การศึกษาความแตกต่างของลักษณะสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางแสงของเส้นขนสัตว์ป่าสงวนในประเทศไทยด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์

The Study of Morphology and Optical Properties of Wildlife Sanctuary in Thailand with Polarized Light Microscope

ธีราภรณ์ ศรีนิเวศน์ และ ธิติ มหาเจริญ
คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ

Teeraporn Srinivet, and Thiti Mahacharoen
Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy

Received August 26, 2020 | Revised April 11, 2021 | Accepted June 9, 2021

บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาโครงสร้างลักษณะทางกายภาพและทางแสงของเส้นขนสัตว์ป่าสงวนแต่ละชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์ เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยชนิดของสัตว์ป่าสงวนจากค่าการหาค่าดัชนีแนวแกนกลางเพื่อสร้างฐานข้อมูลลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นขนสัตว์ป่าสงวนในไทย

การศึกษาครั้งนี้ใช้กลุ่มตัวอย่างเส้นขนสัตว์ป่าสงวนจำนวน 9 สายพันธุ์ 13 ชนิด กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดเป็นเส้นขนของสัตว์ป่าสงวนในไทย ซึ่งได้นำมาจากสวนสัตว์ดุสิตและสวนสัตว์ซาฟารีเวิลด์ กรุงเทพมหานคร โดยทำการเปรียบเทียบโครงสร้างเส้นขนบริเวณชั้นแกนกลางเส้นขน ผิวด้านนอกเส้นขนและรากขนในกำลังขยายที่ 200X และ 400X ด้วยเทคนิคการวิเคราะห์ 3 เทคนิคคือ การส่องด้วยแสงโพลาไรซ์ การตัดแสงของภาพ และการหาค่าดัชนีแนวแกนกลางของเส้นขนเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการเปรียบเทียบลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นขน จากการทดลอง พบว่า เส้นขนของสัตว์แต่ละชนิดมีโครงสร้างที่แตกต่างกันแม้จะมีสายพันธุ์ที่ใกล้เคียงกัน โดยพิจารณาจากค่าความแตกต่างทั้งลักษณะสัณฐานของเส้นขนที่ส่องด้วยแสงโพลาไรซ์ สีของเส้นขนที่เกิดจากการตัดแสงของภาพ และหาค่าดัชนีแนวแกนกลางของเส้นขนที่เกิดจากการเทียบกันระหว่างความกว้างของชั้นแกนกลางเส้นขนกับความกว้างของเส้นขนทั้งหมด นอกจากนี้ยังพบว่าในสัตว์บางชนิดการวิเคราะห์เพียงเทคนิคเดียวยังระบุความแตกต่างชนิดของเส้นขนสัตว์ได้ยาก แต่เมื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ผลด้วย 3 เทคนิคร่วมกัน ผลของสัณฐาน สี และค่าดัชนีแนวแกนกลางของเส้นขนจะให้ผลที่แตกต่างกันชัดเจน

งานวิจัยนี้จะช่วยพัฒนาให้มีฐานข้อมูลที่ใช้ในการเปรียบเทียบลักษณะของเส้นขนสัตว์ป่าสงวนในประเทศไทย สามารถใช้แทนการตรวจดีเอ็นเอในกรณีที่ร่างกายสัตว์โดนทำลายไปแล้วได้และมีค่าใช้จ่ายในการตรวจพิสูจน์ต่ำ

คำสำคัญ: ลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นขน, สัตว์ป่าสงวน, ค่าดัชนีแนวแกนกลางเส้นขน, กล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์

Abstract

The purposes of this research are to study structure and difference of the hairs on Wildlife sanctuary in Thailand using Polarized Light Microscope and to establish the hair characteristics profile of wildlife sanctuary in Thailand. Sample groups of this study consisted of 9 families and 13 species of wildlife. All samples were hairs of the wildlife sanctuary in Thailand which were taken from Dusit Zoo and Safari World Zoo in Bangkok.

Comparison of hair layers which are medulla, cuticle and root hair was performed under 200X and 400X magnification by three techniques; polarized light, crossed polar and medulla index. The accuracy of hair characterization depends on the hair morphology under polarized light, the hair color under crossed polar and the medulla index. The results from the experiments demonstrated that the structure of hairs can be characterized, even in similar species. This is also suggested that, the comparison from only one technique cannot be used to distinguish of different hair type for some species. However, with the comparison under 3 techniques, the morphology, color and medulla index data provided a distinctive characterization.

This research develops the database for the characteristics of conserved animal hairs in Thailand. It can be an alternative method instead of DNA testing. This will be benefit for the case of destroyed body of the animal with a low cost examination.

Keywords: Hair Morphology, Wildlife Sanctuary, Medulla Index, Polarized Light Microscope

บทนำ

สถานการณ์สัตว์ป่าโลกและประเทศไทยประสบปัญหาอย่างหนัก มีสัตว์หลายสายพันธุ์ที่ใกล้จะสูญพันธุ์ ปัจจุบันประชากรสัตว์ป่าในประเทศไทยบางชนิดมีจำนวนน้อยลงอย่างมากแม้ว่าจะมีกฎหมายคุ้มครองหรือมาตรการป้องกันการล่าสัตว์ป่าก็ไม่ได้ทำให้การลักลอบสัตว์ป่าลดจำนวนลง ซึ่งจะเห็นได้จากเหตุการณ์การล่าสัตว์ป่า เช่น กรณีข่าวที่มีคนลักลอบฆ่าเสือดำในเขตรักษาพันธุ์สัตว์ป่าทุ่งใหญ่นเรศวร การลักลอบฆ่าหมีขอที่อุทยานแห่งชาติไทรโยค เป็นต้น ซึ่งทางตำรวจและกลุ่มงานด้านนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า ได้มีการนำวัตถุพยานมาช่วยในการตรวจพิสูจน์หลักฐานในการหาผู้ที่กระทำความผิดและนำมาใช้เป็นหลักฐานดำเนินคดีต่อกระทำความผิดได้โดยการตรวจพิสูจน์มีหลากหลายวิธี เช่น การตรวจ DNA การตรวจร่องรอยของกระสุน วิถีกระสุนและเส้นขน อย่างไรก็ตามการตรวจเส้นขนด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์เป็นการตรวจที่ง่าย รวดเร็ว มีค่าใช้จ่ายน้อย นอกจากนี้เส้นขนของสัตว์แต่ละชนิดมีโครงสร้างภายในเส้นขนที่แตกต่างกันทำให้สามารถแยกแยะได้ว่าขนที่เก็บมาได้เป็นเส้นขนของสัตว์ชนิดใดและสามารถใช้เป็นหลักฐานในการดำเนินคดีต่อผู้กระทำความผิดได้ ดังนั้นเพื่อเป็นการสร้างฐานข้อมูลเส้นขนของสัตว์ป่าสงวนสำหรับการนำไปใช้ในงานด้านนิติวิทยาศาสตร์สัตว์ป่า ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาลักษณะและความแตกต่างของเส้นขนของสัตว์ป่าสงวนแต่ละชนิดในประเทศไทย โดยข้อมูลดังกล่าวจะนำมาใช้เป็นฐานข้อมูลในการใช้พิสูจน์ในกรณีอื่นด้วย เช่น สามารถนำไปใช้ในการพิสูจน์เสื้อผ้าและสิ่งของที่ทำจากขนสัตว์ว่าไม่เป็นขนที่ทำมาจากสัตว์ที่ได้รับการคุ้มครอง

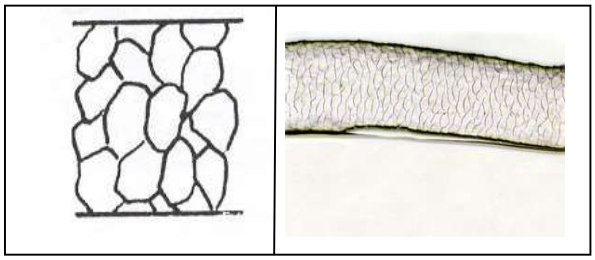
วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาโครงสร้างลักษณะทางกายภาพและทางแสงของขนสัตว์ป่าสงวนแต่ละชนิดด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์
2. เพื่อเปรียบเทียบและวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยชนิดของสัตว์ป่าสงวนแต่ละชนิดจากค่าดัชนีแนวแกนกลางเส้นขน
3. เพื่อสร้างฐานข้อมูลในการเปรียบเทียบคุณสมบัติทางกายภาพและทางแสงของเส้นขนสัตว์ป่าสงวนในประเทศไทย

ทบทวนวรรณกรรม

โครงสร้างเส้นขน ซึ่งภายในเส้นขนประกอบไปด้วย 3 ส่วน คือ

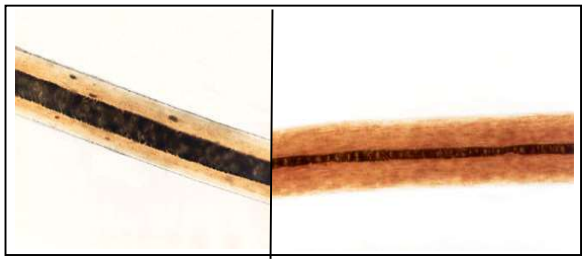
1. Cuticle เป็นส่วนที่อยู่บริเวณนอกสุดของเส้นขนมีลักษณะการเรียงตัว และรูปร่างบริเวณพื้นผิวที่แตกต่างกันในสัตว์แต่ละชนิด



ภาพที่ 1 โครงสร้างเส้นขนชั้น Cuticle (Deedrick and Sandra, 2004)

2. Cortex เป็นส่วนที่ใหญ่ที่สุดของเส้นขนอยู่ระหว่างชั้น Cuticle และ Medulla ในสัตว์แต่ละชนิดจะมีความหนาบางแตกต่างกัน

3. Medulla อยู่บริเวณแกนกลางของเส้นขน (Lai-Cheong and McGrath, 2017) จะมีการเรียงตัวและรูปร่างของเม็ดสีบริเวณแกนกลางของเส้นขนที่แตกต่างกัน สัตว์บางชนิดมีเม็ดสีเรียงตัวเต็มเส้นขน บางชนิดมีเป็นช่วงไม่เต็มเส้นขน



ภาพที่ 2 โครงสร้างเส้นขนชั้น medulla (Deedrick and Sandra, 2004)

สัตว์ป่าสงวน หมายถึง สัตว์ป่าที่หายาก กำหนดตามบัญชีท้ายพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ. 2503 จำนวน 9 ชนิด เป็นสัตว์ป่าเลี้ยงลูกด้วยนมทั้งหมด ได้แก่ แรด กระซู่ กูปรี ควายป่า

ละองหรือละมั่ง สมัน เนื้อทราย เลียงผา และกวางผา (Director Regional Office Environment 13 (Chonburi), 2018)

กล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์เป็นเทคนิคการเพิ่มความคมชัดที่ปรับปรุงคุณภาพของภาพที่ได้จากวัสดุหักเหสองแนว เมื่อเปรียบเทียบกับเทคนิคอื่น ๆ เช่น ความมืดและความสว่างของแสงจ้าที่แตกต่างกันรบกวนความแตกต่างของเฟส กล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์มีระดับความไวสูงและสามารถนำไปใช้สำหรับการศึกษาเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพที่กำหนดเป้าหมายในตัวอย่างที่หลากหลายของ ตัวอย่างที่มีสมบัติไม่เหมือนกัน ทุกทิศทางหรือแอนไอโซโทรปิก กล้องจุลทรรศน์แสงโพลาไรซ์มีความสามารถในการให้ข้อมูลเกี่ยวกับสีการดูดกลืนและขอบเขตทางเดินแสงระหว่างแร่ธาตุที่มีดัชนีหักเหแตกต่างกันในลักษณะที่คล้ายกับเทคนิคแบบพื้นหลังสว่างแต่เทคนิคนี้สามารถแยกระหว่างวัสดุที่เป็นไอโซโทรปิกและแอนไอโซโทรปิกได้เนื่องจากแสงเป็นคลื่นจึงอธิบายได้ว่าการสั่นของคลื่นแสงในมุมที่ตั้งฉากกับทิศการเคลื่อนที่ของคลื่นแสง เรียกว่า แสงขาวแบบไม่โพลาไรซ์ (Non-Polarized White Light) ส่วนแสงโพลาไรซ์เป็นแสงที่มีทิศการสั่นเพียงทิศทางเดียว (Robinson, Philip and Davidson, 2018)

ระเบียบวิธีการวิจัย

วิจัยนี้กำหนดขั้นตอนในการทดลองและวิธีการทดลองออกเป็น 3 ส่วนดำเนินการ คือ

1. การถ่ายภาพลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นขนด้วยแสงโพลาไรซ์จากกล้อง PLM ในชั้น Medulla Cuticle และรากขนใช้การส่องกล้องทั่วไป

2. การถ่ายภาพลักษณะสัณฐานวิทยาของเส้นขนด้วยเทคนิค Crossed Polar จากกล้อง PLM ในส่วนของชั้น Medulla Cuticle และรากขน จัดวางวัตถุที่เป็น Anisotropic ขนานแนว 45 องศา ส่องผ่านด้วยแสงโพลาไรซ์บนภาพพื้นหลังสีดำ (Crossed Polar) จะปรากฏสีสว่างขึ้นบนวัตถุ

3. คำนวณหา Medulla Index โดยวัดขนาดภายใต้กล้อง PLM วัดบริเวณตรงกลางเส้นขน เนื่องจากได้ทำการตรวจสอบเบื้องต้นแล้วว่ามีความสม่ำเสมอที่สุด เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณหาความสัมพันธ์ระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลาง Medulla กับเส้นผ่านศูนย์กลางแกนกลางเส้นขนสัตว์

โดยมีขั้นตอนการเก็บข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1) การหาค่า Medulla Index

ในเส้นขนแต่ละเส้นจะมีความกว้างของเส้นขน และความกว้างของชั้น Medulla ที่ไม่เท่ากัน จึงต้องใช้วิธีการคำนวณหาค่า Medulla Index เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของความกว้างเส้นขนทั้งหมดเทียบกับความกว้างของชั้น Medulla โดยวัดความกว้างบริเวณกลางเส้นขนเมื่อวัดจากโคนขน และปลายเส้นขน ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของเส้นขนสัตว์แต่ละเส้น มีสูตรดังนี้

$$\text{Medulla index} = \frac{\text{ความกว้างชั้น Medulla}}{\text{ความกว้างของเส้นขน}}$$

ใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (One-Way ANOVA) และเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธี Scheffe ด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์สถิติ หาค่าความแปรปรวนเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของค่า Medulla Index ของสัตว์ป่าสงวนแต่ละชนิด

2) การเก็บตัวอย่างเส้นขน

เก็บตัวอย่างเส้นขนสัตว์ตัวละ 10 เส้นโดยใช้ปากคีบในการคีบเส้นขนขึ้นมาอย่างระมัดระวังอย่าให้เส้นขนหักหรือแตก และบรรจุลงในซองกระดาษ ทำการเลเบลซองทุกซองระบุชนิดขนสัตว์ สีขน จำนวนเส้นขน วันที่เก็บโดยแต่ละซองจะบรรจุเพียงเส้นขนสีเดียวต่อสัตว์ 1 ชนิดเท่านั้น

3) ขั้นตอนการทำแผ่นสไลด์ตัวอย่าง

ชั้น Medulla ล้างตัวอย่างเส้นขนด้วย 70% Ethanol 5 นาที เพื่อล้างไขมันออกนำเส้นขนวางบนแผ่นสไลด์หยดน้ำมันบนเส้นขนปิดด้วย Cover slide บริเวณที่หยดน้ำมันส่องภายใต้กล้องด้วยกำลังขยาย 200X และ 400X

ชั้น Cuticle ล้างตัวอย่างเส้นขนด้วย 70% Ethanol 5 นาที เพื่อล้างไขมันออกต้มเจลาตินในน้ำเดือดนำเส้นขนจุ่มเจลาตินวางบนสไลด์สะอาด ส่องภายใต้กล้องด้วยกำลังขยาย 200Xและ 400X

ผลการวิจัย

ทำการศึกษาโครงสร้างของเส้นขนสัตว์ป่าสงวนด้วยเครื่องมือ Polarized Light Microscope กลุ่มตัวอย่าง คือ เส้นขนของสัตว์ป่าสงวน 13 ชนิดในประเทศไทยผลการวิจัย มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ค่า Medulla Index โดยวัดความกว้างของปลายขอบเส้นขนทั้งสองด้านเทียบกับความกว้างของชั้น Medulla ด้วยกล้อง Polarized Light Microscope ด้วยกำลังขยาย 200X จำนวน 3 ครั้ง โดยค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ย เพื่อจำแนกความแตกต่างของเส้นขนสัตว์ป่าสงวนแต่ละชนิดตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่า Medulla Index ของขนสัตว์ป่าสงวน ด้วยกล้อง Polarize Light Microscope

สายพันธุ์สัตว์	ความกว้างของเส้นขน	ความกว้าง medulla	Medulla index	สายพันธุ์สัตว์	ความกว้างของเส้นขน	ความกว้าง medulla	Medulla index
อีเก้งหรือฟาน	18	16	0.88	หมีควาย	7	7	1.00
เก้งเผือก	15	14	0.93	หมีขอ	11	5	0.45
เก้งหม้อ	11	9	0.81	สมเสร็จ	4	2	0.50
กวางป่า	12	10	0.83	เสือลายเมฆ	10	5	0.50
ละมั่ง, ละอง	8	7.5	0.93	เสือปลา	7	5.5	0.78
เนื้อทราย	10	8	0.80	เสือดาว	3	1.5	0.50
หมีหมา	6	5	0.83				

2. ค่าทางสถิติจากการการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวเพื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ผลของค่า Medulla Index ของสัตว์ป่าสงวนแต่ละชนิดในการเปรียบเทียบการทำทดลองด้วยวิธีทดสอบแบบปกติพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่า t = 248.805 และค่า Sig. = 0.000 ดังตารางที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบรายคู่ด้วยวิธีการของ Scheffe ค่า Medulla Index

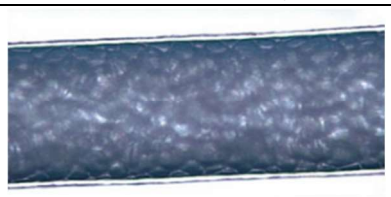
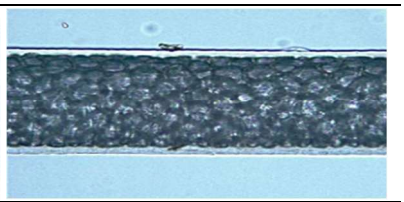
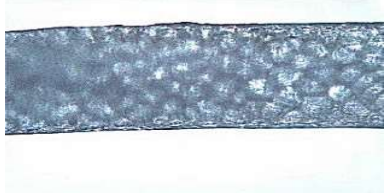
สัตว์ป่าสงวนที่มีค่า Medulla Index ที่มีค่ามากกว่า .05 หรือมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือ มีค่าใกล้เคียงกัน

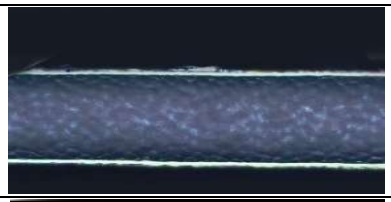
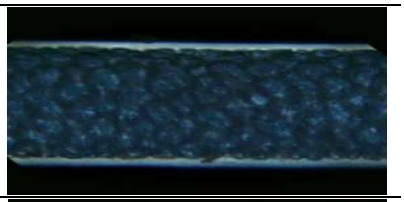
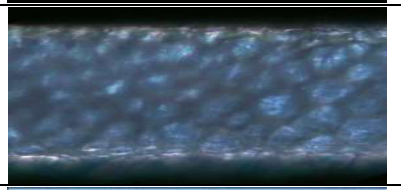
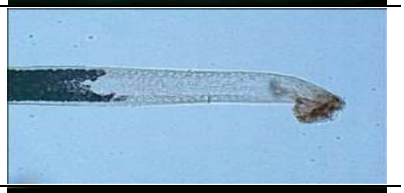
ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียวของค่า Medulla Index จำแนกตามชนิดของสัตว์ป่าสงวน

ชนิดสัตว์	$\bar{x}$	SD.	t	Sig.	ชนิดสัตว์	$\bar{x}$	SD.	t	Sig.
อีเก้ง	0.88	0.153	248.805	.000*	หมีควาย	1.00	0.000	248.805	.000*
เก้งเผือก	0.93	0.015			หมีขอ	0.45	0.025		
เก้งหม้อ	0.81	0.026			สมเสร็จ	0.50	0.021		
กวางป่า	0.83	0.025			เสือลายเมฆ	0.50	0.020		
ละมั่ง, ละอง	0.93	0.020			เสือปลา	0.78	0.015		
เนื้อทราย	0.80	0.020			เสือดาว	0.65	0.020		
หมีหมา	0.83	0.020							

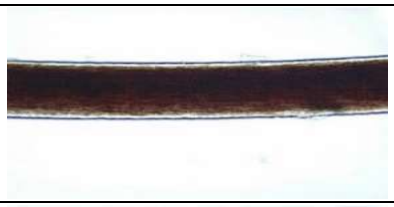
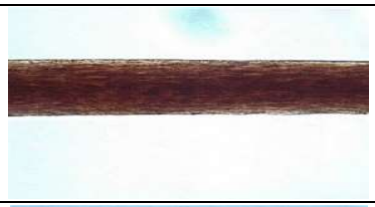
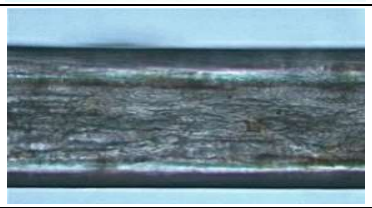
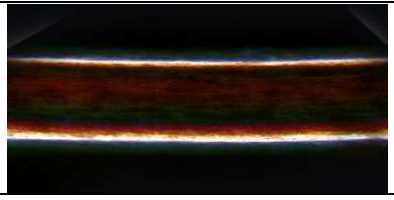
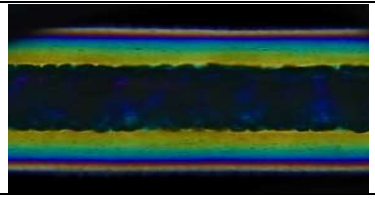
3. การศึกษาโครงสร้างขนสัตว์ป่าสงวนในประเทศไทยแต่ละชนิดด้วยเทคนิคแสงโพลาไรซ์ การศึกษาโครงสร้างขนสัตว์ป่าสงวนในประเทศไทยแต่ละชนิดด้วยเทคนิค Crossed Polar และการศึกษาโครงสร้างรากขนสัตว์ป่าสงวนในประเทศไทยแต่ละชนิดด้วยเทคนิคแสงโพลาไรซ์ และเทคนิค Crossed Polar ตามตารางที่ 3-5

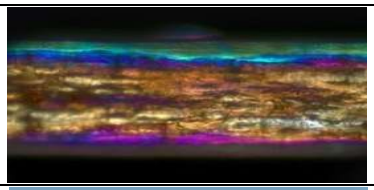
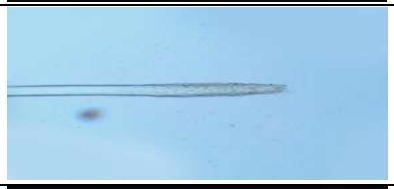
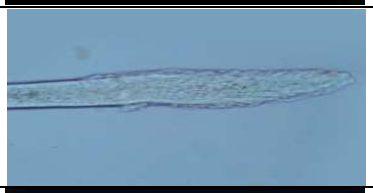
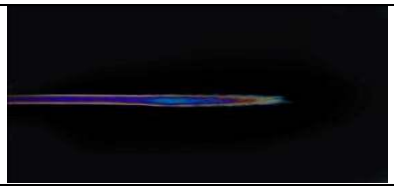
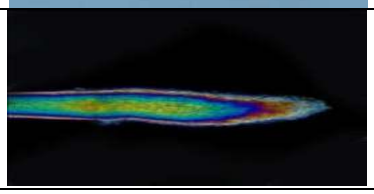
ตารางที่ 3 ตัวอย่างลักษณะสัณฐานของขนอีเก้งหรือฟาน และกวางป่าในประเทศไทยเปรียบเทียบตามเทคนิคการตรวจและโครงสร้างของเส้นขนด้วยกล้อง Polarized Light Microscope

สายพันธุ์สัตว์		อีเก้ง/ฟาน (*Muntiacus Muntjak*)	กวางป่า (*Cervus Unicolar*)
แสงโพลาไรซ์	Medulla		
	Cuticle		

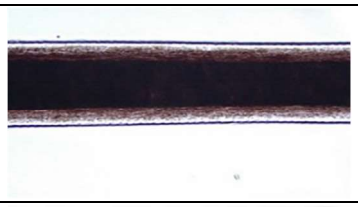
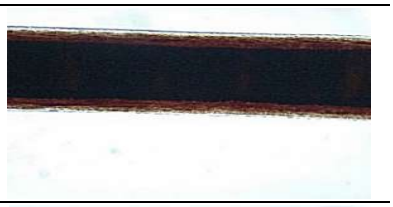
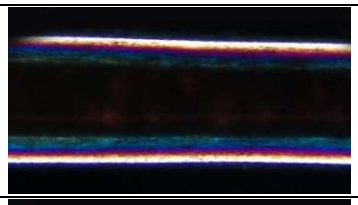
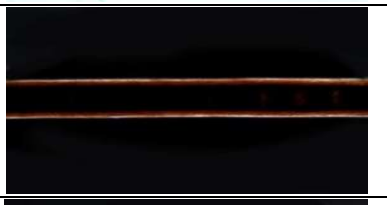
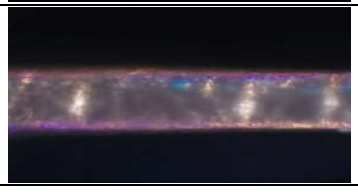
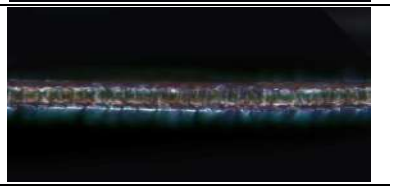
สายพันธุ์สัตว์		อีเก้ง/ฟาน (*Muntiacus Muntjak*)	กวางป่า (*Cervus Unicolar*)
เทคนิค crossed polar	Medulla		
	Cuticle		
รากขน	20X		
	20X CPL		

ตารางที่ 4 ตัวอย่างลักษณะสัณฐานของขนหมีหมา และหมีขอในประเทศไทยเปรียบเทียบตามเทคนิคการตรวจและโครงสร้างของเส้นขนด้วยกล้อง Polarized Light Microscope

สายพันธุ์สัตว์		หมีหมา (*Helarctor Malaynus*)	หมีขอ (*Arctictis Binturong*)
แสงโพลาไรซ์	Medulla		
	Cuticle		
เทคนิค	Medulla		

สายพันธุ์สัตว์		หมีหมา (*Helarctor Malaynus*)	หมีขอ (*Arctictis Binturong*)
crossed polar	Cuticle		
รากขน	20X		
	20X CPL		

ตารางที่ 5 ตัวอย่างลักษณะสัณฐานของขนเสือลายเมฆ และเสือดาวในประเทศไทยเปรียบเทียบตามเทคนิคการตรวจและโครงสร้างของเส้นขนด้วยกล้อง Polarized Light Microscope

สายพันธุ์สัตว์		เสือลายเมฆ (*Neofelis Nebulosi Nebulosa*)	เสือดาว (*Panthera Pardus*)
แสงโพลาไรซ์	Medulla		
	Cuticle		
เทคนิค crossed polar	Medulla		
	Cuticle		

สายพันธุ์สัตว์		เสือลายเมฆ (*Neofelis Nebulosi Nebulosa*)	เสือดาว (*Panthera Pardus*)
รากขน	20X		
	20X CPL		

สรุปและอภิปรายผล

เส้นขนของสัตว์ป่าสงวนแต่ละชนิดมีโครงสร้างภายในเส้นขนที่แตกต่างกันทำให้สามารถแยกแยะได้ว่าขนที่เก็บมาได้นั้นเป็นเส้นขนของสัตว์ชนิดใดและสามารถใช้เป็นหลักฐานในการดำเนินคดีต่อผู้กระทำความผิดได้ การจำแนกชนิดเส้นขนสัตว์ป่าสงวนการตรวจพิสูจน์ขนสัตว์เพื่อยืนยันและตรวจพิสูจน์ทางวิทยาศาสตร์ สามารถเป็นข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับหน่วยงานทางนิติวิทยาศาสตร์ชีวิตป่าและอนุญาตให้มีการระบุการขนส่งที่ผิดกฎหมายของสัตว์การลักลอบล่าสัตว์หรืออาชญากรรมสัตว์ป่าการทุจริตในอุตสาหกรรมสิ่งทอและขนสัตว์ (Verma and Joshi, 2012)

โครงสร้างเส้นขน (Structure of Hair) ได้แก่ Cuticle และ Medulla สามารถจำแนกความแตกต่างของเส้นขนสัตว์ป่าสงวนได้ตามลักษณะสัณฐาน ด้วยการตรวจวิเคราะห์ด้วยกล้อง Polarized Light Microscope ด้วยเทคนิคต่างๆ (Robinson, Philip and Davidson, 2019)

ในการวิจัยนี้ใช้ 2 เทคนิค ได้แก่ การส่องด้วยแสงโพลาไรซ์ คือ การใช้เทคนิคส่องกล้องทั่วไปและเทคนิค Crossed Polar การหาความสัมพันธ์ของเส้นขนสัตว์ด้วยค่า Medulla Index กลุ่มตัวอย่าง คือ เส้นขนของสัตว์ป่าสงวนในประเทศไทย จากผลการวิจัยในการใช้เทคนิคต่างๆของกล้อง Polarized Light Microscope แสดงให้เห็นว่า เส้นขนสัตว์ป่าสงวนทั้ง 13 ชนิดมีลักษณะสัณฐานแตกต่างกันอย่างชัดเจนมากขึ้นเมื่อใช้เทคนิค Crossed Polar และในเส้นขนของสัตว์บางชนิดที่มีความคล้ายคลึงกันอย่างเช่น อีเก้ง เก้งหม้อ และเก้งเผือก มีลักษณะของชั้น Medulla และ Cuticle ที่ใกล้เคียงกันถึงแม้ว่าจะใช้วิธีการทำ Crossed Polar ในการแยกความแตกต่างเส้นขนสัตว์ป่าที่มีลักษณะสัณฐานใกล้เคียงกันได้ซึ่งสอดคล้องกับ งานวิจัยของ Mayada et al. (2015) ทำการศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างของเส้นขนสัตว์ป่าโดยใช้วิธี Pololized Light Microscope สอดคล้องกับงานวิจัย ของ Mahacharoen (2017) ศึกษาการใช้คุณลักษณะทางแสงจากกล้องจุลทรรศน์โพลาไรซ์ ในการศึกษาเส้นใยธรรมชาติที่พบในประเทศไทย เพื่อจำแนกคุณสมบัติทางแสงของเส้นใยธรรมชาติแต่ละชนิด พบว่าเส้นใยธรรมชาติตัวอย่างทั้ง 5 ชนิด ให้คุณลักษณะทางแสงของเส้นใยที่แตกต่างกันและสามารถจำแนกออกจากกันได้

จากการทดสอบสมมติฐาน พบว่าชนิดของสัตว์ป่าสงวนที่แตกต่างกันจะมีค่า Medulla Index แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 มีเพียงบางชนิดที่มีค่า Medulla Index ที่ใกล้เคียงกันแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ

กลุ่มที่ 1 อีเก้งหรือฟาน มีค่าไม่แตกต่างกับ เก้งเผือก เก้งหม้อ กวางป่า ละองหรือละมั่ง และหมีหมา

กลุ่มที่ 2 เก้งเผือก มีค่าไม่แตกต่างกับ ละองหรือละมั่ง หมีควาย

กลุ่มที่ 3 เก้งหม้อ มีค่าไม่แตกต่างกับ กวางป่า เนื้อทราย หมีหมา และเสือปลา

กลุ่มที่ 4 หมีขอ มีค่าไม่แตกต่างกับ สมเสร็จ และเสือลายเมฆ

เนื่องจากมีความกว้างของชั้น Medulla และความกว้างของเส้นขนที่ใกล้เคียงกันสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kshirsagar, et al. (2019)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ควรใช้ตัวอย่างของเส้นขนที่มีสีเดียวกันมาเปรียบเทียบกัน เนื่องจากสีของเส้นขนมีผลต่อการเกิดสีเมื่อทำการตัดแสงด้วยเทคนิค Crossed Polar

1.2 ในขั้นตอนการเคลือบเส้นขนด้วยเจลาติน ต้องระวังไม่ให้เส้นขนจุ่มเจลาตินนานเกินไป เพราะจะทำให้เวลานำมาส่องกล้องจะมองไม่เห็นเส้นขนชัดเจน และไม่ควรจุ่มเร็วเกินไปเพราะจะทำให้ไม่เห็นชั้น Cuticle หรือเห็นชั้น Cuticle และ Medulla ซ้อนทับกัน

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากในงานวิจัยทำการศึกษาเพียงสัตว์ป่าสงวนที่มีในประเทศไทย ควรทำในสัตว์ประเภทอื่น ๆ ด้วย เช่น สัตว์ป่าคุ้มครอง หรือสัตว์ป่าในประเทศไทยเพื่อเก็บไว้ใช้เป็นฐานข้อมูล

2.2 ควรเพิ่มโครงสร้างชั้น Cortex ในการเปรียบเทียบด้วย เนื่องจากสัตว์แต่ละชนิดมี Interference Color ที่แตกต่างกันเช่นเดียวกับชั้น Medulla และ Cuticle ซึ่งจะช่วยแยกความแตกต่างลักษณะสัณฐานของสัตว์แต่ละชนิดได้เพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

Deedrick, D. W. and Sandra L. Koch. (2004). Microscopy of Hair Part II: A Practical Guide and Manual for Animal Hairs. **Forensic Science Communications**. *6*(3), 28-40.

Director regional environment office 13 (Chonburi). (2018). **Wildlife reserves in Thailand**. Retrieved October 12, 2018 from http://reo13.mnre.go.th/th/ news/detail/9455?fbc lid=IwAR0x3v76aOyS58CBF3du5npOiBbJUr5b9_ uBoJZ2yWTH4 Phyntn3-kUaSM.

Joey E. Lai-Cheong, John A. McGrath. (2017). **Structure and function of skin, hair and nails.** Retrieved November 10, 2018 from https://www.researchgate.net/ publication/ 246559322 Structure_and_function_of_skin_hair and nails.

Kshirsagar S. V. et al. (2019). Comparative Study of Human and Animal Hair in Relation with Diameter and Medullary Index. **Journal of Forensic Medicine and Pathology.** *5*(1), 20-23.

Mahacharoen, T. (2017). **The Classification of Natural Fibers in Thailand by Using Optical Properties Examined by Polarized Light Microscope and Dispersion Staining Technique.** Nakhon Pathom: Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy. (In Thai)

Mayada R. Farag. et al. (2015). Forensic Identification of some Wild Animal Hair using Light and Scanning Electron Microscopy. **Journal of Advances in Animal and Veterinary Sciences.** *3*(10), 559-568.

Robinson, Philip C. and Davidson Michael W. (2018). **Polarized Light Microscopy.** Retrieved November 10, 2018. from https://www.microscopyu.com/techniques/polarizedlight/polarized-light-microscopy.

Verma K. and Joshi B. (2012). Different Animal Species Hairs as Biological Tool for the Forensic Assessment of Individual Identification Characteristics from Animals of Zoological Park, Pragti Maidan, New Delhi, India**. Journal of Forensic Research.** *3*(7), 1-4.

ผู้เขียน

คำนำหน้า ชื่อ-สกุล	**นางสาวธีราภรณ์ ศรีนิเวศน์**
หน่วยงาน/สังกัด	นักศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
ที่อยู่หน่วยงาน/สังกัด	คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ ตำบลสามพราน อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
อีเมล	pupae1993@live.com
คำนำหน้า ชื่อ-สกุล	**ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันตำรวจเอก ดร.ธิติ มหาเจริญ**
หน่วยงาน/สังกัด	คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
ที่อยู่หน่วยงาน/สังกัด	คณะนิติวิทยาศาสตร์ โรงเรียนนายร้อยตำรวจ ตำบลสามพราน อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม 73110
อีเมล	m_thiti@yahoo.com