

รายงานการไปราชการ ประชุม/สัมมนา ศึกษา ฝึกอบรม ปฏิบัติการวิจัย ดูงาน ณ ต่างประเทศ  
และการไปปฏิบัติงานในองค์การระหว่างประเทศ

\*\*\*\*\*

ส่วนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

- ๑.๑ ชื่อ/นามสกุล ..... นายอภิวัฒน์ เอื้ออารีเลิศ .....
- ๑.๒ ชื่อเรื่อง/หลักสูตร  
SANERI Visiting Scholar Training Program .....
- สาขาหลัก .....
- สาขาย่อย .....
- สาขาที่เกี่ยวข้อง .....
- เพื่อ ☐ ประชุม/สัมมนา ☐ ศึกษา ☒ ฝึกอบรม ☐ ปฏิบัติงานวิจัย  
☐ ดูงาน ☐ ไปปฏิบัติงานในองค์การระหว่างประเทศ .....
- แหล่งผู้ให้ทุน Asia-Pacific Network for Sustainable Forest Management and Rehabilitation (APFNet) .....
- ประเทศที่ไป ..... สาธารณรัฐประชาชนจีน .....
- ระหว่างวันที่ ..... ๑ มีนาคม - ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๘ .....

ส่วนที่ ๒ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ฝึกอบรม ดูงาน ประชุม/สัมมนา ปฏิบัติงานวิจัย และไปปฏิบัติงานใน  
องค์การระหว่างประเทศ

๒.๑ วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษารูปแบบการฟื้นฟูป่าบนพื้นที่สูงด้วยระบบวนเกษตรพร้อมกับการใช้ประโยชน์จาก  
ความหลากหลายทางชีวภาพอย่างเหมาะสม นอกจากนี้ยังเปิดโอกาสให้มีการแลกเปลี่ยนประสบการณ์ด้านการ  
ฟื้นฟูป่าและการใช้ประโยชน์จากความหลากหลายทางชีวภาพกับประเทศต่าง ๆ ที่เข้าร่วมอบรม .....

๒.๒ เนื้อหาการฝึกอบรม (โดยย่อประมาณ ๒- ๕ หน้ากระดาษ A๔)

๑) The "Company + Base + Farmer" model

มณฑลยูนนาน (Yunnan) ของจีนมีระบบนิเวศป่าไม้ที่อุดมสมบูรณ์และมีความ  
หลากหลายทางชีวภาพสูง ทำให้เหมาะสำหรับการฟื้นฟูป่าและการปลูกพืชเศรษฐกิจได้ร่มไม้ เช่น สมุนไพรจีน  
(เช่น เห็ดหลินจือ, โสม) และเห็ดป่า (เช่น เห็ดหอม, เห็ดมัตสึทาเกะ) โดยใช้โมเดล "บริษัท + ฐานการผลิต +  
เกษตรกร" เพื่อสร้างรายได้ควบคู่กับการอนุรักษ์ ดังนี้

บริษัท (Company) ได้แก่บริษัทที่เกี่ยวข้องกับการผลิตยาสมุนไพรจีน และแปรรูป  
ผลิตภัณฑ์จากเห็ดป่า ทำหน้าที่เป็นผู้อบรมให้ความรู้เทคนิคการปลูกสมุนไพรและเห็ดได้ร่มไม้จากป่าที่ได้รับการ  
ฟื้นฟู รวมไปถึงการลงทุนสร้างระบบน้ำ ปรับพื้นที่ตามความลาดชัน การสร้างเส้นทางรถ และแนวกันไฟป่า  
เพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าไปดูแลพื้นที่ เป็นต้น นอกจากนี้บริษัทยังรับซื้อผลผลิตในราคาที่มีประกันสัญญา  
โดยผลผลิตเหล่านี้จะมีคุณภาพตามมาตรฐานที่รัฐบาลกำหนด เพื่อนำไปแปรรูปและสร้างแบรนด์สินค้าเพื่อเพิ่มมูลค่า

ฐานการผลิต (Base) เป็นการฟื้นฟูพื้นที่ป่าเพื่อให้มีระบบนิเวศที่เหมาะสมสำหรับการ  
ปลูกสมุนไพรจีน และเห็ดได้ร่มไม้ป่าที่ได้รับการฟื้นฟู โดยรัฐบาลสนับสนุนเรื่องการวิจัยฟื้นฟูป่า การคัดเลือกพันธุ์พืช  
และเห็ดที่เหมาะสมกับระบบนิเวศท้องถิ่น การใช้เทคนิควนเกษตรเพื่อไม่ให้ทำลายป่าเดิม และที่สำคัญคือการจัดตั้งฐาน

สาธิตการเรียนรู้ เพื่อให้เกษตรกรและบริษัทได้เห็นความสำเร็จของแปลงสาธิตการวิจัย ทำให้เกิดความเชื่อมั่นที่จะนำผลการทดลองไปประยุกต์ใช้

เกษตรกร (Farmer) เกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการปลูกสมุนไพรจีนและเห็ดใต้พื้นป่าจะได้รับการฝึกอบรมความรู้ด้านวนเกษตร เรียนรู้การใช้สารเคมีทางการเกษตร หรือการใช้สารเคมีทางการเกษตรที่ถูกต้อง ขึ้นอยู่กับมาตรฐานการผลิตที่ผลิตภัณฑ์ได้รับ การขายผลผลิตกลับให้บริษัทช่วยทดแทนการลักลอบตัดไม้ทำลายป่า และส่งเสริมให้เกษตรกรเห็นความสำคัญของการอนุรักษ์ป่าเพิ่มมากขึ้น.....

## ๒) Kunming LinXia Economic Demonstration Base Fuminfeng Forestry Planting and Grassland Demonstration Base.

ตั้งอยู่บนภูเขาในหมู่บ้าน Huangpo. ครอบคลุมพื้นที่ ๒๐๐ ไร่ เป็นฐานสาธิตความสำเร็จทางเทคโนโลยีของสถานีส่งเสริม วิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีป่าไม้และทุ่งหญ้า Kunming และ สถาบันป่าไม้และทุ่งหญ้า Yunnan ไม้ป่าที่ปลูก ประกอบด้วยต้นสนยูนนาน ต้นโอ๊ค วอลนัท และผลไม้ทานาซนิค ระบบน้ำสร้างเป็นบ่อน้ำขนาดเล็ก และแปลงปลูกพืชที่มีความลาดชันจะจัดทำขั้นบันไดเพื่อป้องกันการพังทลายของดินใต้พื้นป่าปลูกพืชล้มลุกและเห็ดหลากหลายชนิด เช่น *Bletilla striata*, *Polygonatum sibiricum* และ *Lactarius deliciosus* เป็นต้น การปลูกด้วยระบบวนเกษตร ซึ่งประกอบด้วยไม้ป่า ไม้ผล พืชสมุนไพร และ เห็ดชนิดต่าง ๆ ได้ป่าเป็นตัวอย่างที่ดีของการจัดการป่าที่ไม่เพียงช่วยอนุรักษ์ป่าเท่านั้นหากยังทำให้เกษตรกรสามารถมีรายได้ที่มั่นคงและลดความเสี่ยงจากราคาผลผลิตที่ผันผวน.....

## ๓) Yipinglang under forestry herbal seeding and planting base.

เป็นโครงการปลูกพืชสมุนไพรพร้อมกับการฟื้นฟูป่า ระยะเวลาโครงการ ๑๕ ปี ระหว่างปี ๒๐๒๓ - ๒๐๓๘. สมุนไพรที่ปลูกในช่วงเริ่มต้นจะเป็นสมุนไพรที่ต้องการแสงมาก โดยจะปลูกระหว่างแถวไม้ป่าหรือไม้ผล ขณะที่ยังเป็นกล้าไม้ สมุนไพรที่ปลูกได้แก่ *Ophiopogon japonicus*, *Acorus gramineus*, *Belamcanda chinensis*, *Bletilla striata*. ไม้ป่าที่เลือกปลูกได้แก่ *Alnus nepalensis*, *Taxus yunnanensis*....

## ๔) Wase under forestry herbal base.

เป็นโครงการที่รัฐให้สิทธิบริษัทเอกชนเข้ามาพัฒนาพื้นที่เพื่อใช้ประโยชน์จากการปลูกฟื้นฟูป่า ตั้งแต่ปี ๒๐๑๔. โดยบริษัทต้องจัดทำแผนปฏิบัติการทุก ๑๕ ปี เพื่อประเมินผลการปฏิบัติงานและต่ออายุโครงการ ซึ่งปัจจุบันโครงการมีเนื้อที่สำหรับปลูกฟื้นฟูป่าทั้งหมด ๒,๗๐๐ ไร่ แต่ใช้สำหรับปลูกพืชสมุนไพรได้พื้นที่ฟื้นฟูแล้ว ๑,๒๐๐ ไร่ ลักษณะของพื้นที่ก่อนเริ่มต้นโครงการเป็นเขาหัวโล้นผ่านการทำไร่ข้าวโพดมาเป็นเวลานาน การฟื้นฟูป่าเริ่มต้นจากการเลือกปลูกชนิดพันธุ์ไม้ท้องถิ่นที่ทนต่อสภาพอากาศและความแห้งแล้ง เช่น *Pinus yunnanensis* Franch. มีการสร้างบ่อกักเก็บน้ำกว่า ๑๐๐ บ่อ และระบบท่อส่งน้ำเชื่อมโยงกัน กระจายทั่วทั้งพื้นที่โครงการ รวมทั้งมีการปรับพื้นที่ให้เป็นขั้นบันไดในส่วนที่มีความลาดชันสูง ตั้งแต่เริ่มต้นโครงการได้ใช้เงินลงทุนไปแล้วกว่า ๑๐,๐๐๐ ล้านบาท ปัจจุบันพื้นที่โครงการเริ่มมีสภาพเป็นป่าเหมาะสมต่อการปลูกสมุนไพรจีนคุณภาพสูง อย่าง *Bletilla hyacinthina* และ *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce. โครงการนี้ถือว่าประสบความสำเร็จอย่างมาก เนื่องจากบริษัทสามารถทำกำไรจากการฟื้นฟูป่าแล้วยังทำให้เกิดการจ้างงานให้กับคนในชุมชนท้องถิ่นกว่า ๒๕๐ คน ชาวบ้านมีรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิม ๒ เท่า ช่วยแก้ปัญหาการย้ายถิ่นฐานของคนวัยหนุ่มสาวในชุมชน.....

#### ๕) Nanhua State forestry on mushroom planting base.

โครงการนี้มีลักษณะเด่นคือชุมชนมีสิทธิ์ในการจัดการป่าและใช้ประโยชน์จากของป่ากว่า ๒๐,๐๐๐ ไร่ ชุมชนแห่งนี้ได้ร่วมกับภาครัฐดูแลป่ามากกว่า ๓๐ ปี ผู้แทนชุมชนได้ร่วมมือกับกรมและหน่วยงานที่ฐานสวัสดิการการเรียนรู้ และเล็งเห็นถึงศักยภาพของพื้นที่ป่าที่ตนเองดูแลแล้วสามารถพัฒนาไปสู่การเพาะเลี้ยงเห็ดได้ พื้นที่ป่าได้ จึงได้เชิญชวนให้บริษัทเอกชนเข้ามาร่วมลงทุนในพื้นที่ โครงการเพาะเห็ดได้พื้นที่ป่าแห่งนี้ มีระยะเวลา ๗ ปี เริ่มต้นตั้งแต่ปี ๒๐๒๕ - ๒๐๓๑ โดยพื้นที่นำร่องโครงการ ๒๐๐ ไร่ มีการเพาะเห็ด *Stropharia rugosoannulata* ได้พื้นที่ป่าสน *Pinus armandii* ที่มีการปลูกมาแล้วกว่า ๓๐ ปี เพราะป่าสนจะมีระดับร่มเงาที่เหมาะสม วัสดุเพาะเห็ดทำจากขี้เลื่อยผสมกับมูลสัตว์ เรียงตามแนวยาวของพื้นที่ป่า หลังจากเตรียมวัสดุเพาะเสร็จแล้ว นำสปอร์เห็ดวางตามแนววัสดุเพาะแล้วกลับด้วยวัสดุเพาะอีกครั้งก่อนคลุมด้วยพลาสติก พร้อมติดตั้งระบบน้ำเพื่อให้ความชื้นเพียงพอต่อการเติบโตของเห็ด เมื่อผ่านไป ๑ เดือน จะสามารถเก็บเกี่ยวเห็ดได้ต่อเนื่องจนครบ ๖ เดือน ถึงจะรื้อวัสดุแปลงเพาะเพื่อทำการเพาะเห็ดใหม่ในรอบต่อไป นอกจากนี้ยังมีการทำข้อตกลงแบ่งปันผลประโยชน์ที่เกิดขึ้น โดยชุมชนได้รับ ๑๐ % และบริษัทได้รับ ๙๐ % โดยบริษัทรับผิดชอบต้นทุนที่เกิดขึ้นทั้งหมด โดยต้นทุนที่เกิดขึ้นระหว่างรอบการผลิตคือ ๑๐,๐๐๐ - ๑๒,๐๐๐ หยวน/ไร่ รายได้ประมาณ ๓๐,๐๐๐ หยวน/ไร่ ผลผลิตประมาณ ๓,๐๐๐ กก./ไร่/รอบการผลิต ชาวบ้านได้รับการจ้างงานให้เพาะและดูแลแปลงเห็ด กว่า ๕๐ คน/วัน ทำให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจากเดิมคนละ ๓,๐๐๐ หยวน/เดือน เพิ่มขึ้นเป็น ๗,๐๐๐ หยวน/เดือน ในช่วงปีแรกของการเริ่มต้นโครงการถือว่าประสบความสำเร็จเป็นที่พอใจ และต้องการขยายพื้นที่ในการเพาะเห็ดได้พื้นที่ป่าเพิ่มเติมเนื่องจากผลผลิตเห็ดที่ได้มีปริมาณและคุณภาพที่ดีกว่าเห็ดที่ได้จากโรงเรือนโดยเฉพาะด้านรสชาติ จึงทำให้เห็ดที่เพาะได้พื้นที่ป่าเป็นที่ต้องการของตลาด

#### ๒.๓ ประโยชน์ที่ได้รับ

##### ต่อตนเอง

๑. ได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์กับผู้เชี่ยวชาญด้านการฟื้นฟูป่าและระบบวนเกษตรของมณฑลยูนนาน สาธารณรัฐประชาชนจีน
๒. ได้ความรู้เรื่องการส่งเสริมงานวิจัยที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง โดยเฉพาะการส่งเสริมระบบวนเกษตร
๓. ได้เรียนรู้ทัศนคติ และวัฒนธรรมที่แตกต่าง ทำให้เกิดมุมมองใหม่ในการนำมาประยุกต์ใช้กับการทำงานต่อไป

##### ต่อหน่วยงาน

๑. การปรับประยุกต์ใช้รูปแบบการส่งเสริมงานวิจัยที่เกษตรกร และภาคเอกชนสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้จริง โดยเฉพาะการแก้ปัญหาความยากจนให้กับชาวบ้านในพื้นที่ชนบทของประเทศ
๒. การนำแนวทางการฟื้นฟูป่าด้วยระบบวนเกษตรไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่เขาหัวโล้นในพื้นที่ภาคเหนือของไทย
๓. เกิดความร่วมมือระหว่างประเทศ โดยเฉพาะกับสาธารณรัฐประชาชนจีน ในการฟื้นฟูป่าด้วยระบบวนเกษตรต่อไป

#### ส่วนที่ ๓ ปัญหา/อุปสรรค

อุปสรรคด้านภาษาเนื่องจากเจ้าหน้าที่ไม่สามารถสื่อสารด้วยภาษาอังกฤษ ทำให้การแลกเปลี่ยนประสบการณ์ระหว่างกันไม่ราบรื่น มีอุปสรรคในการเข้าถึงข้อมูลงานวิจัย



ส่วนที่ ๔ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

การเข้าร่วมหลักสูตร SANFRI Visiting Scholar Training Program ที่ Yunnan Academy of Forestry and Grassland ระหว่างวันที่ ๑ มีนาคม - ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๘ ณ เมืองคุนหมิง มณฑลยูนนาน นับเป็นโอกาสอันดีต่อบุคลากรกรมป่าไม้ โดยเฉพาะนักวิจัยรุ่นใหม่ที่จะได้เปิดมุมมอง และแนวคิดด้านการวิจัยป่าไม้ ที่แตกต่างแต่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย โดยเฉพาะบนพื้นที่ภูเขาสูงทางภาคเหนือของไทย จึงเห็นควร สนับสนุนให้บุคลากรของกรมป่าไม้ได้มีโอกาสเข้าร่วมหลักสูตรในลักษณะนี้ในโอกาสต่อ ๆ ไป ทั้งนี้ผู้ที่สนใจเข้าร่วมหลักสูตรนี้ ควรมีพื้นฐานภาษาจีนเพื่อประโยชน์ในการสื่อสารทางวิชาการมากขึ้น

ลงชื่อ  (นายอภิวัฒน์ เขื่อนจารีเจ็ก) ผู้รายงาน  
(นักวิชาการป่าไม้ชำนาญการ)

ส่วนที่ ๕ ความคิดเห็นผู้บังคับบัญชา

เป็นขออภัยที่เพื่อ สืบค้น (เจ้าโลกทัศน์)  
ส.วิมลพร อาภาฉายสัน ใจดีเป็นป.ป.ป.ป.ป.ป.  
นักวิจัย และ อดิกรศรี

ลงชื่อ  (นายสุรธรรม ตั้งมิตรเจริญ)   
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้



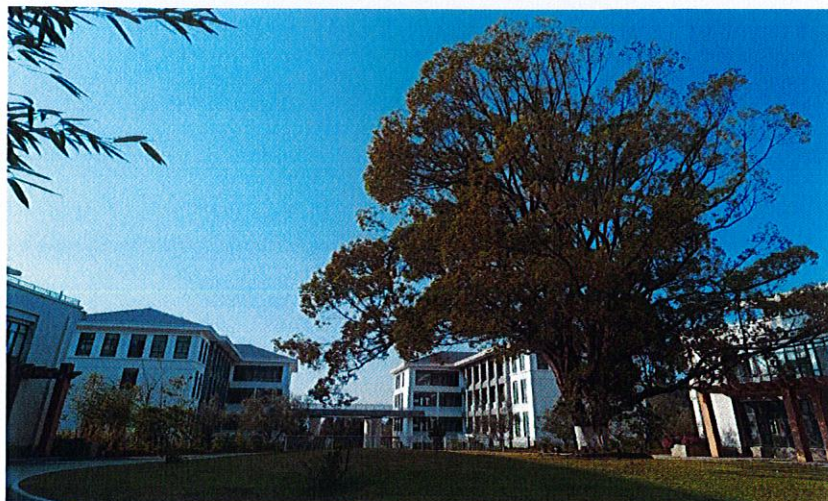
ภาพประกอบการเข้าร่วมฝึกอบรม  
หลักสูตร SANFRI Visiting Scholar Training Program  
ระหว่างวันที่ ๑ มีนาคม – ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๘  
ณ. Yunnan Academy of Forestry and Grassland. (YAFG)  
เมืองคุนหมิง มณฑลยูนนาน สาธารณรัฐประชาชนจีน





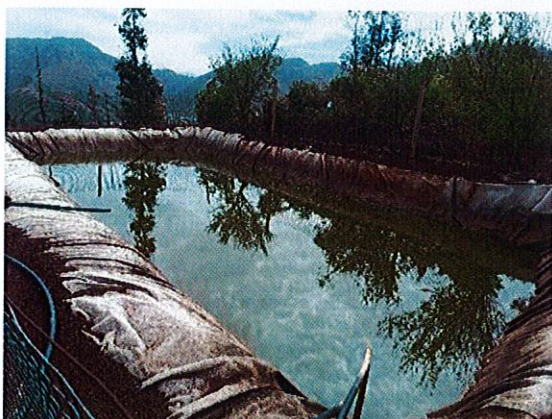






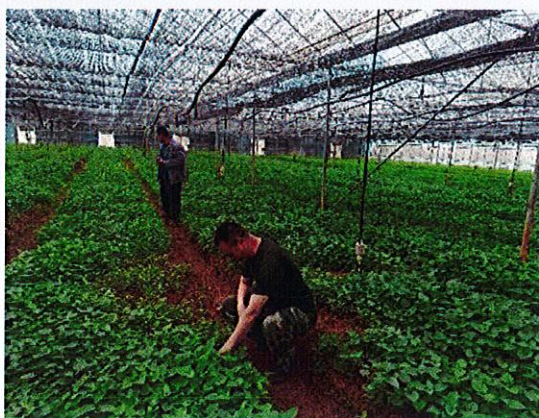
สภาพแวดล้อมในการทำงาน ณ. Yunnan Academy of Forestry and Grassland. (YAFG)





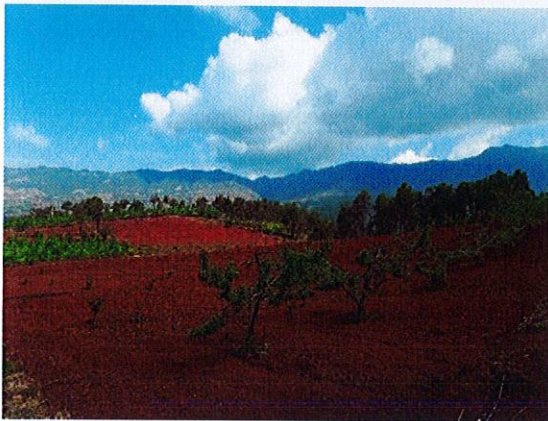
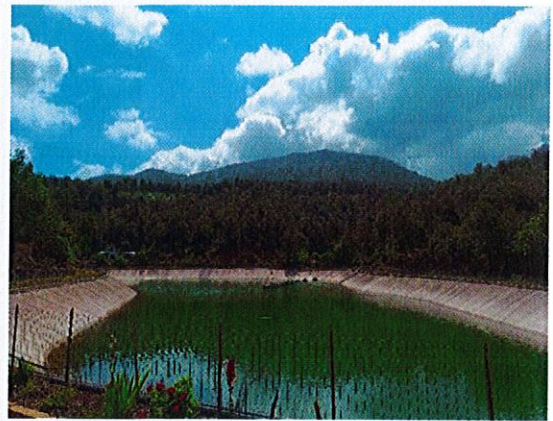
Kunming LinXia Economic Demonstration Base Fuminfeng Forestry Planting and  
Grassland Demonstration Base





Yipinglang under forestry herbal seeding and planting base





Wase under forestry herbal base





Nanhua State forestry on mushroom planting base



# **Attachment journey of Apiwat at Yunnan Academy of Forestry and Grassland**

**Mr. Apiwat Uaareeleat**

## **1. Introduction**

Yunnan Academy of Forestry and Grassland Sciences (YAFG) was founded in 1959. Its main responsibility is to research important scientific and technological advancements such as creating innovation in forest and grassland seed industry, forest and grassland resource cultivation, efficient utilization of forest and grassland resources, ecological protection and restoration, forest and grassland disaster prevention and control, protection of rare and endangered plants and animals, forest and grassland equipment and information, and forest and grassland culture communication. etc.

These achievements of forestry and grasslands promote the result of research to farming organizations. Moreover, the Academy proceeds to training and transferring of scientific and technological achievements and practice these in the forestry and grassland. Furthermore, this Academy is also responsible for carrying out academic exchanges, scientific and technological cooperation, and providing advice on forestry science and technology both domestically such as the Yunnan province and internationally like those in South Asia and South East Asia. Providing services both in Yunnan Province and overseas, especially in South Asia and Southeast Asia.

Academic exchange and training between Thai Natural Resources and Environment Agency with YAFG has been ongoing since 2019 under the Thailand-China Environmental and Forestry Cooperation Agreement. This cooperation not only strengthens Thailand's potential in forest management, but it also helps create a balance between conservation and development, such as utilization of forests without destroying the ecosystem which is an approach that both Thailand and China give importance to.

## **2. Objectives of the study**

The focus of this study is on forest restoration in mountainous areas with steep slopes using agroforestry systems. The northern region of Thailand is characterized by high mountains, with an area of 67.22 million rai (approximately 107 million acres) located more than 500 meters above sea level. This area is a crucial watershed for Thailand and should be preserved as a forest.

However, it has been converted into a large-scale residential and monoculture agricultural area, primarily for corn production.

The Royal Forest Department has implemented a project to solve the problem of settlements and farming in national forest reserves in the uplands. This project allows people to live and farm in the area, while also supervising and controlling land and forest use under the principles of conservation and sustainable development. Farmers are encouraged to plant trees that are suitable for the local conditions. However, only a small number of farmers have shown interest in participating in the project. This is because most farmers are still not confident about the income that will replace their traditional corn cultivation.

This study aimed to study successful agroforestry models in Yunnan Province, including biodiversity conservation, soil and water conservation, and socio-economic aspects, to apply the results to the planning of agroforestry crops in northern Thailand.

### 3. Topics of the study and operational framework

The topic of this study visit and experience exchange is a comparative research study on the cultivation of ground crops in Yunnan and northern Thailand between March and May 2025 in the areas of Kunming, Nanhua and Dali, with the following framework:

3.1 Conduct a literature review, which includes policies on understory tree planting in Yunnan. Market Analysis Report Planting techniques and research and it also covers forest land use regulations, standardization, certification, etc. related to understory herbal cultivation. It also reviews policy literature and research on understory planting in northern Thailand. This entire literature review is to be completed by March.

3.2 Conduct a detailed field survey in Kunming Nanhua Dali and other places to gain a deeper understanding of the cultivation of *Bletilla hyacinthina*, *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, and edible fungi under the forest floor such as *Stropharia rugosoannulata* by recording economic, social and environmental data before and after the project implementation which was carried out during April.

3.3 Summarize data obtained from the field to prepare a report on the results of the study tour. By conducting a comparative analysis of the key factors that make the development of the subsoil plantation industry in forests in China and Thailand successful, the factors considered include economic, social and

environmental factors according to the global standard criteria such as Sustainable Development Goal 15 (SDG 15) and Business Ecosystem Management (BEM). The preparation of the report will be completed by May.

## 4. Results of operations

### 4.1 Literature review

#### 4.1.1 Research on agroforestry techniques and patterns in China

The patterns of agroforestry in China vary depending on the terrain, climate, and natural vegetation. This study compiles the results of research on agroforestry patterns in southern China, which has a subtropical to warm climate, as follows:

Jiao Dongbin ( 2025 ) analyzed the technical and economic efficiency models of forest floor resource development in Yunnan by comparing the production efficiency and economic efficiency of four agroforestry models: 1. Walnut and konjac planting , 2. Rubber and konjac planting, 3. Mushroom planting in the original forest, 4. Herb planting in the original forest. The results of the study found that all four models can effectively promote ecological development and generate income for farmers while waiting for wood products.

Xue Wen Ze ( 2024 ) studied the cultivation technology of *Polygonatum sibiricum* in the rotation under the forest of Fuyu Mountains . *Polygonatum* is a high-priced medicinal plant, ranging from 130 to 150 yuan per kg. And the amount of *polygonatum* from the forest has decreased. This research therefore studied the suitable characteristics for planting *polygonatum* under the forest, which requires a forest canopy density of about 0.5-0.7 to allow sufficient sunlight to pass through, an altitude of 600-1,400 m above mean sea level, a slope of less than 35 degrees, a soil layer thickness of more than 35 cm, and a humus thickness of more than 8 cm. Planting with seeds will yield when it is 5 years old, while planting with rhizomes will take 3-4 years.

WEN Ding-mei (2024) studied the influences on the quantity and quality of medicinal plants grown under forests , showing that the complex and variable factors of light, temperature and moisture, and soil factors (eg fertility, acidity and alkalinity, and microorganisms) under forest floors can affect the yield and quality of medicinal plants to different degrees through physiological activities such as photosynthesis and respiration, resulting in significantly increased or decreased yield and quality compared to those grown in the open field.

Peng Lun (2024) Study on the mechanism of impact with alternating Chinese herbal plants under the forest floor on the forest ecosystem found that many herbs planted under the forest floor can grow well, have high quality and provide higher medicinal substances than those planted in general. This is because Chinese herbal plants can become part of the forest ecosystem that supports the circulation of minerals, creates secretions from the roots, decompose organic matter and stimulate the work of microorganisms. On the contrary, some herbal plants create chemicals that inhibit the growth of other types of trees. Therefore, the planting pattern should consider the species to be planted together, as well as the density of the herbal plants to be planted, so as not to affect other types of plants sowed together.

Gui Qin (2023) studied the planting of five Chinese medicinal plants under the *Pinus massoniana* forest floor in Guizhou Province, namely *Salvia miltiorrhiza*, *Polygonatum kingianum*, *Pairs polyphylla*, *Epimedium sagittatum* and *Dendrobium officinale*, under different environmental conditions, namely, the age of massoniana pine (LY), and the canopy gap (LX). The results showed that only *P. kingianum* planted in the forest plot was more economically viable than planting in the open ground. However, planting the other four medicinal plants in the pine plantation was less economically viable than planting in the greenhouse or open ground. However, if interplanting in the pine plantation is considered, it can add value to pine plantation and make the investment in pine plantation more economically viable.

Huang Xiaotang (2023) studied the planting methods and trends of co-planting of Chinese herbal plants under forest gardens in Guangxi Province. Due to the high demand for natural Chinese herbal plants, the concept of creating a new type of forest garden has emerged, focusing on understory herbal plants rather than just using wood. The forest garden in Guangxi Province is an example of successfully transforming the traditional forest garden into a forest-bottomed herbal garden. This article summarizes the factors to consider when planting herbal plants in forest gardens as follows:

- 1) Subtropical monsoon climate, average temperature 21.6 degrees Celsius, average rainfall 1,300 mm, sunlight 1,827 hours per year, no frost, elevation 200-400 m, soil well drained, PH 4.4 – 5.6.

- 2) Planting patterns are divided into 2 patterns: 1. Planting according to Chinese medicine principles, which means matching herbal plants with types of trees found in the forest. 2. Planting according to the principles of suitability of climate, sunlight, soil, and humidity. In addition, a variety of planting types is considered in order to harvest products in rotation throughout the year.

3) Management of herbal plants in different plots according to their characteristics

3. 1 ) Herbaceous plants are suitable for forest gardens with moderate shade.

3. 2 ) Shrub herbs: Select shrubs that are highly shade-tolerant. The density of the shrubs should be strictly determined.

3. 3 ) Vines are managed similarly to shrubs, but may require pruning and the creation of scaffolding for support.

3. 4 ) Mixed planting of all 4 groups of plants with mixing ratios of 1 :1, 2:1 and using Three Fills, Two Tamps, One Lift planting , which is a scientifically proven tree planting technique widely used in Chinese forestry, allowing the roots of the seedlings to have the best contact with the soil, increasing water storage and increasing the survival rate of the seedlings.

Ahebota Hazitai (2023) studied Cardamon (*Amomum tsaoko*) agroforest is important habitat for skywalker hoolock gibbon (*Hoolock tianxing*) in Mt. Gaoligong, Yunnan, China. By comparing the livelihood of skywalker hoolock gibbons living in agroforestry systems with C ardamom as a ground plant with well-preserved natural forests, the study found that such agroforestry requires large trees to provide shade for C ardamom, a ground plant. This makes the area have an ecosystem similar to a natural forest, where skywalker hoolock gibbon can live and reproduce. This agroforestry model should be supported because planting C ardamom to replace tribal agriculture alleviates poverty in rural areas and promotes biodiversity conservation and sustainable development.

Li Qi (2020) studied the cultivation of *Salvia miltiorrhiza* under the Masson pine forest area. The study results found that the planting of *Salvia miltiorrhiza* under the Masson pine forest area found that the appropriate characteristics were planted at a distance of 30 x 30 cm. The canopy density was 0.4 - 0.7. From the soil nutrient test, it was found that manure, phosphorus and potassium should be added in the first 4 months and nitrogen in the last 4 months. When the canopy density is more than 0.7 and the planting distance is less than 40 The accumulation of active ingredients will increase according to the decrease in planting density and the density of the canopy under the forest. The sample plot with the highest accumulation of active ingredients is the planting density of 40 x 40 cm. The canopy density is less than 0.4. The accumulation of danchen ketone and valvianolic acid B In the sample, the increase was 45% and 56.1% respectively, which were higher than the national

standard of 80% and 183%, and the planting of *Salvia miltiorrhiza* under the Masson pine forest area in this way could increase the income of forest garden farmers by 846.79 yuan/mu.

Yerlan Duychanbeck (2019) studied the cultivation of grass for animal feed in a pear orchard. To examine the impact of planting Sudan grass in fragrant pear orchards, a famous fruit of western China. The results showed that alternating planting of Sudan grass in fragrant pear orchards can be cut and sold 3 times per year. The appropriate planting distance is 1.5-2.5 m from the trunk. The yield will decrease due to the shade of the fragrant pear trees. Planting grass at this planting distance can also increase soil organic matter and N significantly compared to plowing the area to make it open. Finally, it was found that planting Sudan grass did not affect the quantity and quality of aromatic pear production.

Wu Yuanmei (2017) studied the planting pattern of *Sarcandra glabra* under eucalyptus forest plantations. By comparing the 3 forms of eucalyptus forest plantation, namely 1. Planting only eucalyptus forest, 2. Planting *Sarcandra glabra* interspersed with eucalyptus forest without fertilizing, 3. Planting *Sarcandra glabra* interspersed with eucalyptus forest with fertilizing, from all 3 forms, it was found that the form with *Sarcandra glabra* interspersed had no effect on the growth of the eucalyptus trees. When considering the cost-effectiveness of the 20-year operation, it was found that the model with *Sarcandra glabra* planted in eucalyptus plantations without fertilizer was the most cost-effective model, with a net benefit of 11,859.9 yuan/ hm<sup>2</sup> per year, while the plot without *Sarcandra glabra* planted in eucalyptus plantations had a net benefit of only 526.2 yuan/ hm<sup>2</sup> per year.

From the collected articles, it was found that the factors considered in planting ground crops in agroforestry systems in China include factors such as canopy density, which affects the amount of light reaching the forest floor, temperature, humidity, and soil. In addition, the ecosystem that supports each other in the ecosystem must be considered because some plants can produce chemicals that inhibit the growth of other plants. For areas with high slopes, soil and water conservation measures must be added, such as terrace planting. In addition to the agroforestry model in China, there is an interesting agroforestry model with coffee as a cash crop that can be adapted to southern China as follows:

Markos Makiso Urugo (2025) Study of Ethiopian coffee varieties, production systems, geographic traceability and compliance with EU deforestation regulations. In Ethiopia, there are four different coffee growing patterns:

1. Forest coffee production system. Coffee grows naturally. Farmers will protect the forest areas where coffee is located from being destroyed and create trails into the forest to collect coffee beans only.
2. Semi-forest coffee Production system is a coffee planting system similar to the Forest coffee system, but it is managed to provide enough sunlight without blocking the coffee too much, and weeds are managed to prevent them from competing for water and fertilizer.
3. Garden coffee production system is the process of bringing coffee seedlings from the forest to plant near the residence. This type of coffee plantation is small and planted under the shade of trees or fruit trees and other agricultural plants.
4. Plantation coffee production system a production system for improved coffee on systematically prepared land under the shade of trees, using improved seedlings, proper spacing, mulching, fertilizing, weeding, shade control and pruning.

All of these methods are recognized by the EUDR as a zero-deforestation coffee production method, with traceability of the coffee beans using technologies, metabolites and isotopes.

Clement Rene (2018) studied the effects of tree canopy on soil nutrients and agroforestry coffee production in Yunnan Province. The aim of this research is to study the transition period from monoculture coffee to agroforestry. Since previous studies only studied complete agroforestry systems, there is a gap in knowledge. This research aims to support the transition from monoculture to agroforestry in Pu'er and Xishuangbanna . The first step is to survey the shade tree species in Pu'er and Xishuangbanna. The survey found 29 species, which is higher than the standard of agriculture, which is only 15 species. From the 29 species, 3 shade tree species were selected, which are the 3 most commonly planted in agroforestry systems: *B. javanica*, *C. camphora*., and *Jacaranda mimosifolia*. The coffee plantations selected for this study have only been converted to agroforestry systems for 4 years. Soil samples were collected for analysis of nutrients and soil organisms such as earthworms and microorganisms. The analysis found that the 3 tree species in the agroforestry coffee plantations help improve soil fertility. They have enzyme activities from microorganisms in the soil throughout the year. In addition, the soil water profile also shows the soil's ability to retain sufficient water. For the study on the yield and quality of coffee beans grown under the three types of trees, it was found that there was no effect on the quality of coffee. However, coffee trees grown under *C. camphora* gave significantly lower yields. This is because *C. camphora* has a dense canopy,



providing more shade than other trees. Therefore, farmers who choose to grow *C. camphora* together with coffee should prune the branches appropriately.

#### 4.1.2 Articles and policy analysis on promoting agroforestry and forestry industries in China

China has been emphasizing the importance of planting understory trees in forest areas. This model is a new direction for China's forestry industry, which was originally focused on planting forests for timber. The strategies that address the development of new forestry industries that follow from promoting understory planting are as follows:

Huang Luping ( 2024 ) analyzed the strategy for developing the forest economy and promoting the sustainable use of forest resources, citing the need to develop forest understory work because it helps increase employment, improves the quality of life of local people, and expands into industries related to development, such as food and medicine. It may also expand into tourism, sports, and culture. The characteristics of the forest economy that need to be developed are:

1. It has a balance between short-term and long-term utilization by combining various forest utilization patterns.
2. It has the characteristics of developing techniques and research to increase productivity, such as planting techniques, breeding, etc.
3. It has the characteristics of attracting investment from outside or private sectors, in addition to investing in reforestation and creating local employment.

Duan Jialong (2024) conducted an assessment of the economic policy strategies of the lower forest area. And there are 3 policy suggestions for policy problems as follows:

1. The preparation of the forest economic development plan should integrate both short-term and long-term goals. Importantly, the plan lacks linkage with other relevant organizations, such as the Department of Revenue and Finance. For example, the financial support plan to create incentives for farmers or investors to participate in the forest economic model, etc.
2. The forest economy model is a complex economic model with diverse products and management, but there are only a limited number of agencies for each regional mission. Therefore, tasks should be distributed to the local level, including improving the methods, processes, and standards for monitoring and evaluation.

3. The policy objectives should be clearly explained and emphasized, and prioritized, indicating clearer steps towards success.

Tian Xiaokun (2024) Analysis of the potential of food sources from forests and grasslands in China By using consumption data and market data to analyze the potential to lead to planning and future food policies in China. From the statistics, it was found that China's forest food production is as much as  $2 \times 10^8$  Tons or 130 kg per person, accounting for 10 percent of China's total food system, is the third largest agricultural product in China after grains and vegetables. Examples of forest food products include oil seeds, wild fruits and vegetables, mushrooms used as food and herbs (the world's largest producer), edible insects, spices, and Chinese medicinal plants. According to domestic consumption data, China currently consumes 140 kg of forest food per person, which is insufficient and the demand for forest food is increasing significantly because people have a better quality of life and believe that forest food is clean and safe. Therefore, this article proposes a plan to develop the potential of forest food production to support consumption in 2030 as follows:

1. First-level growth potential refers to products that have been developed to a large extent at present, but can still be further developed through breeding and method improvements. It is expected that in 2030, the production will be  $8.9 \times 10^7$

2. Second-level growth potential means that it has been surveyed and found to be used but is not currently being produced on a large scale. However, there is a good trend in developing its use, which requires some time to improve the variety and appropriate methods for planting. It is expected that in 2030, it will have a yield of  $2.3 \times 10^7$  Ton

3. The third stage of growth potential refers to plants from the forest that are normally not used at all, but can be studied for use in case of emergency. It is expected that in 2030 there will be a yield of  $1.1 \times 10^7$  Ton

Including only growth potential under normal conditions, ie levels 1 and 2, the total yield will be  $3.05 \times 10^8$  Ton. Group with high potential for development (high market demand)

1. Oilseed crops, such as walnuts and *Castanopsis caryophyllus* , are characterized by fast growth, high yield, high oil content, and low production costs.
2. Potential of animal feed crops Due to the increasing trend of meat consumption in China, it is necessary to import corn and soybeans for

animal feed. Therefore, there should be research on more than 200 types of coniferous plants to replace corn and soybeans.

3. Potential: There are more than 500 species of perennial agricultural crops in China, only 20 species have been developed for cultivation, but the yield is still low, such as chestnut, oak, hazelnut and others.

Finally, in addition to giving importance to breeding technology, cultivation and product research, what is equally important is the development of market mechanisms to develop the forest food industry by creating knowledge and understanding and research results that show the benefits and nutritional value of forest food, using new marketing channels that reach the main consumer group, which is the new generation and health-conscious group.

Yang Guolin (2024) studied the problems in forestry economic development and sustainable management strategies. And he summarized 5 issues in the development of China's forestry economy:

1. Laying an unreasonable foundation for forestry economy, especially soil, such as planting herbs with a slope of more than 35 degrees and thin soil surface, causing herbs to grow poorly and causing soil erosion problems, etc. And finally, it is not worth investing in planting.
2. The structure of the forestry industry is single, focusing only on rural development, and most industries are primary, cannot create added value, and are vulnerable to price fluctuations due to the narrow market.
3. The development level of forestry economic industry is still low, production still has high unit cost, the industrial chain is short, upstream and downstream are not connected, there is no competition due to limited market, and there is no connection between producer and market demand.
4. Neglect of environmental and ecological protection measures, especially chemical contamination and soil erosion due to inappropriate land use.
5. Insufficient project funding: There is only one source of funding for the development of the forestry industry, which is the government. There is still a lack of investment from other sectors due to unclear returns and low returns compared to other types of projects.

Huh Dong (2024) analyzed the current situation and measures to cope with the development of forestry economy in Pingliang City. Taking Pingliang City as an example, it has successfully developed its forestry economy based on the concept of “two mountains”, namely, alleviating poverty and reforming the

forest rights system together with promoting environmentally friendly growth, such as developing eco-industry, industrial ecology and the integration of forestry and tourism, achieving the goals of increasing farmers' income, increasing green space, improving efficiency, ecological services and revitalizing rural areas. Pingliang's new forest economy model is a development of various forest utilization models, emphasizing the protection of the ecosystem and benefiting the people. It is based on a 3D forest management model that integrates reforestation, propagation, and utilization of forest landscapes, such as forest protection for public welfare, returning agricultural areas to forests, and creating fruit-tree economic forests. The tangible forest industry system includes mixed forestation with fruit trees, forest livestock, collection and processing of forest products, and development of reforestation and farmhouses for tourism.

Overall, China has policies supporting the form of agroforestry, especially shade-tolerant ground crops, which have changed the form of the forestry economy from the original focus on wood production alone. The research and development of the form of planting under trees in the past has led to the policy of promoting the form of agroforestry being initially successful, namely increasing income for forest farmers and the general public, receiving fresh, clean and safe food and herbs from the forest. However, there are still many policy issues that need to be addressed, such as processing, upgrading research on food and medicine from forest food plants, creating farmer networks in the form of enterprises, and most importantly, working together in an integrated manner from various sectors to create an atmosphere of openness for investment in the forestry industry.

#### 4.1.3 Review of literature on watershed management and agroforestry systems in the highlands of Thailand

##### Headwater area or head watershed ecosystem

There are two important components: structure and functional operation. The details are as follows:

1. Structure of the ecosystem is the various factors that make up the shape of the upstream ecosystem. It can be divided into ( 1 ) variable factors that cannot be controlled but are the driving forces that cause the ecosystem to function, such as rainfall and energy from the sun. ( 2 ) fixed internal factors include topography that controls the flow of surface water, and soil types that control the flow of subsurface water. ( 3 ) interconnected factors include the type and amount of ground cover plants, such as forests and agricultural plants. These factors or components will act to divide the rainfall that falls each time.

2. Functional work is a process that links various elements of the forest ecosystem structure together, such as the process of water and nutrient circulation, the process of energy circulation, which both elements, the structure and the functional work of the ecosystem, will result in the provision of services of the upstream ecosystem that are beneficial to humans. Important ones include providing wood and forest products, controlling the absorption of rainwater by the soil and the drainage of water from the soil layer into the stream, controlling soil erosion, alleviating severe weather, being a natural learning resource, and being a place for recreation.

Degraded watershed areas are caused by many factors, such as encroachment and conversion of forest areas to other types of land use that are not suitable for the potential of that area. Therefore, it is necessary to have measures to restore watershed areas that can be done by:

1) Allowing for natural replacement is popularly used in areas of forest that have been destroyed over a small area, where soil fertility and drainage efficiency of the area have not changed much.

2) Planting and reforestation is popularly used in forest areas that have been destroyed over a large area and forest areas that have deteriorated due to repeated land use. This is so that the trees planted will help reduce the time it takes for the area to develop more quickly ( Phongsak Wittawachutikun , 2002 ).

### Watershed classification

Watershed classification Refers to the division of land in a watershed area according to physical characteristics and hydrological and natural resource potential for the benefit of efficient resource and environment management in that watershed (Samakkhi Bunyawat,1992), focusing on the characteristics of the area for soil erosion and environmental vulnerability as the main practice in defining the boundaries. Areas with fragile soil and environment that are prone to erosion must be preserved as watersheds. Areas that are resistant to soil erosion can be used for other appropriate activities in order.

Determination of Watershed classification in Thailand from 1985-1995 by classifying watershed areas into 5 levels according to importance in controlling the ecosystem and sensitivity to development of the main watershed, along with setting measures for land use at each level to be correct and appropriate according to academic principles and the potential of the area, giving importance

to the control and use of watershed areas and using them as a framework for the operations of relevant agencies and sectors. (Wirun Samlirat , 2023 ) as follows:

1st level watershed area is a mountainous area, the upper part of which has a very steep slope. The soil has a high erosion resistance and should be reserved as a conservation forest . The headwater area of the stream National parks and wildlife sanctuaries in particular, because they can easily and severely impact the environment from land use changes. They are divided into 2 sub-levels: Class 1A watershed areas include watershed areas that are still in pristine forest condition, and Class 1B watershed areas are areas where most of the forest has been destroyed, modified, or changed for development or other forms of land use before 1982 .

2nd level watershed area It is an area on a hillside with a steep slope to a very steep slope. The soil has a lower erosion resistance than 1<sup>st</sup> level watersheds. It is an area that should be preserved for use as a commercial forest. This area is suitable for being a watershed at a level lower than 1st level watersheds. The watershed area of this level can be used for other important benefits, such as mining.

3rd level watershed area It is a hillside area with a moderate slope (gentle slope). The soil has a moderate erosion resistance. It is an area that can be used for both logging and mining. Pastures are suitable for growing perennial crops (horticulture) , but strict soil and water conservation measures must be implemented.

4th level watershed area It is a flat, gentle slope area suitable for growing field crops, fruit trees, and pastures. However, measures must be taken to prevent soil erosion. The forests of this watershed have been encroached upon and cleared for use, mostly for agronomy.

5th level watershed area This area is generally flat or gently sloping or lowland suitable for paddy fields without the need for erosion control measures. Most of the forest in this area has been cleared for agricultural purposes, especially rice farming and other activities.

## Policy on land allocation for community use

The National Land Policy Committee has implemented a policy to allocate land for farming to communities in watershed areas (class 1 and 2 watersheds and protected forest areas under the law) using tools and spatial management mechanisms of law enforcement agencies and proposing target

areas and frameworks for measures to address housing and farming problems in forest areas.

The Community Land Allocation Manual (2023) states that there are people living and farming in watersheds, levels 1 and 2 (with a slope of more than 35 %), amounting to 4.9 million rai, and in watersheds 3, 4, and 5 (with a slope of less than 35 %), amounting to 7.6 million rai. Therefore, the areas and measures used for implementation have been divided into 4 groups:

1. The group that is in the area with a slope of less than 35 % lived before 30 June 2002. Non-regulatory measures on land use
2. The group that is in the area with a slope less than 35% living after June 30, 2002. Measures to enforce the planting of at least 50 % of forest trees
3. The group that is located in the slope area of more than 35% lived before 30 June 2002. Support measures requesting cooperation in agroforestry cultivation with at least 20 % forest trees and control of the use of agricultural chemicals
4. The group that is in the slope area more than 35% lived after June 30, 2002. Measures to support the enforcement of at least 70% tree planting and control the use of agricultural chemicals.

## Agroforestry patterns in Thailand

The Royal Forest Department (2017) defined the agroforestry system and agroforestry patterns in Thailand as follows:

Agroforestry is a form of agriculture that allocates space for mixed use in a way that is appropriate and close to the natural forest ecosystem. In one area, many things are combined, such as growing agricultural crops, planting forest trees, raising animals, fishing, and raising aquatic animals, not just rice farming or forest planting alone. The aim is to create a balance with the environment, economy, and society in the long term.

Agroforestry has the following main advantages that meet the needs and are beneficial to plants, people, animals, and the environment:

1. Preserve the environment and increase the abundance of natural resources because agroforestry is the integration of diverse plants and animals, resulting in a more complete ecosystem.
2. Increase the yield because agro-cycling farming will create mutual support for various nutrients that plants and trees need, including sunlight and sufficient water in the soil. In addition, animal manure



can be used as fertilizer to provide the right amount of nutrients and sunlight, allowing plants and trees to grow to their full potential.

3. Conserve biodiversity, both plant and animal species, because agroforestry is a single area that combines plants, trees and animals in one place, making it a way to conserve all of this at once.
4. Reduce forest encroachment, develop forest and agricultural areas to coexist because when forest areas are combined with agricultural areas, those who intend to encroach will not dare to go and destroy areas that are intended to create productivity and sustainability.

Agroforestry, or agriculture that combines plants, trees and animals, can be done in many forms. Each form has different characteristics of the area and various facilities that must be carefully considered before doing agroforestry. There are 5 main forms as follows:

1. Home garden style agriculture It is the planting of trees and crops in multiple layers. Focusing on planting fruit trees that produce edible fruits and wood for household use to produce firewood and charcoal. Herbs and vegetables include rose apple, custard apple, lemongrass, moringa, star gooseberry, and acacia. This type of agriculture is suitable for limited areas such as backyards.
2. Agroforestry with trees interspersed with fields or grasslands Agroforestry with trees inserted into fields or grasslands is suitable for areas that are both high and low. Trees are planted in areas that are not suitable for crops, such as hills or areas with standing water, and crops are planted on flat or uneven ground.
3. Agroforestry with trees surrounding the fields It is an agricultural cycle in which trees surround a field in a lowland area or planting trees around a rice field, which is an area with strong winds and crops are at risk of being directly damaged by storms. Planting fast-growing trees around the embankment will increase Moisturizes and provides shade and wind protection for rice fields. Be careful not to let the surrounding trees get too close together.
4. Agroforestry with alternating strips of trees and crops is an agroforestry that is suitable for areas with long, steep slopes and a lot of water erosion. It is made by making strips of trees, planted in two to three rows, alternating with crops at intervals, planted across the slope to help maintain topsoil and, in the future, to create natural soil terraces for the area over a long period.
5. Agroforestry uses land rotation to grow trees, crops and raise animals. It is an agroforestry practice that is suitable for medium to large-sized areas that have enough space for both crop rotation, tree

plots and rotating livestock to restore the fertility of the ecosystem and the land in a complete way.

#### 4.1.4 Research on agroforestry systems in Thailand

Department of National Parks (2021) studied and proposed a model for creating ecological forests for the security of people in conservation forest areas. Which is the planting of forests that are suitable for the area of the people living in the conservation forest area. Therefore, it focuses on selecting tree species from forest plants that help restore the ecosystem and economic forest plants as the main ones. They are planted mixed with some agricultural plants that can adapt to be planted together in the same area. The planting principle is called the 7-layer ecoforest model, which consists of 1. Single crown trees 2. Upper crown trees 3. Upper-lower crown trees-shrubs (pioneer trees) 4. Lower crown trees 5. Shrub canopy 6. Forest floor layer 7. Vines-epidermis layer 8. Aquatic plant layer On a plot of 10 x 10 square meters, one large tree, two medium-sized trees, four small trees, and two pioneer trees will be planted. Shrubs will be scattered in the gaps. The planting of plants in the form of an ecological forest that also includes agricultural crops has been successfully implemented. This ecological forest garden is more than 10 years old, has a high level of biodiversity, and has an economic value of 21,840 baht/rai, which is two times higher than agricultural plantations aged 4-9 years and 30 times higher than monoculture fruit trees aged 1-3 years.

The Agricultural Land Reform Office (2021) has collected data on intercropping and mixed farming as an alternative to reduce risk for rubber farmers. Which summarizes the appropriate mixed rubber plantation guidelines as follows: 1. Intercropping with rubber is planting annuals or field crops that require light, planted between the rows of rubber trees. This type of planting is done when the rubber trees are no more than 4 years old. 2. Intercropping with rubber is planting plants that can grow well in shaded conditions. Recommended plants are herbal plants such as ginger and galangal, non-ornamental flowers such as anthuriums, fruits such as salak, mangosteen, and edible vegetables such as morning glory, asparagus fern, and satao. In addition, a greenhouse can be built to grow mushrooms, raise animals, and insects in the rubber plantation. 3. In planting forest trees in a rubber plantation, select forest trees that are tolerant of shade conditions, and plant them mixed in the middle of the rubber plantation rows and replace the replanting of rubber trees. Recommended forest tree species include rubber tree, golden teak,



and yam hom. Although the rubber plantation model presented does not yield as good results as monoculture, it is found that planting a variety of plants in a rubber plantation is more worthwhile.

Panida Kachina (2021) conducted a research on the Impact of sky openness and tree diversity on growth of coffee under shade in Khun Chang Khian Highland Agricultural Research and Training Station and Nong Hoi Highland Agricultural Station, Chiangmai Province. Comparison of the influence of light through the canopy of hill evergreen forest and mixed deciduous forest on the growth of coffee. The results of the study found that hill evergreen forest, which had a light penetration rate of  $30.88 \pm 11.21$  percent, had higher coffee growth than mixed deciduous forest, which had a light penetration rate of  $32.01 \pm 7.12$  percent. Therefore, it can be concluded that coffee planting in the agroforestry system with a canopy covering of approximately 30 percent can still make coffee grow well. Therefore, it is necessary to consider the maintenance of shade trees in the plot to promote coffee growth.

Angkana Somsak (2020) studied Land suitability and Economic cost worthiness assessments for planting models under agroforestry systems on highland, Nan province by studying experimental planting plots with fruit trees and perennial trees (forest trees) in a land ratio of 70:30. It was found that it was not suitable due to the limitations of the area, with a slope between 20-35 %, resulting in severe soil erosion and loss, water shortages, and low soil fertility. Therefore, additional soil and water conservation measures should be taken, such as making soil steps, building embankments around the hill, planting specific plants in holes together with planting ground cover plants, etc. Although the characteristics of the area are not suitable for such agroforestry, it is still possible to invest according to the criteria for considering economic value for money in the 25-year project period.

Nucharin Chanjam (2018) Study of Effects on Soil Fertility and Stream Water Quality of Shade-grown Arabica Coffee. Khun Lao Village, Wiang Pa Pao District, Chiang Rai Province. The study found that agroforestry coffee planting helps increase soil fertility by adjusting the soil structure to be more friable, reducing soil acidity, and increasing the amount of nutrients in the soil, including phosphorus, potassium, and magnesium. It also increases soil microorganisms that help fix free nitrogen in the soil. As for water quality, it was found that the electrical conductivity (EC) of water was 6 times higher than in the headwater forest area. However, all water quality indicators were still within the surface water quality standards of the Water Quality Management Division, Pollution Control Department. In other words, planting coffee

under the forest shade in high areas does not affect soil fertility and water quality.

Warunee Thianthawoen (2010) studied the yield of *Coffea arabica* in agroforestry system in Doi Tung Development Project under Royal Initiative, Chiangrai Province, which planted Arabica coffee in 3 types of agroforestry systems: planting in pine forests, second-generation forests, and agricultural crops, compared to monoculture in 180 plots. It was found that Arabica coffee planted with agricultural crops (lychee, macadamia, and Assam tea) had the highest yield, followed by monoculture, second-generation forests, and pine forests, respectively. It was also found that planting Arabica coffee with agricultural crops had the lowest cost, while planting in pine forests had the highest cost.

Overall, Thailand has a policy that emphasizes land use in line with the watershed quality management principles, especially in the headwater areas where people live and farm. It wants to change from monoculture to agroforestry systems that help conserve soil, water, and biodiversity more. Many research projects in Thailand have experimented with various models, such as agroforestry in orchards, agroforestry with coffee as an economic crop, mixed rubber plantations, and finally, ecological forestry with mixed agricultural tree species. The most tangible model is coffee planting in agroforestry systems, which shows efficiency in both conservation and economic aspects. However, Thailand needs a variety of agroforestry models for food security and market price flexibility. Thailand should therefore urgently research additional plant species that can be grown under shade, in addition to growing coffee under trees alone.

#### 4.1.5 Criteria for assessing the sustainability of agricultural and forestry projects

United Nations (UN). (2023). Sustainable Development Goal 15 (Life on Land.) focuses on protecting, restoring and promoting sustainable use of terrestrial ecosystems, including sustainable forest management, combating desertification, halting and restoring land degradation, and halting the loss of biodiversity. The details are as follows:

1. Conservation and restoration of terrestrial ecosystems
  - By 2030 , conserve, protect and restore terrestrial and freshwater ecosystems, including forests, wetlands and mountains, by reducing deforestation and increasing reforestation.
2. End the loss of biodiversity.
  - Prevent the extinction of threatened species and reduce the impact of invasive alien species.
  - Integrate the value of biodiversity into development planning.
3. Combat desertification and restore degraded land.
  - Promote sustainable land use and restore degraded land.
4. Promote fair sharing of benefits from genetic resources.
  - Support access to and benefit sharing from the use of genetic resources in accordance with the Nagoya Protocol .
5. Combat illegal trade in wildlife and plants.
  - Strengthen measures to prevent illegal wildlife and plant trafficking.

SDG 15 has 12 sub-goals, which are divided into two main categories as follows: Outcome Targets

SDG 15.1: Ensure that conservation of terrestrial and freshwater ecosystems, including their restoration, is carried out sustainably by 2020.

SDG15.2: Promote sustainable forest use, halt deforestation and restore degraded forest areas.

SDG15.3: Fight desertification, restore degraded land and move towards a world without land degradation.

SDG15.4: Conserve mountain ecosystems and biodiversity (focusing especially on mountainous areas)

SDG15.5: Reduce the destruction of natural habitats and halt the loss of biodiversity (focusing on all ecosystems, not just mountainous areas)

SDG15.6: Promote fair and equitable utilization of biodiversity.

SDG15.7: Preventing illegal wildlife and plant trafficking

SDG15.8: Preventing the invasion of invasive species that affect the ecosystem

SDG15.9: Integrate ecosystem values and biodiversity into development planning.

#### Means of Implementation

SDG15.a: Increase resource mobilization for the conservation and sustainable use of biodiversity.

SDG15.b: Support funding for forest management and biodiversity conservation It states, " Mobilize resources and raise funds in all forms to conserve and sustainably use biodiversity and forests." Including promotion of private sector investment in activities consistent with ecological conservation. such as Sustainable Reforestation Developing a way of life that relies on forests without destroying the natural balance Generating income from biodiversity Fairly.

SDG15.c: Strengthen efforts to combat wildlife trafficking.

UNEP (2011) Ecosystem-based Management (EBM) is an approach to natural resources and the environment management that takes into account the interconnectedness of the whole ecosystem, rather than focusing on a single resource, with the aim of maintaining ecological balance, resilience and sustainable human benefits. The main principles of EBM are as follows:

1. Ecosystem Integration: Consider the interconnectedness between ecosystems and human activities.
2. Adaptive Management: Use scientific data and adjust plans according to changes.
3. Stakeholder Participation: Incorporate communities, government and private sectors into decision-making processes.
4. Spatial Approach: Manage within natural boundaries (e.g. river basins or marine areas) rather than administrative boundaries.
5. Balance Use & Conservation: Aim to use resources sustainably without destroying the ecosystem.



## 4.2 Results of field surveys and interviews with entrepreneurs and farmers

Fieldwork to collect economic, social and environmental data under the “Company - Base - Farmer” model, which included study visits to a total of 4 areas as follows:

1. Kunming LinXia Economic Demonstration Base Fuminfeng Forestry Planting and Grassland Demonstration Base is located on a mountain in Huangpo Village, covering an area of 200 mu. It is a demonstration base of the technological achievements of Kunming Forestry and Grassland Science and Technology Promotion Station and Yunnan Academy of Forest and Grassland. The forest is planted with Yunnan pine, oak, walnut and various kinds of fruits. The water system is built by building a water retention pond on the top of the mountain, and the planting plots are terraced to prevent soil erosion. Under the forest floor, various herbs, especially *Bletilla striata* and *Polygonatum sibiricum*, are grown, and various kinds of wild mushrooms, such as *Lactarius deliciosus*, are cultivated. and *Tuber spp.* The diverse planting of forest trees, fruit trees, medicinal plants, and mushrooms under the forest is a good example of agroforestry management that not only helps with environmental conservation, but if farmers can operate according to this demonstration base, they will have a stable income and reduce the risk of product prices.





2. Yipinglang under forestry herbal seeding and planting base, the total project area is 800 mu, the project duration is 15 years, starting from 2023 – 2038, more than 100 local people are employed to plant and care for herbs, the main 4 herbs planted are 1.*Ophiopogon japonicus* 2.*Acorus gramineus* 3.*Belamcanda chinensis* 4.*Bletilla striata* , which are planted under the shade of *Alnus nepalensis* and *Taxus yunnanensis*.





3. Wase under forestry herbal base, located in Dacheng Village, Kaise Dali Township, the total project area is 2,700 mu, but 1,200 mu of herbs are planted. The project's lifespan is not specified because the company has the exclusive right to use the land, but the operation plan is set for every 15 years, and the investment has been more than 10 billion yuan. The project started in 2014 and has been a great success. More than 250 local villagers have been employed to plant and care for herbs, mainly planting 2 types of herbs: 1. *Bletilla hyacinthina* and 2. *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce. Growing both types of herbs will take about 6 years from seeding to harvesting. When the seedlings are 2 years old, they are transplanted to be planted under the *Pinus yunnanensis* Franch forest. The company came to reforest the area before starting the herbal planting project, which changed the area from a single-crop corn field to a pine forest. *Pinus yunnanensis* Franch. At present, the cultivation of herbs under the forest requires pruning of pine trees in the plot to provide light for the herbs. The wood obtained from pruning can be used as fuel by villagers as appropriate. In addition, various fruits such as apples, cherries, and peaches are grown in the plot to provide additional income while waiting for the herbs to be harvested. The plots are made into small terraces in the sloping areas to prevent soil erosion. There is a water system that connects water sources on the mountain to more than 100 water storage ponds throughout the project area.







4. Nanhua State forestry on mushroom planting base, the total project area is 20,000 mu, but 200 mu of wild mushrooms are planted. The project period is 7 years, starting from 2025 - 2031. The project is characterized by the community having the right to manage the forest and utilize the non-timber forest, and private companies have invested in using the area of *Pinus armandii* forest to cultivate *Stropharia rugosoannulata* mushrooms. There is an agreement to share the benefits that occur, with the community receiving 10% and the private



company receiving 90%. The cost incurred in each production cycle is 10,000 - 12,000 yuan/mu, the income is about 30,000 yuan/mu, the output is about 3,000 kg/mu/production cycle, 1 production cycle takes 6 months. Local people are employed to grow and care for mushrooms, approximately 30-50 people per day. Currently, mushroom growing areas are selected for *Pinus armandii* forests. It has been planted for over 30 years because the pine forest provides the right shade for mushroom cultivation. The mushroom growing material is made from sawdust mixed with animal feces, made in a long line along the forest floor. After making the growing material, mushroom spores are spread throughout the line and covered with the growing material before covering with plastic. There is a water system to provide the right amount of moisture for mushroom growth. After 1 month, the mushrooms can be harvested continuously until 6 months have passed, then the plots can be dismantled and mushroom cultivation starts again. In areas with slopes, soil erosion is prevented by making steps.



### 4.3 Analysis and conclusion of study results

This study has applied the SDG 15 and EBM approaches to consider the implementation of herbal plant and mushroom cultivation projects under the forest floor to determine whether they are suitable and sustainable in terms of economics, society and environment, using the example of Wase under forestry herbal base which is a private company that owns the exclusive right to use forest land and Nanhua State forestry under forestry mushroom planting base. The community has the exclusive right to use land under the forest. Represented in Table 1 and Table 2

Wase under forestry herbal base is the planting of herbs under the forest floor of this project and the operations can be analyzed under the SDG 15 as follows:

SDG 15.1: Conservation and restoration of terrestrial ecosystems. For instance, the total area of 2,700 mu is a barren mountain due to monoculture of corn, but after the project has been implemented, it has become a forest area with herbal plantations of over 1,200 mu, while another 1,500 mu is still in a state of natural restoration of the forest for ecological benefits.

SDG 15.2: Promote sustainable forest management. Growing herbs under the forest is a form of agroforestry that helps preserve the original forest area and reduce deforestation because it uses the area under the tree canopy, it has soil and water conservation measures, and it limits the use of chemicals therefore the project has been certified to China's organic agricultural standards.

SDG 15.3: Combat desertification and restore degraded soils. Since the project is located in a rain shadow area and has been monocultured with maize, the soil was severely degraded before the project started and when the project reforested and managed the water system from the mountain on the other side, the soil became fertile enough to grow herbs today.

SDG 15.4: Conserve mountain ecosystems and biodiversity. The planting of herbs in the project has taken into account the suitability of the area, such as slopes, soil thickness and water sources. The remaining areas from the selection will be conserved as natural forests for ecological benefits, namely, being a watershed, a habitat for biodiversity, etc.

SDG 15.B: Supports funding for forest management and biodiversity conservation. It will be found that the company has invested in the long term, not seeking short-term profits that destroy the ecosystem, and has operated in accordance with the specified criteria, namely, no deforestation for monoculture,

choosing to plant native plants, not planting alien plants, no use of chemicals that destroy soil and water, sharing benefits with people in the community by hiring with fair wages, and finally, having a random inspection mechanism from relevant agencies at least 3 times per year

The operation of Wase under forestry herbal base in the herbal planting project under the forest floor can be analyzed for its consistency with the principles of UNEP's EBM, it is as follows:

1. Ecosystem Integration: Growing herbs under the forest canopy takes advantage of the original ecosystem without destroying the forest structure. It helps maintain the relationship between plants, soil and organisms in the system, further reducing disturbance to the ecosystem compared to monoculture agriculture. However, it is still necessary to study the long-term impact on biodiversity in the area.

2 Adaptive Management: The company studies forest ecology data, such as soil moisture, suitability of herb species, and adjusts planting methods based on research data. This is considered adaptive management, such as experimenting by planting various herbs to find species that are suitable for forest conditions in the area. Although, it is noteworthy that there should be a continuous monitoring system.

3. Stakeholder Participation: Although the process of community participation in the area is still just an employment model, with the villagers' income increasing from the original 30,000 yuan per year to 60,000 yuan per year, it can help solve the problem of working-age people migrating out of the community, which is a social problem that rural China is facing.

4. Spatial Approach: Selecting areas for planting herbs under the forest according to natural characteristics, such as the existing Yunnan pine forest, which is consistent with spatial management, including determining the extent of use so as not to exceed the potential for forest recovery, such as areas with high slopes and shallow soil surfaces. We will not plant any herbs but will leave it as a natural forest, etc.

5. Balance Use & Conservation: Sustainable herbal cultivation, i.e., no chemicals, preserving native species, and allowing areas unsuitable for herbal cultivation to become natural forests, is considered balanced. On the contrary, if the planting area is expanded too much, it may reduce the density of the original forest species, which may pose a risk to the balance.

Nanhua State forestry under forestry mushroom planting base, operates mushroom planting under the forest floor. The operation can be analyzed under the SDG 15 as follows:

SDG 15.1: Conservation and restoration of terrestrial ecosystems. From the condition of the area of 20,000 mu, it used to be a degraded forest. When the community asked for permission to use the forest area and has been conserving the forest for more than 30 years, the forest has begun to return to its original condition, with shade suitable for growing *Stropharia rugosoannulata* mushrooms. Therefore, a pilot project was initiated in an area of 200 mu. When the community saw the benefits and increased income from forest conservation for mushroom cultivation, the problems of deforestation and forest fires in the area were reduced.

SDG 15.2: Promote sustainable forest management. Growing mushrooms under the forest is a form of agroforestry that helps preserve the original forest area and is free from the use of chemical fertilizers and other chemicals until receiving many standard certifications such as GAP, Green Brand Quality, Agricultural Product Geographical Mark Patents, etc.

SDG 15.4: Conserve mountain ecosystems and biodiversity. Mushroom cultivation in the project has considered the suitability of the area, such as slopes, soil thickness, and water sources. The remaining areas from the selection will be conserved as natural forests for ecological benefits, such as being a watershed, a habitat for biodiversity, etc. However, there should be officials or related academics to help villagers consider suitable areas.

SDG 15.6: Promote fair and equitable utilization of biodiversity. The project has a benefit sharing scheme where the community receives 10% and the company receives 90%. Government agencies may need to help the community negotiate the appropriate benefit sharing on a case-by-case basis. In addition, the community plays a role in designing and making decisions, not just receiving a minority benefit, which is in line with the participatory decision-making criteria of SDG 16.7.

SDG 15. B: Supports funding for forest management and biodiversity conservation. It will be found that the company has invested in a way that meets the criteria of no deforestation for monoculture, no planting of invasive plants, and no use of chemicals that damage soil and water.



Operation of Nanhua State forestry under forestry mushroom planting base in the project of mushroom cultivation under the forest floor can be analyzed for its consistency with the principles of UNEP's EBM is as follows:

1. Ecosystem Integration: Mushroom cultivation under the forest canopy utilizes the original ecosystem, but removes all the original ground vegetation, although, it still disrupts the ecosystem lesser than monoculture. However, it is still necessary to study the long-term impact on biodiversity in the area.

2. Adaptive Management: The company studies forest ecology data such as soil moisture, suitability of mushroom species, and adjusts mushroom cultivation methods according to research data. This is considered adaptive management. However, the project is in the initial stages of cultivation of only one type of mushroom. In the future, there will be an experiment to cultivate mushrooms under the forest floor to increase the variety and there will be a continuous monitoring system.

3. Stakeholder Participation: The community participates in the project from the training stage to enhance knowledge and understanding until they can participate in designing and making decisions, in addition to hiring local people, who hire no less than 50 people per day. It is an increase in income for villagers from the original monthly income of 3,000 yuan to now, 7,000 yuan per month, which can solve the problem of the migration of working-age people out of the community.

4. Spatial Approach: Selecting areas for planting herbs under the forest according to natural characteristics, such as *Pinus armandii* forests. Existing areas, which are consistent with spatial management, including the determination of the extent of utilization not exceeding the potential of forest recovery. However, there should be specialized officers to provide advice and impart additional knowledge in selecting appropriate areas.

5. Balance Use & Conservation: Growing mushrooms under the forest in a sustainable manner, that is, not using chemicals, preserving native species, and leaving areas unsuitable for mushroom cultivation to become natural forests, is considered balanced. On the contrary, if the planting area is expanded too much, it may reduce the density of the original forest species, especially the ground plants, which can be a risk to the balance.



Table 1: Comparison of SDG 15 between Nanhua State Forestry and Wase Forestry Herbal Base.

Aspect	Nanhua State Forestry (Mushroom Planting)	Wase Forestry Herbal Base (Herbal Planting)
Project Area & Duration	20,000 mu total, 200 mu for mushroom planting; 7 years (2025-2031).	2,700 mu in total, 1,200 mu for herbs; operation plan every 15 years, started in 2014.
Land Use Rights	Community has rights to manage forest and utilize non-timber forest resources.	Private company has exclusive land use rights.
Main Species	<i>Stropharia rugosoannulata</i> mushroom under <i>Pinus armandii</i> forest.	<i>Bletilla hyacinthina</i> and <i>Polygonatum odoratum</i> herbs under <i>Pinus yunnanensis</i> forest.
SDG 15.1 (Ecosystem Conservation & Restoration)	Forest degraded before; community preserved 20,000 mu for 30+ years and restored forest suitable for mushrooms; reduced deforestation and fires.	Barren mountain converted from monoculture corn to pine forest in total area of 2,700 mu with herbal plantations of 1,200 mu and natural forest restoration of 1,500 mu.
SDG 15.2 (Sustainable Forest Management)	Mushroom cultivation preserves forest, no chemical fertilizers, certified GAP, Green Brand Quality, Geographical Mark Patents.	Agroforestry with herbs under forest canopy, organic certification, soil and water conservation, no deforestation for monoculture.
SDG 15.3 (Combat Desertification & Soil Restoration)	Not explicitly mentioned.	Soil restored from degraded corn monoculture; water system management improved soil fertility; Located in a rain shadow and prone to desertification if not managed well.
SDG 15.4 (Mountain Ecosystems & Biodiversity Conservation)	Area suitability considered; natural forest conserved as watershed and biodiversity habitat; expert guidance suggested. Especially the <i>Pinus armandii</i> forest, which is a native specie.	Area suitability considered; natural forest conserved for ecological benefits; terraces prevent soil erosion. Especially the <i>Pinus yunnanensis</i> , <i>Bletilla hyacinthina</i> and <i>Polygonatum odoratum</i> , which are native species.
SDG 15.6 (Fair Utilization of Biodiversity)	Benefit sharing: community 10%, company 90%; community is trained in knowledge to be involved in decision-making.	Community employed with fair wages; income doubled; participation mainly employment-based.

Table 2: Comparison of EBM Principles between Nanhua State Forestry and Wase Forestry Herbal base

Aspect	Nanhua State Forestry (Mushroom Planting)	Wase Forestry Herbal Base (Herbal Planting)
EBM Principle: Ecosystem Integration	Uses original forest ecosystem but removes ground vegetation; less disruptive than monoculture; long-term biodiversity impact needs study.	Utilizes forest canopy without destroying structure; maintains plant-soil-organism relationships; long-term biodiversity impact to be studied.
EBM Principle: Adaptive Management	Studies soil moisture and mushroom suitability; currently single mushroom species with plans for diversification and monitoring.	Studies forest ecology; experiments with herb species; adjusts methods; continuous monitoring recommended.
EBM Principle: Stakeholder Participation	Community involved from training to decision-making; hires 50+ local people daily; income increased significantly. Original monthly income of 3,000 yuan to now, 7,000 yuan per month.	Community participation mainly employment; income increased from 30,000 to 60,000 yuan per annum; helps reduce migration.
EBM Principle: Spatial Approach	Planting in suitable <i>Pinus armandii</i> forest; spatial extent managed; expert advice needed.	Planting in suitable <i>Pinus yunnanensis</i> forest; terraces on slopes; natural forest left in unsuitable areas.
EBM Principle: Balance Use & Conservation	Sustainable mushroom cultivation without chemicals; preserves native species; unsuitable areas left as natural forest.	Sustainable herbal cultivation without chemicals; preserves native species; balance maintained by limiting planting area.

#### 4.4 Application to Thailand

The project of planting herbs and mushrooms under the forest in Yunnan Province, China, is a good example of the development of ecological agriculture that is in line with the forest ecosystem and generates income for the community. Thailand, especially in the North, which has a climate and ecosystem similar to Yunnan, can apply Yunnan's land management principles to promote community economy and conserve biodiversity. Therefore, we analyze Yunnan's approach and propose its adaptation in the context of the North of Thailand, especially in the area under the community land allocation project, as follows:

1. Area characteristics: The land conditions of the community land allocation project are degraded forests, bare mountains with only corn cultivation, problems with soil erosion and lack of water sources. From the educational tour in Yunnan, it was found that the land plots were arranged in terraced forms to

reduce soil erosion in steep areas. In addition, water retention ponds were built throughout the area. Such operations require a large amount of investment. For example, Wase under forestry herbal base in the Dali forest planting project invested 1,200 mu of land and water systems, with an investment of more than 10 billion yuan. When you put a project into action, it's best to take it one step at a time. At the start, we can do small tests to solve the main technical problems. When the model is ready, slowly add more areas where it can be used. A perfect technical service system should be set up to improve the participants' practical skills through on-site guidance and technical training. At the same time, it is necessary to focus on the connection and support of all parts of the industrial chain to make sure that the products are of high quality and good price, and to achieve a positive cycle of environmental and economic benefits. Moreover, with such a high investment, farmers cannot afford to do it by themselves. The government may have to consider ways to attract private investors to invest in the area, as seen in many projects in Yunnan Province.

2. Land management for ecological benefits: The management of the area in the Yunnan Province's forest-based herbal and mushroom cultivation project considered the area according to the elevation level: the mountaintop is a forest conservation area to serve as a watershed and ecological service source, the hillside is an area where agroforestry is grown, and the herbal and mushroom plants under the forest are also carried out in this area, while the plain area is a village with vegetable gardens and rice fields, which is in line with the land use principles of Thai watershed quality. However, in the Thai community land allocation project, there is still permission to cultivate on the mountaintop (class 1 watershed), which according to the principle should be conserved as a watershed forest only. Therefore, the approach to allocating agricultural land to each farmer should cover both the mountaintop and the hilltop, so that farmers have the option to cultivate on the hillside and conserve the forest on the hilltop, with income from selling carbon in the wood instead of farming in this area.

3. Research and innovation: Yunnan Province attaches great importance to forestry research, especially the establishment of many demonstration areas in various areas throughout the province. Each demonstration area is very important in disseminating the success of forestry research projects, especially the cultivation of herbs and mushrooms under the forest. The demonstration areas will bring the research results into practice in the field for farmers, the public, and the private sector to see. This is the reason why farmers and the

private sector are confident and dare to invest in the cultivation of herbs and mushrooms under the forest, which requires a lot of investment. In addition, there is research on product processing, standardization, and marketing to support systematically. Thailand has a lot of research but still lacks demonstration areas that will make farmers or the private sector confident enough to actually apply it in their own areas. In terms of managing the planting, pay attention to supporting measures for conserving soil and water. The type of terrain slope should be considered when planning the engineering measures. At the same time, the planting area should be improved by adding biological cover and other methods to improve the micro-environment. It is recommended that planting be done in a way that is good for the environment, so that less chemicals are used and the woodland's natural balance is kept. We can explore different ways of combining short-term and long-term actions, as well as planting and raising, to improve economic benefits while protecting the environment.

4. Continuity of utilizing space to its full potential: The project to allocate land for the community has specified a time frame for the transformation of the area from a barren cornfield to an agro-cycling model, starting with the continued cultivation of corn, along with seedlings of fruit trees and economic forest trees, until the fruit trees and forest trees grow and produce shade. Once shade is created, the concept of the project to plant herbs and mushrooms under the forest, following the model in Yunnan Province, can be applied. However, the Thai project has not yet specified the types of herbs or mushrooms and the methods to be used for planting under the shade, perhaps because there is not enough research to support the selection of herbs and mushrooms to be used in the project. If the area under the shade is left empty, it will result in inefficient land utilization. Therefore, Thailand should urgently conduct further research on this issue. Demonstrating and promoting work is very important. It is a good idea to choose some areas to set up demonstration bases. This will show the whole process, from choosing the types of plants, managing how they are planted, to harvesting and processing. By using pictures and comparing the benefits in numbers, people taking part can understand the technical points and real benefits. When promoting technology, it is important to collect feedback and keep improving the technology programme.

5. Land use permit formats: The ecosystems of northern Thailand and Yunnan Province are similar in terms of highland topography and biodiversity that are conducive to agroforestry. However, Yunnan has the advantage of cooler climate and larger area. Northern Thailand can adopt Yunnan's practices, such as high-altitude cropping and wild mushroom cultivation, but must take into account the limitations of land size and climate. In terms of land use permits, Northern Thailand uses the community title deed system under the community land allocation project to promote sustainable land use, while Yunnan uses the long-term land lease system (30-70 years) from the government with environmental conservation conditions. Therefore, the integration of Yunnan's agricultural techniques with Thailand management policies will help sustainably increase the efficiency of agroforestry in the North of Thailand. When it comes to promoting forestry projects, it is necessary to create a scientific and reasonable plan on how to do this and that takes into account the characteristics of the local environment. First of all, we should think about the forest vegetation that is already there, choose forest crops that are suited to the local climate, and suggest that we focus on screening varieties that have good market potential and moderate light requirements. Keeping the native tree species helps to adjust the forest structure so that it has different levels. This helps to maintain the forest's ecological function and create a suitable environment for forest crops to grow.

## **5. Acknowledgments**

I would like to express my gratitude to Dr. Liu Zhenwen, Dr Zhang Jinfeng, Mr.Meng Meng ,Mrs.Zhang Qun, Mrs. Sun Rui, MR.Tian, Dr.Lidan , Mr.Aoxiang Li, and Mr.Wong Yang etc., all the staffs of APFNet Hotel and YAFG who helped me during my stay here, and all my friends here (Mr. Manop, Ms. Suwanna, Ms. Kamolnet, Ms. Voitey, Ms. Lanlan, Mr.Tola ) and most importantly, my family who always support me in my career development.

## 6. Bibliography

1. Ahebot Hazitai (2023) Cardamon (*Amomum tsaoko*) agroforest is important habitat for skywalker hoolock gibbon (*Hoolock tianxing*) in Mt. Gaoligong, Yunnan, China.
2. Angkana Somsak (2020) Land suitability and Economic cost worthiness assessments for planting models under agroforestry systems on highland, Nan province.
3. Clement Rene (2018) Impact of Shade Trees on soil Fertility and Coffee Production in Coffee-Agroforestry Systems in Southern Yunnan Province.
4. Department of National Parks ( 2021) Creating ecological forests for the security of people in conservation forest areas.
5. Duan Jialong (2024) Economic policy strategies of the lower forest area.
6. Gui Qin (2023) The planting of five Chinese medicinal plants under the *Pinus massoniana* forest floor in Guizhou Province
7. Huang Luping ( 2024 ) Strategy for developing the forest economy and promoting the sustainable use of forest resources
8. Huang Xiaotang (2023) The planting methods and trends of co-planting of Chinese herbal plants under forest gardens in Guangxi Province.
9. Huh Dong (2024) The current situation and measures to cope with the development of forestry economy in Pingliang City.
10. Jiao Dongbin ( 2025 ) Technical and economic efficiency models of forest floor resource development in Yunnan
11. Li Qi (2020) Cultivation of *Salvia miltiorrhiza* under the Masson pine forest area.
12. Markos Makiso Urugo (2025) Ethiopian coffee: Production systems, geographical origin traceability, and European Union deforestation regulation directive compliance
13. Nucharin Chanjam (2018) Study of Effects on Soil Fertility and Stream Water Quality of Shade-grown Arabica Coffee.
14. Panida Kachina (2021) Impact of sky openness and tree diversity on growth of coffee under shade in Khun Chang Khian Highland Agricultural Research and Training Station and Nong Hoi Highland Agricultural Station, Chiangmai Province.
15. Peng Lun (2024) Mechanism of impact of alternating Chinese herbal plants under the forest floor on the forest ecosystem
16. Phongsak Wittawachutikun (2002) Huai Hin Dat Basin Research: What do the results of the study tell the public?
17. Samakkhi Bunyawat (1992) Principles of Applied Watershed Management.
18. The Agricultural Land Reform Office (2021) Intercropping and integrated farming: an option to reduce risk for rubber farmers.
19. The Community Land Allocation Manual (2023) Land management for community farming under the National Land Policy Committee, 5th revised edition.
20. The Royal Forest Department (2017) Land use in agroforestry.
21. Tian Xiaokun (2024) Potential of food sources from forests and grasslands in China.
22. UNEP (2011) Ecosystem-based Management: Markers for Assessing Progress. (<https://www.unep.org>)
23. United Nations (UN) (2023). Sustainable Development Goal 15 (<https://unstats.un.org/sdgs/metadata/>)
24. Warunee Thianthawoen (2010) Yield of *Coffea arabica* in agroforestry system in Doi Tung Development Project under Royal Initiative, Chiangrai Province.

25. WEN Ding-mei (2024) The influences on the quantity and quality of medicinal plants grown under forests
26. Wirun Samlirat (2023 ) Understanding of Watersheds and Watershed Quality Classes (<https://www.onep.go.th>)
27. Wu Yuanmei (2017) Planting pattern of *Sarcandra glabra* under eucalyptus forest plantations.
28. Xue Wen Ze ( 2024 ) Cultivation technology of *Polygonatum sibiricum* in the rotation under the forest of Fuyu Mountains .
29. Yang Guolin (2024) The problems in forestry economic development and sustainable management strategies.
30. Yerlan Duychanbeck (2019) The cultivation of grass for animal feed in a pear orchard.

รายงานการไปราชการ ประชุม/สัมมนา ศึกษา ฝึกอบรม ปฏิบัติการวิจัย ดูนาน ณ ต่างประเทศ  
และการไปปฏิบัติงานในองค์การระหว่างประเทศ

.....

ส่วนที่ ๑ ข้อมูลทั่วไป

๑.๑ ชื่อ/นามสกุล นางสาวสุวรรณา เหมือนสอาด

๑.๒ ชื่อเรื่อง/หลักสูตร

SANERI Visiting Scholar Program

สาขาหลัก

สาขาย่อย

สาขาที่เกี่ยวข้อง

เพื่อ ☐ ประชุม/สัมมนา ☐ ศึกษา ☒ ฝึกอบรม ☐ ปฏิบัติงานวิจัย  
☐ ดูนาน ☐ ไปปฏิบัติงานในองค์การระหว่างประเทศ

แหล่งผู้ให้ทุน Asia -- Pacific Network for Sustainable Forest Management and Rehabilitation  
(APFNet)

ประเทศที่ไป สาธารณรัฐประชาชนจีน

ระหว่างวันที่ ๑ มีนาคม ๒๕๖๘ ถึงวันที่ ๓๑ พฤษภาคม ๒๕๖๘

ส่วนที่ ๒ ข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ฝึกอบรม ดูนาน ประชุม/สัมมนา ปฏิบัติงานวิจัย และการไปปฏิบัติงานใน  
องค์การระหว่างประเทศ

๒.๑ วัตถุประสงค์

เพื่อทำการวิจัยทางวิทยาศาสตร์และการแลกเปลี่ยนทางวิชาการเกี่ยวกับการจัดการป่าไม้และของป่า  
อย่างยั่งยืน

๒.๒ เนื้อหาการศึกษาดูงาน (โดยย่อ)

- เนื่องจากมณฑลยูนนานมีสภาพทางภูมิศาสตร์และภูมิอากาศคล้ายคลึงกับประเทศไทย จึงคาดการณ์  
ได้ว่าพืชอาหารป่า ซึ่งเป็นไม้ต้นและไม้พุ่มที่พบในประเทศไทย อย่างน้อย ๑๐ ชนิด ที่สามารถนำมาปลูกในมณฑลยูนนานได้  
เช่น ผักหวานป่า สะเดา ขี้เหล็ก เพกา แคนา กระโดน ชะมวง ตะคร้อ มะรุม และหว้า โดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับลักษณะ  
ทางสัณฐานวิทยา การกระจายพันธุ์ ถิ่นที่อยู่อาศัย คุณค่าทางโภชนาการ และการวิจัยที่เกี่ยวข้องของพืชแต่ละชนิด

- การเก็บตัวอย่างพืชอาหารป่า การแปรรูปเบื้องต้น และการเรียนรู้การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ  
เช่น เครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze dryer) เครื่องบดละเอียดแบบแยกอากาศ (air separation ultrafine  
grinding machine) เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ชนิดยูวี (UV spectrophotometer) และเครื่องลิควิด-แมสสเปกโตรเมตรี  
(liquid-mass spectrometer) เป็นต้น วัตถุประสงค์หลักของการทดลอง คือ การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ  
และฤทธิ์ลดน้ำตาลในหลอดทดลองของโยอาหารจากพืชอาหารป่าวงศ์ Araliaceae

ส่วนที่ ๓ ปัญหา/อุปสรรค

การเข้าถึงข้อมูลการวิจัยทางออนไลน์ในประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีนค่อนข้างยากและงานวิจัยส่วนมาก  
จะเป็นการอ้างอิงงานวิจัยภายในประเทศ การอ้างอิงงานวิจัยระหว่างประเทศค่อนข้างน้อยมาก จึงทำให้ได้ข้อมูลไม่  
เพียงพอต่อการทำวิจัย



#### ส่วนที่ ๔ ข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะ

การเข้าร่วมฝึกอบรมระหว่างประเทศเป็นการพัฒนาบุคลากรให้มีประสบการณ์ แนวคิดใหม่ ความรู้ และทักษะการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ทันสมัย เพื่อเพิ่มความสามารถในงานวิจัยด้านป่าไม้ของไทยมากขึ้น และนำความรู้ที่ได้จากการฝึกอบรมมาบูรณาการร่วมกับงานวิจัยของกรมป่าไม้ อีกทั้งยังเป็นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือและความสัมพันธ์ระหว่างประเทศให้มั่นคงและยั่งยืนต่อไป ซึ่งผลงานวิจัยควรนำไปสู่การใช้ประโยชน์ในเชิงเศรษฐกิจและสังคมอย่างเป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์จากพืชอาหารป่าหรือการส่งเสริมการเพาะปลูกในเชิงพาณิชย์ เป็นต้น

ลงชื่อ.....ผู้รายงาน  
(นางสาวสุวรรณา เหมือนสอาด)  
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ

#### ส่วนที่ ๕ ความคิดเห็นผู้บังคับบัญชา

เป็นประโยชน์แก่การเกิดจิตสำนึก และความรู้ของกรมป่าไม้ และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง  
อนึ่งขอขอบคุณทางกรมป่าไม้เป็นอย่างสูง ซึ่งได้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนา  
งานทางด้านป่าไม้เป็นอย่างสูง

ลงชื่อ.....  
(.....)

(นายสุวรรณ ตั้งมิตรเจริญ)  
ผู้อำนวยการสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้



รายงานการไปราชการฝึกอบรม ณ ต่างประเทศ  
การฝึกอบรม SANFRI Visiting Scholar Training Program ณ สาธารณรัฐประชาชนจีน  
นางสาวสุวรรณา เหมือนสอาด ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์ชำนาญการ  
ส่วนวิจัยและพัฒนาการใช้ประโยชน์ป่าไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้

The Visiting Scholar Program ริเริ่มโดยเครือข่ายเอเชีย-แปซิฟิกกว่าด้วยการจัดการและฟื้นฟูสภาพป่าไม้อย่างยั่งยืน (Asia-Pacific Network for Sustainable Forest Management and Rehabilitation: APFNet) เป็นความร่วมมือที่เป็นหนึ่งในกิจกรรมหลักของเครือข่ายสถาบันวิจัยป่าไม้จีน-อาเซียน (Sino-ASEAN Network of Forestry Research Institutes: SANFRI) โครงการนี้มีเป้าหมายเพื่อเสริมสร้างการวิจัยด้านป่าไม้ในกลุ่มประเทศเศรษฐกิจอาเซียนและจีน ผ่านการแลกเปลี่ยนข้อมูล การเสริมสร้างศักยภาพ และการวิจัยร่วมกัน โครงการนี้ดำเนินการโดยสถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูนนาน (Yunnan Academy of Forestry and Grassland: YAFG) ของสาธารณรัฐประชาชนจีน โดยมอบโอกาสการเรียนรู้ที่หลากหลายคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญ และการฝึกอบรมเฉพาะทางด้านวนศาสตร์และเทคโนโลยีแก่นักวิจัย ซึ่งรวมถึงการทัศนศึกษาและประสบการณ์จริงในการปลูกป่า การปรับปรุงพันธุ์พืช การจัดการป่าไม้ การอนุรักษ์ป่าไม้ เศรษฐศาสตร์ป่าไม้ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางไม้ โครงการยังครอบคลุมพื้นที่สำคัญ เช่น การอนุรักษ์ดินและน้ำ การควบคุมการแปรสภาพเป็นทะเลทราย วิศวกรรมชีวภาพ นิเวศวิทยา อนุชีววิทยา จุลชีววิทยา พฤกษศาสตร์ และกีฏวิทยา ซึ่งส่งเสริมความร่วมมือและความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของชุมชนในหมู่นักวิชาการ

SANFRI มีประเทศสมาชิก ๘ ประเทศ ได้แก่

๑. สาธารณรัฐประชาชนจีน : สถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูนนานของจีน (Yunnan Academy of Forestry and Grassland)
๒. กัมพูชา : สถาบันวิจัยและพัฒนาป่าไม้และสัตว์ป่า (Institute of Forest and Wildlife Research and Development)
๓. อินโดนีเซีย : หน่วยงานวิจัยพัฒนาและนวัตกรรมด้านป่าไม้และสิ่งแวดล้อม (Research Center for Plant Conservation, Botanic Gardens, and Forestry, National Research and Innovation Agency)
๔. ลาว : สถาบันวิจัยเกษตรและป่าไม้แห่งชาติ (National Agriculture and Forestry Research Institute)
๕. มาเลเซีย : สถาบันวิจัยป่าไม้มาเลเซีย (Forest Research Institute Malaysia)
๖. เวียดนาม : สถาบันวิทยาศาสตร์การป่าไม้ (Vietnamese Academy of Forest Sciences)
๗. เมียนมา : สถาบันวิจัยป่าไม้ (Forest Research Institute)
๘. ไทย : สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ (Forest Research and Development Office, Royal Forestry Department)

การเข้าร่วมอย่างต่อเนื่องนี้แสดงให้เห็นถึงความยั่งยืนและความมุ่งมั่นของโครงการ ด้วยเหตุนี้ การส่งนักวิจัยด้านป่าไม้เข้าร่วมโครงการ Visiting Scholar Program เพื่อเพิ่มศักยภาพของนักวิจัยด้านป่าไม้และแลกเปลี่ยนความรู้และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับวนศาสตร์และความสัมพันธ์ระหว่างประเทศต่าง ๆ ประเทศไทยได้เข้าร่วมการประชุมนักวิชาการป่าไม้รุ่นใหม่ ครั้งที่ ๑ (Young talents come together at the First Early Career Academics Forum) ซึ่งจัดโดย APFNet และ YAFG ในปี พ.ศ. ๒๕๖๒ ณ เมืองผู่เอ๋อร์ (Pu'er)

มณฑลยูนนาน สาธารณรัฐประชาชนจีน และได้ส่งนักวิจัยจากกรมป่าไม้และหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมโครงการฯ อย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบัน

## ๑. การวิจัย ณ สถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูนนาน (YAFG)

หลังจากได้รับคำชี้แจงจากผู้อำนวยการสถาบันวิจัยเศรษฐกิจป่าไม้ (Research Institute of Economic Forests) และรองผู้อำนวยการสถาบันวิจัยการปกป้องรักษาป่า (Research Institute of Forest Protection) ได้มีการมอบหมายภารกิจดังต่อไปนี้

๑.๑ รวบรวมข้อมูลพืชอาหารป่า ๑๐ ชนิดในประเทศไทย เนื้อหาการวิจัยส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับการกระจายพันธุ์ มูลค่าทางเศรษฐกิจ วิธีการรับประทาน การผลิตและการใช้ประโยชน์

เนื่องจากมณฑลยูนนานมีสภาพทางภูมิศาสตร์และภูมิอากาศคล้ายคลึงกับประเทศไทย จึงคาดการณ์ได้ว่าพืชอาหารป่า ๑๐ ชนิด ซึ่งเป็นไม้ต้นและไม้พุ่มที่พบในประเทศไทย สามารถนำมาปลูกและเพาะปลูกในยูนนานได้ เช่น ผักหวานป่า (*Melientha suavis* Pierre), สะเดา (*Azadirachta indica* A. Juss.), ชีเหล็ก (*Senna siamea* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby), เพกา (*Oroxylum indicum* (L.) Kurz), แคนา (*Dolichandrone serrulata* (Wall. ex DC.) Seem.), กระโดน (*Careya arborea* Roxb.), ชะมวง (*Garcinia cowa* Roxb. Ex Choisy), ตะคร้อ (*Schleichera oleosa* (Lour.) Oken), มะรุม (*Moringa oleifera* Lam.) และหว่า (*Syzygium cumini* (L.) Skeels) โดยบรรยายลักษณะทางสัณฐานวิทยา การกระจายพันธุ์ ถิ่นที่อยู่อาศัย คุณค่าทางโภชนาการ และการวิจัยที่เกี่ยวข้องของพืชแต่ละชนิด

๑.๒ งานทดลองที่เกี่ยวข้องซึ่งได้เข้าร่วม ณ สถาบันวิทยาศาสตร์ป่าไม้และทุ่งหญ้ายูนนาน ได้แก่ การเก็บตัวอย่างพืชอาหารป่า การแปรรูปเบื้องต้น และการเรียนรู้การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ เช่น เครื่องทำแห้งแบบเยือกแข็ง (freeze dryer) เครื่องบดละเอียดแบบแยกอากาศ (air separation ultrafine grinding machine) เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ชนิดยูวี (UV spectrophotometer) และเครื่องลิควิด-แมสสเปกโตรเมตรี (liquid-mass spectrometer) เป็นต้น ซึ่งวัตถุประสงค์หลักของการทดลอง คือ การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพที่ฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดในหลอดทดลองของใยอาหารจากพืชอาหารป่าวงศ์ Araliaceae

การศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและกิจกรรมลดน้ำตาลในเลือดในหลอดทดลองของใยอาหารจากพืชอาหารป่าที่กินได้ในวงศ์ Araliaceae (Study the physicochemical properties and *in vitro* hypoglycemic activity of dietary fiber from wild edible plants of the Araliaceae family.)

### บทนำ

วงศ์ Araliaceae เป็นวงศ์ของพืชจำพวกไม้ต้น ไม้พุ่ม หรือไม้เลื้อยเป็นหลัก โดยมีใบประกอบที่มีการแบ่งย่อยของใบหลากหลายรูปแบบ ในบางครั้งอาจพบภาวะใบสองรูป (leaf dimorphism) ซึ่งใบอ่อนจะมีลักษณะแตกต่างจากใบประกอบที่มีดอกอย่างชัดเจน ลักษณะเด่นของวงศ์ Araliaceae คือ ใบประกอบที่มีการเชื่อมกันบางส่วนหรือทั้งหมด ก่อให้เกิดเป็นกาบหุ้มที่โคนก้านใบ โดยอาจมีหรือไม่มีกลีบดอก ใบประกอบเหล่านี้มักช่วยในการจำแนกวงศ์ได้แม้ในขณะที่พืชยังไม่ให้ดอก ดอกและผลจะออกเป็นช่อ ซึ่งสามารถพัฒนาเป็นช่อดอกแบบช่อเชิงลดขนาดใหญ่ได้ ดอกมักมี ๕ กลีบและรังไข่ได้วงกลีบ กลีบดอกแต่ละกลีบมี ๒ ออวูล (Ovule) ซึ่งหนึ่งในนั้นเป็นออวูลที่ปฏิสนธิได้ ผลเป็นผลเมล็ดเดี่ยวแข็ง (drupe) ที่มี ๕ ออวูล เมล็ด และเกสร



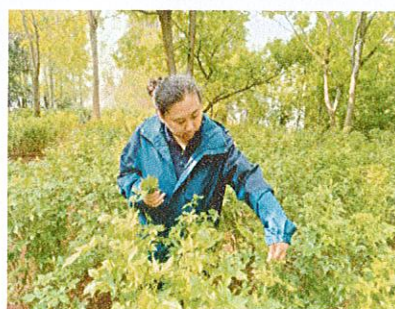
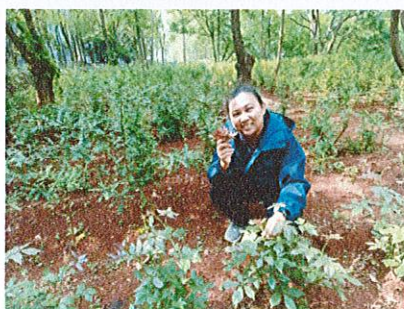
เพศเมียจำนวนมาก ซึ่งมักมีความสำคัญในการวินิจฉัยจำแนกชนิด พืชเหล่านี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางในฐานะสมุนไพร อาหารเสริม และอาหาร (Hans-Joachim Esser and Matthew H. P. Jebb, 2009)

ใยอาหาร หรือที่รู้จักกันในชื่อกากใย (roughage) หรือสารที่เพิ่มปริมาณ (bulk) หมายถึงส่วนที่ย่อยไม่ได้ของพืชที่บริโภคได้ เช่น ผลไม้ ผัก ธัญพืชไม่ขัดสี และพืชตระกูลถั่ว ใยอาหารแบ่งออกเป็น ๒ ประเภทหลัก ซึ่งแต่ละประเภทมีคุณสมบัติและประโยชน์ต่อสุขภาพที่แตกต่างกัน ใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Soluble Fiber) จะละลายในน้ำ ก่อตัวเป็นสารคล้ายเจลในทางเดินอาหาร และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Fiber)

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบ คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด ในหลอดทดลอง (*in vitro* hypoglycemic activity) ของใยอาหารที่แยกได้จากพืชอาหารป่าบางชนิดในวงศ์ Araliaceae โดยเฉพาะอย่างยิ่งมุ่งเน้นศึกษาใน purple *Eleutherococcus senticosus*, green *Eleutherococcus senticosus*, *Macropanax dispermus* และ *Metapanax delavayi*

### สถานที่เก็บตัวอย่าง

ยอดอ่อนของพืชอาหารป่า ๔ ชนิดในวงศ์ Araliaceae ได้แก่ purple *Eleutherococcus senticosus*, green *Eleutherococcus senticosus*, *Macropanax dispermus* และ *Metapanax delavayi* เก็บจากสวนรุกขชาติคุนหมิง (Kunming Arboretum) เมืองคุนหมิง มณฑลยูนนาน สาธารณรัฐประชาชนจีน

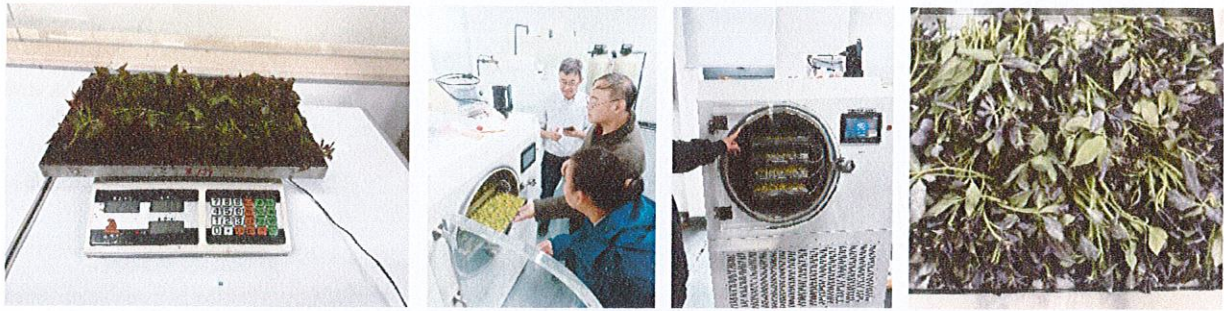


การเก็บตัวอย่างพืชอาหารป่า

### การเตรียมตัวอย่าง

การเตรียมตัวอย่างโดยวิธีการอบแห้งที่แตกต่างกันในการเตรียมตัวอย่างจากพืชอาหารป่า โดยยอดอ่อน purple *Eleutherococcus senticosus* ถูกทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง (freeze-dried) เพื่อรักษาภาพสมบูรณ์ไว้ในทางตรงกันข้าม ยอดอ่อน green *Eleutherococcus senticosus*, *Macropanax dispermus* และ *Metapanax delavayi* ถูกนำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน หลังจากอบแห้ง นำตัวอย่างบดทั้งหมดให้เป็นผงละเอียดสม่ำเสมอด้วยเครื่องบดละเอียดแบบแยกอากาศ (air separation ultrafine grinding machine) จากนั้น นำผงที่ได้ไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด ๔๐ เมช (mesh) เพื่อให้แน่ใจว่าได้ขนาดอนุภาคที่สม่ำเสมอสำหรับการวิเคราะห์ต่อไป





กระบวนการเตรียมตัวอย่างยวดอ่อน purple *Eleutherococcus senticosus*  
โดยทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง (freeze-dried)



กระบวนการเตรียมตัวอย่างยวดอ่อน green *Eleutherococcus senticosus*, *Macropanax dispermus*  
และ *Metapanax delavayi* โดยทำให้แห้งด้วยตู้อบลมร้อน



กระบวนการบดตัวอย่างด้วยเครื่องบดละเอียดแบบแยกอากาศ (air separation ultrafine grinding machine)

### การสกัดใยอาหาร

นำผงตัวอย่างชนิดละ ๑๐๐ กรัม มาเติมในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น ๐.๕ โมลาร์ ปริมาตร ๑ ลิตร และบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ ๕๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๑ ชั่วโมง หลังจากการบ่ม ตัวอย่างที่ผสมจะถูกทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง ส่วนของใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble Dietary Fiber: IDF) ถูกแยกออกโดยการปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว ๖,๘๐๐ รอบต่อนาที เป็นเวลา ๓๐ นาที ที่อุณหภูมิ ๑๕ องศาเซลเซียส ส่วนสารละลายใสส่วนบน (supernatant) ซึ่งมีส่วนที่ละลายน้ำได้ ถูกเจือจางด้วยเอทานอลความเข้มข้นร้อยละ ๙๕ ในอัตราส่วน ๑ : ๔ และปล่อยให้ตกตะกอนที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา

ของใยอาหารที่พองตัว จากนั้นวัดปริมาตรตัวอย่างโดยตรงจากหลอดทดลองแบบมีขีดบอกปริมาตร จากนั้นคำนวณ WSC โดยใช้สมการของ Meng-mei Ma and Tai-hua Mu (2016) ดังต่อไปนี้

$$WSC = (V_1 - V_0) / W_0$$

เมื่อ WSC คือ ความสามารถในการพองตัวของน้ำ (มิลลิลิตร/กรัม)

$V_1$  คือ ปริมาตรของตัวอย่างที่ผ่านการเติมน้ำแล้ว (มิลลิลิตร)

$V_0$  คือ ปริมาตรของตัวอย่างก่อนทำการเติมน้ำ (มิลลิลิตร)

$W_0$  คือ น้ำหนักของตัวอย่างก่อนทำการเติมน้ำ (กรัม)

**ฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือดในหลอดทดลอง (*In vitro* Hypoglycemic Activity)**

**ความสามารถในการดูดซับกลูโคส (Glucose Adsorption Capacity: GAC)**

การหาปริมาณความสามารถของใยอาหารในการดูดซับกลูโคส โดยชั่งตัวอย่าง WEPDF จำนวน ๐.๒๕ กรัม และผสมกับสารละลายกลูโคส ๒๕ มิลลิลิตร ซึ่งเตรียมที่ความเข้มข้นตั้งแต่ ๐.๕ มิลลิโมลาร์ (mM) ถึง ๕๐ มิลลิโมลาร์ กวนตัวอย่างอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ตัวอย่างแขวนลอยและรักษาระดับอุณหภูมิคงที่ที่ ๓๗ องศาเซลเซียส ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิเป็นเวลา ๖ ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงแรงเหวี่ยงสัมพัทธ์ ๔,๐๐๐ เป็นเวลา ๑๕ นาที เพื่อแยกใยอาหารออกจากส่วนของเหลว นำวัดความเข้มข้นของกลูโคสที่เหลืออยู่ในสารละลายใสส่วนบน (upper fluid) ปริมาตร ๑ มิลลิลิตร ด้วยชุดตรวจวิเคราะห์กลูโคส ความสามารถในการดูดซับกลูโคส (GAC) ซึ่งรายงานในหน่วย ไมโครโมลต่อกรัม ( $\mu\text{mol/g}$ ) ซึ่งคำนวณจากสมการของ Yafeng Zheng et al. (2019) ดังต่อไปนี้

$$GAC = (G_1 - G_2) / V \times W$$

เมื่อ GAC คือ ความสามารถในการดูดซับกลูโคส (ไมโครโมล/กรัม)

$G_1$  คือ ความเข้มข้นของกลูโคสในสารละลายเดิม (มิลลิโมล/ลิตร)

$G_2$  คือ ความเข้มข้นของกลูโคสในของเหลวที่อยู่เหนือตะกอนเมื่อการดูดซับถึงจุดสมดุล (มิลลิโมล/ลิตร)

$V$  คือ ปริมาตรของเหลวที่อยู่เหนือตะกอน (มิลลิลิตร)

$W$  คือ น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)

**ดัชนีการหน่วงการแพร่ของกลูโคสผ่านเยื่อฟอก (Glucose Dialysis Retardation Index: GDRI)**

การประเมินความสามารถของใยอาหารในการหน่วงการแพร่ของกลูโคส โดยนำตัวอย่าง WEPDF จำนวน ๐.๒ กรัม ผสมกับสารละลายกลูโคส ๑๐ มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้น ๑๐๐ มิลลิโมลาร์ และผสมให้เข้ากัน สารแขวนลอยนี้ถูกบรรจุภายในถุงเยื่อฟอก (dialysis membrane) ที่มีค่าจำกัดน้ำหนักโมเลกุล (molecular weight cut-off) ๑๒,๐๐๐ ดาลตัน (Da) และแขวนลอยในบีกเกอร์ที่บรรจุน้ำกลั่น ๒๐๐ มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ ๓๗ องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างสารละลายภายนอก (external dialysate) ปริมาตร ๑ มิลลิลิตร ที่เวลา ๒๐ ๔๐ ๖๐ ๘๐ ๑๒๐ และ ๑๘๐ นาที และหาความเข้มข้นของกลูโคสโดยใช้ชุดตรวจวิเคราะห์กลูโคส การทดลองชุดควบคุมซึ่งประกอบด้วยสารละลายกลูโคส ๑๐ มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้น ๑๐๐ มิลลิโมลาร์ โดยไม่มีใยอาหาร ภายใต้อาการเดียวกัน จากนั้นคำนวณ GDRI ด้วยความเข้มข้นของกลูโคสที่วัดได้และความเข้มข้นจากชุดควบคุม โดยใช้สมการของ Yafeng Zheng et al. (2019) ดังต่อไปนี้



๑ ชั่วโมง หลังจากนั้น เก็บรวบรวมใยอาหารที่ละลายน้ำได้ (Soluble Dietary Fiber: SDF) โดยการปั่นเหวี่ยง ที่ความเร็ว ๖,๘๐๐ รอบต่อนาที เป็นเวลา ๑๕ นาที นำส่วน IDF และ SDF มาผสมกันเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วทำให้แห้งแบบเยือกแข็ง (freeze-dried) และเก็บในถุงที่ปิดสนิทเพื่อนำไปวิเคราะห์ต่อไป (Yufan Dong et al., 2023) โดยตั้งชื่อใยอาหารที่สกัดได้จากยอต่ออ่อน purple *Eleutherococcus senticosus*, ยอต่ออ่อน green *Eleutherococcus senticosus*, *Macropanax dispermus* และ *Metapanax delavayi* ดังต่อไปนี้ 1-WEPDF, 2-WEPDF, 3-WEPDF และ 4-WEPDF ตามลำดับ



ขั้นตอนการสกัดใยอาหาร

### คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ (Physicochemical properties)

#### ความสามารถในการอุ้มน้ำ (Water Retention Capacity: WRC)

การหาปริมาณความสามารถในการอุ้มน้ำของตัวอย่าง WEPDF โดยชั่งตัวอย่าง WEPDF จำนวน ๑ กรัม แล้วเติมน้ำกลั่น ๓๐ มิลลิลิตร จากนั้นทิ้งสารแขวนลอยนี้ไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา ๑๘ ชั่วโมง หลังจาก การให้ความชุ่มชื้น นำตัวอย่างไปปั่นเหวี่ยงที่แรงเหวี่ยงสัมพัทธ์ ๓,๐๐๐ เป็นเวลา ๒๐ นาที แยกกากตะกอน (residue) ออกอย่างระมัดระวัง และบันทึกน้ำหนัก จากนั้นหาน้ำหนักแห้งโดยนำกากตะกอนไปอบในตู้อบที่ อุณหภูมิ ๑๐๕ องศาเซลเซียส จนกระทั่งน้ำหนักคงที่ จึงคำนวณ WRC จากน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งที่บันทึก โดยใช้สมการของ Meng-mei Ma and Tai-hua Mu (2016) ที่กำหนดไว้ดังต่อไปนี้

$$WRC = (m_f - m_d) / m_d$$

เมื่อ WRC คือ ความสามารถในการอุ้มน้ำ (กรัม/กรัม)

$m_f$  คือ น้ำหนักของกากตะกอนสด (กรัม)

$m_d$  คือ น้ำหนักของกากตะกอนแห้ง (กรัม)

#### ความสามารถในการพองตัวของน้ำ (Water Swelling Capacity: WSC)

การหาปริมาณความสามารถในการพองตัวของน้ำของตัวอย่าง WEPDF โดยชั่งตัวอย่าง WEPDF จำนวน ๐.๒ กรัม ใส่ลงในหลอดทดลองแบบมีขีดบอกปริมาตร ซึ่งบรรจุน้ำกลั่น ๑๐ มิลลิลิตร ปลอ่ยให้ตัวอย่าง ดูดซับน้ำและพองตัวที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา ๑๘ ชั่วโมง หลังจากช่วงเวลาการดูดซับน้ำวัดปริมาตร

$$GDRI = 100 - [(G_1 / G_2) \times 100]$$

เมื่อ GDRI คือ ดัชนีการหน่วงการแพร่ของกลูโคสผ่านเยื่อฟอก (ร้อยละ)

$G_1$  คือ กลูโคสทั้งหมดที่แพร่กระจายจากตัวอย่าง

$G_2$  คือ กลูโคสทั้งหมดที่แพร่กระจายจากชุดควบคุม

#### ความสามารถในการยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (Inhibitory Capacity of $\alpha$ -amylase)

การหาฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส ( $\alpha$ -amylase inhibitory activity) ดำเนินการโดยวิธีการใช้กรดไดไนโตรซาลิซิลิก (dinitrosalicylic acid: DNS) โดยเติมตัวอย่าง WEPDF หรือสารละลายอะคาร์โบส (acarbose) ซึ่งเป็นสารควบคุมเชิงบวก (positive control) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ๐.๒-๑.๐ มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร ๑๐๐ ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายที่ใช้ทดสอบปริมาตร ๑ มิลลิลิตร ซึ่งประกอบด้วยสารละลายบัฟเฟอร์โซเดียมฟอสเฟต ๐.๐๒ โมลาร์ (ค่าความเป็นกรด-ด่าง ๖.๙) และเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (๐.๘๓ ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) จากนั้นนำสารละลายดังกล่าวบ่มไว้ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ ๓๗ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๑๐ นาที หลังจากนั้นเติมสารละลายแป้งมันฝรั่ง ร้อยละ ๑ โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาตร ๒๐๐ ไมโครลิตร และบ่มต่อที่อุณหภูมิ ๓๗ องศาเซลเซียส เป็นเวลา ๑๐ นาที หยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์โดยการเติมสารละลาย DNS ปริมาตร ๒ มิลลิลิตร และนำหลอดทดลองไปแช่ในอ่างน้ำเดือดเป็นเวลา ๕ นาที หลังจากทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิห้อง นำสารละลายสุดท้ายเจือจางด้วยน้ำกลั่น ๙ มิลลิลิตร และวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น ๕๔๐ นาโนเมตร โดยใช้เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ซึ่งชุดควบคุมทำการทดลองภายใต้สภาวะเดียวกันกับตัวอย่าง โดยใช้ น้ำกลั่นแทนตัวอย่าง WEPDF ร้อยละของการยับยั้ง คำนวณโดยใช้สมการดังต่อไปนี้

$$\alpha\text{-amylase inhibition rate} = (A_2 - A_1) / A_2 \times 100$$

เมื่อ  $\alpha$ -amylase inhibition rate คือ ฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (ร้อยละ)

$A_2$  คือ ค่าของการทดสอบควบคุม

$A_1$  คือ ค่าของการทดสอบ

แต่ละตัวอย่างจะถูกคำนวณประสิทธิภาพของสารยับยั้ง  $IC_{50}$  ซึ่งเป็นความเข้มข้นของตัวอย่างที่สามารถยับยั้งกระบวนการทางชีวภาพหรือชีวเคมีได้ครั้งหนึ่ง (Yafeng Zheng et al., 2019)

#### เอกสารอ้างอิง

- Hans-Joachim Esser and Matthew H. P. Jebb. 2009. The Araliaceae of Thailand. Thai Forest Bulletin (Botany), Special Issue: Papers from the 14<sup>th</sup> Flora of Thailand Meeting: 1-6.
- Meng-mei Ma and Tai-hua Mu. 2016. Effects of extraction methods and particle size distribution on the structural, physicochemical, and functional properties of dietary fiber from deoiled cumin. Food Chemistry 194: 237-246.
- Yafeng Zheng, Qi Wang, Juqing Huang, Dongya Fang, Weijing Zhuang, Xianliang Luo, Xiaobo Zou, Baodong Zheng, and Hui Cao. 2019. Hypoglycemic effect of dietary fibers from bamboo shoot shell: An *in vitro* and *in vivo* study. Food and Chemical Toxicology 127: 120-126.



Yufan Dong, Qin Li, Yuhong Guo, Yihe Zhao, and Jianxin Cao. 2023. Comparison of physicochemical and *in vitro* hypoglycemic activity of bamboo shoot dietary fibers from different regions of Yunnan. *Frontiers in Nutrition*: 1-11.

๑.๓ สรุปผลที่ได้รับจากการปฏิบัติงาน ณ สถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูนนาน เปรียบเทียบการทำงานวิจัยระหว่างประเทศไทยและจีน

นับเป็นเกียรติอย่างยิ่งที่ได้แบ่งปันประสบการณ์และข้อมูลเชิงลึกในฐานะนักวิทยาศาสตร์จากสำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้ กรมป่าไม้ ประเทศไทย ภายหลังจากการฝึกอบรมเป็นระยะเวลา ๓ เดือน ณ สถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูนนาน (YAFG) สาธารณรัฐประชาชนจีน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่เปี่ยมด้วยคุณค่า โดยภารกิจหลักของข้าพเจ้ามุ่งเน้นการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของป่าที่มีศักยภาพทางเศรษฐกิจ เพื่อการใช้ประโยชน์อย่างยั่งยืน พร้อมกับการสำรวจและจัดเตรียมข้อมูลสำหรับสร้างระบบฐานข้อมูลของป่าในประเทศไทย นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมและพัฒนการใช้ประโยชน์ทรัพยากรของป่า อันเป็นการส่งเสริมการบูรณาการในภาคส่วนต่าง ๆ

เนื่องจากองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ด้านเคมีมีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนงานวิจัยและพัฒนา ด้านวนศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมเรื่องการวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในดินและน้ำ ปริมาณธาตุอาหารพืช การสังเคราะห์วัสดุที่ใช้กับงานด้านวนศาสตร์ต่าง ๆ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากป่าไม้

ด้วยประสบการณ์ที่ค่อนข้างจำกัดในงานวิจัยด้านวนศาสตร์ การฝึกอบรมที่ YAFG จึงเป็นประสบการณ์ที่ทำให้อย่างยิ่งแต่ก็คุ้มค่าเป็นอย่างมาก ช่วยเพิ่มความรู้ความเข้าใจงานทางด้านวนศาสตร์ ที่อาจไม่พบในประเทศไทย เช่น การทาสารสีขาวบริเวณโคนไม้ต้น สูงจากพื้นดินประมาณ ๑.๐ - ๑.๕ เมตร เพื่อป้องกันเชื้อโรค แมลงศัตรูพืช และเป็นการช่วยรักษาอุณหภูมิต้นไม้นในฤดูหนาว การบูรณาการข้อมูลทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ทันสมัยของ YAFG สำหรับการคัดเลือกพื้นที่ การเลือกชนิดพันธุ์ และการปรับปรุงพันธุ์กรรมในโครงการปลูกป่าเป็นสิ่งที่น่าประทับใจอย่างแท้จริง ยิ่งไปกว่านั้น ความพยายามในการให้ความรู้ และส่งเสริมการใช้พืชอาหารป่าแก่ประชาชน โดยมีเป้าหมายเพื่อยกระดับมูลค่าของพืชอาหารป่า ภายในประเทศ สอดคล้องกับนโยบายวนเกษตรของประเทศไทย ประสบการณ์ครั้งนี้มีส่วนสำคัญในการจุดประกายแนวคิดการวิจัยใหม่ ๆ สำหรับงานด้านป่าไม้ในประเทศไทย และจากคำแนะนำ การแลกเปลี่ยนข้อมูล และร่วมมือกันอย่างกว้างขวางยิ่งขึ้นในการวิจัยด้านวนศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระหว่างประเทศไทยและจีน

ในช่วงเวลา ๓ เดือน ได้ทำการรวบรวมลักษณะทางสัณฐานวิทยา การกระจายพันธุ์ ถิ่นที่อยู่อาศัย คุณค่าทางโภชนาการ และการวิจัยที่เกี่ยวข้องของพืชอาหารป่า ๑๐ ชนิดในประเทศไทย ได้แก่ ผักหวานป่า สะเดา ชีเหล็ก เพกา แคนา กระโดน ชะมวง ตะคร้อ มะรุม และหว้า และโครงการวิจัยที่เน้นด้านการใช้ประโยชน์จากพืชอาหารป่า โดยเฉพาะการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและฤทธิ์ลดน้ำตาลในเลือด ในหลอดทดลองของใยอาหารจากพืชอาหารป่าในวงศ์ Araliaceae ในประเทศจีน

อุปสรรคสำคัญประการหนึ่งที่พบในการวิจัยในประเทศจีน คือ ความยากลำบากในการเข้าถึงข้อมูล การวิจัยในระบบออนไลน์ มีการอ้างอิงถึงงานวิจัยระหว่างประเทศค่อนข้างน้อย ส่วนใหญ่เป็นงานวิจัยภายในประเทศและเป็นภาษาจีน ซึ่งแตกต่างจากประเทศไทยที่สามารถเข้าถึงข้อมูลงานวิจัยระหว่างประเทศที่ทันสมัยได้ง่าย

เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพสูงสุดของการฝึกอบรมในอนาคต เชื่อว่าแผนการฝึกอบรมที่ชัดเจนและได้รับการกำหนดไว้อย่างดีเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งรวมถึงการอธิบายที่ชัดเจนเกี่ยวกับเป้าหมายของโครงการ กำหนดการที่แน่นอน

และระบบการติดตามความก้าวหน้า กรอบการทำงานดังกล่าวจะช่วยให้ผู้เข้ารับการฝึกอบรมสามารถบริหารจัดการเวลาได้อย่างมีประสิทธิภาพและดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ประสบการณ์ส่วนตัวที่ YAFG เป็นไปในเชิงบวกอย่างมาก เจ้าหน้าที่ทุกคนมีความใจดี สุภาพ เป็นกันเอง และพร้อมให้ความช่วยเหลือเสมอ มีโอกาสได้เรียนรู้เกี่ยวกับวัฒนธรรมที่เป็นเอกลักษณ์ ซึ่งบางอย่างไม่เคยในครั้งแรก เช่น การพักกลางวันประมาณ ๓ ชั่วโมง การรับประทานอาหารอย่างรวดเร็ว การพักผ่อนหรือออกกำลังกายหลังอาหารกลางวัน

จากมุมมองการปฏิบัติงานจากการสังเกตเห็นความแตกต่างของระบบการทำงาน YAFG มักจะ "คิดและทำ" แทนที่ ซึ่งจำเป็นต้องมีความพร้อมอยู่เสมอและดำเนินงานด้วยความรวดเร็ว ดังนั้น การทำงานร่วมกับ YAFG จึงต้องอาศัยการปรับตัวในระดับสูง ต้องทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว การปรับตัวนี้ เป็นบทเรียนอันมีค่าที่สามารถนำข้อดีของ YAFG มาประยุกต์ใช้กับงานในประเทศไทย

## ๒. การปฏิบัติงานภาคสนาม

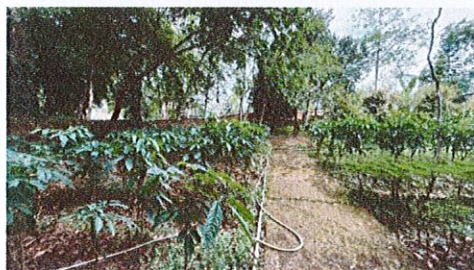
วันที่ ๑๓ - ๑๖ พฤษภาคม ๒๕๖๘ ได้ทำการสำรวจภาคสนามและเก็บตัวอย่างพืชอาหารป่าในเขตชีเอหมา เมืองฝูเออร์ มณฑลยูนนาน โดยเน้นชนิดพันธุ์ต่าง ๆ เช่น *Toona sinensis*, *Zanthoxylum bungeanum*, *Acacia pennata* และ *Ficus auriculata* การเก็บตัวอย่างในเขตชีเอหมา เมืองฝูเออร์นี้เป็นส่วนหนึ่งของความพยายามในการวิจัยที่มีความร่วมมือจากหลายหน่วยงานในมณฑลยูนนาน เพื่อสร้างระบบเทคโนโลยีการเพาะปลูกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ การคัดเลือกพื้นที่ดำเนินการอย่างพิถีพิถันผ่านการศึกษาแปลงปลูกป่าสาธิตและพื้นที่วนเกษตร โดยคำนึงถึงปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ รวมถึงลักษณะดิน น้ำ อุณหภูมิ ความชื้นแสง ปริมาณน้ำฝน และโครงสร้างพื้นฐานในท้องถิ่น ในขณะเดียวกันพืชอาหารป่าได้รับการคัดเลือกเป็นพิเศษจากพื้นที่ป่าสนสามใบ (*Pinus kesiya*) เพื่อนำมาบูรณาการในระบบการเพาะปลูกที่ยั่งยืนนี้ และเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับกำหนดกลยุทธ์การจัดการพื้นที่ป่าสนให้เหมาะสม



การเก็บตัวอย่างพืชอาหารป่าในเขตชีเอหมา เมืองฝูเออร์ มณฑลยูนนาน



การเยี่ยมชมแปลงสาธิตพืชอาหารป่าที่ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีวนศาสตร์ผู้เออร์ มณฑลยูนนาน และสถาบันวิจัยวนศาสตร์เขตร้อน สถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูนนาน (สวนพฤกษศาสตร์เขตร้อนสิบสองปันนา) เมืองผู่เหวิน เขตปกครองตนเองชนชาติไท สิบสองปันนา (Xishuangbanna Autonomous Region of Tai Ethnic Groups) ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีวนศาสตร์ผู้เออร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นพื้นที่ลาดชัน ได้มีการจัดทำแปลงขั้นบันไดเพื่อลดการพังทลายของดิน ในพื้นที่นี้ความเข้มแสงและช่วงระยะเวลาของการได้รับแสงแดดเป็นปัจจัยสำคัญในการคัดเลือกชนิดพืชป่ากินได้ และเพื่อศึกษาการเติบโตของพืชอาหารป่าที่ปลูกภายใต้เรือนยอดไม้



การเก็บข้อมูลความโตที่ระดับความสูงเพียงอก (GBH) และความสูงของพืชอาหารป่าที่ปลูกในสถาบันวิจัยวนศาสตร์เขตร้อน สถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูนนาน (สวนพฤกษศาสตร์เขตร้อนสิบสองปันนา)

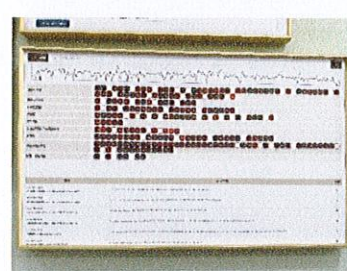
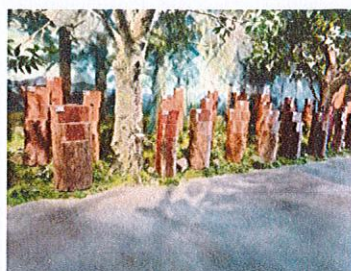


การเยี่ยมชมธนาคารพันธุกรรมพืชสกุลเดนโดรเบียม (Germplasm Bank of Dendrobium) และแปลงสาธิตการปลูกพืชอาหารป่าแบบขั้นบันได



### ๓. กิจกรรมศึกษาดูงาน สัมมนา และนำเสนอผลงาน

๓.๑ การทัศนศึกษาพิพิธภัณฑ์ไม้และไผ่ ณ มหาวิทยาลัยวนศาสตร์ภาคตะวันตกเฉียงใต้ เมืองคุนหมิง (Museum of Wood and Bamboo at Southwest Forestry University, Kunming) เมื่อวันที่ ๑๓ มีนาคม ๒๕๖๘ การเข้าชมพิพิธภัณฑ์ไม้และไผ่ในครั้งนี้ ทำให้ได้ความรู้เกี่ยวกับกายวิภาคของต้นไม้และการระบุชนิดไม้มากขึ้น ภายในพิพิธภัณฑ์ได้มีการจัดนิทรรศการแสดงรายละเอียดโครงสร้างไม้และลักษณะเฉพาะของแต่ละชนิดพันธุ์ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับภารกิจที่เกี่ยวข้องกับการให้บริการตรวจรับรองชนิดไม้และการให้ความรู้กับประชาชน



การเยี่ยมชม Museum of Wood and Bamboo at Southwest Forestry University



การเยี่ยมชม Museum of Tea at Southwest Forestry University

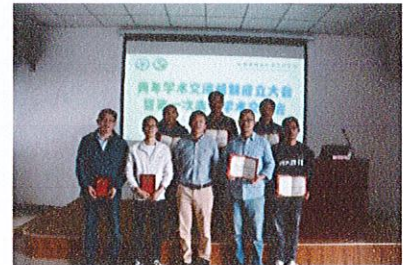
๓.๒ เข้าร่วมการสัมมนา เรื่อง เทคโนโลยีและรูปแบบการบริหารจัดการเพื่อส่งเสริมการอยู่ร่วมกันระหว่างคนกับช้างในการอนุรักษ์ช้างเอเชียและการพัฒนาชุมชนในภูมิภาคแม่น้ำโขง-ล้านช้าง (Seminar on Technologies and Management Models for Promoting Human-Elephant Coexistence in Asian Elephant Conservation and Community Development in the Lanchang-Mekong River Region) ซึ่งจัดโดยมหาวิทยาลัยป่าไม้ปักกิ่งร่วมกับสถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูเนี่ยน ภายใต้กองทุนความร่วมมือระดับภูมิภาคเอเชีย ระหว่างวันที่ ๓๑ มีนาคม ๒๕๖๘ ถึงวันที่ ๓ เมษายน ๒๕๖๘ ณ เมืองคุนหมิง มณฑลยูนนาน สาธารณรัฐประชาชนจีน





การสัมมนา เรื่อง เทคโนโลยีและรูปแบบการบริหารจัดการเพื่อส่งเสริมการอยู่ร่วมกันระหว่างคนกับช้าง  
ในการอนุรักษ์ช้างเอเชียและการพัฒนาชุมชนในภูมิภาคแม่น้ำโขง-ล้านช้าง  
(Seminar on Technologies and Management Models for Promoting Human-Elephant  
Coexistence in Asian Elephant Conservation and Community Development  
in the Lanchang-Mekong River Region)

๓.๓ การนำเสนอผลงาน เรื่อง การใช้ประโยชน์ของป่าอย่างยั่งยืน (Sustainable Non-Timber Forest Product Utilization) ในการประชุมวิชาการแลกเปลี่ยนนักวิชาการรุ่นใหม่ ครั้งที่ ๑ ของกลไกการแลกเปลี่ยนวิชาการนักวิชาการรุ่นใหม่ของสถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูนนาน (The First Young Scholars Academic Exchange Conference of the Yunnan Academy of Forestry and Grassland Young Scholars Academic Exchange Mechanism) ซึ่งจัดโดยสถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูนนาน การประชุมจัดขึ้นเมื่อวันที่ ๑๔ เมษายน ๒๕๖๘ ณ เมืองคุนหมิง มณฑลยูนนาน สาธารณรัฐประชาชนจีน



การประชุมวิชาการแลกเปลี่ยนนักวิชาการรุ่นใหม่ ครั้งที่ ๑ ของกลไกการแลกเปลี่ยนวิชาการนักวิชาการรุ่นใหม่  
ของสถาบันวนศาสตร์และทุ่งหญ้ายูนนาน  
(The First Young Scholars Academic Exchange Conference of the Yunnan Academy of Forestry  
and Grassland Young Scholars Academic Exchange Mechanism)