรรมชาติ รวมทั้ง จากสาเหตุข้างต้นทำให้อัตราการตายเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามพบว่า ในระยะเวลา 1 ปี ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการตายของกระโถนพระฤาษีภายในพื้นที่แต่ละพื้นที่นั้นมีความแตกต่างกัน

จากการจำแนกปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่ออัตราการตายของกระโถนพระฤาษีสามารถจำแนกได้ 3 คอมโพเนนท์แฟคเตอร์ โดยคอมโพเนนท์แฟคเตอร์ที่ 1 เป็นคอมโพเนนท์แฟคเตอร์หลัก ซึ่งประกอบด้วย อุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ และปริมาณแสงภายในแปลงตัวอย่าง มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับอัตราการตายของกระโถนพระฤาษี ทั้งนี้เนื่องจากสภาพแวดล้อม

ที่มีปริมาณแสงที่ส่องลงมาต่ำ ส่งผลให้อุณหภูมิอากาศ และอุณหภูมิดินลดต่ำลง โดยอุณหภูมิที่ลดต่ำลง ส่งผลให้อัตราการตายเพิ่มสูงขึ้น อีกทั้งความหนาแน่นประชากรที่มากมักเกิดการแก่งแย่งกันสูง ทำให้อัตราการตายเพิ่มสูงขึ้น (Lindkvist and Chen, 1999; Salisbury and Ross, 1991)

เมื่อพิจารณาคอมโพเนนท์แฟคเตอร์ที่ 2 ที่มีความสัมพันธ์กับอัตราการตายของกระโถนพระฤาษีในทิศทางเดียวกันกับบริเวณห้วยผีหลอก แต่มีทิศทางตรงกันข้ามกับบริเวณห้วยคอกม้า พบว่ามีเพียงความทึบของชั้นเรือนยอด เท่านั้นที่แตกต่างกันในทั้งสองบริเวณ นั่นคืออัตราการตายของกระโถนพระฤาษีบริเวณห้วยผีหลอกจะเพิ่มสูงขึ้น เมื่อความทึบของชั้นเรือนยอดเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากบริเวณห้วยผีหลอกมีสภาพป่าเป็นป่าโปร่ง เมื่อความทึบของชั้นเรือนยอดเพิ่มขึ้น คาดว่าจะทำให้ปริมาณแสงภายในแปลงตัวอย่างและอุณหภูมิภายในแปลงลดต่ำลง ส่งผลให้ ทำให้อัตราการตายเพิ่มสูงขึ้น (Lindkvist and Chen, 1999) ในขณะที่บริเวณห้วยคอกม้าซึ่งมีความทึบของชั้นเรือนยอดสูงตลอดทั้งปี หากปริมาณชั้นเรือนยอดลดต่ำลง ปริมาณแสงเพิ่มมากขึ้น ทำให้พืชให้อาศัยสามารถสังเคราะห์แสงได้ดีขึ้น ส่งผลให้ประชากรของกระโถนพระฤาษี เพิ่มจำนวนประชากรต่อพื้นที่มากขึ้น (Nais, 1997) เกิดการแก่งแย่งแข่งขัน ทำให้อัตราการตายของกระโถนพระฤาษีบริเวณห้วยคอกม้าเพิ่มสูงขึ้น

อย่างไรก็ตามอัตราการตายของกระโถนพระฤาษีบริเวณดอยสุเทพไม่มีความสัมพันธ์กับคอมโพเนนท์แฟคเตอร์ที่ 2 เนื่องจากบริเวณที่เลือกศึกษาประกอบด้วยป่า 2 แบบ คือ ป่าโปร่ง และป่าทึบ โดยการศึกษาได้สุ่มประชากรกระโถนพระฤาษีจากป่าโปร่งด้านติดกับถนน และป่าทึบด้านที่ลาดเอียงเข้าไปในป่าลึก ที่มีความทึบของชั้นเรือนยอดสูงกว่าบริเวณที่ติดกับถนน ซึ่งอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้ความทึบของชั้นเรือนยอดบริเวณนี้ไม่มีผลกับอัตราการตายของกระโถนพระฤาษี

บริเวณห้วยคอกม้าพบความสัมพันธ์ของอัตราการตายของกระโถนพระฤาษีไปในทิศทางตรงกันข้ามกับคอมโพเนนท์แฟคเตอร์ที่ 3 ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยที่อยู่ภายนอกแปลง โดยอัตราการตายของกระโถนพระฤาษีเพิ่มสูงขึ้น เมื่อปริมาณแสงภายนอกแปลงตัวอย่างเพิ่มสูงขึ้น แต่ปริมาณน้ำฝนลดต่ำลง ทั้งนี้เนื่องมาจากจำนวนประชากรของกระโถนพระฤาษีบริเวณห้วยคอกม้าพบมากที่สุดในช่วงฤดูหนาว โดยในฤดูนี้มีปริมาณ

น้ำฝนต่ำ แต่ปริมาณแสงที่สูง รวมทั้งอุณหภูมิที่ต่ำในฤดูนี้ส่งผลให้อัตราการตายของกระโถนพระฤาษีเพิ่มสูงขึ้น

จากการศึกษาการตายของกระโถนพระฤาษี ที่ผ่านมาพบว่า ตายก่อนที่จะเจริญเป็นตาดอก (Nikolov et al., 2013) และตายเมื่อดอกเข้าสู่ระยะที่ 4 โดยจะดำ และฝ่อไป ตายจากการติดผล และหมดอายุขัยตามธรรมชาติ (Banziger, 2004) อย่างไรก็ตามยังไม่ทราบสาเหตุการตาย ของกระโถนพระฤาษีใน ระยะที่ 1 ถึงระยะที่ 3 (Elliott, 1992; ณัชชา, 2556) ซึ่งจากผลการศึกษาในครั้งนี้คาดว่าอัตราการตายของกระโถนพระฤาษี ในระยะที่ 1 ถึง ระยะที่ 3 เกิดจากปัจจัยแวดล้อมในแต่ละพื้นที่ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Malcolm และ Gareth (2005) รายงานว่า อัตราการตายขึ้นอยู่กับปัจจัยแวดล้อมในแต่ละบริเวณที่จะส่งผลต่อพืชให้อาศัยและตัวของพืชเบียน หากสภาพแวดล้อมเปลี่ยนแปลงสร้างผลกระทบต่อพืชให้อาศัยแล้ว ผลกระทบนั้นก็ จะส่งต่อมายังพืชเบียนในพื้นที่นั้นๆ โดยที่ขนาดของประชากร และ อุณหภูมิอย่างเดียวยังไม่สามารถอธิบายอัตราการตายได้ทั้งหมด สอดคล้อง กับการศึกษาของ Michael และ James (2008) ที่รายงานว่าจากการศึกษาเกี่ยวกับการทำนายอัตราการตายของพืช และสัตว์ พบว่าปัจจัยเพียงหนึ่งปัจจัย เช่น ขนาดของ ประชากร หรือ อุณหภูมิ ไม่สามารถอธิบายอัตราการตายได้ โดยปัจจัยต่างๆจะต้องพิจารณาไปตามสิ่งแวดล้อมที่พืช หรือสัตว์ ช นิด นั้น อาศัย อยู่ (Brown and Sibly, 2006; Sibly and brown, 2007) เช่น *Rhinanthus alectorolophus* ที่สามารถเจริญได้ทั้งบริเวณทุ่งหญ้า และป่า โดยบริเวณป่ามีการเจริญที่ดี เนื่องจากบริเวณป่ามีความหลากหลายของหน้าที่ (functional diversity) สูง ทำให้พืชให้อาศัยมีความสมบูรณ์และเหมาะสมต่อการเจริญของพืชเบียน พืชเบียนจึงปรับโครงสร้างให้มีปริมาณ รากมากขึ้น ในขณะที่บริเวณทุ่งหญ้า พืชให้อาศัยมีการแก่งแย่ง แข่งขันเข้าหาแสงกันสูง ทำให้พืชเบียนต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้าง เพื่อลด ปริมาณ รากลงเพื่อให้สามารถปรับตัวเข้ากับ สภาพแวดล้อมบริเวณนั้นได้ ทั้งนี้หากปัจจัยแวดล้อมในพื้นที่นั้นๆ มีความจำกัดต่อพืชให้อาศัยสาเหตุดังกล่าวก็จะส่งผลกระทบต่อ พืชเบียนด้วยเช่นกัน (Joshi et al., 2000)

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาพบอัตราการตายของกระโถนพระฤาษี สูงสุด บริเวณห้วยคอกม้า ในเดือนมีนาคม บริเวณดอยสุเทพ

และห้วยผีหลอกในเดือนธันวาคม ร้อยละ 64, 80 และ 75 ตามลำดับ และจากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย แวดล้อมและอัตราการตายของกระโถนพระฤาษีทั้งสามบริเวณ พบว่าอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้น เมื่ออุณหภูมิดิน อุณหภูมิอากาศ และปริมาณแสงภายในแปลงตัวอย่าง ลดต่ำลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณโครงการพัฒนาอัจฉริยภาพทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีสำหรับเด็กและเยาวชน (JSTP) และสำนักงาน พัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ที่สนับสนุน ทุนการวิจัย องค์กรสวนพฤกษศาสตร์สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ และกรมอุทยานแห่งชาติสัตว์ป่า และพันธุ์พืช ที่เอื้อเฟื้อและ อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ในการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- ณัชชา ไชยสูง. (2556). การศึกษาชีพลักษณะ และนิเวศวิทยาของกระโถนพระฤาษี (*Sapria himalayana* Griff.) ณ ศูนย์อนุรักษ์พรรณไม้ที่สูงเขตร้อน. วิทยาศาสตร์บัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่. 48 หน้า.
- ดอกรัก มารอด. (2542). การสุ่มตัวอย่างสังคมพืช. ใน: แนวทางการศึกษา ความหลากหลายทางชีวภาพ. โครงการจัดตั้งมุกดา อาลีมินทร์. (2547). การจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Factor Analysis. วารสารวัดผลปริทัศน์ 4(4).
- รัชชัย สันติสุข. (2550). ป่าของประเทศไทย. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยอนุรักษ์ป่าไม้ และพรรณพืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่าและพรรณพืช. หน้า 32-37.
- มุกดา อาลีมินทร์. (2547). การจำแนกกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิค Factor Analysis. วารสารวัดผลปริทัศน์ 4(4).
- Arunachalam, A., Adhikari, D., Sarmah, R., Majumder, M. and Khan, M. L. (2004). Population and Conservation of *Sapria himalayana* Griffth. in Namdapha Natdoional park, Arunachal Pradesh, India. Biodivers. & Conservation. 13(13): 2391-2397.
- Banziger, H. and Bertel, H. (1997). Unmasking the Real Identity of *Sapria poilanei* Gagnapain Emend. and Description of *Sapria ram* sp. n. (Rafflesiaceae). Nat. Hist. Bull. SiamSoc. 45(2): 149-170.
- Banziger, H. (2004) . Studied on hitherto unknown fruits and seeds some Rafflesiaceae, and a method to manually pollinate their flowers for research and conservation. Lizer boil. Beitr. 36(2): 1175-1198.

- Brown, J.H. and Sibly, R.M. (2006). Life–History Evolution under a Production Constraint. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 103(47): 17595–17599.
- Chauhan, A. S., Hajra, P. K., Singh, D. K. Dr. and Singh, K. P. (1996). A Contribution to the Flora of Namdapha, Arunachal Pradesh. . Calcutta: Botanical survey of India. pp 120–145.
- Ellenberg, D. and Mueller-Dombois, D. (1974). Aims and methods of vegetation ecology. New York: Wiley. pp. 47-50.
- Elliott, S. (1992). Status Ecology and Conservation of *Sapria himalayana* Griff. (Rafflesiaceae) in Thailand. *JWT.* 2(1): 44–52.
- Fabrigar, L.R., Wegener, D.T., MacCellum, R.C. and Strahan, E.J. (1999). Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psycho. Methods.* 4(3): 273–299.
- Fowler, L.C. and Jarvis, P. (1998). Practical statistics for field biology. Chichester: West Sussex PO19 1UD. pp. 210-234.
- IUCN. (2001). IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. Switzerland and Cambridge: Gland. pp. 1–30.
- Joshi, J., Matthies, D. and Schmid, B. (2000). Root Hemiparasites and Plant Diversity in Experimental Grassland Communities. *J. Ecol.* 88(4): 634–644.
- Kochaiphath, P., Trias-Blasi, A. and Pornpongrueng, P. (2015). A New Combination and New Records of *Tetrastigma* (Vitaceae) from Thailand. *Phytotaxa.* 183(4): 272–278.
- Kuijt, J. (1969). The Biology of Parasitic Flowering Plants. USA: University of California Press. 150–178 pp.
- Lindkvist, L. and Chen, D. (1999). Air and Soil Frost Indices in Relation to Plant Mortality in Elevated Clear-Felled Terrain in Central Sweden. *CR.* 12(1): 65–75.
- Linting, M. and Kooij, A. (2012). Nonlinear principal components analysis with CATPCA: A tutorial. *JPA.* 94(1): 12–25.
- Malcolm, C.P. and Gareth, K.P. (2005). Impacts of Parasitic Plants on Natural Communities. *New Phytologist.* 166(3): 737–751.
- Michael, W.M. and James, F.G. (2008). Predicting Natural Mortality Rates of Plants and Animals. *Ecol. Lett.* 11(1): 710–716.
- Nais, J. (2001). *Rafflesia* of The World. Sabah: Natural History Publications (Borneo). Sdn. Bhd. pp. 178–204.
- Nais, J. (1997). Distribution, Reproductive Ecology and Conservation of *Rafflesia* in Sabah, Malaysia. Ph.D. Dissertation, University of Aberdeen, Scotland, United Kingdom. pp. 230.
- Nikolov, L. A., Endress, P. K., Sugumaran, M., Sasirat, S., Vessabutr, S., Kramer, E. M., and Davis, C. C. (2013). Developmental Origins of the World’s Largest Flowers, Rafflesiaceae. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 110(46): 18578–18583.
- Salisbury, F. B. and Ross, C.W. (1991). *Plant Physiology.* 4 th. California: Wadsworth Publishing Company. pp. 241–261.
- Sibly, R.,M. and Brown, J.H. (2007). Effects of Body Size and Lifestyle on Evolution of Mammal Life Histories. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 104(45): 17707–17712.

