รหัสโครงการ SUT1-104-56-12-08

รายงานการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาระหว่างงูเขียวหางไหม้ท้องเหลืองและงูเขียวหางไหม้ตาโต ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช นครราชสีมา

Ecological relationship between white lipped pit viper (*Trimeresurus albolabris*) and large eyed pit viper (*Trimeresurus macrops*) at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

รหัสโครงการ SUT1-104-56-12-08

รายงานการวิจัย

การศึกษาความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาระหว่างงูเขียวหางไหม้ท้องเหลืองและงูเขียวหางไหม้ตาโต ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช นครราชสีมา

Ecological relationship between white lipped pit viper (*Trimeresurus albolabris*) and large eyed pit viper (*Trimeresurus macrops*) at Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima

คณะผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

ผศ.ดร.พงศ์เทพ สุวรรณวารี

สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ที่ปรึกษาโครงการ

Jacques G. Hill III

ผู้ร่วมโครงการ

นายทักษิณ อาชวาคม

ผู้ช่วยวิจัย

Mr. Colin T. Strine

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการวิจัยแต่เพียงผู้เดียว

มิถุนายน 2559

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2556 คณะผู้วิจัยสามารถทำงานประสบความสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความอนุเคราะห์จากสถาบันต่างๆ ดังนี้ ขอขอบคุณสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช และสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.) อนุญาตให้ทำการศึกษาในพื้นที่วิจัย และให้การสนับสนุนด้านที่พัก อาหาร ยานพาหนะ ขอขอบคุณ Dr. Jacques G. Hill จากมหาวิทยาลัยอาร์คันซอ (University of Arkansas) สำหรับคำแนะนำและการช่วยเหลือด้านวิธีการวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ ทีมอาสาสมัคร เจ้าหน้าที่จากสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัยนี้เป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อ

งูเขียวหางไหม้เป็นงูขนาดเล็กในวงศ์ย่อย Crotalinae ที่ชอบอาศัยอยู่ตามต้นไม้ ซึ่งพบมากในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช แต่ยังไม่มีผู้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องนิเวศวิทยาเชิงพื้นที่ของงูเขียวหางไหม้ในระยะยาวมาก่อน วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาการใช้พื้นที่ของงูเขียวหางไหม้แต่ละชนิดในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ใช้เวลาเก็บข้อมูลจากเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 จากการออกสำรวจและได้รับแจ้งจากชาวบ้านและเจ้าหน้าที่ ทำให้จับงูเขียวหางไหม้ได้ ทั้งหมด 176 ตัว จำแนกได้เป็น 3 ชนิด คือ งูเขียวหางไหม้ตาโต (*Trimeresurus macrops*) 164 ตัว งูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) 11 ตัวและงูเขียวไผ่หางเขียว (*T. vogeli*) 1 ตัว ได้ผ่าตัดฝังเครื่องส่งสัญญาณวิทยุในงูเขียวหางไหม้ตัวเมีย 22 ตัว และตัวผู้ 5 ตัว (*T. macrops* 25 ตัว, *T. albolabris* 1 ตัว และ *T. vogeli* 1 ตัว) และติดตามการเคลื่อนที่ของงูกลุ่มนี้เป็นระยะเวลา 10-193 วัน ผลการศึกษาพบว่า แหล่งที่อยู่อาศัยของชนิดงูแต่ละชนิด โดยวิธี Minimum Convex Polygon มีขนาดไม่แตกต่างกันเนื่องจากมีจำนวนตัวอย่างไม่เพียงพอ งูเขียวหางไหม้ตาโตมีที่อยู่อาศัยขนาดเล็ก (เฉลี่ย 0.55) และมีการย้ายที่อยู่อาศัยน้อยมาก จำนวนย้ายที่มากที่สุด 27 ครั้ง (ค่าเฉลี่ย 8 ครั้ง) การศึกษาถิ่นที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้พบว่า งูเขียวหางไหม้ชอบซุ่มรอเหยื่อตามแหล่งที่มีซากไม้และกองใบไม้จำนวนมาก และมักอาศัยอยู่ใกล้แหล่งหลบซ่อนแม้ในบริเวณที่ถูกรบกวนโดยมนุษย์อยู่เสมอ แสดงให้เห็นว่างูเขียวหางไหม้บางชนิด คือ งูเขียวหางไหม้ตาโต สามารถปรับตัวให้อาศัยอยู่บริเวณเดียวกันกับมนุษย์ได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: งู, การศึกษานิเวศวิทยาเชิงพื้นที่, ความชุกชุมสัมพัทธ์, การเลือกแหล่งที่อยู่อาศัย, สะแกราช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

The Green Pit Viper (GPV) group is composed of small crotaline snakes with arboreal lifestyles. The GPV are the most common snakes found in Sakaerat Environmental Research Station (SERS) but no long term spatial ecology work has been performed before. We conducted the research from March 2012 to June 2014, aimed at elucidating the space use of different green pit viper species in SERS. With active searches and opportunistic methods we captured a total of 176 GPV, and confirmed three species present in SERS: *Trimeresurus macrops* (164 captures), *T. albolabris* (11 captures) and *T. vogeli* (1 capture). We selected 22 female and 5 male GPV (25 *T. macrops*, 1 *T. albolabris* and 1 *T. vogeli*) for implantation with radio transmitters and tracked for a period of 10-193 days. There appeared to be no difference between home range sizes of the different species, however small sample sizes minimize the inferences that can be made. Minimum Convex Polygon home ranges were small (mean 0.55 ha) for *T. macrops*, and the snakes rarely moved with a maximum of 27 relocations (mean 8). Microhabitat data were collected using a novel vertically designed stratified quadrat. GPV prefer sites with more woody dead vegetation and leaf litter. Although tracked snakes preferred well sheltered sites, they were often found within disturbed microhabitats. We suggest that some GPV species, e.g., *T. macrops*, may thrive in human settlement.

Key words: Snake, spatial ecology, relative abundance, habitat selection, Sakaerat

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	3
บทที่ 2 การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 นิเวศวิทยาเชิงพื้นที่ของงู	4
2.2 งูเขียวสกุล *Trimeresurus*	4
2.3 งูเขียวที่อาจพบในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	6
บทที่ 3 วิธีการศึกษา	11
3.1 พื้นที่ศึกษา	11
3.2 การเก็บตัวอย่างงูภาคสนาม	13
3.3 การดำเนินงานในห้องปฏิบัติการ	13
3.4 การเก็บข้อมูลหลังปล่อยงูกลับสู่ธรรมชาติ	16
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	18
บทที่ 4 ผลการศึกษา	19
4.1 ความชุกชุมของงูเขียว	19
4.2 ขนาดที่อยู่อาศัยและการเคลื่อนที่	22
4.3 ปัจจัยในการเลือกที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ตาโต	26

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 อภิปรายผล	29
5.1 ความชุกชุม	29
5.2 ขนาดของที่อยู่อาศัย	29
5.3 การซ้อนทับของที่อยู่อาศัย	31
5.4 การเคลื่อนที่ของงูตามฤดูกาลและปัจจัยในการเลือกพื้นที่	31
บทที่ 6 สรุปและข้อแนะนำ	32
เอกสารอ้างอิง	33
ภาคผนวก ก ขนาด วันที่ปล่อย วันที่เลิกตาม และจำนวนวันที่ติดตาม ของงูที่จับได้	39
ภาคผนวก ข ภาพงานวิจัยภาคสนาม	41
ภาคผนวก ค การสอนและอบรมให้ความรู้แก่นักเรียนในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	42
การเผยแพร่ผลงานวิจัย	44
ประวัตินักวิจัย	45

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	สัณฐานวิทยาของงูเขียวหางไหม้ 4 ชนิด ที่อาจพบในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	8
4.1	จำนวนงูเขียวที่จับได้จากวิธีที่ต่างๆ	19
4.2	ขนาดที่อยู่อาศัย และจำนวนครั้งที่งูเคลื่อนที่ ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	25
4.3	เปอร์เซ็นต์ปกคลุมเรือนยอดแต่ละระดับในพื้นที่ๆ งูเลือก (selected) และพื้นที่สุ่ม (random)	27
5.1	เปรียบเทียบวีธีการหาอาหาร ขนาดที่อยู่อาศัย และค่าเฉลี่ยขนาดของงูแต่ละชนิดที่ศึกษาโดยใช้วิทยุติดตาม	30

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	งูเขียวหางไหม้ที่อาจพบในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	6
2.2	อาณาเขตของงูเขียวหางไม้ทั้ง 4 ชนิด	7
3.1	ขอบเขตของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	11
3.2	ตำแหน่งพื้นที่ศึกษา 4 แห่งในป่าดิบแล้งของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	12
3.3	งูเขียวหางไหม้หมายเลข TRMA090 หลังจากผ่านำเครื่องส่งสัญญาณออกจากตัวงูแล้ว	14
3.4	การผ่าตัดฝังเครื่องส่งสัญญาณ	16
4.1	ตำแหน่งที่พบงูเขียว *Trimeresurus* ทั้ง 3 ชนิด ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	20
4.2	สัดส่วนเพศของงูเขียวหางไหม้ที่จับได้ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	21
4.3	ช่วงอายุของงูเขียวหางไหม้ที่จับได้ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช	21
4.4	อาณาเขตที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ตาโต *T. macrops* บริเวณอ่างเก็บน้ำด้านล่าง	23
4.5	อาณาเขตที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ตาโต *T. macrops* ใกล้กับอาคารสถานีวิจัย	23
4.6	อาณาเขตที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ตาโต *T. macrops* บริเวณอ่างเก็บน้ำด้านบน	24
4.7	อาณาเขตที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ทั้ง 3 ชนิด ในป่าดิบแล้งและใกล้เคียง	24
4.8	ความสัมพันธ์ระหว่างมวลของงูและขนาดที่อยู่อาศัยของงู *T. macrops* *T. albolabris* และ *T. vogeli*	25
4.9	การเคลื่อนที่น้อยมากของงูเขียวในป่าดิบแล้งและอ่างเก็บน้ำตอนบน และบริเวณสถานีวิจัย ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557	26
4.10	สถานที่ซุ่มและท่าทางที่รอจับเหยื่อของงูเขียวหางไหม้ตาโตตัวเมีย	26
4.11	การเปรียบเทียบความชัน ความหนาของเศษใบไม้คลุมดิน และการปกคลุมเรือนยอดระหว่างพื้นที่สุ่ม (random) และพื้นที่ๆ งูเลือกอาศัย (selected) ของงูเขียวหางไหม้ตาโต *T. macrops*	28

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

งูจัดเป็นกลุ่มผู้ล่าที่สำคัญในระบบนิเวศ นักวิทยาศาสตร์ในปัจจุบันสนใจที่จะใช้งูเป็นตัวชี้วัดของระบบนิเวศ เนื่องจากงูมีความสัมพันธ์กับประชากรสัตว์ในระบบนิเวศหลายกลุ่ม (Madsen and Shine, 2000) โดยเฉพาะประชากรของสัตว์ที่เป็นเหยื่อ (Beaupre, 2002) อย่างไรก็ตามการศึกษาประชากรของงูยังเป็นไปได้ยากและไม่มีวิธีการที่ดีที่สุดที่เป็นที่ยอมรับ ในปัจจุบันมีนักวิจัยจำนวนมากพยายามที่จะหาวิธีการเก็บข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่แม่นยำในงูหลายกลุ่ม (Durso *et al*., 2011; Steen *et al*., 2010) การศึกษาเกี่ยวกับงูส่วนใหญ่จะทำการศึกษาเกี่ยวกับนิเวศวิทยาของงู ตัวอย่างเช่น งูกะปะ (*Calloselamsa rhodostoma*) ซึ่งมีข้อมูลทางนิเวศวิทยาค่อนข้างครบถ้วน แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลของประชากรของงูกะปะในเขตอนุรักษ์ยังมีค่อนข้างน้อย เนื่องจากงูชนิดนี้มีพฤติกรรมหลบซ่อนตัว (Daltry *et al.*, 1998) ซึ่งการขาดข้อมูลเกี่ยวกับประชากรของงูเหล่านี้ทำให้ยากในการวางแผนการจัดการและอนุรักษ์ นอกจากนั้นผู้คนในประเทศเขตศูนย์สูตรยังเสี่ยงต่ออันตรายของงูพิษมากกว่าในเขตอื่น แต่งูพิษเหล่านี้กลับไม่มีการศึกษาเกี่ยวกับประชากรมากนัก จึงทำให้ไม่สามารถประเมินสถานะและแนวโน้มของประชากรได้ (Phelps, 2007)

งูเขียวหางไหม้ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราชมีความชุกชมสูงและพบบ่อยที่สุดเมื่อเทียบกับงูชนิดอื่น นอกจากนี้มีบันทึกผู้ถูกงูเขียวหางไหม้กัดในโรงพยาบาลทั้ง 2 แห่งในเขตพื้นที่สงวนชีวมณฑล (Wang Nam Khiew Hospital, 2014) ดังนั้นการศึกษานิเวศวิทยาเชิงพื้นที่ของงูเขียวหางไหม้จึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อทำความเข้าใจประเภทของลักษณะพื้นที่อาศัยที่งูมักเลือกอยู่ และช่วยลดความเสี่ยงในการถูกงูกัด งูเขียวหางไหม้มักอาศัยตามต้นไม้ ดังนั้นผู้ประกอบอาชีพเกษตรกรรมในพื้นที่จึงควรระมัดระวังเมื่อเก็บผลไม้จากต้นเพราะคนส่วนใหญ่มักโดนงูกัดในระหว่างที่เก็บผลไม้

สะแกราชเป็นสถานที่เหมาะกับงานวิจัยนี้เพราะพบงูเขียวหางไหม้ทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ *Trimeresurus albolabris*, *Trimeresurus macrops* และ *Trimeresurus vogeli* ซึ่งมีที่อยู่อาศัยเหลื่อมล้ำกัน และคาดว่างูทั้งสามชนิดมีการแข่งขันกันในป่าดิบแล้งซึ่งมีเรือนยอดชั้นบนแบบปิดและปกคลุมกว่า 85% ดังนั้นอาหารสำหรับผู้ล่าระดับกลาง (mesopredators) อาจมีอยู่อย่างจำกัดในเรือนยอดระดับกลางและระดับผิวดิน หลายคนเข้าใจว่างูเขียวหางไหม้ที่พบในสะแกราชไม่ได้อาศัยอยู่ตามเรือนยอดของป่า งานวิจัยนี้ช่วยให้นักวิจัยสามารถศึกษาพฤติกรรมของงูเขียวหางไหม้ในประเภทป่าที่แตกต่างกันได้อย่างละเอียด การศึกษาโดยใช้วิทยุติดตามตัวเป็นพื้นฐานสำหรับการศึกษาเกี่ยวกับนิเวศเชิงประชากรในปัจจุบัน (Dorcas and Willson, 2009) การศึกษาความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาของงูเขียวหางไหม้ด้วยวิธีนี้จึงเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพเพราะสามารถ

ทราบแหล่งที่งูอยู่ได้ตลอดเวลา ซึ่งปัจจุบันยังไม่มีวิธีอื่นที่เป็นที่ยอมรับในการติดตามงูชนิดที่มีขนาดเล็ก โดยเฉพาะด้านนิเวศวิทยาเชิงพื้นที่ของงูที่อาศัยอยู่ตามต้นไม้ (Fitzgerald et al., 2002a) และช่วยให้นักวิจัยเข้าใจความแตกต่างของอาหาร การใช้พื้นที่ การเลือกที่อยู่อาศัย วิถีชีวิตของงู (เช่น ช่วงเวลาที่งูผสมพันธุ์และออกลูก) และพฤติกรรมอื่นๆ ได้ หากปฏิบัติตามกฎการศึกษาอย่างเคร่งครัดเพื่อไม่ให้เป็นการรบกวนหรือก่อให้เกิดผลกระทบกับพฤติกรรรมของงูที่กำลังศึกษา นอกจากการใช้วิทยุติดตามแล้วผู้วิจัยได้ใช้วิธีออกสำรวจเพิ่มเติมเพื่อให้มีโอกาสพบงูได้มากขึ้น (Dorcas and Willson, 2009) อย่างไรก็ตามการศึกษาโดยใช้วิทยุติดตามตัว ยังต้องการความแม่นยำของการติดตามสัญญาณของอุปกรณ์วิทยุติดตามตัวด้วย (Durso *et al*., 2011) งานวิจัยนี้ได้มีการพัฒนาโดยใช้สถานีวิทยุเป็นตัวช่วยติดตามการความแม่นยำของอุปกรณ์วิทยุติดตามตัว ซึ่งจะทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับประชากร และมีความเข้าใจในเชิงลึกเกี่ยวกับนิเวศเชิงพื้นที่ของงูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง และงูเขียวหางไหม้ตาโต ซึ่งเป็นงูที่พบเห็นได้บ่อยในพื้นที่ เพื่อนำไปใช้ในการจัดการและอนุรักษ์งูในพื้นที่สถานีวิจัยสะแกราชต่อไป

วิธีที่ใช้ในการสำรวจเพื่อหางูในปัจจุบันทั่วโลกยังคงเป็นวิธีที่ไม่ได้ผลเท่าที่ควรเพราะมีโอกาสพบงูได้น้อยกว่าร้อยละ 1 เท่านั้น (Steen et al., 2010) เพราะสภาพพื้นที่ภูมิประเทศส่วนใหญ่ไม่เหมาะต่อการวางกับดักทั้งประเภท transect และ passive trapping โดยเฉพาะสำหรับงูที่อาศัยอยู่บนต้นไม้ ส่งผลให้โอกาสที่เจองูน้อยมากเมื่อเทียบกับประชากรงู เมื่อใช้กับดักแบบ ground based drift fence arrays ดังนั้นจึงต้องมีการใช้วิธีอื่นในการหางู เช่น โดยวิธีออกสำรวจหางูดูจากพื้นที่ที่เคยเห็นงูอาศัยอยู่ตามบริเวณดังกล่าวและสังเกตปัจจัยที่เกี่ยวข้องและสภาพแวดล้อมบริเวณที่พบงู ผลการศึกษาวิจัยในโครงการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้เพื่อศึกษาด้านการใช้พื้นที่ของงูเขียวหางไม้ที่พบในประเทศอื่นๆในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเฉพาะตามป่าดิบเขาที่คาดว่ามีงูเขียวหางไหม้อาศัยอยู่อย่างหลากหลายกว่าในป่าดิบแล้งของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช (Cox et al., 2012).

1.2 วัตถุประสงค์

1) ศึกษาความชุกชุมของงูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*Trimeresurus albolabris*) และงูเขียวหางไหม้ตาโต (*Trimeresurus macrops*) ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช
2) เปรียบเทียบอาณาเขตและการเลือกที่อยู่อาศัยย่อยของงูเขียวหางไหม้แต่ละชนิด
3) ศึกษาฤดูกาลที่งูเขียวหางไหม้ท้องเหลืองและงูเขียวหางไหม้ตาโตไม่มีการทำกิจกรรม

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการนี้ศึกษางูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*Trimeresurus albolabris*) และงูเขียวหางไหม้ตาโต (*Trimeresurus macrops*) โดยการใช้วิทยุติดตามเพื่อศึกษาถิ่นที่อยู่อาศัย และการเคลื่อนที่ในแต่ละวัน

รวมทั้งความแตกต่างของการหากินในเวลากลางวันกับกลางคืน และความสัมพันธ์ของงูสองชนิดที่อยู่ร่วมกันบนต้นไม้ โดยทำการศึกษาในป่าดิบแล้งของพื้นที่สงวนชีวมณฑลสะแกราช อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา เป็นเวลา 3 ปี ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2557 และหาความชุกชุมของงูเขียวหางไหม้ช่วงฤดูฝนของแต่ละปีในป่าดิบแล้งด้วยการสำรวจ จับทำเครื่องหมายแล้วจึงปล่อยไป และเก็บข้อมูลแหล่งที่อยู่อาศัย ในฤดูหนาว-ฤดูแล้ง (เดือนมกราคม-กุมภาพันธ์ 2557)

บทที่ 2
การทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 นิเวศวิทยาเชิงพื้นที่ของงู

ที่อยู่อาศัยของงูเขียวมีขนาดค่อนข้างเล็ก (Shine et al., 2003) เช่น งูเขียว Shedao pit viper ที่อาศัยอยู่บนเกาะของประเทศจีนมีที่อยู่อาศัยน้อยกว่า 3 เฮกแตร์ (Shine et al., 2003) การเลือกที่อยู่อาศัยของงูส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับขนาดและธรรมชาติของงู เช่น งู Stephens' banded snakes (*Hoplocephalus stephensii*) ในเขตป่ากึ่งร้อนชื้นของออสเตรเลียมีขนาดตัวเล็กกว่างู eastern brown snake แต่มีที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่กว่า คือ 20.2 เฮกแตร์ มากกว่า 5.8 เฮกแตร์ (Fitzgerald et al., 2002b) ทั้งนี้เนื่องจากต้นไม้ในพื้นที่ดังกล่าวไม่เหมาะต่อการเป็นแหล่งกำบังตัวที่ดีพอ งูจึงต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางไกลเพื่อหาต้นไม้ที่เหมาะสม นอกจากนี้ขนาดตัวของงูแต่ละชนิดมีอิทธิพลต่ออาณาเขตของที่อาศัยเช่นกัน (Maritz and Alexander, 2012) งูเขียวที่เล็กที่สุดในโลก เช่น Namaqua dwarf adder (*Bitis schneideri*) มีที่อยู่อาศัยเล็กมาก (ตัวผู้ = 0.85 เฮกแตร์, ตัวเมีย 0.10 เฮกแตร์) การมีที่อยู่อาศัยขนาดเล็กอาจเสี่ยงต่อการสูญพันธุ์เนื่องจากที่อยู่อาศัยห่างกันจนข้ามไปผสมพันธุ์กันไม่ได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในงูชนิดที่มีขนาดเล็ก แต่งูขนาดเล็กก็ไม่จำเป็นที่จะมีที่อยู่อาศัยขนาดเล็กเสมอไป เช่น งู massasauga rattlesnake (*Sistrurus catenatus*) มีความยาวน้อยกว่า 1 เมตร แต่มีที่อยู่อาศัยขนาดใหญ่ ถึง 54.3 เฮกแตร์ ในเพศผู้ และ 24.74 เฮกแตร์ ในเพศเมีย ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการอพยพเป็นระยะทางไกลของเหยื่อ จากทุ่งหญ้าไปยังเนินทรายซึ่งมีเหยื่อชุกชมกว่า (Wastell and Mackessy, 2011) งูบางชนิดอาศัยอยู่ในป่าซึ่งมีแหล่งกำบังเยอะ แต่ออกมาหาอาหารในบริเวณบึง ซึ่งมีเหยื่อประเภทสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกอยู่มากกว่า (Wasko and Sasa, 2012)

การศึกษาด้วยวิทยุติดตามช่วยให้นักวิจัยได้ข้อมูลด้านการใช้ที่อยู่และตำแหน่งของงูในแต่ละวัน ทำให้เข้าใจการใช้พื้นที่ของงูแต่ละชนิดได้มากขึ้น (Reinert and Cundall, 1982) ทำให้ทราบแหล่งที่อยู่ที่สำคัญเพื่อวางแผนการอนุรักษ์ได้ นอกจากนี้การใช้วิทยุติดตามแสดงให้เห็นการใช้พื้นที่ที่แตกต่างกันของงูเพศผู้และเพศเมีย เป็นการเพิ่มองค์ความรู้ด้านนิเวศวิทยา (Goode et al., 2009) อย่างไรก็ตามการใช้วิทยุติดตามงูที่อาศัยอยู่ในที่ราบทำได้ง่ายกว่าการติดตามงูที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ๆ หลากหลาย (Fitzgerald et al., 2002b) Fitzgerald et al. (2002a) ใช้วิทยุติดตามศึกษางู *Hoplocephalus stephensii* ที่ใกล้สูญพันธุ์ซึ่งมักอาศัยอยู่ตามต้นไม้ ทำให้งูชนิดดังกล่าวได้รับการอนุรักษ์ การศึกษานิเวศวิทยาเชิงพื้นที่ของงูในประเทศไทยมีค่อนข้างน้อย ที่ผ่านมามีเพียงการศึกษาในงูกะปะ (*Calloselamsa rhodostoma*) ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชเท่านั้น ซึ่งแสดงให้เห็นว่างูชนิดนี้มีการเฝ้ารัง (Hill, 2008)

2.2 งูเขียวสกุล *Trimeresurus*

งูเขียวหางไหม้อยู่ในวงศ์ Viperidae วงศ์ย่อย Crotalinae และอันดับ Alethinophidia งูในกลุ่มนี้เป็นพวก Ovoviviparous คือ ไข่ฟักเป็นตัวในท้องแม่แล้วคลอดออกมาเป็นตัว ครั้งละ 6-20 ตัว (Das, 2010, Chanhome et al., 2011) มีเขี้ยวพิษด้านหน้าที่พับได้และสามารถยืดออกได้ เพื่อให้สามารถส่งพิษออกมาได้

อย่างมีประสิทธิภาพ ต่างจากงูพิษเขี้ยวหน้ากลุ่ม elapids ที่เขี้ยวไม่สามารถขยับได้ งูกลุ่ม pit vipers จัดอยู่ในวงศ์ย่อย Crotalinae รวมทั้ง *Trimeresurus* spp. มีช่องรับความร้อน (heat sensing pits) ที่สามารถจับความร้อนที่แตกต่างกันแม้แต่เพียงเล็กน้อยได้ ซึ่งเป็นทั้งกลไกในการป้องกันตัวเองและการล่าเหยื่อ (McDiarmid et al., 1999)

งูสกุล *Trimeresurus* มีอยู่ประมาณ 46 ชนิด (Vogel et al., 2014) แต่ยังมีการพบงูชนิดใหม่ในกลุ่มนี้ เช่นงู *Trimeresurus gunaleni* ถูกแยกออกมาจากงู *Trimeresurus sumatranus* (Vogel et al., 2014) ในแง่ของอนุกรมวิธาน แม้ว่าจะมีข้อสังเกตหลายประการด้านการจำแนกงูสกุล *Trimeresurus* (Malhotra et al., 2011) การใช้สกุล *Trimeresurus* ยังคงเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง แต่ยังคงเป็นที่สงสัยว่างูสกุลนี้จัดเป็นกลุ่มสกุลที่ซ่อนเร้น (cryptic genus) หรือไม่ (David et al., 2001; 2011) ดังนั้นจึงยังไม่สามารถระบุจำนวนชนิดที่แน่นอนของงูกลุ่มนี้ในประเทศไทยได้

งูเขียวหางไหม้บางชนิด เช่น *Trimeresurus stejnegeri* มักเลือกหลบอยู่ตามบริเวณที่มีพืชพรรณอยู่หนาแน่นในช่วงกลางวันแล้วค่อยออกมารอซุ่มจับเหยื่อในเวลากลางคืน ณ บริเวณใกล้เคียง (Tu et al., 2000; Xiao, 2000; Lin et al., 2007) ซึ่งปกติระยะห่างจากแหล่งที่หลบอยู่ในระยะไม่เกิน 5 เมตร (ระยะทางเคลื่อนที่น้อยกว่า 2 เมตร/วัน ในบางครั้ง) ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าอาณาเขตแหล่งอาศัยและการศึกษาด้านนิเวศวิทยาเชิงพื้นที่ของงูเหล่านี้จึงทำได้ค่อนข้างยาก (Shine et al., 2003)

ในแต่ละปีประเทศไทยมีรายงานโดนงูพิษกัดซึ่งคาดว่าสาเหตุมากจากงูเขียวหางไหม้ประมาณ 6,000 - 8,000 ครั้งต่อปี (World Health Organization, 1999) เกษตรกรและเด็กในชนบทเป็นผู้มีความเสี่ยงสูงต่อการถูกงูกัดจากการเก็บผลไม้โดยฉพาะตามกิ่งที่ห้อยลงมาระดับต่ำซึ่งอาจมีงูเขียวหางไหม้อยู่ เพราะงูเขียวหางไหม้มีการอำพรางตัวได้ดีทำให้ไม่เป็นที่สังเกต (Chotenimitkhun and Rojnuckarin, 2008) งูกลุ่มนี้จัดเป็นงูพิษอ่อนที่ส่วนใหญ่ไม่ทำให้เสียชีวิต โดยเฉพาะชนิด *T. macrops* ซึ่งมีพิษอ่อนกว่างูเขียวหางไหม้ชนิดอื่น (Hutton et al., 1990) อย่างไรก็ตามการถูกพิษดังกล่าวส่งผลต่อค่าใช้จ่ายทางการแพทย์ในประเทศไทยเป็นจำนวนมาก และต้องมีการผลิตเซรุ่มแก้พิษงูเพื่อรักษาผู้ถูกงูกัด แม้สถานเสาวภาสามารถผลิตเซรุ่มแก้พิษงูในประเทศไทยได้ ทำให้ราคาไม่สูงมากเมื่อเทียบกับประเทศเพื่อนบ้าน แต่การป้องกันการถูกงูกัดยังคงเป็นวิธีที่ดีที่สุด

แม้ประเทศไทยสามารถผลิตเซรุ่มต้านพิษงูที่มีประสิทธิภาพได้มากขึ้น (Chanhome et al., 2002) และมีเซรุ่มที่ใช้สำหรับงูเขียวหางไหม้ แต่อาการที่แสดงออกในคนไข้ที่ถูกพิษของงูเขียวหางไหม้แต่ละชนิดกัดนั้นแตกต่างกันมาก (Hutton et al., 1990) ซึ่งงูเขียวหางไม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) มีพิษร้ายแรงที่สุด งูกลุ่มนี้ไม่ได้พบแต่ในพื้นที่ทำการเกษตรของมนุษย์เท่านั้น แต่ยังพบทั่วไปในแหล่งอื่นๆ มีรายงานการพบงูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) และงูเขียวหางไหม้ตาโต (*T.* macrops) อาศัยอยู่ตามแถบชานเมืองใกล้กรุงเทพมหานครในปี พ.ศ. 2533 (Mahasandana and Jintakune, 1990)

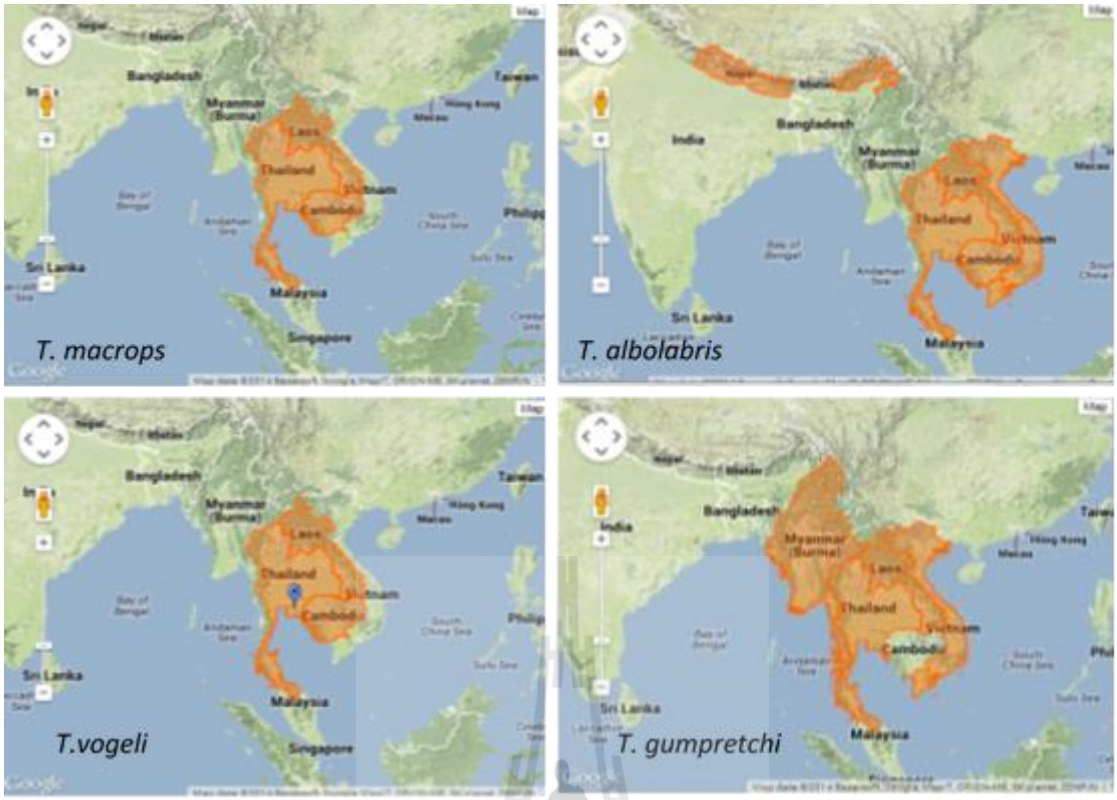
ประเทศไทยมีข้อมูลด้านนิเวศวิทยาของงูเขียวหางไหม้น้อยมากและยังไม่ทราบข้อมูลด้านการใช้แหล่งที่อยู่ของพวกมัน นักวิจัยบางคนคาดว่าการปรับอุณหภูมิของร่างกายไม่ใช่เหตุผลสำคัญในการเลือกแหล่งที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ (Hill, 2014) ในทางตรงกันข้าม Lin et al. (2007) พบว่าเมื่อทำการทดลองในระบบ

ปิดที่มีอุณหภูมิค่อนข้างสูง งูเขียว *Trimeresurus s. stenerji* ที่พบในประเทศจีนมักหลบอยู่ตามแหล่งอาศัยย่อยที่มีร่มเงาและอุณหภูมิต่ำเท่านั้น นอกจากนี้การศึกษายังแสดงให้เห็นว่างูมักหลีกเลี่ยงการหลบอยู่ตามต้นไม้ที่ไม่ค่อยมีกิ่งและใบ อย่างไรก็ตามผลการศึกษาจากงูที่เลี้ยงไว้ไม่สามารถนำมาใช้ในการศึกษาประชากรของงูที่อาศัยอยู่ตามธรรมชาติได้เสมอไป งานวิจัยนี้จึงเน้นไปที่การศึกษาลักษณะของแหล่งซุ่มเหยื่อและกำบังตัวที่งูเขียวเลือกอยู่ ในธรรมชาติเพื่อให้เข้าใจการเลือกแหล่งอาศัยของพวกมัน การออกสำรวจงูเขียวในช่วงกลางวันอาจช่วยให้เข้าใจปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการเลือกแหล่งที่อยู่อาศัยย่อยของงูกลุ่มนี้ได้ดีขึ้น

2.3 งูเขียวที่อาจพบในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

งูเขียวหางไหม้ที่อาจพบในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชมี 4 ชนิด ได้แก่ งูเขียวหางไหม้ตาโต (*Trimeresurus macrops*) งูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) งูเขียวไผ่หางเขียว (*T. vogeli*) และงูเขียวไผ่ (*T. gumprechti*) (ภาพที่ 2.1) งูเหล่านี้พบได้ทั่วไปในประเทศไทย (ภาพที่ 2.2) การเปรียบเทียบลักษณะของงูเหล่านี้อยู่ในตารางที่ 2.1

ภาพที่ 2.1 งูเขียวหางไหม้ที่อาจพบในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช A. งูเขียวหางไหม้ตาโต(*Trimeresurus macrops*) B. งูเขียวไผ่หางเขียว (*T. vogeli*) C. งูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) D. งูเขียวไผ่ (*T. gumprechti*)



ภาพที่ 2.2 อาณาเขตของงูเขียวหางไม้ทั้ง 4 ชนิด

2.3.1 งูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*Trimeresurus albolabris* Gray, 1842)

งูเขียวหางไหม้ท้องเหลืองจัดเป็นงูขนาดกลางมีความยาวประมาณ 1,040 มิลลิเมตร ลำตัวป้อมด้านหลังมีสีเหลือง อมเขียว สันของเกล็ดไม่เด่นมาก ส่วนท้องมีสีเหลืองไปถึงเขียวอ่อน เกล็ดขมับเรียบหรือมีสันไม่เด่นชัด (smooth or very weak keeled temporal scales) มีหัวทรงสามเหลี่ยมรูปไข่ หางมีสีน้ำตาลอมแดง ไม่สามารถจำแนกเพศได้จากสีของตาเพราะงูทั้งตัวผู้และตัวเมียมีม่านตาสีเหลือง (Das, 2010) ตัวผู้มีเส้นสีขาวลากผ่านข้างลำตัวเริ่มจากเกล็ด the first dorsal scale to the venter (ภาพที่ 2.1) ส่วนใหญ่ไม่พบเส้นสีขาวในงูเพศเมีย ลักษณะการจำแนกตามอนุกรมวิธานระบุไว้ในตารางที่ เนื่องจากเป็นงูที่มักอาศัยตามต้นไม้ และออกหากินตอนกลางคืน คาดว่างูกลุ่มนี้หากินตามพื้นดิน จากลักษณะลำตัวป้อมแสดงว่างูชนิดนี้ออกหาเหยื่อโดยวิธีการซุ่มดักรอให้เหยื่อออกมา (Cox et al., 2012). *Trimeresurus albolabris* พบทั้งในเมืองและตามป่าที่มีระดับสูงประมาณ 1600 เมตรจากระดับน้ำทะเล และคาดว่ามีฤดูผสมพันธุ์ระหว่างเดือนกันยายน-พฤศจิกายน โดยลูกงูฝักออกมาเป็นตัวในระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ – พฤษภาคม จากรายงานของ Cox et al. (2012) และเป็นงูเขียวหางไหม้ชนิดที่พบมากที่สุดในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งอยู่ห่างออกไปทางตอนเหนือของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชประมาณ 60 กิโลเมตร

ตารางที่ 2.1 สัณฐานวิทยาของงูเขียวหางไหม้ 4 ชนิด ที่อาจพบในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช (Cox et al., 2012)

Trait	*Trimeresurus albolabris*	*Trimeresurus macrops*	*Trimeresurus vogeli*	*Trimeresurus gumprechti*
Dorsum	green/ yellowish green	Pale green/bluish green, keeled on 1st -3rd ventral scale rows.	Bright pale green (m) dark green (f) white posterior flecks. Strongly keeled.	Bright green with numerous white dots across the vertebral (m) females are darker and lack crossbars.
Head	Triangular, with internasals larger than head scales	Triangular to ovate, with bluish green labrials with a small scale sometimes between them.	Triangular with smooth scales, internasals are separated with 8 small scales	Triangular with smooth dorsal scales, and slight keels. Internasals are in contact or separated by a small scale.
Supralabrial	9-13 Supralabrial 1 partially or entirely fused to nasal. 3rd is largest.	9-12 separate from orbit by small row of scales, 1st entirely or partially fused with nasal 2nd is the largest supralabrial	10-13 1st supralabrial separated from the nasal. 3rd is the largest supralabrial	9-11 with the first entirely separated from the nasal third is the large supralabrial
head below eye	yellow white or pale green	bluish green to bluish white	light green	Pale green
Infralabrial	10-15, 4 pairs of chin shields	10 to 12 2 pairs of chin shields, anterior distinct, posterior indistinct	14-16, 2 chin shield pairs both distinct	10 to 14

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

Trait	*Trimeresurus albolabris*	*Trimeresurus macrops*	*Trimeresurus vogeli*	*Trimeresurus gumprechti*
Post ocular	Absent	white (m,j) absent (f)	thin white (m) absent (f)	Bicolored red/white(m)/White (f)
Eye color	Brownish,yellow	orange (m) golden yellow (f)	red (m) yellow (f)	red (m) yellow (f)
Temporals	Smooth	Strongly keeled	weakly keeled or smooth	Smooth, or weakly keeled
lateral stripe	White (m) absent (f)	pale blue (mostly)	white (red edged) (m)/ white	bicolor white red (m)/white or blue (f)
Interstitial skin	Unbanded (usually)	Banded with black	Black	bright blue
midbody scale rows	19-21	19-21	21-23	21 rows
Ventrals	149-176	143-178	163-173	162-168
Subcauals	44-78 paired	41-76 paired	48-72 paired	51-71 paired
Tail	reddish brown short prehensile	reddish brown short prehensile	Long prehensile	long prehensile rusty or brown
Hemipenis	Extends to 20^{th}-25^{th} subcaudals and is forked 5^{th}-6^{th}.	Extends to the 25^{th} subcaudal forked spinose then spongy .	short and spinose, 14.5 mm with six large spines and six shorter spines	10-20 short spines largest at the base.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.3.2 งูเขียวหางไหม้ตาโต (*Trimeresurus macrops* Kramer, 1977)

งูเขียวหางไหม้ตาโตเป็นงูเขียวหางไหม้ขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ตามชั้นของไม้พุ่ม (understory) ตัวเมียมีขนาดยาวประมาณ 710 มิลลิเมตร รูปร่างเรียว เกล็ดขมับมีสันชัดเจน (strongly keeled temporal scales) ต่างจากงูเขียวหางไม้ท้องเหลืองและงูเขียวไผ่หางเขียว บริเวณหลังมีสีเขียวซีด บริเวณคางและใต้คางมีสีน้ำเงิน เพศผู้มีตาสีส้ม ขณะที่เพศเมียตาสีเหลือง (Cox et al., 2012; Das, 2010) งูตัวผู้มีเส้น post ocular stripe ทั้งเด็กจนกระทั่งตัวเต็มวัย ขณะที่ในตัวเมียเส้นดังกล่าวจะค่อยๆจางหายไปเมื่อโตเต็มวัยและพร้อมผสมพันธุ์ เดิมทีชนิด *T. macrops* ครอบคลุมกว้างในทางอนุกรมวิธาน ต่อมาหลังจากมีการวิเคราะห์หลายตัวแปรในระดับโมเลกุล (multivariate molecular analyses) พบว่าสามารถจำแนก *T. macrops* ได้เป็น 3 ชนิด (Malhotra et al., 2011) ในโครงการวิจัยนี้การศึกษางูเขียวหางไหม้ตาโตจะหมายถึงชนิดเดียว คือ *T. macrops* s.s. (sensu stricto) ตามเกณฑ์ของ Malhotra et al. (2011) ข้อมูลด้านนิเวศวิทยาของงูชนิดนี้มีน้อยมาก งานวิจัยส่วนใหญ่เกี่ยวกับอาการที่เกิดขึ้นจากพิษของงูชนิดนี้และการรักษาเมื่อโดนงูกัด

2.3.3 งูเขียวไผ่หางเขียว *Trimeresurus* (*Viridovipera*) *vogeli*

มีสีเขียวเข้มกว่างูเขียวหางไม้ตาโต (*T. macrops*) เพศผู้ แต่มีแถบตามขวางที่พาดอยู่บนลำตัวสีจางกว่าและมีตาสีแดง ตัวผู้บางตัวมีแถบเส้นสีจางคล้ายสนิม (David et al., 2002) สามารถจำแนกงูเขียวไผ่หางเขียวตัวผู้ออกจากงูเขียวหางไหม้ตาโตตัวผู้ได้โดยดูจากจุดสีขาวบนหลังซึ่งไม่พบในงูเขียวหางไหม้ตาโต ตัวเมียมักถูกเข้าใจผิดว่าเป็นงูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) เพราะมีรูปร่างป้อมและใหญ่ถึงประมาณ 1100 มม. โดยวัดจากความยาวปลายจมูกถึงทวาร (Snout to vent length: SVL) และสีเขียวสดคล้ายสีของหญ้าอ่อน (Uetz and Hallerman, 2014) ไม่ค่อยพบในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช สันนิษฐานว่างูเขียวไผ่หางเขียวอาศัยอยู่ตามป่าดิบเขา และอาจบนตามทุ่งหญ้าที่อยู่บนพื้นที่สูง (Malhotra et al., 2004; Malhotra and Thorpe 2004) รายงานก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่าเหยื่อของงูเขียวไผ่หางเขียวได้แก่ จิ้งเหลนและกบที่อยู่ตามพื้นดินห่างจากแหล่งน้ำเพียงไม่กี่เมตร (Malhotra et al., 2004) แต่พฤติกรรมด้านการสืบพันธุ์และนิเวศวิทยาการออกหากินของงูชนิดนี้ยังมีการศึกษาวิจัยน้อยมาก งูเขียวไผ่มักอำพรางตัวได้ดี สถานภาพของงูชนิดนี้ใน IUCN Red List จัดอยู่ในประเภทสิ่งมีชีวิตที่มีความเสี่ยงต่ำต่อการสูญพันธุ์ (Stuart and Nguyen, 2012)

2.3.4 งูเขียวไผ่ (*Trimeresurus gumprechti*)

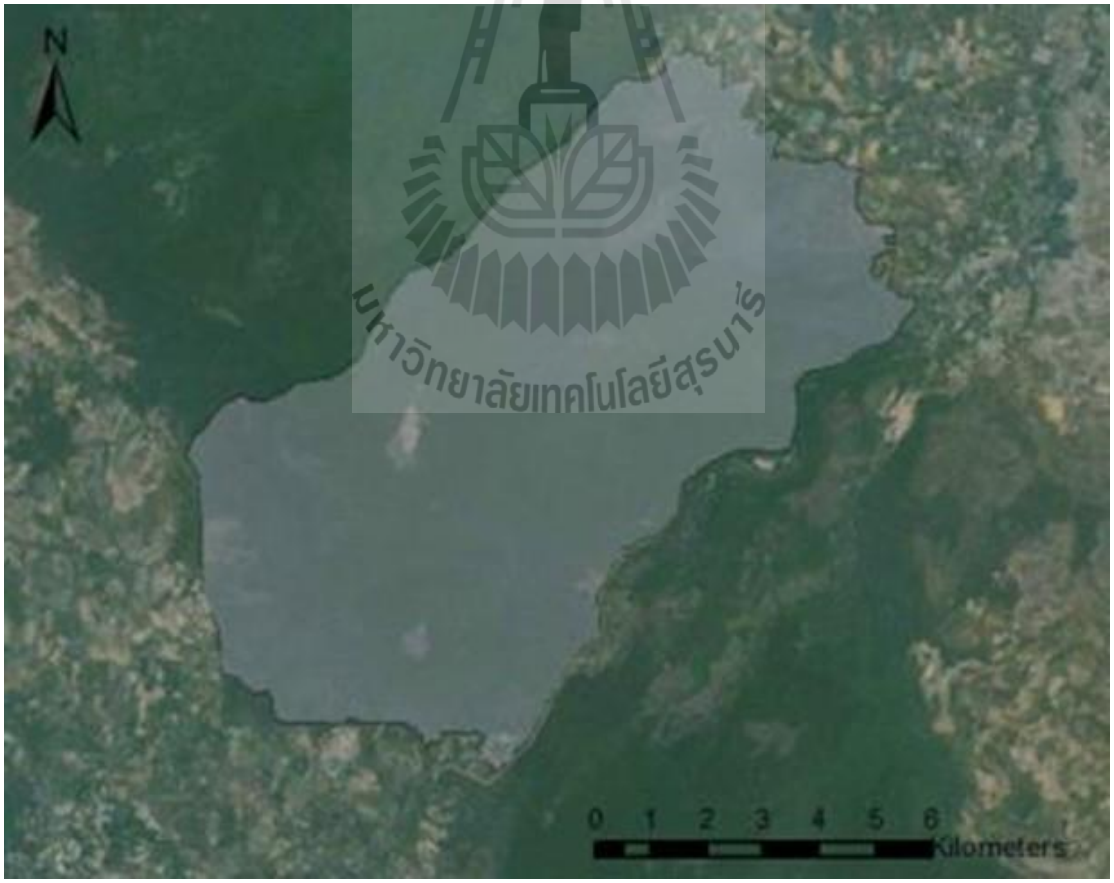
งูเขียวไผ่ตัวผู้มีสีเขียวสดบริเวณใต้ท้อง ขณะที่ตัวเมียมีสีเข้มกว่า คาดว่าพวกมันอาศัยอยู่ตามป่าดิบชื้นของประเทศไทยและพม่า อย่างไรก็ตามข้อมูลด้านนิเวศวิทยาของงูชนิดนี้มีน้อยมากและเพราะมีการค้นพบงูชนิดนี้เมื่อสิบสองปีก่อน (David et al., 2001)

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

3.1 พื้นที่ศึกษา

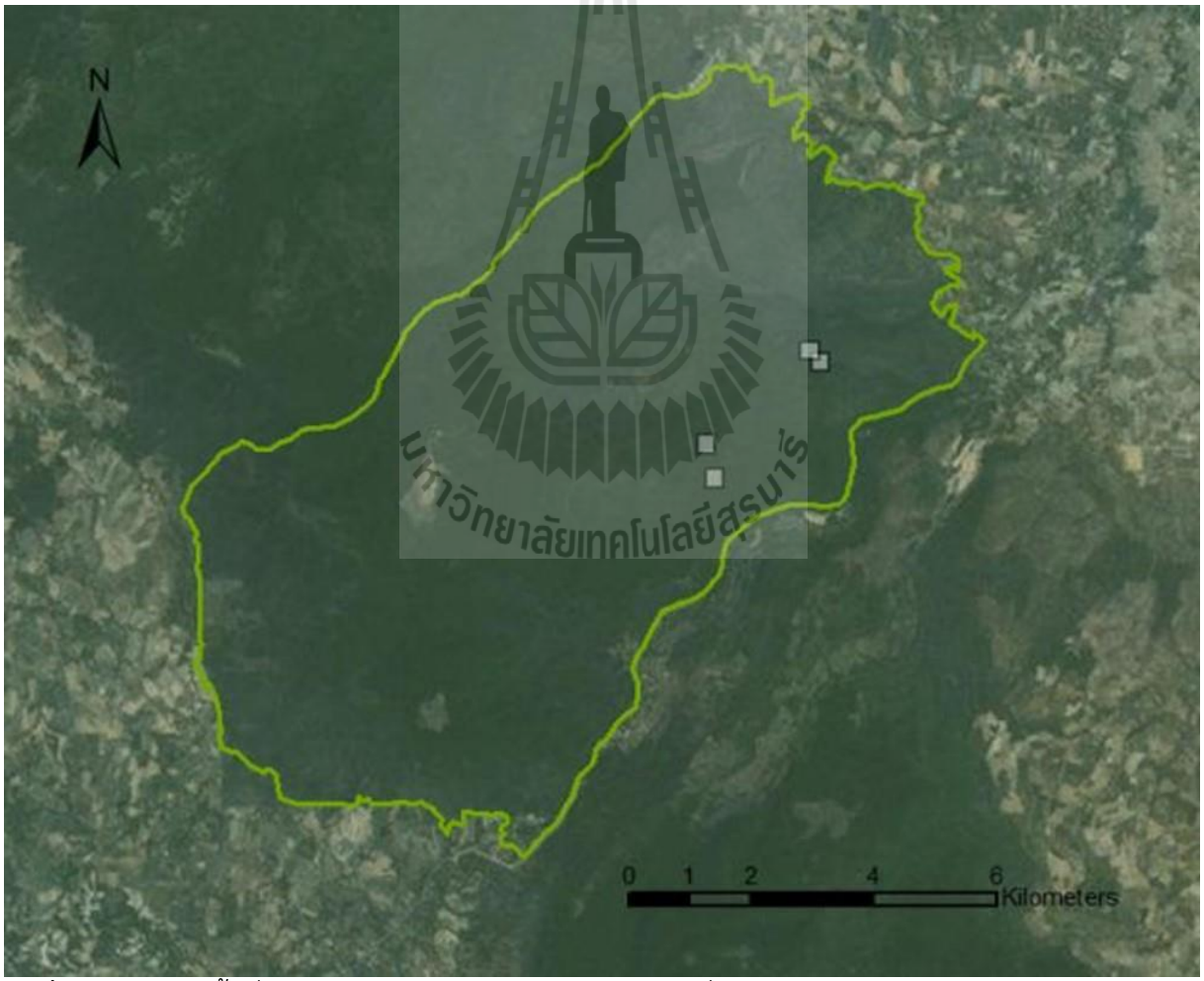
สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ถูกจัดตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2510 โดยมีภารกิจหลักด้านการวิจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมและนิเวศวิทยา ต่อมาในปี พ.ศ. 2519 ได้รับการรับรองจาก UNESCO ภายใต้โครงการ MAB (Man and Biosphere Program) ให้เป็นแหล่งสงวนชีวมณฑลแห่งหนึ่งของโลก ซึ่งเป็นแห่งแรกของประเทศไทย เนื่องจากเป็นพื้นที่ป่าที่อุดมสมบูรณ์ และมีการจัดการที่มีประสิทธิภาพ มีพื้นที่ประมาณ 36000 เฮกแตร์ ความสูงจากระดับน้ำทะล 280-762 เมตร มีพันธุ์พืชมากกว่า 400 ชนิด และสัตว์ป่ามีกระดูกสันหลังประมาณ 430 ชนิด ในจำนวนนี้แบ่งเป็นงูถึง 53 ชนิด (Sakaerat Environmental Research Station, 2011) ซึ่งพื้นที่หลักปกคลุมไปด้วยป่าดิบแล้ง ร้อยละ 60 ป่าเต็งรัง ร้อยละ 18 มีไผ่เพ็กเป็นชั้นไม้พุ่มหนาแน่นสูงถึงประมาณ 1.5 เมตร นอกจากนี้มีป่าปลูกร้อยละ 18 ส่วนใหญ่เป็น *Eukalyptus* และ *Acacia* และเป็นแหล่งอาศัยประเภทอื่นๆ ร้อยละ 5 (ภาพที่ 3.1)



ภาพที่ 3.1 ขอบเขตของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

สะแกราชมีสภาพอากาศแบบร้อนชื้น ฤดูหนาวอากาศแห้งแล้ง ช่วงที่ฝนตกหนักที่สุดแบ่งเป็นสองช่วงคือ ช่วงเดือนพฤษภาคม – มิถุนายน และช่วงเดือนกันยายน ฤดูแล้งเริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนไปจนถึงฤดูร้อนในเดือนเมษายนซึ่งแทบไม่มีฝน แต่มีไฟป่าเกิดขึ้นในป่าเต็งรังเดือนมีนาคมทุกปี. ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยอยู่ที่ 1,260 มิลลิเมตรต่อปี อุณหภูมิเฉลี่ยต่อปีอยู่ที่ 26.7 องศาเซลเซียส (Sakaerat Environmental Research Station, 2011). สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชยังมีถนน ทางเดินป่า และแนวกันไฟป่าตัดผ่านผืนป่าอย่างทั่วถึง จึงเป็นสถานที่ที่เหมาะสมสำหรับการสำรวจตามแนวถนน และเข้าถึงสถานที่สำรวจที่อยู่ลึกเข้าไปในป่า

พื้นที่ศึกษาคือป่าดิบแล้ง 4 แห่ง ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช (ภาพที่ 3.2) ได้แก่ 1) ป่าลึกบริเวณใกล้ทางไปหอสังเกตุการณ์ซึ่งไกลจากแหล่งน้ำและไม่ค่อยถูกรบกวนโดยมนุษย์ 2) บริเวณใกล้อาคารสถานีวิจัยซึ่งมีมนุษย์อาศัยอยู่ 3) อ่างเก็บน้ำด้านล่าง และ 4) อ่างเก็บน้ำด้านบนของสถานี ที่เลือกป่าดิบแล้งเพราะการสำรวจในป่าเต็งรังพบงูเขียวหางไหม้ตาโตเพียง 7 ตัว



ภาพที่ 3.2 ตำแหน่งพื้นที่ศึกษา 4 แห่งในป่าดิบแล้งของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

3.2 การเก็บตัวอย่างงูภาคสนาม

นักวิจัยเก็บตัวอย่างงูโดยใช้แนวรั้ว (drift fence) และกับดักงูแบบกรวย (funnel trap) ร่วมกับการเดินสำรวจในเวลากลางคืนพร้อมไฟฉายที่ติดบนศีรษะ เลือกสำรวจตาม พุ่มไม้ ริมน้ำ โดยออกสำรวจในช่วงที่คาดว่ามีงูเขียวหางไหม้อยู่ชุกชุม (เช่น ฤดูฝนและสัปดาห์สุดท้ายในฤดูผสมพันธุ์ประมาณต้นเดือนพฤศจิกายน) ตามวิธีของ Dorcas and Willson (2009) มีจำนวนผู้สำรวจ 1-5 คน ซึ่งมักพบงูหลังฝนตกและฝนตกปรอยๆ ในช่วงค่ำ การสำรวจทั้งหมดจึงทำช่วงกลางคืนหลังพระอาทิตย์ตกดินไปจนถึงก่อนเวลา 02:00 น.

3.3 การดำเนินงานในห้องปฏิบัติการ

3.3.1 การทำเครื่องหมายและติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ

เมื่อพบงูเขียวหางไหม้ นักวิจัยจะสังเกตและบันทึกตำแหน่ง สภาพแวดล้อมและพฤติกรรมของงูที่พบ โดยบันทึกข้อมูลของงูที่จับได้จากภาคสนาม เช่น วันที่ สภาพอากาศ ผู้ที่จับ สภาพแวดล้อมบริเวณดังกล่าว ตำแหน่งพิกัดในระบบ Universal Transvers Mercator (UTM) Coordinates เวลาที่จับ เวลาที่ใช้ในการวัดขนาดและผ่าตัด ตลอดจนเวลาที่ทำการปล่อยกลับสู่ธรรมชาติ

งูที่ถูกจับได้จะถูกนำกลับมาที่ห้องปฏิบัติการเพื่อวางยาสลบ บันทึกเพศ วัดขนาด ชั่งน้ำหนัก และถ่ายรูปและทำเครื่องหมายตามคู่มือ“Aaron Medical Change-A-Tip cautery units” (Winne *et al*., 2006) ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถมองเห็นเครื่องหมายได้ชัดเจนเป็นเวลาถึง 2 ปี และลดการติดเชื้อในงู บันทึกภาพของงูแต่ละตัวทั้งลำตัว หัว ท้อง เกล็ดท้องและเกล็ดใต้หาง บริเวณที่ถูกทำเครื่องหมาย (ภาพที่ 3.3) และตรวจเช็คตำแหน่งของหัวใจ ตลอดจนตำหนิอื่นๆ ที่พบบนตัวงู รวมทั้งอุจจาระ (fecal, ถ้ามีจะถูกนำใส่ในหลอดไมโครเซ็นตริฟิวก์แช่ด้วยแอทิลแอลกอฮอล์ 70%) และเพิ่มข้อมูลในฐานข้อมูลของคณะวิจัยงูสะแกราช

ขลิบเกล็ดของงูตำแหน่งเกล็ดท้องที่ 25 และ 26 ด้วยกรรไกรปลอดเชื้อและเก็บไว้ในหลอดไมโครเซ็นตริฟิวก์แช่ด้วยแอทิลแอลกอฮอล์ 70% พร้อมติดฉลากข้อมูล กรณีต้องการศึกษาว่ารอยเครื่องหมายที่ทำไว้สามารถอยู่ได้นานเท่าไรโดยการวิเคราะห์ด้วยไอโซโทป

ทำการสลบงูด้วย isoflurane ในท่อพลาสติกใสตามวิธีการของ Hardy and Greene (2000) โดยใช้ปริมาณ isoflurane 0.2-0.4 มิลลิลิตร สำหรับงูที่มีขนาดเล็ก (<50 cm) และปริมาณมากถึง 0.5 มิลลิลิตร สำหรับงูที่มีขนาดใหญ่ (>50 cm) บันทึกเวลาและปริมาณของ Isoflurane ที่ใช้ในการทำให้งูแต่ละตัวสลบ สังเกตได้จากกล้ามเนื้อของงูมีการคลายตัวเต็มที่

ภาพที่ 3.3 งูเขียวหางไหม้หมายเลข TRMA090 หลังจากผ่านำเครื่องส่งสัญญาณออกจากตัวงูแล้ว A) เกล็ดใต้หาง B) เกล็ดท้อง, C) ลำตัวด้านหลัง, D) ส่วนหัวด้านบน, E) บริเวณคางและลำคอ, F) แผลก่อนผ่าตัด, G) ตำแหน่งที่ผ่าเอาเครื่องส่งสัญญาณออก H) เครื่องหมายที่ทำไว้บนตัวงู

วัดขนาดงู โดยวางงูลงในท่อ PVC ที่ตัดผ่าครึ่งตามแนวยาวและวัดขนาดใช้หน่วยวัดความยาวเป็นมิลลิเมตร (mm) ความยาวลำตัววัดจากปลายจมูกถึงเกล็ดสุดท้ายตรงปากทวาร (Snout to vent length: SVL) ส่วนความยาวหาง tail length (TVL) วัดจาก anterior tip of the first sub-caudal scale ถึงปลายหาง ความยาวและความกว้างของหัว (head length, HL; head width, HW) วัดโดยเวอร์เนียแบบดิจิตอล น้ำหนักวัดด้วยเครื่องชั่งดิจิตอลโดยใช้หน่วยเป็นกรัม (g)

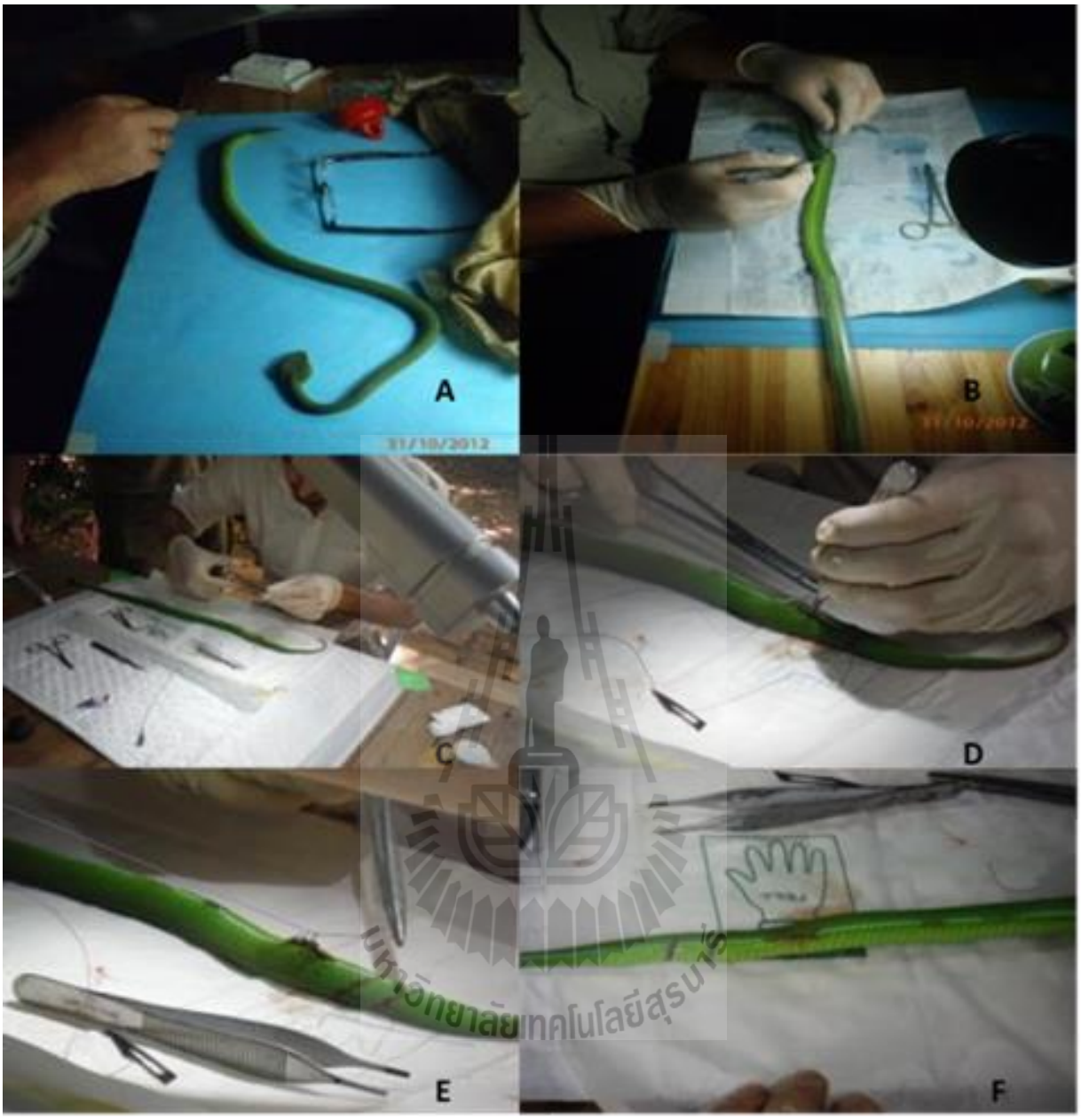
จำแนกเพศของงูโดยใช้ probe สอดเข้าไปในช่อง cloaca ถ้าเป็นตัวเมียจะสอดได้ลึก แต่ถ้าเป็นตัวผู้จะได้ในระดับตื้นเท่านั้น (Schaefer, 1934)

สำหรับงูที่มีรอยการทำเครื่องหมายแล้ว นักวิจัยทำการศึกษาต่อเนื่องโดยวัดขนาด วิเคราะห์การเติบโตและอาหารที่งูกิน บันทึกข้อมูลแล้วจึงปล่อยกลับสู่ธรรมชาติในบริเวณเดียวกับที่พบงู

เก็บงูไว้ในกล่องพลาสติกที่จัดให้มีสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการดำรงชีวิตของงูอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เพื่อลดความเครียดและความอันตรายจากการทำงานกับงู (Hill *et al*., 2006)

3.3.2 การผ่าตัดงู

การผ่าตัดกระทำโดย Mr. Colin T. Strine ซึ่งได้รับการฝึกหัดโดย Dr. Matt Goode ผู้เชี่ยวชาญจากประเทศสหรัฐอเมริกา ภายใต้กฎปฏิบัติของ Animal Care and Use Committee Guidelines (ACUCG) ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยเลือกงูเขียวหางไหม้ที่มีสุขภาพแข็งแรงและมีขนาดเหมาะสม (น้ำหนัก >30 กรัม) ดำเนินการในห้องปฏิบัติการแบบเปิด ทำความสะอาดพื้นที่ที่ใช้ในการผ่าตัด ด้วยแอลกอฮอล 95 % ต้มอุปกรณ์ผ่าตัดทุกชิ้นในน้ำเดือดอย่างน้อย 15 นาที จากนั้นย้ายอุปกรณ์ไว้ในเอทิลแอลกอฮอล์และปิดฝา ทำความสะอาดผิวของงูด้วยไอโอดีนโดยแปรงเกล็ดงูทั้งแนวเดียวและย้อนเกล็ดบริเวณที่จะทำการผ่าตัด เพื่อป้องกันการติดเชื้อ ใช้ถุงมือผ่าตัดสเตอร์ไรด์และดำเนินการผ่าตัดบนแผ่น sterile pad รอยตัดต้องมีขนาดเล็ก เพื่อลดความเสี่ยงในการติดเชื้อ ฝังเครื่องส่งสัญญาณ (BD-2, Holohil) ลงไปในช่องว่างของลำตัว ใช้น้ำหนัก 1.8 g หรือ 1.2 g ขึ้นอยู่กับขนาดของงู ซึ่งตามกฎปฏิบัติแล้วเครื่องส่งสัญญาณไม่ควรมีขนาดใหญ่กว่ามวลร่างกายของงูเกินร้อยละ 5 เพื่อลดการส่งผลกระทบต่อพฤติกรรมของงู การผ่าตัดทำตามเทคนิคของ Reinert and Cundall (1982) และ Hardy and Greene (2000) โดยฝังเครื่องส่งสัญญาณเข้าไปในโพรงช่องท้อง (coelomic cavity) และให้สายอากาศ อยู่ระหว่างเนื่อเยื่อใต้ผิวหนังและเยื่อบุช่องท้อง (ภาพที่ 3.4) เย็บแผลภายในด้วยด้ายที่ละลายได้ เพื่อให้เนื้อเยื่อภายในประสานตัวได้เร็วและลดการระคายเคืองให้มากที่สุด ทำความสะอาดบริเวณที่จะผ่าตัดอีกครั้งด้วยเอธิลแอลกอฮอล์และนีโอสปอริน (Neosporin) หลังจากผ่าตัดและสังเกตอาการแล้ว นักวิจัยนำงูไปปล่อยกลับคืนสู่ที่เดิมที่ถูกจับได้ภายใน 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 3.4 การผ่าตัดฝังเครื่องส่งสัญญาณ A-B) การฝังเครื่องส่งสัญญาณ Holohil ขนาด 1.2 g ในโพรงช่องท้อง โดย Dr. Matt J. Goode C-F) การผ่าตัดนำเครื่องส่งสัญญาณออกจากงู TRMA048 โดย Colin T. Strine

3.4 การเก็บข้อมูลหลังปล่อยงูกลับสู่ธรรมชาติ

3.4.1 การค้นหาสัญญาณ

ผู้วิจัยค้นหาตัวงูที่ปล่อยแล้วจากเครื่องรับสัญญาณวิทยุภาคสนามโดยใช้เทคนิค 2 วิธี คือ การตรวจสอบข้อมูลแบบสามเส้า (triangulation) และ วิธีหาข้อมูลสัญญาณแบบวงกลม (homing) เพื่อหาตำแหน่งที่งูอยู่จนกระทั่งมองเห็นงูตัวดังกล่าว แล้วบันทึกตำแหน่งที่พบงูด้วยเครื่อง GPS (Garmin) รวมถึงข้อมูลสภาพภูมิอากาศ

อุณหภูมิ ความชื้นที่วัดจาก data loggers ลักษณะถิ่นอาศัย ความสูงจากพื้นดิน ชนิดของต้นไม้ที่พบงู (หากจำแนกได้) เวลา วันที่และชื่อผู้เก็บข้อมูล โดยบันทึกข้อมูลทั้งหมดลงใน iForm, กรณีพบงู ณ ตำแหน่งใหม่จากตำแหน่งที่ติดตามครั้งสุดท้าย นักวิจัยใช้ GPS ลากระหว่างตำแหน่งเป็นเส้นตรงเพื่อคำนวณระยะทางที่งูเคลื่อนที่จากแหล่งเดิมโดยประมาณ กรณีระยะห่างน้อยกว่า 100 m ผู้วิจัยเดินกลับไปแหล่งเดิมเพื่อเช็คระยะ GPS (~1 เมตร/ก้าว) และบันทึกปัจจัยอื่นที่อาจมีผลต่อการเคลื่อนที่ของงู

3.4.2 การเก็บข้อมูลแหล่งอยู่อาศัย

ผู้วิจัยบันทึกข้อมูลสภาพแวดล้อมโดยละเอียดและบอกประเภทลักษณะของพื้นที่ดังกล่าว เช่น อยู่บริเวณป่าที่มีเรือนยอดแบบปิด หรือแบบเปิด พื้นดินมีพืชระดับล่างปกคลุมอย่างหนาแน่นหรือไม่ โดยอธิบายแยกเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้ None (0%), Very light (1-15%), Light (16-25%), Medium (25-65%), Heavy (66-80%), Very Heavy (81-99%) and Completely (100%) รวมทั้งประเภทป่า เช่นป่าดิบแล้งแบบเรือนยอดปิด ป่าดิบแล้งแบบเรือนยอดปกคลุมปานกลาง ป่าดิบแล้งแบบเรือนยอดเปิด ป่าเบญจพรรณ แนวรอยต่อระหว่างป่าและรูปแบบเรือนยอดที่พบ ป่าเต็งรัง, ป่าโปร่ง, ป่าไผ่, ทุ่งหญ้า, ป่าปลูก, พื้นที่เกษตรกรรม, ป่าที่ถูกรบกวน, ข้างถนนและแหล่งน้ำที่แห้ง วิธีนี้ช่วยให้นักวิจัยสามารถประมาณระยะทางและทิศทางการเคลื่อนที่ของงูตำแหน่งของงูจงอางเพื่อทำการติดตามครั้งต่อไปได้จากพิกัด GPS data point ที่วัดได้ก่อนหน้านี้

นอกจากนี้มีการบันทึกข้อมูลพฤติกรรมของงูและความสัมพันธ์กับแหล่งที่อยู่อาศัย เช่น พบงูเขียวหางไหม้อยู่บนกิ่งไม้ โดยพันตัวรอบกิ่งไม้ ความสูงของกิ่งไม้จากพื้นดิน (แบ่งเป็นหมวด เช่น 0-10, 11-20 ซม.) สภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง เช่น สภาพพื้นดิน หญ้า ก้อนหิน เส้นรอบวงของกิ่งไม้ในแนวตั้งและแนวนอน (> 2 หรือ <2 ซม.) องศาความลาดเอียงของกิ่งไม้ ความซับซ้อนของกิ่ง หรือไม้เลื้อย ลักษณะเรือนยอดของต้นไม้ หรือเป็นอุปกรณ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น จำนวนรอบที่งูพันอยู่บนกิ่งไม้ และเปอร์เซนต์ของลำตัวที่อยู่สัมผัสกิ่งไม้ ฯลฯ

นักวิจัยวัดอุณหภูมิและความชื้นแวดล้อมที่ความสูงระดับอกหรือประมาณ 120 ซม. จากพื้นดิน โดยวัดในสภาพแวดล้อมเดียวกับที่พบงูเพื่อให้ได้ค่าที่คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด เช่น วัดค่าในกลางแจ้งกรณีพบงูในที่แจ้ง และวัดค่าในร่มกรณีงูหลบอยู่ในร่มหรือที่กำบัง สำหรับอุณหภูมิบนดินและความชื้นสัมพัทธ์วัดประมาณ 1 ซม. จากพื้นดิน จากนั้นประเมินอุณหภูมิภายในตัวงูด้วยการจับเวลา นับจำนวนสัญญาณ/นาที (Beeps Per Minute: BPM) ค่า BMP และอุณหภูมิมีความแปรผันตรงกัน เมื่อ BMP สูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นช่วยให้ทราบอุณหภูมิภายในของงูได้

3.4.3 การเปรียบเทียบสิ่งแวดล้อมของจุดที่งูเลือกเป็นที่ซุ่มรอเหยื่อและพื้นที่รอบๆ

นักวิจัยเก็บข้อมูลหลังจากงูเคลื่อนที่ออกจากแหล่งดังกล่าวไม่ต่ำกว่า 10 เมตร โดยสร้างแปลงตัวอย่าง (quadrat) ขนาด 1 เมตร x 1 เมตร แบ่งความสูงเป็น 3 ระดับ (50 ซม. 100 ซม. และ 150 ซม.) ในบริเวณที่พบงูเขียวหางไหม้ 1 แปลง /แปลงสุ่มที่ไม่พบงู 2 แปลง (random sites) ในแต่ละพื้นที่รวมทั้งหมดจำนวน 120 แปลง (บริเวณที่พบงูจำนวน 40 แปลง และแปลงสุ่มที่ไม่พบงู 2 แปลง) เพื่อศึกษาปัจจัยและตัวแปรที่มีผลต่อการเลือก

microhabitat sites ของงูเขียวหางไหม้ เช่น ความหนาแน่นต้นไม้ ใบไม้ ความสูงของกิ่งไม้ที่งูเกาะ สิ่งที่ปกคลุมดิน โดยเป็นประเภท ได้แก่ หิน (rock, RK), พืชคลุมดิน green vegetation (GV), พืชประเภทไม้ (woody vegetation, WV), พื้นที่มนุษย์รบกวน human disturbance (AN), พืชที่ตายแล้ว dead vegetation (DV), ไม้ที่ตายแล้ว woody dead vegetation (WDV), เศษใบไม้ leaf litter (LL) และพื้นที่ที่ไม่ถูกปกคลุม (UC) โดยแบ่งค่าความหนาแน่นดังนี้ ไม่มี (0%) น้อยมาก (1-15%) น้อย (16-25%), ปานกลาง (26-65%) หนาแน่น (65-80%) หนาแน่นมาก (81-99%) ปกคลุมทั้งหมด (100%) นอกจากนี้ผู้วิจัยเก็บข้อมูลความหนาของชั้นใบไม้ (Litter depth) วัดความชันของพื้นดินด้วยเครื่อง clinometer และการปกคลุมพื้นดินด้วยเรือนยอด (canopy cover) ในแต่ละแปลงด้วย densitometer และหาแหล่งกำบังที่งูอาจหลบอยู่ภายใน 2 เมตรจากศูนย์กลางของแต่ละแปลง

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยสรุปจำนวนเวลาที่ใช้ในการหางูจากแต่ละวิธี ได้แก่ แรงงานคนที่ใช้ในการสำรวจ (Man hours for active search: AS) การพบโดยบังเอิญ (opportunistic captures: OC) และ กับดัก Passive trapping (PT) โดยคำนวณจากเกณฑ์ดังต่อไปนี้

แรงงานคนที่ใช้ในการสำรวจ (AS) = จำนวนคนที่สำรวจ X จำนวน ชม. ที่ใช้สำรวจในแต่ละสถานที่

การค้นพบโดยบังเอิญ (OC) = จำนวนผู้ปฏิบัติงาน X จำนวน ชม.ทำงานในแต่ละสัปดาห์เมื่อได้รับแจ้ง

กับดัก Passive trapping (PT) = จำนวนกับดักที่เปิดทิ้งไว้ข้ามคืน x จำนวนคืนที่เปิดกับดับ

นักวิจัยวิเคราะห์ตำแหน่งของงูเขียวหางไหม้ด้วยโปรแกรม ARC-MAP และ Minimum Convex Polygon (MCP) เพื่อหาขนาดของอาณาเขต (home range) ของงูแต่ละตัว และเปรียบเทียบตัวแปรที่มีผลต่อการเลือกแหล่งอาศัยย่อยของงูโดยใช้การทดสอบแบบ Wilcoxson และ Mann Whitney U Test นักวิจัยใช้ Generalized linear mixed model (GLMM) แบบ maximum likelihood เพื่อหาเปอร์เซนต์เรือนยอดที่ปกคลุมพื้นที่ๆ งูเลือกและพื้นที่สุ่ม ด้วยการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปัวซอง (Poisson error distribution) โดยแบ่งแยกระดับชั้นที่ปกคลุมเพื่อลดความลำเอียงที่อาจเกิดขึ้นจากการสังเกตระหว่างพื้นที่ศึกษาและเซ็ทข้อมูล

บทที่ 4
ผลการศึกษา

4.1 ความชุกชุมของงูเขียว

จากการศึกษางูเขียวหางไหม้ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ผู้วิจัยสามารถจับงูเขียวหางไหม้ได้ทั้งหมด 176 ตัว (ตารางที่ 4.1) ระหว่างเดือนมีนาคม พ.ศ. 2555 - มิถุนายน พ.ศ. 2556 พบงูเขียวหางไหม้จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ งูเขียวหางไหม้ตาโต (*Trimeresurus macrops*) 164 ตัว งูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) 11 ตัว และงูเขียวไผ่หางเขียว (*T. vogeli*) 1 ตัว แต่ไม่พบงูเขียวชนิด *T. gumprechti* จึงไม่สามารถยืนยันได้ว่ามีงูชนิดนี้ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชหรือไม่ วิธีที่สามารถจับงูเขียวหางไหม้ตาโตได้มากที่สุดคือการออกสำรวจ (Active Searches, AS) จำนวน 86 ตัว รองลงมาคือการพบโดยบังเอิญ (opportunistic captures, OC) จำนวน 53 ตัว แต่ไม่มีวิธีไหนที่สามารถจับงูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) และงูเขียวไผ่หางเขียว (*T. vogeli*) ได้จำนวนมากพอ หรืออาจเป็นเพราะงูทั้งสองชนิดมีความชุกชุมต่ำในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

ตารางที่ 4.1 จำนวนงูเขียวที่จับได้จากวิธีที่ต่างๆ

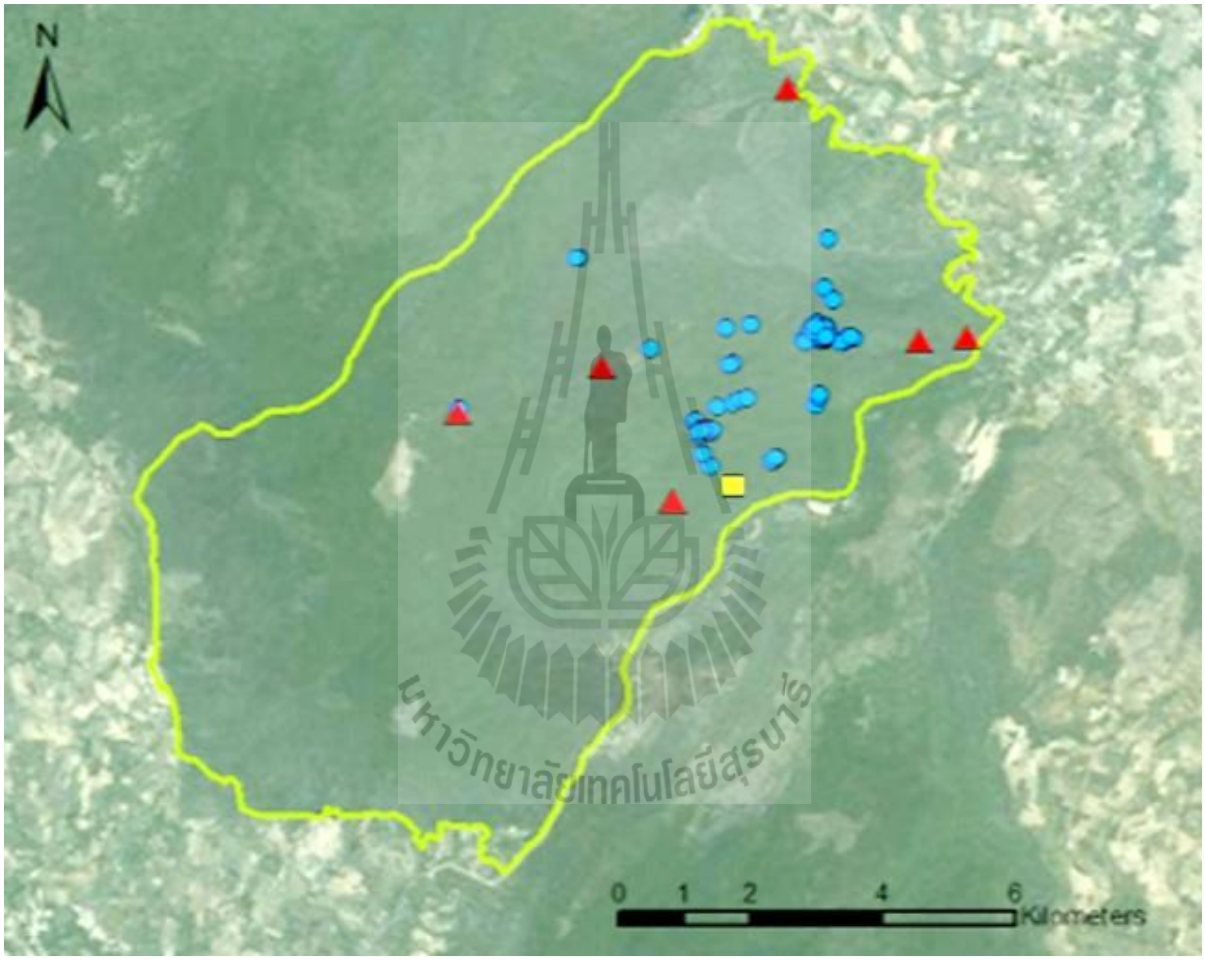
Species	AS	AT	NT	OC	PT	RS	Total
T. albolabris	1	3	0	5	1	1	11
T. macrops	86	7	11	53	7	0	164
T. vogeli	0	0	0	1		0	1
Grand Total	87	10	11	59	8	1	176
Total effort	389.32	N.A.	24174	24174	51204	210	
Effectiveness	0.2234	N.A.	0.00045	0.00024	0.00009	0.0047	N.A.

AS = Active Search, AT = Active Tracking, NT = Notations, OC = Opportunistic Captures, PT = Passive Trapping, RS = Road Surveys

วิธีออกสำรวจ (AS) ทำให้จับงูเขียวได้รวมทั้งหมด 87 ตัว จับงูเขียวจากการพบโดยบังเอิญ (OC) ขณะที่ติดตามงูอื่นๆ ด้วยสัญญาณวิทยุได้อีก 59 ตัว นอกจากนี้อีก 30 ตัวจับได้จากการแจ้งเมื่อพบ (NT) การใช้กับดัก (PT) และออกสำรวจตามถนน (RS) งูเขียวหางไหม้ส่วนใหญ่พบในเวลากลางคืน ค่าประสิทธิภาพในการจับ

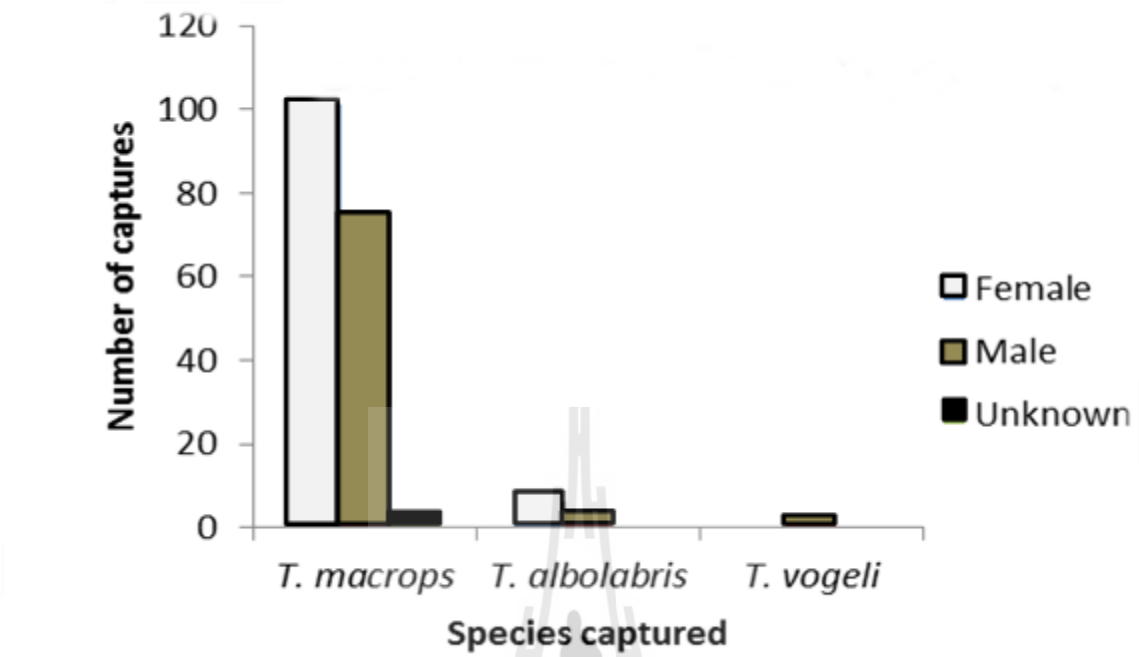
(capture effectiveness) หรือโอกาสการพบและจับงู 1 ตัวต่อแรงงานคน 1 หนึ่งชั่วโมงในการออกสำรวจแบบ AS คือ 0.2234% แสดงให้เห็นว่าหากผู้วิจัยออกสำรวจในสภาพที่เหมาะสมจะมีโอกาสพบงูได้ภายใน 4 ชั่วโมง

ผู้วิจัยพบงูเขียวหางไหม้ในป่าทุกประเภทรวมทั้งป่าดิบแล้ง ป่าเต็งรัง ป่าปลูก และป่าเบญจพรรณ โดยพบงูหนาแน่นที่สุด 3 บริเวณ ได้แก่ บริเวณรอบอาคารสถานีวิจัย อ่างเก็บน้ำด้านล่าง และอ่างเก็บน้ำด้านบนของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช (ภาพที่ 4.1) แสดงให้เห็นว่างูสามารถใช้พื้นที่ธรรมชาติที่มีสภาพแวดล้อมแตกต่างกันในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชในการล่าเหยื่อได้

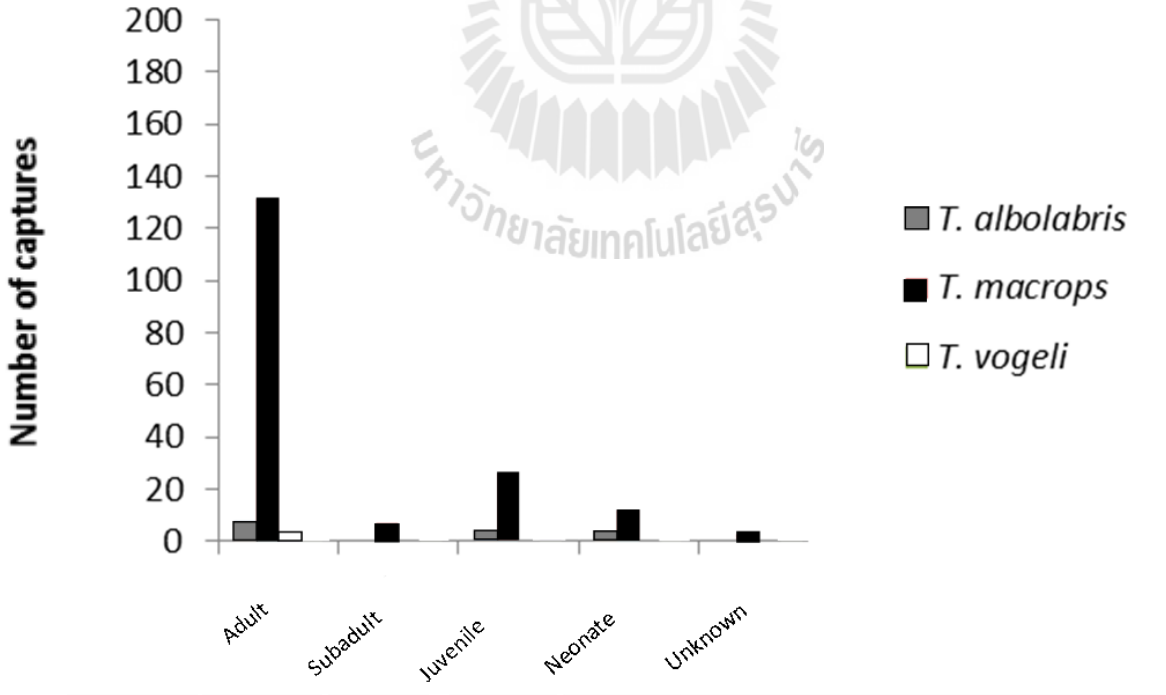


ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งที่พบงูเขียว *Trimeresurus* ทั้ง 3 ชนิด ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช *T. vogeli* (□), *T. albolabris* (Δ), and *T. macrops* (○)

งูตัวเมียทั้ง *T. macrops* (n = 94) และ *T. albolabris* (n 7) ถูกจับได้มากกว่างูตัวผู้ *T. macrops* (n = 67) และ *T. albolabris* (n=4) อาจเป็นเพราะงูตัวเมียมักอยู่กับที่ ในขณะที่งูเพศผู้มักเคลื่อนที่เพื่อหางูเพศเมีย ส่วนงูเพศผู้ชนิด *T. vogeli* ถูกพบและจับได้เพียงตัวเดียวโดยบังเอิญ (ภาพที่ 4.2) งูเขียวตัวเต็มวัยถูกจับได้มากกว่างูวัยรุ่น (ภาพที่ 4.3).



ภาพที่ 4.2 สัดส่วนเพศของงูเขียวหางไหม้ที่จับได้ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช



ภาพที่ 4.3 ช่วงอายุของงูเขียวหางไหม้ที่จับได้ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

4.2 ขนาดที่อยู่อาศัยและการเคลื่อนที่

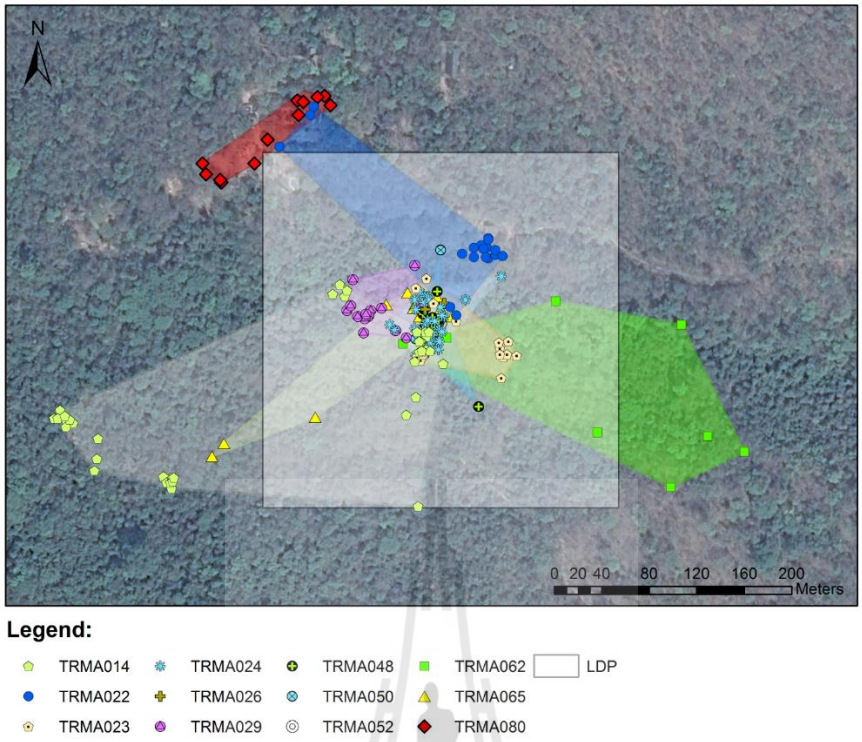
ผู้วิจัยใช้วิทยุติดตามงูเขียวเพศเมียจำนวน 22 ตัว เป็นระยะเวลาตั้งแต่ 13 ถึง 193 วัน เฉลี่ย 70 วัน น้ำหนักของงูเขียวหางไหม้เพศเมียที่ถูกติดตามมีค่า 30-122.9 กรัม เฉลี่ย 60 กรัม (ภาคผนวก ก) งูเขียวหางไหม้เพศผู้มักมีน้ำหนักตัวน้อยกว่าและรูปร่างเรียวกว่าเพศเมีย ทำให้นักวิจัยหางูเพศผู้ที่เหมาะสมต่อการฝังเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ (ขนาด <5% ของมวลร่างกาย) ได้ยาก งูตัวผู้ที่ถูกติดตามมีจำนวนเพียง 6 ตัว มีขนาด 33.2-49 กรัม น้ำหนักเฉลี่ย 38 กรัม (ภาคผนวก ก) แม้งูทุกตัวได้รับการปล่อยคืนสู่ธรรมชาติในสภาพที่ร่างการแข็งแรง แต่งูตัวผู้มักตกเป็นเหยื่อของผู้ล่าหรือมีอัตราการเสียชีวิตสูงกว่างูตัวเมีย นักวิจัยทำการติดตามงูตัวผู้เป็นระยะเวลา 16-106 วัน เฉลี่ย 53 วัน และเป็นครั้งแรกของโลกที่มีรายงานการใช้วิทยุติดตามงูชนิด *T. vogeli*

พื้นที่ๆ พบงู *T. macrops* มากที่สุดคือบริเวณอ่างเก็บน้ำด้านล่าง จำนวน 12 ตัว (ภาพที่ 4.4) รองลงมาคือบริเวณรอบอาคารสถานีวิจัย จำนวน 6 ตัว (ภาพที่ 4.5) น้อยที่สุดคืออ่างเก็บน้ำด้านบน (ภาพที่ 4.6) และป่าดิบแล้ง (ภาพที่ 4.7) ที่ละ 2 ตัว ส่วนงูอีก 2 ชนิด พบข้างๆ ป่าดิบแล้ง (ภาพที่ 4.8) งู *T. macrops* มีการใช้พื้นที่เหลื่อมล้ำกันมาก และหลายครั้งที่พบงูอยู่ในพื้นที่ใกล้กัน นอกจากนี้ยังพบว่าระยะห่างที่น้อยที่สุดระหว่างงูที่ถูกติดตามด้วยวิทยุทั้งชนิดเดียวกันและต่างชนิดกันมีขนาดน้อยกว่า 2 เมตร แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่างูเขียวหางไหม้ไม่มีพฤติกรรมการแสดงความเป็นเจ้าของอาณาเขตเพื่อแย่งอาหาร

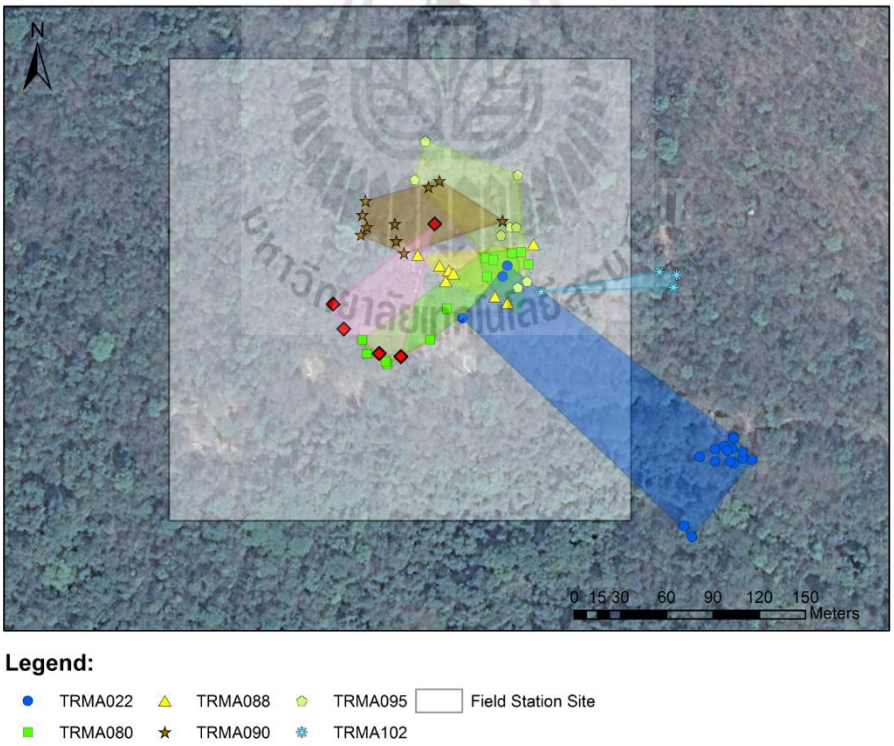
การที่งูมีการรวมตัวอยู่บริเวณอ่างเก็บน้ำด้านล่างอย่างชุกชม เพราะเป็นบริเวณที่มีเหยื่อประเภทสัตว์สะเทินน้ำสะเทินบกอยู่จำนวนมาก ส่วนที่อยู่อาศัยของ *T. macrops* ในป่าดิบแล้ง มีขนาดเล็กกว่าพื้นที่ศึกษาอื่นๆ อาจเป็นเพราะขาดแคลนน้ำ หรืองูมีการใช้พื้นที่ที่แตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาล งูในพื้นที่ศึกษานี้ถูกติดตามด้วยวิทยุระหว่างเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2556 ถึงมกราคม พ.ศ. 2557

ขนาดที่อยู่อาศัย (polygon size) ของงูเขียวหางไหม้ตาโต *T. macrops* มีค่า 0.0022 - 400.88 เฮกแตร์ (ตารางที่ 4.4) ค่าเฉลี่ยของงูตัวผู้ (N=3) คือ 0.3556 เฮกแตร์ และค่าเฉลี่ยของงูตัวเมีย (N=19) คือ 0.5509 เฮกแตร์ ส่วนงู *T. vogeli* และ *T. albolabris* ติดตามได้เพียงชนิดละ 1 ตัว เท่านั้น แต่สามารถสังเกตรูปแบบการใช้พื้นที่ของพวกมันได้ เพราะงูดังกล่าวใช้พื้นที่อาศัยจำกัดอยู่ในป่าดิบแล้ง ขนาดที่อยู่อาศัยของงูทั้งสองชนิดคล้ายกับ *T. macrops* และไม่แตกต่างกันมาก

โดยทั่วไปงู *T. macrops* ตัวเมียมีขนาดที่อยู่อาศัยมากกว่างูตัวผู้ เนื่องจากเคลื่อนที่มากกว่า (ตารางที่ 4.4) แต่เนื่องจากจำนวนตัวอย่างที่จับได้มีจำนวนไม่มากพอ จึงไม่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างเพศและกับงูเขียวอีก 2 ชนิด นอกจากนั้นยังพบว่ามวลของงูไม่เกี่ยวข้องกับขนาดของที่อยู่อาศัย (ภาพที่ 4.4) เพราะงูเหล่านี้ซุ่มรอเหยื่ออยู่กับที่เนื่องจากใช้พลังงานน้อย ส่วนงูที่เคลื่อนที่หาเหยื่อต้องใช้พลังงานจำนวนมากจึงมีขนาดมวลร่างกายที่สัมพันธ์กับขนาดของที่อยู่อาศัย

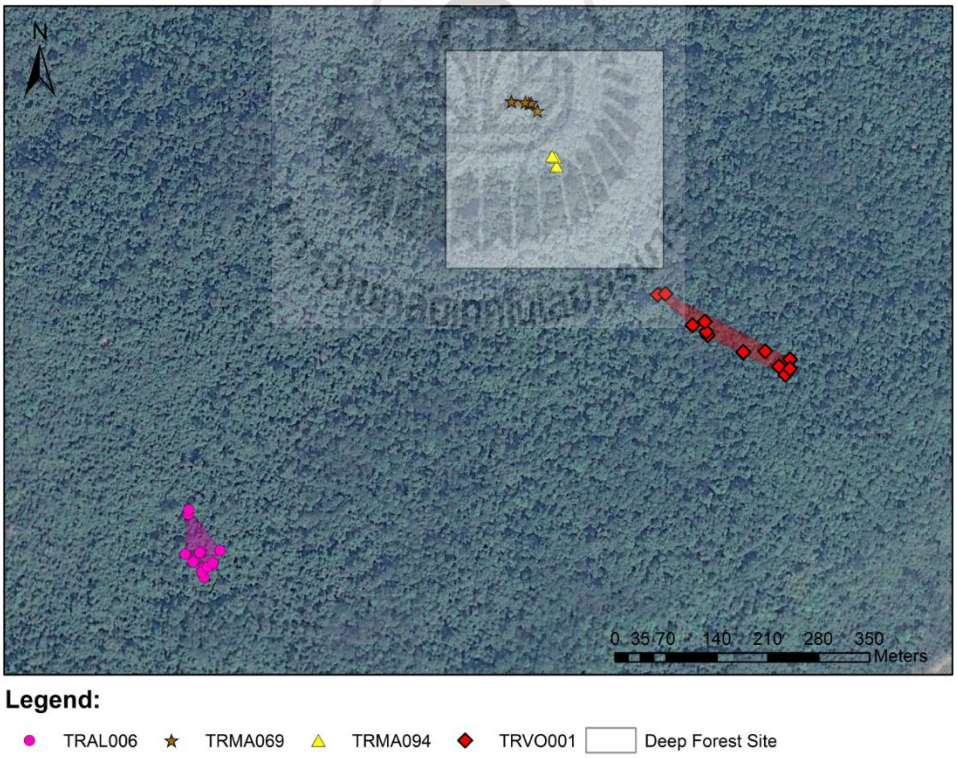


ภาพที่ 4.4 อาณาเขตที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ตาโต *T. macrops* บริเวณอ่างเก็บน้ำด้านล่าง



ภาพที่ 4.5 อาณาเขตที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ตาโต *T. macrops* ใกล้กับอาคารสถานีวิจัย

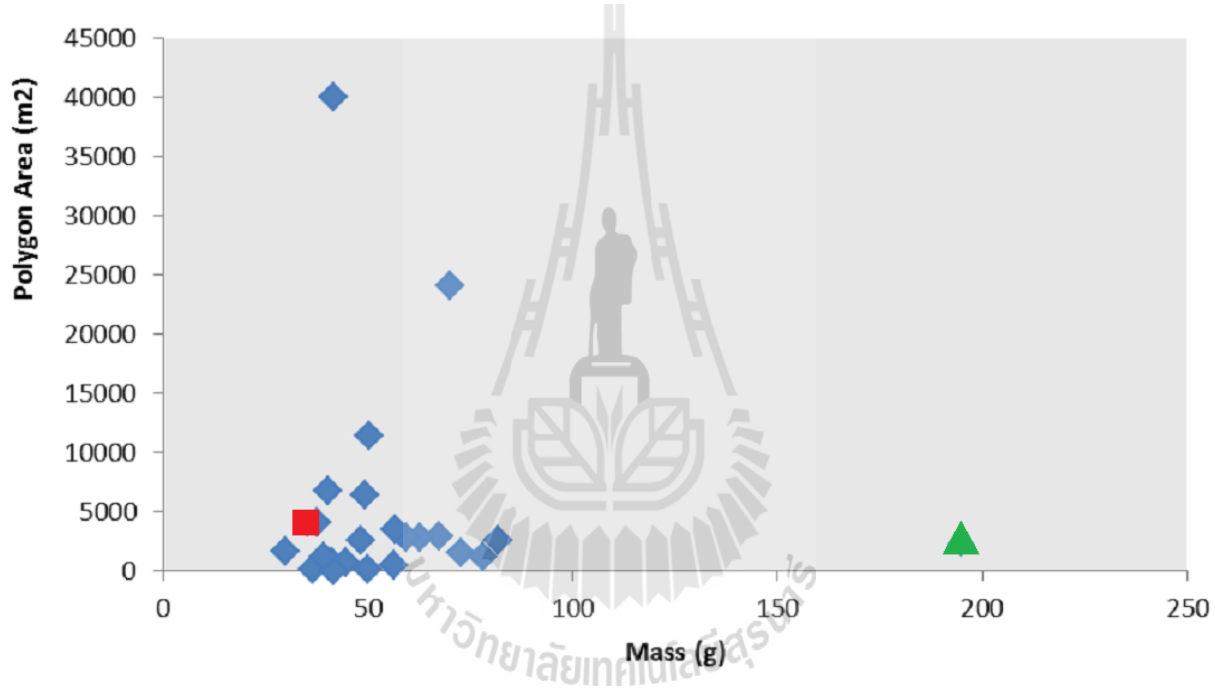
ภาพที่ 4.6 อาณาเขตที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ตาโต *T. macrops* บริเวณอ่างเก็บน้ำด้านบน



ภาพที่ 4.7 อาณาเขตที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ทั้ง 3 ชนิด ในป่าดิบแล้งและใกล้เคียง

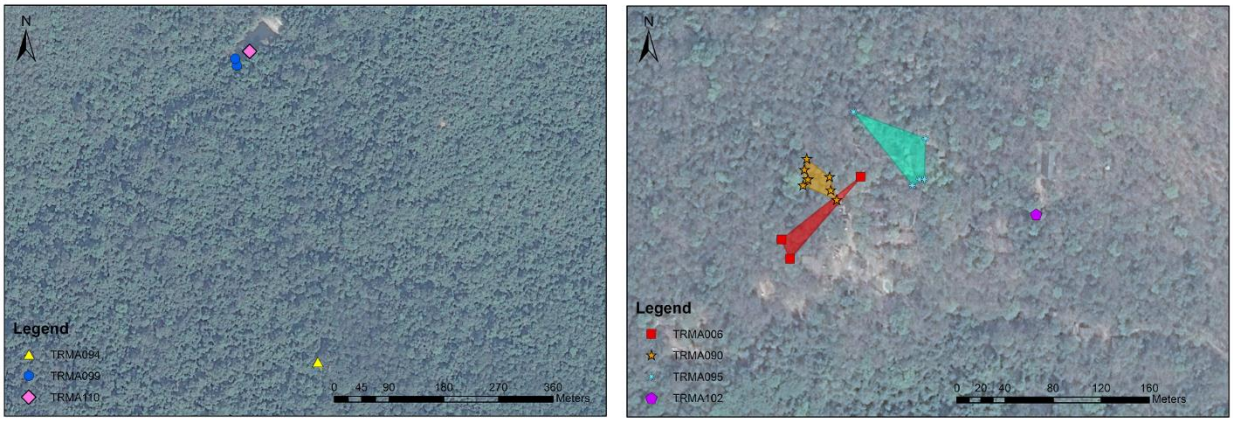
ตารางที่ 4.2 ขนาดพื้นที่อยู่อาศัยและจำนวนครั้งที่งูเคลื่อนที่ ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

Snake ID	N	MCP polygon area (ha)			Relocations			Polygon length (m)		
		Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
TRMA F	19	0.0022	400.88	0.5509	3	40	15.89	32	835	264.4
TRAL F	1			0.2335			15			216.32
TRMA M	3	0.0775	0.6764	0.3556	3	15	13	43	2041	168.28
TRVO M	1			0.4035			14			436.16



ภาพที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างมวลของงูและขนาดที่อยู่อาศัยของงู *T. macrops* (◇) *T. albolabris* (△) และ *T. vogeli* (□)

นอกจากนั้น ผลการวิจัยนี้แสดงหลักฐานว่างูเขียวหางไหม้ตาโต (*T. macrops*) ไม่ค่อยเปลี่ยนที่ซุ่มเหยื่อในช่วงหน้าแล้ง (ภาพที่ 4.9) ตั้งแต่ปลายเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557 โดยจำกัดอยู่ในที่กำบังประเภทหิน รากไม้ หรือท่อนซุง ขณะที่ทั้งงู *T. albolabris* และ *T. vogeli* อาศัยหลบอยู่ตามเรือนยอดชั้นกลาง (สูงประมาณ 1-3 เมตร)



ภาพที่ 4.9 การเคลื่อนที่น้อยมากของงูเขียวในป่าดิบแล้งและอ่างเก็บน้ำตอนบน (ซ้าย) และบริเวณสถานีวิจัย (ขวา) ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2556 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2557

4.3 ปัจจัยในการเลือกที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ตาโต

ลำต้นของต้นไม้ในพื้นที่ๆ งูอาศัย (selected habitats, N=40) มีขนาดใหญ่กว่าในพื้นที่สุ่ม (random, N=80) ที่อยู่ไกลออกไป 5 และ 10 เมตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของ Wilcox Test (W =1178.5, p=0.03047) จำนวนของใบไม้ในระนาบเดียวกันไม่แตกต่างกัน (W=224871.5, p=0.34) ความหนาแน่นของใบไม้ในแต่ละระนาบไม่แตกต่างกัน แม้ว่าใบไม้จะมีอิทธิพลต่อการอำพรางตัวของเหยื่อและผู้ล่า ผู้วิจัยพบว่าจำนวนและขนาดของลำต้นไม้พื้นล่างและไม้ยืนต้น ในพื้นที่ที่งูเลือกมีจำนวนมากกว่าและขนาดใหญ่กว่าในพื้นที่สุ่ม (ภาพที่ 4.10) เพราะมีความสำคัญต่อทั้งการควบคุมอุณหภูมิของงูหลังกินเหยื่อและที่เกาะดักซุ่มเหยื่อ

ภาพที่ 4.10 สถานที่ซุ่มและท่าทางที่รอจับเหยื่อของงูเขียวหางไหม้ตาโตตัวเมีย

เปอร์เซ็นต์ของหินที่ปกคลุมพื้นดินไม่มีความแตกต่างกัน (W=1398.5, p=0.2793) เช่นเดียวกับเปอร์เซ็นต์ของพื้นที่ที่ถูกมนุษย์รบกวนหรือมีสิ่งปลูกสร้าง (W= 1630.5, p=0.7212) ปริมาณเศษใบไม้ที่ปกคลุมพื้นดิน (W= 1537, p=0.8067) และปริมาณพื้นที่ผิวที่ไม่มีสิ่งปกคลุม (W=1621, p=0.8116) กลับไม่แตกต่างกัน แต่จำนวนพืชพรรณที่ปกคลุมพื้นดิน (W=1195.5, p=0.02358) และซากไม้ (W=1161.5, p=0.01471) มีจำนวนมากกว่า แสดงว่างูเขียวหางไหม้ใช้พื้นที่ๆ มีคอนไม้ให้เกาะเพื่อให้มีแหล่งกำบังตัวมากขึ้นและมีเส้นทางที่ใช้ในการหลบหลีกผู้ล่ามากขึ้น นอกจากนี้แหล่งที่มีเศษซากไม้จำนวนมากช่วยป้องกันไม่ให้งูผู้ล่าขนาดใหญ่ เช่น งูจงอาง (ซึ่งกินงูเขียวหางไหม้รหัส TRMA050) เข้ามาใกล้ การมีซากไม้ปกคลุมผิวดินช่วยให้งูเขียวหางไหม้ประสบความสำเร็จในการล่าเหยื่อ และประเมินเส้นทางของเหยื่อ

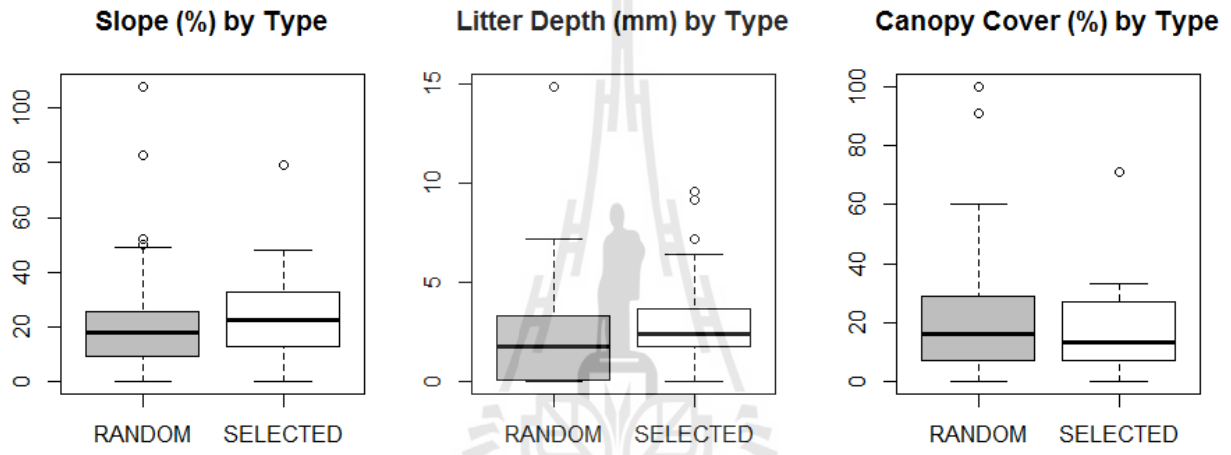
เปอร์เซ็นต์ปกคลุมเรือนยอดแต่ละระดับในพื้นที่ๆ งูเลือกและพื้นที่สุ่มมีความแตกต่างกันไม่มาก (ตารางที่ 4.3) การปกคลุมเรือนยอดที่ผิวดิน (0-1 เมตร) และ มากกว่า 10 เมตร ไม่ต่างกัน แต่การปกคลุมที่ความสูง 1-3 และ 3-7 เมตร จะมากกว่าในพื้นที่ๆ งูเลือก ข้อมูลที่ได้อาจมีข้อจำกัดเพราะลักษณะพื้นที่ค่อนข้างคล้ายกันจึงขาดความหลากหลายของสภาพพื้นที่ หรือขนาดของจำนวนตัวอย่างและพื้นที่ศึกษาไม่เพียงพอ ทั้งนี้ข้อมูลในระดับแปลงย่อยแสดงให้เห็นว่าการปกคลุมของเรือนยอดเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกที่อยู่อาศัยของงู

ตารางที่ 4.3 เปอร์เซ็นต์ปกคลุมเรือนยอดแต่ละระดับในพื้นที่ๆ งูเลือก (selected) และพื้นที่สุ่ม (random)

	N	VL	L	M	H	VH	C	Total
Groundstory (0-1 m)								
Random	6.2	28.4	22.2	22.2	3.7	17.3	0.0	100.0
Selected	0.0	32.5	30.0	12.5	5.0	20.0	0.0	100.0
Understory (1-3 m)								
Random	43.2	13.6	29.6	9.9	3.7	0.0	0.0	100.0
Selected	27.5	17.5	35.0	17.5	2.5	0.0	0.0	100.0
Midstory (3-10 m)								
Random	43.2	11.1	13.6	25.9	6.2	0.0	0.0	100.0
Selected	22.5	5.0	25.0	40.0	2.5	0.0	5.0	100.0
Abovestory (>10 m)								
Random	32.1	6.2	16.0	24.7	21.0	0.0	0.0	100.0
Selected	27.5	5.0	12.5	30.0	25.0	0.0	0.0	100.0

N= None, VL= Very light, L=Light, M=Medium, H=Heavy, VH=Very Heavy, C= Complete covered

ซึ่งต่างจากการอ่านข้อมูลในภาพรวมด้านการปกคลุมของเรือนยอดของพื้นที่ๆ งูเลือกและพื้นที่สุ่มไม่มีความแตกต่างกัน (W=1665, p=0.6343) ความชันของพื้นดินก็ไม่แตกต่าง (W=1239.5, p=0.05564) แต่มีแนวโน้มสูงกว่าเล็กน้อย (ภาพที่ 4.11) แต่ความหนาของเศษใบไม้คลุมดิน (Litter depth) หนากว่าอย่างเห็นได้ชัด (W=1227.5, p=0.04693) และอาจเป็นปัจจัยสำคัญในการเลือกแหล่งอาศัยของงูเพราะเป็นที่หลบภัยของเหยื่อ ถึงแม้ว่าชั้นใบไม้ที่ปกคลุมหนาแน่นจะช่วยให้งูเขียวหางไหม้หลบภัยได้ง่ายขึ้นเมื่อพวกมันอยู่ใกล้พื้นดิน แต่พฤติกรรมของงูเขียวหางไหม้เมื่อถูกรบกวนมักจะหลบภัยโดยเลื้อยขึ้นไปข้างบนแทนการหลบตามพื้นดิน ดังนั้นเป็นไปได้ว่าเหตุผลหลักในการเลือกแหล่งที่มีเศษใบไม้คลุมดินหนาเกี่ยวข้องกับการปรากฏของเหยื่อ มากกว่าใช้หลบภัย



ภาพที่ 4.11 การเปรียบเทียบความชัน ความหนาของเศษใบไม้คลุมดิน และการปกคลุมเรือนยอด ระหว่างพื้นที่สุ่ม (random) และพื้นที่ๆ งูเลือกอาศัย (selected) ของงูเขียวหางไหม้ตาโต *T. macrops*

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้านขนาดทางเข้าและจำนวนของแหล่งกำบัง เพราะคาดว่ามีผลต่อการเลือกแหล่งหลบภัย เนื่องจากการที่งูเขียวหางไหม้มีขนาดเล็ก ดังนั้นทางเข้าของแหล่งกำบังจึงมีขนาดเล็ก (0.5-1 cm) และมีเหยื่อขนาดเล็กอาศัยแหล่งดังกล่าวเป็นที่กำบัง แต่ผลการวิเคราะห์พบว่าขนาดทางเข้าของแหล่งกำบังไม่มีผลต่อการเลือกแหล่งหลบภัย ดังนั้นนักวิจัยจึงสรุปเฉพาะจำนวนของแหล่งกำบังทั้งหมด และพบว่าจำนวนของแหล่งกำบังมีผลต่อการเลือกพื้นที่อาศัยอย่างมีนัยสำคัญ (W=12211.5, p=0.008929)

บทที่ 5
อภิปรายผล

5.1 ความชุกชุม

แม้ผู้วิจัยสามารถยืนยันการค้นพบงูเขียวทั้ง 3 ชนิด ในป่าดิบแล้งของสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชได้ แต่งานวิจัยนี้ยังไม่สามารถยืนยันแหล่งที่อยู่อาศัยหรือการใช้พื้นที่ของงูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) และงูเขียวไผ่หางเขียว (*T. vogeli*) เนื่องจากติดตามได้เพียงชนิดละ 1 ตัว ดังนั้นจึงไม่สามารถหาความสัมพันธ์ทางนิเวศวิทยาระหว่างงูเขียวหางไหม้ท้องเหลืองและงูเขียวหางไหม้ตาโต (*T. macrops*) การที่จะพบงูให้มากขึ้นอาจทได้ตามคำแนะนำของ Durso (2011) คือจำกัดพื้นที่ในการออกหางูให้เล็กลงแต่พยายามหาแต่ละแหล่งในบริเวณนั้นให้ละเอียดมากขึ้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยไม่ได้ออกสำรวจหางูตามสภาพอากาศที่คาดว่าเป็นช่วงที่มีงูเขียวหางไหม้จำนวนมาก แต่ออกสำรวจอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้มีโอกาสจับงูได้มากที่สุด (Dorcas and Wilson, 2009)

5.2 ขนาดของที่อยู่อาศัย

ผู้วิจัยสามารถคำนวณหาขนาดของที่อยู่อาศัยโดยวิธี MCP ได้จาก *T. macrops* ตัวเมีย 19 ตัว ตัวผู้ 3 ตัว *T. vogeli* ตัวผู้ 1 ตัว และ *T. albolabris* ตัวผู้ 1 ตัว *T. macrops* ตัวเมีย 19 ตัวมีอาณาเขตที่อยู่อาศัยที่แตกต่างกันไปตามฤดูกาล ค่าเฉลี่ยที่อยู่อาศัย 0.5509 เฮกแตร์ ของ *T. macrops* ตัวเมียมีขนาดใหญ่กว่างู *Bitis schneideri* ตัวเมีย (0.100 เฮกแตร์) ซึ่งเป็นงูในกลุ่ม pit viper ที่มีขนาดเล็กที่สุดในโลก (ตารางที่ 5.1) แต่ *B. scheideri* ตัวผู้มีขนาดที่อยู่อาศัย (0.85 เฮกแตร์) ใหญ่กว่า ปกติแล้วงูตัวเมียจะมีขนาดที่อยู่อาศัยเล็กกว่าตัวผู้ (Maritz and Alexander, 2012) แต่ผลจากการศึกษานี้กลับตรงกันข้าม เมื่อเปรียบเทียบกับงูชนิดอื่นในกลุ่ม pit vipers ที่มีขนาดใกล้เคียงกับงูเขียวหางไหม้ เช่น *Gloydius shedaoensis* พบว่า งู *G. shedaoensis* มีค่าเฉลี่ยที่อยู่อาศัยน้อยกว่า 3 แฮกแตร์ ซึ่งยังคงมีขนาดใหญ่กว่าของงูเขียวหางไหม้ในที่สะแกราชมาก (Shine et al., 2002) การที่มีที่อยู่อาศัยขนาดเล็กได้ อาจเนื่องมาจากมีปริมาณเหยื่อเพียงพอจึงไม่จำเป็นต้องเคลื่อนที่ไปไกลเพื่อออกหาเหยื่อ และสามารถเก็บพลังงานไว้ใช้สำหรับการเจริญเติบโต การสืบพันธุ์ และสะสมไขมันใต้ผิวหนังได้ เช่นเดียวกับงู *G. shedaoensis* ที่ไม่ค่อยย้ายแหล่งเพราะแทบไม่ใช้พลังงานในการออกหาอาหาร (Shine and Sun, 2002)

เนื่องจากตัวอย่างงูเขียวหางไหม้ตัวผู้ที่ติดตามด้วยวิทยุมีจำนวนไม่เพียงพอ ผู้วิจัยจึงไม่สามารถหาความแตกต่างการใช้พื้นที่ระหว่างงูตัวผู้และตัวเมียได้ แต่สันนิษฐานว่า *T. macrops* ตัวผู้มีการเคลื่อนที่น้อยว่าตัวเมีย ซึ่งตรงกันข้ามกับผลงานวิจัยส่วนใหญ่ที่ได้จากการศึกษานิเวศวิทยาเชิงพื้นที่รวมถึง การศึกษางู North American copperhead pit vipers (*Agkistrodon contortix*) ที่แสดงให้เห็นว่างูตัวผู้และตัวเมียชอบอาศัยอยู่ในสถานที่ๆต่างกัน (Smith et al., 2009)

ตารางที่ 5.1 เปรียบเทียบวิธีการหาอาหาร ขนาดที่อยู่อาศัย และค่าเฉลี่ยขนาดของงูแต่ละชนิดที่ศึกษาโดยใช้วิทยุติดตาม

Region	Species	Strategy	Sex	Mean SVL (cm)	Mean Mass (g)	Mean MCP (ha)	References
NA	*Agkistrodon contortrix*	TF	F/M	61.8	284.7	17.49	Smith et al., 2009
SAF	*Bitis schneideri*	TA	F/M	<30	< 30	0.10/0.85	Maritz and Alexander, 2012
SA	*Bothrops asper*	TF	F/M	120.1	-	5.95	Wasko and Sasa, 2012
NA	*Coluber constrictor*	TF	F/M	69.7	144.5	11.5	Row et al., 2007
NA	*Crotalus adamanteus*	TF	F/M	-	-	31.5	Hoss et al., 2010
NA	*Crotalus tigris*	TA	F	60.4	216.8	3.9	Goode et al., 2009
NA	*Crotalus tigris*	TA	M	69.6	311.8	13.1	Goode et al., 2009
AU	*Hoplocephalus stephensii*	AF	F/M	<100	-	11.11	Fitzgerald et al., 2002
NA	*Nerodia sipedon a*	AQF	F/M	81.1 (F), 75.5 (M)	372.6 (F), 261.3 (M)	15.8	Burger, 2001
NA	*Nerodia sipedon*	AQF	F/M	66.7 (F), 53.3 (M)	232.8 (F), 95.5 (M)	4	Burger, 2001
IN	*Ophiophagus hannah*	TF, AF	F/M	260 (F), 300 (M)	-	329.5	Bhaisare et al., 2010
AU	*Pseudonaja textilis*	TF	F/M	150	-	5.8	Whitaker and Shine, 2003
NA	*Sistrurus catenatus*	TF	F/M	54.6	-	1.29	Wastell and Mackessy, 2011

NA= North America, SAF= South Africa, SA= South America, AU= Australia, IN= India, TF= Terrestrial Foraging, AQF= Aquatic Foraging, AF= Arboreal Foraging, TA= Terrestrial Ambush, M= Male, F= Female

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นอกจากนี้ การฝังเครื่องส่งสัญญาณวิทยุในงูอาจมีผลต่อการเคลื่อนไหวของงูและส่งผลให้มีขนาดที่อยู่อาศัยที่เล็กลง เพราะงูเขียวเป็นงูที่มีขนาดเล็ก ผู้วิจัยจึงเสนอให้มีการทดลองติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุภายนอกในการศึกษาวิจัยงูเขียวหางไหม้ในอนาคตเช่นเดียวกับ Madrid-Sotelo and Garcia-Aguayo (2008) ที่ศึกษางูขนาดเล็กที่อาศัยอยู่ตามต้นไม้ในทวีปอเมริกาใต้ด้วยวิธีดังกล่าว เพราะงูเขียวหางไหม้ในงานวิจัยนี้มีขนาดความยาวลำตัว (1 เมตร) ที่เหมาะสมต่อการติดเครื่องส่งสัญญาณวิทยุภายนอก (Boback and Guyer, 2003) และอาจได้ข้อมูลด้านการหาเหยื่อเพิ่มขึ้นที่อาจแตกต่างไปจากงานวิจัยนี้

5.3 การซ้อนทับของที่อยู่อาศัย

การซ้อนทับของที่อยู่อาศัยแสดงให้เห็นว่าประชากรงูเขียวหางไหม้ภายในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชอาจมีมากกว่านี้ งูเขียวหางไหม้ที่อยู่ใกล้กัน หลายครั้งที่นักวิจัยพบงูเขียวหางไหม้อยู่ห่างกันในระยะเพียง 50 ซม. และต่างอยู่ในท่าดักซุ่มรอเหยื่อ ไม่แสดงพฤติกรรมการหลีกเลี่ยงงูหางไหม้ชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกัน ตรงข้ามกับงูพิษ Eastern brown snakes (*Pseudonaja textilis*) ที่มีการออกล่าเหยื่อและหลีกเลี่ยงการเจองูชนิดเดียวกัน (Whitaker and Shine, 2003) เช่นเดียวกับงู Stephens banded snake (*Hoplocephalus stephensii*) ที่อาศัยอยู่ตามต้นไม้เขตกึ่งร้อนชื้นของป่าออสเตรเลีย (Fitzgerald et al., 2002a) งานวิจัยนี้จึงแสดงว่าพฤติกรรมการหลีกเลี่ยงงูชนิดเดียวกันไม่ใช่ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อขนาดที่อยู่อาศัยหรือส่งผลต่อการเหลื่อมล้ำของพื้นที่ในงูเขียวหางไหม้ตาโต

5.4 การเคลื่อนที่ของงูตามฤดูกาลและปัจจัยในการเลือกพื้นที่

งูเขียวหางไหม้มีขนาดที่อยู่อาศัยที่เปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาล รวมทั้งการไม่มีกิจกรรมในช่วงฤดูแล้งหรือฤดูหนาว (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์) ซึ่งงูที่ถูกติดตามด้วยเครื่องส่งสัญญาณวิทยุอย่างน้อย 6 ตัวอาศัยหลบอยู่ตามขอนไม้ รากไม้ กองถ่าน สอดคล้องกับงูในกลุ่มหางกระดิ่ง desert massasauga rattlesnakes (*Sistrurus catenatus*) ซึ่งมีช่วงฤดูกาลที่ไม่มีกิจกรรมจากนั้นจึงอพยพไปยังแหล่งที่มีเหยื่ออยู่ชุกชมกว่าในอีกฤดูกาล (Wastell and Mackessy, 2011) งูเขียวหางไหม้ในสะแกราชเคลื่อนที่ไม่เกิน 200 เมตรจากที่อาศัยอยู่ในฤดูหนาว และมักถูกพบอาบแดดอยู่นอกแหล่งกำบังในปลายฤดูหนาว ไม่มีหลักฐานแสดงให้เห็นว่างูเขียวหางไหม้ในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชอาศัยอยู่ด้วยกันในฤดูหนาว ตรงข้ามกับงูกลุ่ม American pit vipers (Smith et al., 2009; Wastell and Mackessy, 2011)

การเลือกที่อยู่อาศัยของงูเขียวหางไหม้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ จำนวนที่กำบัง การปกคลุมของเรือนยอดแต่ละชั้น ความหนาของเศษใบไม้ แสดงให้เห็นว่างูเขียวหางไหม้เป็นงูที่เลือกแหล่งอาศัยโดยมีปัจจัยทางสภาพแวดล้อมเกี่ยวข้อง

บทที่ 6
สรุปและข้อเสนอแนะ

เนื่องจากจำนวนตัวอย่างงูเขียวหางไหม้ท้องเหลืองที่พบในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ที่สามารถติดตามด้วยสัญญาณวิทยุได้มีจำนวนไม่มากพอในการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างเขียวหางไหม้ท้องเหลืองและงูเขียวหางไหม้ตาโต ดังนั้นผู้วิจัยจึงไม่สามารถสรุปความสัมพันธ์ระหว่างงูสองชนิดได้ แต่งานวิจัยนี้ช่วยให้มีความเข้าใจเชิงลึกด้านธรรมชาติ พฤติกรรม และนิเวศวิทยาเชิงพื้นที่ของงูเขียวหางไหม้ตาโต *T. macrops* มากขึ้น

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่างูเขียวหางไหม้ตาโตตัวเมีย มีที่อยู่อาศัยขนาดเล็กมาก (0.55 เฮกแตร์) ใหญ่กว่าที่อยู่อาศัยของงูในกลุ่ม viper pit ที่เล็กที่สุดในโลกเพียงเล็กน้อย การที่งูเขียวหางไหม้ตาโตตัวเมียมีขนาดที่อยู่อาศัยใหญ่เกือบสองเท่าของงู *Bitis schneideri* แสดงถึงการพยายามลดการเคลื่อนที่ของงูเขียวหางไหม้ และการจับซุ่มเหยื่อของงูชนิดนี้ ข้อมูลจากงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถใช้ที่เป็นตัวแทนในระดับประชากรของงูเขียวหางไหม้ท้องเหลือง (*T. albolabris*) และงูขียวไผ่หางเขียว (*T. vogeli*) ได้ เพราะมีตัวอย่างศึกษาเพียงชนิดละหนึ่งตัวเท่านั้น ปัจจัยในการเลือกที่อาศัยและแหล่งซุ่มดักเหยื่อของงูเขียวหางไหม้ตาโต พบว่า *T. macrops* ชอบอาศัยอยู่ในพื้นที่ที่มีซากไม้เพราะเป็นแหล่งที่มีคอนหรือกิ่งไม้สำหรับรอดักซุ่มเหยื่อและเป็นสถานที่ที่เหยื่อมักมาอาศัยหลบอยู่

งูเขียวหางไหม้ในงานวิจัยนี้มักพบอยู่ใกล้อาคารที่พักนักเรียน ซึ่งมีนักเรียนกว่า 17,000 คนมาเข้าพักในระยะเวลาที่ทำการวิจัย และไม่เคยมีปัญหาความขัดแย้งระหว่างคนและงูที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ศึกษาวิจัย แม้งูเขียวจะหลบอาศัยอยู่ใกล้กับอาคารต่างๆ ของสถานีวิจัยที่มีคนอยู่ แต่งูเขียวหางไหม้มักใช้เวลาส่วนใหญ่ซ่อนและอำพรางตัวอยู่ตาใบไม้เพื่อหลบผู้ล่า

งูเขียวหางไหม้เป็นผู้ล่าระดับกลาง (mesopredators) ที่สามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมและเอาตัวรอดในบริเวณที่มีมนุษย์อาศัยได้เป็นอย่างดี หากไม่โดนทำร้ายโดยมนุษย์เสียก่อน นอกจากนี้พบว่างูเขียวหางไหม้ส่วนใหญ่มีพื้นที่อาศัยเหลื่อมล้ำกันในแหล่งที่มีมนุษย์อาศัยอยู่ ดังนั้นในการอนุรักษ์งูพิษในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผู้วิจัยเสนอให้ใช้งูเขียวหางไหม้ตาโตเป็น flagship icon เพราะถึงแม้พวกมันจะอันตรายแต่เป็นงูที่ไม่ก้าวร้าวและเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางเพราะพบบ่อยตามแหล่งที่อยู่อาศัยของมนุษย์

เอกสารอ้างอิง

Baxley, D. L. and Qualls, C.P. (2009). Black pine snake (*Pituophis melanoleucus lodingi*): Spatial ecology and associations between habitat use and prey dynamics. Journal of Herpetology 43:284-293.

Boback, S.M., and Guyer, C. (2003). Empirical evidence for an optimal body size in snakes. Evolution 57(2): 345-351.

Brooks, T.M., Wright, J., and Sheil, D. (2009). Evaluating the success of conservation actions safeguarding tropical forest biodiversity. Conservation Biology 23(6): 1448-1457.

Chanhome, L., Cox, M.J., Vararuchapong, T., Chaiyabutr, N., and Sitprija, V. (2011). Characterization of venomous snakes of Thailand. Asian Biomedicine 5:311-328.

Chanhome, L., Khow, O., Omori-Satoh, T., and Sitprija, V. (2002). Capacity of Thai green pit viper antivenom to neutralize the venoms of Thai *Trimeresurus* snakes and comparison of biological activities of these venoms. Journal of Natural Toxins 11:251-259.

Chotenimitkhun, R. and Rojnuckarin, P. (2008). Systemic antivenom and skin necrosis after green pit viper bites. Clinical Toxicology 42:122-125.

Christy, M.T., Adams, A.A.Y., Rodda, G.H., Savidge, J.A., and Tyrell, C.L. (2010). Modelling detection probabilities to evaluate management and control tools for an invasive species. Journal of Applied Ecology 47:106-113.

Cox, M.J., Hoover, M.F., Chanhome, L., and Kumthorn, T. (2012). The snakes of Thailand. Thailand. Chulalongkon University Museum of National History, Sirabutr Printing Co., Ltd. 841 pp.

Das, I. (2010). A field guide to the reptiles of South-East Asia. New Holland Publishers, London, UK.

David, P., Vidal, N., and Pauwels, O.S.G. (2001). A morphological study of Stejneger's pitviper *Trimeresurus stejnegeri* (Serpentes, Viperidae, Crotalinae), with a description of a new species from Thailand. Russian Journal of Herpetology 8:205-222.

David, P.,Vogel, G., and Dubois, A. (2011). On the need to follow rigorously the Rules of the Code for the subsequent designation of a nucleospecies (type species) for a nominal genus which lacked one: The case of the nominal genus *Trimeresurus* Lacipede, 1804 (Reptilia: Squamata: Viperidae). Zootaxa 2992:1-51.

David, P., Vogel, G., Pauwels, O.S.G., and Vidal, N. (2002). Description of a new species of the genus *Trimeresurus* from Thailand, related to *Trimeresurus stejnegeri* Schmidt, 1925 (Serpentes, Crotalidae). Natural History Journal of Chulalongkorn University 2:5-19.

Dorcas, E.M. and Willson, J.D. (2009). Innovative methods for studies of snake ecology and conservation. Pages 5-37 *in* J. S. Mullin and A. R. Siegel, editors. Snakes ecology and conservation. Cornell University Press, New York.

Döbert, T.F. (2010). Fragmentation, Edge effects and regeneration of tropical dry dipterocarp forest in Thailand. Masters Thesis, University of Otago, Dunedin.

Durner, G. M. and Gates, E. J. (1993). Spatial ecology of black rat snakes on Remington Farms. Maryland. Journal of Wildlife Management 57:812-826.

Durso, A.M. Willson J.D., and Winne, C.T. (2011). Needles in haystacks: Estimating detection probability and occupancy of rare and cryptic snakes. Biological Conservation 144: 1508-1515.

Fitzgerald, M., Shine, R., and Lemckert, F. (2002a). Radiotelemetric study of habitat use by the arboreal snake *Hoplocephalus stephensii* (Elapidae) in eastern Australia. Copeia 321-332.

Fitzgerald, M., Shine, R. and Lemckert, F. (2002b). Spatial ecology of arboreal snakes (*Hoplocephalus stephensii*, Elapidae) in an eastern Australian forest. Austral Ecology 27: 537-545.

Fitzgerald, M., Shine, R. and Lemckert, F. (2003). A reluctant heliotherm: Thermal ecology of the arboreal snake *Hoplocephalus stephensii* (Elapidae) in dense forest. Journal of Thermal Biology 28:515-524.

Fitzgerald, M., Shine, R. and Lemckert, F. (2004). Life history attributes of the threatened Australian snake (Stephen's banded snake *Hoplocephalus stephensii*, Elapidae). Biological Conservation 119:121-128.

Fitzgerald, M., Shine, R. Lemckert, F. and Towerton, A. (2005) Habitat requirements of the threatened snake species *Hoplocephalus stephensii* (Elapidae) in eastern Australia. Austral Ecology 30:465-474.

Goode, M., J. J. Smith, and M. Amarello. 2009. Seasonal and annual variation in home range and movements of Tiger Rattlesnakes (*Crotalus tigris*) in the Sonoran Desert of Arizona. Pages

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

327-334 *in* W. K. Hayes, K. R. Beaman, M. D. Cardwell, and S. P. Bush, editors. The biology of the rattlesnakes. Loma Linda University Press, California.

Hardy, D.L. and Greene, H.W. (2000). Inhalation of anesthesia of rattlesnakes in the field for processing and transmitter implantation. Sonoran Herpetology 13:109-113.

Hill III, G. J., Chanhome, L. Artchawakom, T., Thirakupt, K., and Voris, H.K. (2008). Nest attendance by a female Malayan Pit Viper (*Calloselasma rhodostoma*) in Northeast Thailand. The Natural History Journal of Chulalongkorn University 6:57-66.

Hill III, G. J. (2014). Study of the ecology of *Trimeresurus macrops* and Calloselasma *rhodostoma* at Sakaerat Biosphere Reserve. National Research Council of Thailand Final Report: NRCT Foreign Research Permit Number 09/50. 31 pp.

Hutton, R. A., Looareesuwan, S., Ho, M., Silamut, K., Chanthavanich, P., Karbwang, J., Supranaranond, W., Vejcho, S., Viravan, C., Phillips, R.E., and Warrell, D.A. (1990). Arboreal green pit vipers (genus *Trimeresurus*) of south-east Asia: Bites by *T. albolabris* and *T. macrops* in Thailand and a review of the literature. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 84:866-874.

Keogh, J. S., Barker D.S., and Shine, R. (2001). Heavily exploited but poorly known: Systematics and biogeography of commercially harvested pythons (*Python curtus* group) in Southeast Asia. Biological Journal of the Linnean Society 73:113-129.

Lin, H., Hung, H., Lue, K., and Tu, M. (2007). Diurnal retreat site selection by the arboreal chinese Green Tree Viper (*Trimeresurus s. stejnegeri*) as influenced by temperature. Zoological Studies 46:216-226.

Llewelyn, J., Phillips, B.I., Brown, G.P., Schwartzkopf, L., Alford, R.A., and Shine, R.. (2011). Adaptation or preadaptation: Why are keelback snakes (*Tropidonophis mairii*) less vulnerable to invasive cane toads (*Bufo marinus*) than are other Australian snakes? Evolutionary Ecology 25:13-24.

Llewelyn, J., Phillips, B.I., and Shine, R. (2009). Sublethal costs associated with the consumption of toxic prey by snakes. Austral Ecology 34:179-184.

Luiselli, L. (2006). Food niche overlap between sympatric potential competitors increases with habitat alteration at different trophic levels in rain-forest reptiles (omnivorous tortoises and carnivorous vipers). Journal of Tropical Ecology 22:695-704.

Madrid-Sotelo, C.A. and Garcia-Aguayo, A. (2008). A simple method for externally attaching radio transmitters to snakes. North-Western Journal of Zoology 4(2): 335-338.

Mahasandana, S. and Jintakune, P. (1990). The species of green pit viper in Bangkok. The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health 21:225-230.

Malhotra, A., and Thorpe, R.S. (2004). A phylogeny of four mitochondrial gene regions suggests a revised taxonomy for Asian pitvipers (*Trimeresurus* and *Ovophis*). Molecular Phylogenetics and Evolution 32:83-100.

Malhotra, A., Thorpe, R.S., and Stuart B.L. (2004) A morphometric analysis of Trimeresurus vogeli (David, Vidal, and Pauwels, 2001), with new data on diagnostic characteristics, distribution and natural history. Herpetological Journal 14: 65-77.

Malhotra, A., Thorp R.S., Mrinalini, R.S. and Stuart, B.L. (2011). Two new species of pitviper of the genus *Cryptelytrops* Cope 1860 (Squamata: Viperidae: Crotalinae) from Southeast Asia. Zootaxa 2757:1-23.

Maritz, B. and Alexander, G.L. (2012). Dwarfs on the move: spatial ecology of the world's smallest viper, *Bitis schneideri*. Copeia 1:115-120.

McDiarmid, R.W., Campbell, J.A., and Toure, T.A. (1999) Snake species of the world. A taxonomic and geographic reference. Volume 1. The Herpetologists League, Washington D.C.

Millspaugh, J. J. and Marzluff, J.M. (2001). Radio tracking and animal populations. Academic Press, San Diego, California.

Mullen, S.J. and Seigel, R. S. (2009). Snakes ecology and conservation. Cornell University Press, Ithica, New York.

Murphy, J. C. and Voris H.K. (2005). A new Thai *Enhydris* (serpentes: colubridae: Homalopsinae). Raffles Bulletin of Zoology 53:143-147.

Reading, C.J., Luiselli, L.M., Akani, G.C., Bonnet, X., Amori, G., Ballouard, J.M., Filippi, E., Naulleau, G., Pearson, D., and Rugiero, L. (2010). Are snake populations in widespread decline? Biology Letters 1-4 doi: 10.1098/rsbl.2010.0373

Reinert, H.K. and Cundall, D. (1982). An improved surgical implantation method for radio-tracking snakes. Copeia 3: 702-705.

Sakaerat Environmental Research Station. (2011). Monthly values of meteorological obsevation 2010. Nakhon Ratchasima.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Schaefer, W.H. (1934). Diagnosis of sex in snakes. Copeia 1934: 181.

Shine, R. and Sun, L.X. (2002). Arboreal ambush site selection by pit-vipers *Gloydius shedaoensis*. Animal Behaviour 63:565-576.

Shine, R., Sun, L.X., Fitzgerald, M. and Kearney, M. (2003). A radiotelemetric study of movements and thermal biology of insular Chinese pit-vipers (*Gloydius shedaoensis*, Viperidae). Oikos 100: 342-352

Shine, R., Sun, L.X., Kearney, M., and Fitzgerald, M. (2002). Thermal correlates of foraging-site selection by Chinese pit-vipers *(Gloydius shedaoensis*, Viperidae). Journal of Thermal Biology 27:405-412.

Smith, C.F., Schuett, G.W., Early, R.L., and Schwenk, K. (2009). The spatial and reproductive ecology of the copperhead (*Agkistrodon contortix*) at the northeastern extreme of its range. Herpetological Monographs 23: 45-73

Steen, D. A. (2010). Snakes in the grass; Secretive natural histories defy both conventional and progressive statistics. Herpetological Conservation and Biology 5:182-188.

Strine, C.T., Bukoski, J. Crane, M. Silva, I. and Suwanwaree, P. Preliminary data of drift fence arrays at Sakaerat Environmental Research Station in three dominant forest types 2012-2013. Sakaerat Environmental Research Station, Thailand.

Stuart, B.L., Inger, R.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 Nguyen, T.Q. 2012. *Viridovipera vogeli*. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Accessed Online: www.iucnredlist.org. 08 November 2014.

Tongyai, P. (1983). Sakaerat Environmental Research Station. It's role as knowledge base for the determination of forest lands conservation policies for establishing maximum sustainable yields on forest resources. Thailand Institute of Research and Technology, Bangkok Thailand.

Tu, M. C., Wang, S. W. and Lin, Y. C. (2000). No divergence of habitat selection between male and female arboreal snakes, *Trimeresurus s. stejnegeri*. Zoological Studies 39:91-98.

Uetz, P., and Hallerman, J. (2014). The Reptile Database: *Trimeresurus vogeli.* http://reptile-database.reptarium.cz/species?genus=Trimeresurus&species=vogeli. Accessed Online: 08-November, 2014.

Újavári, B. and Korsós, B. (2000). The use of radiotelemetry on snakes: A review. Acta Zoologica Academy of Sciences Hungaricae 46:115-146.

Vogel, G., David, P., and Sidik, I. (2014). On *Trimeresurus sumatranus* (Raffles, 1822), with the designation of a neotype and the description of a new species of pit viper from Sumatra (Squamata: Viperidae: Crotalinae). Amphibian and Reptile Conservation 8(2):1-29.

Voris, H. K., Alfaro, M.E. Karns, D.R. Starnes G.L., Thompson, E., and Murphy, J.C. (2002). Phylogenetic relationships of the Oriental-Australian rear-fanged water snakes (Colubridae : Homalopsinae) based on mitochondrial DNA sequences. Copeia 4:906-915.

Wang Nam Khiew Hospital. (2014). Records of snake evenomation. 2 pp. (In Thai)

Wasko, D. and Sasa, M. (2012). Food resources influence spatial ecology, habitat selection, and foraging behaviour in an ambush- hunting snake (Viperidae: *Bothrops asper*) : an experimental study. Zoology 115: 179-187.

Wastell, A.R. and Mackessy, S.P. (2011). Spatial ecology and factors influencing movement patterns of desert massasauga rattlesnakes (*Sistrurus catenatus edwardsii*) in southeastern Colorado. Copeia 1: 29-37.

Whitaker, P.B. and Shine, R. (2003) A radiotelemetric study of movements and shelter- site selection by free- ranging brownsnakes (*Pseudonaja textilis*, ELAPIDAE). Herpetological Monographs 17: 130-144.

Winne, T.C., Willson, J.D., Andrews, M.K., and Reed, N.R. (2006). Efficacy of marking snakes with disposable medical field cautery units. Herpetological Review 37:52-59.

World Health Organization. (1999). Guidelines for the clinical management of snakebite in South-East Asia region. New Delhi accessed online: 26/ 07/ 2013 *in* http://apps.searo.who.int/PDS_DOCS/B0241.pdf.

Xiao, Z. W. (2000). Study on the activity pattern and methodology of movement of male Chinese green tree viper, *Trimeresurus s. stejnegeri*. Master' s Thesis National Taiwan Normal University, Taipei, Taiwan

ภาคผนวก ก

ขนาด วันที่ปล่อย วันที่เลิกตาม และจำนวนวันที่ติดตาม ของงูที่จับได้

Snake ID	Sex	SVL (mm)	TVL (mm)	Mass (g)	HL (mm)	HW (mm)	Released	Condition	Final track	Track Days
Female										
TRAL006	F	765	140	122.9	28	36	25.08.13	Excellent	06.03.14	193
TRMA006	F	630	111	81.8	20.2	31.27	06.11.13	Excellent	02.01.14	57
TRMA007	F	640	80	113	NA	NA	26.10.12	Good	06.12.12	41
TRMA014	F	470	82	56.9	20	32	25.10.12	Good	19.12.12	55
TRMA022	F	450	64	50.4	NA	NA	26.10.12	Good	15.01.13	81
TRMA023	F	443	56	45.5	NA	NA	26.10.12	Good	13.12.12	47
TRMA024	F	660	100	68.8	10	30	28.10.12	Good	19.12.12	52
TRMA025	F	316	138	64.2	22	24	04.11.12	Good	17.03.13	133
TRMA029	F	460	76	38.1	18.19	26.5	05.01.13	Excellent	13.06.13	43
TRMA048	F	569	101	30	22	27.2	05.01.13	Good	02.07.13	62
TRMA050	F	494	44	44.6	19	27	05.01.13	Good	24.05.13	23
TRMA052	F	586	106	55.1	20	32	23.05.13	Good	24.06.13	33
TRMA062	F	618	119	70.2	24	32	23.05.13	Good	14.07.13	52
TRMA069	F	630	115	67.6	27	34	22.11.13	Good	20.01.14	59
TRMA080	F	566	74	50.9	22	24	09.09.13	Good	05.12.13	87
TRMA088	F	668	110	33.49	20	22	22.09.13	Good	24.01.14	124
TRMA090	F	540	96	46.2	16	23.5	09.09.13	Excellent	03.02.14	147

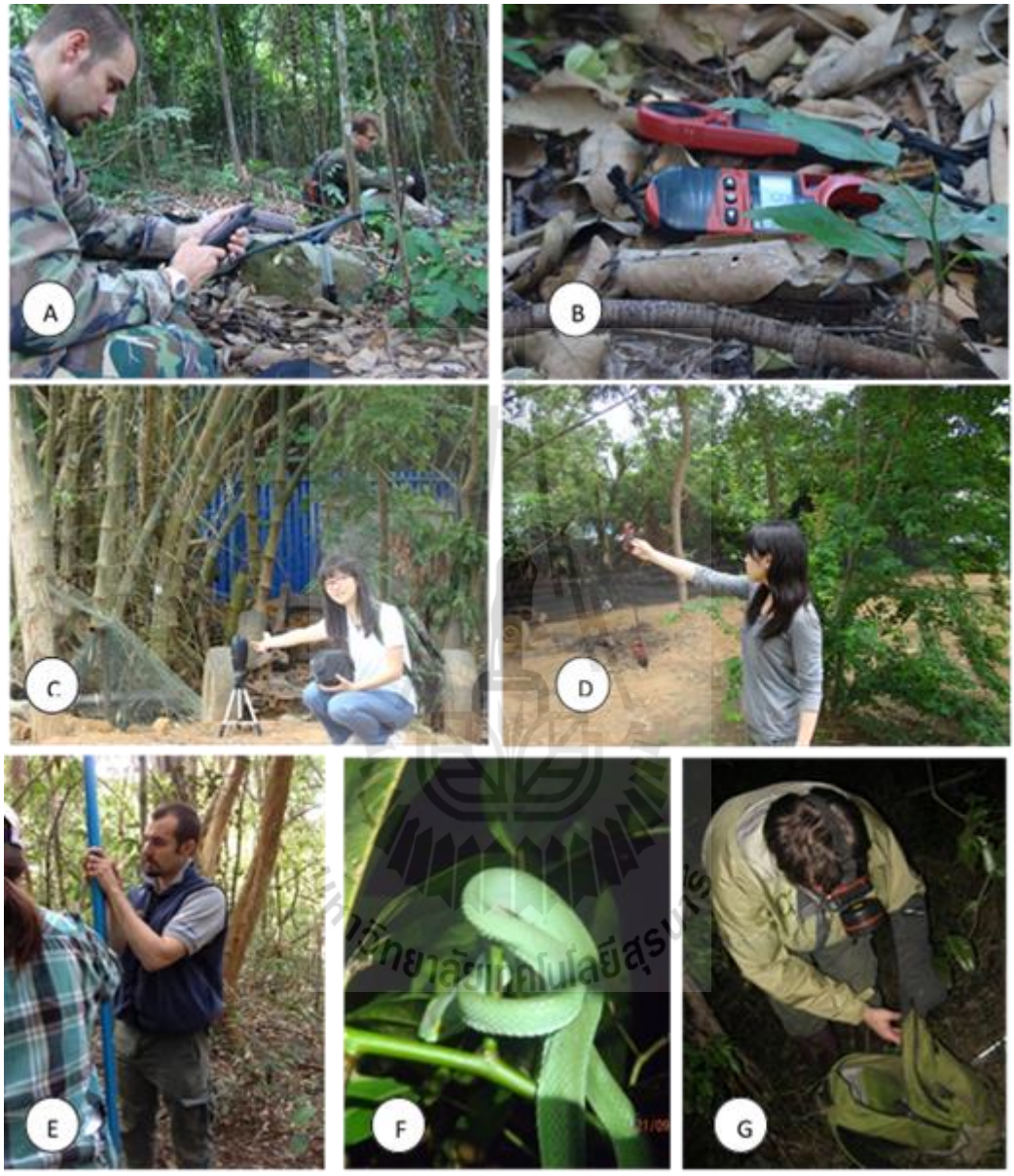
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

TRMA094	F	505	84	41.7	18.23	26.27	11.11.13	Good	18.01.14	68
TRMA095	F	497	99	56.85	19.03	27.59	05.11.13	Good	20.01.14	76
TRMA096	F	508	84	44.2	15.31	23.23	09.12.13	Good	26.01.14	48
TRMA099	F	544	83	40.1	23.28	27.4	16.11.13	Good	27.11.13	11
TRMA102	F	621	119	98.05	21.51	30.86	04.12.13	Good	30.01.14	57
Mean		553.63	94.59	60.02	17.53	24.4				70.4
SE		98.8	24.65	24.75	4.07	4				43.33
Male										
TRMA026	M	603	237	33.2	22	19	11.09.13	Good	27.09.13	37
TRMA110	M	534	43	49.5	15.92	25.77	11.11.13	Good	05.02.14	86
TRVO001	M	490	108	35.3	18	21	10.10.13	Good	24.01.13	106
TRMA065	M	613	136	40.4	22	14	06.06.13	Good	23.08.13	23
TRMA093	M	487	122	33.2	14.68	23.01	04.11.13	Good	11.12.13	16
Mean		545.4	129.2	38.32	18.52	20.556			Mean	53.6
SE		60.2	69.9	6.9	3.39	4.438			SE	94.58

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก ข

ภาพงานวิจัยภาคสนาม



A) การใช้ GPS บันทึกแหล่งที่พบ *Trimeresurus* sp. B) การวัดอุณหภูมิและความชื้นบนผิวดินด้วย Kestrel 3000 C) บันทึกวีดีโอแหล่งกำบังของงู D) การวัดทิศทางและความเร็วลม E) การวัดตัวแปรด้าน microhabitat เพื่อวิเคราะห์การเลือกแหล่งอาศัยของงูเขียว F) งูเขียวหางไหม้ขณะพัก. G) การสำรวจงูเขียวหางไหม้ในตอนกลางคืน

ภาคผนวก ค

การสอนและอบรมให้ความรู้แก่นักเรียนในสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

ระหว่างการทำวิจัยโครงการนี้คณะผู้วิจัยได้จัดตั้ง “คณะวิจัยงูสะแกราชเพื่อการศึกษาและการอนุรักษ์” The Sakaerat Conservation and Snake Education Team (SCSET) โดยมีเป้าหมายสูงสุดเพื่อให้ความรู้กับคนในชุมชนเรื่องอันตรายของงูพิษและบทบาทของงูพิษในระบบนิเวศ และสอนนักเรียนแต่ละโรงเรียนที่มาเข้าค่ายที่สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช ตั้งแต่ปี 2557 ที่ผ่านมาคณะวิจัยได้ทำการอบรมเด็กนักเรียนชาวไทยจากทั่วประเทศกว่า 2,200 คน เรื่องการอนุรักษ์งู โดยใช้ power point presentation เป็นสื่อการเรียนการสอนทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เรื่องของงูในสะแกราชและงานวิจัยด้านงูเขียวหางไหม้ในสถานวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

คณะวิจัยงูสะแกราชสอนโรงเรียนกว่า 11 แห่งที่มาสถานีวิจัยสะแกราชในระหว่างปี 2555 - 2557 แต่ละโรงเรียนมีจำนวนนักเรียน 50-160 คน เฉลี่ยสอนนักเรียนกลุ่มละ 105 คน/ครั้ง สัปดาห์ละ 2 ครั้ง โดยที่มีงูเขียวหางไหม้จำนวน 1 ตัวอยู่ในห้องกับนักเรียน โดยไม่ได้แจ้งให้ทราบล่วงหน้าเพื่อให้เห็นพฤติกรรมและลักษณะนิสัยของงูเขียวหางไหม่ที่มักอยู่กับที่ จากการสอนทั้หมด 40 ครั้ง มีเพียง 2 ครั้ง ที่นักเรียนสังเกตเห็นงูเขียวหางไหม้ก่อนที่ผู้วิจัยจะเฉลยให้เห็นตำแหน่งที่งูอยู่ กิจกรรมการเรียนการสอนนี้แสดงให้เห็นถึงการอำพรางตัวของงูและแสดงให้เห็นว่างูไม่ได้โจมตีหรือทำร้ายมนุษย์ก่อนเสมอไป

คณะวิจัยได้จัดสัมมนาให้แก่ชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในพื้นที่สงวนชีวมณฑลและได้พูดคุยกับชาวบ้านระหว่างติดตามงูด้วยสัญญาณวิทยุเพื่อสร้างความเข้าใจให้กับคนในชุมชน การสัมมนาให้กับชาวบ้านในตำบลอุดมทรัพย์และพื้นทีใกล้เคียงรอบสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชมีวัตถุประสงค์เพื่อสอนวิธีป้องกันไม่ให้ถูกงูเขียวหางไหม้และงูพิษชนิดอื่นๆ กัด โดยประเมินจากข้อมูลที่นักวิจัยรวบรวมจากแหล่งอาศัยของงูเขียวหางไหม้ เช่น เตือนให้ชาวบ้านระวังในการเก็บผลไม้และอธิบายให้เห็นถึงความสำคัญของการใส่รองเท้าที่เหมาะสมขณะที่ออกทำงานในไร่ โดยแฉพาะอย่างยิ่งควรพกไฟฉายติดตัวเพื่อส่องนำทางขณะที่เดินในเวลากลางคืน เพื่อจะได้เห็นงูพิษได้ชัดเจน หากชาวบ้านสามารถปฏิบัติตามคำแนะนำและข้อปฏิบัติเหล่านี้ได้ จะช่วยความเสี่ยงในการโดนงูพิษกัด

A) ตัวแทนนักเรียนกล่าวขอบคุณวิทยากรผู้ให้ความรู้ B) เจ้าหน้าสถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราชให้ความรู้เรื่องบทบาทของงูพิษในระบบนิเวศ C) ฝึกการใช้ GIS mapping system D) อธิบายธรรมชาติของงูเขียวให้แก่นักเรียน E) โลโก้คณะวิจัยงูสะแกราชเพื่อการศึกษาและการอนุรักษ์ (SCSET) F) คณะวิจัยงูสะแกราชเพื่อการศึกษาและการอนุรักษ์หลังจากช่วยจับงูพิษออกจากบ้านของชาวบ้านใกล้สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

Strine, C., I. Silva, B. Nadolski, M. Crane, C. Barnes, T. Artchawakom, J. Hill and P. Suwanwaree. 2015. Sexual dimorphism of tropical Green Pit Viper *Trimeresurus (Cryptelytrops) macrops* in Northeast Thailand. Amphibia-Reptilia. 36: 327-338.

Strine, C.T., C. H. Barnes, B. Nadolski, A. M. Pereira, T. Artchawakom and P. Suwanwaree. 2015. Preliminary spatial ecology of green pit vipers (*Trimeresurus macrops* and *T. vogeli*) in Sakaerat Biosphere Reserve, Thailand. The SEH 18th European Congress of Herpetology. September 7-12, Wrocław, Poland. (Poster)

Suwanwaree, P., C. Strine, I. Silva, C. Barnes, J. Hill and T. Artchawakom. 2015. Spatial ecology of female *Trimeresurus macrops* in natural and human-disturbed forest of Sakaerat Biosphere Reserve, Thailand. The 27th International Congress for Conservation Biology (ICCB) and the 4th European Congress for Conservation Biology (ECCB). August 2-6, Montpellier, France. (Poster)

Strine, C., C. H. Barnes, I. Silva, A. M. Pereira, T. Artchawakom, J. Hill and P. Suwanwaree. 2015. Sexual dimorphism of green pit viper, *Trimeresurus macrops* in Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima. The 2nd National Biodiversity Management Conference. June 10-12, Trang, Thailand. (Poster)

Strine, C., A. M. Pereira, C. H. Barnes, T. Artchawakom and P. Suwanwaree. 2015. Preliminary study of resource partitioning between Big eyed pit viper and Vogel's pit viper in Sakaerat Environmental Research Station, Nakhon Ratchasima. The 2nd National Biodiversity Management Conference. June 10-12, Trang, Thailand. (Oral)

ประวัติคณะผู้วิจัย

<u>หัวหน้าโครงการ</u>

1.**ชื่อ** นายพงศ์เทพ สุวรรณวารี

Mr. Pongthep Suwanwaree

2. **ตำแหน่งปัจจุบัน** ผู้ช่วยศาสตราจารย์

3. **หน่วยงาน**

สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044 - 224633, โทรสาร 044 – 224633

E-mail: pongthep@sut.ac.th, ptsuwan@hotmail.com

4. **ประวัติการศึกษา**

2546 Ph.D. (Crop and Soil Science) Michigan State University, U.S.A.

2537 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2534 วิทยาศาสตรบัณฑิต (พฤกษศาสตร์) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. ผลงานวิชาการ

Pitakpong, A., E. Kraichak, K. B. Papong, N. Muangsan, **P. Suwanwaree**, H. T. Lumbsch and R. Lücking. 2015. New species and records of the lichens genus Graphis (Graphidaceae, Ascomycota) from Thailand, with a key to currently known species. **The Lichenologist**. 47(5): 335-342.

Coudrat, C.N.Z., C. Nanthavong, D. Ngoprasert, **P. Suwanwaree** and T. Savini. 2015. Singing behavior of white-cheeked gibbons in the Annamite mountains of Laos. **International Journal of Primatology**. 36: 691-706.

Suwanrat, S., D. Ngoprasert, C. Sutherland, **P. Suwanwaree** and T. Savini. 2015. Estimating density of secretive terrestrial birds (Siamese Fireback) in pristine and degraded forest using camera traps and distance sampling. **Global Ecology and Conservation**. 3: 596-606.

Pongpetch, N., **P. Suwanwaree**, C. Yossapol, S. Dasananda and T. Kongjun. 2015. Using SWAT to assess the critical areas and best management practices of nonpoint source pollution in Lam Takong River Basin, Thailand. **EnvironmentAsia**. 8(1): 41-52.

ผู้ร่วมโครงการวิจัย

1. ชื่อ - นามสกุล นายทักษิณ อาชวาคม

Mr. Taksin Artchawakom

2. ตำแหน่งปัจจุบัน นักวิชาการ 10

3. หน่วยงาน

สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช

เลขที่ 1 หมู่ที่ 9 ตำบลอุดมทรัพย์

อำเภอวังน้ำเขียว จังหวัดนครราชสีมา 30370

โทรศัพท์: 044-009556

E-mail: sakaerat@tistr.or.th

4. ประวัติการศึกษา

2524 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2521 วิทยาศาสตรบัณฑิต (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5. ผลงานวิชาการ

Yasunaga, T., Yamada, K., **Artchawakom, T**. 2014. Additional records and descriptions of the ant-mimetic plant bug genus pilophorus from Thailand (Hemiptera: Heteroptera: Miridae: Phylinae: Pilophorini). **Zootaxa**. 3795(1):1-15.

Yasunaga, T., Yamada, K., **Artchawakom, T**. 2013. A new species of Isometopus Fieber, the first record of Isometopinae (Heteroptera: Miridae) from Thailand. **Zootaxa**. 3599(2):197-200.

Yasunaga, T., Yamada, K., **Artchawakom, T**. 2013. New or little known taxa of the plant bug tribe Hallodapini (Hemiptera: Heteroptera: Miridae: Phylinae) from Thailand, with descriptions of three new species of the genus acrorrhinium noualhier. **Zootaxa**. 3647(3):429-442.

Yasunaga, T., Yamada, K., **Artchawakom, T**. 2013. Additional records of the plant bug genus Hallodapus Fieber from Thailand, with proposal of a new synonymy (Hemiptera: Heteroptera: Miridae: Phylinae). **Zootaxa**. 3701(5):596-599.

ผู้ช่วยวิจัย

1. ชื่อ – นามสกุล Mr. Colin Thomas Strine

2. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

3. หน่วยงาน

สาขาวิชาชีววิทยา สำนักวิชาวิทยาศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 044-224633 โทรสาร 044-224633

E-mail: ajarncolinpromma@gmail.com

4. ประวัติการศึกษา

2015 Ph.D. Environmental Biology, Suranaree University of Technology, Thailand

2007 B.Sc. Biology, Dalhousie University, Canada

5. ผลงานวิชาการ

Strine, C., I. Silva, B. Nadolski, M. Crane, C. Barnes, T. Artchawakom, J. Hill and P. Suwanwaree. 2015. Sexual dimorphism of tropical Green Pit Viper *Trimeresurus (Cryptelytrops) macrops* in Northeast Thailand. **Amphibia-Reptilia**. 36: 327-338.

Strine, C.T., C. Barnes, I. Silva, B. Nadolski, T. Artchawakom, J.G. Hill and P. Suwanwaree. 2015. The first record of ritualized male combat in wild Malayan pit viper (*Calloselasma rhodostoma*). **Asian Herpetological Research**. 6(3): 237-239.

Karraker, N. E., **C.T. Strine**, M. Carne and A. Devan-Song. 2015. *Dryocalamus subannulatus* (Malayan bridle snake) behavior. **Herpetological Review**. 46 (2): 272-273.

Strine, C.T., I. Silva, M. Crane, B. Nadolski, T. Artchawakom, M. Goode and P. Suwanwaree. 2014. Mortality of a wild king cobra, *Ophiophagus hannah* Cantor, 1836 (Serpentes: Elapidae) from Northeast Thailand after ingesting a plastic bag. **Asian Herpetological Research**. 5(4): 284-286.