

การใช้อนุกรมวิธานเชิงบูรณาการในการประเมินความหลากหลายของสัตว์  
สะเทินน้ำสะเทินบก ในอุทยานแห่งชาติ ดอยภูคา จังหวัดน่าน



วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ

ธันวาคม 2564

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

การใช้อุณหภูมิฐานเชิงบูรณาการในการประเมินความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก  
ในอุทยานแห่งชาติ ดอยภูคา จังหวัดน่าน



วิทยานิพนธ์เสนอมหาวิทยาลัยพะเยา เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ  
ธันวาคม 2564  
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

AN INTEGRATIVE TAXONOMY ASSESSMENT FOR SPECIES DIVERSITY OF AMPHIBIANS IN  
DOI PHU KHA NATIONAL PARK, NAN PROVINCE



A Thesis Submitted to University of Phayao  
in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Master of Science in Biotechnology  
December 2021

Copyright 2021 by University of Phayao

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การใช้อนุกรมวิธานเชิงบูรณาการในการประเมินความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก  
ในอุทยานแห่งชาติ ดอยภูคา จังหวัดน่าน

ของ แสงวิไล ลอแพงสี

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
หลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ  
ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สิริวดี ชมเดช)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(รองศาสตราจารย์ วาที่ร้อยตรี ดร. ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ)

..... กรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุภาพร ภััสสร)

..... คณบดีคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญฤทธิ์ สิ้นค้างาม)

- เรื่อง:** การใช้อุณหภูมิฐานเชิงบูรณาการในการประเมินความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในอุทยานแห่งชาติ ดอยภูคา จังหวัดน่าน
- ผู้วิจัย:** แสงวิไล ลอพงสี, วิทยานิพนธ์: วท.ม. (เทคโนโลยีชีวภาพ), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2564
- อาจารย์ที่ปรึกษา:** รองศาสตราจารย์ วาที่ร้อยตรี ดร. ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ภััสสร
- คำสำคัญ:** ความหลากหลายทางชีวภาพ การอนุกรมวิธาน ไมโทคอนเดรียดีเอ็นเอ 16S rRNA

#### บทคัดย่อ

การศึกษาความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน โดยการศึกษาจะใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรม โดยอาศัยการวิเคราะห์บริเวณตำแหน่งยีน 16S rRNA ในไมโทคอนเดรียดีเอ็นเอ ของตัวอย่างทั้งหมด 97 ตัวอย่าง จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ด้วยดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียและเปรียบเทียบกับฐานข้อมูล GenBank พบว่าผลจากการศึกษาพบการกระจายตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ทั้งหมด 7 วงศ์ 25 สกุล 42 ชนิด ซึ่งถือว่าในพื้นที่มีความหลากหลายค่อนข้างสูง นอกจากนี้ยังพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่รายงานครั้งแรกในประเทศไทย 4 ชนิด ได้แก่ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในสกุล *Gracixalus* จำนวน 2 ชนิด คือ *Gracixalus yunnanensis* และ *Gracixalus quangii* สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในสกุล *Quasipaa* จำนวน 1 ชนิด คือ *Quasipaa verrucospinosa* และ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในสกุล *Limnonectes* จำนวน 1 ชนิด คือ *Limnonectes bannaensis* จากการศึกษาในครั้งนี้พบการกระจายตัวแบบ Sympatric distribution ระหว่าง *Limnonectes taylori* และ *Limnonectes bannaensis* ในพื้นที่เดียวกัน

**Title:** AN INTEGRATIVE TAXONOMY ASSESSMENT FOR SPECIES DIVERSITY OF AMPHIBIANS IN DOI PHU KHA NATIONAL PARK, NAN PROVINCE

**Author:** Sengvilay Lorphengsy, Thesis: M.Sc. (Biotechnology), University of Phayao, 2021

**Advisor:** Associate Professor Acting sub Lt. Dr. Chatmongkon Suwannapoom Co–advisor Assistant Professor Dr.Supaporn Passorn

**Keywords:** Biodiversity Taxonomy Mitochondria DNA 16S rRNA

#### ABSTRACT

The study of amphibian diversity in Doi Phu Kha National Park, Nan Province, by morphological characters and genetic characteristics. Based on analysis of the mitochondrial DNA (16S rRNA) from ninety–seven samples. The Phylogenetic genetic relationship analysis and compared to the GenBank database showed that the results showed a relatively diverse distribution of amphibians in Doi Phu Kha National Park, Nan Province. The results show that four species of first reported in Thailand. Two species of genus *Gracixalus*, (*Gracixalus yunnanensis* and *Gracixalus quangji*), one species of Genus *Quasipaa*, (*Quasipaa verrucospinosa*) and one species of Genus *Limnonectes*, (*Limnonectes bannaensis*). This study supports previous findings of sympatric members of a species complex that are not each other’s closest relatives. between *L. taylori* and *L. bannaensis*.



## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ อันเนื่องด้วยความอนุเคราะห์ในหลายด้านของอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วาที่ร้อยตรี ดร.ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ ที่ให้คำแนะนำปรึกษาเกี่ยวกับระเบียบวิธีการวิจัย ให้ความรู้ทางวิชาการข้อคิดเห็นต่าง ๆ ช่วยเหลือด้านวัสดุอุปกรณ์ในการทำวิจัยให้คำปรึกษาตรวจทาน แก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ด้วยความกรุณาอย่างยิ่งและขอขอบพระคุณ อาจารย์ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพร ภััสสร รองศาสตราจารย์ ดร. สิรวดี ชมเดช ที่ได้สละเวลาอันมีค่าแก่ผู้วิจัย ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จไปได้อย่างราบรื่น สมบูรณ์ด้วยดี ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาที่ได้รับเป็นอย่างยิ่งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้จากใจจริง

ขอขอบพระคุณบรรดาผู้ทรงคุณวุฒิ คณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทถ่ายทอดวิชาความรู้ให้ผู้ศึกษาจนสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการเขียนวิทยานิพนธ์เล่มนี้และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่พนักงานทุก ๆ ท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษาวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและพนักงานทุกท่านให้ความร่วมมือในการให้ข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ รวมถึงรูปภาพที่สวยงามได้รับความอนุเคราะห์จากคุณปริญญา ภาวังคนันท์ เพื่อประกอบในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้และขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่นทุกคนที่เป็นกำลังใจให้ความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณหัวหน้าและเจ้าหน้าที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ที่อำนวยความสะดวกให้แก่ผู้วิจัยทั้งเรื่องที่พักและช่วยในการนำทางเก็บตัวอย่าง

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณด้วยหัวใจในความรักของครอบครัว คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องทุกคน ที่อยู่เบื้องหลังคอยสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยตลอดมาจนทำให้สามารถพิมพ์เล่มวิทยานิพนธ์นี้ขึ้นมาได้จนสำเร็จสมดังตั้งใจและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าวิทยานิพนธ์เล่มนี้อาจเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจเอาความรู้ที่ได้ไปต่อยอดเป็นความรู้สิ่งใหม่ ๆ ต่อไปในอนาคต

แสงวิไล ลอแพงสี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ฎ
สารบัญภาพ .....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความสำคัญ และที่มาของการศึกษา .....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย .....	2
ขอบเขตการศึกษาวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา .....	3
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
อุทยานแห่งชาติตอยภูคา .....	5
สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก.....	6
การจัดจำแนกสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก.....	7
วงจรชีวิตของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก .....	9
สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ครึ่งชีวิตอยู่ในน้ำ .....	9
ความหลากหลายทางชีวภาพ .....	10
อนุกรมวิธาน .....	11
อนุกรมวิธานเชิงบูรณาการ .....	11

การจัดหมวดหมู่ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก.....	12
การวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรม.....	12
การวิเคราะห์สายวิวัฒนาการ.....	13
ลักษณะลักษณะพื้นฐานวิทยา.....	14
ความแตกต่างทางพันธุกรรม (Genetic distances).....	14
เครื่องหมายทางพันธุกรรม (Molecular Marker).....	14
เทคนิคทางพันธุกรรม.....	15
การประยุกต์ใช้การหาลำดับดีเอ็นเอ.....	15
การประยุกต์ใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ด (DNA barcode).....	15
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
<b>บทที่ 3 วิธีดำเนินการศึกษา.....</b>	<b>30</b>
อุปกรณ์.....	30
วิธีการดำเนินการศึกษา.....	31
พื้นที่ทำการศึกษา.....	32
การวิเคราะห์ผล.....	35
การวิเคราะห์ทางลักษณะพื้นฐานวิทยา.....	38
การศึกษาระดับโมเลกุลของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก.....	41
การสกัดดีเอ็นเอ (DNA extraction).....	41
การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธีปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอร์ (Polymerase Chain Reaction; PCR).....	42
วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม Phylogenetic analysis.....	43
<b>บทที่ 4 ผลการศึกษา.....</b>	<b>44</b>
การสำรวจความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก.....	44
การศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยา.....	49

ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่สำรวจพบมีดังนี้.....	63
การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม.....	74
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	89
ความหลากหลายชนิดและเขตการกระจาย.....	89
ปัญหาและอุปสรรค.....	91
ข้อเสนอแนะ.....	92
บรรณานุกรม.....	93
ภาคผนวก.....	103
ภาคผนวก ก การเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อหรือกล้ามเนื้อ.....	104
ภาคผนวก ข การเก็บรักษาตัวอย่างเนื้อเยื่อตับใน Alcohol 95%.....	104
ภาคผนวก ค การตรึงตัวอย่าง โดยแช่ใน Formalin 10%.....	105
ภาคผนวก ง การเก็บรักษาตัวอย่างใน Alcohol 75%.....	106
ภาคผนวก จ ตำแหน่งและตัวอักษรย่อในการใช้วัดขนาดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก.....	107
ภาคผนวก ฉ ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทย.....	117
ภาคผนวก ช ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด <i>Amolops cremnobatus</i> ..	118
ภาคผนวก ซ ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด <i>Amolops cremnobatus</i>	119
ภาคผนวก ฅ ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด <i>Ordorrana chloronota</i> ....	120
ภาคผนวก ญ ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด <i>Ordorrana chloronota</i> .....	121

ภาคผนวก ก ตารางการวัดขนาดลำตัวส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของ <i>Sylvirana nigrovittata</i> , <i>Theلودerma albopunctatum</i> และ <i>Theلودerma gordonii</i> .....	123
ภาคผนวก ก ตารางการวัดขนาดลำตัวส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด <i>Gracixalus yunnanensis</i>	124
ภาคผนวก ข ตารางการวัดขนาดลำตัวส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด <i>Kurixalus bisacculus</i> .....	125
ภาคผนวก ข ตารางการวัดขนาดลำตัวส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด <i>Raorchestes parvulus</i> .	126
ภาคผนวก ค ตารางการวัดขนาดลำตัวส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทย ของชนิด <i>Rhacophorus kio</i> .....	127
ภาคผนวก ค ตารางการวัดขนาดลำตัวส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทย ของชนิด <i>Leptobranchella eos</i> ....	128
ภาคผนวก ค ตารางการวัดขนาดลำตัวส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทย ของชนิด <i>Leptobranchium huashen</i>	129
ภาคผนวก ค ลำดับ Nucleotide ที่ใช้ในการศึกษาระดับโมเลกุล .....	130
ประวัติผู้วิจัย.....	143

## สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงผลงานวิจัยในการอธิบายชนิดใหม่และสกุลใหม่ (New species and new genus) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก แต่ระชนิดในประเทศไทย .....	29
ตาราง 2 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับโมเลกุลของการศึกษา.....	36
ตาราง 3 การวัดขนาดทางสัณฐานวิทยา 24 แบบมาตรฐานกับตัวอย่างที่ศึกษา.....	39
ตาราง 4 ส่วนประกอบในปฏิกิริยา PCR .....	42
ตาราง 5 ชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน .....	44
ตาราง 6 แสดงจำนวนบัญชีรายชื่อชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ ดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย .....	46
ตาราง 7 ความหลากหลายชนิด ค่าความหลากหลาย และ ความสม่ำเสมอของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่พบในพื้นที่สำรวจ 3 จุดเก็บตัวอย่างในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน .....	48
ตาราง 8 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวม จาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Amolop mamoratus</i> และ <i>A. cremnobatus</i> .....	49
ตาราง 9 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Ordorrana chloronota</i> .....	51
ตาราง 10 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Chirixalus dorioe</i> , <i>Gracixalus Gaungi</i> และ <i>Polypedates megacephalus</i> .....	52
ตาราง 11 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Gracixalus yunnaneasis</i> .....	53
ตาราง 12 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Kurixalus bisacculus</i> .....	54

ตาราง 13 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Kurixalus verrucosus</i> และ <i>Theلودerma gordonii</i> .....	55
ตาราง 14 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Raorchestes parvulus</i> และ <i>Rhacophorus kio</i> .....	56
ตาราง 15 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Leptobrachium huashen</i> และ <i>Megophrys parva</i> .....	57
ตาราง 16 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Megophrys Koui</i> และ <i>M. major</i> ..	58
ตาราง 17 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Leptobrachella eos</i> และ <i>L.</i> <i>minima</i> .....	59
ตาราง 18 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Limnonectes bannaensis</i> .....	60
ตาราง 19 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Limnonectes taylori</i> .....	61
ตาราง 20 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด <i>Quasipaa verrucospinosa</i> .....	62
ตาราง 21 การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 16S rRNA ของสัตว์ สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวน 30 ตัวอย่าง ที่รวบรวมได้จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน บนฐานข้อมูล GenBank.....	75

## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แผนที่ในการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน.....	34
ภาพ 2 ตำแหน่งและตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 24 แบบเป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการกำหนดมาตรฐานของการวัด (Matsui et al., 2010).....	40
ภาพ 3 แสดงถึงจำนวน ชนิด และสกุลของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในแต่ละวงศ์.....	45
ภาพ 4 <i>Amolops Cremnobatus</i> .....	63
ภาพ 5 <i>Amolops marmoratus</i> .....	64
ภาพ 6 <i>Odorrana chloronota</i> .....	65
ภาพ 7 <i>Kurixalus bisacculus</i> .....	66
ภาพ 8 <i>Rhacophorus kio</i> .....	67
ภาพ 9 <i>Theloderma gordonii</i> .....	68
ภาพ 10 <i>Limnonectes taylori</i> .....	69
ภาพ 11 <i>Raorchestes parvulus</i> .....	70
ภาพ 12 สภาพพื้นที่ป่าที่สำรวจโดย หมายเลข: A: ป่าเนินเขาเตี้ย ๆ พบทั่วไปในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า อุทยานแห่งชาติดอยภูคา B: ป่าดิบชื้นริมฝั่งแม่น้ำแ่งหิน และมีพืชขนาดเล็กที่เติบโตบนโขดหิน เป็นที่อยู่.....	73
ภาพ 13 การตรวจสอบคุณภาพผลผลิต PCR ที่บริสุทธิ์ด้วยวิธี 1% Agarose gel.....	74
ภาพ 14 แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยรวมของการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ร่วมกับฐานข้อมูล GenBank.....	77
ภาพ 15 แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยรวมของการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ร่วมกับฐานข้อมูล GenBank ในกลุ่ม A.....	78
ภาพ 16 แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยรวมของการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ร่วมกับฐานข้อมูล GenBank ในกลุ่ม B.....	79

ภาพ 17 แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยรวมของการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกใน

..... 80



# บทที่ 1

## บทนำ

### ความสำคัญ และที่มาของการศึกษา

ความหลากหลายทางชีวภาพทั่วโลกบริเวณพื้นที่ป่าเขตร้อน Neotropics ในพื้นที่เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญของโลก 1 ใน 4 แห่งซึ่งประกอบด้วย Indo-Burma, Sundaland, Wallacea และ Philippines (Myers et al., 2000; Woodruff, 2010; Poyarkov et al., 2021; Suwannapoom et al., 2021a)

พื้นที่ Indo-Burma (รวมถึงเวียดนาม ลาว กัมพูชา และไทย) ถือได้ว่าเป็นหนึ่งในแหล่งความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญของโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ซึ่งถือเป็นหนึ่งในพื้นที่ที่มีความหลากหลายมากที่สุดของโลก มีการพบสายพันธุ์สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกประมาณ 60% ของสายพันธุ์ที่พบทั่วโลกโดยในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา (Poyarkov et al., 2021)

สำหรับประเทศไทยตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางด้านชีวภาพสูงมาก (Biodiversity hotspot) ทั้งพืชและสัตว์ที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็นอีกกลุ่มสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญต่อการใช้ประโยชน์มาอย่างยาวนาน (Suwannapoom et al., 2018) ปัจจุบันประเทศไทยพบชนิดพันธุ์ที่กระจายตัวมากกว่า 194 ชนิด และมีอัตราการค้นพบชนิดใหม่เพิ่มขึ้นเกือบทุกปี (Frost, 2021; Poyarkov et al., 2021; Suwannapoom et al., 2021b) ปัจจุบันกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกได้ลดลงอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากพฤติกรรมของมนุษย์ เช่น การบุกรุกถิ่นที่อยู่อาศัย การทำการเกษตรที่ใช้สารเคมีต่าง ๆ การใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย รวมถึงการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและการถูกรบกวนโดยชนิดพันธุ์ต่างถิ่น เป็นต้น (Suwannapoom et al., 2021a)

การศึกษาด้านอนุกรมวิธานสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในปัจจุบันใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียงอย่างเดียวในการจัดจำแนกซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการระบุชนิดพันธุ์ในบางกลุ่มที่มีความซับซ้อน (Species complex) และชนิดซ่อนเร้น (Cryptic species) ยกตัวอย่างเช่น ปาดแคระยูนนาน (*Gracixalus yunnanensis*), ปาดจิ๋วรกต (*Gracixalus guagi*), อึ่งกรายปากแคบ (*Megophrys Kouli*) เป็นต้น (Suwannapoom et al., ๒๐๑๘; Yu et al., ๒๐๑๙; Rowley et al., ๒๐๒๐) นอกจากนี้ในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่อยู่ในช่วงเยาว์วัย (Juvenile) ได้แก่ลูกออด

ทางพันธุกรรม (Molecular marker) ในการตรวจสอบตัวอย่างที่ยากต่อการระบุชนิดด้วยการใช้เพียงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ปรากฏภายนอกเพียงอย่างเดียว กล่าวคือ สามารถจำแนกตัวอย่างที่ไม่สมบูรณ์ได้ ด้วยความถูกต้องและแม่นยำสูง (Wang et al., 2018; Chen et al., 2019) ซึ่งการระบุชนิดและรายละเอียดของอนุกรมวิธานเชิงบูรณาการเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับการจำแนกชนิดที่ซ่อนเร้น (Cryptic species) ตลอดจนการวางแผนการอนุรักษ์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต (Kumar et al., 2016; Nguyen et al., 2018; Suwannapoom et al., 2018)

อุทยานแห่งชาติดอยภูคาเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่น่าสนใจในการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก เนื่องจากเป็นภูเขาสูงที่สุดของจังหวัดน่าน มีความสูง 1,910 เมตรจากระดับน้ำทะเล ลักษณะทั่วไปเป็นภูเขาหินและหินปนทราย ในพื้นที่ป่าแห่งนี้ประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์เป็นพื้นที่ต้นน้ำลำธารชั้น 1A ที่มีความอุดมสมบูรณ์ ตั้งอยู่ในบริเวณเทือกเขาหลวงพระบาง ปลายสุดของเทือกเขาหิมาลัย ซึ่งเป็นเสมือนรอยต่อของป่าเขตร้อนกับป่าเขตอบอุ่น จึงเป็นพื้นที่ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง และมีระบบนิเวศที่หลากหลาย (Suwannapoom et al., 2018; Pomchote et al., 2020)

จากการสันนิษฐานที่ว่าความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็นสิ่งสำคัญในพื้นที่แห่งนี้ และยังไม่มีการศึกษาหรือรายงานความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่แห่งนี้มาก่อน ดังนั้นจึงเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งในการศึกษาความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่ดังกล่าว

### วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1. เพื่อใช้อนุกรมวิธานเชิงบูรณาการในการประเมินความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน
2. เพื่อศึกษาอนุกรมวิธานเชิงบูรณาการในการจัดจำแนกชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน

### ขอบเขตการศึกษาวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการสำรวจ และประเมินความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก โดยมีขอบเขตของการดำเนินการศึกษาดังนี้

1. สำรวจศึกษาภาคสนาม โดยเก็บตัวอย่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน

2. การศึกษาความหลากหลายชนิดจากลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
3. การศึกษาความหลากหลายของชนิดโดยใช้ไมโทคอนเดรีย บริเวณตำแหน่งยีน 16S rRNA ในการจัดจำแนก

### ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษา

1. สามารถทราบข้อมูลความหลากหลายชนิดพันธุ์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่แพร่กระจายในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน
2. นำข้อมูลจากการศึกษาความหลากหลายชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมาจัดทำแผนหรือแนวทางการอนุรักษ์ในอนาคต
3. สามารถค้นพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งหมดจำนวน 42 ชนิด และ มีการรายงานว่าค้นพบเป็นครั้งแรก (First record) ของประเทศไทยจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ *Limnonectes bannaensis*; *Quasipaa verrucospinosa*; *Gracixalus quang* and *Gracixalus yunnanensis*
4. ได้ผลงานการตีพิมพ์ทางวารสาร และเผยแพร่ผลงานระดับนานาชาติที่อยู่ในฐานข้อมูล Web of science และ Scopus คือ First country record *Gracixalus quang* and *Gracixalus yunnanensis* (Amphibia: Anura: Rhacophoridae) from Thailand ในวารสาร Biodiversity Data Journal

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **ความหลากหลายทางชีวภาพ** หมายถึง ความหลากหลายของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศ ซึ่งมี 3 ระดับ คือ ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic diversity) ความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ (Species diversity) และความหลากหลายทางระบบนิเวศ (Ecological diversity)
2. **ระบบนิเวศ** หมายถึง ลักษณะทางสภาพแวดล้อมที่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเจริญเติบโตขึ้นในบริเวณพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา อำเภอปัว จังหวัดน่าน
3. **ลักษณะทางสัณฐาน** หมายถึง ลักษณะของส่วนประกอบหรือโครงสร้างภายนอกของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
4. **อนุกรมวิธาน** หมายถึง การศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ดังต่อไปนี้ 1) การจัดจำแนก 2) การกำหนดชื่อสากลของหมวดหมู่และชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และ 3) การตรวจสอบชื่อวิทยาศาสตร์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
5. **อนุกรมวิธานเชิงบูรณาการ** หมายถึง การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตออกเป็นหมวดหมู่ตามสายวิวัฒนาการต่าง ๆ และการกำหนดชื่อสากลของหมวดหมู่และชนิดของสิ่งมีชีวิต

6. **สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก** หมายถึง กลุ่มสัตว์ที่มีลักษณะดำรงชีวิตได้ทั้งในน้ำและบนบก

7. **ไมโตคอนเดรีย ดีเอ็นเอ** เป็น ดีเอ็นเอ (DNA) ที่ตั้งอยู่ในไมโตคอนเดรีย ออร์แกเนลล์ของเซลล์ภายในเซลล์ยูคาริโอตที่เปลี่ยนพลังงานเคมีจากอาหารให้อยู่ในรูปแบบที่เซลล์สามารถใช้ได้ คือ อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต ไมโตคอนเดรีย ดีเอ็นเอ เป็นเพียงส่วนเล็ก ๆ ของ DNA ในเซลล์ยูคาริโอต



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. รายงานความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในจังหวัดน่าน
2. ข้อมูลสังเขปของอุทยานแห่งชาติดอยภูคา
3. ข้อมูลลักษณะทั่วไปของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
4. การประยุกต์ใช้ข้อมูลพันธุศาสตร์ในการศึกษาของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในประเทศไทย

#### อุทยานแห่งชาติดอยภูคา

อุทยานแห่งชาติดอยภูคา ห่างจากตัวเมืองจังหวัดน่านประมาณ ๘๕ กิโลเมตร ตามเส้นทางหลวงหมายเลข ๑๐๘๐ สายน่าน-บัว ระยะทางประมาณ ๖๐ กิโลเมตร แต่ถ้าใช้เส้นทางสายบัว-บ่อเกลือจะประมาณ ๒๕ กิโลเมตร ถึงที่ทำการอุทยานแห่งชาติดอยภูคา ซึ่งตั้งอยู่แหลมเขาหิมะลัย บนภูเขาสูงจากระดับน้ำทะเล ๑,๙๘๐ เมตร เป็นพื้นที่ที่สูงที่สุดของจังหวัดน่าน และเป็นแหล่งกำเนิดของห้วยน้ำลำธารหลายสาย ซึ่งเป็นต้นกำเนิดแม่น้ำน่านที่มีความสำคัญทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มีพื้นที่ประมาณ ๑,๙๐๔ ตารางกิโลเมตร หรือ ๑,๐๖๕,๐๐๐ ไร่ ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอบัว อำเภอสันติสุข อำเภอทุ่งช้าง อำเภอเชียงกลาง อำเภอท่าวังผา อำเภอแม่จริม และอำเภอบ่อเกลือ โดยสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน ซึ่งพื้นที่เป็นภูเขาสูงชัน มีสภาพเป็นป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าสน ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณ และป่าดงดิบ โดยอุทยานแห่งชาติดอยภูคามีสภาพภูมิอากาศ แบ่งออกเป็น ๓ ฤดูกาล คือ ฤดูฝน ระหว่างเดือนพฤษภาคม-ตุลาคม มีฝนตกชุก ส่วนฤดูหนาว ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ โดยในเดือนธันวาคม-มกราคม จะมีอากาศหนาวจัด อุณหภูมิเฉลี่ยประมาณ ๑๐ องศาเซลเซียส มีความอุดมสมบูรณ์ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง (คำบุญเรือง. ๒๕๕๑.)

## สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังอยู่ใน Class Amphibia ซึ่งมีสายวิวัฒนาการมาอย่างยาวนาน ประมาณ 360 ล้านปี (Frost, 2021; Poyarkov et al., 2021) ในปัจจุบันสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีอยู่ 3 อันดับ ได้แก่ Anura (อันดับกบ), Caudata (อันดับซาลาแมนเดอร์) และ Gymnophiona (caecilians) (อันดับเขียดงู) โดยอิงตามฐานข้อมูล Amphibian Species of the World: Version 6.0, an Online Reference, ซึ่งสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีทั้งหมด 8,176 ชนิด โดย 7,212 ชนิดเป็นกบและคางคก สำหรับ 750 ชนิด เป็นซาลาแมนเดอร์ และ 214 ชนิด เป็น Caecilians ซึ่งสายพันธุ์ใหม่ถูกค้นพบทุกปี และจำนวนสายพันธุ์ทั้งหมดยังคงเติบโตตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 เป็นต้นมา ทำให้จำนวนชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่ได้รับการค้นพบเพิ่มขึ้นกว่า 60%

การมีความหลากหลายสายพันธุ์ และมีความแตกต่างกันบางกลุ่ม ทำให้สามารถปรับตัวเข้ากับสภาพถิ่นที่อยู่อาศัย และสถานที่ต่าง ๆ ได้ดีในงานด้านอนุกรมวิธานของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในปัจจุบัน นิยมใช้ลักษณะสัณฐานวิทยาเพียงอย่างเดียวในการจัดจำแนก ซึ่งอาจไม่เพียงพอต่อการระบุชนิดพันธุ์ในบางกลุ่มที่มีความซับซ้อน (Species complex) และชนิดซ่อนเร้น (Cryptic species) (Cesar et al., 2019; Chen et al., 2019; Li et al., 2018; Pham et al., 2019; Wu et al., 2019; Yu et al., 2019a; Poyarkov et al., 2020; Suwannapoom et al., 2020; Poyarkov et al., 2021) ความก้าวหน้าทางด้านทางเทคโนโลยีทำให้เกิดเทคนิคและวิธีการใหม่ ๆ สำหรับการศึกษาลำดับดีเอ็นเอ (DNA Sequencing) ทำให้เกิดฐานข้อมูลของลำดับนิวคลีโอไทด์ที่มีการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลเพิ่มขึ้นเป็นจำนวนมาก (Wang et al., 2018; Phimmachak et al., 2019; Yu et al., 2019b; Poyarkov et al., 2020; Suwannapoom et al., 2020) ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อประยุกต์ใช้ในการระบุชนิดของสิ่งที่มีชีวิตได้ (Poyarkov et al., 2020; Suwannapoom et al., 2020) โดยเฉพาะตัวอย่างที่ไม่สามารถระบุชนิดได้ด้วยวิธีจำแนกชนิดปกติ ทำให้เกิดการค้นพบบริเวณของนิวคลีโอไทด์ที่จะนำมาใช้ระบุชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่เป็นมาตรฐานได้ (Poyarkov et al., 2020; Suwannapoom et al., 2020) ซึ่งเรียกว่า เทคโนโลยีรหัสแท่งดีเอ็นเอ หรือ ดีเอ็นเอบาร์โค้ด (DNA barcode) และพบว่าลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน Cytochrome c oxidase subunit I (COI) ในโมโตคอนเดรียของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็นข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสามารถนำมาใช้เป็น DNA barcode เพื่อจำแนกชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกได้ (Hebert et al., 2013) เนื่องจากในปัจจุบันการค้นพบความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ซึ่งแต่เดิมจัดอยู่ในชนิดเดียวกันโดยการใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาเพียงไม่กี่ลักษณะ ประกอบกับประสบการณ์ที่ผ่านมาของนัก

อนุกรมวิธาน ตลอดจนชนิดที่มีการแพร่กระจายอย่างกว้างขวางในหลายภูมิภาค ทำให้เกิดข้อสงสัยตามมาว่า สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเหล่านั้นเป็นชนิดเดียวกันจริงหรือไม่ (Suwannapoom et al., 2017; 2018) ในปัจจุบันประเทศไทยพบชนิดพันธุ์ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมากกว่า 194 ชนิด และมีอัตราการพบเพิ่มขึ้นทุกปี (Frost, 2021; Poyarkov et al., 2021) นอกจากนี้ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จัดเป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความสำคัญ เป็นแหล่งโปรตีนที่สำคัญในทุก ๆ ชุมชน และมีการใช้เป็นยา นอกจากนี้หลายสายพันธุ์ยังเป็นตัวบ่งชี้ด้านสิ่งแวดล้อมทั่วโลก และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ โดยหลายชนิดที่มีตอนนี้กำลังตกอยู่ในสถานภาพถูกคุกคาม มีความเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์ เนื่องจากสภาพแวดล้อม ที่อยู่อาศัยถูกทำลาย โรคระบาดที่เกิดขึ้นใหม่ มลพิษทางเคมี และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งอาจเรียกได้ว่า อันตรายมากที่สุดในกลุ่มของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง (Wang et al., 2018b; Phimmachak et al., 2019; Yu et al., 2019 a ; Poyarkov et al., 2020; Suwannapoom et al., 2020; Poyarkov et al., 2021)

การใช้เครื่องหมายทางพันธุกรรม (Molecular marker) เพื่อช่วยสนับสนุนหรือระบุชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกถือว่ามีค่าอย่างยิ่งสำหรับนักอนุกรมวิธาน (Suwannapoom et al., 2020) ที่จะสร้างฐานข้อมูลของระบบการอ้างอิงตัวอย่างที่ถูกต้อง และมีราคาแพง เนื่องจากค่าใช้จ่ายในการจำแนกสายพันธุ์ที่ค่อนข้างสูง การระบุรายละเอียดของอนุกรมวิธานใหม่ จึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดสำหรับการจัดการชนิดที่ซ่อนเร้น (Cryptic species) ตลอดจนการวางแผนการอนุรักษ์ที่มีประสิทธิภาพต่อไปในอนาคต

### การจัดจำแนกสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำแนกออกเป็นกลุ่มใหญ่ 3 Order ตามลักษณะรูปร่างที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนเช่น

#### 1. Order กบ (Anura)

เป็นกลุ่มของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่รู้จักกันเป็นอย่างดี ซึ่งรวมถึงคางคก อึ่ง เขียด และปาด ซึ่งมีรูปร่างโดยรวมอ้วนป้อม ตาโปนโต ลิ้นที่ยื่นยาวออกมาจับเหยื่อได้ แขนขาที่พับได้ลำตัว และมีลักษณะเด่นที่มีหาง พวกกบนอกจากจะอาศัยอยู่ในพื้นที่ชุ่มชื้นและพื้นที่แห้งแล้งได้แล้ว ยังสามารถพบได้ตั้งแต่ใต้ดินขึ้นไปจนถึงยอดไม้ ผิวหนังมักเต็มไปด้วยต่อมผลิตเมือก และสารที่ให้รสชาติแฉะจนถึงมีพิษ สีสันทักจะกลมกลืนเข้ากับสิ่งแวดล้อม (ปิยวรรณนิยมนวัน และคณะ, 2562) โดยส่วนมากวางไข่ในน้ำ ตัวอ่อนที่ออกมาจากไข่มีลักษณะชื่อและเรียวยาวเป็นพิเศษว่า ลูกอ๊อด มีหาง และมีเหงือกหายใจอยู่ภายในตัว ปากมีรูปร่างเหมาะกับการกินพืชและสัตว์ โดยสัตว์ในอันดับนี้เป็นตัวขับเคลื่อนสำคัญในระบบนิเวศ เนื่องจากเป็นสัตว์

ที่กินสิ่งที่มีชีวิตอื่นเป็นอาหาร ขณะเดียวกันก็เป็นอาหารของสัตว์ชนิดอื่นมากมาย รวมทั้งเป็นอาหารของมนุษย์อีกด้วย กบมีการกระจายพันธุ์ตั้งแต่เขตร้อนถึงตอนใต้ของขั้วโลกเหนือที่มีความหนาวเย็นจัด แต่ในเขตร้อนจะมีความหลากหลายของกบมากที่สุด คิดเป็น 88% ของชนิดกบทั้งหมด สามารถจำแนกได้อย่างน้อย 56 วงศ์ 452 สกุล 7,070 ชนิด พบได้ทั่วโลกยกเว้นขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ ในประเทศไทยพบ 7 วงศ์ ได้แก่ วงศ์อีกราย (Megophryidae), วงศ์คางคก (Bufonidae), วงศ์อึ่ง (Microhylidae), วงศ์กบเขียด (Dicroglossidae), วงศ์กบท่าสาร (Ceratobatrachidae), วงศ์กบแท้ (Ranidae), และวงศ์ปาด (Rhacophoridae) (Wang et al., 2018; Phimmachak et al., 2019)

## 2. Order ซาลาแมนเดอร์ (Caudata)

เป็นอันดับของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกอีกอันดับหนึ่ง ที่มีรูปร่างโดยรวมคล้ายกับจิ้งจกที่เป็นสัตว์เลื้อยคลาน มีความยาวตั้งแต่ 3 เซนติเมตร ถึง 2 เมตร จึงมีอีกชื่อในภาษาไทยว่า "จิ้งจกน้ำ" หรือ "จิ้งก้าน้ำ" กล่าวคือ เมื่อเป็นตัวเต็มวัยแล้วก็ยังมีหาง ในขณะที่ยังเป็นวัยอ่อนก็มีรูปร่างไม่ได้แตกต่างอะไรกับตัวเต็มวัย แต่สภาพของพู่เหงือกจะมีความแตกต่างกันออกไปตามสภาพถิ่นที่อยู่ ปัจจุบันจำแนกได้ 9 วงศ์ 70 สกุล 738 ชนิด พบได้เกือบทั่วโลก ยกเว้นทวีปออสเตรเลีย ขั้วโลกเหนือ และขั้วโลกใต้ ซึ่งในอันดับนี้ในประเทศไทยมีพบเพียงวงศ์เดียว คือวงศ์ Salamandridae (Wang et al., 2019; Phimmachak et al., 2019; Yu et al., 2019; Poyarkov et al., 2020; Suwannapoom et al., 2020; Poyarkov et al., 2021)

## 3. Order เขียดงู (Gymnophiona)

เป็นอันดับที่มีรูปร่างคล้ายปลาไหลหรืองู เพราะมีลำตัวเรียวยาวไม่มีขาหรือเกล็ด ตามีขนาดเล็ก ทำให้ส่วนใหญ่เมื่อมีผู้พบเห็น จะเข้าใจผิดอยู่เสมอว่าเป็นงูหรือสัตว์เลื้อยคลาน สามารถพบได้ทั่วโลก มีลำตัวเป็นปล้อง ปล้องโดยทั่วไปมีขนาดจำนวนเท่ากับปล้องของสัตว์มีกระดูกสันหลัง แต่บางชนิดอาจมีจำนวน 2 หรือ 3 ปล้องต่อกระดูกสันหลังปล้องเดียวก็ได้ และบางชนิดมีเกล็ด สามารถอาศัยทั้งบนบก โพรงดิน ไต่กองใบไม้ หรือในน้ำ ในปัจจุบันอันดับเขียดงู (Gymnophiona) มีการจำแนกได้ 33 สกุล 174 ชนิด ใน 6 วงศ์ สามารถพบในเอเชีย เช่น อินเดีย ศรีลังกา เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ฟิลิปปินส์ มาเลเซีย บอร์เนียว และสุมาตรา สำหรับในประเทศไทยพบเพียง 1 วงศ์ ได้แก่ เขียดงูเกาะเต่า (*Ichthyophis kohtaoensis*) เป็นต้น (Wang et al., 2019; Phimmachak et al., 2019; Yu et al., 2019b; Poyarkov et al., 2020; Rowley et al., 2020; Suwannapoom et al., 2020)

## วงจรชีวิตของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

วงจรชีวิตของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ประกอบด้วย 3 ระยะ คือ ระยะไข่ ระยะวัยอ่อน (ลูกออด) และระยะตัวเต็มวัย แสดงใน ภาพ 1

1. ระยะไข่ มีรูปร่างกลม และมีเมือกหุ้มช่วยให้ไข่ลอยอยู่บนผิวน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้สัตว์อื่นกินไข่เป็นอาหาร โดยระยะเวลาที่จะเป็นลูกออดประมาณ 1 สัปดาห์
2. ระยะที่เป็นลูกกบหรือลูกออดวัยแก่ จะเริ่มมีขาออกออกมา ซึ่งขาคู่หลังจะงอกออกมาก่อน ตามด้วยขาคู่หน้า ส่วนหางจะค่อยเล็ก และสั้นลงเรื่อย ๆ ปอดเริ่มพัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการหายใจระยะเวลาที่จะเจริญเป็นตัวเต็มวัย ประมาณ 10 – 12 สัปดาห์
3. ระยะที่เป็นลูกออดหรือลูกออดวัยอ่อน มีหัวโต มีหาง ซึ่งหางจะยาว สามารถหายใจทางเหงือก ระยะเวลาที่จะเป็นลูกกบ ประมาณ 7-10 สัปดาห์ ส่วนในระยะที่เป็นตัวเต็มวัย เมื่อกบโตเต็มที่แล้วเหงือกจะหายไป การหายใจจะใช้ปอดแทน และรับออกซิเจนทางผิวหนัง ส่วนหางก็จะหดสั้น และหายไป เพื่อพร้อมที่จะดำรงชีวิตได้ทั้งบนบกและในน้ำ (ปิยวรรณ นิยมวัน และคณะ, 2562)

## สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ครึ่งชีวิตอยู่ในน้ำ

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในระยะวัยอ่อนกับตัวเต็มวัยจะแตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง ทั้งลักษณะรูปร่าง การใช้ชีวิต และสถานที่อยู่อาศัย โดยจะเห็นได้ชัดในกลุ่มของกบ ซึ่งจะมากกว่าซาลาแมนเดอร์ และเซียดงู (Stuart et al., 2006) โดยกบที่พบเห็นมักเป็นตัวกระปุกลูกครึ่งชีวิตในน้ำที่แท้จริงคือ ระยะไข่ และวัยอ่อน เริ่มจากไข่ที่แม่กบปล่อยไว้ในน้ำ เพื่อให้พอกบปล่อยน้ำเชื้อลงไปแข่งกันว่ายเข้าไปในไข่แล้วเซลล์ไข่จะเริ่มแบ่งตัว และเปลี่ยนแปลงรูปร่างอย่างต่อเนื่อง ไข่แดงที่เห็นเป็นเม็ดกลม ๆ สีขาวขุ่นในอุ้งใสจากขนาดใหญ่เกือบเต็มใบ ค่อย ๆ เล็กลงมีส่วนตัวอ่อนสีน้ำตาลค่อย ๆ ขยายยาวขึ้น จนวันส่วนสีขาวยื่นเข้าไปอยู่ในส่วนท้อง ตา หัวใจ และอวัยวะต่าง ๆ เจริญขึ้น มีเหงือกเพื่อหายใจ เมื่อผิวหนังและกล้ามเนื้อแข็งแรงระดับหนึ่งจะดันออกจากอุ้งไข่ ระยะนี้ไม่ต้องกินอาหารแต่ใช้สารอาหารจากไข่แดงที่อยู่ในท้องเพื่อสร้างอวัยวะให้เจริญเติบโต ส่วนหางเจริญดีมีครีบใหญ่ เมื่อโครงสร้างปากเจริญขึ้นก็พร้อมสู่การเป็นลูกออด หรือบางท้องถิ่นเรียกว่า ลูกกรวก เมื่อไม่มีไข่แดงในท้องแล้วก็เริ่มออกหากินด้วยตัวเอง ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของร่างยังคงมีอยู่อย่างต่อเนื่อง โดยขาหลังเริ่มงอกออกมาก่อนตามด้วยขาหน้า ซึ่งในเวลาเดียวกันนี้โครงสร้างปากเริ่มเปลี่ยนไปสู่ตัวเต็มวัยโครงสร้างอวัยวะภายในเปลี่ยนไปเพื่อเตรียมตัวขึ้นไปอยู่บนบก ระบบทางเดินอาหารก็ต้องเปลี่ยนแปลงทางค่อย ๆ หดสั้นลง และร่างกายเริ่มมีรูปร่างเปลี่ยนไปคล้ายตัวเต็มวัย โดยลูกออดของกบที่

อาศัยอยู่ตามหนองน้ำชั่วคราวจะมีปอดพัฒนาอย่างรวดเร็วเพื่อให้ทันกับน้ำที่จะแห้ง ส่วนลูกอ๊อดในน้ำใส ๆ ไทลริน ออกซิเจนมีปริมาณมาก ปอดก็จะพัฒนาช้ากว่า โดยบางชนิดเพิ่งจะมีปอดเมื่อหางหายไปแล้ว ซึ่งจะเริ่มครึ่งชีวิตบนบกต่อไป (Stuart et al., 2006; Suwannapoom et al., 2020; Poyarkov et al., 2021)

### ความหลากหลายทางชีวภาพ

ความหลากหลายทางชีวภาพ (Biodiversity) หมายถึง การมีสิ่งมีชีวิตนานาชนิดนานาพันธุ์อยู่ในระบบนิเวศใดระบบนิเวศหนึ่งอันเป็นแหล่งที่อยู่อาศัย ซึ่งมีมากมายและแตกต่างกัน ทั้งนี้สามารถจัดแบ่งความหลากหลายทางชีวภาพได้เป็น 3 ลักษณะ ที่มีความสัมพันธ์กันอย่างซับซ้อนในสภาพแวดล้อม (Stuart et al., 2006; Suwannapoom et al., 2020) และจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตอยู่ของสิ่งมีชีวิตบนโลกได้แก่

#### 1. ความหลากหลายของชนิดพันธุ์

หมายถึง ความหลากหลายชนิดของสิ่งมีชีวิตที่มีอยู่ในพื้นที่หนึ่ง ๆ สามารถวัดความหลากหลายชนิดพันธุ์ของสิ่งมีชีวิตโดยดูจาก 2 ลักษณะ ได้แก่

ก) ความมากชนิด (Species richness) หมายถึง จำนวนชนิดของสิ่งมีชีวิตต่อหน่วยพื้นที่ เช่น ประเทศเมืองหนาวในพื้นที่หนึ่ง ๆ มีสัตว์อยู่ประมาณ 10–15 ชนิด ขณะที่ป่าในประเทศเขตร้อนในพื้นที่เท่ากันมีสัตว์นับร้อยชนิด เป็นต้น

ข) ความสม่ำเสมอของชนิด (Species evenness) หมายถึง สัดส่วนของสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศหนึ่ง ๆ ดังนั้นความหลากหลายชนิดพันธุ์จึงสามารถวัดได้จากจำนวนของสิ่งมีชีวิต และจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด รวมถึงโครงสร้างของอายุ และเพศของประชากรด้วย ซึ่งความหลากหลายของชนิดพันธุ์จะแตกต่างกันไปตามพื้นที่ที่อยู่ โดยในเขตร้อน (Tropics) และในทะเลลึกจะมีความหลากหลายของชนิดพันธุ์สูง

#### 2. ความหลากหลายของพันธุกรรม

ความหลากหลายทางพันธุกรรม (Genetic diversity) หมายถึง ความหลากหลายของหน่วยพันธุกรรมหรือยีน (Genes) ที่มีอยู่ในสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิด สิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกันอาจมียีนแตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ ความผันแปรทางพันธุกรรมในแต่ละหน่วยชีวิตมีสาเหตุมาจากการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม (Mutation) อาจเกิดขึ้นในระดับยีนหรือในระดับโครโมโซม ผสมผสานกับการสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศซึ่งเกิดขึ้นตามธรรมชาติได้น้อยมาก และเมื่อลักษณะดังกล่าวถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นลูก จะทำให้เกิดความหลากหลายทางพันธุกรรม เช่น สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่มีลักษณะรูปร่างหลากหลายที่แตกต่างกัน เป็นต้น

### 3. ความหลากหลายของระบบนิเวศ

หมายถึง สภาวะแวดล้อมที่เป็นแหล่งอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ รวมไปถึงสิ่งไม่มีชีวิตอื่น ๆ ซึ่งจัดเป็นปัจจัยทางกายภาพ ได้แก่ ดิน น้ำ อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น โดยระบบนิเวศแต่ละระบบเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีปัจจัยทางกายภาพและชีวภาพเหมาะสมกับสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดในระบบนิเวศนั้น สิ่งมีชีวิตบางชนิดมีวิวัฒนาการมาในทิศทางที่สามารถปรับตัวให้อยู่ได้ในระบบนิเวศที่หลากหลาย แต่บางชนิดก็อยู่ได้เพียงระบบนิเวศที่มีภาวะเฉพาะเจาะจงเท่านั้น ความหลากหลายของระบบนิเวศขึ้นอยู่กับชนิด และจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในระบบนิเวศนั้น ๆ

#### อนุกรมวิธาน

อนุกรมวิธานเป็นหลักการในการจัดจำแนก และระบุสิ่งมีชีวิตให้เป็นหมวดหมู่ตามลำดับจากใหญ่ไปหาเล็ก หรือจากเล็กไปหาใหญ่ ซึ่งความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ต่าง ๆ นั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวิธีการเรียกแบบอนุกรมวิธานนั้นว่าจะแตกต่างในระดับใด เพราะถ้าหากสิ่งมีชีวิตสองชนิดมีความแตกต่างกันในระดับหนึ่ง ๆ แล้วระดับที่อยู่ต่ำลงไปก็จะแตกต่างกันไปด้วยเสมอ เช่น เมื่อนำสิ่งมีชีวิตสองชนิดมาเปรียบเทียบกัน พบว่า ตั้งแต่อาณาจักรถึงวงศ์เหมือนกัน แต่สกุลไม่เหมือนกัน ก็จะทำให้ชนิดไม่เหมือนกันไปด้วย นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่มักจะผสมพันธุ์กับสิ่งมีชีวิตที่มีชื่ออนุกรมวิธานเหมือนกันทั้ง 7 ระดับ เท่านั้น ส่วนการผสมข้ามสายพันธุ์จะถูกขัดขวางโดยกระบวนการธรรมชาติ เช่น ฤดูผสมพันธุ์ที่ไม่ตรงกัน ลักษณะอวัยวะสืบพันธุ์ที่ไม่เหมือนกัน การอาศัยอยู่ในพื้นที่ ที่มีลักษณะทางภูมิศาสตร์ต่างกัน และอื่น ๆ เป็นต้น (Hebert et al., 2013)

#### อนุกรมวิธานเชิงบูรณาการ

อนุกรมวิธาน (Taxonomy) เป็นการจัดจำแนก และจัดหมวดหมู่ของสิ่งมีชีวิต ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตเป็นหมวดหมู่ (Classification) การตรวจสอบหาชื่อวิทยาศาสตร์ (Identification) และการกำหนดชื่อวิทยาศาสตร์ (Nomenclature) โดยอาณาจักรพืช (Kingdom Plantae) ได้แก่ สิ่งมีชีวิตประเภทพืชลักษณะต่าง ๆ เช่น ลักษณะทางสัณฐานวิทยา ลักษณะทางกายวิภาคศาสตร์ นิเวศวิทยา ชีววิทยาระดับโมเลกุล ชีววิทยาเชิงพฤติกรรม และวิวัฒนาการ เป็นต้น โดยสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันก็จะถูกจัดไว้กลุ่มเดียวกัน ส่วนสิ่งมีชีวิตที่มีลักษณะแตกต่างกันก็จะถูกจัดไว้ในกลุ่มที่ต่างกัน ซึ่งระบบการจัดเรียงเป็นลำดับขั้นตั้งแต่ระดับสูงลงไปสู่ระดับต่ำลงไป จะเรียกว่า Hierarchy โดยระดับสูงสุด

คือ อาณาจักร หรือ Kingdom และระดับต่ำสุด คือ ชนิด หรือ Species ซึ่งสิ่งมีชีวิตชนิดเดียวกัน จะมีโครงสร้าง และหน้าที่ของอวัยวะต่าง ๆ เหมือนกัน มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันทาง บรรพบุรุษ และที่สำคัญที่สุด คือ สามารถผสมพันธุ์กันได้ และลูกที่ได้จะต้องไม่เป็นหมัน (Hebert et al., 2013; Suwannapoom et al., 2017)

### การจัดหมวดหมู่ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

การจัดจำแนกสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกเป็นหมวดหมู่ตามลำดับจากใหญ่ไปหาเล็ก เริ่มต้นจาก

โดเมน (Domain): Eukarya

อาณาจักร (Kingdom): Animalia (อาณาจักรสัตว์)

ไฟลัม (Phylum): Chordata

ชั้น (Class): Mammalia

อันดับ (Order): Primates

วงศ์ (Family): Hominidae

สกุล (Genus) : *Australopithecus*

สปีชีส์ (Species): *Australopithecus afarensis*

ความแตกต่างระหว่างสายพันธุ์ต่าง ๆ นั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการเรียงแบบ อนุกรมวิธานนั้นจะแตกต่างในระดับใด เพราะถ้าหากสิ่งมีชีวิตสองชนิดมีความแตกต่างกันที่ ระดับหนึ่ง ๆ แล้วระดับที่อยู่ต่ำลงไปก็จะแตกต่างกันไปด้วยเสมอ เช่น นำสิ่งมีชีวิตสองชนิดเมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่า ตั้งแต่อาณาจักรถึงวงศ์เหมือนกัน แต่สกุลไม่เหมือนกัน ก็จะพลอยทำให้สปีชีส์ไม่เหมือนกันไปด้วย เป็นต้น (Hebert et al., 2013)

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางพันธุกรรม

ไมโตคอนเดรีย ดีเอ็นเอ ในออร์แกเนลล์ทั้งหมดของเซลล์สัตว์ มีเพียงไมโตคอนเดรีย เท่านั้นที่มีจีโนมอิสระของตัวเอง ซึ่งดีเอ็นเอในไมโตคอนเดรียของสัตว์เป็นโมเลกุลที่มีเกลียวคู่ และวงกลมปิด โดยมีเบสประมาณ 20,000 คู่ ดีเอ็นเอในไมโตคอนเดรียมีความพิเศษตรงที่หนึ่งในสองสายของมัน คือ สายเอช หรือ Heavy strand ซึ่งอุดมไปด้วย Guanine ในขณะที่สายเสริม คือ Cytosine ที่มีไพริมิดีนจำนวนมากเรียกว่า สายแอล หรือ Light strand เมื่อเปรียบเทียบกับ ดีเอ็นเอของนิวเคลียส พบว่า ดีเอ็นเอของไมโตคอนเดรียมีส่วนที่ต่ำมากในบริเวณที่ไม่มีรหัส และถูกทำเครื่องหมายโดยการขาดอินตรอนโดยสมบูรณ์ นอกจากนี้ ยีนของพวกมันยังมี ระยะห่างไม่มากนัก และบางยีนก็มีบริเวณที่ทับซ้อนกัน ส่วน D-loop เป็นตำแหน่งที่สำคัญต่อ

การเริ่มต้นการจำลองดีเอ็นเอของไมโทคอนเดรียซึ่งเป็นต้นกำเนิดของการจำลองแบบสำหรับ H-strand โดยรหัสพันธุกรรมของไมโทคอนเดรียจะแตกต่างจากรหัสดีเอ็นเอของนิวเคลียสเมื่อเทียบกับโคดอนสองสามตัว ตัวอย่างเช่น รหัส codon UGA, AUA และ AGA/AGG สำหรับ STOP codon, isoleucine และ arginine ตามลำดับ ในดีเอ็นเอของนิวเคลียส ในขณะที่รหัส Codon สำหรับ Tryptophan, Methionine และ STOP Codon ตามลำดับใน ดีเอ็นเอ Mitochondrial ของสัตว์ (Hebert et al., 2013)

การจำแนกอนุกรมวิธานโดยใช้บริเวณตำแหน่งยีน ไมโทคอนเดรีย 16S rRNA ในสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับการระบุชนิดของสิ่งมีชีวิต โดยเฉพาะสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่มีความผันแปรของลำดับเบสสูง ซึ่งสามารถใช้จำแนกความแตกต่างภายในกลุ่มสปีชีส์เดียวกันได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ โดยมีการลำดับนิวคลีโอไทด์เพื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมและสร้างแผนภูมิต้นไม้ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม หรือแผนภูมิต้นไม้ทางวิวัฒนาการ (Phylogenetic tree) (Suwannapoom et al., 2016; Yu et al., 2019; Huang et al., 2019) ซึ่งการจำแนกความแตกต่างในกลุ่มชนิดเดียวกัน (Intraspecific distance) บริเวณตำแหน่งยีนไมโทคอนเดรีย 16S rRNA มีค่าระยะห่างทางพันธุกรรมเฉลี่ย (Overall Mean Distance) อยู่ระหว่าง 0.6 ส่วนการจำแนกความแตกต่างระหว่างชนิด (Interspecific distance) มีระยะห่างทางพันธุกรรมเฉลี่ยตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (Li et al., 2018; Yu et al., 2019b; Suwannapoom et al., 2019)

### การวิเคราะห์สายวิวัฒนาการ

การจัดเรียงลำดับของดีเอ็นเอได้ดำเนินการครั้งแรกโดยใช้ Clustal X 2.0 (Wang et al., 2018) โดยพารามิเตอร์เริ่มต้นและการจัดตำแหน่งจะถูกตรวจสอบและแก้ไขด้วยข้อมูลที่ทดสอบใน Jmodeltest v2.1.2 ด้วยเกณฑ์ข้อมูลของ Akaike และ Bayesian ทำให้ได้การทดแทนนิวคลีโอไทด์ที่เหมาะสมที่สุด โดยแบบจำลองเป็น GTR + I + G ซึ่งข้อมูลลำดับได้รับการวิเคราะห์โดยใช้ความเป็นไปได้สูงสุด (ML) ที่นำไปใช้ใน Raxml GUI 1.3 สำหรับการวิเคราะห์ ML ของ Phylogenetic tree Bootstrap ที่อนุมานจากแบบจำลอง 1,000 รายการ ถูกนำมาใช้เพื่อแสดงความสัมพันธ์ที่สะท้อนถึงประวัติศาสตร์วิวัฒนาการของแท็กซ่า ที่วิเคราะห์ ความสัมพันธ์กับการจำแนกทำซ้ำในจำนวนไม่น้อยกว่า 50% ของการจำลอง Bootstrap จะถูกใช้ สำหรับการวิเคราะห์การอนุมานแบบเบย์ (BI) ที่ความน่าจะเป็นกับการจำลองโดยใช้ 4 Markov Chain Monte Carlo chain (MCMC) ถูกดำเนินการสำหรับการทำซ้ำเป็นสิบล้านครั้ง และสุ่มตัวอย่าง ทุก ๆ 1,000 ครั้ง โดย 25% แรกของตัวอย่างจะถูกทิ้งแบบเบิร์นอิน และการบรรจบกันของ

แบบจำลอง Markov Chain Monte Carlo ได้รับการประเมินโดยใช้ Tracer v.1.4 แล้วนำไปคำนวณความแตกต่างของลำดับคู่ตามระยะของ p โดยใช้ MEGA 6.06 (Suwannapoom et al., 2019)

### ลักษณะสัณฐานวิทยา

การศึกษาสัณฐานวิทยาเป็นสาขาหนึ่งของชีววิทยาที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ศึกษาโครงสร้างขั้นต้นของสิ่งมีชีวิต หรืออนุกรมวิธาน และส่วนประกอบต่าง ๆ เช่น รูปแบบและโครงสร้างของสิ่งมีชีวิต และลักษณะโครงสร้างเฉพาะของสิ่งมีชีวิต รวมถึงลักษณะภายนอก เช่น รูปร่างโครงสร้าง สี รูปแบบ และขนาด ตลอดจนรูปแบบ และโครงสร้างของชิ้นส่วนภายใน เช่น กระดูกและอวัยวะ ได้แก่ สัณฐานวิทยาภายใน (หรือกายวิภาคศาสตร์) (Wang et al., 2019)

### ความแตกต่างทางพันธุกรรม (Genetic distances)

ระยะห่างทางพันธุกรรมเป็นการวัดความแตกต่างทางพันธุกรรมระหว่างสปีชีส์หรือประชากรในสปีชีส์ ไม่ว่าจะระยะทางจะวัดเวลาจากบรรพบุรุษร่วมกัน หรือระดับความแตกต่างประชากรที่มีอัลลีลที่คล้ายกันจำนวนมาก และมีระยะทางพันธุกรรมสั้น ๆ (Nei, 1987) สิ่งนี้บ่งชี้ว่าสิ่งมีชีวิตนี้มีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด และมีบรรพบุรุษร่วมกันเมื่อเร็ว ๆ นี้ โดยระยะทางพันธุกรรมมีประโยชน์ในการสร้างประวัติศาสตร์ของประชากรขึ้นใหม่ ตัวอย่างเช่น หลักฐานจากระยะทางพันธุกรรมแสดงให้เห็นว่า ชาวแอฟริกันและยูเรเชียใต้มีความแตกต่างกัน (Nei, 1987) เมื่อประมาณ 100,000 ปีก่อน นอกจากนี้ยังใช้ระยะทางพันธุกรรมเพื่อทำความเข้าใจที่มาของความหลากหลายทางชีวภาพ ยกตัวอย่างเช่น มักจะมีการตรวจสอบระยะทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์ต่าง ๆ ของสัตว์เลี้ยงในบ้าน เพื่อพิจารณาว่าสายพันธุ์ใดควรได้รับการคุ้มครองเพื่อรักษาความหลากหลายทางพันธุกรรม (Ruane, 1999)

### เครื่องหมายทางพันธุกรรม (Molecular Marker)

เครื่องหมายโมเลกุล คือ โมเลกุลที่มีอยู่ภายในตัวอย่างที่นำมาจากสิ่งมีชีวิต (เครื่องหมายทางชีวภาพ) หรือสารอื่น ๆ ที่สามารถใช้เพื่อเปิดเผยลักษณะบางอย่างเกี่ยวกับแหล่งที่มาที่เกี่ยวข้องกับตัวอย่าง เช่น ดีเอ็นเอ เป็นเครื่องหมายโมเลกุลที่มีข้อมูลเกี่ยวกับความผิดปกติทางพันธุกรรมและประวัติวิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ซึ่งดีเอ็นเอ (เครื่องหมายทางพันธุกรรม) ใช้สำหรับการวินิจฉัยโรคทางพันธุกรรม Cystic fibrosis, อนุกรมวิธาน (Phylogenetics) และเอกลักษณ์ บาร์โค้ดดีเอ็นเอ นอกจากนี้รูปแบบของสิ่งมีชีวิตยังเป็นที่ทราบ

กันดีว่าหลังสารเคมีที่ไม่เหมือนใครรวมถึง ดีเอ็นเอ ออกสู่สิ่งแวดล้อม เพื่อเป็นหลักฐานว่ามีอยู่ในสถานที่หนึ่ง ๆ ตลอดจนเครื่องหมายทางชีวภาพอื่น ๆ เช่น โปรตีน ใช้ในการตรวจวินิจฉัยความผิดปกติของระบบประสาทที่ซับซ้อน เช่น โรคอัลไซเมอร์ นอกจากนี้ยังใช้เครื่องหมายโมเลกุลที่ไม่ใช่ทางชีวภาพ ตัวอย่างเช่น ในการศึกษาด้านสิ่งแวดล้อมในทางพันธุศาสตร์ เครื่องหมายโมเลกุลระบุว่าเป็นเครื่องหมายทางพันธุกรรม คือชิ้นส่วนของดีเอ็นเอที่เกี่ยวข้องกับตำแหน่งที่แน่นอนภายในจีโนม นอกจากนี้เครื่องหมายโมเลกุล ถูกใช้ในอณูชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพเพื่อระบุลำดับเฉพาะของดีเอ็นเอในกลุ่มของดีเอ็นเอที่ไม่รู้จัก

### เทคนิคทางพันธุกรรม

#### การประยุกต์ใช้การหาลำดับดีเอ็นเอ

ในปัจจุบันมีการใช้การหาลำดับดีเอ็นเอสองประเภทหลัก ๆ ได้แก่ การหาลำดับด้วยดีเอ็นเอแบบดั้งเดิม และการหาลำดับรุ่นต่อไป (box 2) ความแตกต่างที่สำคัญระหว่างการหาลำดับดีเอ็นเอแบบดั้งเดิมและการหาลำดับรุ่นต่อไป (e.g., pyrosequencing (box 1) 454 sequencings, by Roche; sequencing-by-synthesis, by Illumina; SOLiD, by Applied Biosystems) คือจำนวนชิ้นส่วนของดีเอ็นเอที่สามารถเรียงลำดับพร้อมกันได้ (box 2); (Mardis, 2008) โดยปกติการหาลำดับแบบดั้งเดิมจะสร้างชิ้นส่วนลำดับดีเอ็นเอ 48 หรือ 96 ชิ้นต่อการรัน ในทางตรงกันข้ามการหาลำดับรุ่นต่อไปจะสร้างชิ้นส่วนหลายแสนชิ้นควบคู่กันไปพร้อม ๆ กัน ซึ่งการหาลำดับรุ่นต่อไปสามารถให้ข้อมูลประมาณ 150 ล้านคู่ฐาน ในการรันเครื่องมือเดียว ในขณะที่การหาลำดับจะต้องใช้การรันหลายร้อยถึงหลายพันครั้งเพื่อให้ได้ข้อมูลในปริมาณที่เท่ากัน ดังนั้นการหาลำดับรุ่นใหม่ประหยัดเวลาและคุ้มค่ากว่าสำหรับโครงการขนาดใหญ่ โดยการประกอบจีโนม การหาลำดับรุ่นต่อไปจะใช้เป็นหลักในการศึกษาจีโนมเนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูง (Mardis, 2008) แต่ในอนาคตสามารถใช้เพื่อเพิ่มปริมาณข้อมูลทางพันธุกรรมได้อย่างมากสำหรับการจำแนกความหลากหลายทางวิวัฒนาการ และชนิดประชากร

#### การประยุกต์ใช้ดีเอ็นเอบาร์โค้ด (DNA barcode)

การพยายามที่จะสร้างมาตรฐานส่วนของจีโนมที่วิเคราะห์บาร์โค้ดของดีเอ็นเอจะใช้ไพรเมอร์ PCR แบบสากล เพื่อสร้างลำดับดีเอ็นเอขนาดสายสั้น ๆ ประมาณ 800 คู่เบสที่แตกต่างกันไปตามสายพันธุ์ (Hajibabaei et al., 2007) ไพร์เมอร์ที่ใช้กันมากที่สุดในการหา

ลำดับตำแหน่ง mtDNA เช่น cytochrome c oxidase subunit I (COI) ซึ่งอำนวยความสะดวกในการครอบคลุมความหลากหลายทางอนุกรมวิธานที่กว้าง เนื่องจาก mtDNA ได้รับการถ่ายทอดทางพันธุกรรมเพียงตำแหน่งเดียว ส่วนการประเมินความโดดเด่นของประชากรเป็นผลมาจากรูปแบบของการกระจายตัวและการแลกเปลี่ยนทางพันธุกรรม ดังนั้นบาร์โค้ด mtDNA จึงมีประโยชน์มากสำหรับการระบุตัวอย่างต่อสายพันธุ์อย่างรวดเร็ว โดยมีฐานข้อมูลอ้างอิงที่ใหญ่พอสมควรกว่าการประเมินความหลากหลายทางพันธุกรรมภายในสายพันธุ์ (Hajibabaei et al., 2007) อย่างไรก็ตามควรพิจารณาการตัดสินใจเกี่ยวกับอนุกรมวิธานบนพื้นฐานของบาร์โค้ดดีเอ็นเอด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากอาจเกิดความไม่ถูกต้องที่เกี่ยวข้องกับการใช้ตำแหน่งเดียว

การศึกษาวิวัฒนาการทางวิวัฒนาการและบาร์โค้ดก่อนหน้านี้ส่งผลให้มีลำดับดีเอ็นเอของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกหลายพันรายการบนฐานข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์สำหรับการประเมินความหลากหลาย และการเปรียบเทียบทางอนุกรมวิธาน (ดูที่ [www.barcodinglife.org](http://www.barcodinglife.org) and [GenBank](http://GenBank), [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov)) ความพร้อมใช้งานของข้อมูลลำดับดีเอ็นเอจำนวนมากในปัจจุบันไม่ได้หมายความว่าปัญหาทางอนุกรมวิธานทั้งหมดจะได้รับการแก้ไข (Wiens, 2008) โดยความท้าทายสำหรับการศึกษาวิวัฒนาการในอนาคต คือ การเลือกกลุ่มของดีเอ็นเอเพื่อวิเคราะห์ และประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการรวมข้อมูลจากสถานที่ต่าง ๆ (Wiens, 2008)

### **การประยุกต์ใช้เทคนิค พีซีอาร์-อาร์เอฟแอลพี ในการศึกษาความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก**

การประยุกต์ใช้ข้อมูลพันธุศาสตร์ทางสัตว์วิทยา สำหรับการศึกษาวงศ์ของสัตว์พื้นถิ่นโดยเฉพาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกนั้นมีความสำคัญต่อการวางแผนในการบริหารจัดการเพื่อการอนุรักษ์สายพันธุ์ของสัตว์ดังกล่าว เช่น ในปี ค.ศ. 2013 ทีมวิจัยของ R.M. Moresco ได้ทำการศึกษากลุ่มประชากรของกบชนิด *Physalaemus cuvieri* ในวงศ์ Leptodactylidae ซึ่งเป็นพวกสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่เป็นรากฐานของระบบนิเวศในการทำหน้าที่ควบคุมการแพร่ระบาดของแมลงที่เป็นพาหะของโรค ด้วยการเลือกใช้ไพรเมอร์ (GGAC)<sub>3</sub>A, (GGAC)<sub>3</sub>C, (GGAC)<sub>3</sub>T และ (GGAC)<sub>4</sub> โดยได้ค้นพบว่า ทุกไพรเมอร์ให้ดีเอ็นเอออกมาทั้งหมด 65 แถบ ประกอบด้วยแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน (Polymorphic band) จำนวน 58 แถบ และแถบดีเอ็นเอที่ไม่มีความแตกต่างกันจำนวน 7 แถบ จากไพรเมอร์ (GGAC)<sub>3</sub>A จำนวน 2 แถบ ไพรเมอร์ (GGAC)<sub>3</sub>C จำนวน 2 แถบ พรเมอร์ (GGAC)<sub>3</sub>T จำนวน 2 แถบ และไพรเมอร์ (GGAC)<sub>4</sub> จำนวน 1 แถบ คิดเป็นร้อยละของการตรวจพบแถบดีเอ็นเอที่มีความ

แตกต่างกัน (%polymorphic) ได้ประมาณ 89.23 แสดงว่า ไพรเมอร์ทั้ง 4 ชนิดสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดจำแนกชนิดของกบ *P. cuvieri* ได้เมื่อพิจารณาจากร้อยละการตรวจพบแถบดีเอ็นเอที่มีความแตกต่างกัน และแถบดีเอ็นเอที่ไม่มีความแตกต่างกันยังอาจจะนำมาพัฒนาเครื่องหมายโมเลกุลจะมีประโยชน์ต่อการศึกษาวิจัยทางด้านนิเวศวิทยาของกบในขนาดตัวอย่างมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในกบที่อยู่ในช่วงเยาว์วัย (Juvenile) (ที่ยากต่อการระบุชนิดด้วยการใช้เพียงลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่ปรากฏภายนอก (สิริวดี ชมเดช, 2563)

ในปี 2017 ทีมวิจัย ได้ค้นพบว่า เทคนิคไอเอสเอสอาร์ เป็นเครื่องมือที่เหมาะสมในการนำมาใช้จำแนกชนิดของกบกลุ่มที่มีลักษณะแบบซับซ้อน (Complex species) ออกจากกัน โดยได้เลือกใช้กบหางอน (*Limnonectes gyldenstolpei*) และกบหัวชาปุมเหนือ (*Limnonectes taylori*) เป็นกลุ่มประชากรในการศึกษา ซึ่งกลุ่มตัวอย่างที่นำมาใช้ทั้งสองชนิดเก็บมาจากหลายจังหวัด ได้แก่ เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน เชียงราย น่าน เลย และนครราชสีมา เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางพันธุกรรมด้วยไพรเมอร์ไอเอสเอสอาร์จำนวน 20 ไพรเมอร์ พบว่า มีอยู่ 5 ไพรเมอร์ สามารถสร้างลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่แตกต่างกันขึ้นทั้งหมด 96 แถบ มีขนาดประมาณ 100–3000 คู่เบส และเมื่อนำข้อมูลลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้มาคำนวณหาค่าระยะห่างทางพันธุกรรม ก็ทำให้สามารถทำการจัดจำแนกกลุ่มกบทั้งสองชนิดได้เป็น 5 กลุ่มย่อย โดยระยะห่างทางพันธุกรรมของกบหัวชาปุมเหนือมีความสัมพันธ์กับระยะห่างทางภูมิศาสตร์อย่างมีนัยสำคัญ ทั้งยังพบว่า ถิ่นที่อยู่อาศัย (Microhabitat) มีความสำคัญต่อการกระจายตัวของยีนอย่างมาก (สิริวดี ชมเดช, 2563); (Suwannapoom et al. 2020)

### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การค้นพบกบสายพันธุ์ใหม่ Suwannapoom et al. (2016b) ได้อธิบายกบสายพันธุ์ใหม่ *Fejervarya* ในสกุล dicroglossid จากบ้านม่อนจอง อำเภออมก๋อย จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งอยู่ทางภาคเหนือของประเทศไทย จากการวิเคราะห์ข้อมูลลำดับ DNA บริเวณตำแหน่งยีน ไมโตคอนเดรีย 16S และการจำแนกลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสายพันธุ์ใหม่ ในลำดับวงศ์ตระกูล แสดงให้เห็นว่า สายพันธุ์ใหม่จากเชียงใหม่มีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษมาจากเอเชียใต้ ซึ่งรวมถึง *F. syhadrensis*, *F. granosa* และ *F. pierrei* โดยสายพันธุ์ใหม่ *Fejervarya Chiangmaiensis* sp. nov. มีลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่พิเศษและโดดเด่นแตกต่างจากชนิดอื่น ๆ นอกจากนี้ยังมีขนาดตัวค่อนข้างเล็ก

Suwannapoom et al. (2017) อธิบายผลการค้นพบกบสายพันธุ์ใหม่ของโลก ได้แก่ กบหนองเมืองกาญจน์ (*Fejervarya muangkanensis*) ซึ่งค้นพบที่บ้านท่าขนุน อำเภอทองผาภูมิ

จังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทย โดย ว่าที่ร้อยตรี ดร. ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ ร่วมกับนักวิจัยจาก Kunming institute of Zoology (CAS) ภายใต้โครงการสำรวจความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตพื้นที่อินโดจีน ได้สำรวจ และค้นพบกบชนิดใหม่ในพื้นที่ ซึ่งเป็นแหล่งที่พบการกระจายพันธุ์เพียงแห่งเดียวในประเทศไทย ซึ่งกบสายพันธุ์นี้ได้รับการประยุกต์ใช้ออนุกรมวิธานเชิงบูรณาการในการจัดจำแนกซึ่งทำให้พบว่า กบหนองเมืองกาญจน์มีความแตกต่างกับกบชนิดอื่น ๆ ในสกุล *Fejervarya* ทั้งลักษณะทางสัณฐานวิทยา และพันธุกรรมที่เห็นได้เด่นชัด คือ กบหนองเมืองกาญจน์มีขนาดเล็กกว่ากบหนองทั่วไปทั้งเพศผู้และเพศเมีย รวมถึงรายละเอียดการจัดจำแนกส่วนอื่น ๆ อีกด้วย

คำอธิบายของ Watters et al. (2016) ได้ทำการกำหนดมาตรฐาน และการทำซ้ำเป็นหลักการสำคัญของการวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์มาตรฐาน และการวิเคราะห์ทางสัณฐานวิทยาภายในกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ซึ่งการวัดลักษณะทางสัณฐานวิทยาอย่างละเอียดเกี่ยวกับคำอธิบาย 136 ชนิดซึ่งเป็นตัวแทนของกบ 45 ตระกูลที่ได้รับการยอมรับในปัจจุบันผลรับเผยให้เห็นการวัดทางสัณฐานวิทยา 42 แบบ ที่ได้รับการทบทวน 5% จากการวัดทั้งหมด 42 ครั้งและ 16 ชุดย่อยใน 75% แรกของคำอธิบายที่สำรวจทั้งหมดและระบุว่าเป็นชุดโฟกัสของการวัดที่แนะนำเพื่อพยายามสร้างมาตรฐานการวัดทางสัณฐานวิทยา ที่อธิบายความหลากหลายของสายพันธุ์สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

ผลการอธิบายของ Pawangkhanant et al. (2018) เกี่ยวกับการค้นพบกบชนิดใหม่ในสกุล *Leptobrachium* จากภูเขาเขาแหลม อำเภอสวนผึ้ง จังหวัดราชบุรี ในภาคตะวันตกของประเทศไทยโดยการวิเคราะห์ระดับโมเลกุล และลักษณะทางสัณฐานวิทยาสายพันธุ์ใหม่ *Leptobrachium tenasserimense* สามารถแยกความแตกต่างจากชนิดอื่น ๆ โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้ ตัวเต็มวัยเพศผู้ SVL 41.4–58.8 มม. และ ตัวเต็มวัยเพศเมีย SVL 54.7–58.6 มม. ปลายนิ้วเท้าโค้งมน ความยาวของนิ้วมือ II < IV < I < III ความยาวนิ้วเท้าสัมพัทธ์ I < II < V < III < IV สายรัดนิ้วเท้าหนาและพัฒนาย่างดี มีตุ่มเล็ก ๆ ในฝ่ามือฝ่าเท้า ม่านตามีสองสี หน้าท้องสีดำ แขนและขาสีขาว

ผลงานการเขียนของ สิริวิดี ชมเดช (2563) ในการประยุกต์ใช้ออนุกรมวิธานทางสัตววิทยาในปี ค.ศ. 2012 ที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้ทดลองนำโมโครแซทเทลไลท์ดีเอ็นเอ มาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาโครงสร้างทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตได้ เช่นในกรณีการศึกษา กบหูตูด (*Limnonectes blythii*) ในเขตภาคเหนือของประเทศไทย โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มประชากรจำนวน 4 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มประชากรในเขตรักษาพันธุ์สัตว์น้ำจังหวัดแม่ฮ่องสอน กลุ่มประชากร

บริเวณชายแดนไทย-พม่า กลุ่มประชากรในอำเภอปางอุ๋ง จังหวัดแม่ฮ่องสอน และกลุ่มประชากรในประเทศพม่า โดยใช้ไมโครแซทเทลไลท์ ดีเอ็นเอจำนวน 7 ตำแหน่ง พบว่า ค่าเฉลี่ยของความหลากหลายทางพันธุกรรมในกลุ่มประชากรทั้ง 4 กลุ่ม มีค่าปานกลาง ในขณะที่ประชากรในอำเภอปางอุ๋งมีความแตกต่างทางพันธุกรรมที่มีความแตกต่างกับกลุ่มประชากรอื่น ทำให้สันนิษฐานได้ว่า ความแตกต่างทางพันธุกรรมที่เกิดขึ้นน่าจะมาจากกระห่างของถิ่นที่อยู่อาศัย ซึ่งข้อมูลเหล่านี้สามารถนำไปใช้ประกอบการพิจารณาในกระบวนการวางแผนอนุรักษ์ และการจัดการกับกบทูตได้เป็นอย่างดี

ผลวิจัยระบบข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (GIS)-based, โดย Geissler et al. (2015) ทำการวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบแม่น้ำโขงในฐานะเป็นลิ่งกีดขวางทางชีวภาพของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอินโดจีน และแม่น้ำโขงตอนล่างทางตอนใต้ของชายแดน ลาว - กัมพูชา ซึ่งวิธีนี้มุ่งเน้นไปที่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในแถบอินโดจีนตอนใต้และส่วนที่อยู่ติดกันในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมีการบันทึกสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวน 131 ชนิด จากภูมิภาคนี้ จากการศึกษาก่อนหน้านี้ การวิเคราะห์โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์พบว่าสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกของเทือกเขา Cardamom ทางตะวันตกของแม่น้ำโขงมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในแม่น้ำ Annamites ภาคใต้ นอกจากนี้การเปรียบเทียบเชิงสถิติของลักษณะทางนิเวศวิทยาแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างทางนิเวศวิทยาของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในแม่น้ำโขงตอนล่าง ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่า แม่น้ำโขงตอนล่างทำหน้าที่เป็นลิ่งกีดขวางทางชีวภูมิศาสตร์ในอินโดจีนตอนใต้

การวิเคราะห์ลำดับจีโนมไมโทคอนเดรีย (Mitogenome) ของปลา หรือกบต้นไม้วิวัฒนาการ *Polypedates megacephalus* (16,473 bp) Huang et al. (2019) ได้รับรายงานก่อนหน้านี้ว่ามีลักษณะผิดปกติ ซึ่งในการวิเคราะห์นี้ได้ทำการวิเคราะห์ Mitogenome ใหม่ของ *P. megacephalus* (19,952 bp) โดยใช้เทคโนโลยีลำดับถัดไป (NGS) และเทคโนโลยี การหาลำดับมาตรฐาน พบว่า ยีน ND5 ไม่ได้สูญหาย แต่ถูกแปลไปยังพื้นที่ควบคุม (CR) จากตำแหน่งที่ยอมรั่วระหว่างยีน ND4 และ ND6 นอกจากนี้ยังพบพื้นที่ควบคุมที่ซ้ำกันใน Mitogenome ใหม่ของสายพันธุ์นี้ ซึ่งการระบุตำแหน่งของยีน ND5 และการวิเคราะห์ทางวิวัฒนาการยืนยันว่ายีน ND5 อยู่ระหว่างพื้นที่ควบคุมสองแห่ง และมีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการของอวัยวะที่เกี่ยวข้อง 20 ชนิด ซึ่งให้เห็นจากการจัดเรียงยีน ND5 ใหม่ในระหว่างกระบวนการวิวัฒนาการ ผลลัพธ์เหล่านี้ยังเน้นถึงข้อดีของการจัดลำดับรุ่นต่อไปว่า ไม่เพียงลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการจัดลำดับ แต่ยังช่วยขจัดข้อผิดพลาดใน Mitogenome ที่เผยแพร่ในฐานข้อมูล

การอนุกรมวิธานของ ปาดบ้าน (*Polypedates leucomystax* complex) กับชีวภูมิศาสตร์ โดย (Buddhachat and Suwannapoom, 2018) ได้อธิบายการกระจายตัว และความสัมพันธ์ทาง พันธุกรรมระหว่างประชากรของ *Polypedates leucomystax* complex ที่แตกต่างกันในประเทศไทย ซึ่งประเทศไทยเป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับกลุ่มประชากรของ *P. leucomystax* ในหมู่เกาะ Sunda กับ ประชากรอินโดจีน (Indochina) โดยอาศัยการวิเคราะห์ Mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I (COI) จากตัวอย่างปาดบ้านจำนวน 266 ตัว โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทาง พันธุกรรมด้วยดีเอ็นเอไมโทคอนเดรีย พบว่า ปาดบ้าน *P. leucomystax* แบ่งเป็น 4 กลุ่ม ประกอบด้วย ภาคเหนือ (Clade A: *Polypedates* sp) น่าน (Clade B: *P. cf. impresus*) ภาคใต้ (Clade C: *P. cf. leucomystax*) และ ภาคเหนือ (Clade D: *P. cf. megacephalus*) จากข้อมูล Phylogeny และ Haplotype ระบุว่า Clades A, B และ D น่าจะมีวิวัฒนาการทางตรงกันข้าม ระหว่าง Clade C และ Clade D โดยมีความแตกต่างทางพันธุกรรมเกิดจากอุปสรรคทาง ภูมิศาสตร์ ซึ่งส่งผลให้มีการกระจาย การเกิดสปีชีส์ หรือการเกิดชนิดใหม่จากสภาพภูมิอากาศ โดยเฉพะอย่างยิ่งความแตกต่างของปริมาณน้ำฝนในแต่ละด้านของคอคอดกระ อาจมีบทบาท สำคัญในการอพยพของปาดทั้งสองกลุ่ม สำหรับประชากรภายใน Clades C หรือ Clades D ไม่มีความสัมพันธ์ระหว่างทางภูมิศาสตร์ และทางพันธุกรรมในการกระจายของประชากรที่ เกิดขึ้นใน Clade C ขณะที่ Clade D มีประชากรคงที่ และพบว่า *P. leucomystax* complex ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความหลากหลายมาก น่าจะมีอิทธิพลจากสภาพภูมิอากาศที่ทำให้ เกิดการจำเพาะเจาะจงของแต่ละพื้นที่ที่ทำให้เกิดวิวัฒนาการของประชากรปาดบ้าน *P. leucomystax* complex

กบชนิดใหม่ของกบห้วยขาป๋ม Dicroglossid สกุล *Limnnectes* ได้รับการอธิบาย โดย Phimmachak et al. (2019) จากตัวอย่างล่าสุด และทางประวัติศาสตร์ที่เก็บรวบรวมจาก ภาคกลางและภาคใต้ของลาว และภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย *Limnnectes savan* sp. nov. มีฟันอยู่ด้านหลังของศีรษะ และมีความคล้ายกับกบ *L. dabanus* จากทางตอนใต้ ของประเทศเวียดนาม และทางทิศตะวันออกเฉียงของกัมพูชา อย่างไรก็ตามสายพันธุ์ใหม่มีความ แตกต่างจาก *L. dabanus* และ *Limnnectes* ชนิดอื่น ๆ ที่มีผลดเลือดในเอเชียตะวันออกเฉียง ใต้ผ่านการวิจัยโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยาของตัวเต็มวัยและตัวอ่อน ดีเอ็นเอไมโทคอน เดรีย และเสียงร้องทำให้มีการค้นพบชนิดใหม่นี้ จึงทำให้ *Limnnectes* ชนิดที่มีเส้นเลือดดำเป็น ส่วนประกอบมีทั้งหมด 6 ชนิด

รายงานเกี่ยวกับสายพันธุ์ใหม่ อึ่งจิวลายจุด (*Micryletta dissimulans* sp. Nov.) จาก ป่าที่ราบ ทางภาคใต้ของประเทศไทยของ Suwannapoom et al. (2020) ซึ่งอธิบายลักษณะ

ลักษณะทางโมเลกุลของสายพันธุ์ใหม่มีลักษณะต่อไปนี้ ขนาดลำตัวเล็ก (ตัวผู้ 20.3–22.4 มม. ตัวเมีย 24.4–26.7 มม.) ร่างกายเพรียว หัวยาวกว่าความกว้าง จมูกโค้งมนในมุมมองด้านหลังและด้านข้าง ความยาวตาเท่ากับความยาวจมูกถึงแก้วหู พื้นผิวด้านหลังเป็นเม็ดเล็ก ๆ สีเขียว ขอบหน้าท้องเป็นสีดำ มีจุดดำขนาดใหญ่หลังตา ด้านหลังสีน้ำตาลแดง ข้างลำตัวสีน้ำตาลมีจุดสีดำขนาดใหญ่ขอบจุดสีขาว มีจำสีดำขนาดใหญ่สองจุดตามบริเวณขาหนีบในแต่ละข้าง ด้านข้างของศีรษะเป็นสีดำ โดยมีรอยสีขาวที่ริมฝีปากกลาง รอยต่างขาที่แก้วหูและซอกใบ พื้นผิวด้านท้องสีชมพูถึงเทาอมฟ้า ด้านข้างมีลายหินอ่อนสีน้ำตาลเข้มอยู่ตรงกลาง และคอในตัวผู้มีสีเทาเข้ม โดยสายพันธุ์ใหม่มีความแตกต่างจากกบชนิดอื่น ๆ ในสกุลทั้งหมด ในลำดับยีน 16S rRNA (5.0% –7.4%) ปัจจุบัน *Micryletta dissimulans* sp. nov. เป็นที่รู้จักเพียงแห่งเดียว ในอำเภอสะบาย้อย จังหวัดสงขลาประเทศไทย ที่ ความสูงจากระดับน้ำทะเล 120 ม. แต่คาดว่าจะเกิดขึ้นในพื้นที่ใกล้เคียงของมาเลเซีย โดยผู้เขียนได้แนะนำ *Micryletta dissimulans* sp. nov. เป็นสายพันธุ์ Data Deficient (DD) ตามหมวดหมู่ IUCN Red List

ผลการอธิบายสายพันธุ์ใหม่ อึ่งจิวลายจุด (*Micryletta inornata*) โดย Munir et al. (2020) พบว่า เป็นสายพันธุ์ที่มีความซับซ้อน และมีการกระจายอย่างกว้างขวาง ตั้งแต่เกาะสุมาตราไปจนถึงเอเชียแผ่นดินใหญ่ รวมทั้งคาบสมุทรไทย-มาเลย์ และอินโดจีน เมื่อเร็ว ๆ นี้ สายพันธุ์ *Micryletta inornata* ได้รับการยืนยันว่าเป็นสัตว์เฉพาะถิ่นในภูมิภาคใกล้เคียงหมู่เกาะสุมาตรา และเป็นสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างจากประชากรในภูมิภาคอื่น ๆ โดยการวิเคราะห์ลักษณะ Phenotypes และ Genotype ของประชากรจากสุมาตราพบเชื้อสายที่ไม่มีชื่อ นอกเหนือจาก *M. inornata* ซึ่งลักษณะสัณฐานวิทยาและระดับโมเลกุลเทียบกับ *M. inornata* และชนิดอื่น ๆ จึงได้รับการตั้งชื่อว่า *Micryletta sumatrana* sp. nov. เป็นสายพันธุ์ใหม่ที่มีลักษณะเฉพาะ คือ มีขนาดลำตัวเล็ก ด้านหลังสีน้ำตาล ท้องมีจุดต่างดำกระจัดกระจาย โพรงสีน้ำตาลเข้มมีจุดสีครีมกระจายอยู่ ด้านข้างของศีรษะสีน้ำตาลเข้ม มีจุดครีมบนริมฝีปาก บริเวณแก้วหู และด้านหน้าของดวงตา

Liu et al. (2020) ได้บันทึก *Gracixalus quangii*. Rowley, Dau, Nguyen, Cao et Nguyen, 2011 เป็นครั้งแรกจากประเทศจีน โดยใช้ 14 ตัวอย่าง ที่เก็บรวบรวมจากทางตอนใต้ของยูนนานประเทศจีน ในทางสัณฐานวิทยาตัวอย่างที่เก็บรวบรวมใหม่ ส่วนใหญ่โดยใช้ลักษณะทางอนุกรมจากเวียดนาม ซึ่งวิวัฒนาการชาติพันธุ์เหล่านี้ถูกจัดอยู่ใน *G. quangii* จากเวียดนามโดยระยะห่างทางพันธุกรรม ลำดับดีเอ็นเอของยีน Mitochondrial 16S rRNA ระหว่างตัวอย่างเหล่านี้ และ *G. quangii* จากเวียดนาม คือ 0.6% การค้นพบครั้งนี้ทำให้จำนวนชนิดของสกุล *Gracixalus* เพิ่มจากบันทึกเดิมเป็น 9 ชนิดในประเทศจีน

ผลงานของ Rowley et al. (2020) อธิบาย ปาด ในวงศ์ Rhacophoridae สายพันธุ์ใหม่ *Gracixalus trieng* sp. nov. จากเวียดนามกลาง ที่มีความแตกต่างทั้งทางลักษณะสัณฐานวิทยา และทางพันธุกรรม เช่น ขนาดลำตัวปานกลาง (37.2–41.4 มม. ในตัวผู้ที่โตเต็มวัย 5 ตัว) จมูกโค้งมนในมุมมองด้านหลังและด้านข้าง พื้นผิวด้านหลังสีน้ำตาลหรือสีเหลืองอมน้ำตาลเข้ม และรูปเป็นตัว Y ที่ด้านหลัง ลำคอและอกสีเหลืองหรือสีน้ำตาลอมเหลือง มีจุดจุดสีชมพู ท้องและพื้นผิวด้านท้อง ด้านล่างแขนขารวมทั้งมือและเท้าเป็นสีชมพู แก้วหูและม่านตาใต้ตาแตกต่างกัน ม่านตาขีด มีสีทองเข้มแผ่ออกมาจากขอบด้านหน้าและด้านหลังของรูม่านตา ลำตัวส่วนใหญ่ด้านหลัง และพื้นผิวของแขนขาเรียบในตัวเต็มวัย โดยบางตัวมีการกระจายของ ตุ่มเล็ก ๆ ต่ำ และผิดปกติเล็กน้อย แผ่นรองที่นิ้ว I และ II ใน ตัวผู้ที่โตเต็มวัย และไข่ที่วางเป็น อาร์เรย์ของไข่ที่ไม่ถูกจับบนผนังของโพรงเทลมอน สายพันธุ์เกิดขึ้นใน Syntopy กับ *G. lumarius* ปัจจุบัน *Gracixalus trieng* sp. nov. เป็นที่รู้จักจากไผ่มอนแทนและป่าดิบ ที่ระดับน้ำทะเล >1700 ม.) บนยอดเขาหิ้งอกลินท์และยอดเขาที่อยู่ติดกัน ซึ่งมีแนวโน้มว่าจะถูกจำกัดให้อยู่ในป่า ระดับสูง โดยมีการกระจายทางภูมิศาสตร์ โดยประมาณ <1,000 km<sup>2</sup>

การศึกษาของ Luo et al. (2020) ได้ อธิบายถึงกบชนิดใหม่ *Leptobranchella suiyangensis* sp. nov. ในสกุล *Leptobranchella* จากเขตอนุรักษณ์ธรรมชาติ Huoqiuba, Suiyang County, Guizhou Province ในประเทศจีน จากข้อมูลทางสัณฐานวิทยา และการวิเคราะห์ทาง วิวัฒนาการ (16S rRNA mtDNA) สามารถจำแนกได้ และมีความแตกต่างจากชนิดอื่น ๆ โดยมีความแตกต่างของโมเลกุลและลักษณะทางสัณฐานวิทยา ได้แก่ ขนาดลำตัว สีผิวด้านหลังและ ช่องท้อง สีของม่านตา และอื่น ๆ ปัจจุบัน กบสกุล *Leptobranchella* มี 75 ชนิด โดย 21 ชนิดพบ ในประเทศจีน รวมถึง 7 ชนิด ที่รายงานจากมณฑลกุ้ยโจว โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของ *Leptobranchella suiyangensis* sp. nov. และลำดับดีเอ็นเอที่คล้ายคลึงกันทั้งหมดที่มีอยู่สำหรับ ยีน 16S rRNA พบว่า > 4.7% จากที่บันทึกใหม่ของสายพันธุ์ และความสัมพันธ์กับพันธุ์อื่น ๆ ในสกุลเดียวกันบ่งบอกถึงสายพันธุ์นั้นการกระจายการเปลี่ยนแปลงที่อยู่อาศัย การปรับตัวกับ สิ่งแวดล้อม และความหลากหลายของกบในสกุล *Leptobranchella* ทางตะวันตกเฉียงใต้ของ ประเทศจีน

ผลวิจัยปาดในสกุล *Gracixalus* ของ Matsui et al. (2015) ได้ อธิบายว่า *Gracixalus sawom* เป็นพันธุ์ใหม่จากภาคตะวันตกของประเทศไทย จากผลการวิเคราะห์ทางสัณฐานวิทยา และโมเลกุล สายพันธุ์ใหม่นี้ คือ *Gracixalus* ขนาดเล็ก (ความยาวช่องจมูกตัวผู้ประมาณ 22 มม.) และมีลักษณะทางสัณฐานวิทยาคล้ายกับ *G. gracilipes* แต่มีความแตกต่างด้วยสีหลัง ไม่มีจุดสีขาวที่ริมฝีปากกลาง และรอยดำบนสายรัดเท้า ซึ่งสายพันธุ์ใหม่นี้ยังมีความแตกต่าง

อย่างชัดเจนจากประชากรอื่น ๆ ในสกุล โดยมีความแตกต่างของขนาดลำตัวที่เล็ก จมูกรูปสามเหลี่ยม หลังสีน้ำตาลอมเหลืองอ่อน พื้นผิวหน้าท้องของลำคอหน้าอก และหน้าท้องขาวขุ่น

ผลการอธิบายของ Klahan and Thawnon-ngiw (2018) ต่อการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของกบ (*Fejervarya limnocharis*) ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยใช้เทคนิค PCR-RFLP จากตัวอย่างทั้งหมด 120 ตัวอย่าง ประกอบด้วยเพศหญิง 106 ตัว และเพศชาย 14 ตัว รวบรวมจาก 12 จังหวัด โดยจีโนม DNA ถูกสกัดจากกล้ามเนื้อ (Gastrocnemius) ของตัวอย่างด้วยวิธี CTAB-Phenol: Chloroform Proteinase K จากนั้นไพรเมอร์ที่เหมาะสมถูกคัดกรองสำหรับ PCR และ COI ไพรเมอร์ที่ได้รับการคัดเลือกจากผลิตภัณฑ์ PCR ของไพรเมอร์ COI พบ 710 bp ในตัวอย่างทั้งหมดด้วย PCR products ถูกย่อยด้วยเอนไซม์ Alu I, Dde I และ Taq I และพบรูปแบบของ Haplotypes เดี่ยวเป็น 2, 1 และ 1 ตามลำดับ ส่วน Haplotypes ของคอมโพสิต (Composite) ถูกสร้างขึ้นจาก Haplotypes เดี่ยวของ 3 เอนไซม์ และแสดงทั้ง 2 รูปแบบ เป็น AAA และ BAA ขนาดเปอร์เซ็นต์สูงสุดของรูปแบบ Haplotypes คอมโพสิต คือ 98.33 และ 1.67 ตามลำดับ ซึ่งโปรแกรม UPGMA dendrogram ของ Haplotype ถูกสร้างขึ้นโดยใช้ NTSYS PC เวอร์ชัน 2.1p ทำให้ความหลากหลายของ COI products ที่ย่อยสลาย Alu I, Dde I และ Taq I ได้รับการประเมิน และแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 แบ่งอย่างชัดเจนจาก *F. limnocharis* และกลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย *F. limnocharis* ทั้งหมด ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มย่อย โดยความสัมพันธ์ความคล้ายคลึงกันระหว่าง 2 กลุ่มย่อย แสดงประมาณ 77.5 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาครั้งนี้ *F. limnocharis* ของ UD และ MH แสดงให้เห็นความแตกต่างทางพันธุกรรมอย่างชัดเจน และอาจจะเป็นสายพันธุ์ใหม่หรือไมก็ได้ในการศึกษาในอนาคตจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างเพิ่มเติมในพื้นที่นี้

การอธิบายกะท่างน้ำดอยภูคา สกุล *Tylotriton* สายพันธุ์ใหม่ ค้นพบจาก อุทยานแห่งชาติดอยภูคาจังหวัดน่าน ภาคเหนือของประเทศไทย Pomchote et al. (2020) ได้รับการอธิบายโดยการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และระดับโมเลกุล พบว่า มีความแตกต่างจาก *Tylotriton* ที่รู้จัก 4 ชนิด คือ *T. panhai*, *T. uyanoi*, *T. anguliceps* และ *T. verrucosus* โดยได้ตั้งชื่อสายพันธุ์ใหม่ว่า *Tylotriton phukhaensis* sp. nov. ซึ่งมีความแตกต่างทางสัณฐานวิทยา โดยมีสันเขาที่โดดเด่น แคบ และตรงบนหัว ซึ่งแตกต่างจากสายพันธุ์ไทยอื่น ๆ การวิเคราะห์ทางพันธุกรรมยังระบุว่า *Tylotriton* สายพันธุ์ใหม่เป็นเชื้อสายที่แตกต่างจาก *T. anguliceps* และ *T. uyanoi* โดยความรู้ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จะมีส่วนช่วยอย่างมากในการอนุรักษ์ *Tylotriton* ต่อไปในอนาคต

รายงานบันทึกแรกของปลา *Gracixalus quyeti* ในประเทศลาว โดย Egert et al. (2020) นำตัวอย่างที่เก็บรวบรวมจากจังหวัดคำม่วนทางภาคกลางของประเทศลาว มาทำการวิเคราะห์ลักษณะทางพันธุกรรม พบว่า มีลำดับเหมือนกันเกือบทั้งหมด แต่พบความแตกต่างบางประการในอัตราส่วนของร่างกาย และรูปแบบสีระหว่างตัวอย่างจากลาวและชนิดซีรีส์จากฝั่งตะวันออกของเทือกเขาแอนนาไมท์ ในประเทศเวียดนาม

ผลการอธิบายกบชนิดใหม่ในวงศ์กบ (Dicroglossidae) สกุล *Limnonectes* โดย Phimmachak et al. (2019) ซึ่งได้อธิบายจากการวิเคราะห์ตัวอย่างที่เก็บรวบรวมใหม่ และตัวอย่างทางประวัติศาสตร์ที่เก็บรวบรวมจากทางภาคกลาง และภาคใต้ของลาว รวมทั้งตัวอย่างจากทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย พบว่า *Limnonectes savan* sp. nov. เพศผู้ที่มีตุ่มจำนวนมากอยู่ด้านบนของศีรษะคล้ายคลึงกับตัวอย่าง *L. dabanus* จากทางตอนใต้ของเวียดนาม และทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือของกัมพูชาที่มีชายแดนติดกัน ซึ่งสายพันธุ์ใหม่มีความแตกต่างจาก *L. dabanus* และ *Limnonectes* ชนิดอื่น ๆ ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยการวิเคราะห์ทางลักษณะสัณฐานวิทยา และระดับโมเลกุล รวมทั้งการใช้เสียงร้อง จากการค้นพบชนิดใหม่นี้ได้ทำให้จำนวน *Limnonectes* ทั้งหมดรวมกลายเป็นหกชนิด

พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์ และอรุณรัตน์ ฉวีราช (2554) ได้อธิบายเกี่ยวกับการใช้บริเวณยีนในส่วนของ Cytochrome C Oxidase I (COI) ว่ามีความเหมาะสมในการใช้เป็น DNA barcode เพื่อการระบุชนิดของสัตว์ได้ถูกต้องและแม่นยำ ตัวอย่างเช่น หอยทาก แมลงไม่มีปีก ผีเสื้อ นก แมงมุม ปลา มด และสัตว์ทะเล โดยอย่างยิ่งกลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ซึ่งสามารถช่วยลดความผิดพลาด และเพิ่มความรวดเร็วในการจำแนกระบุชนิด นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการค้นคว้าวิจัยด้านวิวัฒนาการความหลากหลายทางชีวภาพ รวมถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ สำหรับบริเวณยีนที่ใช้เป็น DNA barcode นั้นต้องมีคุณสมบัติ 3 ประการ ได้แก่ (1) ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีนนั้นมีความแตกต่างมากพอที่จะทำให้แยกสิ่งมีชีวิตต่างชนิดกันออกจากกันได้ แต่ต้องมีความแตกต่างภายในชนิดเดียวกันต่ำมากหรือไม่มีเลย (2) เป็นดีเอ็นเอที่มีบริเวณอนุรักษ์ที่สามารถให้ไพรเมอร์ที่เป็น Universal primer เข้ามาจับเพื่อเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอบริเวณนั้นด้วยปฏิกิริยาพีซีอาร์ได้ และ (3) มีขนาดที่เหมาะสมประมาณ 500–800 คู่เบส (base pair; bp)

ผลการวิเคราะห์ Cesar et al. (2019) ได้ทำการประเมินความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในระดับโมเลกุลด้วยยีน Mitochondrial COI และยีน 16S rRNA สำหรับการจำแนกโมเลกุลของกบและลูกออดในส่วนของป่าฝนแอตแลนติกใต้ ประเทศบราซิล ผลลัพธ์ที่ได้ ทั้งยีน COI และส่วนของยีน 16S rRNA เป็นตัวบ่งชี้ข้อมูลลำดับโมเลกุลของสัตว์สะเทินน้ำ



ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และระดับโมเลกุล พบว่า *L. shangsiensis* มีความแตกต่างจากชนิดอื่น ๆ ดังต่อไปนี้ (1) ขนาด SVL 24.9–29.4 มม. ใน 11 ตัวเพศผู้ และ 30.8–35.9 มม. ใน 5 ตัวเพศเมีย (2) แก้วหูสีดำกับขอบสีแดงเข้ม (3) ผิวหน้าท้องสีเหลืองอมขาวครีมเนื้อหีนอ่อน (4) ม่านตาของสีแดงในส่วนบนและสีน้ำเงินในส่วนล่าง และ (5) ขอบฐานเท้าแคบ เสียงร้องของ *L. shangsiensis* sp. nov. ประกอบด้วยหนึ่งโน้ตต่อการร้องมีความถี่เฉลี่ย 5.5–6.5 กิโลเฮิรตซ์ ที่อุณหภูมิแวดล้อม 21.5°C โดยความแตกต่างของลำดับระหว่าง *L. shangsiensis* sp. nov. และลำดับดีเอ็นเอที่ยีน 16S rRNA พบว่า > 5.9% *L. Shangsiensis* sp. nov. เกิดขึ้นในป่าดิบในอุทยานแห่งชาติ Shiwandashan เขตอนุรักษ์ธรรมชาติ อยู่ที่ระดับความสูง 450–550 เมตรจากระดับน้ำทะเล

ผลจากการวิเคราะห์ระดับโมเลกุลและทางสัณฐานวิทยาโดย Chung et al. (2019) ได้อธิบาย กบสายพันธุ์ใหม่ *Leptobrachella namdongensis* จากเขตอนุรักษ์น้ำตก ในจังหวัด Thanh Hoa ประเทศเวียดนาม ว่ากบสายพันธุ์ใหม่มีความแตกต่างทางพันธุกรรม ส่วนของยีน 16 rRNA เทียบกับชนิดอื่น ๆ ในสกุลอยู่ในระหว่าง 4.7 ถึง 21.0% และค่าเฉลี่ย 24% โดยสายพันธุ์ใหม่มีความคล้ายกับ *L. petrops* และ *L. puhoatensis* แต่สามารถจำแนกได้จากการวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่า ลำตัวมีขนาดกลาง ตัวผู้ตัวเต็มวัย 30.9 มม. ตัวเมียตัวเต็มวัย 32.1–35.3 มม. หัวกว้างกว่าความยาว เยื่อแก้วหูเห็นได้ชัดเจน คอขาวใสหน้าอกและหน้าท้องมีจุดดำบนขอบด้านนอก และแก้วหูถูกขอบด้วยเส้นสีดำที่ชัดเจน

ผลการอธิบายของ Li et al. (2018) ที่ทำการค้นพบกบสายพันธุ์ใหม่ที่มีความซับซ้อนจากมณฑลกุ้ยโจว ประเทศจีน โดยการวิเคราะห์สายวิวัฒนาการจากดีเอ็นเอไมโทคอนเดรียระบุว่า ชนิดใหม่อยู่ในกลุ่ม *Odorana* clade และ *O. schmackeri* ซึ่ง Nuclear DNA ได้ระบุว่า เป็นสายเลือดที่แยกออกจากสายพันธุ์ที่เกี่ยวข้องของสัณฐานวิทยา โดยสายพันธุ์ใหม่มีความแตกต่างจากกบชนิดอื่น ๆ ในสกุลดังนี้ เพศผู้มีขนาดตัวเล็ก (SVL < 43.3 มม.) หัวยาวกว่าความกว้าง เยื่อแก้วหูของเพศผู้มีขนาดใหญ่เห็นได้ชัดเจน เส้นผ่าศูนย์กลางของแก้วหูมีขนาดยาวเป็นสองเท่า ความกว้างของส่วนปลายของนิ้วที่ III และความยาวนิ้วมือ II < I < IV < III

Pham et al. (2019) ได้อธิบายกบสายพันธุ์ใหม่ในสกุล *Amolops* จากทางภาคตะวันตกเฉียงเหนือของประเทศเวียดนาม โดยการวิเคราะห์ทางสัณฐานวิทยาและระดับโมเลกุล พบว่าลักษณะทางสัณฐานวิทยา *Amolops ottorum* sp. nov. สายพันธุ์ใหม่นั้นแตกต่างจากชนิดอื่น ๆ ในสกุลโดยมีลักษณะดังนี้ กบขนาดเล็ก (SVL 47.5–48.2 มม. เพศเมีย) หัวยาวกว่าความกว้าง จมูกสั้น ผิวเรียบเนียน ผิวหนังด้านหลังของขาหน้าและขาหลังสีเขียว และส่วน

หน้าท้องประกอบด้วยจุดสีน้ำตาล ซึ่งการวิเคราะห์สายวิวัฒนาการสายพันธุ์ใหม่ได้ถูกยอมรับ และจัดอยู่ในแท็กซอนของ *Amolops tuberodepressus* ประมาณ 5.6%

ผลอธิบายสายพันธุ์ใหม่ป่าดงดิบ ยูนนาน ในสกุล *Gracixalus* ชนิด *Gracixalus yunnanensis* โดย Yu et al. (2019a) จากตัวอย่างที่เก็บรวบรวมจากทางตะวันตกเฉียงใต้และยูนนานตอนใต้ของประเทศจีน พบว่าสายพันธุ์นี้มีความแตกต่างจากชนิดอื่น ๆ ในสกุล โดยการวิจัยทางลักษณะสัณฐานวิทยา และระดับโมเลกุล มีลักษณะดังต่อไปนี้ ขนาดลำตัวค่อนข้างเล็ก ตัวผู้โตเต็มวัย (SVL 26.0–34.2 มม.) ผิวหลังสีน้ำตาลเหลืองหรือน้ำตาลแดง ลักษณะที่โดดเด่นคือ มีรูปตัว Y บนหลัง เพศผู้ที่มีถุงเสียงที่อยู่ภายนอกลำคอ จมูกกลม และด้านข้างของลำตัวเกือบเรียบไม่มีรอยดำ ซึ่งในทางพันธุกรรมชนิดใหม่จะแตกต่างโดยประมาณ 2.2%–14.1% และใกล้เคียงกับ *G. guangdongensis* มากที่สุด

ผลการศึกษาของ มงคล คำสุข และคณะ (2549) ทำการศึกษาความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และสัตว์เลื้อยคลานในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ ระหว่างเดือนมกราคมถึงตุลาคม พ.ศ. 2547 โดยใช้ 2 วิธี คือ การสำรวจตามเส้นทางตามสัตว์ ระยะทางทั้งหมด 491.66 กิโลเมตร และการสุ่มวางแปลงตัวอย่างทั้งหมด 126 แปลง ผลการศึกษาพบสัตว์ทั้ง 2 ชั้น รวมมีทั้งหมด 3 อันดับ 20 วงศ์ 77 สกุล 123 ชนิด แบ่งกลุ่มสัตว์ได้ดังนี้ สัตว์เลื้อยคลานพบทั้งหมด 2 อันดับ 14 วงศ์ 55 สกุล 83 ชนิด และสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกพบทั้งหมด 2 อันดับ 6 วงศ์ 22 สกุล 40 ชนิด

ผลการศึกษาอนุกรมวิธาน การวิเคราะห์ทางชีวภูมิศาสตร์ และปรับปรุงรายการตรวจสอบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอินโดจีนโดย Poyarkov et al. (2021) ซึ่งคาบสมุทรอินโดจีนได้รับการยอมรับว่าเป็นหนึ่งในแหล่งความหลากหลายทางชีวภาพที่สำคัญของโลก โดยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกของอินโดจีน (รวมถึงเวียดนาม ลาว กัมพูชา และไทย) เป็นหนึ่งในสัตว์ที่มีจำนวนมากที่สุดในโลก ประมาณ 60% ของสายพันธุ์ที่รู้จักในระยะเวลา 20 ปีที่ผ่านมา จากการทบทวนวรรณกรรมและข้อมูลต่าง ๆ เพื่อประเมินการค้นพบล่าสุด และการเปลี่ยนแปลงการจัดหมวดหมู่ ตลอดจนรวบรวมรายการตรวจสอบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอินโดจีนที่มีคำอธิบายประกอบตั้งแต่กลางศตวรรษที่ 20 รวมถึงรายชื่อสัตว์ที่ได้รับการปรับปรุงสำหรับเวียดนามและไทย จากรายการตรวจสอบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกสำหรับลาว และกัมพูชาได้รับการเผยแพร่เป็นครั้งแรก ในแต่ละสปีชีส์ มีชื่อวิทยาศาสตร์ ชื่อสามัญที่แนะนำเป็นภาษาอังกฤษ ข้อมูลเกี่ยวกับตัวอย่างประเภท ประเภทท้องที่ ข้อมูลการกระจายภายในอินโดจีนและที่อื่น ๆ และสถานะการอนุรักษ์ IUCN ซึ่งความคิดเห็นด้านอนุกรมวิธานและการ

อ้างอิงมีความสำคัญที่สุด พบการกระจายของสัตว์แต่ละชนิดใน 23 ภูมิภาคย่อยทางชีวภูมิศาสตร์ของอินโดจีน ประเมินความคล้ายคลึงกันระหว่างสัตว์ในภูมิภาค และประเมินความสมบูรณ์ของสายพันธุ์และถิ่นที่อยู่ของพวกมัน มีการบันทึกสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 423 ชนิด ที่เป็นของสามสถานที่ 11 ตระกูล และ 71 สกุล 199 สปีชีส์ (47%) เป็นโรคประจำถิ่นอินโดจีน ส่วนสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกของเวียดนามประกอบด้วยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่รู้จัก 270 สายพันธุ์ (98 ชนิดเฉพาะถิ่น คิดเป็น 36.3%) รองลงมาคือ ประเทศไทย 194 สายพันธุ์ (29 สายพันธุ์ คิดเป็น 14.9%) ลาว 121 สายพันธุ์ (13 ชนิดเฉพาะถิ่น คิดเป็น 10.7%) และกัมพูชา 72 สปีชีส์ (6 ชนิดเฉพาะถิ่นคิดเป็น 8.3%) จากการวิเคราะห์แบบคลัสเตอร์ของความคล้ายคลึงกันระหว่างกลุ่มสัตว์ต่าง ๆ แสดงให้เห็นการรวมกลุ่มหลักสองกลุ่ม แบ่งโดยคอคอดกระ ภายในส่วนแผ่นดินใหญ่ทางเหนือของอินโดจีนสามารถจำแนกได้สามกลุ่มดังนี้ (1) พื้นที่สูงทางตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงเหนือของเวียดนามและลาวตอนเหนือ (2) Annamites เหนือ กลาง และใต้ที่ราบลุ่มภาคกลาง-ใต้ของเวียดนาม และ (3) อนุภูมิภาคอินโดจีนตะวันตก ระบุพื้นที่ที่ราบสูงทางตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงเหนือของเวียดนาม เทือกเขาอันนาไมต์เหนือ กลางและใต้ เทือกเขากระวาน ภูเขาทางตะวันออกเฉียงเหนือ ของประเทศไทย ตะนาวศรีตอนเหนือ และคาบสมุทรตอนใต้ของประเทศไทย ซึ่งเป็นศูนย์รวมความหลากหลายและถิ่นที่อยู่ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกแถบอินโดจีน จากการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั่วอินโดจีนแสดงให้เห็นว่า มีโคโรโทป 14 ตัว ที่จัดกลุ่มในห้าประเภทหลัก ผลการทดลองว่าอินโดจีนในพื้นที่สำคัญสำหรับความหลากหลายและการอนุรักษ์สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกโดย 423 สปีชีส์ 152 สปีชีส์ (35.9%) ถูกพิจารณาว่าซึ่งขาดข้อมูล (DD) หรือไม่ได้รับการประเมิน (NE) ตามเกณฑ์ของ IUCN Red List ในขณะที่ 76 สปีชีส์ (18.0%) ถือว่ามีความเสี่ยง (VU) ใกล้สูญพันธุ์ (EN) หรือใกล้สูญพันธุ์อย่างยิ่ง (CR) ส่วน 20 สปีชีส์ (4.7%) ถูกพิจารณาว่าใกล้สูญคุกคาม (NT) และ 175 สปีชีส์ (41.4%) มีความกังวลน้อยที่สุด (LC) การศึกษาจึงมีความพยายามในการอนุรักษ์ในระดับภูมิภาคและระดับโลก รวมถึงการทำความเข้าใจเกี่ยวกับชีวภูมิศาสตร์

ตาราง 1 แสดงผลงานวิจัยในการอธิบายชนิดใหม่และสกุลใหม่ (New species and new genus) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก แต่ระชนิดในประเทศไทย

พ.ศ.	ชื่องานวิจัย	ชื่อผู้วิจัย
2549	Three species of frogs and a new tadpole from eastern Thailand.	Stuart et al. (2006)
2556	A new species of the genus <i>Leptolalax</i> (Anura: Megophryidae) from northern Thailand.	Jiang et al. (2013)
2559	A new species of genus <i>Fejervarya</i> (Anura: Dicroglossidae) from northern Thailand,	Suwannapoom et al. (2016b)
2560	A new species of rain-pool frog (Dicroglossidae: <i>Fejervarya</i> ) from western Thailand,	Suwannapoom et al. (2017)
2561	A striking new genus and species of cave-dwelling frog (Amphibia: Anura: Microhylidae: Asterophryinae) from Thailand.	Suwannapoom et al. (2018)
2561	A new species of <i>Leptobrachium</i> (Anura, Megophryidae) from western Thailand.	Pawangkhanant et al. (2018)
2562	A new species of the genus <i>Xenophrys</i> (Anura: Megophryidae) from northern Thailand.	Wu et al. (2019)
2562	A new caruncle-bearing fanged frog ( <i>Limnonectes</i> , Dicroglossidae) from Laos and Thailand.	Phimmachak et al. (2019)
2563	A new species of miniaturised narrow-mouth frog of the genus <i>Microhyla</i> Tschudi, 1838 (Amphibia: Anura: Microhylidae) from northern Tenasserim, Thailand.	Poyarkov et al. (2020)
2563	A new species of <i>Micryletta</i> (Amphibia: Microhylidae) from southern Thailand.	Suwannapoom et al. (2020)
2563	A new species of <i>Tylototriton</i> (Urodela: Salamandridae) from Nan Province, northern Thailand.	Pomchote et al. (2020)
2564	First records of the fanged frogs <i>Limnonectes bannaensis</i> Ye, Fei & Jiang, 2007 and <i>L. utara</i> Matsui, Belabut & Ahmad, 2014 (Amphibia: Anura: Dicroglossidae) in Thailand	Suwannapoom C et al. (2021)
2564	First national record of <i>Gracixalus quangii</i> Rowley, Dau, Nguyen, Cao & Nguyen, 2011 and <i>G. yunnanensis</i> Yu, Li, Wang, Rao, Wu & Yang, 2019 (Amphibia: Anura: Rhacophoridae) from Thailand	Lorphengsy S et al. (2021)

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการศึกษา

จากการศึกษาวิจัยการใช้อนุกรมวิธานเชิงบูรณาการในการประเมินความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

#### อุปกรณ์

#### 1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการสำรวจและเก็บตัวอย่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

##### 1.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในภาคสนามมีดังนี้

1. กล้องถ่ายรูป AF-S Micro NIKROR 60 mm 1:2.8 G ED
2. เครื่องวัดระดับความสูงจากหน้าน้ำทะเล GPS (GARMIN)
3. ไฟฉาย
4. ปากกา
5. สมุดบันทึก
6. เล็งกันฝน
7. รองเท้าบูท
8. ถุงซีปล็อค ใส่ตัวอย่าง
9. ภาชนะบรรจุตัวอย่าง

##### 1.1.1 ครุภัณฑ์และอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

1. ไมโครเซนติพีพิจขนาด 13,000 x g
2. หลอดไมโครเซนตริพีพิจขนาด 1.5 มล.
3. ตู้อบที่อุณหภูมิ 55–70°C
4. Vortexer
5. เอทานอล 100%
6. ไอโซโพรพานอล 100%
7. กระดาษทิชชู
8. มีดผ่าตัด

9. ปากคีบ (Forceps)
10. ถุงมือ
11. ผ้าปิดปาก (แมส)
12. เครื่องมือวัดขนาดตัวอย่าง Digital Caliper
13. ไมโครปิเปต (Micropipette)

### 1.1.2 สารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ

1. DNA Extraction Kit
2. 10x PCR buffer
3. Primer Forward (16S ar 10  $\mu\text{m}$ )
4. Primer Rearward (16S br 10  $\mu\text{m}$ )
5. Deoxynucleotides (dNTP)
6. Taq DNA polymerase
7. Magnesium Chloride ( $\text{MgCl}_2$ )
8. Water ( $\text{H}_2\text{O}$ )
9. DNA template

### วิธีการดำเนินการศึกษา

#### การสำรวจและการเก็บตัวอย่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

1. ทำการสำรวจภาคสนาม โดยเก็บตัวอย่างทั้งเวลากลางวันและกลางคืน สำหรับเวลากลางคืนเริ่มตั้งแต่ช่วงเย็น 18:00–23:00 น. โดยใช้วิธีใช้ไฟฉายส่องหาตัวอย่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกให้ได้ตัวอย่างมากที่สุด ด้วยการเดินในเส้นทางสำรวจลำห้วย โดยทำการสำรวจตั้งแต่เดือนมีนาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2563 ใช้เวลาภาคสนามทั้งสิ้น 120 วัน สำหรับการบันทึกความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในช่วงเวลานั้นทำการสำรวจป่าดิบเขตร้อน ป่าหุบเขาภูมิลี และป่าเบญจพรรณไม้ โดยทำการสำรวจด้วยสายตา (Suwannapoom et al., 2018) วิธีการสำรวจนี้เป็นเทคนิคที่ใช้มากที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากวิธีนี้ทำให้สามารถเดินเข้าไปในสถานที่หรือจุดพื้นที่กำหนดเพื่อหาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในพื้นที่บนบกทั้งหมดได้ หรือมุ่งเน้นไปที่การสุ่มพื้นที่เฉพาะจุดที่ดูเหมือนว่าจะเหมาะสมเป็นที่อยู่อาศัยสำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในปัจจุบัน จากนั้นทำการตรวจสอบชนิดของตัวเต็มวัยโดยอาศัยลักษณะทางสัณฐานวิทยา เมื่อทราบชนิดแล้วส่วนหนึ่งจะปล่อยกลับคืนสู่ธรรมชาติ

และอีกส่วนจะนำมาศึกษาลักษณะทางพันธุกรรมในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะทำการศึกษานิตละ 3-5 ตัวอย่าง/ชนิด/กลุ่มประชากร

2. บันทึกข้อมูลลักษณะทางสัณฐานวิทยา และรายละเอียดต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อการนำมาใช้ในการจัดจำแนกชนิด เช่น ลักษณะนิสัย ระบบนิเวศวิทยา ถิ่นอาศัย ความสูงจากระดับน้ำทะเล ความลาดชันของพื้นที่ป่า และสภาพแวดล้อมทั่วไป

3. ถ่ายรูปภาพบริเวณถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ซึ่งการเก็บตัวอย่างต้องใส่แยกต่างหากกระหว่างตัวอย่างที่เป็นพิษและไม่เป็นพิษเพื่อรักษาสภาพตัวอย่าง

4. รวบรวมข้อมูลสำหรับตัวอย่างแต่ละสายพันธุ์ที่พบในระหว่างการทำงาน ภาคสนาม สถานที่ วัน เวลา สภาพอากาศ ถิ่นที่อยู่อาศัย ชนิดพันธุ์ที่บันทึกพฤติกรรม และแผ่นข้อมูล นอกจากนี้จะทำบันทึกอนุกรมวิธานของตัวอย่างที่ถูกจับระหว่างการทำงานภาคสนาม และข้อมูลทางสัณฐานวิทยา

5. ถ่ายภาพสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก และถิ่นที่อยู่ของสัตว์แต่ละชนิดด้วยกล้องดิจิทัลความละเอียดหกล้านพิกเซล (Canon S3IS) หลังจากนั้นทำการจับพิกัดทางภูมิศาสตร์สำหรับไซต์สำรวจแต่ละแห่งของการทำงานในสนามด้วยเครื่อง Garmin GPS โดยพิกัดจะถูกบันทึกเป็นละติจูดและลองจิจูด และเป็นองค์ประกอบของข้อมูลสายพันธุ์ และชื่อสามัญภาษาอังกฤษของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกตามแบบของ Suwannapoom et al. (2021)

6. การเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อ ทำให้ตัวอย่างตายด้วยแอลกอฮอล์ 15% โดยใช้เวลา 5-10 นาที หลังจากนั้นทำการผ่าตัดเอาตัวอย่างเนื้อเยื่อ โดยทำการเปิดรอยแผ่เล็ก ๆ ที่ด้านท้อง ใช้ฟอร์เซปส์บีบเอาตับมาเก็บรักษาในแอลกอฮอล์ 95-100% เพื่อศึกษาทางพันธุกรรม ต่อจากนั้นนำตัวอย่างมาตรึงในฟอร์มาลิน 10% หนึ่งคืนหรือ 24 ชั่วโมง แล้วย้ายไปที่เก็บรักษาในเอทานอล 70% ซึ่งตัวอย่างทั้งหมดถูกเก็บรักษาในห้องปฏิบัติการ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา ประเทศไทย เพื่อใช้ในการอ้างอิง และการศึกษา ลักษณะทางสัณฐานวิทยาอื่น ๆ ต่อไปในอนาคต

### พื้นที่ทำการศึกษา

การศึกษาได้แบ่งเป็นสองขั้นตอน คือ การสำรวจเก็บตัวอย่างภาคสนาม หลังจากนั้นจึงทำการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการของคณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา และห้องปฏิบัติการ ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

อุทยานแห่งชาติดอยภูคาเป็นพื้นที่หลักในการศึกษาภาคสนามและเก็บตัวอย่างสัตว์  
 สะเทินน้ำสะเทินบก (ภาพ 1) โดยอุทยานแห่งชาติดอยภูคาตั้งอยู่บริเวณแหลมเขาหิมะลัย  
 สูงจากระดับน้ำทะเล 1,980 เมตร เป็นพื้นที่ภูเขาที่สูงที่สุดของจังหวัดน่าน เป็นแหล่งกำเนิดของ  
 ห้วยน้ำลำธารหลายสาย และเป็นต้นกำเนิดแม่น้ำน่านที่มีความสำคัญทางธรรมชาติและ  
 สิ่งแวดล้อม ป่ามีพื้นที่ประมาณ 1,704 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,065,000 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่  
 อำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอปัว อำเภอสันติสุข อำเภอทุ่งช้าง อำเภอเชียงกลาง อำเภอท่าวัง  
 ผา อำเภอแม่จริม และอำเภอบ่อเกลือ สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นเทือกเขาสลับซับซ้อน  
 สภาพป่าส่วนใหญ่เป็นป่าดิบเขา ป่าดิบชื้น ป่าดิบแล้ง ป่าสน ป่าเต็งรัง และป่าเบญจพรรณ  
 ป่าดงดิบ อุทยานแห่งชาติดอยภูคา มีสภาพภูมิอากาศแบ่งออกเป็น 3 ฤดูกาล คือ 1 ฤดูฝน  
 ระหว่างเดือนพฤษภาคม - ตุลาคม มีฝนตกชุก 2 ฤดูหนาว ระหว่างเดือนพฤศจิกายน-  
 กุมภาพันธ์ ในเดือนธันวาคม - มกราคม จะมีอากาศหนาวจัด เฉลี่ยประมาณ 10 องศา  
 เซลเซียส 3 ฤดูแล้งเป็นช่วงสั้น ๆ คือ ระหว่าง เดือนมีนาคม - เมษายน อากาศจะเย็นสบาย  
 ตลอดปี ซึ่งมีความอุดมสมบูรณ์ที่มีความหลากหลายทางชีวภาพสูง





ภาพ 1 แผนที่ในการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย

แหล่งที่มา: สำนักอุทยานแห่งชาติ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

## การวิเคราะห์ผล

การศึกษาจะแสดงค่าความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจากค่ามากชนิด (Species richness) และจะเปรียบเทียบดัชนีความโดดเด่น (Dominance indices) ระหว่างแต่ละจุดสำรวจโดยใช้ Simpson's index (Shannon–Wiener Diversity Index) ซึ่งมีสูตรการคำนวณดังนี้

$$D1 = \sum \left[ \frac{ni(ni-1)}{N(N-1)} \right]$$

โดย D คือ ดัชนีความหลากหลาย (Diversity index)

$N_i$  จำนวนตัวของชนิด  $i$

N จำนวนรวมของทุกชนิด

หลังจากนั้นเปลี่ยนค่า D ให้อยู่ในรูป  $1/D$  ซึ่งค่าที่ได้นี้หากพื้นที่ใดหนึ่งมีค่าสูงกว่าอีกพื้นที่หนึ่ง แสดงว่า พื้นที่ที่มีค่าสูงกว่านั้นมีค่าของความหลากหลายของชนิดพันธุ์และความชุกชุมมากกว่า ซึ่งอาจแสดงให้เห็นถึงความเอียงของระบบนิเวศอีกด้วย

ส่วนดัชนีของข้อมูลทางสถิติ (Information statistic index) นั้นจะวัดค่าความหลากหลายด้วย Shannon–Wiener's Index (Stiling 1996)

$$\text{จากสูตรคำนวณ } H' = -\sum p_i \ln p_i$$

โดย  $H'$  คือ ค่า Shannon Index

$p_i$  คือ สัดส่วนของจำนวนชนิด  $i$  ที่พบเทียบกับจำนวนทั้งหมด

ซึ่งหากพื้นที่ใดมีค่าที่ได้ต่ำกว่า แสดงว่า พื้นที่นั้นมีความหลากหลายชนิดและความสม่ำเสมอของพื้นที่ที่มีค่ามากกว่า โดยค่า  $H'$  ที่ได้สามารถนำมาคำนวณหาค่าความสม่ำเสมอ (Evenness) ได้ดังสมการ

$$E = H' / \ln S$$

โดย E คือ ความสม่ำเสมอ (Evenness)

$H'$  คือ Shannon Index

S คือ ความอุดมสมบูรณ์ของสายพันธุ์ (Species richness)

ตาราง 2 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับโมเลกุลของการศึกษา

Catalogue Number	Species	Catalogue Number	Species
AUP00402	<i>Amolops Cremnobatus</i>	KR827892	<i>Limnonectes gyldenstolpei</i>
AUP01928	<i>Kurixalus verrucosus</i>	KR827891	<i>Limnonectes gyldenstolpei</i>
AUP01479	<i>Leptobranchella minima</i>	KR827896	<i>Limnonectes limborgi</i>
AUP00390	<i>Leptobranchium huashen</i>	MG935882	<i>Limnonectes limborgi</i>
AUP00391	<i>Leptobranchium huashen</i>	KR827954	<i>Nanoranaa enea</i>
AUP00381	<i>Leptobranchella eos</i>	KR827953	<i>Micryletta inornata</i>
AUP00395	<i>Leptobranchella minima</i>	KR827952	<i>Micryletta inornata</i>
AUP00398	<i>Leptobranchella minima</i>	KR827833	<i>Kaloula pulchra</i>
AUP00493	<i>Limnonectes bannaensis</i>	KR827832	<i>Kaloula pulchra</i>
AUP01475	<i>Megophrys major</i>	KR827944	<i>Microhyla heymonsi</i>
AUP01473	<i>Megophrys major</i>	KR827943	<i>Microhyla heymonsi</i>
AUP01478	<i>Microhyla butleri</i>	AB543609	<i>Microhyla mukhlesuri</i>
AUP01993	<i>Ophryohryne pachyproctus</i>	KR827916	<i>Microhyla butleri</i>
AUP00496	<i>Odorrana chloronota</i>	KR827915	<i>Microhyla butleri</i>
AUP00499	<i>Odorrana chloronota</i>	KR827910	<i>Microhyla bermorei</i>
AUP01608	<i>Odorrana chloronota</i>	KR827909	<i>Microhyla bermorei</i>
AUP01609	<i>Quasipaa verrucospinosa</i>	KR827950	<i>Microhyla pulchra</i>
AUP00543	<i>Polypedates megacephalus</i>	KR827949	<i>Microhyla pulchra</i>
AUP01458	<i>Raorchestes longnanensis</i>	KJ697684	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>
AUP01460	<i>Raorchestes longnanensis</i>	MG935763	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>
AUP01615	<i>Theioderma gordonii</i>	MG935762	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>
AUP01470	<i>Xenophrys Parva</i>	KR827873	<i>Leptolalax minimus</i>
AUP01985	<i>Gracixalus yunnanensis</i>	KR827872	<i>Leptolalax minimus</i>

ตาราง 2 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิเคราะห์ระดับโมเลกุลของการศึกษานี้ (ต่อ)

AUP01986	<i>Gracixalus yunnanensis</i>	KR827858	<i>Leptobrachium smithi</i>
AUP00524	<i>Ophryohryne pachyproctus</i>	KR827857	<i>Leptobrachium smithi</i>
AUP00385	<i>Kurixalus bisacculus</i>	KX066881	<i>Leptobrachium huashen</i>
KIZ042674	<i>Odorrana chloronota</i>	KX811931	<i>Leptobrachium huashen</i>
KIZ042657	<i>Leptobrachella minima</i>	KY800620	<i>Tylototriton shanjing</i>
KIZ042677	<i>Rhacophorus kio</i>	KY800626	<i>Tylototriton shanjing</i>
KIZ042679	<i>Chiromantis marginis</i>	KY800624	<i>Tylototriton yangi</i>
KR827841	<i>Kurixalus bisacculus</i>	KY800599	<i>Tylototriton pseudoverrucosus</i>
KR827840	<i>Kurixalus bisacculus</i>	KX811909	<i>Megophrys pachyproctus</i>
KR827990	<i>Polypedatesbr aueri</i>	MH406835	<i>Megophrys parva</i>
KR827989	<i>Polypedates braueri</i>	MH406738	<i>Megophrys parva</i>
KR828078	<i>Rhacophorus rhodopus</i>	KT461912	<i>Theلودerma albopunctatum</i>
KR828045	<i>Rhacophorus kio</i>	EF646375	<i>Philautus albopunctatus</i>
EF564518	<i>Chirixalus doriae</i>	MG606641	<i>Sylvirana nigrovittata</i>
KR828036	<i>Raorchestes parvulus</i>	MG606640	<i>Sylvirana nigrovittata</i>
MK234883	<i>Gracixalus yunnanensis</i>	MG909601	<i>Huia melasma</i>
MK234882	<i>Gracixalus yunnanensis</i>	AB211483	<i>Amolops cremnobatus</i>
JN862541	<i>Gracixalus quang</i>	KF185047	<i>Odorrana schmackeri</i>
JN862540	<i>Gracixalus quang</i>	MK650102	<i>Odorrana tianmuis</i>
MF467910	<i>Theلودerma gordon</i>	KR827966	<i>Odorrana chloronota</i>
EF646374	<i>Philautus albopunctatus</i>	KR827965	<i>Odorrana chloronota</i>
AB277301	<i>Fejervarya limnocharis</i>	DQ118482	<i>Quasipaa verrucospinosa</i>
KR827881	<i>Limnonectes bannaensis</i>	KR828033	<i>Quasipaa verrucospinosa</i>
KR827880	<i>Limnonectes bannaensis</i>	AB636618	<i>Hoplobatrachus rugulosus</i>
KR827905	<i>Limnonectes taylori</i>	AB277302	<i>Fejervarya limnocharis</i>
KR827904	<i>Limnonectes taylori</i>		

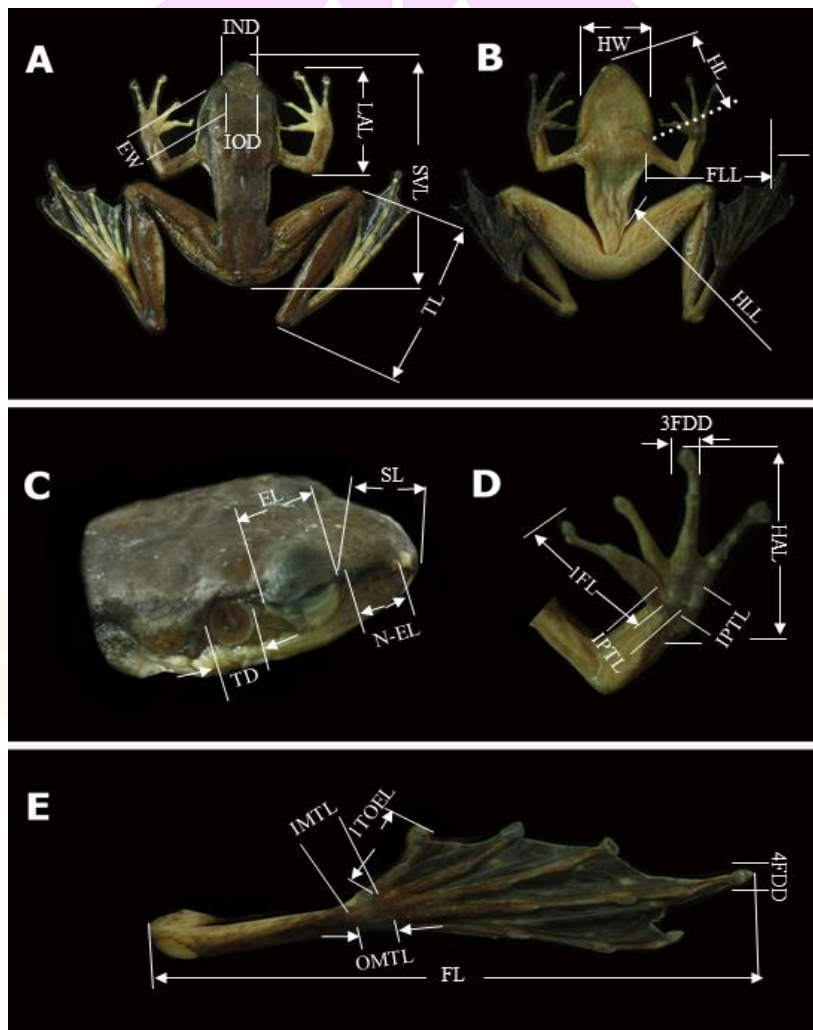
### การวิเคราะห์ทางลักษณะสัณฐานวิทยา

การกำหนดมาตรฐาน และความสามารถในการทำซ้ำเป็นหลักการสำคัญของการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ แต่มีข้อมูลน้อยมากที่จะสร้างมาตรฐานทางสัณฐานวิทยา จากการวัดภายในกลุ่มสัตว์มีกระดูกสันหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ซึ่งการทำมาตรฐานระเบียบวิธีนี้ใช้สำหรับการวัดลักษณะทางสัณฐานวิทยาใน Anurans โดยการวัดทั้งหมดจะแสดงตามชื่อที่ใช้บ่อยที่สุดจัดทำเป็นอักษรย่อ และมีคำจำกัดความของข้อมูลสถิติ โดยสรุปความแตกต่างเพื่อใช้ในการวัด และคำอธิบาย 24 แบบ ได้แก่ 1) (SVL) Snout-vent length ความยาวจากปลายปากถึงรูก้น 2) (HL) Head length ความยาวของส่วนหัว 3) (SL) Snout-length ความยาวของจมูก 4) (EL) Eye length ความยาวของตา 5) (N-EL) Nostril-eyelid length ความยาวรูจมูก-เปลือกตา 6) (HW) Head width ความกว้างของศีรษะ 7) (IND) Internarial distance ความกว้างระหว่างรูจมูก 8) (IOD) Interorbital distance ระยะห่างระหว่างตา วัดจากขอบด้านใน 9) (UEW) Upper eyelid width ความกว้างของเปลือกตา 10) (FLL) For climb length ความยาวของแขน 11) (LAL) Lower arm length วัดจากข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ 12) (HAL) Hand length ความยาวของมือ 13) (1FL) First finger length ความยาวนิ้วมือแรก 14) (IPTL) Inner palmar tubercle length ความกว้างของตุ่มหรือปุ่มในมือด้านใน 15) (OPTL) Outer palmar tubercle length ความกว้างของตุ่มหรือปุ่มที่มือด้านนอก 16) (3FDD) Third finger disk diameter เส้นผ่านศูนย์กลางปลายนิ้วมือที่สาม 17) (HLL) Hind limb length ความยาวของขาหลัง 18) (TL) Tibia length ความยาวแข้ง 19) (FL) Foot length ความยาวของเท้า 20) (IMTL) Inner metatarsal tubercle length ความยาวของ tubercle metatarsal ด้านใน 21) (1TOEL) first toe length ความยาวของนิ้วเท้าแรก 22) (4TDD) fourth toe disk diameter เส้นผ่านศูนย์กลางปลายนิ้วเท้าที่สี่ 23) (TD) tympanum-eye distance ความกว้างของแก้วหู และ 24) (OMTL) Outer metatarsal tubercle length ความยาวของ tubercle metatarsal ด้านนอก ดังตาราง 3

ตาราง 3 การวัดขนาดทางสัณฐานวิทยา 24 แบบมาตรฐานกับตัวอย่างที่ศึกษา

Characters (ตัวย่อ)	ความหมาย	คำอธิบาย
SVL	Snout-vent length	ความยาวจากปลายปากถึงรูทวาร
HL	Head length	ความยาวของส่วนหัว
SL	Snout-length	ความยาวของจมูก
EL	Eye length	ความยาวของตา
N-EL	Nostril-eyelid length	ความยาวรูจมูก-เปลือกตา
HW	Head width	ความกว้างของศีรษะ
IND	Internarial distance	ความกว้างระหว่างรูจมูก
IOD	Interorbital distance	ระยะห่างระหว่างตา วัดจากขอบตาด้านใน
UEW	Upper eyelid width	ความกว้างของเปลือกตา
FLL	For climb length	ความยาวของแขน
LAL	Lower arm length	วัดจากข้อศอกถึงปลายนิ้วมือ
HAL	Hand length	ความยาวของมือ
1FL	First finger length	ความยาวนิ้วมือแรก
IPTL	Inner palmar tubercle length	ความกว้างของตุ่มหรือปุ่มในมือด้านใน
OPTL	Outer palmar tubercle length	ความกว้างของตุ่มหรือปุ่มที่มือด้านนอก
3FDD	Third finger disk diameter	เส้นผ่านศูนย์กลางปลายนิ้วมือที่สาม
HLL	Hind limb length	ความยาวของขาหลัง
TL	Tibia length	ความยาวแข้ง
FL	Foot length	ความยาวของเท้า
IMTL	Inner metatarsal tubercle length	ความยาวของ Tubercle metatarsal ด้านใน
1TOEL	first toe length	ความยาวของนิ้วเท้าแรก
4TDD	fourth toe disk diameter	เส้นผ่านศูนย์กลางปลายนิ้วเท้าที่สี่
TD	tympanum-eye distance	ความกว้างของแก้วหู
OMTL	Outer metatarsal tubercle length	ความยาวของ Tubercle metatarsal ด้านนอก

การวิเคราะห์ลักษณะทางสัณฐานวิทยา และการวัดขนาดของตัวอย่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ตามแบบของ Suwannapoom et al. (2020) โดยใช้เครื่องมือวัด Digital calipers ในตำแหน่งด้วยความถูกต้องและแม่นยำ (ภาพ 2) ซึ่งตัวอย่างที่เก็บรักษาในเอทานอล 70% ค่อนข้างจะแตกต่างจากตัวอย่างสด เนื่องจากมีการหดตัวและเป็นไปได้ยากในการวัดค่าในส่วนต่าง ๆ ของตัวอย่างสดที่จะหลาย ๆ ตัวในเวลาเดียวกัน นั้นจึงทำการวัดตัวอย่างคองที่เก็บรักษาไว้ในเอทานอล 70% ในห้องปฏิบัติการ Characters โดยคำอธิบายตัวอักษรย่อในภาพ



ภาพ 2 ตำแหน่งและตัวอักษรย่อในการใช้วัดขนาดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก 24 แบบ เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการกำหนดมาตรฐานของการวัด (Matsui et al., 2010)

### การศึกษาระดับโมเลกุลของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งหมดที่ได้จากการสำรวจ ในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน จะถูกการุณยฆาตภายใต้ใบอนุญาตการใช้สัตว์ทดลองหมายเลข ศธ ๐๕๙๐.๑๔/๓๓/๓๗ ลงวันที่ ๖ กรกฎาคม ๒๕๖๑ คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา โดยตัวอย่างที่ได้จากการสำรวจครั้งนี้จะถูกแช่ใน 95% เอทานอล ในหลอดขนาด 1.5 ไมโครลิตร แล้วเก็บไว้ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิที่  $-20^{\circ}\text{C}$  เพื่อนำไปสกัดดีเอ็นเอด้วยชุดสกัด DNA

### การสกัดดีเอ็นเอ (DNA extraction)

ดีเอ็นเอของจีโนมทั้งหมดถูกสกัดจากตับและ/หรือกล้ามเนื้อโดยใช้ชุดสกัดดีเอ็นเอจากบริษัท Omega BIO-TEK โดยมีวิธีการ ดังนี้ บดตัวอย่างตับและ/หรือกล้ามเนื้อของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกหนัก 30 mg. ใส่ในหลอด 1.5 mg Microcentrifuge tube เติมบัฟเฟอร์ TL 200  $\mu\text{L}$  เติม 25  $\mu\text{L}$  Proteinase K ผสมเข้ากันให้ละเอียด บ่มไว้ที่อุณหภูมิ  $55^{\circ}\text{C}$  บั่นแยกที่ความเร็วสูงสุด ( $\geq 10,000 \times g$ ) เป็นเวลา 5 นาที ตูดเฉพาะสารละลายส่วนบนใส่หลอดใหม่ เติมสารละลาย BL Buffer 220  $\mu\text{L}$  ผสมให้ละเอียด บ่มไว้ที่อุณหภูมิ  $70^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลา 10 นาที เติมเอทานอล 100% 220  $\mu\text{L}$  ผสมให้เข้ากัน ย้ายสารละลายทั้งหมดไปยังคอลัมน์ HiBind® DNA Mini บั่นด้วยความเร็วสูงสุด 1 นาที ที่งสารละลายด้านล่าง เติม 500  $\mu\text{L}$  HBC buffer บั่นที่ความเร็วสูงสุด 30 วินาที ที่งสารละลายด้านล่าง นำคอลัมน์ HiBind® DNA Mini ไปใส่ใน 2 mL collection tube หลอดใหม่ จากนั้นเติม 700  $\mu\text{L}$  DNA Wash Buffer บั่นแยกที่ความเร็วสูงสุด 30 วินาที ที่งสารละลายด้านล่าง ทำซ้ำในขั้นตอนนี้อีกครั้ง แล้วนำคอลัมน์ HiBind® DNA Mini ไปบั่นที่ความเร็วสูงสุดเป็นเวลา 2 นาที เพื่อให้คอลัมน์แห้ง ย้ายคอลัมน์ HiBind® DNA Mini ลงในหลอด Microcentrifuge 1.5 mL หลอดใหม่ เติม 100  $\mu\text{L}$  Elution Buffer นำไปบ่มที่อุณหภูมิ  $70^{\circ}\text{C}$  และตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 2 นาที แล้วนำไปบั่นที่ความเร็วสูงสุด 1 นาที แล้วเก็บสารละลาย DNA ที่ถูกชะล้างไว้ในหลอด 1.5 mL ที่อุณหภูมิ  $-20^{\circ}\text{C}$

## การเพิ่มปริมาณดีเอ็นเอด้วยวิธีปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส (Polymerase Chain Reaction; PCR)

ทำการเพิ่มปริมาณของดีเอ็นเอในส่วนไมโทคอนเดรียดีเอ็นเอ 16S rRNA ขนาด 589 bp ด้วยวิธีปฏิกิริยาลูกโซ่พอลิเมอเรส โดยมีส่วนผสมของปฏิกิริยา PCR ดังตาราง 4

ตาราง 4 ส่วนประกอบในปฏิกิริยา PCR

ชนิดของสาร	ปริมาณสาร (μL)	ความเข้มข้น สุดท้าย
1X buffer	2.5	1X
16_S-ar primer	0.5	150.2 μM
16_S-br primer	0.5	0.2 μM
dNTP	0.5	150.2 mM each
MgCl <sub>2</sub>	0.75	1.5 mM
H <sub>2</sub> O	17.05	
DNA template	3	600 ng
Taq Polymerase	0.2	60.2 unit
ปริมาตรรวม	25	

เพิ่มปริมาณชิ้นส่วนของยีน mitochondrial 16S rRNA โดยใช้คู่ไพรเมอร์ 16Sar (5'-CGCCTGTTTAYCAAAAACAT-3') และ 16Sbr (5'-CCGGTYTGAACCTCAGATCAYGT-3') (Suwannapoom et al., 2019) โดยควบคุมอุณหภูมิของปฏิกิริยา ดังนี้ pre-denaturation ที่ 94°C นาน 5 นาที และตามด้วยปฏิกิริยา PCR ที่ประกอบด้วย 94°C นาน 30 วินาที 50°C นาน 30 วินาที และ 72°C นาน 1 นาที จำนวน 1 รอบ หลังจากนั้นตามด้วย final extension ที่ 72°C นาน 7 นาที ตรวจสอบผลผลิต PCR ที่ได้โดย 1% Agarose gel electrophoresis จากนั้นนำผลผลิต PCR ที่ได้ไปทำให้บริสุทธิ์ด้วยชุด NucleoSpin Gel and PCR Clean-up โดยมีวิธีการดังนี้ กำหนดน้ำหนักของ agarose gel 2 % 100 mg เติมน้ำบัฟเฟอร์ NT1 200 μL บ่มไว้ที่อุณหภูมิ 50 C เป็นเวลา 5-10 นาที เขย่าอย่างค่อย ๆ ทุก ๆ 2-3 นาที จน gel เป็นละลายหมด วาง NucleoSpin® Gel และ PCR Clean-up Column บรรจุตัวอย่าง 700 μL ลงในหลอด 2 mg ปั่นแยกที่ความเร็ว (11,000 x) เป็นเวลา 30 วินาที เติมน้ำบัฟเฟอร์ NT3 ลงในคอลัมน์ NucleoSpin® Gel และทำ PCR Clean-up ปั่นแยกที่ความเร็ว 11,000 x g เป็นเวลา 30 วินาที ปั่นแยกด้วย

ความเร็ว (11,000 x g) เป็นเวลา 1 นาที เพื่อขจัดบัฟเฟอร์ NT3 อย่างสมบูรณ์ วาง NucleoSpin® Gel และ PCR Clean-up Column ลงในหลอดไมโครเซนตริฟิวจ์ mg มล. ใหม่ เต็ม 30  $\mu$ L บัฟเฟอร์ NE และบ่มที่อุณหภูมิ (18–25 °C) เป็นเวลา 1 นาที ปั่นเหวี่ยงเป็นเวลา 1 นาที ด้วยความเร็ว 11,000 x g และส่งผลผลิต PCR ที่บริสุทธิ์ไปหาลำดับดีเอ็นเอที่บริษัท เอทีจีซี จำกัด (ประเทศไทย) โดยหาลำดับดีเอ็นเอทั้งสองทิศทาง จากนั้นนำลำดับดีเอ็นเอที่ได้มาตรวจสอบและรวมลำดับดีเอ็นเอของตัวอย่างแต่ละตัวอย่างด้วยโปรแกรม .MEGA 7.0 และนำลำดับดีเอ็นเอที่ได้ทั้งหมดไปฝากไว้ในฐานข้อมูล GenBank

### วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม Phylogenetic analysis

วิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่ได้จากการศึกษาบริเวณ ยีน 16S rRNA ลำดับได้รับการตรวจสอบคุณภาพและได้รับการยืนยันความสมบูรณ์โดยใช้ DNASTAR 5.0 ลำดับถูกดาวน์โหลดจาก GenBank เพื่อวิเคราะห์ *Occidozyga lima* ได้รับเลือกให้เป็นอนุกรมวิธานนอกกลุ่ม (Suwannapoom et al., 2020; Rowley et al., 2020; Pomchote et al., 2020) หลังจากตัดแต่งปลายแล้วจะมีการจัดลำดับตามลำดับมีช่องว่างโดยใช้ MUSCLE พร้อมการตั้งค่าเริ่มต้นระยะทางพันธุกรรมระหว่าง Taxa คำนวณโดยโปรแกรม MEGA 6.0 (Suwannapoom et al., 2020) การสร้างความสัมพันธ์ ทางวิวัฒนาการถูกดำเนินการโดยใช้ Bayesian การอนุมาน (BI) และโอกาสสูงสุด (ML) รุ่นที่พอดีที่สุดของวิวัฒนาการลำดับดีเอ็นเอถูกเลือกโดยใช้โปรแกรม MrModeltest v2.3 (Nylander, 2004) เพื่อทดสอบหาโมเดลของ DNA ภายใต้เกณฑ์ข้อมูลที่เหมาะสมโดยใช้ค่า Akaike information criterion พบว่าโมเดล GTR + I + G ได้รับเลือกเป็นวิธีที่ดีที่สุดและเหมาะสมต่อจากนั้นใช้ model ไปสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วยวิธี Bayesian inference ถูกสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม MrBayes 3.1.2 (Ronquist and Huelsenbeck, 2003; Suwannapoom et al., 2017) สำหรับการวิเคราะห์ BI โดยใช้ค่า random starting tree เท่ากับ 5 ล้านรุ่น โดยทำการเก็บข้อมูลทุก ๆ 1,000 รุ่น โดยใช้ 4 Markov Chain Monte Carlo (MCMC) (temp = 0.2) และคำนวณหาค่า log-likelihood scores ในการสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม (Tree) โดยใช้โปรแกรมTracer v1.5 (Rambaut et al., 2013) และข้อมูลจาก 25% แรกจะเป็นการ burn-in ก่อนสร้างแผนภาพความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมด้วย maximum likelihood analysis โดยใช้โปรแกรม RAxML 7.0.4 (Stamatakis et al., 2008) การทดแทนนิวคลีโอไทด์แบบเดียวกับการวิเคราะห์ BI ใช้สำหรับ ML โดยใช้โมเดล GTR+I+G และใช้ค่า bootstrap เสถียรภาพที่สำคัญเท่ากับ 1,000 (Poyarkov et al., 2021; Suwannapoom et al., 2021)

## บทที่ 4

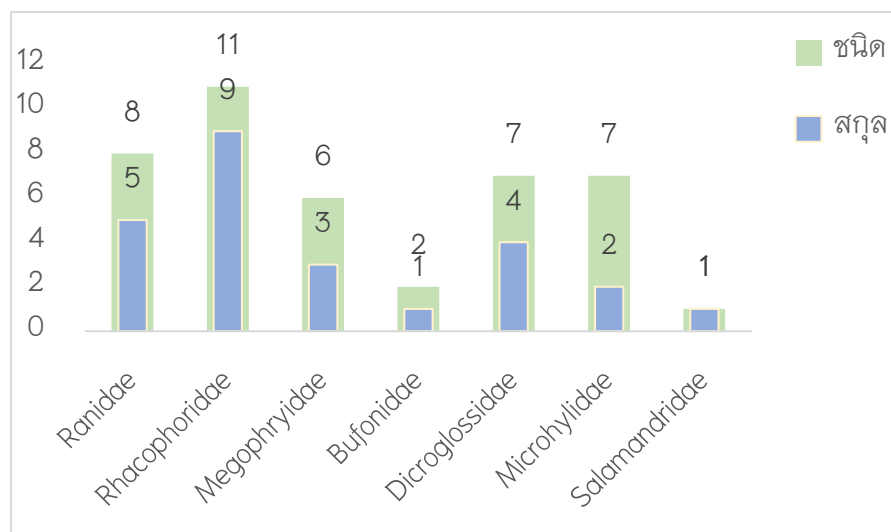
### ผลการศึกษา

#### การสำรวจความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

จากการสำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกบริเวณเขตอุทยานแห่งชาติดอยภูคา อำเภอ  
บ่อเกลือ จังหวัดน่าน พบ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งสิ้นจำนวน 42 ชนิด 25 สกุล 7 วงศ์ และ  
2 อันดับ โดยมีรายละเอียด ดังตาราง 5 และภาพ 3

#### ตาราง 5 ชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน

อันดับ	วงศ์	จำนวนสกุล	จำนวนชนิด
Anurans	Ranidae	5	8
	Rhacophoridae	9	11
	Megophryidae	3	6
	Bufoidea	1	2
	Dicroglossidae	4	7
	Microhylidae	2	7
Salamanders	Salamandridae	1	1
รวม		25	42



ภาพ 3 แสดงถึงจำนวน ชนิด และสกุลของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในแต่ละวงศ์

จากการสำรวจพบว่า ลักษณะภูมิประเทศของจุดพื้นที่สำรวจทั้ง 3 จุดเก็บตัวอย่างมีความแตกต่างกัน ทำให้องค์ประกอบชนิดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในแต่ละพื้นที่สำรวจไม่มีความแตกต่างกันมาก โดยพบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งสิ้น 42 ชนิด ซึ่งจุดสำรวจที่ 1 พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งหมด 38 ชนิด จุดสำรวจที่ 2 พบจำนวน 34 ชนิด และจุดสำรวจที่ 3 พบน้อยที่สุดจำนวน 31 ชนิด (ตาราง 7)

สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกชนิดที่พบมากที่สุด ได้แก่ *Ophryophryne pachyproctus* พบจำนวน 21 ตัวอย่าง โดยจุดสำรวจที่ 1 พบ 11 ตัวอย่าง จุดสำรวจที่ 2 พบ 7 ตัวอย่าง และจุดสำรวจที่ 3 พบ 3 ตัวอย่าง ส่วน *Leptobranchella minima* พบใน 3 จุด โดยจุดสำรวจที่ 3 พบมากที่สุด (10 ตัวอย่าง) รองลงมาจุดที่ 1 พบ 8 ตัวอย่าง ส่วนจุดที่สำรวจที่ 2 พบ 6 ตัวอย่าง ขณะที่สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบน้อยที่สุดได้แก่ *Chirixalus doriae* และ *Gracixalus quangii* โดยพบในจุดสำรวจที่ 1 พบชนิดละ 1 ตัว ส่วน *Polypedates braueri* และ *Microhyla butleri* พบในจุดที่สำรวจที่ 2 ชนิดละ 1 ตัวเช่นกัน

ตาราง 6 แสดงจำนวนบัญชีรายชื่อชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ  
ดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย

Species	จุดสำรวจที่ 1	จุดสำรวจที่ 2	จุดสำรวจที่ 3
<i>Amolops Cremnobatus</i>	√	√	
<i>A. marmoratus</i>	√	√	√
<i>Chirixalus doriae</i>	√		
<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	√	√	√
<i>Fejervarya limnocharis</i>	√	√	√
<i>Gracixalus quangii</i>	√		
<i>G. yunnanensis</i>	√	√	√
<i>Huia melasma</i>	√	√	√
<i>Hoplobatrachus rugulosus</i>	√		√
<i>Kurixalus bisacculus</i>	√	√	√
<i>Kaloula pulchra</i>		√	√
<i>Leptobranchella eos</i>	√	√	√
<i>L. minima</i>	√	√	√
<i>Leptobranchium huashen</i>	√	√	
<i>L. smithi</i>	√	√	√
<i>Limnonectes bannaensis</i>	√	√	√
<i>L. taylori</i>	√	√	√
<i>L. limborgi</i>	√	√	
<i>L. gyldenstolpei</i>	√	√	√
<i>Microhyla butleri</i>		√	
<i>M. berdmorei</i>	√	√	√

ตาราง 6 แสดงจำนวนบัญชีรายชื่อชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่พบในพื้นที่อุทยานแห่งชาติ  
ดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย (ต่อ)

<i>M. heymonsi</i>	√	√	√
<i>M. inornate</i>	√	√	√
<i>M. mukhlesuri</i>	√	√	√
<i>M. pulchra</i>	√	√	√
<i>Megophrys major</i>	√	√	√
<i>M. parva</i>	√	√	√
<i>Nanorana aenea</i>	√	√	√
<i>Odorrana chloronota</i>	√	√	√
<i>O. schmackeri</i>	√	√	√
<i>Ophryophryne pachyproctus</i>	√	√	√
<i>Polypedates braueri</i>		√	
<i>Quasipaa verrucospinosa</i>	√	√	√
<i>Rhacophorus kio</i>	√	√	
<i>R. rhodopus</i>	√	√	
<i>Raorchestes parvulus</i>	√		√
<i>Sylvirana nigrovittata</i>	√		
<i>S. cubitalis</i>	√	√	√
<i>Theloderma albopunctatum</i>	√		
<i>T. gordonii</i>	√		√
<i>Tylostotriton phukhaensis</i>	√		√
<i>Zhangixalus smaragdinus</i>		√	√
รวมจำนวนแต่ละ ชนิด	38	34	31

ค่าความหลากหลายชนิด (Species richness) พบว่า จุดสำรวจที่ 1 มีค่าความหลากหลายชนิดสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 38 ชนิด รองลงมาคือ จุดสำรวจที่ 2 มีค่าเท่ากับ 34 ชนิด ส่วนจุดสำรวจที่ 3 มีค่าความหลากหลายชนิดน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 31 ชนิด จากการคำนวณพบว่า จุดสำรวจที่ 3 มีค่า Simpson's index สูงที่สุด เท่ากับ 31.9 รองลงมาคือ จุดสำรวจที่ 2 มีค่าเท่ากับ 30.8 และจุดสำรวจที่ 1 มีค่า Simpson's index น้อยที่สุด คือ 28.9 ในส่วนค่า Simpson diversity index พบว่า จุดสำรวจที่ 1 และจุดสำรวจที่ 2 มีค่าเท่ากัน คือ 3.4 ส่วนจุดที่ 3 มีค่า Simpson diversity index น้อยที่สุด คือ มีค่าเท่ากับ 3.3 ขณะที่ค่าความสม่ำเสมอ (Species evenness) พบว่า จุดสำรวจที่ 2 และจุดสำรวจที่ 3 มีค่าสูงสุดเท่ากัน คือ 1.0 ส่วนจุดสำรวจที่ 1 มีค่าความสม่ำเสมอ (Species evenness) ต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 0.9 (ตาราง 7)

**ตาราง 7** ความหลากหลายชนิด ค่าความหลากหลายหลาย และ ความสม่ำเสมอของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่พบในพื้นที่สำรวจ 3 จุดเก็บตัวอย่างในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน

	Species richness (N)	Simpson diversity index (1/D)	Simpson diversity index (H')	Species evenness (E)
จุดสำรวจที่ 1	38	28.9	3.4	0.9
จุดสำรวจที่ 2	34	30.8	3.4	1.0
จุดสำรวจที่ 3	31	31.9	3.3	1.0

จากการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน มีชนิดที่เป็นรายงานการแพร่กระจายใหม่ของจังหวัดน่านจำนวน 4 ชนิด ประกอบด้วย *Gracixalus yunnanensis* โดย Frost (2021) ได้รายงานว่ามีการกระจายตัวบริเวณมณฑลยูนนาน ประเทศจีน ลาว และเวียดนามส่วน *Gracixalus quang* ก่อนหน้านี้มีรายงานการกระจายตัวบริเวณทางตอนเหนือของประเทศเวียดนาม และประเทศลาว (Frost, 2021) ขณะที่ปิยวรรณ นียมวัน และคณะ (2562) ได้รายงานว่า *Quasipaa fasciculispina* (กบอกหนาม) มีการกระจายพันธุ์บริเวณจังหวัดจันทบุรี และจังหวัดตราดเท่านั้น ส่วน Inger (1970) ได้รายงานว่า *Limnnectes bannaensis* ก่อนหน้านี้พบการกระจายพันธุ์บริเวณทางตอนใต้ของประเทศจีน เวียดนาม และทางตอนเหนือของประเทศลาว (Suwannapoom et al., 2016)

## ปัจจัยที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

### การศึกษาลักษณะพื้นฐานวิทยา

จากการศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน จำนวน 156 ตัวอย่าง 42 ชนิด ได้แก่ *Amolop marmoratus* จำนวน 1 ตัวอย่าง *Chirixalus doriae* 1 ตัวอย่าง *Gracixalus Gaungi* 1 ตัวอย่าง *Microhyla butleri* 1 ตัวอย่าง *Polypedates megacephalus* 1 ตัวอย่าง *Amolops cremnobatus* จำนวน 13 ตัวอย่าง *Ordorrana chloronota* 16 ตัวอย่าง *Leptobranchium huashen* 2 ตัวอย่าง *Limnonectes bannaensis* 13 ตัวอย่าง *Kurixalus verrucosus* 2 ตัวอย่าง *Leptobranchella eos* 9 ตัวอย่าง *Leptobranchella minima* 24 ตัวอย่าง *Gracixalus yunnaneasis* 5 ตัวอย่าง *Kurixalus bisacculus* 7 ตัวอย่าง *Megophrys Koui* 21 ตัวอย่าง *Megophrys major* 4 ตัวอย่าง *Megophrys parva* 6 ตัวอย่าง *Theloderma gordonii* 2 ตัวอย่าง *Limnonectes taylori* 10 ตัวอย่าง *Quasipaa-verrucospinosa* 10 ตัวอย่าง *Raorchestes parvulus* 4 ตัวอย่าง และ *Rhacophorus kio* 3 ตัวอย่าง (ตาราง 8–20) สำหรับค่าการวัดขนาดสัดส่วนของแต่ละชนิดแสดงในตารางภาคผนวก ก-

**ตาราง 8** การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Amolop marmoratus* และ *A. cremnobatus*

Catalogue numver	<i>Amolop marmoratus</i>	<i>A. cremnobatus</i>			
		Min- Max	Min- Max	Mean± SD	Mean± SD
SEX	Male (N=1)	Female (N=9)		Female (N=6)	
SVL	42.7	33.6–60.9	40.2±8.2	29.0–32.1	30.0±1.4
HL	16.3	12.0–23.3	14.6±3.4	10.2–10.7	10.4±0.2
SL	7.1	4.8–9.5	6.0±1.4	3.8–4.6	4.2±0.4
EL	6.4	4.6–8.9	6.0±1.3	3.4–5.2	4.5±0.8
N-EL	4.0	2.9–4.7	3.4±0.6	2.4–2.6	2.5±0.1
HW	13.5	9.5–21.3	12.5±3.4	8.6–9.4	9.0±0.4
IND	3.9	3.9–7.5	4.7±1.1	3.2–3.8	3.6±0.3

Catalogue numver	<i>Amolop marmoratus</i>	<i>A. cremnobatus</i>			
IOD	5.1	3.5–6.3	4.2±0.8	2.8–3.1	3.0±0.1
UEW	3.5	1.8–4.7	2.6±0.9	1.9–2.3	2.1±0.2
FLL	30.1	21.3–41.2	26.7±5.9	18.3–20.3	19.1±0.8
LAL	21.7	15.8–29.6	19.1±4.2	13.7–14.3	14.0±0.3
HAL	13.6	9.8–19.6	11.9±3.1	7.5–9.0	8.5±0.7
1FL	7.4	3.2–10.0	5.4±2.0	3.5–4.8	4.2±0.5
IPTL	3.2	1.6–4.0	2.4±0.7	1.8–2.1	1.9±0.2
OPTL	1.8	1.6–3.3	2.1±0.5	1.6–1.9	1.8±0.1
3FDD	1.1	1.8–3.7	2.7±0.5	1.4–2.1	1.8±0.3
HLL	85.1	59.6–118.3	71.7±18.3	51.5–55.0	52.5±1.7
TL	27.3	18.6–38.5	23.2±6.0	17.4–18.2	17.7±0.4
FL	36.2	23.9–47.3	29.0±7.2	19.8–22.9	20.9±1.4
IMTL	2.9	1.9–4.1	2.4±0.7	1.6–1.9	1.8±0.2
1TOEL	8.4	4.0–10.9	6.5±2.1	5.0–5.8	5.4±0.4
4TDD	1.3	1.1–2.3	1.5±0.4	1.1–1.3	1.2±0.1
TD	4.7	2.9–5.0	3.4±0.6	2.2–3.1	2.7±0.4
OMTL	2.2	1.7–4.1	2.3±0.7	1.9–2.0	2.0±0.1

ตาราง 9 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Ordorrana chloronota*

Catalogue numver	<i>Ordorrana chloronota</i>			
	Min-Max	Mean±SD	Min-Max	Mean±SD
SEX	Male (N=2)		Female (N=14)	
SVL	68.2-70.0	69.1±1.3	84.1-113.0	98.4±8.8
HL	22.8-23.5	23.1±0.5	27.3-36.3	31.6±2.6
SL	10.4-10.8	10.6±0.3	13.0-17.7	15.2±1.5
EL	8.1-9.0	8.5±0.6	8.5-13.1	11.1±1.2
N-EL	6.8-7.0	6.9±0.1	7.7-10.1	8.9±0.8
HW	21.7-22.3	22.0±0.4	27.7-36.4	32.0±2.6
IND	5.3-5.5	5.4±0.2	7.8-10.0	8.7±0.6
IOD	5.8-6.0	5.9±0.1	6.9-11.1	8.6±1.3
UEW	6.0-6.0	6.0±0.0	6.2-8.9	7.5±0.8
FLL	41.6-43.9	42.7±1.6	49.4-69.4	59.7±5.6
LAL	30.2-31.4	30.8±0.9	34.2-47.9	42.5±3.5
HAL	21.4-22.3	21.8±0.6	24.8-31.4	28.3±1.8
1FL	12.1-12.9	12.5±0.6	13.1-18.5	16.6±1.6
IPTL	2.0-2.0	2.0±0.0	2.2-3.1	2.6±0.3
OPTL	3.4-3.4	3.4±0.0	3.6-5.1	4.4±0.4
3FDD	1.7-1.8	1.7±0.1	2.1-3.2	2.6±0.3
HLL	133.2-136.5	134.9±2.3	166.8-211.3	185.5±13.6
TL	45.1-47.0	46.1±1.3	57.3-72.4	63.0±4.3
FL	57.6-58.8	58.2±0.8	65.8-87.5	77.7±6.5
IMTL	3.6-4.1	3.8±0.4	4.5-6.9	5.0±0.6
1TOEL	10.0-10.5	10.2±0.4	11.9-15.8	13.2±1.0
4TDD	1.5-1.7	1.6±0.1	1.9-3.0	2.4±0.3
TD	5.0-5.2	5.1±0.2	4.2-6.9	6.0±0.7
OMTL	2.9-3.1	3.0±0.1	3.3-5.0	4.2±0.6

ตาราง 10 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Chirixalus doriae*,  
*Gracixalus Gaungi* และ *Polypedates megacephalus*

Catalogue numver	<i>Chirixalus doriae</i>	<i>Gracixalus Gaungi</i>	<i>Polypedates megacephalus</i>
	Male (N=1)	Male (N=1)	Female (N=1)
SVL	25.0	25.9	69.4
HL	9.8	10.8	23.1
SL	3.6	4.2	10.1
EL	4.5	4.7	8.3
N-EL	2.2	2.5	5.7
HW	7.8	9.1	21.8
IND	2.6	1.9	5.4
IOD	3.3	2.7	7.7
UEW	1.9	2.3	4.5
FLL	14.5	16.1	44.1
LAL	10.6	13.1	33.8
HAL	6.1	9.5	21.5
1FL	2.8	4.3	12.3
IPTL	1.3	1.3	3.7
OPTL	1.6	1.9	3.0
3FDD	0.9	1.5	3.0
HLL	38.2	44.3	111.3
TL	12.5	14.5	34.6
FL	15.3	17.3	46.7
IMTL	1.4	1.1	3.2
1TOEL	3.5	3.8	11.6
4TDD	0.8	1.1	2.3
TD	2.4	0.8	5.8
OMTL	1.5	2.0	3.5

ตาราง 11 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูกาคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Gracixalus yunnaneasis*

Catalogue numver	<i>Gracixalus yunnaneasis</i>		
	Min- Max	Mean± SD	
SEX	Male (N=4)		Female (N=1)
SVL	32.3-39.0	36.3±3.0	39.3
HL	12.5-14.3	13.3±0.8	13.2
SL	4.3-5.8	5.3±0.6	5.7
EL	4.8-5.3	5.1±0.2	5.1
N-EL	3.1-3.6	3.4±0.2	3.6
HW	11.6-14.0	13.1±1.1	14.6
IND	3.3-3.7	3.4±0.2	4.1
IOD	3.7-4.8	4.3±0.5	4.4
UEW	2.4-2.9	2.7±0.2	2.7
FLL	21.8-26.0	24.2±1.8	27.0
LAL	14.8-18.1	17.0±1.5	18.7
HAL	8.2-11.2	10.3±1.4	11.2
1FL	3.5-4.8	4.2±0.6	5.1
IPTL	1.5-2.2	1.8±0.3	1.8
OPTL	1.8-2.2	2.0±0.2	2.1
3FDD	1.1-2.0	1.4±0.4	1.4
HLL	47.8-57.3	54.5±4.6	64.3
TL	14.8-18.1	17.1±1.5	17.8
FL	19.9-25.8	23.1±2.4	23.9
IMTL	1.7-2.1	1.8±0.2	1.9
1TOEL	3.9-5.4	4.8±0.7	5.3
4TDD	1.2-1.7	1.4±0.2	1.4
TD	2.7-3.3	2.9±0.3	2.9
OMTL	2.3-2.7	2.5±0.2	2.5

ตาราง 12 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Kurixalus bisacculus*

Catalogue numver	<i>Kurixalus bisacculus</i>			
	Min- Max	Mean± SD	Min- Max	Mean± SD
SEX	Male (N=2)		Female (N=5)	
SVL	31.4–33.1	32.3±1.2	30.3–43.0	35.3±5.6
HL	12.2–12.3	12.2±0.1	11.9–15.4	14.1±1.7
SL	4.7–5.1	4.9±0.2	4.6–6.3	5.4±0.8
EL	4.4–5.3	4.8±0.6	4.5–6.9	5.5±0.9
N-EL	2.3–2.9	2.6±0.5	2.5–3.8	3.1±0.5
HW	10.2–13.0	11.6±2.0	10.5–16.1	13.2±2.2
IND	2.9–3.2	3.1±0.2	2.9–4.0	3.4±0.4
IOD	3.5–3.8	3.7±0.3	3.4–5.0	4.1±0.6
UEW	2.3–2.8	2.6±0.3	2.1–3.2	2.7±0.4
FLL	17.9–20.9	19.4±2.1	17.9–26.4	21.4±3.8
LAL	13.7–15.6	14.7±1.3	13.8–21.9	16.6±3.5
HAL	9.1–9.5	9.3±0.2	9.2–12.7	10.5±1.7
1FL	3.8–4.6	4.2±0.5	3.7–7.0	5.0±1.3
IPTL	1.9–2.0	1.9±0.1	2.0–2.4	2.2±0.2
OPTL	1.4–1.7	1.5±0.2	1.3–2.6	1.9±0.5
3FDD	1.5–1.9	1.7±0.3	1.4–2.1	1.8±0.2
HLL	44.0–49.6	46.8±4.0	42.3–72.3	54.2±11.9
TL	14.1–16.0	15.0±1.4	14.4–22.4	17.4±3.3
FL	17.9–21.0	19.5±2.2	17.9–30.5	22.8±5.2
IMTL	1.4–2.9	2.2±1.0	1.5–2.4	2.0±0.3
1TOEL	4.1–4.7	4.4±0.4	4.2–6.3	4.9±1.0
4TDD	1.3–1.5	1.4±0.1	1.2–1.8	1.4±0.2
TD	2.6–3.2	2.9±0.4	2.3–4.2	3.4±0.9
OMTL	1.6–1.9	1.8±0.2	1.7–2.3	1.9±0.3

ตาราง 13 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Kurixalus verrucosus*  
และ *Theلودerma gordonii*

Catalogue numver	<i>Kurixalus verrucosus</i>		<i>Theلودerma gordonii</i>	
	Min–Max	Mean±SD	Min–Max	Mean±SD
SEX	Male (N=2)		Male (N=2)	
SVL	31.4–33.1	32.3±1.2	49.9–53.5	51.7±2.6
HL	12.2–12.3	12.2±0.1	20.6–21.6	21.1±0.7
SL	4.7–5.1	4.9±0.2	9.7–10.3	10.0±0.4
EL	4.4–5.3	4.8±0.6	6.5–6.9	6.7±0.2
N–EL	2.3–2.9	2.6±0.5	5.1–5.2	5.1±0.0
HW	10.2–13.0	11.6±2.0	21.0–22.1	21.5±0.8
IND	2.9–3.2	3.1±0.2	4.3–4.5	4.4±0.1
IOD	3.5–3.8	3.7±0.3	7.0–7.7	7.4±0.5
UEW	2.3–2.8	2.6±0.3	4.4–4.9	4.7±0.4
FLL	17.9–20.9	19.4±2.1	34.6–39.0	36.8±3.1
LAL	13.7–15.6	14.7±1.3	25.3–30.1	27.7±3.4
HAL	9.1–9.5	9.3±0.2	15.6–17.2	16.4±1.1
1FL	3.8–4.6	4.2±0.5	3.4–7.0	5.2±2.5
IPTL	1.9–2.0	1.9±0.1	1.8–2.3	2.1±0.4
OPTL	1.4–1.7	1.5±0.2	2.0–2.3	2.1±0.2
3FDD	1.5–1.9	1.7±0.3	2.2–2.5	2.3±0.2
HLL	44.0–49.6	46.8±4.0	76.1–85.7	80.9±6.8
TL	14.1–16.0	15.0±1.4	23.9–27.5	25.7±2.5
FL	17.9–21.0	19.5±2.2	32.6–37.2	34.9±3.3
IMTL	1.4–2.9	2.2±1.0	3.0–3.1	3.0±0.0
1TOEL	4.1–4.7	4.4±0.4	5.7–5.9	5.8±0.1
4TDD	1.3–1.5	1.4±0.1	1.9–1.9	1.9±0.0
TD	2.6–3.2	2.9±0.4	3.8–5.0	4.4±0.8
OMTL	1.6–1.9	1.8±0.2	1.7–3.0	2.3±0.9

ตาราง 14 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Raorchestes parvulus*  
และ *Rhacophorus kio*

Characters	<i>Raorchestes parvulus</i>		<i>Rhacophorus kio</i>		
	Min-Max	Mean±SD	Min-Max	Mean±SD	
SEX	Male (N=4)		Male (N=2)		Female (N=1)
SVL	17.2-18.5	17.8±0.6	71.5-72.4	72.0±0.6	72.3
HL	6.3-6.9	6.7±0.3	23.0-23.8	23.4±0.6	23.6
SL	2.2-3.0	2.6±0.3	11.5-11.9	11.7±0.3	12.3
EL	2.1-2.6	2.4±0.2	8.2-8.6	8.4±0.3	7.6
N-EL	1.4-1.8	1.6±0.2	6.2-6.6	6.4±0.3	6.5
HW	5.0-6.0	5.6±0.5	20.9-23.0	22.0±1.4	22.1
IND	1.8-2.1	1.9±0.1	6.2-6.7	6.4±0.3	6.8
IOD	1.9-2.9	2.4±0.4	8.0-8.6	8.3±0.4	7.4
UEW	1.0-1.6	1.2±0.3	4.9-5.9	5.4±0.7	5.2
FLL	9.4-11.6	10.3±0.9	41.4-44.4	42.9±2.2	41.5
LAL	7.2-8.6	8.0±0.7	28.8-32.4	30.6±2.5	30.9
HAL	4.2-5.2	4.8±0.5	21.2-22.0	21.6±0.6	20.9
1FL	1.3-1.8	1.5±0.2	12.2-12.3	12.2±0.1	12.0
IPTL	0.5-0.8	0.7±0.1	4.8-5.4	5.1±0.5	4.9
OPTL	0.8-1.3	1.0±0.2	3.1-3.3	3.2±0.1	3.5
3FDD	0.7-0.9	0.8±0.1	4.4-4.5	4.5±0.0	4.7
HLL	22.5-25.7	24.3±1.3	106.0-113.8	109.9±5.5	110.5
TL	7.3-8.2	7.8±0.4	33.5-35.9	34.7±1.7	35.2
FL	9.4-10.9	10.4±0.7	45.7-47.1	46.4±1.0	46.9
IMTL	0.7-7.0	2.3±3.2	2.9-3.3	3.1±0.3	3.4
1TOEL	2.0-2.4	2.2±0.2	12.1-13.0	12.5±0.7	11.5
4TDD	0.5-0.8	0.6±0.2	3.1-3.1	3.1±0.0	3.1
TD	1.2-1.3	1.2±0.1	6.1-6.4	6.2±0.3	5.4
OMTL	1.1-1.5	1.3±0.2	3.34-3.54	3.44±0.14	4.1

ตาราง 15 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Leptobranchium*  
*huashen* และ *Megophrys parva*

Catalogue numver	<i>Leptobranchium huashen</i>		<i>Megophrys parva</i>	
	Min-Max	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD
SEX	Female (N=2)		Female (N=6)	
SVL	52.2-64.4	36.5-53.0	45.2±6.6	58.3±8.6
HL	24.7-31.0	13.7-20.0	16.9±2.4	27.8±4.4
SL	10.3-12.4	4.5-8.6	6.2±1.4	11.4±1.5
EL	7.0-9.1	4.7-6.8	5.9±0.8	8.0±1.5
N-EL	5.5-6.7	2.1-4.5	3.4±0.8	6.1±0.8
HW	24.9-29.7	12.4-17.7	15.5±2.1	27.3±3.4
IND	6.1-6.9	3.7-5.6	4.8±0.7	6.5±0.5
IOD	7.8-8.3	4.1-5.8	5.0±0.7	8.0±0.3
UEW	5.0-6.4	2.7-4.5	3.5±0.7	5.7±1.0
FLL	38.4-49.9	22.1-35.7	28.1±4.8	44.2±8.1
LAL	28.4-34.9	14.8-25.9	20.4±3.8	31.6±4.6
HAL	13.4-17.2	10.0-14.3	12.3±1.7	15.3±2.7
1FL	7.8-9.7	4.3-8.0	6.1±1.4	8.8±1.3
IPTL	2.8-3.2	1.6-3.4	2.6±0.6	3.0±0.3
OPTL	1.9-3.2	1.6-2.9	2.3±0.5	2.5±1.0
3FDD	1.4-1.6	0.7-2.1	1.2±0.6	1.5±0.1
HLL	65.5-83.5	55.1-89.3	73.7±11.8	74.5±12.8
TL	19.0-24.6	17.7-27.9	23.1±3.5	21.8±3.9
FL	28.1-35.6	22.9-37.6	31.5±4.9	31.9±5.3
IMTL	2.8-4.0	1.5-3.0	2.1±0.6	3.4±0.9
1TOEL	3.5-4.6	4.1-6.8	5.7±1.0	4.0±0.8
4TDD	1.3-1.5	0.9-2.0	1.3±0.4	1.4±0.1
TD	4.4-5.0	2.9-4.7	4.0±0.7	4.7±0.4
OMTL	2.8-3.8	2.0-2.8	2.4±0.3	3.3±0.7

ตาราง 16 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Megophrys Kouli*  
และ *M. major*

Catalogue numver	<i>Megophrys Kouli</i>				<i>M. major</i>	
	Min-Max	Mean±SD	Min-Max	Mean±SD	Min-Max	Mean±SD
SEX	Male (N=14)		Female (N=7)		Female (N=4)	
SVL	30.1-37.4	32.7±2.3	32.0-52.7	40.1±8.9	66.7-73.0	70.9±3.1
HL	8.8-10.9	9.8±0.5	9.6-13.4	11.1±1.7	25.1-28.3	26.3±1.3
SL	2.5-3.5	3.1±0.3	2.7-4.2	3.3±0.5	9.2-9.6	9.4±0.2
EL	3.9-5.0	4.6±0.3	3.7-6.5	4.9±0.8	8.8-10.3	9.5±0.6
N-EL	1.1-2.1	1.7±0.2	1.3-1.9	1.6±0.2	4.6-5.3	4.9±0.3
HW	8.1-10.0	8.9±0.5	8.6-13.8	10.6±2.1	24.0-26.9	25.8±1.4
IND	2.2-3.0	2.7±0.2	2.4-4.3	3.1±0.7	6.9-7.4	7.2±0.3
IOD	2.3-3.2	2.8±0.2	2.2-3.5	3.0±0.4	7.0-8.6	7.8±0.7
UEW	1.8-2.8	2.3±0.3	2.1-4.1	3.1±0.7	5.8-7.9	6.8±0.9
FLL	20.4-25.5	22.5±1.6	20.1-32.0	25.1±4.7	39.9-59.0	47.0±8.2
LAL	14.8-17.8	16.2±0.8	14.7-23.9	18.6±3.8	30.9-35.2	32.1±1.9
HAL	8.5-10.3	9.2±0.5	8.5-13.6	10.3±2.2	18.0-19.1	18.6±0.5
1FL	3.7-5.6	4.7±0.6	4.4-7.2	5.6±1.2	11.3-13.5	12.4±1.0
IPTL	1.2-2.2	1.6±0.3	1.3-2.0	1.7±0.2	3.9-4.8	4.3±0.4
OPTL	1.5-2.1	1.8±0.2	1.6-2.3	2.0±0.3	2.5-4.1	3.4±0.7
3FDD	0.6-0.9	0.7±0.1	0.6-1.0	0.7±0.1	1.0-1.6	1.4±0.3
HLL	46.4-56.0	49.9±2.3	46.7-70.3	56.2±10.6	114.6-121.1	117.7±2.9
TL	14.5-16.8	15.4±0.7	14.7-21.9	17.3±3.1	36.2-37.8	36.9±0.7
FL	17.1-23.9	21.3±1.5	20.9-30.3	24.3±4.2	48.2-50.9	49.6±1.2
IMTL	1.6-2.2	1.9±0.2	1.6-2.7	2.2±0.4	3.3-4.4	3.9±0.5
1TOEL	4.4-5.4	4.9±0.3	4.3-7.6	5.6±1.3	10.3-11.1	10.7±0.3
4TDD	0.5-0.9	0.7±0.1	0.6-1.0	0.8±0.2	1.8-2.0	1.9±0.1
TD	2.7-3.9	3.2±0.3	2.3-4.6	3.5±0.8	4.3-5.2	4.6±0.4
OMTL	1.40-2.27	1.85±0.29	1.9-2.8	2.2±0.3	3.1-4.2	3.5±0.5

ตาราง 17 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Leptobranchella eos*  
และ *L. minima*

Catalogue numver	<i>Leptobranchella eos</i>		<i>L. minima</i>			
	Min-Max	Mean±SD	Min-Max	Mean±SD	Min-Max	Mean±SD
SEX	Male (N=9)		Male (N=10)		Female (N=14)	
SVL	32.7-35.1	33.9±0.8	21.1-34.4	26.2±4.7	23.4-36.1	30.3±4.2
HL	12.5-14.1	13.3±0.5	9.3-13.1	10.6±1.4	8.8-14.0	11.4±1.5
SL	4.8-5.7	5.2±0.3	3.1-5.3	4.1±0.7	3.6-6.0	4.8±0.7
EL	4.4-5.3	4.8±0.4	3.4-5.6	4.0±0.7	3.3-5.1	4.3±0.5
N-EL	2.5-3.4	2.9±0.3	1.8-3.3	2.4±0.5	1.9-3.2	2.5±0.5
HW	11.3-12.9	12.1±0.5	7.0-11.7	8.9±1.3	8.6-13.9	10.8±1.6
IND	3.2-3.9	3.5±0.2	2.3-3.3	2.8±0.3	2.1-3.5	3.0±0.4
IOD	3.8-4.5	4.2±0.2	2.5-4.0	3.2±0.5	2.8-4.3	3.7±0.5
UEW	2.4-3.2	2.7±0.3	1.7-3.1	2.2±0.4	2.0-3.7	2.6±0.5
FLL	20.6-24.2	22.7±1.1	13.1-23.8	17.3±3.0	5.2-24.4	18.9±4.7
LAL	16.1-18.4	17.0±0.8	9.8-16.7	12.6±2.1	11.4-17.9	14.7±2.1
HAL	9.1-10.7	9.7±0.5	5.0-8.3	6.8±1.0	5.9-9.6	8.0±1.2
1FL	3.8-5.4	4.6±0.5	2.0-3.6	2.9±0.5	2.9-5.1	4.1±0.8
IPTL	1.5-2.1	1.8±0.2	0.5-1.6	1.2±0.3	1.1-1.9	1.4±0.3
OPTL	1.6-2.2	1.9±0.2	0.4-1.7	1.2±0.4	1.1-2.0	1.5±0.3
3FDD	0.6-0.9	0.7±0.1	0.1-0.6	0.5±0.1	0.3-0.9	0.6±0.2
HLL	33.5-56.7	52.0±7.1	30.4-51.3	41.1±6.1	40.0-57.3	48.2±6.4
TL	16.2-18.1	17.0±0.7	9.9-16.0	12.7±1.8	12.1-17.6	14.9±2.0
FL	23.4-24.9	23.9±0.6	13.0-21.7	18.0±2.6	16.9-25.3	21.0±3.0
IMTL	1.3-2.0	1.7±0.2	0.8-1.8	1.3±0.3	1.1-2.1	1.6±0.3
1TOEL	4.0-5.2	4.7±0.4	1.9-4.5	3.1±0.8	2.8-5.6	4.0±0.8
4TDD	0.7-1.1	0.8±0.1	0.4-0.7	0.5±0.1	0.4-5.6	0.9±1.4
TD	2.9-4.5	3.5±0.5	2.2-3.3	2.8±0.4	2.5-4.2	3.4±0.5
OMTL	1.86-2.27	2.03±0.14	1.0-1.7	1.3±0.3	1.2-2.0	1.6±0.3

ตาราง 18 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Limnectes bannaensis*

Catalogue numver	<i>Limnectes bannaensis</i>			
	Min-Max	Mean±SD	Min-Max	Mean±SD
SEX	Male (N=3)		Female (N=10)	
SVL	62.1–102.6	85.7±21.1	48.3–95.4	77.9±17.9
HL	28.0–48.7	40.6±11.1	18.7–43.4	33.4±7.9
SL	9.0–14.4	12.5±3.1	7.0–13.2	10.9±2.4
EL	9.3–11.8	10.5±1.3	6.4–12.7	9.7±1.9
N-EL	4.9–7.4	6.5±1.4	3.6–7.7	5.9±1.3
HW	24.2–47.3	36.4±11.6	16.0–43.3	32.4±9.6
IND	6.1–7.8	6.8±0.9	5.2–10.8	7.8±1.9
IOD	5.9–10.0	8.5±2.2	4.5–10.4	7.2±1.8
UEW	4.0–5.3	4.8±0.7	3.2–6.4	4.9±1.0
FLL	31.8–49.1	41.6±8.9	28.9–48.4	41.5±7.3
LAL	24.1–39.5	32.5±7.8	21.5–36.9	31.0±5.6
HAL	15.2–25.3	21.1±5.3	12.2–22.3	18.9±3.6
1FL	7.5–10.9	9.3±1.7	7.9–11.7	9.8±1.1
IPTL	3.0–5.1	4.4±1.2	3.6–5.5	4.4±0.6
OPTL	3.3–4.0	3.7±0.4	2.5–5.4	3.8±0.9
3FDD	1.0–1.9	1.6±0.5	0.9–1.8	1.4±0.3
HLL	96.3–136.9	119.7±21.0	79.0–136.3	116.2±20.4
TL	30.1–41.7	34.8±6.1	24.2–42.7	35.2±6.2
FL	38.8–55.5	49.8±9.5	32.4–57.0	48.8±8.5
IMTL	5.2–7.6	6.7±1.3	2.5–7.3	5.5±1.6
1TOEL	8.7–13.2	11.4±2.4	8.5–13.3	11.0±1.7
4TDD	1.8–3.0	2.3±0.6	1.1–2.5	1.8±0.5
TD	5.9–17.5	13.0±6.3	5.4–15.2	8.5±3.4
OMTL	3.8–5.1	4.6±0.7	2.1–5.2	3.9±1.0

ตาราง 19 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Limnnectes taylori*

Catalogue numver	<i>Limnnectes taylori</i>			
	Min-Max	Mean±SD	Min-Max	Mean±SD
SEX	Male (N=4)		Female (N=6)	
SVL	64.6-77.1	71.2±5.4	75.4-87.1	82.9±5.0
HL	29.5-35.2	32.3±2.3	29.2-41.6	37.3±4.6
SL	8.8-11.6	10.2±1.2	8.9-13.8	11.5±1.7
EL	8.9-10.1	9.7±0.6	9.6-11.6	10.3±0.8
N-EL	5.6-7.6	6.7±0.9	5.1-8.3	7.1±1.2
HW	27.9-33.1	30.3±2.4	33.5-41.4	37.6±2.8
IND	6.0-9.0	7.3±1.3	7.6-10.0	8.6±0.9
IOD	4.6-8.3	6.5±1.7	6.8-10.6	8.2±1.3
UEW	5.0-5.4	5.2±0.2	3.9-7.5	5.6±1.2
FLL	36.8-41.9	39.1±2.3	39.6-47.6	44.3±3.4
LAL	25.0-30.6	27.9±2.3	29.2-36.1	32.9±2.7
HAL	17.2-19.1	18.1±0.9	17.6-22.6	20.0±1.8
1FL	7.5-10.2	8.6±1.2	8.6-11.0	9.5±0.9
IPTL	2.6-5.4	3.9±1.2	4.0-4.9	4.4±0.3
OPTL	3.2-4.1	3.7±0.4	3.7-5.3	4.1±0.6
3FDD	1.3-1.5	1.4±0.1	1.2-1.9	1.6±0.3
HLL	90.0-122.3	108.6±13.8	112.6-134.0	121.2±9.2
TL	27.7-37.7	33.5±4.3	35.1-41.7	37.7±3.0
FL	37.6-50.1	44.6±5.4	43.7-55.6	50.5±4.1
IMTL	5.1-5.6	5.3±0.2	4.8-6.9	5.9±0.8
1TOEL	8.7-11.2	10.4±1.2	9.7-11.7	10.4±0.8
4TDD	1.4-2.3	1.7±0.4	1.3-2.2	1.9±0.3
TD	5.3-10.7	7.2±2.4	6.1-12.0	8.3±2.8
OMTL	3.3-5.3	4.1±0.9	4.2-5.1	4.6±0.4

ตาราง 20 การวัดขนาดสัดส่วน (มิลลิเมตร: มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ของชนิด *Quasipaa verrucospinosa*

Catalogue numver	<i>Quasipaa verrucospinosa</i>			
	Min-Max	Mean±SD	Min-Max	Mean±SD
SEX	Mmale (N=4)		Male (N=6)	
SVL	97.8-116.4	108.9±8.1	83.4-115.4	103.0±12.7
HL	34.8-41.9	38.2±3.0	28.8-40.4	36.5±4.2
SL	17.2-18.0	17.6±0.3	13.1-18.1	16.8±1.9
EL	11.5-12.9	12.2±0.6	8.8-15.5	12.8±2.3
N-EL	7.5-8.0	7.8±0.2	7.4-12.1	8.6±1.8
HW	41.9-52.5	47.4±4.3	35.6-48.4	44.3±4.8
IND	9.3-11.1	10.3±0.7	8.2-12.1	10.1±1.3
IOD	6.8-8.9	8.0±0.9	6.5-10.4	7.9±1.3
UEW	8.4-9.5	9.0±0.5	6.4-13.4	9.8±2.5
FLL	57.7-76.2	66.1±7.9	45.0-66.4	60.8±8.0
LAL	44.9-54.4	50.6±4.0	35.3-52.3	45.5±5.7
HAL	26.1-30.7	28.8±2.1	21.8-30.7	26.6±3.4
1FL	15.1-17.7	16.3±1.1	12.7-16.9	14.4±1.6
IPTL	7.2-8.9	7.9±0.8	5.3-8.5	7.2±1.2
OPTL	6.4-7.8	7.0±0.6	5.3-7.4	6.6±1.0
3FDD	2.5-3.2	2.8±0.3	2.8-3.3	3.0±0.2
HLL	112.9-221.8	180. ±947.7	113.5-204.6	173. 2±33.0
TL	59.3-69.5	65.2±4.4	46.2-65.4	56.3±7.2
FL	52.0-60.8	56.8±3.6	41.1-54.9	51.0±5.1
IMTL	10.4-11.0	10.7±0.3	7.9-11.6	9.7±1.5
1TOEL	13.4-15.1	14.2±0.7	14.6-20.2	18.4±2.1
4TDD	2.7-3.3	3.0±0.3	2.3-3.8	3.1±0.5
TD	9.6-11.1	10.2±0.6	4.8-5.7	5.2±0.4
OMTL	4.3-5.8	5.3±0.7	3.6-5.6	4.8±0.9

### ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกที่สำรวจพบมีดังนี้

Lao sucker frog: *Amolops Cremnobatus* (Inger and Kottelat, 1998)

ลักษณะ มีขนาดเล็กถึงปานกลาง ตัวผู้โตเต็มวัยขนาด SVL 29.0–32.1 มม. ในตัวเมียตัวเต็มวัย SVL 33.6–60.9 มม. ลำตัวรวมเรียวยาว ส่วนหัวจะกว้าง จมูกสั้น แก้วหูแตกต่างกันอย่างชัดเจน นิ้วสั้น แต่มีแผ่นกว้างมาก ขอบตรงกลางของนิ้วที่สองและสามมีรอยพับของผิวหนังที่แตกต่างกัน นิ้วเท้ามีแผ่นดิสก์ที่ค่อนข้างเล็ก และมีพังผืดเต็มไปหมด ตัวอย่างที่เก็บรักษาไว้มีสีดำด้านหลังและด้านข้าง มีจุดเครื่องหมายเล็ก ๆ สีน้ำตาลแกมเหลือง (ภาพ 4) รอยพับด้านหลังถูกทำเครื่องหมายด้วยแถบแสงสั้น ๆ แขนขากว้างสีดำ พื้นผิวหนังต้องเป็นสีขาว บางครั้งอาจเป็นสีดำ *Amolops Cremnobatus* มีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับลำธารหินและน้ำตกที่ไหลเร็วในป่าดิบที่ระดับความสูงเหนือระดับน้ำทะเล 200–1,352 เมตร (Inger and Kottelat, 1998)



ภาพ 4 *Amolops Cremnobatus*

ที่มา: อนุเคราะห์ภาพโดย ปริญญา ภาวังคะนันท์

### Northern Cascade Frog: *Amolops marmoratus* (Blyth, 1855)

กบลายหินเหนือ เป็นกบขนาดกลาง ความยาวจากหัวถึงก้นราว หัวสั้นมน ระยะห่างระหว่างตาแคบกว่าความกว้างเปลือกตาเล็กน้อย ตาโต แผ่นหูขนาดเล็กสีเดียวกับลำตัว มีถุงขยายเสียงขนาดเล็กโตมุ่มปาก ปลายนิ้วแผ่ออกเป็นแผ่นกลมขนาดใหญ่ มือไม่มีพังผืด ส่วนตีนมีพังผืดสีดำเต็ม ความยาวนิ้ว หลังเป็นลายแต้มสีน้ำตาลอมม่วงบนพื้นหลังสีเขียวอมเทาหรือสีเขียวสด เห็นเป็นลายเส้นคดเคี้ยวสีเขียวอมเทา สีด้านข้างสีเขียวสดหรือสีเขียวเรื่อ ๆ ด้านข้างตัว และบนหลังมีตุ่มขนาดเล็กละเอียดกระจายทั่ว ซึ่งเห็นได้ชัดเจน *Amolops marmoratus* (ภาพ 5) เป็นกบสายพันธุ์หนึ่งที่พบในเอเชีย ชื่อสามัญได้แก่ กบดูดหินอ่อน กบน้ำตกหินอ่อน กบฝน และอื่น ๆ อีกมากมาย มีขนาดตัวเล็ก จากปลายปากถึงรูก้น SVL 42.7 มม. ตัวอย่างดังกล่าวอยู่ใต้ก้อนหินใกล้ธารหินเล็กที่ระดับความสูงจากหน้าน้ำทะเล 101 เมตร อยู่ใต้ก้อนหินห่างจากน้ำที่ไหลประมาณ 50 เซนติเมตร เมื่อถูกกำจัดมันจะกระโดดลงไปอยู่ในน้ำในลำธาร และหลบอยู่ท่ามกลางเศษใบไม้ใต้น้ำ เมื่อวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ. 2562 พบสัตว์ชนิดนี้บนก้อนหินขนาดใหญ่ หลบภัยในน้ำที่ไหลเร็ว และออกมาจับอยู่บนต้นไม้อ่อน ใบไม้สูง 1.5–2 เมตร ในช่วงกลางวันจะมีผู้พบเห็นสัตว์หลายชนิดที่ซ่อนตัวอยู่ท่ามกลางพืชพันธุ์ที่สวยงามซึ่งเติบโตบนก้อนหินธารน้ำขนาดใหญ่ เป็นสายพันธุ์ที่มีขนาดค่อนข้างเล็กในหมู่ *Amolops* (Blyth, 1855)



ภาพ 5 *Amolops marmoratus*

ที่มา: ถ่ายภาพโดย แสงวิไล ลอแพงสี

**Chalorotate Huia Frog, Assam Rock Frog *Odorrana chloronota* (Gunther, 1876)**

กบชะง่อนผาอัลสลัมเป็นกบขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ความยาวจากหัวถึงก้น เพศผู้ SVL 68.2–70.0 มิลลิเมตร ในเพศเมีย SVL 84.1–113.0 มิลลิเมตร รูปร่างเรียวยาวเรียวเรียว (ภาพ 6) แผ่นหูสีน้ำตาลเข้มถึงสีดำเรียงเป็นแนว 3–4 จุด สีข้างอาจมีสีเขียวสด ท้องสีครีมหรือสีเทา ขาหลังมีลายแถบพาดสีน้ำตาล ริมนิปากสีครีม ไม่มีตุ่มที่ฝ่าตีนด้านนอก (Gunther, 1876) ลักษณะทั่วไปคล้ายกบชะง่อนผาตะนาวศรี และกบชะง่อนผาภูหลวง พบอาศัยตามก้อนหินหรือบนต้นไม้ ริมน้ำธารขนาดใหญ่ ที่มีก้อนหินขนาดใหญ่ระเกะระกะ และมีน้ำไหลแรง



ภาพ 6 *Odorrana chloronota*

ที่มา: อนุเคราะห์ภาพโดย ผศ. ดร. ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ

คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา

### Taylor's tree frog *Kurixalus bisacculus* (Taylor, 1962)

ปาดลายเลอะสีฐานหรือปาดฎุกระดิ่งเป็นปาดขนาดเล็ก ความยาวจากหัวถึงก้นเพศผู้ SVL 31.4–33.1 มิลลิเมตร เพศเมีย SVL 30.3–43.0 มิลลิเมตร หัวแบน ระยะห่างระหว่างตาแคบกว่าความกว้างเปลือกตาเล็กน้อย แผ่นหูขนาดใหญ่สีกลมกลืนกับลำตัว มีหนังนูนเป็นสันจากหางตาถึงโคนแขน เพศผู้มีถุงขยายเสียงใต้มุมปาก ปลาสนิ้วนิ้วแผ่ออกเป็นแผ่นขนาดใหญ่ มีมือมีพังผืดเล็กน้อย มีพังผืดระหว่างข้อพับแขนและขา ตีนมีพังผืดเกือบเต็มความยาวนิ้ว มีปุ่มบนฝ่าตีนด้านใน 1 ปุ่ม ใต้เท้าสีดำ มีแผ่นหนังขอบหยักสีเดียวกับลำตัวบริเวณหลังมือ หลังแขน หลังเท้า หลังขา (Taylor, 1962) และเหนือกัน ลำตัวด้านบนสีน้ำตาลเข้ม มีลายสีดำรูปสามเหลี่ยมบริเวณท้ายทอย มีแถบสีดำจากหางตาโค้งขึ้นไปบนหลัง มีลายแต้มสีเขียว ข้างกันมีจุดสีน้ำตาลอมม่วง ซอกขาหลังมีปื้นสีส้มแดงลำตัวด้านล่างสีขาวหรือสีครีม คางมีลายเลอะสีดำ (ภาพ 7)



ภาพ 7 *Kurixalus bisacculus*

ที่มา: อนุเคราะห์ภาพโดย ปริญญา ภาวังคะนันท์

**Phongsaly treefrog *Rhacophorus Kio* (Ohler and Delorme, 2006)**

ปาดเขียวตินลายหรือปาดเขียวกิโ ( *Rhacophorus kio* ) เป็นปาดขนาดใหญ่ ความยาวจากหัวถึงกัน SVL 71.5–72.4 มิลลิเมตร หัวแบนกว้าง ตาสีเทาอ่อนหรือสีขาว ขอบตาสีแดงอมส้ม แผ่นหูขนาดใหญ่มีหนังสีเดียวกับลำตัว ปกคลุมปลายนิ้วสีเหลืองแผ่ออกเป็นแผ่นขนาดใหญ่ ทั้งมือและตีนมีพังพืดไม่เต็มความยาวนิ้วอย่างปาดเขียวตินดำ พังพืดสีเหลืองบริเวณโคนสีดำ มีพังพืดสีเหลืองระหว่างข้อพับแขนและขา มีแผ่นหนังยื่นบริเวณหลังแขนหลังขาและเหนือก้น ลำตัวด้านบนสีเขียวสด บางตัวมีจุดบนสีขาวยืด สีข้างสีเหลือง มีลายคล้ายร่างแห สีเข้มเชื่อมต่อกับปื้นสีดำขนาดใหญ่บริเวณรักแร้ ลำตัวด้านล่างสีครีมออกเหลืองหรือสีเหลืองสด (ภาพ 8) สีสันลำตัวมีการเปลี่ยนแปลงไปตามวัย พบในบริเวณที่ถูกถางทำพื้นที่เกษตรกรรม สวนยาง หรือสวนป่า มีการรวมกลุ่มผสมพันธุ์ช่วงต้นฤดูฝน บนต้นไม้สูงกว่า 4 เมตร ขึ้นไป เสียงร้องมีลักษณะคล้ายเสียงนก (Ohler and Delorme, 2006)



**ภาพ 8 *Rhacophorus kio***

**ที่มา:** อนุเคราะห์ภาพโดย ปริญญา ภาวังคะนันท์

### Large Warty Tree frog *Theeloderma gordonii* (Taylor, 1962)

ปาดตะปุ่มใหญ่ (*Theeloderma gordonii*) เป็นปาดขนาดกลาง ความยาวจากหัวถึงกัน SVL 49.9–53.5 มิลลิเมตร หัวสั้น HL 20.6–21.6 มม. ความกว้าง HW 21.0–22.1 มม. ระยะห่างระหว่างตา (6.5–6.9 มม.) กว้างกว่าความกว้างเปลือกตา แผ่นหูขนาดใหญ่ สีกลมกลืนกับลำตัว นิ้วแบนยาว 1FL 3.4–7.0 มม. ปลายนิ้วแผ่ออกเป็นแผ่นขนาดใหญ่ 3FDD 2.2–2.5 มม. มือไม่มีพังผืด ตีนมีพังผืดประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวนิ้ว มีปุ่มบนฝ่าตีนด้านใน ไม่มีปุ่มด้านบนนอก ใต้ฝ่าตีนทั้งสี่สีแดงอมชมพู ผิวเต็มไปด้วยปุ่มขนาดใหญ่ ลักษณะคล้ายหนาม ลำตัวด้านบนสีน้ำตาลเข้ม หรือสีน้ำตาลเทา เหมือนเปลือกไม้ หัวมีลายแต้มสีน้ำตาลเข้ม ปุ่มลำตัวสีเทาอ่อนหรือสีครีม สีข้างสีน้ำตาลเข้ม ขามีลายพาดสีน้ำตาลเข้ม ตาสีเทา ตุ่มสีครีม บริเวณหลังตารวมกันเป็นกระจุกหนาแน่นจนบางตัวดูเป็นแผ่นคล้ายติอมพิษของคางคก ท้องสีเทาอ่อนและมีลวดลายคล้ายร่างแหสีเข้มคลุมทั่ว คางสีเข้ม ตามด้วยจุดสีเทากระจายหนาแน่น (ภาพ 9) พบในป่าดิบเขาระดับกลาง ไปถึงป่าดิบเขาระดับสูง (Taylor, 1962) ลักษณะการอยู่อาศัยน่าจะแตกต่างจากปาดตะปุ่มชนิดอื่น ๆ



ภาพ 9 *Theeloderma gordonii*

ที่มา: อนุเคราะห์ภาพโดย ผศ. ดร. ฉัตรมงคล สุวรรณภูมิ

คณะเกษตรศาสตร์และทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยพะเยา

### Taylor's Stream Frog *Limnonectes taylori* (Matsui et al. 2010)

กบหัวขำป๋มเหนือเป็นกบขนาดกลางหาขนาดใหญ่ เพศผู้มี ความยาวจากหัวถึงก้น SVL 64.6–77.1 มิลลิเมตร เพศเมียมีความยาวจากหัวถึงก้น SVL 75.4–87.1 มิลลิเมตร อยู่ในกลุ่มกบหัวขำป๋มโดยเพศผู้หัวโตกว้างอย่างชัดเจน HW 27.9–33.1 มม. ระยะห่างระหว่างตา EL 8.9–10.1 มม. พอ ๆ กับความกว้างเปลือกตา แผ่นหูไม่ปรากฏ มีหนังหนูนเป็นสันจากหางตาถึงไหล่ข้างสั้น มือไม่มีพังผืด ส่วนตีนมีพังผืดเต็มความยาวนิ้ว ปลายนิ้วเรียวยาว นิ้วมือที่ 1 และ 2 ยาวเท่ากัน ลำตัวและขาหลังมีตุ่มกระจายทั่วไป หลังสีน้ำตาล สีนํ้าตาลแดง หรือสีนํ้าตาลเทา มีลายแต้มสีดำจาง ๆ (Matsui et al. 2010) ระหว่างตามีแถบสีดำ ขามีลายพาดสีนํ้าตาล ท้องสีขาวออกเหลือง เพศผู้มีสีเขียวเทียมนด้านหน้าของขากรรไกรกลางและมีปุ่มแบน (Nuptial pad) (ภาพ 10) ใต้นิ้วแรก ต่างจากกบหัวขำป๋มใต้ตรงที่ตุ่มตามขาของกบหัวขำป๋มเหนือดูมากกว่า ลายบนหัวข้างตัวและขาชัดกว่าของกบหัวขำป๋มใต้



ภาพ 10 *Limnonectes taylori*

ที่มา: ถ่ายภาพโดย แสงวิไล ลอพงสี

### Dwarf Bush frog *Raorchestes parvulus* (Boulenger, 1893)

ปาดแคระป่าเป็นปาดขนาดเล็ก ความยาวจากหัวถึงรูก้น SVL 17.2–18.5 มิลลิเมตร หัวสั้น (HL 6.3–6.9 มิลลิเมตร ระยะห่างระหว่างตากว้างกว่าความกว้างเปลือกตา แผ่นหูไม่ปรากฏ EL 2.1–2.6 มิลลิเมตร ปลายนิ้วแผ่ออกเป็นแผ่นขนาดใหญ่ 3FDD 0.7–0.9 มิลลิเมตร มือไม่มีพังพืด ตีนมีพังพืดเล็กน้อย ลำตัวด้านบนสีเทา หรือสีน้ำตาล มีลายเส้น 2 เส้น โค้งออกจากกันบริเวณข้างสะโพกมีจุดสีดำ สีข้างสีน้ำตาลอ่อน ท้องค่อนข้างใสโปร่งด้วยจุดสีขาว เพศผู้มีถุงขยายเสียงขนาดใหญ่มาก (ภาพ 11) อาศัยเกาะอยู่ตามใบของพุ่มไม้ในป่าดิบแล้ง และป่าดิบเขา



ภาพ 11 *Raorchestes parvulus*

ที่มา: ถ่ายภาพโดย แสงวิไล ลอแพงสี

### Chloronate *Huia* Frog: *Huia melasma* (Stuart and Chan-ard, 2005)

เป็นกบชนิดหนึ่งในวงศ์ Ranidae พบเฉพาะถิ่นในภาคตะวันตกและภาคเหนือของประเทศไทยและพบในจังหวัดกาญจนบุรี ประจวบคีรีขันธ์ และเชียงใหม่ ลักษณะโดยรวมของกบชนิดนี้มีลักษณะเรียวยาวปานกลาง เพศผู้มีความยาว SVL 50–55 มิลลิเมตร เพศเมียขนาด SVL 69 มิลลิเมตรคีระชะแดบมีจุมูกแหลม แก้วหูแตกต่างกันอย่างชัดเจน นิ้วมีการคลายเล็บ แต่มีปลายที่ขยายเป็นแผ่นดิสก์ขนาดเล็ก นิ้วเท้ามีพังผืดอย่างมาก และมีแผ่นดิสก์อยู่ที่ปลายเท้า ผิวหนังบริเวณหลังเป็นสีเขียว ด้านข้างและผิวช่องระบายอากาศเรียบ (Stuart and Chan-ard, 2005)

### Dark-sided Frog *Sylvirana nigrovittata* (Blyth, 1856)

กบของเล็ก (*Sylvirana nigrovittata*) เป็นกบขนาดกลาง เพศผู้มีความยาว SVL 54.3–78.6 มิลลิเมตร เพศเมียขนาดใหญ่กว่า คือ SVL 66.4±17.2 มิลลิเมตร หน้ายาว ระยะห่างระหว่างตาใกล้เคียงกับความกว้างเปลือกตา เพศผู้มีถุงขยายเสียงใต้มุมปากทั้งสองข้าง แผ่นหูสีดำชัดเจนขนาดพอ ๆ กับตา ปลายนิ้วเรียวยาว มือไม่มีพังผืด ส่วนตีนมีพังผืดเกือบเต็มความยาว นิ้ว หลังสีน้ำตาลแดงหรือสีน้ำตาลออกเทา มีสันจากปลายจุมูกผ่านเหนือตาไปถึงเหนือก้น ด้านข้าง ทำให้ดูเหมือนหลังแบน มีแถบสีดำจากจุมูกพาดตาและแผ่นหูยาวไปตามใต้แนวสันสีข้างสีขาวออกเขียวมีลายจุดสีดำ ขาหลังมีลายพาดสีเทาเข้ม ท้องสีขาว คางและอกสีขาวออกเทาอาศัยตามแอ่งน้ำขังหรือแอ่งหินตามน้ำตกและลำธารในป่า (Blyth, 1856)

### Doi Phu Kha newt *Tylototriton phukhaensis* (Pomchote et al., 2020)

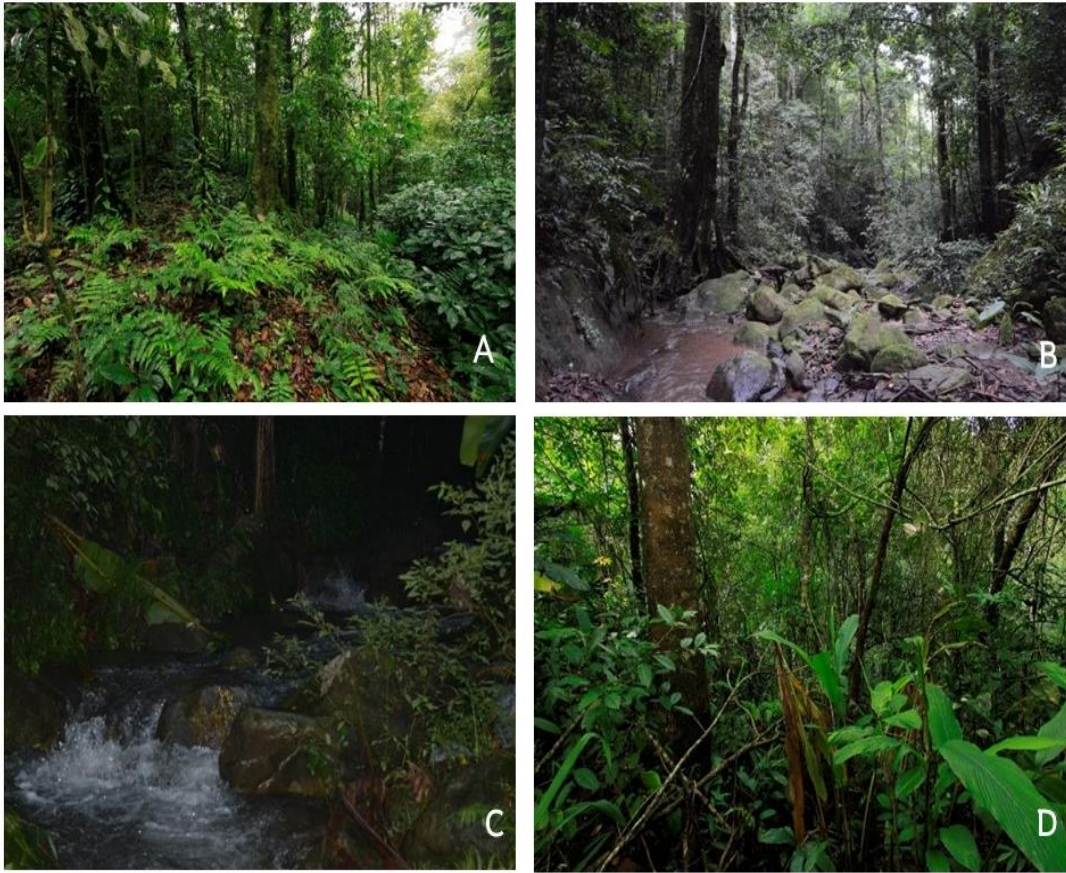
*Tylototriton phukhaensis* เป็นจระเข้สีน้ำตาล จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ประเทศไทย ใช้ตัวผู้หนึ่งตัวและตัวเมียสองตัวเพื่ออธิบายสายพันธุ์ ความยาวจากปลายปากถึงก้น SVL ของตัวผู้ คือ 64.3 มม. และตัวเมียมีขนาด 68.9 และ 70.2 มม. ความยาวส่วนหัว HL 25.0 มม. สำหรับตัวผู้และตัวเมีย 23.1 มม. และ 24.8 มม. ความยาวของช่องจุมูกมากกว่าความยาวส่วนหัวสองเท่าและความยาวส่วนหัวจะแคบกว่าความกว้างของหัว หัวมีรูปร่างคล้ายหกเหลี่ยม *Tylototriton phukhaensis* มีรูจุมูกอยู่ใกล้กับปลายจุมูก หัวในโปรไฟล์เว้า และค่อนข้างเฉียง ความยาวจุมูกน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวขากรรไกรล่าง ระยะห่างระหว่างตา และรูจุมูกเท่ากับครึ่งหนึ่งของระยะห่างระหว่างดวงตาและสองเท่าของความกว้างเปลือกตาบน ความกว้างเปลือกตาบนสั้นกว่าความยาวของวงโคจร *Tylototriton phukhaensis* มีร่องพับแต่ไม่มีรอยพับริมฝีปาก มีสันกระดูกด้านหลังด้านหลังที่ขรุขระเพรียวบางและยื่นออกมาซึ่งเริ่มต้นเหนือตาและสิ้นสุดเหนือปลายด้านหน้าของ Parotoid ซึ่งยื่นออกมาในบริเวณด้านหลัง

สันเขาเหล่านี้โค้งโดยเฉพาะตรงกลางของปลายด้านหลัง พื้นผิวด้านหลังของหัวยังมีสันกระดูกแบนสองอันที่เชื่อมต่อกันเพื่อสร้างรูปทรง V ซึ่งเชื่อมต่อกับสันท้ายทอยที่โดดเด่น และเพรียวบาง ด้านข้างของหัวมีเม็ดละเอียดจำนวนมาก มีเม็ดเล็ก ๆ กระจายอยู่ที่ลำคอ (Pomchote et al., 2020)

#### **Rugosed Frog *Hoplobatrachus rugulosus* (Dubois, 1992).**

ลักษณะ มีขนาดตัวใหญ่ ความยาวจากปลายปากถึงก้น SVL 80–100 มิลลิเมตร ลำตัวยาว ตาโต ผิวหนังลำตัวด้านหลังมีตุ่มยาวเรียงตัวเป็นแถวค่อนข้างขนานกัน 8–10 แถว แต่ผิวหนังลำตัวด้านท้องเรียบ มีรอยพับของผิวหนังจากด้านหลังตาไปที่ขอบบนของแผ่นเยื่อแก้วหูแล้วลงไปใต้ต้นขาหน้าด้านหลังสีน้ำตาลอมเขียวหรือน้ำตาลเหลือง สีที่ด้านข้างลำตัวจางกว่าที่ด้านหลังมีปื้นสีเข้มกระจายอยู่บนหลัง ด้านท้องสีขาว ใต้คางสีเทา และมีจุดหรือขีดสีดำกระจาย คางของเพศผู้ช่วยผสมพันธุ์มีถุงเสียง 1 คู่ชัดเจน (External vocal sacs) ขาหน้าและขาหลังมีทางสีเข้มพาดขวางแต่ไม่ชัดเจน ทางด้านหน้าของต้นขาหลังมีจุดสีดำเรียงตัวเป็นแถว ขาหน้าและขาหลังค่อนข้างสั้น เมื่อพับขาหลังแนบกับลำตัวไปทางด้านหน้า ข้อตีนอยู่ในตำแหน่งด้านหน้าของตา นิ้วตีนหน้าไม่มีแผ่นหนังระหว่างนิ้ว นิ้วตีนหลังมีแผ่นหนังประมาณ  $\frac{3}{4}$  ของความยาวนิ้ว ส่วนปลายของนิ้วทุกนิ้วเรียว (Dubois, 1992).

สภาพพื้นที่ป่าที่พบสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน



ภาพ 12 สภาพพื้นที่ป่าที่สำรวจโดย

- หมายเหตุ: A: ป่าเนินเขาเตี้ย ๆ พบทั่วไปในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่า อุทยานแห่งชาติดอยภูคา  
 B: ป่าดิบชื้นริมฝั่งแม่น้ำแ่งหิน และมีพืชขนาดเล็กที่เติบโตบนโขดหิน เป็นที่อยู่อาศัยที่สำคัญสำหรับสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก  
 C: แหล่งน้ำที่ใหญ่และไหลเร็วซึ่งเป็นถิ่นอาศัยของกลุ่ม *Amolops* sp. *Odorrana* sp. *Sylvirana* sp. และ *Megophrys* sp.  
 D: ป่าดิบชื้นบนภูเขาซึ่งเป็นถิ่นที่อยู่อาศัยของกลุ่ม *Chirixalus* sp. *Gracixalus* sp. และ *Raorchestes* sp.

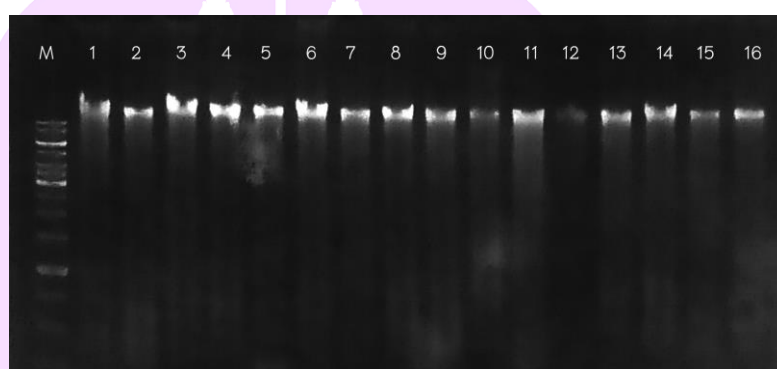
### การศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

**การสกัดเนื้อเยื่อของตัวอย่าง** จากการสกัดดีเอ็นเอของเนื้อเยื่อของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวน 16 ตัวอย่าง โดยวิธี Phenol chloroform extraction เมื่อตรวจสอบคุณภาพของดีเอ็นเอที่สกัดได้ด้วยวิธี 1% Agarose gel electrophoresis พบว่า ดีเอ็นเอที่ได้มีขนาดใหญ่ มีแถบที่ชัดเจน และพบการปนเปื้อนของโปรตีนและอาร์เอ็นเอเล็กน้อยในดีเอ็นเอที่สกัดได้อีกด้วย (ภาพ 13)

ขนาดดีเอ็นเอ

(คูเบส)

500–550 bp



**ภาพ 13** การตรวจสอบคุณภาพผลผลิต PCR ที่บริสุทธิ์ด้วยวิธี 1% Agarose gel electrophoresis ของตัวอย่างสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จำนวน 16 ตัวอย่าง (Lane 1–16) และดีเอ็นเอมาตรฐาน (Lane M)

โดย M คือ ดีเอ็นเอมาตรฐานที่ทราบขนาดของดีเอ็นเอ 1–16 คือ สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกสายพันธุ์ต่าง ๆ

จากนั้นนำผลผลิตดีเอ็นเอที่สกัดได้มาตรวจสอบปริมาณ และการปนเปื้อนของอาร์เอ็นเอ ด้วยวิธีการแยกทางไฟฟ้าโดยใช้เจล (Gel electrophoresis) จากนั้นได้นำดีเอ็นเอที่สกัดได้จากเนื้อเยื่อของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก จำนวน 30 ตัวอย่าง ไปเพิ่มปริมาณบริเวณตำแหน่งยีน 16S rRNA ด้วยเทคนิค PCR พบว่า ได้ผลผลิต PCR (PCR product) ที่ขนาดประมาณ 500 คูเบส (bp) และเมื่อผ่านขบวนการทำดีเอ็นเอให้บริสุทธิ์ (DNA purification) พบว่า ได้ผลผลิตที่มีขนาดเท่ากัน คือ ประมาณ 500–550 คูเบส ซึ่งผลผลิตที่ได้มีความสะอาด และบริสุทธิ์

### การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 16S rRNA

จากการศึกษาความคล้ายคลึงกัน โดยนำเอาลำดับทางพันธุกรรมที่ได้บริเวณตำแหน่ง ยีน 16S rRNA ไปทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูล GenBank เพื่อยืนยันชนิด Species identification (%) อยู่ระหว่าง 95–100%

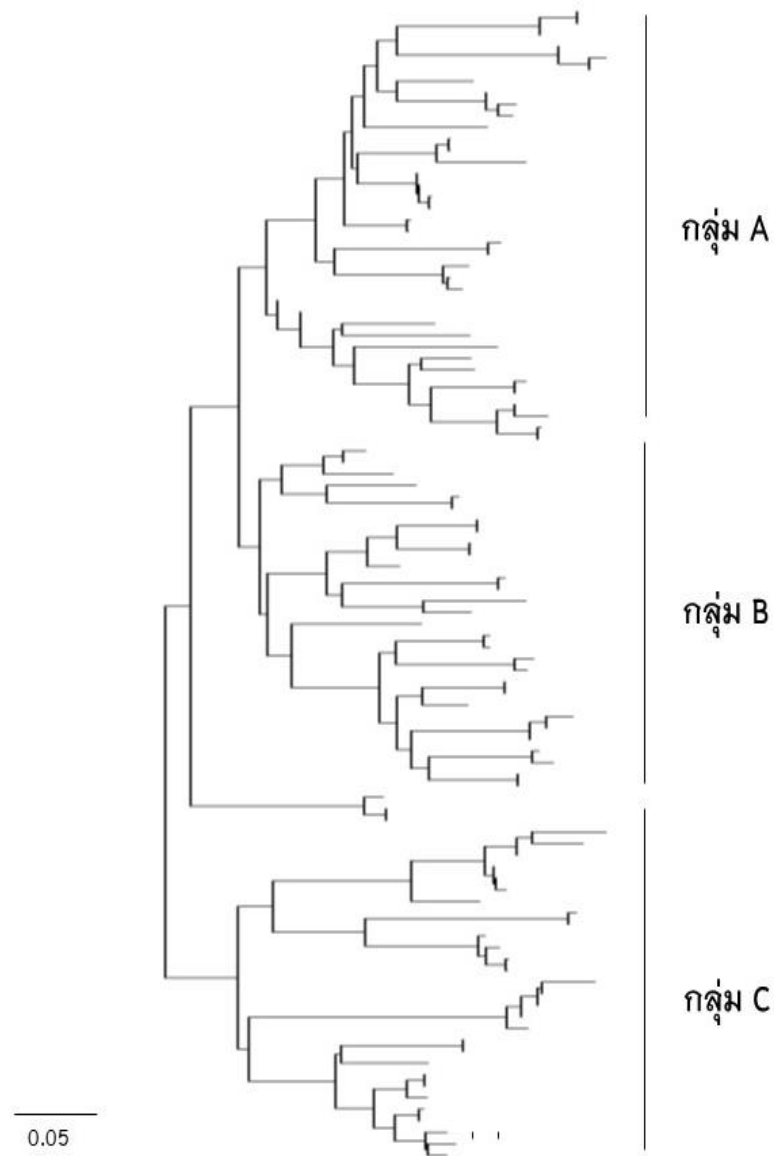
**ตาราง 21** การเปรียบเทียบความคล้ายคลึงของลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 16S rRNA ของสัตว์ สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวน 30 ตัวอย่าง ที่รวบรวมได้จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน บนฐานข้อมูล GenBank

Voucher Number	Species	Species identification GenBank (%)	Species identification (%)
AUP00402	<i>Amolops cremnobatus</i>	<i>Sylvirana nigrovitt</i>	98.50%
KIZ042674	<i>Odorrana chloronota</i>	<i>Odorrana sp.</i>	99.64%
AUP01479	<i>Leptobranchella minima</i>	<i>Leptobranchella minima</i>	99.80%
KIZ042657	<i>L. minima</i>	<i>Leptobranchella minima</i>	96.20%
AUP00381	<i>L. eos</i>	<i>Leptobranchella eos</i>	99.19%
AUP00395	<i>L. minima</i>	<i>Leptobranchella minima</i>	95.31%
AUP00398	<i>L. minima</i>	<i>Xenophrys cf. maosonensis</i>	99.64%
AUP01928	<i>Kurixalus verrucosus</i>	<i>Kurixalus verrucosus</i>	98.54%
AUP00390	<i>Leptobranchium huashen</i>	<i>Leptobranchium chapaense</i>	97.77%
AUP00391	<i>L. huashen</i>	<i>Leptobranchium chapaense</i>	97.77%
AUP01993	<i>Ophryohryne pachyproctus</i>	<i>Megophrys sp.</i>	95.48%
AUP00496	<i>Odorrana chloronota</i>	<i>Odorrana tiannanensis</i>	98.90%
AUP00499	<i>O. chloronota</i>	<i>Odorrana sp.</i>	99.62%
AUP01608	<i>O. chloronota</i>	<i>Odorrana tiannanensis</i>	99.10%
AUP01473	<i>Megophrys major</i>	<i>Leptobranchella minima</i>	95.39%
AUP01475	<i>M. egophrys major</i>	<i>Xenophrys cf. maosonensis</i>	99.27%
KIZ042677	<i>Rhacophorus kio</i>	<i>Rhacophorus sp.</i>	99.63%
KIZ042679	<i>Chiromantis marginis</i>	<i>Rhacophorus rhodopus</i>	100.00%
AUP01609	<i>Quasipaa verrucospinosa</i>	<i>Quasipaa verrucospinosa</i>	98.88%
AUP01470	<i>Xenophrys Parva</i>	<i>Xenophrys cf. daweimontis</i>	98.13%

Voucher Number	Species	Species identification GenBank (%)	Species identification (%)
AUP01458	<i>Raorchestes longnanensis</i>	<i>Raorchestes hillisi</i>	97.93%
AUP01460	<i>R. longnanensis</i>	<i>Raorchestes hillisi</i>	98.09%
AUP00493	<i>Limnonectes bannaensis</i>	<i>Limnonectes cf. kuhlii</i>	95.03%
AUP00543	<i>Polypedates megacephalus</i>	<i>Polypedates megacephalus</i>	99.27%
AUP01478	<i>Microhyla butleri</i>	<i>Microhyla butleri</i>	99.10%
AUP01615	<i>Theلودerma gordonii</i>	<i>Theلودerma gordonii</i>	99.60%
AUP01985	<i>Gracixalus yunnanensis</i>	<i>Gracixalus jinxiuensis</i>	99.26%
AUP01986	<i>G. yunnanensis</i>	<i>Gracixalus jinxiuensis</i>	99.26%
AUP00524	<i>Ophryohryne pachyproctus</i>	<i>Megophrys sp.</i>	93.48%
AUP00385	<i>Kurixalus bisacculus</i>	<i>Tylototriton yangi</i>	97.49%

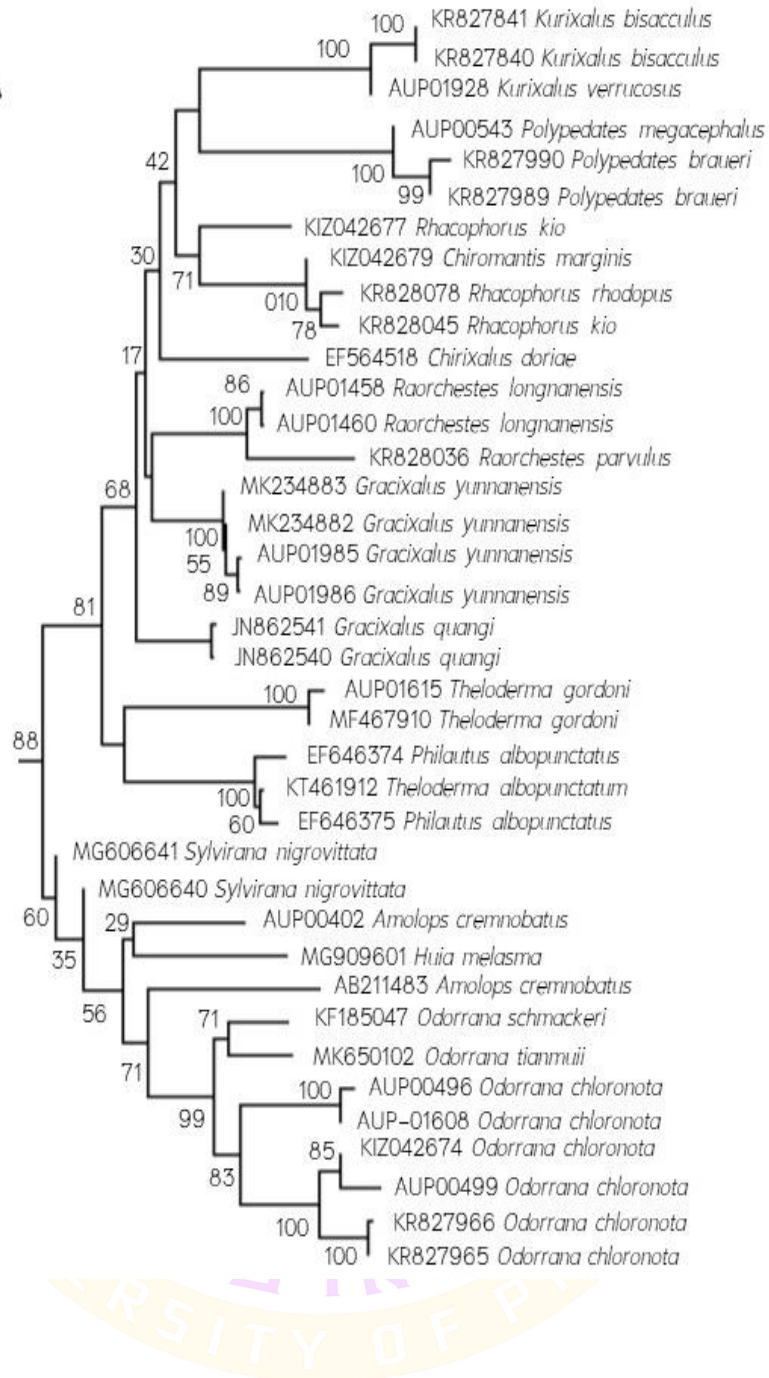
### การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม

ผลจากการศึกษาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน และการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรม ร่วมกับข้อมูลในฐานข้อมูล GenBank พบว่า สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มหลักๆ ประกอบด้วย กลุ่มที่ A กลุ่ม B และกลุ่ม C ตามลำดับ (ภาพ 14) ซึ่งกลุ่มที่ A ประกอบด้วยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในวงศ์ปาด (Rhacophoridae) และวงศ์กบแท้ (Ranidae) โดยในกลุ่มนี้มีชนิดที่โดดเด่นและน่าสนใจอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ *Gracixalus yunnanensis* และ *Gracixalus quangi* (ภาพ 15) ส่วนกลุ่ม B ประกอบด้วยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในวงศ์กบ-เขียด (Dicroglossidae) วงศ์คางคก (Bufonidae) และวงศ์ขี้กิ้ง (Microhylidae) ซึ่งในกลุ่มนี้มีชนิดที่โดดเด่นและน่าสนใจอยู่ 2 ชนิด ได้แก่ *Quasipaa verrucospinosa* และ *Limnonectes bannaensis* (ภาพ 16) กลุ่ม C ประกอบด้วยสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในวงศ์ขี้กิ้งกราย (Megophryidae) และวงศ์ซาลาแมนเดอร์ (Salamandridae) (ภาพ 17)



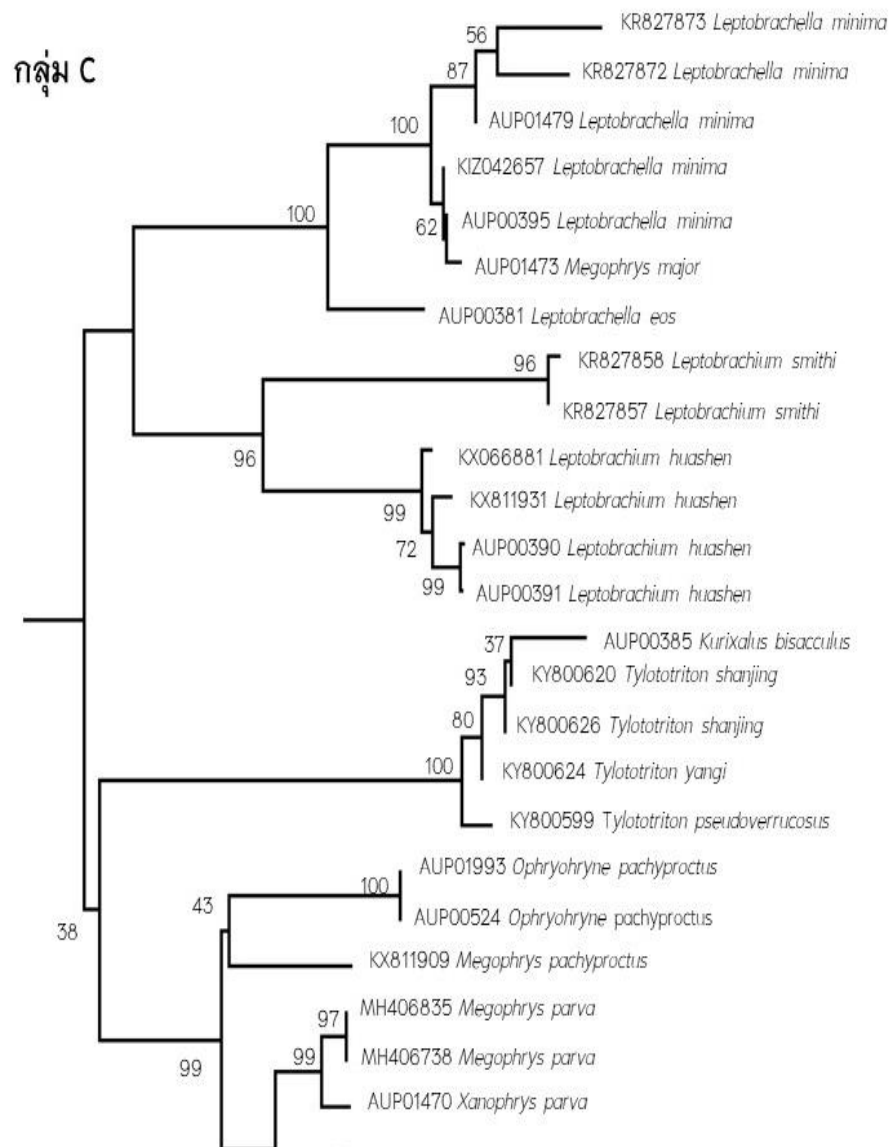
ภาพ 14 แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยรวมของการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ร่วมกับฐานข้อมูล GenBank

## กลุ่ม A



ภาพ 15 แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยรวมของการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ร่วมกับฐานข้อมูล GenBank ในกลุ่ม A





ภาพ 17 แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมโดยรวมของการศึกษาสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน ร่วมกับฐานข้อมูล GenBank ในกลุ่ม C

## บทที่ 5

### สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาคความหลากหลายของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในเขตพื้นที่อุทยานแห่งชาติ ดอยภูคา จังหวัดน่าน โดยการศึกษาใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาที่หลากหลายลักษณะ ประกอบกัน นอกจากนี้ยังใช้ลักษณะทางพันธุกรรม และบริเวณตำแหน่งยีน 16S rRNA ในไมโตคอนเดรียดีเอ็นเอร่วมด้วย ร่วมกับข้อมูลลำดับนิวคลีโอไทด์ที่ได้ถูกนำมาเปรียบเทียบกับความเหมือนในฐานข้อมูลสากล GenBank เพื่อยืนยันชนิด Species identification (%) ซึ่งอยู่ระหว่าง 95–100% โดยในการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษา และมีการรายงานเป็นครั้งแรกในพื้นที่ อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่าน

#### ความหลากหลายชนิดและเขตการกระจาย

โดยจากรายงานการสำรวจ และรวบรวมสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกของประเทศไทย (มงคล และคณะ, 2543; ปิยวรรณ นิยมวัน และคณะ, 2562; Frost, 2021; Poyarkov et al., 2021) โดยโครงการมูลนิธิกระจายในดวงจันทร์ ตั้งแต่อดีต ในปี พ.ศ. 2526 – 2562 พบการกระจายตัวสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกทั้งหมด 3 Orders 8 วงศ์ 176 ชนิด

การรวบรวมข้อมูลชนิดและชื่อเฉพาะของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำนวนทั้งหมด 3 Orders 8 วงศ์ 176 ชนิด ที่กระจายอยู่ในประเทศไทย (ปิยวรรณ นิยมวัน และคณะ, 2562; Frost, 2021; Poyarkov et al., 2021) มีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างมากจากรายงานก่อนหน้าของ จารุจินต์ (2532) ที่รวบรวมไว้ทั้งหมด 3 Order 8 วงศ์ 28 สกุล 107 ชนิด ส่วนสวัสดิ์ (2541) รวบรวมไว้ทั้งหมด 3 Order 8 วงศ์ 106 ชนิด และครั้งล่าสุด จารุจินต์ และคณะ (2542) จำแนกไว้ได้ 3 Order รวมทั้งหมด 127 ชนิด เป็นเขียดดู 1 วงศ์ 2 สกุล 5 ชนิด กะท่าง 1 วงศ์ 1 สกุล 1 ชนิด และกบเขียด 6 วงศ์ 36 สกุล 121 ชนิด สาเหตุที่ค้นพบชนิดใหม่เพิ่มขึ้นส่วนใหญ่มากจากการสำรวจภาคสนามอย่างกว้างขวางของนักวิจัยไทยและนักวิจัยชาวต่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีการใช้ชื่ออนุกรมวิธานจำนวนมากในรายการตรวจสอบครั้งนี้ซึ่งแตกต่างจากรายงานครั้งก่อน รวมถึงสกุลต่าง ๆ เช่น *Xenophrys* (ชื่อเดิมคือ *Megophrys*) และ *Leptobrachella* (ชื่อเดิมคือ *Lepto lalex*) ซึ่งชื่อเหล่านี้ได้รับการปรับปรุงตาม Frost (2021)

ผลจากการศึกษาในครั้งนี้พบการกระจายตัวของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่ทั้งหมด 2 Orders 7 วงศ์ 25 สกุล 42 ชนิด คิดเป็นร้อยละ 23.86 ของรายงานการพบในประเทศไทย โดยมีทั้งหมด 176 ชนิด (ปิยวรรณ นิยมวัน และคณะ, 2562; Poyarkov et al., 2021) มีวงศ์ปาด (Rhacophoridae) 9 สกุล 11 ชนิด วงศ์กบแท้ (Ranidae) 5 สกุล 8 ชนิด วงศ์กบ-เขียด (Dicroglossidae) 4 สกุล 7 ชนิด วงศ์อีกราย (Megophryidae) 3 สกุล 6 ชนิด วงศ์คางคก (Bufonidae) 1 สกุล 2 ชนิด วงศ์อีกราย (Microhylidae) 2 สกุล 7 ชนิด และวงศ์ซาลาแมนเดอร์ (Salamandridae) 1 สกุล 1 ชนิด ซึ่งถือว่าในพื้นที่นี้มีความหลากหลายค่อนข้างสูง นอกจากนี้ 4 ชนิด ในจำนวน 42 ชนิด ที่ยังไม่มีการรายงานการค้นพบมาก่อนหน้านี้ ถือเป็นการรายงานครั้งแรกหรือค้นพบการกระจายพันธุ์ครั้งแรกในประเทศไทย ได้แก่ *Gracixalus yunnanensis* ซึ่งก่อนหน้านี้ Frost (2021) ได้รายงานการพบการกระจายตัวบริเวณมณฑลยูนนาน ประเทศจีน ลาว และเวียดนาม ซึ่งไม่เคยมีการรายงานในประเทศไทยมาก่อน และนี่ถือเป็นการรายงานการพบการกระจายพันธุ์ครั้งแรกในประเทศไทย อีกชนิดหนึ่งที่อยู่ในสกุล *Gracixalus* ที่พบมีการกระจายพันธุ์ คือ *Gracixalus quangii* ซึ่งก่อนหน้านี้ Frost (2021) ได้รายงานการกระจายตัวบริเวณทางตอนเหนือของประเทศเวียดนาม และประเทศลาวเท่านั้น ซึ่งไม่เคยมีการรายงานในประเทศไทยมาก่อน นอกจากนี้การศึกษาของ ปิยวรรณ นิยมวัน และคณะ (2562) ได้ยืนยันว่าไม่เคยพบชนิดนี้กระจายตัวในประเทศไทยเหมือนกัน ผลจากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นการรายงานการพบการกระจายพันธุ์ครั้งแรกในประเทศไทย นอกเหนือจากสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในสกุล *Gracixalus* ที่ได้ค้นพบถึง 2 ชนิด จากการศึกษาในครั้งนี้ยังได้พบกบในสกุล *Quasipaa* ซึ่งกบในสกุลนี้ก่อนหน้านี้ในประเทศไทยพบเพียง 1 ชนิด เท่านั้น คือ *Quasipaa fasciculispina* ชื่อสามัญ คือ กบอกหนาม ค้นพบโดย Professor Inger ในปี 1970 มีการกระจายพันธุ์บริเวณจังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราดเท่านั้น และเป็นระยะเวลา 50 ปี ที่ไม่เคยมีรายงานการค้นพบกบอกหนามชนิดอื่นในประเทศไทย แต่การศึกษาในครั้งนี้ จากลักษณะทางสัณฐานวิทยาและลักษณะทางพันธุกรรมทำให้ค้นพบกบอกหนาม *Quasipaa verrucospinosa* ซึ่งเป็นการรายงานครั้งแรกในรอบ 50 ปี ของประเทศไทย และในการศึกษาครั้งนี้ยังพบการกระจายตัวและการรายงานครั้งแรกของกบหัวขาปุ่มในสกุล *Limnonectes* ซึ่งกบในสกุลนี้ถือเป็นสกุลที่มีความซับซ้อน (Species complex) อีกกลุ่มหนึ่ง โดยก่อนหน้านี้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1838 อยู่ภายใต้ *Limnonectes kuhlii* complex สำหรับประเทศไทยในตอนนั้นพบเพียงชนิดเดียว คือ *Limnonectes kuhlii* ส่วนการศึกษาของ McLeod (2008) แสดงให้เห็นชนิดใหม่ภายใต้ *L. kuhlii* complex ในประเทศไทย คือ *Limnonectes megastomias* โดยพบครั้งแรกที่จังหวัดนครราชสีมา และต่อมาการศึกษาของ Matsui et. al. (2010) ได้แสดงให้เห็นสายพันธุ์

กบ *Limnnectes kuhlii* complex โดยใช้ข้อมูลทางสัณฐานวิทยาและข้อมูลทางพันธุกรรม ผลจากการศึกษาในครั้งนั้นส่งผลให้กบ *Limnnectes kuhlii* ในประเทศไทยถูกจัดจำแนกออกเป็น 2 ชนิด คือ กบห้วยขาป๋มเหนือ (*Limnnectes taylori*) และกบห้วยขาป๋มใต้ (*Limnnectes jarujini*) และ *Limnnectes isanensis* ในปี 2012 McLeod et al. (2012) ตามลำดับ ซึ่งตลอดระยะเวลาเกือบ 10 ปี ยังไม่มีรายงานการพบกบ *Limnnectes kuhlii* complex ชนิดอื่น แต่จากการศึกษาในครั้งนี้ ได้พบกบในสกุล *Limnnectes* คือ *Limnnectes bannaensis* ซึ่งก่อนหน้านี้พบการกระจายพันธุ์บริเวณทางตอนใต้ของประเทศจีน เวียดนาม และทางตอนเหนือของประเทศลาว แต่ไม่พบการกระจายพันธุ์ในประเทศไทย (Frost, 2021) ซึ่งนี่ถือเป็นการรายงานการค้นพบกบห้วยขาป๋มอีกชนิดหนึ่งในประเทศไทย จากการศึกษานี้ยังพบการกระจายตัวแบบ Sympatric distribution (การกระจายของสองชนิด หรือมากกว่าที่คล้ายคลึงกัน หรือบางครั้งรูปแบบ หรือสกุลที่พบในดินแดนเดียวกัน ตรงกันข้ามกับการกระจายตัวแบบ Allopatric ของสิ่งมีชีวิต) เนื่องจากมีการแยกคอคอดกระเพราะว่าบริเวณคอคอดกระมีสภาพภูมิอากาศทางตอนเหนือและใต้ที่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นสภาพภูมิอากาศอาจเป็นส่วนสำคัญในการจำกัดการกระจายตัวของประชากรสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกอีกด้วย

ด้วยความผันแปรของสภาพอากาศในช่วง Pliocene และ Pleistocene เป็นสถานการณ์ที่เป็นไปได้ว่ามีผลต่อการกระจายตัวไปในบริเวณพื้นที่ต่าง ๆ ในเขตภาคเหนือและภาคใต้ของประเทศไทย ระหว่างกบห้วยขาป๋มเหนือ (*Limnnectes taylori*) และ *Limnnectes bannaensis* ในพื้นที่เดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Suwannapoom et al. (2016) ที่พบการกระจายตัวแบบ Sympatric distribution ระหว่างกบห้วยขาป๋มเหนือ (*Limnnectes taylori*) และ *Limnnectes bannaensis* ในก่อนหน้านี้ในเขตมณฑลยูนนาน ประเทศจีน ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าสนใจในการศึกษาเชิงลึกต่อไป

### ปัญหาและอุปสรรค

1. การสำรวจบางช่วงมีฝนตกหนักทำให้พบความยุ่งยาก และลำบากในการออกสำรวจข้อเก็บตัวอย่าง
2. การศึกษาด้านสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกต้องอาศัยทักษะความชำนาญเฉพาะด้าน ทำให้ผู้ปฏิบัติงานสำรวจด้านสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกจำแนกชนิดสัตว์ได้ยาก
3. ผู้ที่มีความรู้ด้านชนิดพรรณสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกมีน้อย ทำให้การปฏิบัติงานด้านการสำรวจชนิดสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกล่าช้า
4. ใช้งบประมาณและค่าใช้จ่ายสูงในการดำเนินงานสำรวจ และจำแนกชนิด

### ข้อเสนอแนะ

1. ผลงานการวิจัยสามารถใช้เป็นข้อมูลทรัพยากรสัตว์ป่าที่ยังคงอยู่ในปัจจุบัน และการอนุรักษ์สัตว์กลุ่มสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก รวมถึงการใช้เป็นข้อมูลความหลากหลายทางชีวภาพของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกในพื้นที่ อุทยานแห่งชาติดอยภูคา อำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน

2. ควรที่จะมีช่องทางในการแลกเปลี่ยนความรู้ ความเข้าใจ และสร้างเครือข่ายด้านสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกให้แก่คณะผู้สำรวจ เพื่อให้การปฏิบัติงานบรรลุผล และมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น



## บรรณานุกรม

- นาริรัตน์ คำบุญเรือง. (2551). ความหลากหลายของเฟินบริเวณน้ำตกศิลาเพชร อำเภอป่า  
จังหวัดน่าน. **สารนิพนธ์ กศ .ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา)**. กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัย  
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. .
- ปิยวรรณ นิมวัน, ไพรวลัย ศรีสม และปริญญา ภาวังคะนันท์. (2559). **หนังสือคู่มือภาคสนาม  
โครงการวิจัยนิเวศวิทยาป่าไม้ระยะยาว: สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ห้วยขาแข้ง. ภาพ  
พิมพ์**. กรุงเทพฯ, 124 หน้า.
- ปิยวรรณ นิมวัน, ไพรวลัย ศรีสม และปริญญา ภาวังคะนันท์. (2562). **สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก  
ในประเทศไทย**, กรุงเทพฯ, 487 หน้า.
- พรณรงค์ สิริปิยะสิงห์ และอรุณรัตน์ ฉวีราช. (2554). ดีเอ็นเอบาร์โค้ดเพื่อการระบุชนิดของ  
สิ่งมีชีวิตกรณศึกษา ยีน cytochrome c oxidase I (COI), ในสัตว์ **วารสารมหาวิทยาลัยราช  
ภัฏมหาสารคาม**, (5), 205–210.
- มงคล คำสุข, กิตติ กริทธิุตานนท์, วรณชนก สุวรรณกร และนิพนธ์ สงวนญาตี. (2543). ความ  
หลากหลายของสัตว์ป่ามีกระดูกสันหลัง ในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ.  
**วารสารสัตว์ป่าเมืองไทย** 8(1): 63–75.
- มงคล คำสุข, กิตติศักดิ์ สมศรี และวุฒินันท์ พวงสาย. (2549). การศึกษาความหลากหลายของ  
สัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกและสัตว์เลื้อยคลานในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าภูเขียว จังหวัดชัยภูมิ,  
**รายงานการวิจัยโครงการ BRT, 270-284**.
- วรรณวิภา คงเจริญ. (2550). ความหลากหลายชนิด และการแพร่กระจายระดับความสูงของสัตว์  
สะเทินน้ำสะเทินบก บริเวณห้วยลำตะคองในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, **วารสารสัตว์ป่า  
เมืองไทย**.
- สิริวดี ชมเดช. (2563). **การประยุกต์ใช้อณูพันธุศาสตร์ทางสัตววิทยา**. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่  
โรงพิมพ์ทองสาม ดีไซน์, 228 หน้า.
- สวัสดิ์ วงศ์ถิรวัฒน์. 2541. รายชื่อสัตว์ป่ามีกระดูกสันหลังในประเทศไทย. กลุ่มนิเวศวิทยาและ  
สิ่งแวดล้อม ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อม ป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้.
- Amaral, C. R. L., Chaves, A. C. S., Junior, V. N. T. B., Pereira, F., Silva, B. M., Silva, D. A.,  
Amorim, A., Carvalho, E. F., Rocha, C. F. D. (2019). Amphibians on the hotspot:  
Molecular biology and conservation in the South American Atlantic Rainforest.

- Blyth, E. (1855). Report of the Curator; Zoological Department, for March meeting. **Journal of the Asiatic Society of Bengal**. 24: 187–188.
- Blyth, E. (1856; 1855). Report for October Meeting, 1855. **Journal of the Asiatic Society of Bengal**. 24: 711–723.
- Boulenger, G. A. (1893). Concluding report on the reptiles and batrachians obtained in Burma by Signor L. Fea dealing with the collection made in Pegu and the Karin Hills in 1887–88. **Annali del Museo Civico di Storia Naturale di Genova Serie**. 2(13): 304–347
- Boulenger, G. A. (1900). Descriptions of new batrachians and reptiles from the Larut Hills, Perak. **Annals and Magazine of Natural History Series**. 7(6): 186–193.
- Boulenger, G. A. (1908). A revision of the Oriental pelobatid batrachians (genus *Megalophrys*). **Proceedings of the Zoological Society of London**. 1908: 407–430.
- Bourret, R. (1937). Notes herpétologiques sur l'Indochine française. XIV. Les batraciens de la collection du Laboratoire des Sciences Naturelles de l'Université. Descriptions de quinze especes ou variétés nouvelles. **Annexe au Bulletin Général de l'Instruction Publique. Hanoi**. 1937: 5–56.
- Buddhachat, K. and Suwannapoom, C. (2018). Phylogenetic relationships and genetic diversity of the *Polypedates leucomystax* complex, in Thailand. **PeerJ**. 6: e 4263.
- Cesar, L. G., Yang, C., Lu, Z. Y., Ren, Zhang, G. and Miller, J. T. (2019) Identification of a Pt<sub>3</sub>Co Surface Intermetallic Alloy in Pt–Co Propane Dehydrogenation Catalysts **Acs Catalysis**. 9, 5231–5244
- Chung, H. V., Tao, N. T., Vinh, L. Q., Truong, N. Q. and Jianping, J. (2019). A new species of *Leptobrachella* Smith. (1925). (Anura: Megophryidae) from Thanh Hoa Province, Vietnam, **Raffles Bulletin of Zoology**. 67: 536–556.
- Chen, J. M., Poyarkov, N. J., Suwannapoom, C., Lathrop, A., Wu, Y. H., Zhou, W. W., Yuan Z. Y., Jin, J. Q., Chen, H. M., Liu, H. Q., Nguyen, T. Q., Nguyen, S. N., Duong, T.V., Eto, K., Nishikawa, K., Matsui, M., Orlov, N. L., Stuart, B. L., Brown, R. M., Rowley, J., Murphy, R. W., Wang, Y. Y. and Che, J. (2018a). Large-scale phylogenetic analyses provide insights into unrecognized diversity and historical biogeography of Asian leaf-

- litter frogs, genus *Leptolalax*, (Anura: Megophryidae). **Molecular Phylogenetics and Evolution**. 162–171.
- Chen, W., Bei, Y., Liao, X., Zhou, S. and Mo, Y. (2018b) A new species of *Gracixalus* (Anura: Rhacophoridae) from west Guangxi, China. **Asian Herpetological Research**. 9: 74–84
- Chen, W., Liao, X. W., Zhou, S. C. and Mo, Y. M. (2019). A new species of *Leptobrachella* (Anura: Megophryidae) from southern Guangxi, China, **Zootaxa**. 4563(1): 67–82.
- Disi, A. M. and Amr, Z. S. (2010). Morphometrics, distribution and ecology of the amphibians in Jordan. **Vertebrate Zoology**. 60(2): 147–162.
- Dubois, A. (1992). Notes sur la classification des Ranidae (Amphibiens anoures). Bulletin Mensuel de la **Societe Linneenne de Lyon** 61: 305–352.
- Egert, J., Luu, V. Q., Nguyen, T. Q. and Le, M. D. (2020). First record of *Gracixalus quyeti* (Amphibia: Anura: Rhacophoridae) from Laos: molecular consistency versus morphological divergence between populations on western and eastern side of the Annamite Range, **Revue suisse de Zoologie**. 124(1): 47–51.
- Fei, L. and Ye, C.y. (2005). Two new species of Megophryidae from China. Fei, L., Ye, C. y., Huang, Y. Z., Jiang, J. P. and Xie eds, F. **An Illustrated Key to Chinese Amphibians**, 253–255 [In Chinese with English abstract].
- Frezal, L. and Leblois, R. (2008). Four years of DNA barcoding: Current advances and prospects. *Infection, Genetics and Evolution*. 8: 727–736.
- Frost, D. R. (2021). **Amphibian Species of the World Version 6.1, an Online Reference**, Electronic Database. <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php> [Accessed on 20 June 2021].
- Geissler, P., Hartmann, T. and Ihlow, F. (2015). Lower Mekong: an insurmountable barrier to amphibians in southern Indochina, **Biological Journal**. 114: 905–914.
- Gunther, A. C. L. G. (1876) "1875". Third report on collections of Indian reptiles obtained by the British Museum. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1875: 567–577

- Hajibabaei, M., Singer, G. A. C., Hebert P. D. N. and Hickey D. A. (2007). DNA barcoding: How it complements taxonomy, molecular phylogenetics, and population genetics. **Trends in Genetics**. 23: 167–172.
- Hebert, L. E., Weuve, J., Scherr, P. A., Evans, D. A. (2013). Alzheimer disease in the United States (2010–2050) estimated using the 2010 census **Neurology**. 80: 1778–1783.
- Huang, A., Liu, S., Li, H., Luo, H., Ni, Q., Yao, Y., Xu, H., Zeng, B., Ying Li, Y., Zhimin Wei, Z., Li, S. and Zhang, M. (2019). The revised complete mitogenome sequence of the tree frog *Polypedates megacephalus* (Anura, Rhacophoridae) by next-generation sequencing and phylogenetic analysis, **PeerJ**, 7415: 1–20.
- Huang, Y., Hu, J., Wang, B., Song, Z., and Zho, C. (2016). Integrative taxonomy helps to reveal the mask of the genus *Gynandropaa* (Amphibia: Anura: Dicroglossidae), **Integrative Zoology**. 11: 134–150.
- Inger, R. F., and M. Kottelat. (1998). A new species of rapid frog from Laos. **Raffles Bulletin of Zoology**. 46: 29–34.
- Jiang, K., Yan, F., Suwannapoom C., Chomdej, S. and Che, J. (2013) A New Species of the Genus *Leptolalax* (Anura: Megophryidae) from Northern Thailand, *Asian Herpetological Research* 2013, 4(2): 100–108
- Klahan, P. and Thawnon-ngiw, B. (2018). Genetic diversity of the grass frog (*Fejervarya limnocharis*, Gravenhorst, 1829) in northeastern Thailand using PCR–RFLP, **Research Review**. 1: 1–7.
- Khonsue, W. and Thirakhupt, K. (2001). A Checklist of the Amphibians in Thailand, **The Natural History Journal of Chulalongkorn University**. 1(1): 69–82.
- Kou, Z. (1985). A new species of *Ophryophryne* from Yunnan. **Acta Herpetological Sinica**. 4: 41–43.
- Kumar, S., Stecher, G. and Tamura, K. (2016). MEGA: Molecular Evolutionary Genetics Analysis Version 7.0 for Bigger Datasets. **Molecular Biology and Evolution**. 33 (7): 1870–1874.
- Librado, P. and Rozas, J. (2009). DnaSP v5: a software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. **Bioinformatics**. 25(11): 1451–1452.

- Liu, C. C., and S. Q. Hu. (1962). A herpetological report of Kwangsi. **Acta Zoologica Sinica**. 14: 73–104.
- Liu, S., Rao, D., and Li, S. (2020). First Record of *Gracixalus quangi* Rowley, Dau, Nguyen, Cao et Nguyen, 2011 (Anura, Rhacophoridae) from China. **Russian Journal of Herpetology**. 275–283.
- Li, S., Xu, N., Lv, J., Jiang, J., Wei, G., and Wang, B. (2018). A new species of the odorous frog genus *Odorrana* (Amphibia: Anura: Ranidae) from southwestern china. **PeerJ**. 6: e5695.
- Lorphengsy, S., Nguyen, T. V., Poyarkov, N. A., Wu, Y. H., Pawangkhanant, P., Passorn, S., Che, J and Suwannapoom, C (2021). First national record of *Gracixalus quangi* Rowley, Dau, Nguyen, Cao & Nguyen, 2011 and *G. yunnanensis* Yu, Li, Wang, Rao, Wu & Yang, 2019 (Amphibia: Anura: Rhacophoridae) from Thailand, **Biodiversity Data Journal**. 9: e67667.
- Luo, T., Xiao, N., Gao, K., Zhou, J. (2020). A new species of *Leptobranchella* (Anura, Megophryidae) from Guizhou Province, China, **ZooKeys**. 923: 115–140.
- Matsui, M., Khonsue, W., Panha, S. and Eto, K. (2015). A new tree frog of the genus *Gracixalus* from Thailand (Amphibia: Rhacophoridae). **Zoological Science Tokyo**. 32: 204–210.
- Matsui, M., Ohler, A., Eto, K. and Nguyen, T. T. (2017). Distinction of *Gracixalus carinensis* from Vietnam and Myanmar, with description of a new species. **Alytes**. 33: 25–37.
- Matsui, M., Panha, S., Khonsue, W. and N. Kuraishi. (2010). Two new species of the “*kuhlii*” complex of the genus *Limnonectes* from Thailand (Anura: Dicroglossidae). **Zootaxa**. 2615: 1–22.
- Mardis, E. R. (2008). The impact of next-generation sequencing technology on genetics. **Trends in Genetics**. 24: 133–141.
- McLeod, D. S. (2008). A new species of big-headed, fanged dicroglossine frog (genus *Limnonectes*) from Thailand. **Zootaxa**. 1807: 26–46.

- McLeod, D. S., Kelly, J. K. and Barley, A. J. (2012). Same–same but different: another new species of the *Limnonectes kuhlii* complex from Thailand (Anura: Dicroglossidae). **Russian Journal of Herpetology**. 19: 261–274.
- Munir, M., Hamidy, A., Matsui, M., Kusriani, M. D., Nishikawa, K. (2020). A new species of *Micryletta* (Amphibia: Anura) from Sumatra, Indonesia. **Zoological Science**. 37(3): 295–301.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., da Fonseca, G. A. B, and Kent, J. (2000), Biodiversity hotspots for conservation priorities, **Nature**. 403: 853 – 858.
- Nei, M. (1987). Molecular Evolutionary Genetics. (Chapter 9). New York: Columbia University Press.
- Nguyen, T. L., Poyarkov, N. A., Le, T. D., Vo, B. D., Ninh, T. H., Duong, V. T., Murphy, R. W. and Sang, N. V. (2018). A new species of *Leptolalax* (Anura: Megophryidae) from Son Tra Peninsula, central Vietnam. **Zootaxa**. 4388(1): 1–21.
- Nylander, J. A. A. (2004). MrModeltest Version 2. Program Distributed by the Author. Evolutionary Biology Centre, Uppsala University, Uppsala.
- Ohler, A., and Delorme M. (2006). Well known does not mean well studied: morphological and molecular support for existence of sibling species in the Javanese gliding frog *Rhacophorus reinwardtii* (Amphibia, Anura). **Comptes Rendus Biologies Paris**. 329: 86–97.
- Pawangkhanant, P., Poyarkov, N. A., Duong, T. V., Naiduangchan, M. and Suwannapoom, C. (2018). A new species of *Leptobrachium* (Anura: Megophryidae) from western Thailand, **PeerJ**. 6: e 5584.
- Pham, A. V., Sung, N. B., Pham, C. T., Le, M. D., Ziegler, T. and Nguyen, T. Q. (2019). A new species of *Amolops* (Anura: Ranidae) from Vietnam, **Raffles Bulletin of Zoology**. 67: 363–377.
- Phimmachak, S., Richards, S. J., Sivongxay, N., Seateun, S., Chuaynkern, Y., Makchai, S., Som, H. E. and Stuart. B. L. (2019). A new caruncle–bearing fanged frog (*Limnonectes*, Dicroglossidae) from Laos and Thailand. **ZooKeys**. 846: 133–156.

- Pomchote, P., Khonsue W., Thammachoti, P., Hernandez A., Peerachidacho, P., Suwannapoom, C, Onishi, Y., and Nishikawa K. (2020). A new species of *Tylototriton* (Urodela: Salamandridae) from Nan Province, northern Thailand. **Tropical Natural History**. 20: 144–161.
- Poyarkov, N. A., Pawangkhanant, P., Gorin V. A., Juthong, W., and Suwannapoom, C. (2020), A new species of miniaturised narrow-mouth frog of the genus *Microhyla* Tschudi, 1838 (Amphibia: Anura: Microhylidae) from northern Tenasserim, Thailand, **Journal of Natural History**, 54: 1525 –1558.
- Poyarkov, N. A., Nguyen, T. V. and Popov, E. S. (2021). Recent Progress in Taxonomic Studies, Biogeographic Analysis, and Revised Checklist of Amphibians in Indochina. **Russian Journal of Herpetology**. 1–110
- Ronquist, F. R., Huelsenbeck, J. P. (2003). MrBayes 3: bayesian phylogenetic inference under mixed models. **Bioinformatics**. 19 (12): 1572-1574.
- Rowley, J. J. L., Nguyen, S. N., Dau, V. Q., Nguyen, T. T. and Cao, T. T. (2011). A new species of *Gracixalus* (Anura: Rhacophoridae) with a hyperextended vocal repertoire from Vietnam. **Zootaxa**. 3125: 22–38.
- Rowley, J. L., Dau, V. Q. and Cao, T. T. (2017). A new species of *Leptolalax* (Anura: Megophryidae) from Vietnam. **Zootaxa**. 4273 (1): 061–079.
- Rowley, J. J. L., Le, D. T. T., Hoang, H. D., Cao, T. T. and Dau, V. Q., (2020) A new species of phytotelm breeding frog (Anura: Rhacophoridae) from the Central Highlands of Vietnam. **Zootaxa**. 4779(3): 341–354.
- Ruane, J. (1999). A critical review of the value of genetic distance studies in conservation of animal genetic resources. **Journal of Animal Breeding and Genetics**. 116(5): 317–323.
- Stamatakis, A., Hoover, P., Rougemont, J. and Renner S. (2008). A rapid bootstrap algorithm for the RAxML web servers. **Systematic Biology**, 57(5): 758– 771.
- Stuart, B. L. and Rowley, J. J. L. (2020). A new *Leptobranchella* (Anura: Megophryidae) from the Cardamom Mountains of Cambodia. **Zootaxa**. 4834(4): 556–572.

- Stuart, B. L., Som H. E., Neang, T., Hoang, H. D., Le D. T. T., Dau, V. Q., Potter K., and Rowley, J. J. L. (2020a). Integrative taxonomic analysis reveals a new species of *Leptobrachium* (Anura: Megophryidae) from north–eastern Cambodia and central Vietnam, **Journal of Natural History**. 54(4): 225–255.
- Stuart, B. L., Schoen, S. N., Nelson, E. E. M., Maher, H., Neang, T., Rowley, J. J. L., and Cleod, D. S. (2020b). A new fanged frog in the *Limnonectes kuhlii* complex (Anura: Dicroglossidae) from northeastern Cambodia. **Zootaxa**. 4894: 451–473.
- Stuart, B. L., Chuaynkern, Y., Chan–ard, T. and Inger. R. F. (2006). Three species of frogs and a new tadpole from eastern Thailand. **Fieldiana Zoology. New Series**. 1543: 1–10.
- Stuart, B. L., Inger, B. F. and Voris, H. K. (2006) High level of cryptic species diversity revealed by sympatric lineages of Southeast Asian forest frogs. *Biology Letters*, 2, 470–474.
- Stuart, B. L., and Chan–ard. (2005). Two new *Huia* (Amphibia: Ranidae) from Laos and Thailand. **Copeia** 2005: 279–289.
- Suwannapoom, C., Sumontha, M., Tunprasert, J., Ruangsuwan, T., Pawangkhanant, P., Korost, D. V. and Poyarkov, N. A. (2018). A striking new genus and species of cave–dwelling frog (Amphibia: Anura: Microhylidae: Asterophryinae) from Thailand, **PeerJ**. 6: e 4422.
- Suwannapoom, C., Yuan, Z. Y., Poyarkov Jr, N. A., Yan, F., Kamtaeja, S., Murphy, R. W. and Che, J. (2016a). A new species of genus *Fejervarya* (Anura: Dicroglossidae) from northern Thailand. **Zoological Research**. 37(6): 327–337.
- Suwannapoom, C., Yuan, Z. Y., Jiang, K., Yan, F., Gao, W. and Che, J. (2017). A new species of rain–pool frog (Dicroglossidae: *Fejervarya*) from western Thailand, **Zoological Research**. 38(5): 243–250.
- Suwannapoom, C., Nguyen, T. V., Pawangkhanant, P., Gorin, V. A., Chomdej, S., Che, J., and Poyarkov, N. A. (2020). A new species of *Micryletta* (Amphibia: Microhylidae) from southern Thailand. **Zoological Research**. 41: 581–588
- Suwannapoom, C., Jiang K., Wu, Y. H., Pawangkhanant P., Nguyen T. V., Poyarkov N. A., and Che J. (2021a), Two new country records of fanged frogs *Limnonectes bannaensis*

- Ye, Fei et Jiang, 2007 and *L. utara* Matsui, Belabut et Ahmad, 2014 (Amphibia: Anura: Dicroglossidae) from Thailand, **Biodiversity Data Journal**, 9: e67253.
- Suwannapoom, C., Nguyen, T. V., Lorphengsy, S., Wu, Y. H., Pawangkhanant P., Poyarkov N. A., and Che, J. (2021b). First record *Quasipaa verrucospinosa* (Bourret, 1937) (Amphibia: Anura: Dicroglossidae) from Northern Thailand with comment on its taxonomic status, **Biodiversity Data Journal** (in press).
- Suwannapoom, C, Yuan, Z. Y., Chen, J. M., Hou, M., Zhao, H. P., Wang, L. J., Nguyen, T. Q., Murphy, R. W., Sullivan, J., McLeod, D. S. and Che, J. (2016b). Taxonomic revision of the Chinese *Limnonectes* (Anura, Dicroglossidae) with the description of a new species from China and Myanmar. **Zootaxa**. 4093: 181–200.
- Taylor, E. H. (1962). The amphibian fauna of Thailand. University of Kansas **Science Bulletin** 43: 265–599.
- Vogt, T. (1911). Beitrag zur Amphibien-fauna der Insel Formosa. **Sitzungsberichte der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin**. 1911: 179–184.
- Wang, B., Nishikawa, K., Matsui, M., Nguyen, T. Q., Xie, F, Li, C., Khatiwada, J. R., Zhang, B. W., Gong, D. J., Mo, Y. M., Wei, G., Chen, X. H., Shen, Y. H., Yang, D. D., Xiong, R. C., and Jiang, J. P. (2018), Phylogenetic surveys on the newt genus *Tylototriton sensu lato* (Salamandridae, Caudata) reveal cryptic diversity and novel diversification promoted by historical climatic shifts, **Peer J**. 6,e4384.
- Wang, J, Zeng, Z.C., Lyu, Z.T., Liu, Z.Y. & Wang, Y.Y. (2018) Description of a new species of *Gracixalus* (Amphibia: Anura: Rhacophoridae) from Guangdong Province, southeastern China. **Zootaxa**, 4420 (2), 251–269.
- Wang, J., Yang, J. H., Li, Y., Lyu, Z. T., Zeng, Z. C., Liu, Z. Y., Ye, Y. H. and Wang, Y. Y. (2018a). Morphology and molecular genetics reveal two new *Leptobranchella* species in southern China, (Anura: Megophryidae). **ZooKeys**. 776: 71–103.
- Wang, J, Zeng, Z. C., Lyu, Z. T., Liu, Z. Y. and Wang, Y. Y. (2018b). Description of a new species of *Gracixalus* (Amphibia: Anura: Rhacophoridae) from Guangdong Province, southeastern China. **Zootaxa**. 4420 (2), 251–269.

- Wang, Y., Yin, W. and Zeng, J. (2019) Global Convergence of ADMM in Nonconvex Nonsmooth Optimization J **Journal of Scientific Computing**. 78:29–63
- Watters, J. L., Cummings, S. T., Flanagan, R. L, and Siler, C. D. (2016). Review of morphometric measurements used in anuran species descriptions and recommendations for a standardized approach, **Zootaxa**. 4072(4): 477–495.
- Wiens, J. J. (2008). Systematics and herpetology in the age of genomics. **BioScience**. 58: 297–307.
- Wong, H. K. E. and Hanner, H. R. (2008). DNA barcoding detects market substitution in North American seafood. **Food Research International**. 41(8): 828–837.
- Woodruff, D. S. (2010), Biogeography and conservation in Southeast Asia: how 2.7 million years of repeated environmental fluctuations affect today's patterns and the future of the remaining refugial-phase biodiversity, **Biodiversity and Conservation**. 19: 919–941.
- Wu, Y. H., Suwannapoom, C., Poyarkov, N. A., Pawangkhanant, P., Xu, K., Jin, J. Q., Murphy R. W., and Che, J. (2019), A new species of the genus *Xenophrys* (Anura: Megophryidae) from northern Thailand, **Zoological Research**. 40(6): 564–574.
- Ye, C. Y., L. Fei, F. Xie, and Jiang J. P. (2007). A new Ranidae species from China—*Limnonectes bannaensis* (Ranidae: Anura). **Zoological Research**, 28: 545–550.
- Yu, G., Hui, H., Wang, J., Rao, D., Wu, Z. and Yang, J. (2019a). A new species of *Gracixalus* (Anura, Rhacophoridae) from Yunnan, China. **Zoo Keys**. 851: 91–111.
- Yu, G., Wu, Z., Yang, J. (2019b). **A new species of the *Amolops monticola* group (Anura: Ranidae) from southwestern Yunnan, China. *Zootaxa*. (3): 548–560.**



### ภาคผนวก ก การเก็บตัวอย่างเนื้อเยื่อหรือกล้ามเนื้อ

ทำการเปิดแผลเป็นรอยเล็ก ๆ ที่ด้านท้อง แล้วเอาส่วนของตับมาใส่หลอดขนาด 1.5 ml



### ภาคผนวก ข การเก็บรักษาตัวอย่างเนื้อเยื่อตับใน Alcohol 95%

เพื่อนำไปศึกษาทางด้านพันธุกรรม



ภาคผนวก ค การตรึงตัวอย่าง โดยแช่ใน Formalin 10%

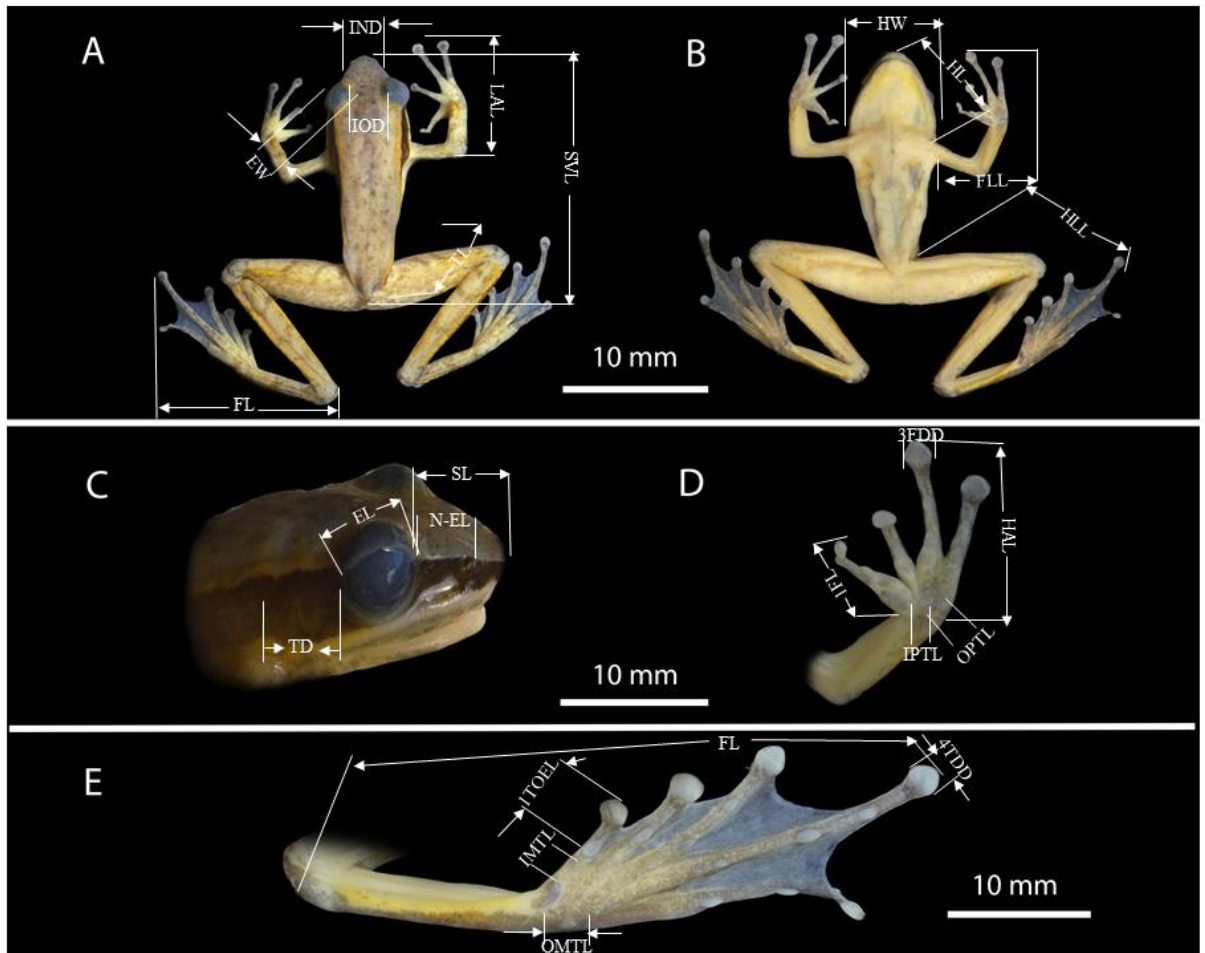
เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หรือ 1 วัน



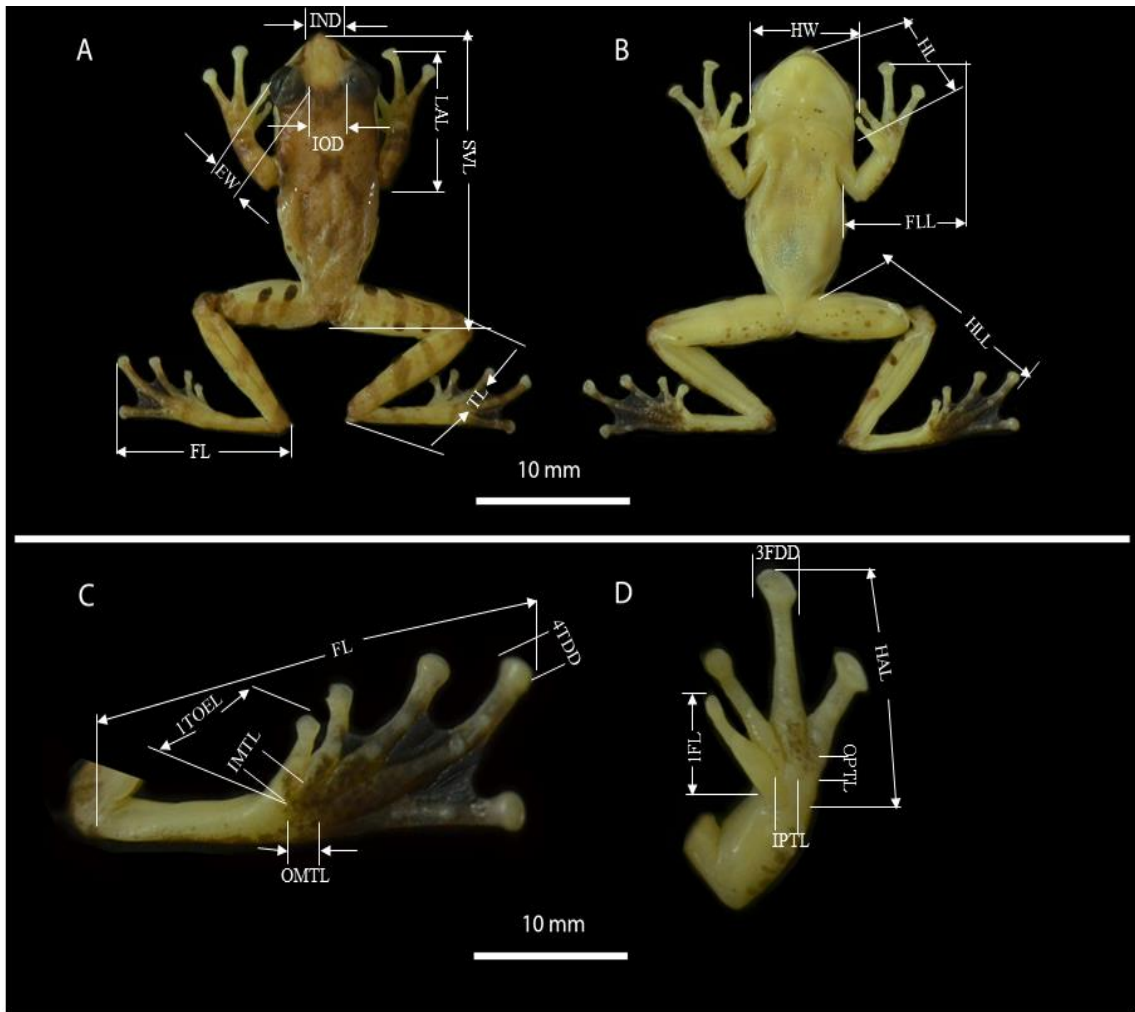
ภาคผนวก ง การเก็บรักษาตัวอย่างใน Alcohol 75%



ภาคผนวก จ ตำแหน่งและตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาดของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก  
จำนวน 24 แบบ โดยใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการกำหนดมาตรฐานของการวัด (Matsui et  
al., 2010)

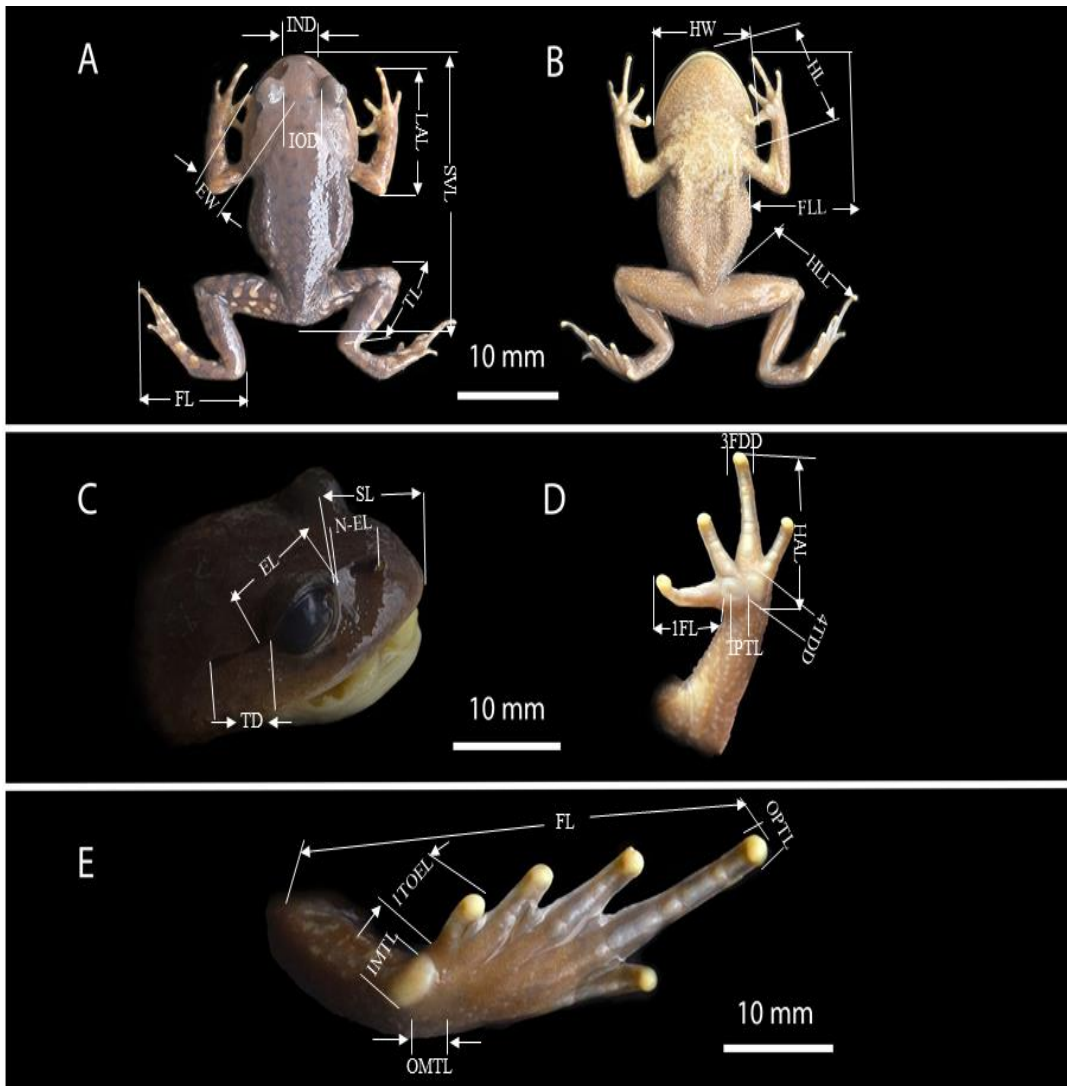


ภาพตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาดของ *Amolops cremnobatus*

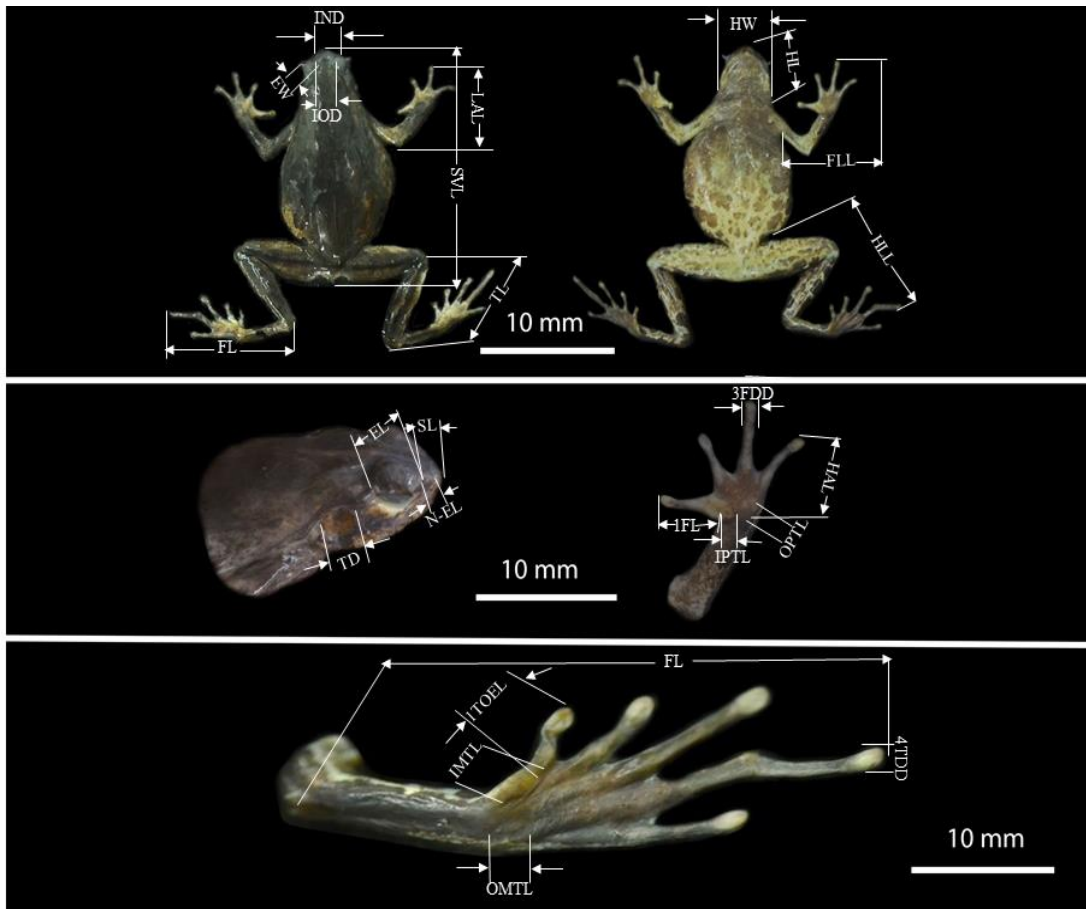


ภาพตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาดของ *Gracixalus guagi*



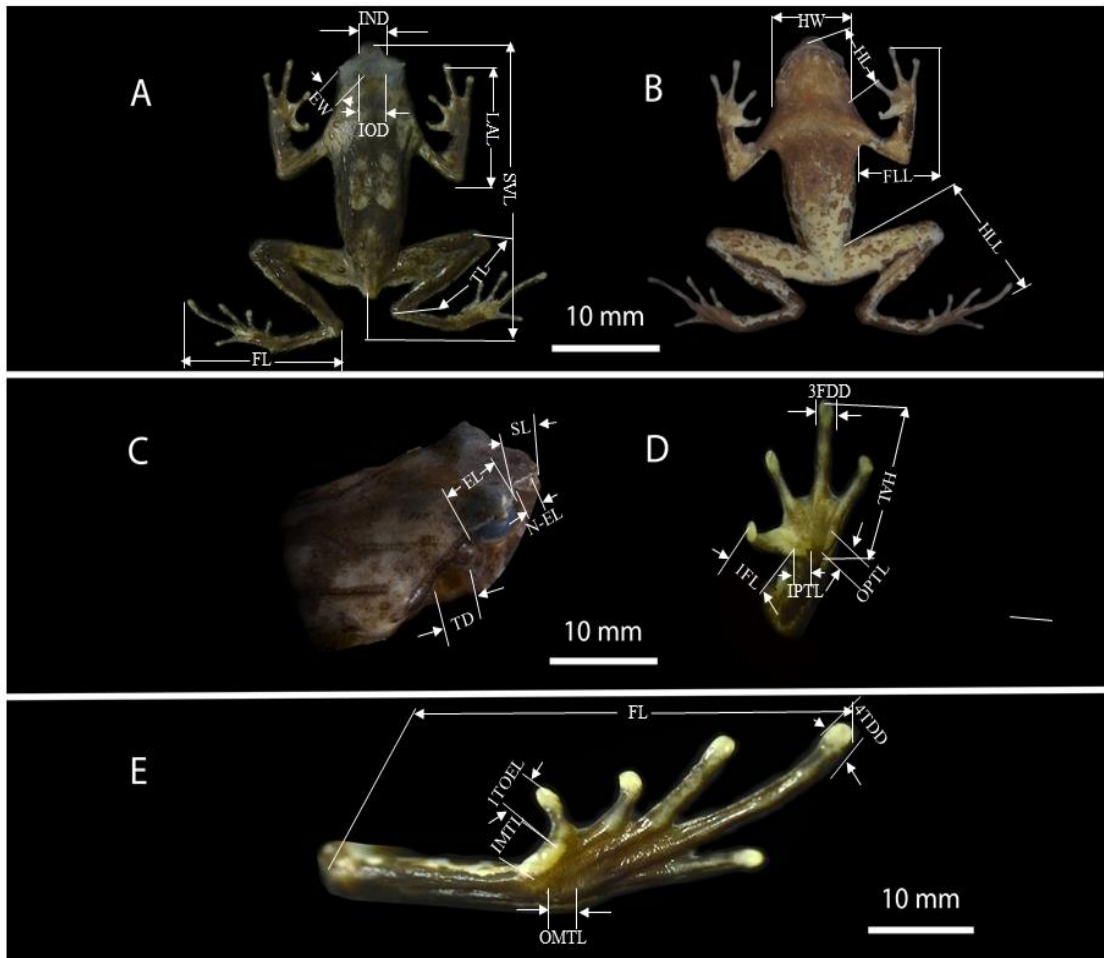


ภาพตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาดของ *Leptobrachium huashen*



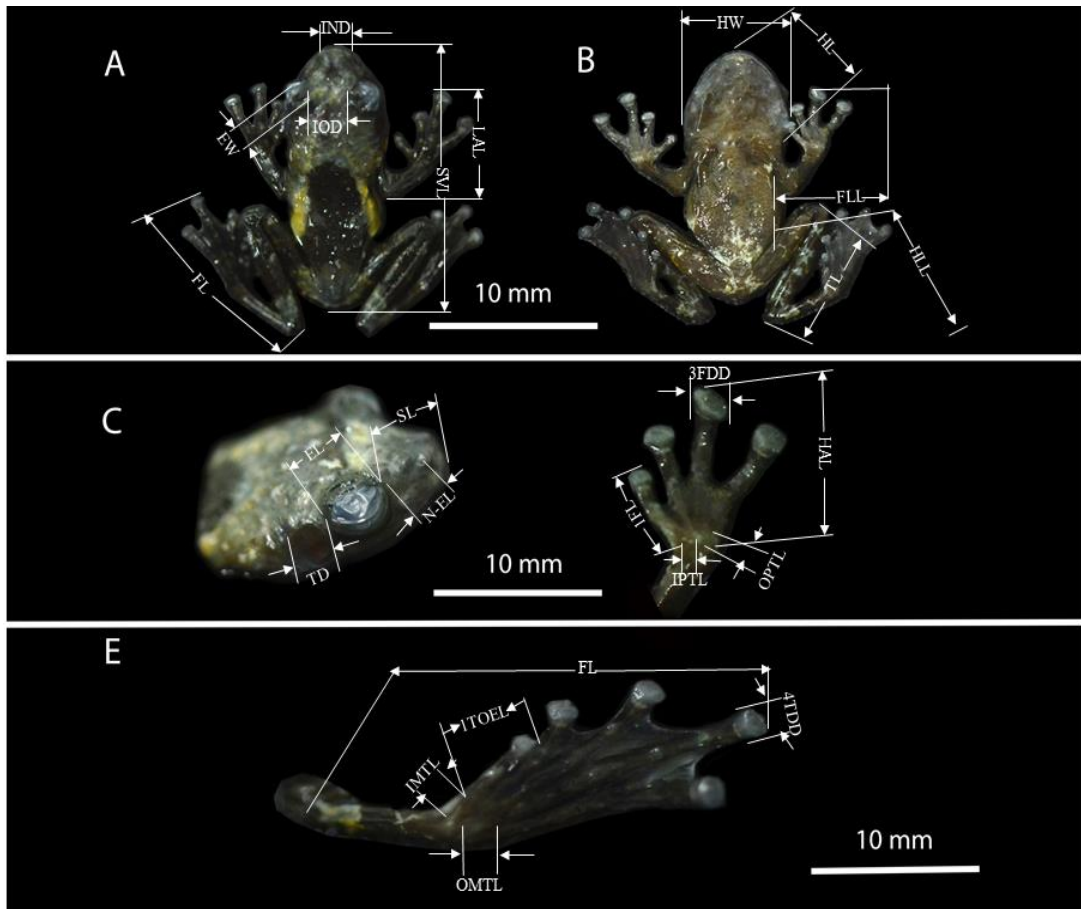
ภาพตัวอักษรย่อในการใช้วัดขนาดของ *Megophrys major*





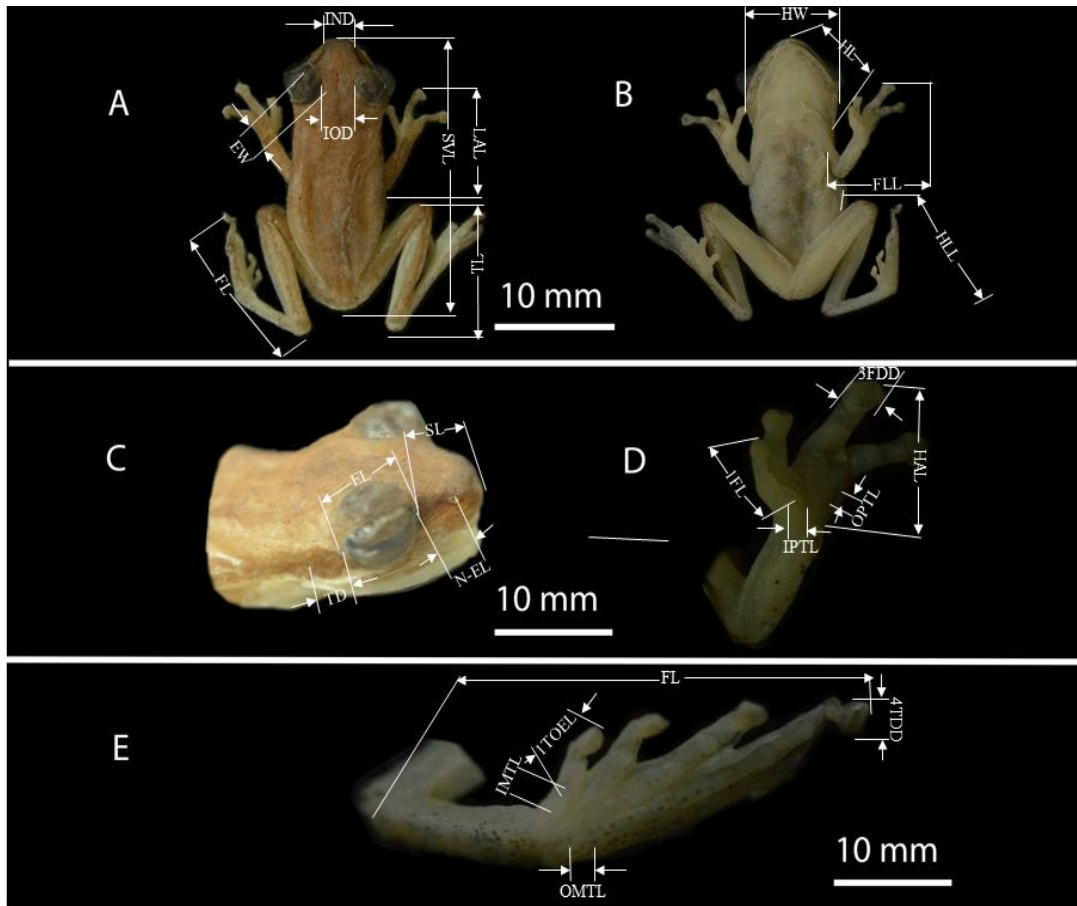
ภาพตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาดของ *Ophryohryne pachyproctus*





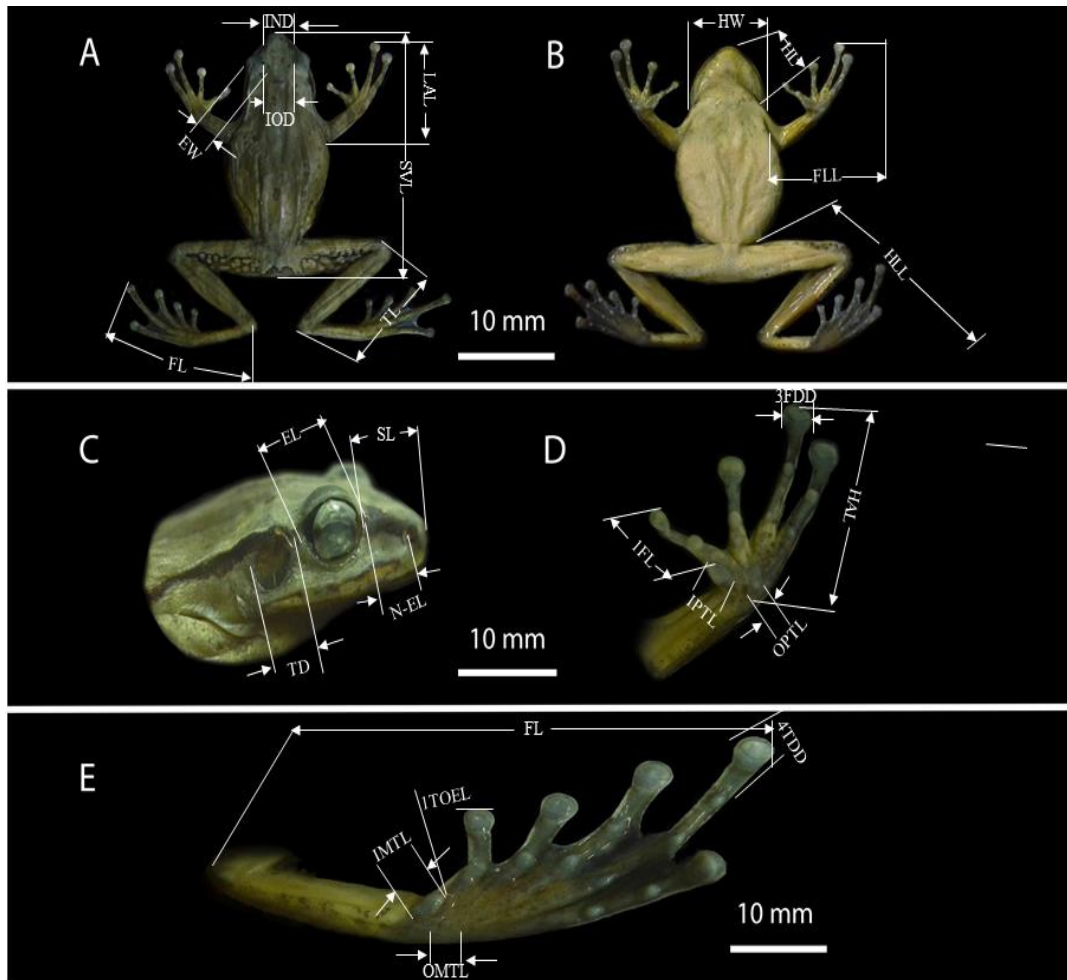
ภาพตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาดของ *Theloderma albopunctatum*





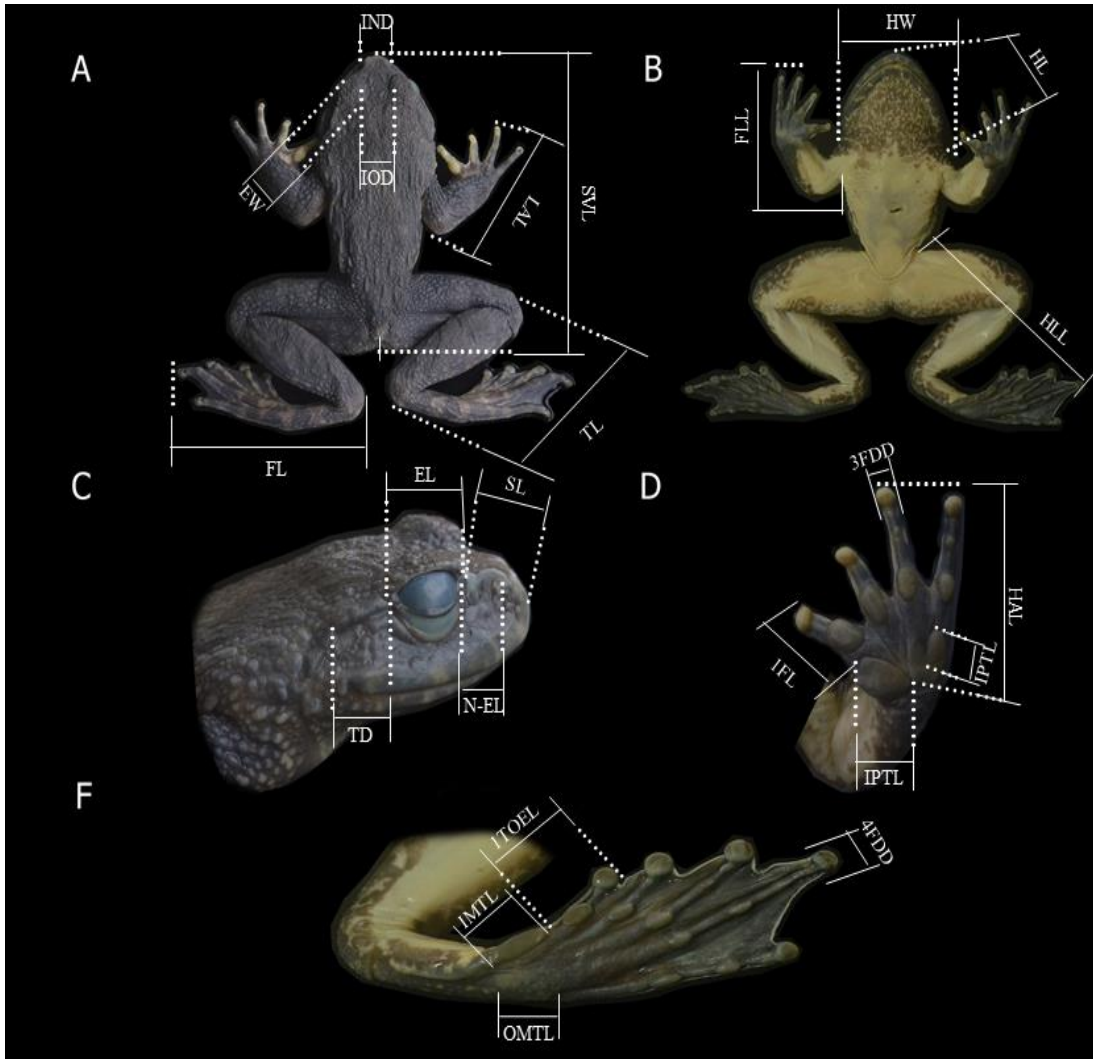
ภาพตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาดของ *Chirixalus doriae*



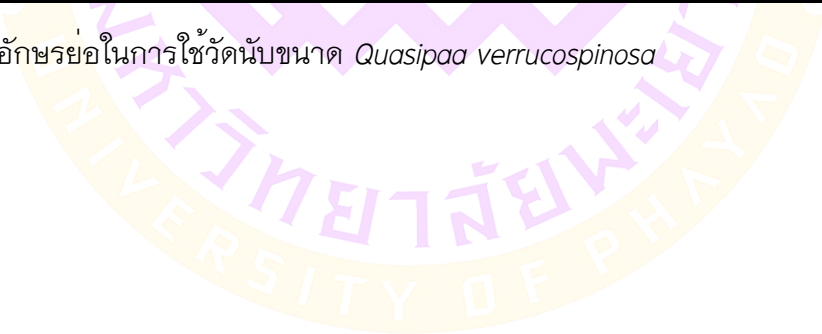


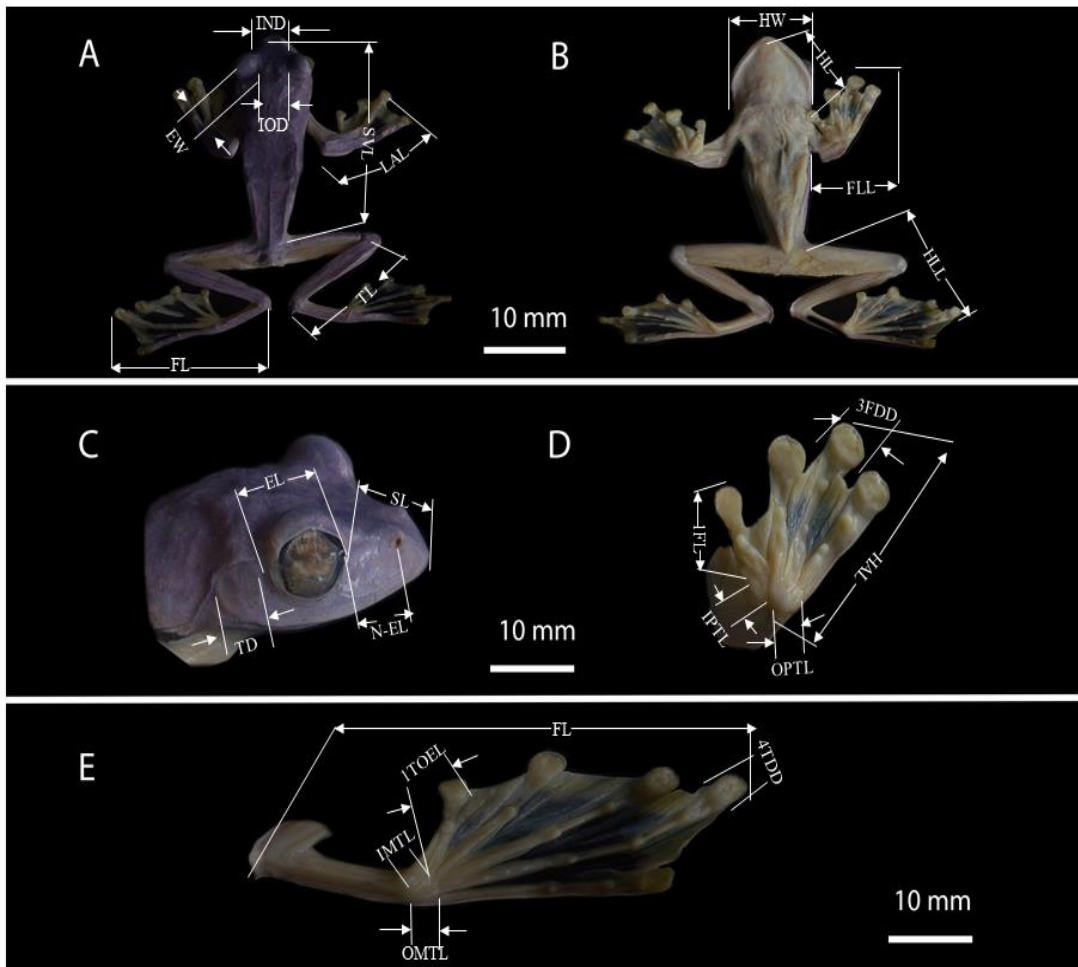
ภาพตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาดของ *Polypedates megacephalus*





ภาพตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาด *Quasipaa verrucospinosa*





ภาพตัวอักษรย่อในการใช้วัดนับขนาด *Rhacophorus Kio*



ภาคผนวก ฉ ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก

ที่รวบรวมจากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทย

Cataloguenumber	<i>Amolop marmoratus</i>	<i>Chirixalus doriae</i>	<i>Gracixalus Gaungi</i>	<i>Microhyla butleri</i>	<i>Polypedates braueri</i>
	M = 1	M = 1	M = 1	FM = 1	FM = 1
SVL	42.7	25.0	25.9	24.0	69.4
HL	16.3	9.8	10.8	7.6	23.1
SL	7.1	3.6	4.2	2.6	10.1
EL	6.4	4.5	4.7	2.9	8.3
N-EL	4.0	2.2	2.5	1.5	5.7
HW	13.5	7.8	9.1	8.1	21.8
IND	3.9	2.6	1.9	1.8	5.4
IOD	5.1	3.3	2.7	1.6	7.7
UEW	3.5	1.9	2.3	1.3	4.5
FLL	30.1	14.5	16.1	12.4	44.1
LAL	21.7	10.6	13.1	9.7	33.8
HAL	13.6	6.1	9.5	5.6	21.5
1FL	7.4	2.8	4.3	1.8	12.3
IPTL	3.2	1.3	1.3	1.0	3.7
OPTL	1.8	1.6	1.9	0.8	3.0
3FDD	1.1	0.9	1.5	0.4	3.0
HLL	85.1	38.2	44.3	40.1	111.3
TL	27.3	12.5	14.5	12.7	34.6
FL	36.2	15.3	17.3	17.5	46.7
IMTL	2.9	1.4	1.1	1.3	3.2
1TOEL	8.4	3.5	3.8	3.2	11.6
4TDD	1.3	0.8	1.1	0.5	2.3
TD	4.7	2.4	0.8	2.1	5.8
OMTL	2.2	1.5	2.0	1.5	3.5

ภาคผนวก ข ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก  
ที่รวบรวมจากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด *Amolops  
cremnotatus*

Catalogue number	AUP00402	AUP00403	AUP-01485	KIZ042668	KIZ042669	KIZ042691	KIZ042693	AUP01990	AUP01991		
SEX	Female (N=9)									Min- Max	Mean± SD
SVL	38.4	33.6	34.0	37.4	36.6	40.8	41.2	60.9	39.2	33.6-60.9	40.2±8.2
HL	13.5	12.0	12.7	12.8	13.2	13.9	13.7	23.3	15.9	12.0-23.3	14.6±3.4
SL	5.6	5.5	4.8	4.9	5.3	5.9	5.6	9.5	6.6	4.8-9.5	6.0±1.4
EL	5.8	4.6	5.4	5.4	5.3	5.3	6.4	8.9	6.7	4.6-8.9	6.0±1.3
N-EL	3.1	2.9	3.0	3.3	3.0	3.2	3.6	4.7	3.6	2.9-4.7	3.4±0.6
HW	12.6	10.4	9.5	11.3	11.8	11.6	11.7	21.3	12.5	9.5-21.3	12.5±3.4
IND	4.0	3.9	4.3	4.2	4.1	4.9	4.7	7.5	4.3	3.9-7.5	4.7±1.1
IOD	3.9	4.1	3.9	3.5	4.1	4.0	3.6	6.3	4.0	3.5-6.3	4.2±0.8
UEW	2.3	1.9	2.8	2.1	1.8	2.1	2.5	4.7	3.2	1.8-4.7	2.6±0.9
FLL	27.3	22.9	21.3	21.5	25.7	26.6	26.8	41.2	26.6	21.3-41.2	26.7±5.9
LAL	17.9	16.9	16.0	15.8	16.7	19.7	20.2	29.6	19.2	15.8-29.6	19.1±4.2
HAL	11.0	9.8	9.9	10.6	10.5	12.6	12.5	19.6	10.5	9.8-19.6	11.9±3.1
1FL	3.3	3.2	4.8	4.1	5.1	5.6	6.2	10.0	6.0	3.2-10.0	5.4±2.0
IPTL	1.7	2.9	2.4	1.6	2.3	2.6	2.4	4.0	1.9	1.6-4.0	2.4±0.7
OPTL	2.2	2.3	1.6	2.0	1.8	2.1	1.6	3.3	2.1	1.6-3.3	2.1±0.5
3FDD	2.9	2.5	2.8	2.3	2.7	2.8	3.2	3.7	1.8	1.8-3.7	2.7±0.5
HLL	64.4	59.6	59.9	63.3	62.1	71.4	72.3	118.3	74.2	59.6-118.3	71.7±18.3
TL	21.1	19.5	18.6	20.6	20.2	22.9	23.7	38.5	24.0	18.6-38.5	23.2±6.0
FL	26.6	24.6	24.6	25.3	23.9	30.0	28.8	47.3	29.9	23.9-47.3	29.0±7.2
IMTL	2.2	1.9	2.0	2.2	2.2	2.4	2.2	4.1	2.8	1.9-4.1	2.4±0.7
1TOEL	4.0	4.2	5.5	6.3	6.0	7.1	7.1	10.9	7.7	4.0-10.9	6.5±2.1
4TDD	1.6	1.2	1.4	1.6	1.2	1.7	1.6	2.3	1.1	1.1-2.3	1.5±0.4
TD	3.2	3.7	3.1	3.1	3.2	3.2	3.4	5.0	2.9	2.9-5.0	3.4±0.6
OMTL	2.4	2.1	2.2	1.7	2.1	2.2	1.9	4.1	2.1	1.7-4.1	2.3±0.7

ภาคผนวก ข ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก  
ที่รวบรวมจากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด *Amolops  
cremnobatus*

Catalogue number	KIZ042688	KIZ042689	KIZ042690	KIZ042692		
SEX	Male (N=4)				Min- Max	Mean± SD
SVL	29.4	29.7	32.1	29.0	29.0-32.1	30.0±1.4
HL	10.7	10.2	10.3	10.6	10.2-10.7	10.4±0.2
SL	3.8	4.0	4.6	4.5	3.8-4.6	4.2±0.4
EL	4.8	4.8	3.4	5.2	3.4-5.2	4.5±0.8
N-EL	2.4	2.6	2.5	2.6	2.4-2.6	2.5±0.1
HW	8.7	8.6	9.3	9.4	8.6-9.4	9.0±0.4
IND	3.2	3.8	3.5	3.8	3.2-3.8	3.6±0.3
IOD	3.0	3.1	3.0	2.8	2.8-3.1	3.0±0.1
UEW	1.9	2.1	2.3	2.0	1.9-2.3	2.1±0.2
FLL	19.0	18.9	20.3	18.3	18.3-20.3	19.1±0.8
LAL	13.7	13.8	14.3	14.3	13.7-14.3	14.0±0.3
HAL	7.5	9.0	8.4	9.0	7.5-9.0	8.5±0.7
1FL	3.5	4.2	4.3	4.8	3.5-4.8	4.2±0.5
IPTL	1.8	1.8	2.0	2.1	1.8-2.1	1.9±0.2
OPTL	1.9	1.7	1.6	1.9	1.6-1.9	1.8±0.1
3FDD	1.6	1.9	2.1	1.4	1.4-2.1	1.8±0.3
HLL	51.5	51.5	55.0	51.9	51.5-55.0	52.5±1.7
TL	17.4	17.5	18.2	17.6	17.4-18.2	17.7±0.4
FL	20.8	20.2	22.9	19.8	19.8-22.9	20.9±1.4
IMTL	1.6	1.7	1.9	1.9	1.6-1.9	1.8±0.2
1TOEL	5.0	5.3	5.3	5.8	5.0-5.8	5.4±0.4
4TDD	1.1	1.1	1.3	1.2	1.1-1.3	1.2±0.1
TD	3.1	2.4	3.0	2.2	2.2-3.1	2.7±0.4
OMTL	2.0	1.9	2.0	2.0	1.9-2.0	2.0±0.1

ภาคผนวก ฉ ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวม  
จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด *Ordorrana chloronota*

Cataloguenumber	AUP00495	AUP00496	Min- Max	Mean±SD
SEX	Male (N = 2)			
SVL	70.0	68.2	68.2-70.0	69.1±1.3
HL	23.5	22.8	22.8-23.5	23.1±0.5
SL	10.4	10.8	10.4-10.8	10.6±0.3
EL	9.0	8.1	8.1-9.0	8.5±0.6
N-EL	6.8	7.0	6.8-7.0	6.9±0.1
HW	22.3	21.7	21.7-22.3	22.0±0.4
IND	5.3	5.5	5.3-5.5	5.4±0.2
IOD	6.0	5.8	5.8-6.0	5.9±0.1
UEW	6.0	6.0	6.0-6.0	6.0±0.0
FLL	43.9	41.6	41.6-43.9	42.7±1.6
LAL	31.4	30.2	30.2-31.4	30.8±0.9
HAL	21.4	22.3	21.4-22.3	21.8±0.6
1FL	12.9	12.1	12.1-12.9	12.5±0.6
IPTL	2.0	2.0	2.0-2.0	2.0±0.0
OPTL	3.4	3.4	3.4-3.4	3.4±0.0
3FDD	1.8	1.7	1.7-1.8	1.7±0.1
HLL	136.5	133.2	133.2-136.5	134.9±2.3
TL	47.0	45.1	45.1-47.0	46.1±1.3
FL	58.8	57.6	57.6-58.8	58.2±0.8
IMTL	3.6	4.1	3.6-4.1	3.8±0.4
1TOEL	10.5	10.0	10.0-10.5	10.2±0.4
4TDD	1.5	1.7	1.5-1.7	1.6±0.1
TD	5.2	5.0	5.0-5.2	5.1±0.2
OMTL	2.9	3.1	2.9-3.1	3.0±0.1

ภาคผนวก ญ ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวม  
จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด *Ordorrana chloronota*

Catalogue number	AUP 00399	AUP 00400	AUP 00401	AUP00497	AUP00498	AUP00499	AUP 01601	AUP 01602
SEX	Female (N = 8)							
SVL	106.1	108.1	113.0	84.1	91.6	91.3	105.1	99.6
HL	34.8	33.4	36.3	27.3	29.6	30.0	32.9	31.6
SL	16.9	16.9	17.7	13.0	13.8	14.2	15.5	14.4
EL	12.2	11.6	12.7	9.9	8.5	9.5	11.5	12.0
N-EL	9.1	9.6	9.8	8.1	7.7	9.9	9.6	9.0
HW	36.4	33.2	36.2	27.7	30.8	31.7	32.7	32.2
IND	9.2	9.2	10.0	9.1	7.8	8.2	7.8	8.2
IOD	11.1	8.7	10.7	7.0	6.9	6.9	9.1	8.4
UEW	8.0	8.7	8.9	6.2	7.9	8.0	7.1	6.9
FLL	66.2	63.0	64.8	50.0	58.2	59.1	62.7	59.7
LAL	45.9	44.8	46.5	34.2	40.7	41.6	45.2	43.0
HAL	31.2	28.3	30.5	27.0	26.7	24.8	28.0	28.7
1FL	17.4	18.1	18.5	13.1	14.1	16.2	16.1	17.0
IPTL	2.4	3.0	3.1	2.3	2.6	2.7	2.7	2.2
OPTL	5.1	4.6	4.7	3.6	4.2	4.9	4.1	4.3
3FDD	2.5	2.7	2.1	3.0	2.7	2.9	2.2	2.8
HLL	199.6	198.2	211.3	166.8	179.1	172.1	190.9	187.7
TL	66.9	66.1	72.4	57.3	59.4	57.3	63.7	63.6
FL	84.4	82.6	87.5	65.8	77.7	74.9	80.2	77.8
IMTL	5.0	5.6	4.5	4.6	5.2	4.8	4.8	5.0
1TOEL	14.1	13.7	15.8	11.9	13.0	12.7	13.6	13.0
4TDD	2.4	2.1	2.3	2.8	2.8	3.0	2.3	2.3
TD	6.1	6.9	6.7	4.2	4.8	5.9	6.4	6.3
OMTL	3.9	4.0	4.9	5.0	3.3	4.4	4.9	4.8

ภาคผนวก ก ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูกาคง จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด *Ordorana chloronota* (ต่อ)

Cataloguenumber	AUP 01603	AUP 01604	AUP 01605	AUP 01606	AUP 01607	AUP 01608		
SEX	Female (N =6)						Min- Max	Mean±SD
SVL	94.9	94.9	96.5	88.9	110.5	93.7	84.1-113.0	98.4±8.8
HL	30.9	29.7	30.0	30.1	35.2	30.2	27.3-36.3	31.6±2.6
SL	14.3	15.0	13.8	14.8	17.4	14.4	13.0-17.7	15.2±1.5
EL	11.1	11.0	10.4	11.5	13.1	10.7	8.5-13.1	11.1±1.2
N-EL	7.8	8.1	8.1	9.0	10.1	8.9	7.7-10.1	8.9±0.8
HW	31.3	30.3	30.4	30.1	35.5	28.8	27.7-36.4	32.0±2.6
IND	8.5	8.1	9.0	9.2	9.2	8.5	7.8-10.0	8.7±0.6
IOD	8.3	8.6	9.0	9.0	9.1	7.5	6.9-11.1	8.6±1.3
UEW	7.5	8.0	7.4	6.8	7.4	6.7	6.2-8.9	7.5±0.8
FLL	56.1	58.8	57.6	60.5	69.4	49.4	49.4-69.4	59.7±5.6
LAL	41.0	42.4	38.7	42.5	47.9	40.9	34.2-47.9	42.5±3.5
HAL	27.1	27.4	28.1	28.9	31.4	28.2	24.8-31.4	28.3±1.8
1FL	17.9	16.9	14.6	17.5	17.9	17.4	13.1-18.5	16.6±1.6
IPTL	2.3	2.7	2.6	2.2	2.7	2.9	2.2-3.1	2.6±0.3
OPTL	4.6	4.5	3.8	3.9	4.6	4.1	3.6-5.1	4.4±0.4
3FDD	3.2	2.2	2.4	2.2	2.7	2.6	2.1-3.2	2.6±0.3
HLL	175.7	172.5	180.9	187.5	203.2	172.3	166.8-211.3	185.5±13.6
TL	61.2	62.3	60.8	63.6	67.6	59.2	57.3-72.4	63.0±4.3
FL	72.1	69.1	78.0	78.6	86.8	71.8	65.8-87.5	77.7±6.5
IMTL	4.7	4.9	4.5	5.3	6.9	4.8	4.5-6.9	5.0±0.6
1TOEL	12.1	12.5	12.1	13.4	13.7	12.7	11.9-15.8	13.2±1.0
4TDD	2.7	2.8	2.0	2.3	2.1	1.9	1.9-3.0	2.4±0.3
TD	5.8	6.1	6.0	6.3	6.4	6.0	4.2-6.9	6.0±0.7
OMTL	4.5	4.3	3.6	3.9	3.8	3.3	3.3-5.0	4.2±0.6

ภาคผนวก ก ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวม  
จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของ *Sylvirana nigrovittata*,  
*Theلودerma albopunctatum* และ *Theلودerma gordonii*

Cataloguenumber	KIZ042674	KIZ042675	AUP01925	AUP01615	AUP01926
SEX	M (N =1)	Fm (N =1)	Fm (N = 1)	Fm (N = 2)	
SVL	54.3	78.6	33.3	49.9	53.5
HL	22.0	29.9	12.6	20.6	21.6
SL	9.2	12.2	5.0	9.7	10.3
EL	7.6	9.5	4.5	6.9	6.5
N-EL	5.6	6.8	2.5	5.1	5.2
HW	17.5	27.3	14.2	21.0	22.1
IND	6.1	8.7	2.8	4.3	4.5
IOD	5.0	7.8	4.3	7.7	7.0
UEW	4.0	6.2	2.5	4.9	4.4
FLL	35.1	56.6	19.4	34.6	39.0
LAL	26.3	40.1	14.9	25.3	30.1
HAL	16.9	23.7	9.9	15.6	17.2
1FL	10.3	16.6	3.3	3.4	7.0
IPTL	1.5	2.9	1.2	1.8	2.3
OPTL	2.8	3.7	1.9	2.3	2.0
3FDD	1.5	3.0	1.1	2.5	2.2
HLL	103.3	158.8	49.5	76.1	85.7
TL	33.5	51.8	16.9	23.9	27.5
FL	43.4	67.2	21.2	32.6	37.2
IMTL	2.8	4.9	1.3	3.0	3.1
1TOEL	8.6	12.8	4.1	5.7	5.9
4TDD	1.0	1.9	1.0	1.9	1.9
TD	4.3	5.8	3.5	3.8	5.0
OMTL	2.9	3.3	1.2	1.7	3.0

ภาคผนวก ก ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูกา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด *Gracixalus yunnaneasis*

Cataloguenumber	AUP01984	AUP01985	AUP01987	AUP01491			AUP01986
SEX	Male (N=4)				Min-Max	Mean $\pm$ SD	Female (N=1)
SVL	32.3	38.0	35.7	39.0	32.3-39.0	36.3 $\pm$ 3.0	39.3
HL	12.5	13.1	13.3	14.3	12.5-14.3	13.3 $\pm$ 0.8	13.2
SL	4.3	5.8	5.5	5.4	4.3-5.8	5.3 $\pm$ 0.6	5.7
EL	5.0	5.2	4.8	5.3	4.8-5.3	5.1 $\pm$ 0.2	5.1
N-EL	3.1	3.3	3.5	3.6	3.1-3.6	3.4 $\pm$ 0.2	3.6
HW	11.6	13.4	13.6	14.0	11.6-14.0	13.1 $\pm$ 1.1	14.6
IND	3.4	3.4	3.7	3.3	3.3-3.7	3.4 $\pm$ 0.2	4.1
IOD	3.7	4.4	4.1	4.8	3.7-4.8	4.3 $\pm$ 0.5	4.4
UEW	2.6	2.9	2.8	2.4	2.4-2.9	2.7 $\pm$ 0.2	2.7
FLL	21.8	25.1	26.0	23.9	21.8-26.0	24.2 $\pm$ 1.8	27.0
LAL	14.8	17.5	18.1	17.7	14.8-18.1	17.0 $\pm$ 1.5	18.7
HAL	8.2	11.2	10.6	11.2	8.2-11.2	10.3 $\pm$ 1.4	11.2
1FL	3.8	4.7	4.8	3.5	3.5-4.8	4.2 $\pm$ 0.6	5.1
IPTL	1.5	1.7	1.7	2.2	1.5-2.2	1.8 $\pm$ 0.3	1.8
OPTL	1.8	2.2	2.0	2.0	1.8-2.2	2.0 $\pm$ 0.2	2.1
3FDD	1.1	1.3	1.1	2.0	1.1-2.0	1.4 $\pm$ 0.4	1.4
HLL	47.8	57.2	55.9	57.3	47.8-57.3	54.5 $\pm$ 4.6	64.3
TL	14.8	17.9	17.5	18.1	14.8-18.1	17.1 $\pm$ 1.5	17.8
FL	19.9	23.3	23.6	25.8	19.9-25.8	23.1 $\pm$ 2.4	23.9
IMTL	1.8	1.7	1.8	2.1	1.7-2.1	1.8 $\pm$ 0.2	1.9
1TOEL	5.2	5.4	4.6	3.9	3.9-5.4	4.8 $\pm$ 0.7	5.3
4TDD	1.3	1.4	1.2	1.7	1.2-1.7	1.4 $\pm$ 0.2	1.4
TD	2.7	2.9	2.7	3.3	2.7-3.3	2.9 $\pm$ 0.3	2.9
OMTL	2.6	2.3	2.4	2.7	2.3-2.7	2.5 $\pm$ 0.2	2.5

ภาคผนวก รู ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวม  
จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด *Kurixalus bisacculus*

Catalogue number	AUP 00385	AUP 01477	Min-Max	Mean±SD	AUP 00386	AUP 00387	AUP 00389	AUP 01928	AUP 01929	Min-Max	Mean±SD
SEX	Male (N=2)				Female (N=5)						
SVL	31.4	33.1	31.4-33.1	32.3±1.2	30.3	43.0	30.4	33.8	39.2	30.3-43.0	35.3±5.6
HL	12.3	12.2	12.2-12.3	12.2±0.1	12.8	15.2	11.9	15.4	15.3	11.9-15.4	14.1±1.7
SL	4.7	5.1	4.7-5.1	4.9±0.2	4.6	6.3	4.8	5.3	6.2	4.6-6.3	5.4±0.8
EL	4.4	5.3	4.4-5.3	4.8±0.6	4.5	6.9	5.0	5.6	5.7	4.5-6.9	5.5±0.9
N-EL	2.9	2.3	2.3-2.9	2.6±0.5	2.5	3.5	2.8	2.9	3.8	2.5-3.8	3.1±0.5
HW	10.2	13.0	10.2-13.0	11.6±2.0	12.0	16.1	10.5	13.1	14.5	10.5-16.1	13.2±2.2
IND	2.9	3.2	2.9-3.2	3.1±0.2	3.1	4.0	2.9	3.6	3.5	2.9-4.0	3.4±0.4
IOD	3.5	3.8	3.5-3.8	3.7±0.3	3.7	4.5	3.4	4.0	5.0	3.4-5.0	4.1±0.6
UEW	2.3	2.8	2.3-2.8	2.6±0.3	2.8	2.9	2.1	2.4	3.2	2.1-3.2	2.7±0.4
FLL	17.9	20.9	17.9-20.9	19.4±2.1	19.5	26.4	17.9	18.7	24.5	17.9-26.4	21.4±3.8
LAL	13.7	15.6	13.7-15.6	14.7±1.3	15.0	21.9	13.8	13.9	18.5	13.8-21.9	16.6±3.5
HAL	9.1	9.5	9.1-9.5	9.3±0.2	9.2	12.7	9.4	9.2	11.9	9.2-12.7	10.5±1.7
1FL	3.8	4.6	3.8-4.6	4.2±0.5	4.3	7.0	3.7	4.4	5.7	3.7-7.0	5.0±1.3
IPTL	2.0	1.9	1.9-2.0	1.9±0.1	2.0	2.4	2.1	2.1	2.4	2.0-2.4	2.2±0.2
OPTL	1.4	1.7	1.4-1.7	1.5±0.2	1.3	2.6	2.2	1.8	1.5	1.3-2.6	1.9±0.5
3FDD	1.5	1.9	1.5-1.9	1.7±0.3	1.7	2.1	1.4	1.7	1.8	1.4-2.1	1.8±0.2
HLL	44.0	49.6	44.0-49.6	46.8±4.0	47.3	72.3	42.3	49.6	59.5	42.3-72.3	54.2±11.9
TL	14.1	16.0	14.1-16.0	15.0±1.4	14.9	22.4	14.4	16.2	18.9	14.4-22.4	17.4±3.3
FL	17.9	21.0	17.9-21.0	19.5±2.2	19.4	30.5	17.9	20.7	25.7	17.9-30.5	22.8±5.2
IMTL	1.4	2.9	1.4-2.9	2.2±1.0	1.5	2.3	1.9	2.1	2.4	1.5-2.4	2.0±0.3
1TOEL	4.1	4.7	4.1-4.7	4.4±0.4	4.2	7.34	4.2	4.9	6.3	4.2-6.3	4.9±1.0
4TDD	1.3	1.5	1.3-1.5	1.4±0.1	1.4	1.5	1.2	1.4	1.8	1.2-1.8	1.4±0.2
TD	2.6	3.2	2.6-3.2	2.9±0.4	2.5	4.1	2.3	3.7	4.2	2.3-4.2	3.4±0.9
OMTL	1.6	1.9	1.6-1.9	1.8±0.2	1.8	2.3	1.7	1.8	1.8	1.7-2.3	1.9±0.3

ภาคผนวก ข ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวม  
จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทยของชนิด *Raorchestes parvulus*

Catalogue number	AUP01458	AUP01459	AUP01460	AUP01461	Min-Max	Mean±SD
SEX	Male (N = 4)					
SVL	18.0	17.3	17.2	18.5	17.2–18.5	17.8±0.6
HL	6.9	6.9	6.3	6.8	6.3–6.9	6.7±0.3
SL	2.5	3.0	2.2	2.6	2.2–3.0	2.6±0.3
EL	2.6	2.3	2.5	2.1	2.1–2.6	2.4±0.2
N-EL	1.4	1.8	1.7	1.6	1.4–1.8	1.6±0.2
HW	5.5	6.0	5.0	6.0	5.0–6.0	5.6±0.5
IND	2.1	1.8	1.8	1.8	1.8–2.1	1.9±0.1
IOD	2.5	2.4	1.9	2.9	1.9–2.9	2.4±0.4
UEW	1.3	1.0	1.1	1.6	1.0–1.6	1.2±0.3
FLL	10.4	9.4	9.9	11.6	9.4–11.6	10.3±0.9
LAL	7.6	7.2	8.5	8.6	7.2–8.6	8.0±0.7
HAL	5.2	5.1	4.2	4.5	4.2–5.2	4.8±0.5
1FL	1.3	1.4	1.5	1.8	1.3–1.8	1.5±0.2
IPTL	0.7	0.8	0.7	0.5	0.5–0.8	0.7±0.1
OPTL	0.8	1.0	1.3	1.0	0.8–1.3	1.0±0.2
3FDD	0.9	0.7	0.8	0.9	0.7–0.9	0.8±0.1
HLL	24.4	24.5	22.5	25.7	22.5–25.7	24.3±1.3
TL	7.8	7.7	7.3	8.2	7.3–8.2	7.8±0.4
FL	10.8	10.4	9.4	10.9	9.4–10.9	10.4±0.7
IMTL	0.7	7.0	0.8	0.7	0.7–7.0	2.3±3.2
1TOEL	2.4	2.2	2.3	2.0	2.0–2.4	2.2±0.2
4TDD	0.7	0.5	0.5	0.8	0.5–0.8	0.6±0.2
TD	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2–1.3	1.2±0.1
OMTL	1.5	1.1	1.2	1.4	1.1–1.5	1.3±0.2

ภาคผนวก ๓ ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวม  
จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทย ของชนิด *Rhacophorus kio*

Catalogue number	KIZ042677	KIZ042678			KIZ042676
SEX	Male (N=2)		Min-Max	Mean±SD	Female (M=1)
SVL	72.4	71.5	71.5–72.4	72.0±0.6	72.3
HL	23.8	23.0	23.0–23.8	23.4±0.6	23.6
SL	11.9	11.5	11.5–11.9	11.7±0.3	12.3
EL	8.6	8.2	8.2–8.6	8.4±0.3	7.6
N-EL	6.6	6.2	6.2–6.6	6.4±0.3	6.5
HW	20.9	23.0	20.9–23.0	22.0±1.4	22.1
IND	6.2	6.7	6.2–6.7	6.4±0.3	6.8
IOD	8.0	8.6	8.0–8.6	8.3±0.4	7.4
UEW	5.9	4.9	4.9–5.9	5.4±0.7	5.2
FLL	41.4	44.4	41.4–44.4	42.9±2.2	41.5
LAL	28.8	32.4	28.8–32.4	30.6±2.5	30.9
HAL	21.2	22.0	21.2–22.0	21.6±0.6	20.9
1FL	12.3	12.2	12.2–12.3	12.2±0.1	12.0
IPTL	4.8	5.4	4.8–5.4	5.1±0.5	4.9
OPTL	3.1	3.3	3.1–3.3	3.2±0.1	3.5
3FDD	4.5	4.4	4.4–4.5	4.5±0.0	4.7
HLL	106.0	113.8	106.0–113.8	109.9±5.5	110.5
TL	33.5	35.9	33.5–35.9	34.7±1.7	35.2
FL	45.7	47.1	45.7–47.1	46.4±1.0	46.9
IMTL	2.9	3.3	2.9–3.3	3.1±0.3	3.4
1TOEL	13.0	12.1	12.1–13.0	12.5±0.7	11.5
4TDD	3.1	3.1	3.1–3.1	3.1±0.0	3.1
TD	6.4	6.1	6.1–6.4	6.2±0.3	5.4
OMTL	3.5	3.3	3.34–3.54	3.44±0.14	4.1

ภาคผนวก ฅ ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวม  
จากอุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทย ของชนิด *Leptobranchella eos*

Catalogue number	AUP00375	AUP00376	AUP00377	AUP00378	AUP00379	AUP00380	AUP00381	AUP00382	AUP 01480	Min-Max	Mean SD
SEX	Male (N=9)										
SVL	34.2	35.1	34.2	33.5	32.7	33.9	34.4	32.9	34.4	32.7-35.1	33.9±0.8
HL	13.3	12.5	13.6	13.2	14.1	12.9	13.5	12.6	13.5	12.5-14.1	13.3±0.5
SL	5.7	5.0	5.3	5.0	5.1	5.1	5.3	4.8	5.5	4.8-5.7	5.2±0.3
EL	5.2	4.6	4.4	4.5	4.6	5.3	4.4	5.2	4.8	4.4-5.3	4.8±0.4
N-EL	3.3	3.4	3.2	2.7	2.7	2.7	2.6	2.7	2.5	2.5-3.4	2.9±0.3
HW	12.0	12.1	12.1	11.3	12.3	12.4	12.2	11.3	12.9	11.3-12.9	12.1±0.5
IND	3.7	3.2	3.6	3.5	3.9	3.4	3.5	3.4	3.5	3.2-3.9	3.5±0.2
IOD	3.8	4.1	4.0	4.3	4.3	4.2	4.4	4.2	4.5	3.8-4.5	4.2±0.2
UEW	2.9	3.2	2.8	2.5	2.4	2.4	2.6	2.5	2.9	2.4-3.2	2.7±0.3
FLL	23.9	22.4	22.0	23.3	20.6	22.5	23.6	22.1	24.2	20.6-24.2	22.7±1.1
LAL	17.5	16.2	16.2	16.7	16.6	17.3	18.4	16.1	17.9	16.1-18.4	17.0±0.8
HAL	9.5	9.3	10.1	9.1	9.2	9.8	10.7	9.5	9.5	9.1-10.7	9.7±0.5
1FL	4.7	4.6	4.8	5.4	4.5	4.8	4.9	4.1	3.8	3.8-5.4	4.6±0.5
IPTL	2.0	1.9	1.5	1.7	2.1	2.0	1.7	1.5	1.5	1.5-2.1	1.8±0.2
OPTL	2.2	1.7	1.6	2.0	1.9	1.8	2.0	2.0	1.9	1.6-2.2	1.9±0.2
3FDD	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.7	0.8	0.6	0.6	0.6-0.9	0.7±0.1
HLL	55.8	53.5	53.3	56.7	54.2	53.2	33.5	52.7	55.0	33.5-56.7	52.0±7.1
TL	17.2	16.3	16.4	17.9	17.0	16.5	18.1	16.2	17.7	16.2-18.1	17.0±0.7
FL	24.6	23.4	23.5	24.2	24.3	23.4	24.9	23.6	23.6	23.4-24.9	23.9±0.6
IMTL	1.8	1.5	2.0	1.9	1.7	1.3	1.7	1.7	1.8	1.3-2.0	1.7±0.2

ภาคผนวก ด ตารางการวัดขนาดสัดส่วน (มม.) ของสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบก ที่รวบรวมจาก  
อุทยานแห่งชาติดอยภูคา จังหวัดน่านประเทศไทย ของชนิด *Leptobrachium huashen*

Catalogue number	AUP 00390	AUP 00391	Min- Max	Mean±SD
SEX	Fm (N=2)			
SVL	52.2	64.4	52.2-64.4	58.3±8.6
HL	24.7	31.0	24.7-31.0	27.8±4.4
SL	10.3	12.4	10.3-12.4	11.4±1.5
EL	7.0	9.1	7.0-9.1	8.0±1.5
N-EL	5.5	6.7	5.5-6.7	6.1±0.8
HW	24.9	29.7	24.9-29.7	27.3±3.4
IND	6.1	6.9	6.1-6.9	6.5±0.5
IOD	7.8	8.3	7.8-8.3	8.0±0.3
UEW	5.0	6.4	5.0-6.4	5.7±1.0
FLL	38.4	49.9	38.4-49.9	44.2±8.1
LAL	28.4	34.9	28.4-34.9	31.6±4.6
HAL	13.4	17.2	13.4-17.2	15.3±2.7
1FL	7.8	9.7	7.8-9.7	8.8±1.3
IPTL	2.8	3.2	2.8-3.2	3.0±0.3
OPTL	1.9	3.2	1.9-3.2	2.5±1.0
3FDD	1.4	1.6	1.4-1.6	1.5±0.1
HLL	65.5	83.5	65.5-83.5	74.5±12.8
TL	19.0	24.6	19.0-24.6	21.8±3.9
FL	28.1	35.6	28.1-35.6	31.9±5.3
IMTL	2.8	4.0	2.8-4.0	3.4±0.9
1TOEL	3.5	4.6	3.5-4.6	4.0±0.8
4TDD	1.3	1.5	1.3-1.5	1.4±0.1
TD	4.4	5.0	4.4-5.0	4.7±0.4
OMTL	2.8	3.8	2.8-3.8	3.3±0.7

ภาคผนวก ต ลำดับ Nucleotide ที่ใช้ในการศึกษาระดับโมเลกุล

>AUP00402\_ *Amolops\_cremnobatus*

CCTGTCTAGAGGTCAGCCTGCCAGTGACATAAAGTTCAACGGCCGCGGTAACCTAACCGTGCAA  
 AGGTAGCATAATCACTTGTCTCTAAATAGGGACTTGTATCAACGGCATCACGAGGGCTATACTGT  
 CTCCTTTCTCCAATCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGAAGAAGCGGGGATTTTTTATAAGACGAGA  
 AGACCCCATGGAGCTTTAAGCAACACATTTACTTTTTATCTTTTATATCAACTTAATAAAATACCTAA  
 GTATTAGCTTTAGGTTGGGGGACCGCGGAGTATAACCTAACCTCCACGACAAATGGGCCACGCC  
 CTTATCCACGAGCCACAACCTAAGAATCAATAAACTGATGTTTAATGATCCGATAATTCGATCAA  
 CGAACCAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCTACTTCAAGAGCCCCTATCGACAAGTAGGTT  
 TACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCTAGTGGTGCAGCCGCTACTAAAGGTTGTTTGTCAA  
 CGATTA AACCTACGTGATCTGAGTTTCAAACCGGA

>AUP01479\_ *Leptobranchella\_minima*

CCTGATTAGAAGGTAACGCCTGCCAGTGACTATATGTTAAACGGCCGCGGTATACTGACCGTGCA  
 AAGGTAGCGTAATCACTTGTCTTTTAAATGGAGACTAGTATGAACGGCATCACGAGAACTAATCTG  
 TCTCCCTCCCCAATCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGCAGAAGCGGGGATAATATCATAAGACGA  
 GAAGACCCTGTGGAGCTTAAAATCAAAAATCAACTGCTTTATTACCTTTACTAAAAGAGACATTTT  
 TCGCAGACCTGACCTAGATTTTCAGCTGGGGCGGCTGTGGAGAAAAATAAATCCTCCACGAATATT  
 TATGCTGAAAGCCACCGCTACAGGCATTAAGCTTAACTTTAATTGACCCAATTTTTGATCAACG  
 GACCAAGTTACCCAGGGATAACAGCGCAATCCACTTTCAGAGTCCTTATCGACAAGTGGGCTTA  
 CGACCTCGATGTTGGATCAGGGCATCCTAGTGGTGCAGCCGCTACTAAAGGTTGTTTGTCAACG  
 ATTAAGCCCTACGTGATCTGAGTTCCAGACCGGA

>KIZ042657\_ *Leptobranchella\_minima*

TNATTNAAGGTAACGCCTGCCAGTGACTATATGTTAAACGGCCGCGGTATACTGACCGTGCAA  
 GGTAGCGTAATCACTTGTCTTTTAAATGGAGACCAGTATGAATGGCATCACGAGAACTAATCTGTC  
 TCCCTCCCCAATCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGCAGAAGCGGGGATAATGACATAAGACGAGA  
 AGACCCTGTGGAGCTTAAAATCAAAAATCAACTGCTTAATTACCAACACTAAAGGAAACATTTTT

CGCAGACCTGACCTAGATTTTCAGCTGGGGCGGCTGTGGAGAAAATAAATCCTCCACGAATATTT  
ATGCTGAAAGCTACCGCCACAAGCATTATAAACTTAACTTTAATTGACCCAATTTTTGATCAACG  
GACCAAGTTACCCAGGGATAACAGCGCAATCCACTTTCAGAGTCCTTATCGACAAGTGGGCTTA  
CGACCTCGATGTTGGATCAGGGCATCCTAGTGGTGCAGCCGCTACTAAAGGTTGTTTTGTTCAACG  
ATTAAGCCCTACGTGATCTGAGTTTCAGACCGGA

>AUP01928\_*Kurixalus\_ verrucosus*

CCCTGTATAGGAAGGTCAGCCTGCCAGTGACAAGTTCAACGGCCGCGGTACCCTAACCGAGCGA  
AGGTAGCATAATCACTTGTTCTTTAAATAAGGACTTGATCAATGGCACCACGAGGGTCTGACTGT  
CTCCTTTCTCCAATCAGTGAAACTGATCTTCCCGTGAAAAAGCGGGAATATATATAAAGACGAGA  
AGACCCCATGGAGCTTTAAACCTCCAGCAACTTAACTATAAATTTCTTACAACCCCAAAGAAAT  
GCTTGTTGGTTTTAGGTTGGGGTGACCACGGAGTAAAACTAACCTCCGCAACGCATAACCTAAAT  
TTTTATTAAGAGCCACAACCTCTAAAAAATAGTATACTAACGTACACTGATCCGATAATCGATTAAT  
GAACCAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCTATTTAAGAGTTCATATCGACAAATAGGCTTA  
CGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCCAGTGGTGCAGCCGCTACTGATGGTTCGTTTTGTTCAACG  
ATTAACCCTACGTGATCTGAGTTTCAGACCGGA

>AUP00390\_*Leptobrachium\_huashen*

CCTTTAANGAAGGTAACGCCTGCCAGTGACATCATGTTCAACGGCCGCGGTATTCTGACCGTGCG  
AAGGTAGCGTAATCACTTGCTTTTAAATAAAGACTAGTATGAATGGCACCACGAGGATTTAACTG  
TCTCCTTAACTTATCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGCAAAGCAGGGATAGACACATAAGACGA  
GAAGACCCTATGGAGCTTAAACTATTAAGCTGCCTATGCTATCTGCTTTAATAAATAGCACTATTA  
CAATAGGCCAGCTTACGTTTTTCAGTTGGGGTGAATATGGAGAAAAATCTATCCTCCATGAAGAGA  
TAAGCCTTGAGTTCCGCTCTACGCATTAGCAAGCCTAACTTTACTTTGATCCAATTTTTTTGATCAA  
CGGACCAAGTTACCCTAGGGATAACAGCGCAATCCATTTCAAGAGTCCTTATCGACAAATGGGTTT  
ACGACCTCGATGTTGGATTAGGACACCCTAGTGGTGCAGCCGCTACTAACGGTTCGTTTTGTTCAAC  
GATTAAGTCCTACGTGATCTGATTTTCAGACCGGA

>AUP00391\_*Leptobrachium\_huashen*

TTNTTGGAGGTAACGCCTGCCAGTGACATCATGTTCAACGGCCGCGTATTCTGACCGTGCGAAG  
 GTAGCGTAATCACTTGTCTTTTAAATAAAGACTAGTATGAATGGCACCACGAGGATTTAACTGTCTC  
 CTAAACTTATCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGCAAAGCAGGGATAGACACATAAGACGAGAAG  
 ACCCTATGGAGCTTAAAACTATTAAGCTGCCTATGCTATCTGCTTAATAAATAGCACTATTACAAT  
 AGGCCAGCTTACGTTTTTTCAGTTGGGGTGACTATGGAGAAAAATCTATCCTCCATGAAGAGATAAG  
 CCTTGAGTTTCCGCTCTACGCATTAGCAAGCCTAACTTTACTTTGATCCAATTTTTTTGATCAACGGA  
 CCAAGTTACCCTAGGGATAACAGCGCAATCCATTTCAAGAGTCCTTATCGACAAATGGGTTTACGA  
 CCTCGATGTTGGATTAGGACACCCTAGTGGTGCAGCCGCTACTAACGGTTCGTTTGTTCACGATT  
 AAAGTCCTACGTGATCTGAGTTCAGACCGGA

>AUP00381\_*Leptobrachella\_eos*

CGTTTTGAAGGTAACGCCTGCCAGTGACTGCTCGTTAAACGGCCGCGTACTCTGACCGTGCAA  
 AGGTAGCGTAATCACTTGTCTTTTAAATAAAGACTAGTATGAATGGCATCACGAGAATAATCTGT  
 CTCCTCCCCTAATCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGAGAAGCGGGGATAATAACATAAGACGAG  
 AAGACCCTGTGGAGCTTCAAATCAAAAATCAACTGCTATATTTTACCTCTTAAGGATACACCGCTAT  
 AGACCTGATCTAGATTTTCAGCTGGGGCGGCTGTGGAGAAAAAGAATCCTCCACGAAAACCTAC  
 TCCAAGGGCTACTGCCCTAAGTAATAACAAATTAATTTAATTGACCCAATTTTTGATCAACGAACCA  
 AGTTACCCAGGGATAACAGCGCAATCCACTTTTAGAGTCCTTATCGACAAGTGGGCTTACGACCT  
 CGATGTTGGATCAGGGCACCCGAGTGGTGCAGCCGCTACTAAAGGTTTCGTTTGTTCACGATTAA  
 GCCCTACGTGATCTGAGTTTCAAACCGGA

>AUP01993\_*Ophryohryne\_pachyproctus*

CCTTAATACTAAGGTAGTGCCTGCCCGGTGACTATATGTTTAAACGGCCGTGGTATTTTAAACCACGC  
 GAAGGTAGCGTAATCACTTGTTTTTTAAATAAAGACTTGTATGAATGGCTTACGAGGACCCAACT  
 GTCTCCTCTGTCCAATCAGTGAAACTGATCCCCCTGTCAGAAGCGAGGATCATGCCATAAGACG  
 AGAAGACCCTATGGAGCTTTAACTAATATCAACAATTTGCCCTTTTTACCCACTGAATTAATAATCT  
 AGCTGAATTCATTTGATAAAAGTTTTAGGTTGGGACGACCATGGAGAAAAAAAATCCTCCCTGAT  
 GACTTTAACCAAGAGCTTTCAGCTCTAAGTAATAAGACACTTAACTTATATTGACCCATTTTTTATC  
 AACGAACCAAGTTACCCTAGGGATAACAGCGCAATCCATTTCAAGAGTCCTTATCGACAAATGGG

TTTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGCATCCAAGTGGTGCAACCGCTACTAAAGGTTGTTTGTTC  
AACGATTAAGCCCTACGTGATCTGAGTTCAAACCGGA

>AUP00496\_*Odorrana\_chloronota*

GGAATGGTACCATGTACTGCCAGGTGATAATATTTAACGGCCGCGGTATACTGACCGTGCGAAGGT  
AGCATAATCACTTGTTCTTTAAATAGGGACTCGTATCAACGGCATCACGAGGGCTATACTGTCTCC  
CCCCCCAATCAGTGAAACTGATCCCCCGTGAAGAAGCGGGGATTTAACTATAAGACGAGAAGA  
CCCCATGGAGCTTTAAACTTAACATGTACCCGTATAATTATTTATCAACTTAACCTCAAGACCTACA  
TGTTAGCTTTTCGGCTGGGGGGCCACGGAGTAAAATTAACCTCCGCAACAAACGGGCAAATACC  
CTTATCTACGACTGACAAATCCAAGAATCATCAAATGATGTTTAGTGATCCGACAATTCGATCAA  
TGAACCAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCCGCTTCAAGAGCCCATATCGACAAGCGGGTT  
TACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCTAGTGGTGCAACCGCTACTAATGGTTCGTTTGTTC AAC  
GATTA AACCTACGTGATCTGAGTTCAAACCGGA

>AUP00499\_*Odorrana\_chloronota*

AGGTTACTGACCACGTGGATNCGTATCAGCGGCCGCGGTATTCTGACCGTGCGAAGGTAGCATAA  
TCACTTGTTCTCTAAATAAGGACTAGTATCAACGGCATCACGAGGGCTATACTGTCTCCCCCTCC  
AATCAGTGAAACTGATCCCCCGTGAAGAAGCGGGGATTTAATTATAAGACGAGAAGACCCCATG  
GAGCTTTAAACCTAACATACACCCCCTCGCTAAGATATCAGCTAAGCCTAGAGGGCCTGTGCGTTG  
GTCTTAGGCTGGGGGGACCACGGAGCAAATCAAACCTCCATAACAAATGGGCTAAAACCTTAT  
CCACGATTTACAAATCCAAGAATCATCAAATGATGTTAATGACCCGATAATTCGATCAATGAAC  
CAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCCACTTCAAGAGCCCATATCGACAAGTGGGTTTACGA  
CCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCTAGTGGTGACCCGCTACTAAAGGTTGTTTGTTC AACGATTA  
AAACCCTACGTGATCTGAGTTCAGACCGGACG

>AUP-01608\_*Odorrana\_chloronota*

TTCCGTAATAGGAAGGTCCAGCCTGCCAGTGATAATATTTAACGGCCGCGGTATACTGACCGTGC  
GAAGGTAGCATAATCACTTGTTCTTTAAATAGGGACTCGTATCAACGGCATCACGAGGGCTATACT  
GTCTCCCCCTCCAATCAGTGAAACTGATCCCCCGTGAAGAAGCGGGGATTTAACTATAAGACG

AGAAGACCCCATGGAGCTTTAAACTTAACATGTACCCGTATAATTATTTATCAACTTAACCTCAAGA  
CCTACATGTTAGCTTTCGGCTGGGGGGCCACGGAGTAAAATTAACCTCCGCAACAAACGGGCA  
AATACCCTTATCTACGACTGACAAATCCAAGAATCATCAAATGATGTTTAGTGATCCGACAATTC  
GATCAATGAACCAAGTTACCCTGGGATAACAGCGCAATCCGCTTCAAGAGCCCATATCGACAAG  
CGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCTAGTGGTGCAACCGCTACTAATGGTTCGTTTG  
TTCAACGATTAACCCCTACATGATCTGAGTTCAGACCGGA

>AUP00395\_*Leptobranchella\_minima*

TNATGAAGGTAATCGTCCTGNCCCAGTNGACTATATGTTAAACGGCCGCGGTATACTGACCGTGCA  
AAGGTAGCGTAATCACTTGTCTTTTAAATGGAGACCAGTATGAATGGCATCACGAGAACTAATCTG  
TCTCCCTCCCCAATCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGCAGAAGCGGGGATAATGACATAAGACGA  
GAAGACCCTGTGGAGCTTAAAATCAAAAATCAACTGCTTAATTCACCAACACTAAAGGAAACATTT  
TTTCGCAGACCTGACCTAGATTTTCAGCTGGGGCGGCTGTGGAGAAAAATAAATCCTCCACGAATA  
TTTATGCTGAAAGCTACCGCCACAAGCATTAAATAAACTTAACCTTAATTGACCCAATTTTTGATCAA  
CGGACCAAGTTACCCAGGGATAACAGCGCAATCCACTTTCAGAGTCCTTATCGACAAGTGGGCT  
TACGACCTCGATGTTGGATCAGGGCATCCTAGTGGTGACGCCGCTACTAAAGGTTTCGTTTGTCAA  
CGATTAAGCCCTACGTGATCTGAGTTTCAGACCGGA

>AUP00398\_*Leptobranchella\_minima*

TCNAAGGAAGGTAATGCCTGCCAGTGACCATGTGTTCAACGGCCGCGGTATTCTGACCGCGCGA  
AGGTAGCGTAATCACTTGTCTTCTAAATAAAGACTAGTATGAACGGCCACACGAAGACTTAACTGT  
CTCCCCTGTCCAATCAGTGAAACTGATCTCCTTGTGCAGAAGCGAGGATAAACCCATAAGACGAG  
AAGACCCTATGGAGCTTTAAACTTAATATTAATACTATTTCTATAATCCCCTCTAAGGAATTAACAAAT  
AACCCTTTTCAACTTAATATTAGTTTTAGGTTGGGGCGACCATGGAGAAAAAATATCCTCCCTGAT  
GACTTTTAAACCAAGAGCCACAGCTCTAAGTATTAAGATACTTAACCTTCCATTGACCCATTTTATGA  
TCAACGAACCAAGTTACCCTAGGGATAACAGCGCAATCCATTTCAAGAGTCCCTATCGACAAATG  
GGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGCATCCCAGTGGTGCAACCGCTACTAATGGTTCGTTTGT  
CAACGATTAAGCCCTACGTGATCTGAGTTCAGACCGGA

>AUP01473\_*Megophrys\_major*

CCTGTCCAAGCTGACTATATGTTAAACGGCCGCGGTATACTGACCGTGCAAAGGTAGCGTAATCAC  
TTGTCTTTTAAATGGAGACCAGTATGAATGGCATCACGAGAATACTGTCTCCCTCCCCAATCA  
GTGAAACTGATCTCCCCGTGCAGAAGCGGGGATAATGACATAAGACGAGAAGACCCTGTGGAGCT  
TAAATCAAAAATCAACTGCTTAATTCACCAACTAAAGGAAACATTTTTTCGCAGACCTGACCT  
AGATTTTCAGCTGGGGCGGCTGTGGAGAAAATAAATCCTCCACGAATATTTATGCTGAAAGCTAC  
CGCCACAAGCATTATAAACTTAACTTAATTGACCCAATTTTTGATCAACGGACCAAGTTACCCC  
AGGGATAACAGCGCAATCCACTTTCAGAGTCCTTATCGACAAGTGGGCTTACGACCTCGATGTTGG  
ATCAGGGCATCCTAGTGGTGCAGCCGCTACTAAAGGTTTCGTTTGTTC AACGATTAAAGCCCTACGT  
GATCTGAGTTTCAGACCGGA

>AUP01475\_*Megophrys\_major*

TCAAATGGAATGCTAGTAGCTTCGNCCAGTGACATGTGTTCAACGGCCGCGGTATTCTGACCGCGC  
GAAGGTAGCGTAATCACTTGTCTTCTAAATAAAGACTAGTATGAACGGCCACACGAAGACTTAACT  
GTCTCCCCTGTCCAATCAGTGAAACTGATCTCCTTGTGCAGAAGCGAGGATAAACCATAAGACG  
AGAAGACCCTATGGAGCTTTAACTTAATATTA ACTATTTCTATAATCCCCTCTAAGGAATTAACAA  
ATAACCCTTTTCAACTTAATATTAGTTTTAGGTTGGGGCGACCATGGAGAAAAAATATCCTCCCTG  
ATGACTTTTAAACCAAGAGCCACAGCTCTAAGTATTAAGATACTTAACTTCCATTGACCCATTTTAT  
GATCAACGAACCAAGTTACCCTAGGGATAACAGCGCAATCCATTTCAAGAGTCCCTATCGACAAA  
TGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGCATCCCAGTGGTGAACCGCTACTAATGGTTCGTTT  
GTTCAACGATTAAAGCCCTACGTGATCTGAGTTCAAACCGGA

>AUP01609\_*Quasipaa\_verrucospinosa*

TGAATAGGAAGGTCTAGCCTGCCAGTGATATAATTAACGGCCGCGGTACCCTGACCGTGCGAA  
GGTAGCATAATCACTTGTCTTTAAATAAGGACTAGTATCAACGGCATCACGAGGGTTATACTGTCT  
CCTCCCTCCAATCAGTGAAACTAATCTCCCCGTGAAGAAGCGGGGATAAAAAATATAAGACGAGAA  
GACCCCATGGAGCTTTAAACCCAACAACAACCTCTACTCACAACCCCTTGACAATTAGAAGGCC  
TGTCTGTTGGTTTTAGGTTGGGGTGACCGCGGAGTATAATTTAACCTCCACGACGAACGGGATTAA

CCCCTAATCCAAGAGCCGCTGCTCTAAGAATCAACAAATTGACGTAAAATGATCCGATAATCGATC  
 AACGAACCAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCCATTTCAAGAGCCCCTATCGACAAATGGG  
 TTTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCCAGTGGTGCAGCCGCTACTAAAGGTTTGTGGTTCA  
 ACAATTAACCCTACGTGATCTGAGTTCAGACCGGA

>AUP01470\_*Xanophrys\_parva*

CAGTACTATATGTTCAACGGCCGCGGTATTCTGACCGCGCAAGGTAGCGTAATCACTTGTCTTC  
 TAAATAAGACCAGTATGAACGGCCACACGAAGACTTAACTGTCTCCCCTGTCCAATCAGTGAAA  
 CTGATCTCCTCGTGCAGAAGCGAGGATAAACACATAAGACGAGAAGACCCTATGGAGCTTTAAAC  
 TTAATATCAACTACCCTCTTTTACCCCTCTAAGGAGCTGACAAAATTACTAGACTCGGTATAAGTTT  
 TAGGTTGGGGTGACCATGGAGAAAAACAACCTCCCTGATGATTTTTTAACCAAGAGCCACAGCT  
 CTAAGTATTAGGATTCTTAACTCCCATTGACCCAATTTTTGATCAACGAACCAAGTTACCCTAGGGA  
 TAACAGCGCAATCCATTTCAAGAGTCCCTATCGACAAATGGGTTTACGACCTCGATGTTGGATCAG  
 GGCATCCTAGTGGTGCAACCGCTACTAATGGTTCGTTTGTTCACGATTAAAGCCCTACGTGATCT  
 GAGTTCAAACCGGACGT

>AUP01458\_*Raorchestes\_longnanensis*

CCNTAATAAGAAGGTCTCGCCTGCCAGTGACAACCTTCAACGGCCGCGGTACCCTAACCGTGCAA  
 AGGTAGCATAATCACTTGTCTCTAAATAGGGACTTGTATCAATGGCATCACGAGGGTTATACTGTC  
 TCCCCTATCCAATCAGTGAAACTGATCTCCCCATGAAAAAGCGGGGATAAAATTATAAGACGAGA  
 AGACCCCATGGAGCTTTAAACCAACAGCAATTTAGTAATAACCCCTTATAACTATAAAATTATGCT  
 AACGGCTTTAGGTTGGGGTGACCGCGGAGTAAATTTAACCTCCATGTCGAAAAGATTAATCTTAA  
 CCCAAGAATACTATTCTAAGAATTAGAAAATAACGAACCATGACCCAATATTGATCAACGAAC  
 CAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCTACTTCAAGAGCCCCTATCGACAAGTAGGCTTACGA  
 CCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCCAGTGGTGCACCGCTACTAAAGGTTTCGTTTGTTCACGATT  
 AAAACCCTACGTGATCTGAGTTCAGACCGGA

>AUP01460\_*Raorchestes\_longnanensis*

TANTAGAAGGTCTCGCCTGCCAGTGACAACCTCAACGGCCGCGGTACCCTAACCGTGCAAAGGT  
 AGCATAATCACTTGTTCTCTAAATAGGGACTTGTATCAATGGCATCACGAGGGTTATACTGTCTCCC  
 CTATCCAATCAGTGAAACTGATCTCCCCATGAAAAAGCGGGGATAAAATTATAAGACGAGAAGAC  
 CCCATGGAGCTTTAAACCAACAGCAATTTAGTAATAACCCCTTATAACTATAAAATTATGCTAACG  
 GCTTTAGGTTGGGGTGACCGCGGAGTAAATTTAACCTCCATGTCGAAAAGATTAATCTTAACCCA  
 AGAACTACTATTCTAAGAATTAGAAAATAACGAACCATGACCCAATATTGATCAACGAACCAAGT  
 TACCCTGGGGATAACAGCGCAATCTACTTCAAGAGCCCCTATCGACAAGTAGGCTTACGACCTCG  
 ATGTTGGATCAGGGTATCCAGTGGTGCAACCGCTACTAAAGGTTGTTTTGTTCAACGATTAAAAC  
 CCTACGTGATCTGAGTTTCAGACCGGA

>AUP00493\_*Limnonectes bannaensis*

CCCTAATTAAGGAAGGTCCAGCCTGCCAGTGATAATTTAACGGCCGCGGTACCCTGACCGTG  
 CGAAGGTAGCATAATCACTTGTTCTCTAAATAGGGACTAGTATCAACGGCATCACGAGGGTTATAC  
 TGTCTCCTCTTTTTAATCAGTGAAACTGACCTCCCCGTGAAGAGGCGGGGATTATTATACAAGACG  
 AGAAGACCCCATGGAGCTTTAAACCAATAACAACCCACACTAAATTTTTCTAATAATATTAAG  
 TAATGTTTATTGGTTTTAGGTTGGGGTGACCGCGGAGAATAACTAAACCTCCACGATGAATGGACC  
 TTAATCCTAATCTACGAGCTACTACTCCAAGAATCAATAATTTGACCTAACTGATCCGACAATCGAT  
 CAACGAACCAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCCATTTGAGAGCCCATATCGACAAATGG  
 GTTTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCTAGTGGTGCAGCCGCTACTAAAGGTTTGTGTTTC  
 AACAAATAAAACCCCTACGTGATCTGAGTTTCAGACCGGA

>AUP00543\_*Polypedates megacephalus*

CCCTTTTGATAAGAAGGTCCAGCCTGCCAGTGAATTTTTAACGGCCGCGGTATCCTAACCGCGCG  
 AAGGTAGCATAATCACTTGTTCTTTAAATGGGGACTCGTATCAACGGCATCACGAGGGTTCTACTG  
 TCTCCTCTTTTTGATCAGTGAAATTGATCTTCCCGTGAAGAAGCGGGAATATTTATATAAGACGAGA  
 AGACCCCATGGAGCTTTAAACCAATAGCAACTTAACCATACATTGCCTAATAACTTTAAGCCCGT  
 GCTACAAGGTTTTTGGTTGGGGTGACCGCGGAGTAAACACATCCTCCACGACGGAAAGACTTTA  
 ATCTTTATTTAAGAATAAATTCTAGAAATTAGTATACTAACGTTTACTGACCCGACAATCGATCA  
 ACGGAACAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCTACTTCAAGAGCCCATATCGACAAGTAGGC

TTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCCAGTGGTGCAGCCGCTACTGAAGGTTGTTTTGTTCA  
ACGATTA AACCCCTACGTGATCTGAGTTTCAAACCGGA

>AUP01478\_*Microhyla\_butleri*

NTTTAGGGAAGGTCAGCCTGCCAGTGATAAATTAACGGCCGCGGTACCCTAACCGTGCAAAGG  
TAGCGCAATCACTTGTCTTTAAATGAGGACTAGTATGAACGGCATCACGAGGGTTACTGTCTC  
CCCACTCTACTCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGAAGAAGCGGGGTAAAAATATAAGACGAGAAG  
ACCCCATGGAGCTTAAACTCAGTCTTACCTGCCACCTAAAAACCTAGAAACCACGCAGTACTA  
ATGACTAGTTTTCGGTTGGGTGACCGCGGAGAAAAACAAATCCTCCACGACGAAAGGACCTATT  
TACCTAATCCAAGAGCTACACCTCTAAGAATCAACACATTGACCAACTGATCCAATTTTTGATCAG  
CGGACCAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCCATTTCAAGAGCTCATATCGACAAATGGGTTT  
ACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCAAGTGGCGCAGCCGCTACTAACGGTTCGTTTGTTC AAC  
GATTA AACCCCTACGTGATCTGAGTTT CAGACCGGA

>AUP01615\_*Theلودerma\_gordoni*

GNTCCTNTAGAAGGTCCAGCCTGCCAGTGATAAAATTC AACGGCCGCGGTATCCTAACCGTGCG  
AAGGTAGCATAATCACTTGTCTTTAAATAAGGACTCGTATCAACGGCACCACGAGGGTTGCACTG  
TCTCCTCCCTCCAATCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGAAGAAGCGGGGTATCACTATAAGACGA  
GAAGACCCCATGGAGCTTAAACTGGACAGCAACTTACTTATATTCTCCTCCCCACTCACAAGAC  
ATGCCCGTCAGTTTTGGTTGGGGCGACCGCGGAGTAAAAACCAACCTCCACGTCAAAGGATAC  
TATTCTATCTTAGAGCCACTCCTCCAAGAATTAGCACACTAATGAGCACGACCCGTTCAACGATCA  
ACGAACCAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCTACTTCAAGAGCCCCTATCGACAAGTAGGC  
TTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCTAGAGGCGCAGCCGCTTCTAACGGTTCGTTTGTTC A  
ACGATTA AACCCCTACGTGATCTGAGTTT CAGACCGGA

>AUP01985\_*Gracixalus\_yunnanensis*

TTATAGAAGGTCTAGCCTGCCCGGTGACAAGTTTAACGGCCGCGGTAACCTAACCGCGCGAAGGT  
AGCATAATCACTTGTCTTTAAATAGGGACTAGTATCAACGGCATCACGAGGGTTCGCACTGTCTCC  
TCCCTCCAATCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGAAAAAGCGGGGATAAAGATATAAGACGAGAAGA

CCCCATGGAGCTTTAAACCCAACAGCAACTCAGTAACATAGTTCCTCATAGCCCACAGAGAAATG  
CACGTCGGTTTTAGGTTGGGGTGACCGCGGAGTAAAAATTATCCTCCACGACGAAAAGAACTAAA  
TCTTTATCTAAGAATTACTATTCTAAGAATTAGTATACTAACGAACAATGACCCAATAATTGATCAA  
CGAAACAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCTACTTCAAGAGCCCATATCGACAAGTAGGCT  
TACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCCAGTGGTGCAGCCGCTACTGAAGGTTGTTTTGTTCAA  
CGATTAAAACCCTACGTGATCTGAGTTCAGACCGGA

>AUP01986\_*Gracixalus\_yunnanensis*

TNTTTTAGAAGGTCTAGCCTGCCCGGTGACAAGTTTAAACGGCCGCGGTAACCTAACCGCGCGAAG  
GTAGCATAATCACTTGTTCTTTAAATAGGGACTAGTATCAACGGCATCACGAGGGTTCGACTGTCT  
CCTCCCTCCAATCAGTGAACTGATCTCCCCGTGAAAAAGCGGGGATAAAGATATAAGACGAGAA  
GACCCCATGGAGCTTTAAACCCAACAGCAACTCAGTAACATAGTTCCTCATAGCCCACAGAGAAA  
TGCACGTCGGTTTTAGGTTGGGGTGACCGCGGAGTAAAAATTATCCTCCACGACGAAAAGAACTA  
AATCTTTATCTAAGAATTACTATTCTAAGAATTAGTATACTAACGAACAATGACCCAATAATTGATC  
AACGAAACAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCTACTTCAAGAGCCCATATCGACAAGTAGG  
CTTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCCAGTGGTGCAGCCGCTACTGAAGGTTGTTTTGTT  
AACGATTAAAACCCTACGTGATCTGAGTTTCANACCGGA

>AUP00524\_*Ophryohryne\_pachyproctus*

TAATCTAAGGTAGTGCCTGCCCGGTGACTATATGTTTAAACGGCCGTTGTTTAAACCACGCGAAG  
GTAGCGTAATCACTTGTTTTTAAATAAAGACTTGATGAATGGCTTCACGAGGACCCAACCTGTCTC  
CTCTGTCCAATCAGTGAACTGATCCCCTCGTGAGAAGCGAGGATCATGCCATAAGACGAGAAG  
ACCCTATGGAGCTTTAAACTAATATCAACAATTTGCCCTTTTTACCCACTGAATTTAAATCTAGCTG  
AATTCATTTGATAAAAAGTTTTAGGTTGGGACGACCATGGAGAAAAAAAAATCCTCCCTGATGACTT  
TAACCAAGAGCTTCAGCTCTAAGTAATAAGACTTAACCTTATATTGACCCATTTTTGATCAACGA  
ACCAAGTTACCCTAGGGATAACAGCGCAATCCATTTCAAGAGTCCCTATCGACAAATGGGTTTACG  
ACCTCGATGTTGGATCAGGGCATCCAAGTGGTGAACCGCTACTAAAGGTTGTTTTGTTCAACGAT  
TAAAGCCCTACGTGATCTGAGTTTCAAACCGGA

>AUP00385\_*Kurixalus\_bisacculus*

GAATGGGTTAAGAGGTCCCGCCTGCCAGTGACTAATTTCAACGGCCGCGGTATTATGACCGTGC  
 AAAGGTAGCGTAATCACTTGTCTTTTAAATAAAGACCTGTATGAAAGGCCAAAACGAAAGTTCAACT  
 GTCTCTTTAATCCAATCAATGAAATTTATCTTTTCGTGCAGAAGCGGAAATAAACATATAAGACGAG  
 AAGACCCTATGGAGCTTTAAATACACTATCAACTACTATAATATTTCAACCAACAGGAAAAAATA  
 AAACCCACATAGCCATGATATAAGTTTTTGGTTGGGGCGACCGCGGAGAAAAAGAAACCCTCCGA  
 GATAACAATCTAGAATAACACTTCAAAAATTAACATTTATTATAAATGATCCACTAAGTGACC  
 AACGAACCAAGTTACCCTAGGGATAACAGCGCAATCCTTTCTAAGAGTCCCTATCGACGAACGGG  
 TTTACGACCTCGATGTTGGATCAGGACACCCAAATGGTGCAGCCGCTATTAAGGTTGTTTGTTC  
 AACGATTAAGTCCTACGTGATCTGAGTTTCAGACCGGA

>KIZ042674\_*Odorrana\_chloronota*

TTTACTAGAAGGTCAGCCTGCCAGTGATAACATTCAACGGCCGCGGTATTCTGACCGTGCGAAGG  
 TAGCATAATCACTTGTCTCTAAATAAGGACTAGTATCAACGGCATCACGAGGGCTATACTGTCTC  
 CCCCCTCCAATCAGTGAAACTGATCCCCCGTGAAGAAGCGGGGATTTAATTATAAGACGAGAAG  
 ACCCCATGGAGCTTTAAACCTAACATACACCCCCTCGCTAAGATATCAGCTAAGCCTAGAGGGCC  
 TGTGCGTTGGTCTTAGGCTGGGGGGACCACGGAGCAAATCAAACCTCCATAACAAATGGGCTAA  
 AACCTTATCCACGATTTACAAATCCAAGAATCATCAAATGATGTTTAAATGACCCGATAATTCGAT  
 CAATGAACCAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCCACTTCAAGAGCCCATATCGACAAGTGG  
 GTTTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCTAGTGGTGCAGCCGCTACTAAAGGTTGTTTGTTC  
 AACGATTAACCCCTACGTGATCTGAGTTTCAGACCGGA

>KIZ042679\_*Chiromantis\_marginis*

GCTTACTTGGAAGGTCTAGCCTGCCAGTGATAAATTCAACGGCCGCGGTATCCTAACCGCGCGA  
 AGGTAGCATAATCACTTGTCTTTAAATAGGGACTTGTATCAACGGCATCACGAGGGTTATACTGTC  
 TCCTCTCTAATCAGTGAAACTGATCTCCCCGTGAAGAAGCGGAGATGGACCAATAAGACGAGA  
 AGACCCCATGGAGCTTTAAACCTCACAGCAACTCTAATACCCAACCCCTCATAACTTATAGAGCAG  
 TGCACGTCGGTTTTAGGTTGGGGCGACCGCGGAGTAAAAATTACCCTCCACGACGAAAAGAACTA

AATCTTTATTTAAGAGCAACCGCTCTATAAATTAGTATACTAACGAACAATGATCCGATAATCGATC  
AACGGACCAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCTACTTCAAGAGCCCATATCAACAAGTAGG  
CTTACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTATCCCGGTGGTGCAGCCGCTACTGATGGTTCGTTTGTTC  
ACGATTA AACCTACGTGATCTGAGTTC AAAACCGGA

>KIZ042677\_*Rhacophorus\_kio*

ACTGGNAGGTTCCAAGCCTGCCAGTGATAAATTCAACGGCCGCGGTATCCTAACCGTGCGAAGG  
TAGCATAATCACTTGTTCTTTAAATAGGGACTCGTATCAACGGCATCACGAGGGTTACACTGTCTCC  
TCTTTCCAATCAGTGAAACTGATCTTCCCGTGAAGAAGCGGGAATGAACTAATAAGACGAGAAGA  
CCCCATGGAGCTTTAAACCTCACAGCAACTCTAACATATATTTCCCCATAACCCGCAGAGCAATGC  
TAGTCGGTTTTAGGTTGGGGTGACCGCGGAGCAAAAACCTACCCTCCACGACGAACAGAACTAAAT  
CTTTATCCAAGAGCAACCACTCTAAGAACTAGCACACTAACGTATCATGACCCGATAATCGATCAA  
CGGACCAAGTTACCCTGGGGATAACAGCGCAATCTGCTTCAAGAGCCCATATCGACAAGCAGGCT  
TACGACCTCGATGTTGGATCAGGGTACCCAGTGGTGCAGCCGCTACTAACGGTTCGTTTGTTC  
CGATTA AACCTACGTGATCTGAGTTCAGACCGGA





## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	แสงวิไล ลอแพงสี
วัน เดือน ปี เกิด	26 กันยายน 2528
สถานที่เกิด	สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรีสาขาพืชศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยแห่งชาติลาว
ที่อยู่ปัจจุบัน	มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา
ผลงานตีพิมพ์	<p>ผลงานตีพิมพ์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์</p> <p>Lorphengsy S et al., (2021) First national record of <i>Gracixalus quangi</i> Rowley, Dau, Nguyen, Cao &amp; Nguyen, 2011 and <i>G. yunnanensis</i> Yu, Li, Wang, Rao, Wu &amp; Yang, 2019 (Amphibia: Anura: Rhacophoridae) from Thailand</p> <p>ผลงานตีพิมพ์อื่น ๆ</p> <p>Suwannapoom C et al., (2021a) First records of the fanged frogs <i>Limnonectes bannaensis</i> Ye, Fei &amp; Jiang, 2007 and <i>L. Utara</i> Matsui, Belabut &amp; Ahmad, 2014 (Amphibia: Anura: Dicroglossidae) in Thailand.</p> <p>Suwannapoom C et al., (2021b). First record <i>Quasipaa verrucospinosa</i> (Bourret, 1937) (Amphibia: Anura: Dicroglossidae) from Northern Thailand</p>