รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. **แผนงานวิจัย** :-วิจัยและพัฒนาพืชสมุนไพรที่ใช้เป็นอาหารและเครื่องเทศ
2. **โครงการวิจัย** :วิจัยและพัฒนาการผลิตพืชสมุนไพรเมืองหนาวที่มีศักยภาพ
   กิจกรรม :กิจกรรมที่ 1 การศึกษาพืชสมุนไพรบนพื้นที่สูง
   กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) :-
3. **ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย)**: การศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์และลักษณะทางการเกษตรของสัตฤาษี
   ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : The study of the botanical and agricultural characteristics of *Daiswa polyphylla* Sm.)
4. **คณะผู้ดำเนินงาน**
   หัวหน้าการทดลอง : นายสุพัฒธณกิจ โพธิ์สว่าง[1/]ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
   ผู้ร่วมการทดลอง :1) นางสาวอรทัย วงค์เมธา[1/]ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
   2) นายเกษม ทองขาว[1/]ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่
   3) นางสาวนาราญ์ โชติอิ่มอุดม[1/]ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่

5. บทคัดย่อ

ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมและคุณสมบัติทางพฤกษเคมีและการใช้ประโยชน์ทางการเกษตรและอุตสาหกรรมของสัตฤาษี (*Daiswa Polyphylla* Smith) นั้น ได้ทำการสำรวจสัตฤาษีในพื้นที่ภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ในระหว่างปี 2559-2561 พบสัตฤาษีในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ อ. ดอยละเก็ด อ. สะเมิง อ. แม่วาง อ. แม่แจ่ม อ. เชียงดาว และ อ. จอมทอง จังหวัดเชียงราย ได้แก่ อ. เวียงป่าเป้า และจังหวัดน่าน ได้แก่ อ. แม่จริม สามารถจัดกลุ่มตัวอย่างได้ 7 กลุ่ม คือ ดอยสะเก็ด (S1) สะเมิง (S2) แม่แจ่ม (S3) แม่วาง (S4) เชียงดาว (S5) เวียงป่าเป้า (S6) และ แม่จริม (S7) เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมแบบ Agglomerative hierarchical clustering (AHC) สามารถแยกเป็น 3 กลุ่มย่อย คือ กลุ่มที่หนึ่งได้แก่ กลุ่มตัวอย่างจาก ดอยสะเก็ด (S1) สะเมิง (S2) เชียงดาว (S5) เวียงป่าเป้า (S6) กลุ่มที่สองได้แก่ กลุ่มตัวอย่างจาก แม่แจ่ม (S3) และ แม่วาง (S4) และกลุ่มที่สามได้แก่ กลุ่มตัวอย่างจาก แม่จริม (S7) สารพฤกษเคมีสำคัญที่พบในส่วนเหง้า (rhizome) สัตฤาษีคือสารซาโปนินและสารกลุ่มฟีนอล จากการวิเคราะห์พบว่า เหง้าสัตฤาษีจาก อ.แม่แจ่ม (S3) มีปริมาณสารซาโปนินทั้งหมดมากที่สุด คือ 32.3 mg/gDW สัตฤาษีจากเวียงป่าเป้า (S6) มีสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดมากที่ คือ 9.0 µg/g gallic acid (DW) และสัตฤาษีจาก อ. สะเมิง (S2) มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด คือ 23.6 % ด้านการใช้ประโยชน์ พบว่าสัตฤาษีทั้งหมดในประเทศไทยเก็บผลผลิตจากป่า โดยใช้ส่วนเหง้าใต้ดินมาใช้ประโยชน์ด้านยาบำรุงกำลัง บดเป็นผงทาเพื่อสมานบาดแผล และต้มดื่มรักษาอาการช้ำใน รวมทั้งจำหน่ายส่วนเหง้าให้กับพ่อค้าชาวจีนเพื่อนำไปสกัดและใช้เป็นส่วนประกอบในตำรับยาจีน

ชื่อโครงการวิจัย :วิจัยและพัฒนาการผลิตพืชสมุนไพรเมืองหนาวที่มีศักยภาพ รหัสการทดลอง 01-50-59-04-01-00-03-59

[1/]ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ 313 หมู่ 12 ต. หนองควาย อ. หางดง จ. เชียงใหม่ 50230 **โทรศัพท์** (053) 114133-36, 114070-71 **โทรสาร** (053) 114072 **อีเมล์**cmrarc@doa.in.th

Abstract

In the study of the genetic diversity, phytochemical properties, agricultural and industrial uses of the *Daiswa Polyphylla* Smith in the upper Northern of Thailand during 2016-2018. Chiang Mai area are Doi Sa Ket District, Sa Moeng District, Mae Wang District, Mae Chaem District, Chiang Dao District, and Chom Thong District, Chiang Rai Province area are Wiang Pa Pao District and Nan Province area are Mae Cha Rim District. Samples can be grouped into 7 groups: Doi Sa Ket. (S1) Sa Moeng (S2) Mae Chaem (S3) Mae Wang (S4) Chiang Dao (S5) Wiang Pa Pao (S6) and Mae Cha Rim (S7). Agglomerative hierarchical clustering (AHC) can be divided into three subgroups. Group one: Doi Sa Ket (S1), Sa Moeng (S2), Chiang Dao (S5) and Wiang Pa Pao (S6). Group two: Mae Chaem (S3) and Mae Wang (S4). Group three: Mae Charim (S7). The major phytochemicals found in the rhizome are saponins and phenol groups. From the analysis, it was found that the rhizome from Mae Chaem district (S3) had the highest of total saponins at 32.3 mg / gDW. The rhizomes from Wiang Pa Pao (S5) had the total phenolic compound at 9.0 μg / g gallic acid (DW). The rhizomes from Sa Moeng district (S2) had the highest antioxidant capacity at 23.6%. It was found that all *Daiswa Polyphylla* Smith in Thailand collect produce from the forest. By using the underground rhizomes to be utilized as a tonic, ground into a powder to heal wounds and boil drinking to treat bruising. Including selling the rhizomes to Chinese traders for extraction and use as an ingredient in Chinese medicine recipes.

6. คำนำ

จากอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (CBD) กรมวิชาการเกษตร มีหน้าที่ในการปฏิบัติตามกฎหมายคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 ที่ยึดหลักการบริหารจัดการเกี่ยวกับการอนุรักษ์ทรัพยากรพันธุกรรมพืช เช่น พันธุ์พืชพื้นเมืองทั่วไป พันธุ์พืชพื้นเมืองเฉพาะถิ่น และพันธุ์พืชป่า รวมทั้งการให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์ และใช้ประโยชน์พืชอย่างยั่งยืน และเพื่อให้สอดคล้องกับอนุสัญญาว่าด้วยความหลากหลายทางชีวภาพ (CBD) ที่บัญญัติไว้ว่า “ประเทศภาคีจำเป็นต้องมีฐานข้อมูลพรรณพืชด้านความหลากหลายทางชีวภาพ” แต่เนื่องจากการศึกษาวิจัยด้านพืชพื้นเมืองยังไม่มีฐานข้อมูลวิชาการเพียงพอ และยังไม่มีการรวบรวมข้อมูลให้สามารถนำไปอ้างอิงได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น สำนักคุ้มครองพันธุ์พืชได้เล็งเห็นถึงความสำคัญ และความสมบูรณ์ของฐานข้อมูลวิชาการที่เกี่ยวเนื่องต่อลักษณะประจำพันธุ์ ความหลากหลายทางพันธุกรรม ข้อมูลลักษณะพฤกษเคมีประจำพันธุ์ ทั้งในสภาพถิ่นที่อยู่เดิม และแปลงรวบรวมพันธุ์ของพืชพื้นเมืองทั่วไปที่มีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตรต่างๆ ซึ่งพันธกรณีระหว่างประเทศที่ประเทศไทยต้องดำเนินการตามที่กล่าวมานั้น พบว่า ปัจจุบันยังขาดแคลนข้อมูลเหล่านี้เป็นอย่างมาก จึงจำเป็นต้องทำการวิจัยลักษณะประจำพันธุ์ ความหลากหลายทางพันธุกรรม ข้อมูลลักษณะพฤกษเคมีประจำพันธุ์ ทั้งในสภาพถิ่นที่อยู่เดิม และแปลงรวบรวมพันธุ์ของพืชพื้นเมืองทั่วไปที่มีศักยภาพในการพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมเกษตรต่าง ๆ ด้วยการสำรวจ เก็บตัวอย่างพรรณไม้นำมาวิเคราะห์ระบุพืช ตรวจสอบสถานภาพของพืชในธรรมชาติ ตรวจสอบลักษณะความหลากหลายทางพันธุกรรม (DNA finger print) เพื่อยืนยันความถูกต้องของชนิดพันธุ์พืช

และนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ต่อลักษณะทางพฤกษเคมีของพืชต่างๆ เหล่านั้น เนื่องจากข้อมูลทางพฤกษเคมีหรือสารสำคัญในพืชพื้นเมืองจะบ่งบอกถึงองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นประโยชน์สำหรับการนำไปใช้ในเชิงผลิตและด้านอุตสาหกรรม

สัตฤาษี (ตีนฮุ้งดอย) (*Daiswa polyphylla* Smith) เป็นพืชล้มลุก มีเหง้าอยู่ใต้ดิน CNC-DIVERSITAS (2012) รายงานพบ *Daiswa polyphylla* Smith. 12 สายพันธุ์ทั่วโลก Qin *et al*., (2013) รายงานว่า *D. polyphylla* Smith. แบ่งออกได้มากกว่า 10 สายพันธุ์ มี 2 สายพันธุ์ที่สำคัญ คือ *D. Polyphylla* var. chinensis และ *D. polyphylla* var. yunnanensis ซึ่งมีเขตการกระจายพันธุ์ตั้งแต่แถบหิมาลัยไปยังประเทศจีน ทิเบต เนปาล เทือกเขาหิมาลัย จีน ไต้หวัน พม่า ลาว และเวียดนาม (eMonocot, 2011) สำนักคุ้มครองภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย (2555) จัดสัตฤาษีไว้เป็นสมุนไพรที่ใกล้สูญพันธุ์และมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ในพื้นที่เขตอนุรักษ์ป่าดอยม่อนฤาษี ในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าขุนแม่กวง ต. เทพเสด็จ อ. ดอยสะเก็ด จ. เชียงใหม่ สำนักงานสวนสาธารณะ (2552) จัดสัตฤาษีเป็นไม้พื้นเมืองของไทยที่ควรค่าแก่การอนุรักษ์พันธุกรรม และพิจารณาเป็นพืชถิ่นเดียวและพืชหายากของประเทศไทย (เกรียงไกร และคณะ, 2551) สัตฤาษีออกดอกเดือนเมษายนถึงมิถุนายน (สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, 2544) ทั้งนี้ International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) ถือว่าสัตฤาษีเป็นหนึ่งในพืชสมุนไพรที่ระบุว่าเป็นความเสี่ยงภายใต้ภัยการคุกคาม (Madhu *et al.,* 2010) ในประเทศไทยสัตฤาษีถือเป็นพืชป่า ได้รับความคุ้มครองตามกฎหมายคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 และการเข้าถึงเพื่อการใช้ประโยชน์ ต้องมีการแจ้งตามมาตรา 52 การศึกษาวิจัยพืชดังกล่าวจึงมีความจำเป็น เพื่อให้ได้ฐานข้อมูลทางวิชาการของพรรณพืชท้องถิ่นที่มีการใช้ประโยชน์ และมีความสำคัญต่อภูมิปัญญาท้องถิ่นของชุมชนต่างๆ ในประเทศ แล้วนำมาจัดทำบัญชีรายการของความหลากหลายทางชีวภาพของพืช และการใช้ประโยชน์เพื่อเสนอหรือเป็นข้อมูลประกอบการบังคับใช้กฎหมายพระราชบัญญัติคุ้มครองพันธุ์พืช พ.ศ. 2542 และเพื่อให้ดำเนินการเป็นไปตามพันธกรณีระหว่างประเทศตามที่ประเทศไทยได้เป็นภาคีสมาชิก และเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการจัดทำเป็นฐานข้อมูลพรรณพืชใช้สนับสนุนการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่คุ้มครองพันธุ์พืช และสามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรและอุตสาหกรรมต่อไป

7. วิธีดำเนินการ

- **อุปกรณ์**

1. ต้นสัตฤาษี (ตีนฮุ้งดอย) จากแหล่งสำรวจแต่ละแหล่ง
2. วัสดุการเกษตร ได้แก่ ปูนขาว ปุ๋ยคอก ปุ๋ยเคมี ตาข่ายพรางแสง ไม้ไผ่ ลวด ป้ายแท๊ก
3. อุปกรณ์ที่ใช้จับพิกัดและวัดระดับความสูงพื้นที่
4. อุปกรณ์ในการบันทึกข้อมูล ได้แก่ กล้องถ่ายรูป แบบบันทึกข้อมูล/แบบสัมภาษณ์ ปากกาเคมี ไม้บรรทัด
5. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน ได้แก่ ตะกร้าพลาสติก ถุงพลาสติก จอบ เสียมกระสอบ
6. อุปกรณ์เกี่ยวกับการเก็บเกี่ยว ได้แก่ ถุงตาข่าย เครื่องชั่ง ถุงพลาสติก
7. อุปกรณ์ในการจัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง ได้แก่ ถุงพลาสติก แผงไม้อัด กระดาษลูกฟูก กระดาษหนังสือพิมพ์ เชือกรัด แบบบันทึกข้อมูลตัวอย่างพรรณพืช เอทิลแอลกอฮอล์ เข็มและด้ายเย็บตัวอย่าง

- **วิธีการ**

1. การสำรวจและเก็บตัวอย่าง

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นด้านความหลากหลายทางพันธุกรรม การจำแนกชนิด นิเวศวิทยาและการกระจายพันธุ์ การใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ข้อมูลด้านพฤกษเคมีจากเอกสาร ตำราทางวิชาการและข้อมูลที่บันทึกในตัวอย่างพรรณไม้อ้างอิงที่เก็บรักษาในพิพิธภัณฑ์พืชต่างๆ
2. สำรวจภาคสนาม
   2.1 ประสานงานและวางแผนการเข้าสำรวจตัวแทนพื้นที่ ได้แก่ จังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย และจังหวัดน่าน
   2.2 เข้าสำรวจพืชจากแหล่งสำรวจ ในช่วงเจริญเติบโตของพืช (เดือนมิถุนายน-สิงหาคม)
   2.3 บันทึกลักษณะทางสัณฐานวิทยา นิเวศวิทยา สภาพพื้นที่ (จับพิกัด และเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์)
   2.4 บันทึกข้อมูลการใช้ประโยชน์ ส่วนที่ใช้และวิธีการใช้ประโยชน์ฯ ราคาจำหน่าย
3. การเก็บตัวอย่าง
   3.1 เก็บตัวอย่างสัตฤาษีอย่างน้อยแหล่งละ 5 ตัวอย่าง โดยเก็บทั้งต้น นำใส่ถุง
   3.2 บันทึกแหล่งพื้นที่เก็บตัวอย่าง วันที่เก็บตัวอย่าง ลำดับที่ของตัวอย่าง
4. การจัดทำตัวอย่างพรรณไม้แห้ง
   4.1 เก็บตัวอย่างสัตฤาษีต้นที่สมบูรณ์และเป็นตัวแทนมาล้างทำความสะอาดตัวอย่างพืช ผึ่งให้แห้ง
   4.2 นำตัวอย่างสัตฤาษีวางบนแผ่นกระดาษแข็งสีขาว ยึดตัวอย่างกับแผ่นกระดาษโดยใช้เข็มเย็บผ้าร้อยด้ายยึดกับกระดาษ โดยเย็บให้ตัวอย่างติดกับแผ่นกระดาษแน่นพอควร
   4.3 ฉีดแอลกอฮอล์ให้ทั่วตัวอย่าง เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราบนตัวอย่าง
   4.4 นำกระดาษหนังสือพิมพ์และกระดาษลูกฟูกประกบด้านบนและด้านล่าง
   4.5 นำแผงไม้อัดประกบทั้งสองด้านของตัวอย่างอีกชั้น รัดด้วยเชือกรัดให้แน่น
   4.6 นำส่งตัวอย่างพรรณไม้และข้อมูลสำรวจ และข้อมูลประกอบตัวอย่าง (สถานที่เก็บตัวอย่าง ระดับความสูงพื้นที่ วันที่เก็บตัวอย่าง ชื่อท้องถิ่นหรือชื่อพื้นเมือง ข้อสังเกตอื่นๆ และชื่อผู้เก็บตัวอย่าง) ให้เจ้าหน้าที่สำนักคุ้มครองพันธุ์พืช ดำเนินการจัดเตรียมตามขั้นตอนสากลในการจัดทำเป็นตัวอย่างเพื่อใช้อ้างอิงในพิพิธภัณฑ์พืชกรุงเทพฯ ต่อไป

2. ศึกษาลักษณะทางพฤกษศาสตร์โดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา

1. นำสัตฤาษีที่ได้จากการสำรวจในแต่ละแหล่งมาเพาะปลูกลงในกระถางขนาด 8*12 นิ้ว ภายใต้โรงเรือนหลังคาพลาสติกที่มีการพรางแสงด้วยซาแลน 70 เปอร์เซ็นต์ โดยติดป้ายแท็กและจัดวางแยกตามแต่ละแหล่ง
2. บันทึกวันเพาะปลูกและดูแลรักษาต้นสัตฤาษี โดยงดให้น้ำเมื่อเข้าสู่ระยะพืชพักตัว และให้น้ำเมื่อเข้าสู่ฤดูฝนที่ต้นพืชจะเริ่มแทงยอดใหม่ โดยพิจาณาให้พืชได้รับปัจจัยต่างๆใกล้เคียงกับในสภาพธรรมชาติ
3. แบ่งตัวอย่างพืชครึ่งหนึ่งนำไปปลูกในสภาพป่าธรรมชาติ ให้ได้รับปัจจัยต่างๆ ในธรรมชาติ
4. บันทึกข้อมูลการเจริญเติบโต เช่น การแทงยอด การติดดอก การติดผล และการพักตัวของพืช รวมทั้งโรคและแมลงที่พบระหว่างการเจริญเติบโต

3. วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรม ดังนี้

โดยส่งตัวอย่างวิเคราะห์ที่คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ดังนี้

1.1 วิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมโดยใช้เทคนิค RAPD

นำใบอ่อนหรือยอดอ่อนของสัตฤาษี มาทำการสกัดดีเอ็นเอโดยนำมาชั่งให้ได้ 0.2 กรัม แล้วบดในโกร่งที่มีไนโตรเจนเหลวให้ละเอียด เสร็จแล้วเทใส่หลอดทดลอง จากนั้นเติม 2XCTAB buffer จำนวน 600 ไมโครลิตร ลงในหลอดที่เตรียมไว้ แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที เติมคลอโรฟอร์ม (chloroform): ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์ (isoamyl alcohol) อัตราส่วน 24 : 1 จำนวน 800 ไมโครลิตร เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน แล้วนำไปเหวี่ยง (centrifuge) ที่ระดับความเร็ว 12,000 g ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 - 10 นาที จากนั้นดูดเฉพาะน้ำที่ใสส่วนบนลงในหลอดทดลองใหม่ แล้วเติมไอโซโพรพานอล (isopropanol) ที่เย็นจัด จำนวน 600 ไมโครลิตร เพื่อตกตะกอนดีเอ็นเอ เขย่าเบาๆ ให้เข้ากัน นำไปแช่ไว้ที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 - 20 นาที แล้วนำไปเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วและอุณหภูมิเท่าเดิม เป็นเวลา 5 - 10 นาที จากนั้นเทไอโซโพรพานอลทิ้งไป แล้วเติมแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์จำนวน 800 ไมโครลิตร แล้วนำไปเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วและอุณหภูมิเท่าเดิม เป็นเวลา 5 - 10 นาที แล้วเทแอลกอฮอล์ 80 เปอร์เซ็นต์ทิ้งไป และทำซ้ำขั้นตอนนี้อีก 2 ครั้ง ปล่อยให้ตะกอนแห้งโดยการเปิดฝาทิ้งไว้ เป็นเวลา 20 - 30 นาที จากนั้นนำมาละลายใน TE buffer จำนวน 50 - 100 ไมโครลิตร เก็บรักษาสารละลายดีเอ็นเอที่ได้ที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส และทำการวัดคุณภาพและปริมาณสารละลายดีเอ็นเอโดยวิธีอะกาโรสเจลอิเล็กโตรโฟริซีส (agarose gel electrophoresis) ความเข้มข้นของเจล 0.8 เปอร์เซ็นต์ใน 1XTAE buffer เปรียบเทียบกับความเข้มข้นของดีเอ็นเอมาตรฐาน

4. **วิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ** โดยวิเคราะห์ดังนี้
   4.1 Total saponins ตามวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีการของ Yang *et al*. (2017) รายงานผลเป็นมิลลิกรัมต่อกรัมกรดแกลลิค (mg/g Gallic acid equivalent, GAE)
   4.2 วิเคราะห์ปริมาณสารฟีนอลิกทั้งหมดในหัวสัตฤาษี (Total Phenolic compounds) ด้วยวิธี Folin - Ciocalteu reagent
   4.3 วิเคราะห์ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ ด้วยวิธี DPPH assay (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูลจากการสัมภาษณ์ บันทึกข้อมูลดังนี้
   1.1 ข้อมูลด้านความหลากหลายทางพันธุกรรม ชนิด นิเวศวิทยา และการกระจายพันธุ์
   1.2 การใช้ประโยชน์ด้านต่างๆ ของสัตฤาษี ลักษณะประจำพันธุ์ ชื่อเรียกท้องถิ่น ส่วนที่นำมาใช้ประโยชน์
2. เปรียบเทียบข้อมูลด้านพฤกษเคมีของสัตฤาษีจากเอกสาร ตำราวิชาการและข้อมูลอ้างอิงที่เกี่ยวข้อง
3. บันทึกการเจริญเติบโตของต้นสัตฤาษีที่นำมาเพาะปลูกบันทึกลักษณะประจำพันธุ์ ประเมินคุณลักษณะทางพันธุกรรม จำแนกพันธุ์โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา

ระยะเวลา

ตุลาคม 2558 – กันยายน 2561

สถานที่ทำการทดลอง

ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ และแหล่งสำรวจที่มีสัตฤาษีตามธรรมชาติในจังหวัดเชียงใหม่ จังหวัดเชียงราย และจังหวัดน่าน

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

จากการสำรวจสัตฤาษีจากพื้นที่ทั้งหมด 12 พื้นที่ในภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่พื้นที่สูงในจังหวัดเชียงใหม่ ได้แก่ อ. เชียงดาว อ. ดอยสะเก็ด อ. สะเมิง อ. แม่วาง และ อ. แม่แจ่ม จังหวัดเชียงราย ได้แก่ อ. เมือง และ อ. เวียงป่าเป้า จังหวัดพะเยา ได้แก่ อ. ปง และ อ. ภูซาง และจังหวัดน่าน ได้แก่ อ. ปัว และ อ. แม่จริม พบตัวอย่างจาก 7 พื้นที่สำรวจ ได้แก่ พื้นที่ จังหวัดเชียงใหม่ อ. เชียงดาว (9 ตัวอย่าง) อ. ดอยสะเก็ด (15 ตัวอย่าง) อ. สะเมิง (17 ตัวอย่าง) อ. แม่วาง (5 ตัวอย่าง) และ อ. แม่แจ่ม (12 ตัวอย่าง) จังหวัดเชียงราย ได้แก่ อ. เวียงป่าเป้า (20 ตัวอย่าง) และจังหวัดน่าน ได้แก่ อ. แม่จริม (5 ตัวอย่าง) รวม 83 ตัวอย่าง (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การสำรวจ สัมภาษณ์ และจำนวนตัวอย่างที่พบในแต่ละแหล่งสำรวจ

ว/ด/ป	แหล่งสำรวจ	ภาพการสำรวจ	จำนวนตัวอย่าง
13/6/2559	บ้านขุนวาง อำเภอแม่วาง จังหวัดเชียงใหม่		พบ 5 ตัวอย่าง
18/6/2559	อ.ดอยสะเด็ด จังหวัดเชียงใหม่		พบ 15 ตัวอย่าง
22/6/2559	บ้านขุนลาว ต.แม่เจดีย์ อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย		พบ 20 ตัวอย่าง

28/6/2559	ต.แม่สลองใน อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย			ไม่พบตัวอย่าง
28/6/2559	บ.ปางขอน อ.เมือง จ.เชียงราย			ไม่พบตัวอย่าง
29/6/2559	ศูนย์ส่งเสริมเกษตรที่สูงพะเยา ต. ผาช้างน้อย อ.ปง จ. พะเยา			ไม่พบตัวอย่าง
29/6/2559	อุทยานฯ ภูซาง ต. ภูซาง อ. ภูซาง จ. พะเยา			ไม่พบตัวอย่าง
20/7/2560	อุทยานฯ ภูคา ต. ภูคา อ. ปัว จ. น่าน			ไม่พบตัวอย่าง

21/7/2560	บ.สว่าง อ.แม่จริม จ.น่าน		5 ตัวอย่าง
29/7/2560	ต.เชียงดาว อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่		9 ตัวอย่าง
30/7/2560	อ. สะเมิง จ. เชียงใหม่		17 ตัวอย่าง
5/8/2560	อ.แม่แจ่ม จ. เชียงใหม่		12 ตัวอย่าง

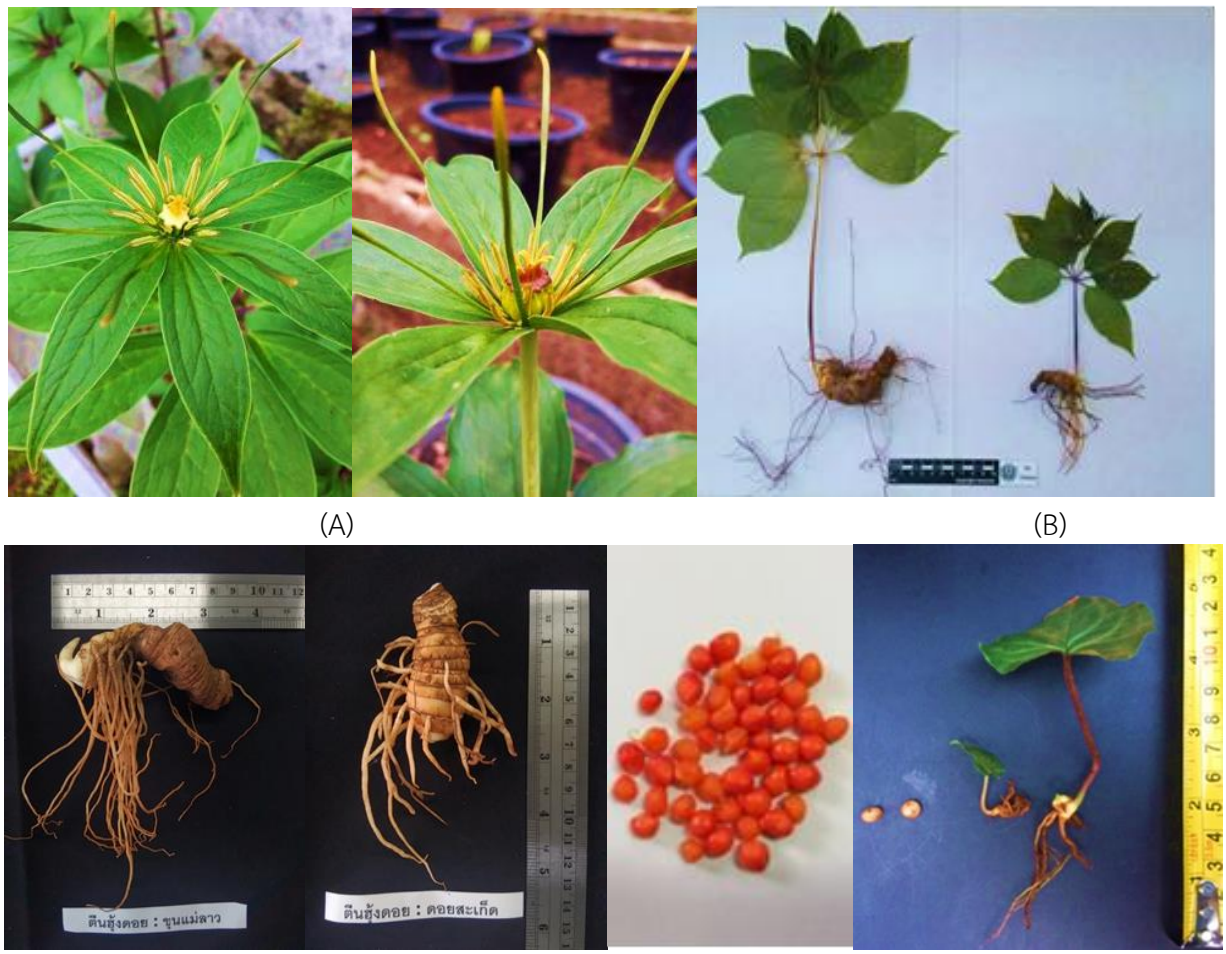
จากการสำรวจพบว่าสัตฤาษีเป็นพืชที่ขึ้นตามพื้นที่ป่าสนเขาและป่าดิบเขา ที่มีเรือนยอดสูง โดยพบเจริญเติบโตตามพื้นที่ไหล่เขาบนพื้นที่ความสูง ในสภาพแสงรำไร ดินมีอินทรียวัตถุสูง มีเศษกิ่งไม้ใบไม้ทับถมผิวดินจำนวนมาก สอดคล้องกับ สำนักหอพรรณไม้ (2550) ที่รายงานว่าสัตฤาษีมีการกระจายตัวในหลายประเทศในภูมิภาคเอเชีย อาทิ จีน อินเดีย เนปาล ภูฎาน ญี่ปุ่น เวียดนาม เมียนมาร์ และไทย มีชื่อวิทยาศาสตร์ *Daiswa polyphylla* Smith ในประเทศไทยพบเฉพาะสายพันธุ์ chinensis ในภาคเหนือตอนบนตามภูเขาสูงในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย ลำปาง พะเยา และน่าน โดยจะพบเจริญเติบโตในสภาพป่าดิบเขาร่มรำไร ตามไหล่เขาในพื้นที่ที่ระดับความสูงตั้งแต่ 800-1,900 เมตรจากระดับน้ำทะเล สัตฤาษีมีชื่อเรียกท้องถิ่นในประเทศไทยว่า เล็บฮุ้ง ตีนฮุ้งดอย ต๋ง ต่องลุ้งจ่อ (ไทยใหญ่) ยาประดงร้อยเอ็ด (ลั๊ว) เป็นพืชล้มลุก ลำต้นสีเขียวตั้งตรง สูงได้ถึง 100 เซนติเมตร ใบเป็นใบเดี่ยวสีเขียวเข้ม ออกเวียน

รอบข้อ 5-9 ใบรูปรีแกมรูปขอบขนาน (elliptic- oblong) กว้าง 3-5 เซนติเมตร ยาว 8-15 เซนติเมตร โคนใบมนหรือสอบ ปลายใบเรียวแหลม (acuminate) ขอบใบเป็นคลื่น (undulate) ก้านใบสีน้ำตาล ดอกเป็นแบบดอกเดี่ยว สีเขียวอ่อน อยู่ปลายยอด ก้านดอกยาว 5-30 เซนติเมตร มียอดเกสรเพศเมียสีเหลืองหรือสีส้ม มีใบประดับ 4-6 ใบรองรับ ยาว 5-10 เซนติเมตรกลีบดอกเป็นเส้นเล็กสีเขียว ยาว 6-12 เซนติเมตร มีเกสรตัวผู้ 10-22 อัน เป็นเส้นยาว ผลมีลักษณะเป็นก้อนกลม ผิวเรียบ ขนาด 4-5 เซนติเมตร เมล็ดสีแสดแดง ผลเป็นผลแบบแคปซูล ทรงกลม ผิวเรียบ เมล็ดมีเยื่อหุ้มอวบน้ำสีแดงอมส้ม (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1-5)

ภาพที่ 1 สภาพต้นสัตฤาษีที่พบในป่า

ภาพที่ 2 สภาพต้นสัตฤาษีที่รวบรวมแล้วนำมาปลูกในแปลงรวบรวม

ภาพที่ 3 สภาพเหง้า (ส่วนลำต้นใต้ดิน) สัตฤาษี ที่ได้จากการสำรวจ



(A) (B)

(C) (D) (E)

ภาพที่ 4 สัณฐานวิทยาทั่วไปของสัตฤาษี (A) ใบและดอก (B) ทั้งต้น (C) หัวใต้ดิน (D) เมล็ดและ (E) ต้นกล้า

ภาพที่ 5 ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสัตฤาษี (Madhu *et al*., 2010)

ภายหลังการสำรวจและรวบรวมสัตฤาษีจากแต่ละแหล่ง นำมาปลูกภายใต้โรงเรือนที่มุงหลังคาพลาสติกพรางแสงด้วยซาแลน 70 เปอร์เซ็นต์ โดยติดป้ายแท็กและจัดวางแยกตามแต่ละแหล่ง พบว่าต้นสัตฤาษีจากทุกแหล่งมีการพักตัวในฤดูหนาวถึงปลายฤดูร้อน (ระหว่างเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนเมษายน) และจะเริ่มทยอยงอกในเดือนระหว่างเดือนเมษายนถึงพฤษภาคม ซึ่งช่วงระยะเวลาในการแตกยอดจะแตกต่างกัน โดยพบว่าส่วนเหง้าที่มีขนาดใหญ่จะเริ่มแตกยอดก่อนเหง้าที่มีขนาดเล็ก และภายหลังการคลี่บานของใบจะเกิดการแตกตาดอกตามมา (ภาพที่ 6)

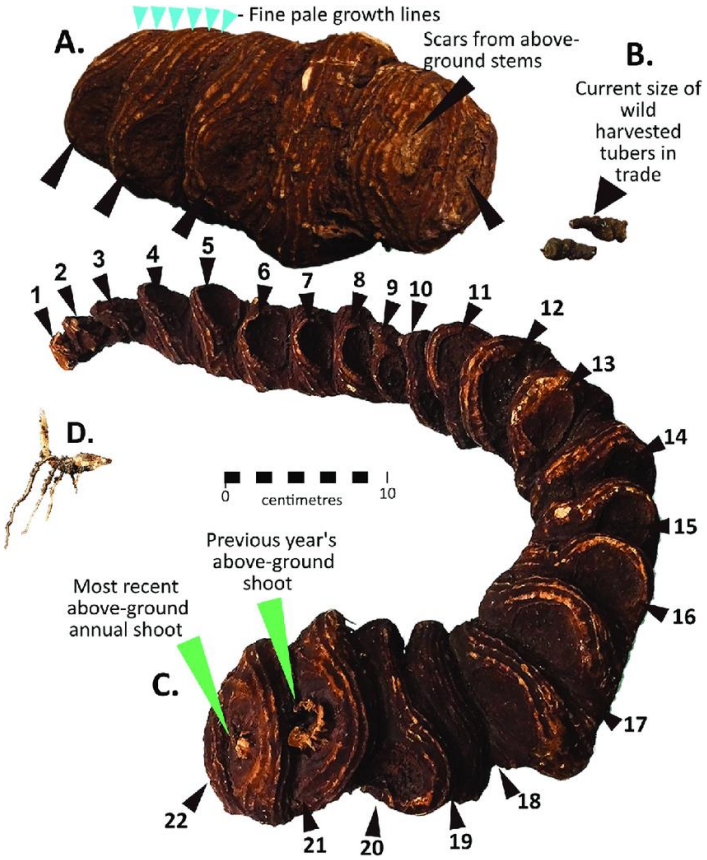
ภาพที่ 6 การแตกยอด การคลี่บานของใบ และการเกิดช่อดอกต่อจากการคลี่บานของใบ

ลักษณะโดยทั่วไปของสัตฤาษี

ลำต้นใต้ดิน

ลำต้นใต้ดินของสัตฤาษีมีลักษณะแบบเหง้า (Rhizome) พบว่าส่วนใหญ่เป็นเหง้าแบบแนวนอน สัตฤาษีจะมีการเจริญเติบโตทางลำต้นเหนือดินบริเวณจุดเจริญที่เหง้า และพัฒนาไปเป็นลำต้นต่อไป (ภาพที่ 7) และเมื่อพืชเข้าสู่ระยะพักตัวจุดเจริญจะกลายเป็นรอยแผล และการเจริญเติบโตในปีถัดไปจะเกิดจากจุดเจริญจุดใหม่ไปเรื่อยๆ และสามารถตรวจสอบอายุของพืชได้โดยนับจากจำนวนรอยแผลดังกล่าว (ภาพที่ 8)

ภาพที่ 7 ลักษณะลำต้นใต้ดินสัตฤาษีจากการสำรวจในภาคเหนือของประเทศไทย



ภาพที่ 8 การตรวจสอบอายุสัตฤาษีจากการนับรอยแผลจากจุดเจริญเดิม (Chitta *et al*., 2015)

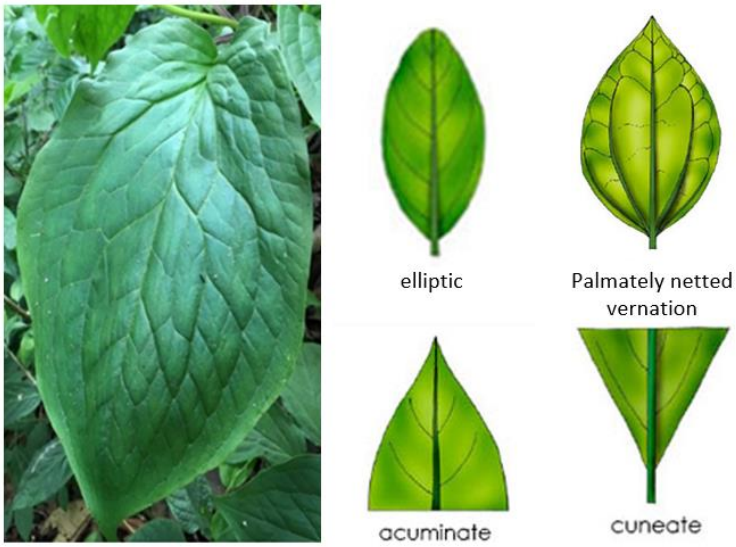
ลำต้นเหนือดิน

ลำต้นเหนือดินจะเจริญจากหน่อใต้ดิน ลำต้นจะสูงเฉลี่ย 35-60 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับอาหารสะสมในเหง้าและอายุของเหง้า โดยพบว่าเหง้าที่มีขนาดใหญ่และอายุมาก ต้นจะสูงกว่าเหง้าขนาดเล็กที่อายุน้อย ต้นตั้งตรง และค่อนข้างบอบบางและหักง่าย ซึ่งลำต้นเหนือดินเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเมื่อลำต้นใต้ดินพ้นระยะพักตัว (Madhu, 2010)

ภาพที่ 9 ลักษณะลำต้นเหนือดินสัตฤาษี

ใบ

ใบของต้นสัตฤาษีมีลักษณะเป็นใบแบบใบเดี่ยวออกเรียงเวียนวนรอบข้อ 4-9 ใบ รูปใบรี (elliptic) การเรียงเส้นใบแบบร่างแหรูปฝ่ามือ (palmately netted vernation) ปลายใบแหลม (accuminate) โคนใบมนรูปลิ่ม (cuneate) ก้านใบสีน้ำตาล กว้าง 3-5 เซนติเมตร ยาว 8-15 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวคล้ำ และใบมีลักษณะแผ่กระจายออกเป็นแนวนอนด้านบนลำต้น (ภาพที่ 10)



ภาพที่ 10 ลักษณะใบสัตฤาษี

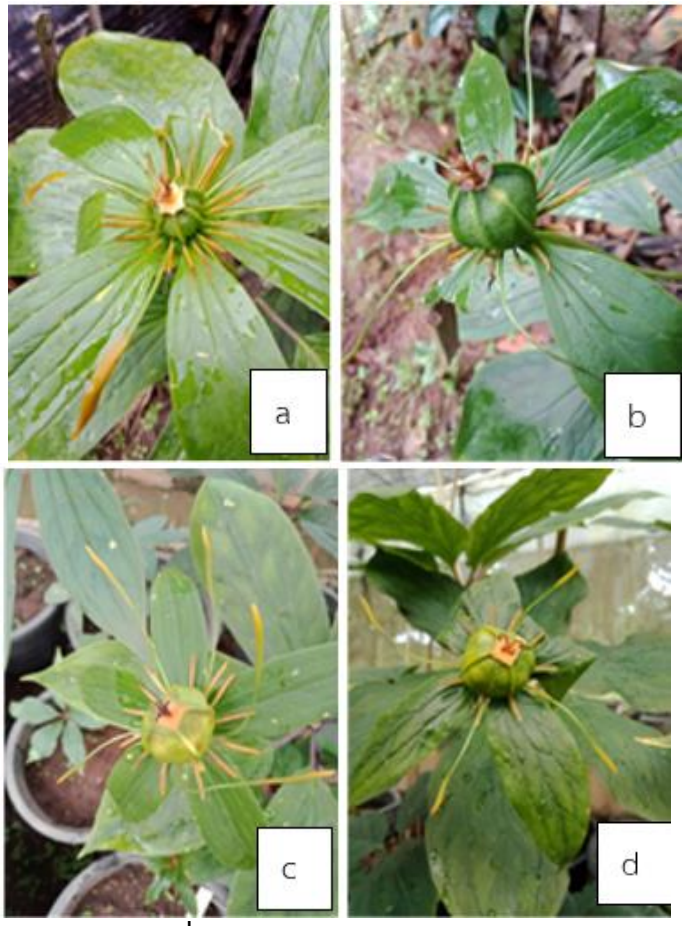
ดอก

สัตฤาษีจะติดดอกช่วงเดือนพฤษภาคม โดยดอกของต้นสัตฤาษีเป็นดอกแบบสมบูรณ์เพศ (Perfect flower) มีเกสรเพศผู้และเกสรเพศเมียอยู่บนดอกเดียวกัน เป็นพืชที่สามารถผสมตัวเอง เป็นดอกเดี่ยวสีเหลืองหรือสีส้ม ออกที่ปลายยอด มีใบประดับ 4-6 ใบ โดยมีเกสรตัวผู้ รังไข่ มีผลและเมล็ดและกลีบดอกดังที่แสดงในภาพที่ 11

ภาพที่ 11 ลักษณะดอกสัตฤาษี

ผล

สัตฤาษีจะติดผลในช่วงเดือนมิถุนายน โดยผลมีลักษณะแบบแคปซูล ทรงกลม ผิวเรียบ มีสัน 4-5 สัน การติดผลของต้นสัตฤาษีขึ้นอยู่กับช่วงแสงและอุณหภูมิที่ได้รับ สอดคล้องกับ Zhang และคณะ (2011) ที่รายงานว่า ต้นสัตฤาษีถ้าได้รับความร้อนในช่วงการพัฒนาเป็นผลจะทำให้ติดผลได้น้อยหรือไม่ติดผล (ภาพที่ 12)



ภาพที่ 12 ลักษณะการติดผลของสัตฤาษี

เมล็ด

เมล็ดสัตฤาษีจะเกาะเป็นกลุ่มภายในผล เมื่อสุกแก่เต็มที่เปลือกผลที่หุ้มเมล็ดจะแตกออก จำนวนเมล็ดเฉลี่ยในผลมีประมาณ 20-35 เมล็ด มีลักษณะกลมสีส้มแดง และมีเมล็ดจริงค่อนข้างแข็งสีขาวครีมอยู่ภายใน (ภาพที่ 13)

ภาพที่ 13 ลักษณะเมล็ดในผลที่สุกแก่

จากผลการศึกษาการเจริญเติบโตของสัตฤาษี ที่ได้จาการสำรวจในแหล่งต่างๆ ที่นำมาเพาะปลูกดูแลรักษาในศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ หน่วยย่อยแม่จอนหลวง ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลเมล็ดที่สุกแก่พร้อมในการขยายพันธุ์ โดยทำการเก็บข้อมูลจำนวนต้นที่ติดฝัก จำนวนเมล็ด ขนาดของเมล็ด และน้ำหนักเมล็ด (ตารางที่ 2-3)

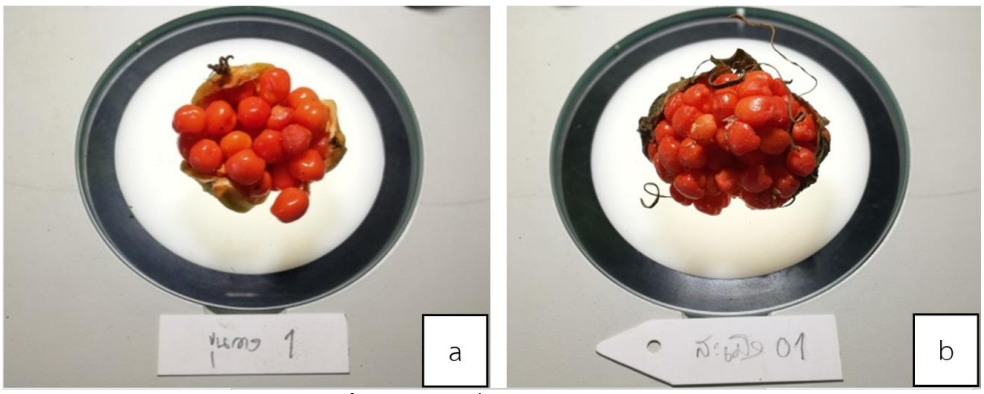
ตารางที่ 2 ข้อมูลของผลสัตฤาษีจากแต่ละแหล่งสำรวจ

	จำนวนผล	**ความกว้างผล (มิลลิเมตร)**	**ความยาวผล (มิลลิเมตร)**	**น้ำหนักรวมผล (กรัม)**
สะเมิง	19	21.0	23.9	9.0
แม่แจ่ม	4.0	11.2	10.1	6.0
ดอยสะเก็ด	3.0	4.10	5.20	0.8
แม่วาง	6.0	23.6	28.8	7.0
รวม	32	15.0	17.0	5.7

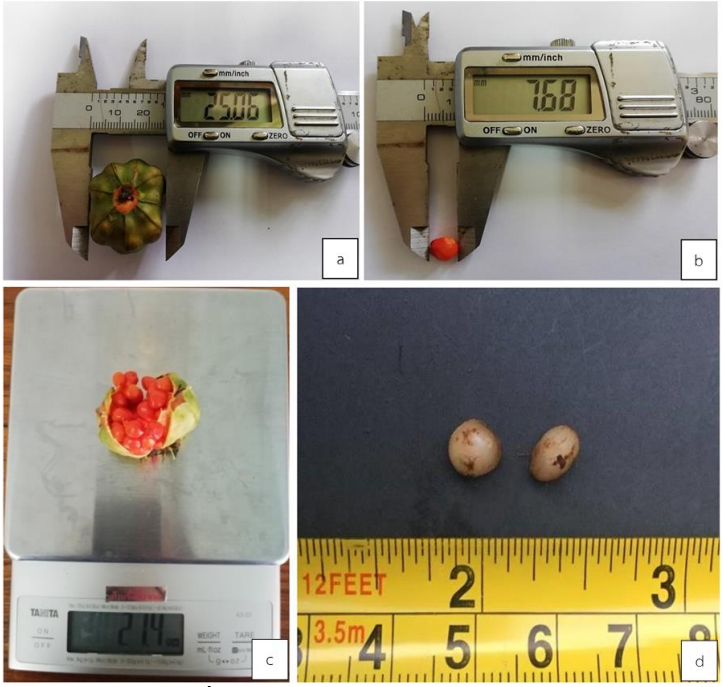
ตารางที่ 3 ข้อมูลของเมล็ดของสัตฤาษีจากแต่ละแหล่งสำรวจ

	จำนวนเมล็ด	**เฉลี่ยเมล็ด/ผล**	**น้ำหนักเมล็ด (กรัม)**	**ความกว้างเมล็ด (มิลลิเมตร)**	**ความยาวเมล็ด (มิลลิเมตร)**
สะเมิง	465	24.5	5.6	6.8	8.0
แม่แจ่ม	47.0	11.8	2.6	6.3	8.1
ดอยสะเก็ด	22.0	7.30	1.5	6.2	7.9
แม่วาง	147	24.5	5.4	7.2	8.2
รวม	681	21.3	3.8	6.6	8.0

หมายเหตุ แหล่งสำรวจที่ไม่มีรายชื่อ เนื่องจากต้นไม่ติดผลและเมล็ด



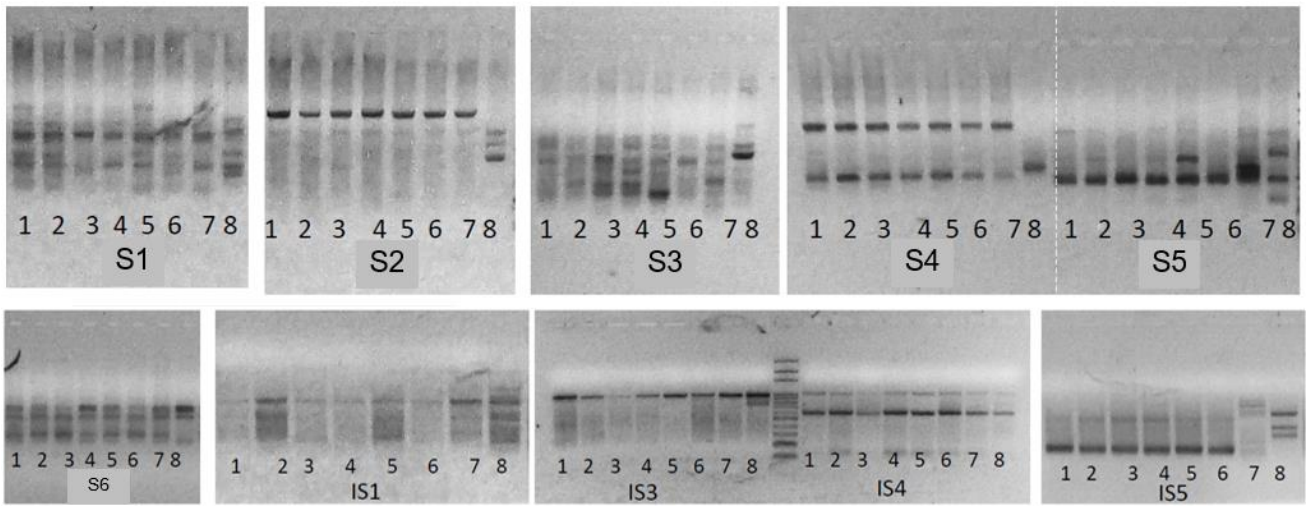
ภาพที่ 14 เมล็ดที่สุกแก่ทางสรีรวิทยา



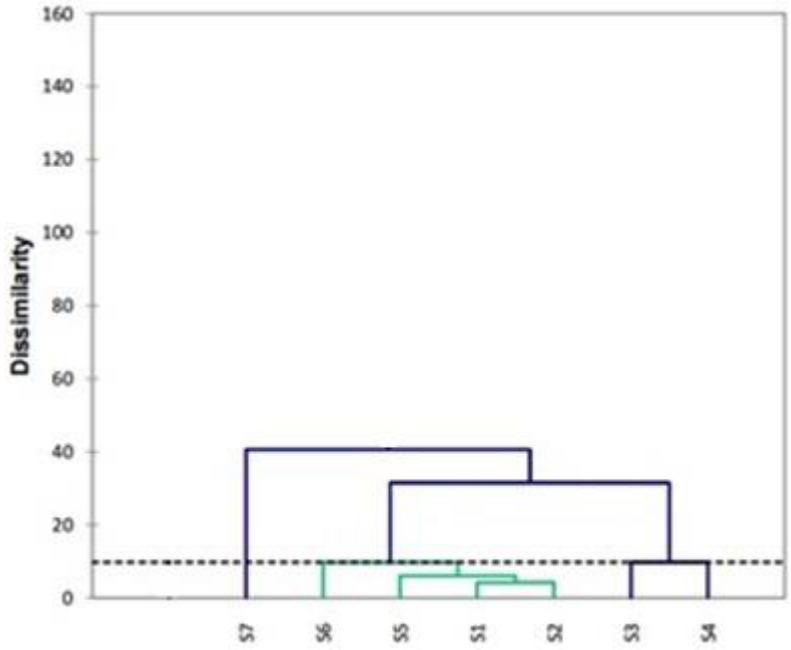
ภาพที่ 15 การบันทึกข้อมูลเมล็ดสัตฤาษี

พันธุ์

สัตฤาษีที่ทั่วโลกมีมากกว่า 10 สายพันธุ์ ในประเทศไทยพบเฉพาะสายพันธุ์ chinensis (*Daiswa polyphylla* var chinensis) โดยพบเฉพาะทางภาคเหนือ แถบจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แพร่ น่าน ขึ้นในป่าดิบเขาระดับความสูง 900-1,900 เมตร ในต่างประเทศพบในระดับความสูงจนถึง 3,000 เมตร (สำนักงานหอพรรณไม้, 2550) โดยลักษณะที่ใช้ในการจำแนกพันธุ์สัตฤาษี ได้แก่ ลักษณะใบประดับ สีใบประดับ และลักษณะใบ แต่พบว่าสัตฤาษีเป็นพืชที่มีการขยายพันธุ์โดยเมล็ด ลักษณะสัณฐานที่ปรากฏจึงมีความหลากหลายและจำแนกได้ค่อนข้างยาก เมื่อนำตัวอย่างสัตฤาษีที่สำรวจจากแหล่งต่างๆ ในภาคเหนือตอนบน และรวบรวมไว้ ณ ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ทั้งหมด 7 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ดอยสะเก็ด (S1) สะเมิง (S2) แม่แจ่ม (S3) แม่วาง (S4) เชียงดาว (S5) เวียงป่าเป้า (S6) และแม่จริม (S7) ไปสกัดและวิเคราะห์ DNA ได้แถบ DNA ที่แตกต่างกัน (ภาพที่ 16)



ภาพที่ 16 ลายพิมพ์ดีเอ็นเอสัตฤาษีที่ได้จากการตรวจสอบโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุลชนิด AFLP 16 คู่



ภาพที่ 17 แผนที่ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมสัตฤาษีจาก 7 แหล่งสำรวจ

เมื่อวิเคราะห์ DNA จากใบสัตฤาษี 7 ตัวอย่างจากแหล่ง ดอยสะเก็ด (S1) สะเมิง (S2) แม่แจ่ม (S3) แม่วาง (S4) เชียงดาว (S5) เวียงป่าเป้า (S6) และน่าน (S7) โดยการวิเคราะห์ด้วยเครื่องหมายโมเลกุลชนิด RAPD จำนวน 5 ตัว และเครื่องหมายโมเลกุลชนิด ISSR จำนวน 5 เครื่องหมาย ได้แถบดีเอ็นเอจำนวน 48 แถบ เมื่อนำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Agglomerative hierarchical clustering (AHC) พบว่าสามารถจำแนกความแตกต่างทางพันธุกรรมแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มแรกได้แก่ ดอยสะเก็ด (S1) สะเมิง (S2)) เวียงป่าเป้า (S6) และน่าน (S7) กลุ่มที่สอง ได้แก่ แม่แจ่ม (S3) แม่วาง (S4) และกลุ่มที่สามได้แก่ น่าน (S7) (ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ และสัณฐานวิทยาของสัตฤาษีจากแต่ละแหล่ง มีความหลากหลายทางสัณฐานวิทยาจึงไม่สามารถจำแนกความแตกต่างในแต่ละแหล่งที่ได้ทำการสำรวจโดยสังเกตจากลักษณะภายนอกได้

การใช้ประโยชน์สัตฤาษี

การใช้ประโยชน์ พบว่าในพื้นที่ภาคเหนือของไทยนิยมใช้ส่วนลำต้นใต้ดินหรือเหง้ามาทานสดหรือต้มดื่มน้ำเพื่อรักษาอาการบาดเจ็บ และเอาไปดองเหล้ากินเป็นยาบำรุงกำลัง และยังสามารถนำมารักษาพิษไข้ พิษจากอาหาร แก้พิษงู พิษแมลงกัด ใช้เหง้าที่แก่และแห้งฝนทารักษาบาดแผลภายนอกและใช้เป็นยาแก้ปวด สำหรับในต่างประเทศนิยมใช้ในหลากหลายรูปแบบ ทั้งในรูปหัวอบแห้ง แผ่นสัตฤาษีอบแห้ง และสัตฤาษีแบบผง (ภาพที่ 18-19) โดยในประเทศเนปาลใช้เป็นยาละลายเสมหะ รักษาพิษไข้ พิษจากอาหาร แก้พิษงูและแมลงกัด เป็นยาบรรเทาผลกระทบจากยาเสพติด หัวใช้เคี้ยวรักษาแผลภายในคอ ฝนหัวรักษาบาดแผลภายนอก ใช้เป็นยาแก้ปวด ต้มหัวรักษาแผลคอตีบ โรคต่อมน้ำเหลือง ต่อมทอนซิล คางทูม เต้านมอักเสบ ไขข้อ และบรรเทาฝี ในตำรับยาจีนใช้เป็นส่วนผสมหลักในยารักษาตับ ท้อง จมูก ปอด คอ และมะเร็งเต้านม (Madhu *et al*., 2010) และยังรักษาเนื้องอก ห้ามเลือด ต้านการอักเสบ ลดอาการปวดบวม มะเร็งปอด มะเร็งกล่องเสียง และเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของสิทธิบัตรยาจีน คือ แคปซูล "Gongxuening" "Jidesheng Sheyao" "Biyan Qingdu Keli" (Wen *et al*., 2012; Shah *et al*., 2012; Qin *et al*., 2013) (ภาพที่ 20

ภาพที่ 18 สัตฤาษีอบแห้งทั้งหัว (LU *et al*., 2018) และสัตฤาษีหั่นเป็นแผ่นอบแห้ง (Shamim *et al*., 2012)

ภาพที่ 19 สัตฤาษีผง (Shamim *et al*., 2012)

แคปซูลยา Gongxuening แคปซูลยา Jidesheng Sheyao แคปซูลยา Biyan Qingdu Keli

ภาพที่ 20 สิทธิบัตรยาจีน 3 ชนิดที่มีสัตฤาษีเป็นองค์ประกอบหลัก

คุณสมบัติด้านพฤกษเคมีของสัตฤาษี

การศึกษาสารประกอบของสัตฤาษี สามารถแยกสารประกอบหลักได้ 8 ชนิด คือ Falcarindiol, β-ecdysterone และ saponins อีก 6 ชนิด ซึ่งมีฤทธิ์ต้านมะเร็งอย่างมีนัยสำคัญ โดย saponins มีฤทธิ์ต้านเนื้องอกได้

นอกจากนี้ยังสามารถบรรเทาอาการบวมน้ำที่ปอดและกล้ามเนื้อหัวใจ (Shah *et al*., 2012) และผลจากการวิเคราะห์คุณสมบัติสารสำคัญสัตฤาษีที่สำรวจในภาคเหนือของไทยดังที่แสดงในตารางที่ 4-6

ในปี 2559 พบว่าต้นสัตฤาษีเจริญเติบโตในช่วงการเจริญเติบโตทางลำต้นในฤดูฝน โดยมีการพัฒนาดอกแต่ยังไม่พบการติดเมล็ด ต้นสัตฤาษีที่ได้จากการสำรวจในปี 2559-2560 มีการเจริญเติบโตทางลำต้นช่วงฤดูฝนเดือนพฤษภาคม-มิถุนายน และการเจริญด้านส่วนขยายพันธุ์ (reproductive growth) ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมไปจนถึงเดือนธันวาคมก่อนจะเข้าสู่ระยะพักตัวในช่วงเดือนมกราคมเป็นต้นไป พบว่าการเจริญเติบโตทางลำต้นของต้นสัตฤาษีจะขึ้นอยู่กับการสะสมอาหารภายในหัว ซึ่งทำให้แต่ละหัวมีการเจริญเติบโตที่ไม่พร้อมกัน แต่จะอยู่ในช่วงระยะเวลาใกล้เคียงกัน ลักษณะการติดเมล็ดของต้นสัตฤาษีจะเกาะเป็นกลุ่มกันแน่นภายในฝัก เมื่อสุกแก่เต็มที่ฝักที่หุ้มเมล็ดจะแตกออก จะมีเมล็ดเฉลี่ยในฝักประมาณ 20-35 เมล็ด เมล็ดมีลักษณะกลมสีส้มแดงมีเยื่อหุ้มและภายในมีเมล็ดจริงสีขาวครีมค่อนข้างแข็ง (ภาพที่ 10-11)

ตารางที่ 4 ปริมาณสารสำคัญและความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของสัตฤาษีจากกแต่ละแหล่งสำรวจ

แหล่งตัวอย่าง	สารซาโปนินทั้งหมด (mg galic/g Dry weight)	สารฟีนอลิกทั้งหมด (µg galic/ g Sample)	ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ (%)
ดอยสะเก็ด (S1)	28.2	4.4	15.3
สะเมิง (S2)	23.6	6.6	23.6
แม่แจ่ม (S3)	32.3	3.5	11.7
แม่วาง (S4)	22.7	5.0	18.8
เชียงดาว (S5)	27.4	4.4	13.9
เวียงป่าเป้า (S6)	17.2	9.0	12.4
แม่จริม (S7)	15.5	3.9	8.53
เฉลี่ย	**23.8**	**5.3**	**14.9**

เมื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารสำคัญที่มีในเหง้าสัตฤาษีแต่ละแหล่ง โดยวิเคราะห์หาปริมาณสารซาโปนิน (Total Saponin) พบว่าสัตฤาษีที่สำรวจจากแม่จอนหลวง อ. แม่แจ่ม (S3) มีปริมาณสารซาโปนินเฉลี่ยมากที่สุด คือ 32.3 (mg galic/g Dry weight) รองลงมาได้แก่สัตฤาษีจาก ดอยสะเก็ด (S1) เชียงดาว (S5) สะเมิง (S2) แม่วาง (S4) เวียงป่าเป้า (S6) และ แม่จริม (S7) ที่มีปริมาณสารซาโปนิน (Total Saponin) เฉลี่ยเท่ากับ 28.2, 27.4, 23.6, 22.7, 17.2 และ 15.5 (mg galic/g Dry weight) ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ผลจากการวิเคราะห์หาปริมาณสารฟีนอลิกรวม (Total phenolic compounds) ด้วยวิธี Folin-Ciocalteu reagent จากส่วนเหง้า พบว่าสัตฤาษีที่สำรวจจากเวียงป่าเป้า (S6) มีปริมาณสารสารฟีนอลิกรวมเฉลี่ยมากที่สุด คือ 9.0 (µg galic/g sample) รองลงมาได้แก่สัตฤาษีจากสะเมิง (S2) แม่วาง (S4) ดอยสะเก็ด (S1) เชียงดาว (S5) แม่จริม (S7) และ แม่แจ่ม (S3) ที่มีปริมาณสารฟีนอลิกรวม (Total phenolic) เฉลี่ยเท่ากับ 6.6, 5.0, 4.4, 4.4, 3.9 และ 3.5 (µg galic/g sample) ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

และพบว่าสัตฤาษีจากแหล่งสะเมิง (S2) มีค่าการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant capacity) เฉลี่ยมากที่สุด คือ 23.6 % รองลงมาได้แก่สัตฤาษีจากแม่วาง (S4) ดอยสะเก็ด (S1) เชียงดาว (S5) เวียงป่าเป้า (S6) แม่แจ่ม (S3) และแม่จริม (S7) ที่มีค่าการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant capacity) เฉลี่ยเท่ากับ 18.8 %, 15.3 %, 13.9 %, 12.4 %, 11.7 % และ 8.53 % ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะประจำพันธุ์ และพฤกษเคมีของสัตฤาษี (*Daiswa polyphylla* Sm.) ในถิ่นที่อยู่ เพื่อการใช้ประโยชน์ด้านการเกษตร ในปี 2559-2561 พบว่าสัตฤาษีจากแต่ละแหล่งมีสัณฐานวิทยาที่หลากหลายและแตกต่างกัน การพิจารณาความแตกต่างจากลักษณะภายนอกทำได้ยาก และจากการสำรวจสามารถจำแนกกลุ่มของสัตฤาษีโดยใช้วิธีวิเคราะห์ความสัมพันธ์แบบ Agglomerative hierarchical clustering (AHC) สามารถแบ่งสัตฤาษี ออกเป็น 3 กลุ่ม คือกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสัตฤาษีที่มาจากกลุ่มตัวอย่างแหล่งดอยสะเก็ด (S1) สะเมิง (S2) เชียงดาว (S5) และเวียงป่าเป้า (S6) กลุ่มที่สองประกอบด้วยสัตฤาษีที่มาจากกลุ่มตัวอย่างแหล่งแม่จอนหลวง (S3) และขุนวาง (S4) และกลุ่มที่สามประกอบด้วยสัตฤาษีที่มาจากกลุ่มตัวอย่างแหล่งแม่จริม (S7) เมื่อวิเคราะห์ปริมาณสารสำคัญ พบว่าสัตฤาษีที่มาจากตัวอย่างแหล่งเวียงป่าเป้า (S5) มีปริมาณสารประกอบฟินอลิก (total phenolic compound) มากกว่าสัตฤาษีแหล่งอื่น สัตฤาษีจากกลุ่มตัวอย่างแหล่งแม่จอนหลวง (S3) มีค่าเฉลี่ยปริมาณสารซาโปนินรวม (total saponins) มากกว่ากลุ่มตัวอย่างจากแหล่งอื่น และสัตฤาษีจากกลุ่มตัวอย่างแหล่งสะเมิง (S2) มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระสูงสุด สัตฤาษีเป็นพืชสมุนไพรบนที่สูงที่มีศักยภาพ มีคุณสมบัติด้านการบำรุงและรักษาร่างกายหลายด้าน เกษตรกรสามารถนำมาขยายพันธุ์เพาะปลูกได้ทั้งในสภาพป่าและในสภาพโรงเรือน อีกทั้งเป็นสมุนไพรที่มีความต้องการจากทั้งในและต่างประเทศในปริมาณมาก เป็นพืชทางเลือกอีกชนิดหนึ่งในการพัฒนาผลิตเป็นสมุนไพรบนที่สูงที่มีมูลค่าสูง โดยพันธุ์ที่พบในประเทศไทยมีสรรพคุณใกล้เคียงกับพันธุ์ที่ผลิตเป็นการค้าในต่างประเทศ ทั้งนี้สัตฤาษีจัดเป็นพืชถิ่นเดียวและพืชหายากของประเทศไทย จากการศึกษาพบว่ามีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ จึงมีความจำเป็นในการศึกษาวิจัยให้ครบทุกด้านและบูรณาการหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการนำองค์ความรู้และการพัฒนาไปสู่การอนุรักษ์และการหาวิธีการนำมาใช้ประโยชน์สัตฤาษีอย่างยั้งยืน

10. การนำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. นำข้อมูลมาจัดทำเนื้อหาโครงการเสนอขอศึกษาดูงานการผลิตสัตฤาษี ณ สาธารณรัฐประชาชนจีน ปี 2560 โครงการการผลิตพืชสมุนไพรที่มีศักยภาพในเขตพื้นที่สูงของประเทศจีน (เมืองหวงซาน มณฑลอันฮุย) เพื่อนำองค์ความรู้มาถ่ายทอด ขยายผลสู่เกษตรกรในโครงการพระราชดำริของหน่วยงาน
2. นำเสนอผลงานและจัดทำกิจกรรมสนองงานภายใต้โครงการในพระราชดำริ งานอนุรักษ์พันธุกรรมพืชในสมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี (อพ. สธ.)
3. รวบรวมและจัดทำแปลงอนุรักษ์พันธุกรรมสัตฤาษีเพื่อใช้เป็นแหล่งศึกษาดูงาน ของเกษตรกร เจ้าหน้าที่ และผู้ที่สนใจ ในการศึกษา และนำไปต่อยอดปลูกและขยายพันธุ์ทดแทนการนำออกจากป่าและป้องกันการสูญพันธุ์

11. เอกสารอ้างอิง

เกรียงไกร เพาะเจริญ และคณะ. 2551. พืชอาหารและสมุนไพรท้องถิ่นบนพื้นที่สูง ชุดที่ 1 บ้านปางมะโอ. สถาบันวิจัยและพัฒนาพื้นที่สูง (องค์การมหาชน). 190 หน้า.

ธวัชชัย สันติสุข. มปป. พันธุ์พืชหายากและถูกคุกคามของดอยเชียงดาว ภูเขาหินปูนในจังหวัดเชียงใหม่ ภาคเหนือของประเทศไทย ความหลากหลายทางชีวภาพของระบบนิเวศภูเขา. รายงานการประชุม วันสากลแห่งความหลากหลายทางชีวภาพ. กรุงเทพฯ. หน้า 53-64.

สำนักคุ้มครองภูมิปัญญาการแพทย์แผนไทย กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทย และการแพทย์ทางเลือก. 2555. การคุ้มครองสมุนไพรในพื้นที่เขตอนุรักษ์. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://ip.hrdior.th.
(13 สิงหาคม 2556).

สำนักงานโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 2544. พืชถิ่นเดียวและพืชหายากของประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.rspg.or.th (13 สิงหาคม 2556)

สำนักงานหอพรรณไม้ สำนักวิจัยการอนุรักษ์ป่าไม้และพันธุ์พืช กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช. 2550. สัตฤาษี สารานุกรมพืชในประเทศไทย. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://web3dnp.go.th/botany/detail.aspx?wordsnamesci=Paris polyphylla Smith. var. chinensis (Franchet) H. Hara (13 สิงหาคม 2556).

สุภาภรณ์ ปิติพร. 2554. บันทึกของแผ่นดิน ๔ สมุนไพร ยากำลัง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ.หน้า 1-131.

Chitta, R. D., Sakutemsu, L. J. and Nangshimeren, S. J. 2015. Studies on Vegetative and Reproductive Ecology of *Paris polyphlla* Smith.: Vulnerable Medicinal Plant. American Journal of plant sciences. 6: 2561-2568.

CNC-DIVERSITAS. 2012. Catalogue of Life China 2012 AnnualChecklist.[online].Availablehttp://data.sp2000.cn/2012_cnnode_e/show_species_details.php? Name_code=e21cc83d-5c35-4ba5-afe2-69a3830c74c9 (21 August 2013).

eMonocot. 2011. *Paris polyphylla* Sm. [online]. Available http://e-monocot.org (13 August 2013).

LU, Y, QI, J. R. P and Yang, S. 2018. Study on Problems and Contermeasures of Industrial Development of *Paris* in Yunnan Province. Advances in Social Science. Education and Humanities Research. Vol. 233. 153-156.

Madhu, K.C., S. Phoboo and P. K. Jha. 2010. Ecological study of *Paris polyphylla* Sm. ECOS 17: 87-93.

Qin, X., C. Chen, W. Ni, H. Yan and H. Liu. 2013. C22-steroidal lactone glycosides from stems and leaves of *Paris polyphylla* var. yunnanensis. Fitoterapia 84: 248–251.

Shah, S. A., P.B. Mazumder and M. D. Choudhury. 2012. Medicinal properties of *Paris polyphylla* Smith: A review. Journal of Herbal Medicine and Toxicology 6(1):27-33.

Wen, F., H. Yin, C. Chen, X. Liu, D. Xue, T. Chen, J. He and H. Zhang. 2012. Chemical characteristics of saponins from *Paris fargesii* var. brevipetala and cytotoxic activity of its main ingredient, paris saponin H. Fitoterapia 83: 627–635.

Shah, S. A., P.B. Mazumder and M. D. Choudhury. 2012. Medicinal properties of *Paris polyphylla* Smith: A review. Journal of Herbal Medicine and Toxicology 6(1):27-33.

Shamim, A. S, Mazumder, P. B and Dutta, C. M. 2012. Medicinal Properties of *Paris Polyphylla* Smith. : A review. Journal of Herbal Medicine and Toxicology. 6 (1). 27-33

Yang,Y, Jinyu,H.J, Zhang, J and Wang, Y. 2017. Determination of Total steroid saponins in differntspecies of Paris Using FTIR Combined with Chemometrios. Jounal of AOAC International.101:1-7.

Zhang, J, Wang, Y, Zhang, J, Ding, Y, Yu, H and Jin, H. 2011. Evalution of mineral element contents in *Paris polyphlla* var yunnanensis from Southwest China. African Journal of Pharmacy and Pharmacology. 5: 1792-1796.

ภาคผนวก

การสกัดจีโนมิกดีเอ็นเอจากใบสัตฤาษี โดยวิธี CTAB

การสกัดจีโนมิกดีเอ็นเอจากใบสัตฤาษี ดำเนินตามวิธีของ Sharma และคณะ (Sharma *et al*., 2003)

ดังต่อไปนี้ ชั่งตัวอย่างใบสัตฤาษี ประมาณ 0.5-1.0 กรัม บดให้ละเอียดด้วยไนโตรเจนเหลว เติมสารละลาย สำหรับการสกัดปริมาตร 700 ไมโครลิตร ประกอบด้วย CTAB 1 โมลาร์ Tris-HCl pH 8.0 0.5 โมลาร์ EDTA pH 8.0 5 โมลาร์ NaCl และ 2-mercaptoethanol ลงในหลอดเซนติฟิวส์ขนาด 1.5 มิลลิลิตร นำ ไปบ่มใน อ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา นาน 15 นาที จากนั้นนำ ไปปั่นเหวี่ยงด้วยเครื่องปั่น เหวี่ยงความเร็วสูง (ยี่ห้อ Eppendorf รุ่น Mini Spin plus, USA) ที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที แล้วเติมสารละลายผสมระหว่างคลอโรฟอร์มและ ไอโซเอมิลแอลกอฮอล์อัตราส่วน 24:1 ปริมาตร 1 เท่า ของสารละลาย ผสมให้เข้ากัน นำ ไปปั่นเหวี่ยงอีกครั้ง ที่ความเร็วรอบ 13,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที ปิเปตสารละลายส่วนใสลงในหลอดใหม่ทำ ซ้ำอีก 1 ครั้ง จากนั้นตกตะกอนจีโนมิกดีเอ็นเอโดยเติมสารละลาย โซเดียมอะซิเตทความเข้มข้น 3 โมลาร์, pH 5.2 ปริมาตร 10 ไมโครลิตร และเอทานอลบริสุทธิ์ความเข้มข้น 99.9 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 250 ไมโครลิตรต่อจีโนมิกดีเอ็นเอ ปริมาตร 100 ไมโครลิตร ตั้งทิ้งไว้บนน้ำ แข็งนาน 10-30 นาที แล้วนำ ไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 13,000 รอบต่อ นาที นาน 10 นาที ทำการล้างตะกอนของดีเอ็นเอด้วย เอทานอลความเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ปั่นเหวี่ยงอีกครั้ง ที่ความเร็วรอบ 13,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาทีตั้ง ตะกอนดีเอ็นเอทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้องประมาณ 5-15 นาที ละลายตะกอนจีโนมิกดีเอ็นเอด้วยน้ำกลั่นปราศจาก เชื้อปริมาตร 50 ไมโครลิตร และวิเคราะห์คุณภาพของจีโน มิกดีเอ็นเอที่ได้ด้วยวิธีเจลอะกาโรสอิเลคโตรโฟเรซีสต่อไป

การตรวจสอบคุณภาพจีโนมิกดีเอ็นเอของสัตฤาษี

ตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีเจลอะกาโรสอิเลคโตรโฟเรซีส การวิเคราะห์คุณภาพของจีโนมิกดีเอ็นเอด้วย 1.5 เปอร์เซ็นต์ (w/v) เจลอะกาโรสอิเลคโตรโฟเรซีส โดยชั่งผงอะกาโรสหนัก 0.75 กรัม ละลายในสารละลาย บัฟเฟอร์ 1X Tris-Borate-EDTA (TBE) ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ให้ละลายเป็นเนื้อเดียวกัน จากนั้นปิเปตเอธิ- เดียมโบรไมด์ ความเข้มข้น 10 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 5 ไมโครลิตร ลงไปเขย่าให้เข้ากันทิ้งสารละลาย ให้เย็นลงประมาณ 60 องศาเซลเซียส จึงเทลงในถาดของ ชุดอิเลคโตรโฟเรซีส ทิ้งไว้ให้เจลอะกาโรสแข็งตัว แล้วเทสารละลายบัฟเฟอร์ 1X TBE ลงไปให้ท่วมเจล สูง ประมาณ 0.5-1.0 เซนติเมตร สำ หรับการวิเคราะห์จีโนมิกดีเอ็นเอ โดยปิเปตจีโนมิกดีเอ็นเอของใบสัตฤาษีที่สกัดได้ ปริมาตร 5 ไมโครลิตรผสมกับ 6X loading dye ปริมาตร 1 ไมโครลิตร ลงในหลุมของเจลที่เตรียมไว้ พร้อมทั้งดีเอ็นเอมาตรฐานคือ λDNA / EcoRI + HindIII เพื่อใช้เปรียบเทียบขนาดของดีเอ็นเอ ปิดฝาเครื่องและต่อขั้วไฟฟ้าใช้กระแสไฟฟ้าความต่างศักย์ที่ 120 โวลต์เวลา นาน 30 นาที หรือให้แถบสีของ bromophenol blue เคลื่อนที่ลงมาประมาณ 2 ใน 3 ของความยาวเจล จากนั้นปิดแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า นำเจลที่ได้ไปวิเคราะห์โดยการส่องด้วยเครื่อง UV transilluminator (ยี่ห้อ UVP, รุ่น LCD/M-20, Cambridge, UK) และบันทึกภาพ

การวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรม ด้วยเทคนิค RAPD

(Padmalatha and Prasad. 2006)

ใช้ไพรเมอร์ RAPD จำนวน 4 แบบ ได้แก่ S23 (5´AGTCAGCCAC3´), S24 (5´AATCG GGCTG3´), S27 (5´GAAACGGGTG3´) และ S30 (5´GTGATCGCAG3´) นำ มาใช้ในปฏิกิริยา RAPD-PCR ปริมาตรรวมของปฏิกิริยาเท่ากับ 15 ไมโครลิตร ซึ่งแต่ละ ปฏิกิริยาประกอบไปด้วย 1) จีโนมิกดีเอ็นเอ 2) ไพรเมอร์ RAPD ความเข้มข้น 2 μM 3) น้ำ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 4) 2X iTaq DNA polymerase เครื่อง Thermal cycle (ยี่ห้อ Eppendorf, รุ่น Mastercycler® personal, Hamburg, USA) ตั้งโปรแกรมอุณหภูมิและจำนวนรอบ ดังนี้

1) initial denaturation ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที

2) denaturation ที่อุณหภูมิ 94 องศาเซลเซียส นาน 45 วินาที

3) annealing ที่อุณหภูมิ 33 ถึง 38 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที

4) elongation ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 3 นาทีโดยทำ ปฏิกิริยาพีซีอาร์ ทั้งหมด 30 รอบ และตามด้วย final extension ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 7 นาที

จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ พีซีอาร์มาตรวจสอบด้วยเครื่องอิเลคโตรโฟเรซีส โดยเทียบ กับดีเอ็นเอมาตรฐาน และบันทึกภาพรูปแบบดีเอ็นเอ นำผลวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Image Quant TL v7.01 โดย นำผลแบบแผนดีเอ็นเอ (DNA pattern) ของสายพันธุ์ สัตฤาษีที่ได้มาคำนวณหาค่าแสดงความหลากหลาย ของแถบผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่มีความแตกต่างรวมทั้งหมด (Total number of polymorphic bands, TPB) โดยหาได้จากอัตราส่วนของจำนวนแถบผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่มีความแตกต่างรวมทั้งหมดต่อจำนวนแถบผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ ที่เกิดขึ้นทั้งหมดในแต่ละไพรเมอร์ และความหลากหลายของแถบผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่เกิดขึ้นในตัวอย่างแต่ละสายพันธุ์ (Number of polymorphic bands, PPB) ซึ่งหาได้จากอัตราส่วนของจำนวนแถบผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ในแต่ละตัวอย่างต่อจำนวนแถบผลิตภัณฑ์พีซีอาร์ที่เกิดขึ้นทั้งหมด ในแต่ละไพรเมอร์

ตารางผนวกที่ 1 แสดงรายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ปี 2560

เดือน	อุณหภูมิสูงสุด	อุณหภูมิต่ำสุด	อุณหภูมิเฉลี่ย	ปริมาณน้ำฝน	ความชื้นสูงสุด (%)	ความชื้นต่ำสุด (%)	ความชื้นเฉลี่ย (%)
มกราคม	22.2	12.2	17.2	2.90	81.6	70.2	75.9
กุมภาพันธ์	26.1	10.7	18.6	0.00	66.6	49.2	57.9
มีนาคม	27.7	14.8	21.3	0.00	61.2	43.9	52.5
เมษายน	28.7	15.4	22.1	18.8	78.8	54.8	66.8
พฤษภาคม	26.4	17.3	21.9	20.6	84.0	66.7	75.4
มิถุนายน	23.3	15.4	19.3	8.60	93.6	78.7	86.2
กรกฎาคม	21.9	14.8	18.4	11.7	93.7	84.9	89.3
สิงหาคม	24.7	15.3	20.0	10.1	94.1	85.7	89.9
กันยายน	25.6	15.9	20.8	7.00	91.2	83.6	87.4
ตุลาคม	22.7	15.5	19.1	18.0	92.6	87.3	90.0
พฤศจิกายน	22.8	13.9	18.3	5.50	82.6	73.9	78.2

ธันวาคม	20.8	9.50	15.1	0.00	73.3	69.3	71.3
เฉลี่ยปี 2560	25	11	18	9.85	60	57	58.5

ตารางผนวกที่ 2 แสดงรายงานข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ศูนย์วิจัยเกษตรหลวงเชียงใหม่ (แม่จอนหลวง) ปี 2561

เดือน	**อุณหภูมิสูงสุด**	**อุณหภูมิต่ำสุด**	**อุณหภูมิเฉลี่ย**	**ปริมาณน้ำฝน**	**ความชื้นสูงสุด (%)**	**ความชื้นต่ำสุด (%)**	**ความชื้นเฉลี่ย (%)**
มกราคม	19.9	8.50	14.2	0.00	76.6	61.7	69.2
กุมภาพันธ์	22.3	12.3	17.3	0.00	65.3	49.0	57.1
มีนาคม	26.0	13.2	19.6	0.00	67.0	55.3	61.2
เมษายน	26.4	15.2	20.8	0.00	82.9	65.5	74.2
พฤษภาคม	23.7	16.6	20.2	14.7	90.5	80.9	85.7
มิถุนายน	22.4	14.7	18.5	7.00	92.8	82.0	87.4
กรกฎาคม	24.2	14.1	19.2	6.30	89.9	79.8	84.9
สิงหาคม	23.4	14.0	18.7	10.4	92.5	84.9	88.7
กันยายน	23.4	14.2	18.8	6.70	92.0	76.4	84.2
ตุลาคม	-	-	-	-	-	-	-
พฤศจิกายน	-	-	-	-	-	-	-
ธันวาคม	-	-	-	-	-	-	-
เฉลี่ยปี 2561	23.52	13.64	18.59	9.02	83.28	70.61	76.96

รายละเอียดตัวอย่าง Sample code	pH (1:1)	ปริมาณปูนที่ต้องการ Lime Requirement (กก./ไร่)	อินทรียวัตถุ Organic matter	ฟอสฟอรัส Avai P (mg/kg)	โพแทสเซียม Avai K (mg/kg)	แคลเซียม Ca (mg/kg)	แมกนีเซียม Mg (mg/kg)	กำมะถัน S (mg/kg)	เหล็ก Fe (mg/kg)	แมงกานีส Mn (mg/kg)	สังกะสี Zn (mg/kg)	ทองแดง Cu (mg/kg)	โบรอน B (mg/kg)	ค่าการนำไฟฟ้า (E.C.)(1:5) (ms/cm.)
สะเมิง 15 cm.	5.1	660	17.80	12	130	780.0	214	16.05	31.67	4.24	0.53	0.14	0.72	0.172
สะเมิง 30 cm.	4.8	660	6.30	4.0	62	94.70	37.8	12.66	21.79	1.06	0.10	0.08	0.61	0.042
ขุนวาง 15 cm.	5.1	792	12.60	23	243	1,073	344	17.52	29.56	10.22	1.37	0.27	1.06	0.450
ขุนวาง 30 cm.	5.1	660	6.50	3.0	135	156.0	83.2	7.17	18.88	1.11	0.14	0.18	0.27	0.056
เชียงดาว 15 cm.	6.7	-	2.28	34	146	1,520	211	4.98	70.88	93.75	2.47	2.53	0.16	0.056
เชียงดาว 30 cm.	6.3	-	5.93	17	385	2,053	415	0.12	54.78	25.91	0.79	2.75	0.51	0.028
ดอยสะเก็ด 15 cm.	5.8	-	3.95	3.0	455	729.0	343	ไม่พบ	60.00	45.07	0.41	0.14	0.22	0.021
ดอยสะเก็ด 30 cm.	5.7	-	3.89	2.0	435	628.0	233	ไม่พบ	66.37	59.31	0.26	0.12	0.10	0.015
ขุนลาว 1.1 15 cm.	5.9	-	4.79	12	180	1271	254	19.56	78.95	89.95	2.71	0.74	1.06	0.044
ขุนลาว 1.2 30 cm.	5.7	-	3.72	5	130	942	250	23.82	89.08	83.76	1.99	0.60	0.28	0.029
ขุนลาว 2.1 15 cm.	5.5	528	6.00	4	260	437	336	17.80	53.12	47.14	0.55	0.29	0.98	0.042
ขุนลาว 2.2 30 cm.	5.2	660	4.69	3	184	177	193	22.27	48.17	32.20	0.25	0.19	0.54	0.029
แม่จอนหลวง 15 cm.	5.8	-	13.0	12	164	833	214	3.82	30.17	7.50	0.88	0.34	1.06	0.037
แม่จอนหลวง 30 cm.	5.6	-	11.4	9	119	368	109	19.56	27.20	5.44	0.46	0.32	0.83	0.023
แม่จอนหลวง 2 15 cm.	5.4	396	2.01	2	143	254	78.6	107.08	4.99	3.74	0.16	0.11	0.53	0.023
แม่จอนหลวง 2 30 cm.	5.6	-	-	1	115	148	49.0	104.88	3.16	1.57	0.19	0.15	0.25	0.015
ค่าที่เหมาะสม	6-7	-	2.5-3.0	26-42	130	1,040	135	-	11-16	9-12	0.9-1.2	0.6-1.2	0.9-3	

ตารางผนวกที่ 3 ผลการวิเคราะห์ดินพื้นที่พบต้นสัตฤาษีที่ได้จากการสำรวจ