ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตววิทยา)

ปริญญา

สัตววิทยา | สัตววิทยา

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง แบบเสียงร้องเพลงและฮอร์โมนควบคุมเสียงร้องเพลงในนกปรอดหัวโขน *Pycnonotus jocosus* (Linnaeus, 1758)

Song Types and Hormonal Control of Song in Red-whiskered Bulbul, *Pycnonotus jocosus* (Linnaeus, 1758)

นามผู้วิจัย นางสาวดาริกา มานะธรรมกมล

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์พนัส ธรรมกีรติวงศ์, ปร.ด.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์, วท.ด.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์บุญเกื้อ วัชรเสถียร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

แบบเสียงร้องเพลงและฮอร์โมนควบคุมเสียงร้องเพลงในนกปรอดหัวโขน *Pycnonotus jocosus* (Linnaeus, 1758)

Song Types and Hormonal Control of Song in Red-whiskered Bulbul, *Pycnonotus jocosus* (Linnaeus, 1758)

โดย

นางสาวดาริกา มานะธรรมกมล

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตววิทยา)
พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ดาริกา มานะธรรมกมล 2553: แบบเสียงร้องเพลงและฮอร์โมนควบคุมเสียงร้องเพลงในนกปรอดหัวโขน *Pycnonotus jocosus* (Linnaeus, 1758) ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (สัตววิทยา) สาขาสัตววิทยา ภาควิชาสัตววิทยา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์พนัส ธรรมกีรติวงศ์, ปร.ด. 60 หน้า

การศึกษารูปแบบเสียงร้องฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนควบคุมเสียงร้อง และสหสัมพันธ์ระหว่างฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนกับแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขน โดยนำนกปรอดหัวโขนอายุ 4 เดือน จำนวน 15 ตัวจากฟาร์ม มาเลี้ยงในเดือนพฤศจิกายน 2551 ถึงเมษายน 2552 เป็นเวลา 6 เดือน ตรวจสอบโครโมโซมเพศพบว่า เป็นนกปรอดหัวโขนเพศผู้ 12 ตัว เพศเมีย 3 ตัว เลี้ยงในกรงขนาด 38 x 38 x 50 เซนติเมตร กรงละ 1 ตัว จัดกรงเป็นวงกลมล้อมรอบเครื่องขยายเสียงที่ตำแหน่งศูนย์กลาง วางกรงห่างจากลำโพงกรงละ 3 เมตร และระยะห่างระหว่างกรง 80 เซนติเมตร เลี้ยงในห้องขนาด 6 x 10 x 3.50 เมตร เปิดเสียงร้องต้นแบบในช่วงเวลา 07.00-11.00 น. ให้นกปรอดหัวโขนฟังทุกวัน และบันทึกเสียงร้องด้วยเครื่องบันทึกเสียง Sony ICD-BM1 ในช่วงเวลา 13.00-15.00 น. ครั้งละ 1 ตัว พร้อมทั้งเก็บมูลนกตัวที่ทำการบันทึกเสียง ทำการวิเคราะห์รูปแบบเสียงร้องที่บันทึกไว้ด้วยโปรแกรม Avisoft SAS Lab Pro version 4.3 และนำตัวอย่างมูลตรวจวัดปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนด้วยวิธี เรดิโออิมมูโนแอสเสย์ พบว่า เสียงร้องนกปรอดหัวโขนมีความถี่ 1.50 ถึง 5.18 กิโลเฮิร์ต (ค่าเฉลี่ย = 4.27 ± 0.13) โดยนกเพศผู้อายุ 10 เดือน สร้างสำนวนเพลงยาว 0.48 ถึง 1.31 วินาที (ค่าเฉลี่ย = 0.74 ± 0.23) ประกอบด้วยพยางค์เสียง 1 ถึง 6 พยางค์ต่อสำนวน ส่วนเพศเมียสำนวนเพลงสั้น 0.16 ถึง 0.65 วินาที (ค่าเฉลี่ย = 0.33 ± 0.11) ประกอบด้วยพยางค์เสียง 1 ถึง 4 พยางค์ต่อสำนวน และนกปรอดหัวโขนเพศผู้อายุ 8-10 เดือน มีรูปแบบโซโนแกรมเสียงร้องใกล้เคียงเสียงร้องต้นแบบ และปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญยิ่งที่อายุ 8-10 เดือน ($P = 0.01$) ซึ่งสอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของจำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที และการลดลงของช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที ฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนที่สูงขึ้นมีสหสัมพันธ์เชิงบวก ($r = 0.68$, $P = 0.01$) กับการเพิ่มจำนวนพยางค์เสียงร้องและสหสัมพันธ์เชิงลบ ($r = -0.69$, $P = 0.01$) กับการลดลงของช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง แต่จำนวนพยางค์เสียงร้องที่เพิ่มขึ้นมีสหสัมพันธ์เชิงลบ ($r = -0.93$, $P = 0.01$) กับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องที่ลดลงเมื่อนกปรอดหัวโขนอายุมากขึ้น

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Darika Manathamkamon 2010: Song Types and Hormonal Control of Song in Red-whiskered Bulbul, *Pycnonotus jocosus* (Linnaeus, 1758). Master of Science (Zoology), Major Field: Zoology, Department of Zoology. Thesis Advisor: Associate Professor Panus Tumkiratiwong, Ph.D. 60 pages.

Song patterns and total testosterone profiles were investigated in the 12 male and 3 female Red-whiskered Bulbuls at aged of 5-10 months, of which sex types were proved by a determination of sex chromosomes. The Red-whiskered Bulbuls were introduced from breeding farm and was individually maintained in cage sized 38 x 38 x 50 centimeter and all were raised in a temperature-controlled room sized 6 x 10 x 3.5 meter. Song prototype was played via WINAMP Program every morning at 07.00-11.00 a.m. to animals with an amplifier-connected loudspeaker. The loudspeaker was located at the center and centrally surrounded by 15 cages. Each cage was spaced by 80 centimeter. Song produce from each the Red-whiskered Bulbul was recorded at 13.00-15.00 p.m. with Sony ICD-BM Model-I and its sonogram was analyzed with Avisoft SAS Lab Pro, version 4.3. The total testosterone levels were determined by a radioimmunoassay method from feces collected from individuals immediately following recoding their songs. The song frequencies that male and female produced was averaged 4.27 ± 0.13 kHz, by minimal and maximal of song frequencies were 1.50 and 5.18 kHz. All twelve males aged of 10 months produced songs phase with duration of strophes 0.48 to 1.31 seconds ($\overline{X}$ = 0.74 ± 0.23). It was composed of 1-6 elements/phrase, similar to song prototype provided, however, all three females produced songs phase with strophes duration of 0.16 to 0.65 seconds ($\overline{X}$ = 0.33 ± 0.11). It was composed of only 1-4 elements/phrase. The male produced complicated and various song types when aged between 8 to 10 months, corresponding well with the rise level of male total testosterone secretion. The coefficient correlations between mean total testosterone levels with the syllables/10 seconds was positive correlation (r = 0.68, P = 0.01) and intervals/ 10 seconds was negatively correlated (r = -0.69, P = 0.01). Conclusively, the male produced songs comprising of much more syllables and less intervals was negatively correlated (r = -0.93, P = 0.01) concomitantly with the rise of male total testosterone level.

_____ _____ ___ / ___ / ____

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.พนัส ธรรมกีรติวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัตนวัฒน์ ไชยรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ให้คำปรึกษาด้านการเรียน การค้นคว้าวิจัย ตลอดจนการแก้ไขวิทยานิพนธ์จนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ และกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์พิพัฒน์ สมภาร ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอกที่ได้ให้ความกรุณาตรวจแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาคสัตววิทยาทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอน และถ่ายทอดความรู้ตลอดจนทักษะแนวคิดการวิจัยอันเป็นประโยชน์ต่อตัวข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. วีระยุทธ เลาหะจินดา และอาจารย์วุฒิ ทักษิณธรรม อาจารย์ประจำภาควิชาสัตววิทยาที่ให้คำปรึกษาในการเลี้ยงสัตว์ทดลอง

ขอขอบคุณนายคมสัน หงภัทรคีรี นายกิตติวุธ ชั่งเจริญ นางสาวศิริกรณ์ ศรีโพธิ์ และนางสาวอุรัสยาน์ บูลย์ประมุขที่ให้ความช่วยเหลือในการเลี้ยงสัตว์ทดลอง ขอขอบคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ห้องปฏิบัติการสรีรวิทยา ภาคสัตววิทยา ที่ให้คำแนะนำ และให้กำลังใจเสมอมา

ด้วยความดีหรือประโยชน์อันใดอันเนื่องจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่คุณพ่อคุณแม่ของข้าพเจ้าที่ได้อบรมสั่งสอน ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยมาโดยตลอดในทุกเรื่อง

ดาริกา มานะธรรมกมล

กรกฎาคม 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	21
ผลและวิจารณ์	27
ผล	27
วิจารณ์	45
สรุปและข้อเสนอแนะ	47
สรุป	47
ข้อเสนอแนะ	48
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	49
ภาคผนวก	56
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	60

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	รูปแบบการเลี้ยงนกปรอดหัวโขนใน 1 สัปดาห์	22

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	นกปรอดหัวโขน *Pycnonotus jocosus* ตัวเต็มวัย	6
2	อวัยวะกำเนิดเสียงร้องในอันดับนกเกาะคอน	10
3	ตำแหน่งกรงนกปรอดหัวโขนจำนวน 15 กรง ภายในห้องบันทึกเสียง	21
4	ตัวอย่างแถบโครโมโซมเพศนกปรอดหัวโขน	23
5	โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องต้นแบบของนกปรอดหัวโขน	24
6	โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 5 เดือน	30
7	โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 6 เดือน	31
8	โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 7 เดือน	32
9	โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 8 เดือน	33
10	โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 9 เดือน	34
11	โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 10 เดือน	35
12	จำนวนพยางค์เสียงต่อ 10 วินาที (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้และเพศเมีย ช่วงอายุ 5-10 เดือน	37
13	ช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้และเพศเมีย อายุ 5-10 เดือน	39
14	ปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้และเพศเมีย อายุ 5-10 เดือน	41
15	สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนกับจำนวนพยางค์เสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ อายุ 5-10 เดือน	42
16	สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนกับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ อายุ 5-10 เดือน	43
17	สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพยางค์เสียงร้องกับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ อายุ 5-10 เดือน	44

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

P	=	phase
S	=	syllable
s	=	second
KHz	=	kilohertz
HVc	=	Hyperstriatum ventrale pars caudale
MAN	=	Magno cellular nucleus of the anterior neostriatum
PCR	=	Polymerase Chain Reaction
DNA	=	Deoxyribonucleic acid

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบเสียงร้องเพลงและฮอร์โมนควบคุมเสียงร้องเพลงในนกปรอดหัวโขน *Pycnonotus jocosus* (Linnaeus, 1758)

Song Types and Hormonal Control of Song in Red-whiskered Bulbul, *Pycnonotus jocosus* (Linnaeus, 1758)

คำนำ

การนำสัตว์มาแข่งขันหรือประกวดในรูปแบบต่างๆ เป็นกิจกรรมหนึ่งที่นิยมของ คนไทย เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ช่วยผ่อนคลาย เกิดความสัมพันธ์กับคนหมู่มาก ให้ความสนุกสนาน และยังเป็นการสร้างรายได้แก่หมู่คนที่สนใจ เช่น การประกวดปลาสวยงาม การประกวดสุนัข การประกวดนกเขาขัน และการแข่งกัดปลากัด เป็นต้น รวมทั้งการประกวดเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเป็นอีกกิจกรรมหนึ่งที่ได้รับความนิยมในประเทศไทยมากว่า 40 ปี ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากนกปรอดหัวโขนมีเสียงร้องหลากหลายรูปแบบ สามารถนำมาฝึกการร้องได้ รูปทรงสวยงาม และพบเห็นได้ง่าย ด้วยเหตุนี้ผู้คนจึงนิยมเลี้ยงเพื่อประกวดเสียงร้องกันอย่างแพร่หลาย

นกปรอดหัวโขนจัดอยู่ในอันดับนกเกาะคอน (Order Passerine) ซึ่งนกในอันดับนี้มีช่วงอายุเฉพาะในการเรียนรู้พฤติกรรมต่างๆ จากพ่อแม่หรือนกตัวเต็มวัย โดยเสียงร้องเพลงจัดเป็นพฤติกรรมหนึ่งที่มีการพัฒนาขึ้นเมื่อลูกนกมีช่วงอายุที่เหมาะสมเช่นกัน เพื่อลูกนกจะนำท่วงทำนองเสียงร้องเพลงนั้นมาพัฒนาเป็นรูปแบบท่วงทำนองเสียงร้องของตัวเอง และใช้ในการดำรงชีวิตในอนาคต โดยขั้นตอนการพัฒนาเกิดจากกลไกที่ซับซ้อนของระบบทางสรีระหลายระบบ แต่ระบบที่สามารถนำมาอธิบายได้ และตรวจวัดได้ง่าย คือ ระบบต่อมไร้ท่อ โดยฮอร์โมนเพศเป็นส่วนหนึ่งที่ชักนำให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้ในนก โดยกระตุ้นให้เกิดการเชื่อมต่อของเครือข่ายประสาทไปควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อบริเวณไซริงซ์ จึงเกิดเป็นท่วงทำนองเสียงร้องแบบใหม่ และเป็นลักษณะเสียงร้องที่จำเพาะในนกแต่ละตัว และปัจจุบันการศึกษาเสียงนกได้รับความสนใจอย่างมาก โดยการศึกษาเสียงร้องในอดีตมีการบันทึกเป็นโน้ตดนตรี โทนเสียง หรือบันทึกเป็นคำพูดในภาษาต่างๆ แต่วิธีการเหล่านี้ไม่มีมาตรฐาน และไม่ได้การยอมรับทางวิทยาศาสตร์ เมื่อเทคโนโลยีวิเคราะห์เสียงก้าวหน้า จึงมีการพัฒนาซอฟแวร์วิเคราะห์เสียงนกปฏิบัติการบน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คอมพิวเตอร์ เป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การนำเสียงมาแปลงเป็นโซโนแกรม (sonogram) ซึ่งทำซ้ำได้ และให้ผลเช่นเดิมทุกครั้ง จึงคาดว่างานวิจัยพฤติกรรมการเรียนรู้เป็นแนวทางใหม่ในการศึกษาพฤติกรรมเสียงร้องของนก และองค์ประกอบของเสียงร้องสามารถชี้วัดคุณภาพเสียงร้อง หรือการพัฒนาเสียงร้องของนกได้ เช่น รูปแบบเสียงร้อง จำนวนพยางค์เสียงร้อง และช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง เป็นต้น

การศึกษาปริมาณฮอร์โมนควบคู่กับการศึกษาพฤติกรรมสัตว์ เช่น การศึกษาฮอร์โมนควบคุมเสียงร้องเพลงและรูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขน เป็นการศึกษาวิจัยแขนงหนึ่งที่ได้รับความนิยมมาเป็นเวลานาน เนื่องจากก่อให้เกิดความเข้าใจกลไกทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวข้อง หรือขบวนการที่ก่อให้เกิดพฤติกรรมการเรียนรู้เสียงร้อง และยังสามารถนำความรู้ทางด้านสรีระหรือปริมาณฮอร์โมนไปประยุกต์ใช้ได้ดียิ่งกับการเพาะเลี้ยงขยายพันธุ์ และการพัฒนารูปแบบเสียงร้องให้ไพเราะยิ่งขึ้น เพื่อสนองความต้องการของตลาด และทดแทนจำนวนประชากรนกปรอดหัวโขนในธรรมชาติที่สูญหาย หรือเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการอนุรักษ์นกปรอดหัวโขนที่ลดลงจากการลักลอบจับ อีกทั้งเป็นข้อมูลทางชีววิทยาพฤติกรรมแก่นกปรอดหัวโขนเพื่อการศึกษาต่อไปในอนาคต ฮอร์โมนจึงเป็นแนวทางสำคัญในการศึกษาเสียงร้องเพื่อเกิดองค์ความรู้ใหม่ในการศึกษาวิจัย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. ศึกษารูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้และเพศเมียในช่วงอายุ 5-10 เดือน

2. ศึกษาปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศผู้และเพศเมียในช่วงอายุ 5-10 เดือน

3. ศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนกับรูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ในช่วงอายุ 5-10 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

1. ประวัติการเลี้ยงนกปรอดหัวโขน

ชาวจีนเป็นชาติแรกที่ริเริ่มนำนกปรอดหัวโขนมาเลี้ยงตั้งแต่ปี พ.ศ.2410 ชาวจีนส่วนใหญ่นิยมนำนกปรอดหัวโขนใส่กรงพาเดินตามถนน นั่งตามร้านกาแฟ หรือพบปะเพื่อนฝูง เนื่องจากเป็นนกที่ไม่ตื่นคน ทำให้ชาวจีนนิยมเลี้ยงนกปรอดหัวโขนอย่างแพร่หลาย สำหรับประเทศไทยในช่วงแรกที่นิยมเลี้ยงนกปรอดหัวโขนกันมากทางภาคใต้ เนื่องจากได้รับอิทธิพลมาจากประเทศเพื่อนบ้าน เช่น ประเทศอินโดนีเซีย มาเลเซีย และสิงคโปร์ ซึ่งนิยมเลี้ยงนกปรอดหัวโขนเพื่อการแข่งขันจิกตี แต่ไม่ปรากฏหลักฐานว่าคนไทยเริ่มเลี้ยงนกปรอดหัวโขนมาตั้งแต่เมื่อใด จนกระทั่งประมาณปี พ.ศ.2515 ชาวจังหวัดสงขลาเปลี่ยนแนวคิดการเลี้ยงนกปรอดหัวโขนเพื่อแข่งขันจิกตีมาเป็นการเลี้ยงเพื่อแข่งขันประชันเสียงร้อง โดยจับนกจากป่ามาฝึกเสียงร้องในลีลาต่างๆ ตามความสามารถของนกแต่ละตัว จากนั้นการแข่งขันประชันเสียงของนกปรอดหัวโขนก็เริ่มมีผู้นิยมมากขึ้นตามลำดับ และจัดการแข่งขันขึ้นอย่างเป็นทางการเมื่อปี พ.ศ.2519 ที่สนามบริเวณหลังสถานีรถไฟเมืองหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และประมาณปี พ.ศ.2520 ทางจังหวัดนครศรีธรรมราชจัดตั้งชมรมกลุ่มผู้เลี้ยงนกปรอดหัวโขน จนกระทั่งนกปรอดหัวโขนเป็นสัตว์ที่นิยมเลี้ยงอย่างแพร่หลายทั่วประเทศ (มัลลิกา, 2549)

2. การจำแนกทางสัตววิทยา

นกปรอดหัวโขนจัดอยู่ในวงศ์ปรอด PYCNONOTIDAE มีชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษว่า Red-whiskered Bulbul และชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pycnonotus jocosus* สามารถจัดจำแนกทางอนุกรมวิธานตาม ดังนี้

อาณาจักร : Animalia

ไฟลัม : Chordata

ชั้น : Aves

อันดับ : Passeriformes

วงศ์ : Pycnonotidae

สกุล : *Pycnonotus*

ชนิด : *Pycnonotus jocosus* (Linnaeus, 1758)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในประเทศไทยนกปรอดหัวโขนมีชื่อเรียกต่างกันตามภูมิภาค เช่น ภาคกลางเรียกนกปรอดหัวโขนเคราแดง หรือนกปรอดจุก ภาคใต้เรียกนกกรงหัวจุก และภาคเหนือเรียกนกพืชหลิว เป็นต้น อุปนิสัยตามธรรมชาติชอบจิกตีกัน สีสันสวยงาม มีอายุเฉลี่ย 15-25 ปี (มัลลิกา, 2549)

3. ชีววิทยาของนกปรอดหัวโขน

3.1 ลักษณะสัณฐานภายนอก

นกปรอดหัวโขน (ภาพที่ 1) เป็นนกขนาดเล็ก ความยาวจากหัวถึงหาง 20-22 เซนติเมตร (Schodde and Tidemann, 1986; Pizzey and Knight, 1997) ปากสีดำเรียวแหลม ปลายปากโค้งเล็กน้อย มีขนสั้นแข็งบริเวณโคนปาก คอสั้น ลำตัวเพรียว ปีกสั้น หางยาว มีหงอนยาวสีดำตั้งชันขึ้นมาบริเวณหน้าผาก มองดูคล้ายคนที่สวมหัวโขนที่มียอดแหลม มีเส้นสีดำลากจากโคนปากลงมาต่อกับแถบสีดำข้างคอ ใต้ตาแต้มสีแดง ลำตัวด้านบนสีน้ำตาลด้านล่างสีขาว โคนหางด้านล่างสีแดง ขอบหางขาว ขาสีน้ำตาลดำ (Lekagul and Round, 1991) นกปรอดหัวโขนเพศผู้ และเพศเมียมีสีสันคล้ายกัน มีข้อแตกต่างเล็กน้อย นกปรอดหัวโขนเพศผู้หัวใหญ่ ขนคอขาวฟู ฐานจุกใหญ่ ปลายจุกโค้งไปด้านหน้าเล็กน้อย ดวงตาสดใส สีแดงที่แก้มใหญ่ และสดชัดเจน ข้อสังเกต คือ ขนหัวปีกทั้งสองข้างมีสีชมพูอ่อนๆ ซึ่งในนกปรอดหัวโขนเพศเมียไม่มี ขนบริเวณหน้าอกหน้าท้องเห็นขนอ่อนคลุมทั่วไป แต่ไม่ปรากฏในเพศเมีย เสียงร้องเป็นทำนองยาว ส่วนนกปรอดหัวโขนเพศเมียขนาดหัวเล็ก หน้าเล็ก ขนคอเรียบ ฐานจุกเล็ก ปลายจุกโค้งไปด้านหลังหรือชี้ตรง สีแดงที่แก้มขนาดเล็ก และสีไม่สด เสียงร้องทำนองไม่ยาว ส่วนนกปรอดหัวโขนวัยอ่อนหน้าผาก และหงอนสีน้ำตาลอมดำ ยังไม่มีแต้มสีแดงใต้ตา โคนหางสีชมพูจางๆ (เอกชัย, 2546)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 1 นกปรอดหัวโขน *Pycnonotus jocosus* ตัวเต็มวัย

3.2 การกระจายและถิ่นที่อยู่อาศัย

นกปรอดหัวโขนแพร่กระจายอยู่เฉพาะทางตอนใต้ของทวีปเอเชียจากปากีสถาน และอินเดียถึงตะวันตกเฉียงใต้ของทวีป เช่น เวียดนาม พม่า ไทย ลาว และอินโดจีน รวมประเทศจีน อีกทั้งถูกนำไปเป็นนกเลี้ยงในสหรัฐอเมริกา สาธารณรัฐมอริเซียส และออสเตรเลีย (Wood, 1999) ในปี ค.ศ.1880 ได้มีการแพร่กระจายในธรรมชาติในเวลาต่อมา โดยสามารถเพิ่มจำนวนประชากรได้มาก (Schodde and Tidemann, 1986; Pizzey and Knight, 1997)

ประเทศไทยนกปรอดหัวโขนแพร่กระจายกว้างทั่วประเทศ แต่มีการกระจายค่อนข้างน้อยทางภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากสภาพอากาศร้อน ส่วนทางภาคใต้ในอดีตมีประชากรนกปรอดหัวโขนมาก แต่ปัจจุบันถูกจับไปเป็นสัตว์เลี้ยงจำนวนมาก ส่งผลให้จำนวนประชากรนกปรอดหัวโขนในธรรมชาติลดลง และหมดจากพื้นที่ นกปรอดหัวโขนอาศัยอยู่ตามทุ่งหญ้า ทุ่งโล่ง ป่าละเมาะ พื้นที่เกษตรกรรม และตามแหล่งชุมชน จากพื้นราบจนถึงระดับความสูง 1,800 เมตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากระดับน้ำทะเล นกปรอดหัวโขนกินอาหารได้หลากหลายทั้งผลไม้ และแมลง (วีรยุทธ์, 2528) นอกฤดูผสมพันธุ์ออกหากินรวมกันเป็นฝูง โดยฝูงหนึ่งอาจมีประชากรถึง 50 ตัว หรือ 5-8 ตัวในฝูงขนาดเล็ก โดยหากินใกล้ๆ กัน และยังพบนกปรอดหลายชนิดหากินบนต้นไม้เดียวกัน การกินอาหารได้หลากหลายของนกปรอดหัวโขน ทำให้นกปรอดหัวโขนอาศัยในสภาพแวดล้อมได้หลายแบบ

3.3 การผสมพันธุ์

ฤดูผสมพันธุ์ของนกปรอดหัวโขนอยู่ในช่วงเดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงที่นกปรอดหัวโขนที่จับคู่แล้วพากันแยกออกจากฝูงเพื่อสร้างรัง วางไข่อยู่ตามง่ามไม้ บนต้นไม้ และตามพุ่มไม้ โดยนำกิ่งไม้ และใบไม้มาสานกันเป็นรังรูปถ้วย นกปรอดหัวโขนวางไข่ครั้งละประมาณ 2-3 ฟอง แต่ส่วนมากแม่นกจะคัดเหลือ 2 ฟอง เปลือกไข่สีน้ำตาลอ่อนอมชมพู มีจุดสีน้ำตาลอมม่วงกระจายทั่วเปลือกไข่ (Schodde and Tidemann, 1986; Pizzey and Knight, 1997) พ่อแม่นกช่วยกันฟักไข่ ใช้เวลาประมาณ 14 วัน จึงฟักออกเป็นตัว และใช้เวลาอยู่ในรังอีกประมาณ 14-18 วัน จนกระทั่งลูกนกเริ่มหัดบิน แต่ในสภาพกรงเลี้ยงนกปรอดหัวโขนสามารถออกไข่ได้ตลอดทั้งปีขึ้นกับความสมบูรณ์ของอาหาร (มัลลิกา, 2549) โดยลูกนกปรอดหัวโขนเป็นลูกนกประเภทช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ (altricial) คือ ลูกนกที่ฟักออกจากไข่ไม่มีขนอุยปกคลุมตัว ตาไม่ลืม ขาไม่แข็งแรง พ่อแม่นกต้องนำอาหารมาป้อนให้แก่ลูกนกจนร่างกายสมบูรณ์ มีขนขึ้นตามตัว และสามารถฝึกบินได้

3.4 สถานภาพในปัจจุบัน

สถานภาพของนกปรอดหัวโขนในระดับโลกถูกจัดอยู่ในกลุ่มสัตว์ที่ระดับความเป็นกังวลน้อยที่สุดทางด้านการอนุรักษ์ ในขณะที่ระดับประเทศจำนวนประชากรนกปรอดหัวโขนในพื้นที่ภาคใต้ไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้เลี้ยง จึงมีการจับนกปรอดหัวโขนในธรรมชาติจากภาคอื่นๆ ลงไปขายยังภาคใต้มากขึ้น จนระยะหลังความนิยมเลี้ยงนกปรอดหัวโขนเริ่มแพร่ขยายสู่ชาวบ้านภาคกลาง และภาคเหนือ จำนวนประชากรนกปรอดหัวโขนในธรรมชาติจึงลดลงอย่างเห็นได้ชัด ปัจจุบันประชากรนกปรอดหัวโขนพื้นที่ทางภาคใต้ของประเทศไทยจัดสถานภาพเป็นสูญพันธุ์จากธรรมชาติ (Lekagul and Round, 1991)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นกปรอดหัวโขนเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองลำดับที่ 110 ตามพระราชบัญญัติสงวนและคุ้มครองสัตว์ป่า พ.ศ.2535 ของกรมป่าไม้ แต่เปิดโอกาสให้เพาะพันธุ์ตามกฎกระทรวงฉบับที่ 6 พ.ศ.2537 ให้นกปรอดหัวโขนเป็นสัตว์ป่าสงวนและคุ้มครองที่เพาะพันธุ์ได้ในลำดับที่ 10 โดยต้องขออนุญาตก่อนเพาะพันธุ์ และผู้ใดมีไว้ในครอบครองโดยมิได้รับอนุญาตจากกรมป่าไม้ถือว่าผิดกฎหมาย ส่วนผู้มีนกในครอบครองก่อนปี พ.ศ.2535 ต้องขอใบอนุญาตครอบครอง และหากผู้ใดต้องการเพาะพันธุ์ต้องปฏิบัติตามกฤษฎีกาเล่มที่ 111 ตอนที่ 58 ปี พ.ศ.2537 ซึ่งระบุว่านกปรอดหัวโขนเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองที่เพาะพันธุ์ได้ แต่ต้องได้รับการอนุญาตจากกรมป่าไม้เสียก่อน แม้ว่ากฎหมายเปิดโอกาสให้เพาะพันธุ์นกปรอดหัวโขนในกรงเลี้ยงได้ แต่ผู้ขายก็ไม่นิยมเพาะเลี้ยงเนื่องจากการขออนุญาตจากกรมป่าไม้มีขั้นตอนยุ่งยาก อีกทั้งการเพาะพันธุ์ต้องลงทุนสูงกว่าการจับจากธรรมชาติซึ่งสามารถจับได้ครั้งละมากๆ เนื่องจากนกปรอดหัวโขนอยู่รวมกันเป็นฝูงตามท้องทุ่ง ใช้ตาข่ายดักจับครั้งเดียวได้นกเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันนกปรอดหัวโขนกำลังตกอยู่ในสถานการณ์น่าเป็นห่วงขณะที่มีการซื้อขายนกปรอดหัวโขนกันมาก แต่กลับไม่มีกลุ่มผู้เลี้ยงหรือผู้ขายนกรายใดออกมายืนยันความสำเร็จในการเพาะพันธุ์ต่อกรมป่าไม้ (มัลลิกา, 2549)

4. เสียงร้องของนก

เสียงร้องเป็นพฤติกรรมรูปแบบหนึ่งที่นกใช้ติดต่อสื่อสารคล้ายกับภาษามนุษย์ เพียงแต่เป็นภาษาที่แตกต่างกัน เสียงร้องของนกเป็นสัญชาตญาณ นกร้องสื่อสารได้ตั้งแต่เกิดแม้ไม่เคยได้ยินเสียงนั้นมาก่อน (Catchpole, 1979) แต่ภาษาของมนุษย์เกิดจากการเรียนรู้จะต้องได้ยินเสียงต้นแบบและมีการฝึกฝนจึงสามารถพูดภาษาใดภาษาหนึ่งได้ (Jarvis, 2004) เสียงร้องของนกเป็นการสื่อสารที่มีความซับซ้อน และเป็นสื่อที่สำคัญของนกสำหรับใช้ในการติดต่อ เสียงร้องอาจส่งเป็นสัญญาณยาว และซับซ้อนหรือสั้น และไม่ซับซ้อน (Catchpole and Slater, 1995) ซึ่งมีความแตกต่างกันในแต่ละระดับเสียง จัดว่าเป็นวิวัฒนาการสูงสุดแบบหนึ่งของการสื่อสารด้วยเสียงร้อง (นริทธิ์, 2536) ในฤดูผสมพันธุ์นกส่งเสียงร้องซึ่งเป็นพฤติกรรมเกี้ยวพาราสี โดยส่วนใหญ่นกเพศผู้เป็นผู้แสดงพฤติกรรมออกมา ซึ่งเป็นการกระตุ้นให้เพศเมียมีการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา และยอมรับการผสมพันธุ์ (Brenowitz *et al.*, 1997) นอกจากนั้นเสียงร้องยังใช้ในการประกาศอาณาเขต (territorial defense) บริเวณทำรังหรือสำหรับการเกี้ยวพาราสี (วีรยุทธ์, 2528) นกปรอดหัวโขนอยู่ในกลุ่มนกร้องเพลง (Passeriformes) ส่งเสียงร้องตลอดทั้งปี และนกเพศเมียสามารถส่งเสียงร้องเพลงได้ แต่นกเพศเมียมีทำนองเสียงร้องน้อยกว่านกเพศผู้ และเสียงร้องเป็นคำสั้นๆ

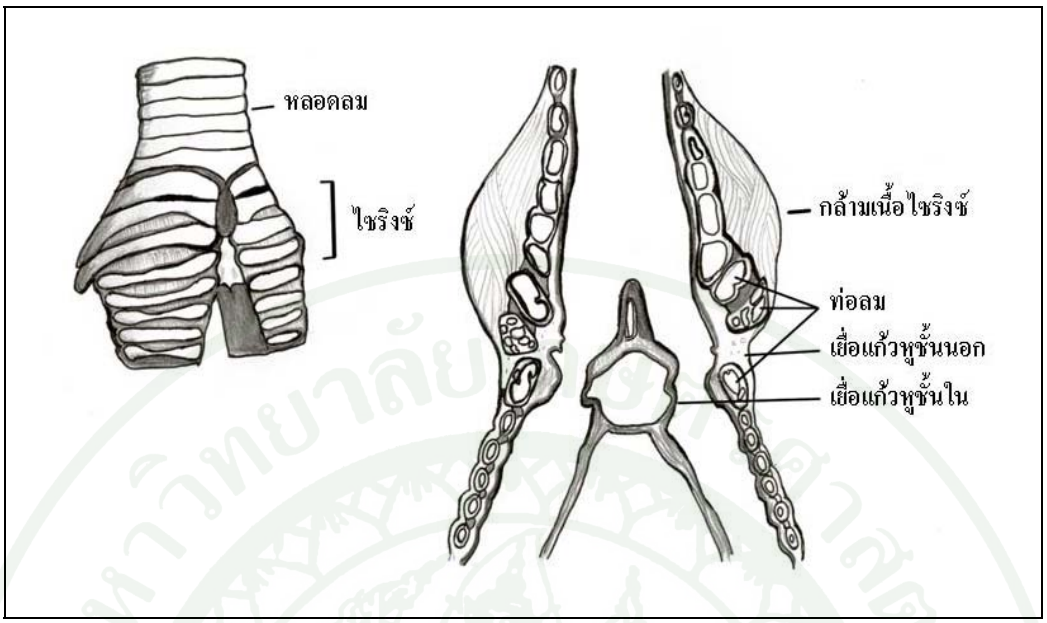
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.1 อวัยวะกำเนิดเสียง

เสียงที่นกใช้เพื่อการสื่อสารสร้างจากอวัยวะพิเศษที่เรียกว่าไซริงซ์ (syrinx) (ภาพที่ 2) ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกล่องเสียงของมนุษย์ คือ ลาริงซ์ (larynx) ไซริงซ์ของนกเป็นท่อคู่ที่ตั้งอยู่ระหว่างส่วนต่อของหลอดลม (trachea) และท่อลม (brochi) ที่ต่อไปยังปอดของนก การเปล่งเสียงของไซริงซ์ทำให้เกิดการสั่นของเยื่อแก้วหู (tympanic membrane) ซึ่งเยื่อแก้วหูดังกล่าวจะถูกควบคุมโดยกล้ามเนื้อไซริงซ์ (syringeal muscles) ที่หุ้มอยู่รอบๆ ไซริงซ์ของนก นกแต่ละชนิดมีความสามารถในการสร้างเสียงไม่เท่ากัน ซึ่งนกในอันดับนกเกาะคอน (Order Passerine) มีกลุ่มย่อยซึ่งอาศัยความสามารถในการสร้างเสียงของไซริงซ์ แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มชั้นย่อยออสซีน (Subclass Oscine) หรือกลุ่มนกร้องเพลง เป็นนกที่มีกล้ามเนื้อไซริงซ์จำนวนมากประมาณ 5-9 คู่ ทำให้สามารถสร้างเสียงเพลงได้ดี และซับซ้อน ส่วนกลุ่มชั้นย่อยสับออสซีน (Subclass Suboscine) สามารถสร้างเสียงเพลงน้อยกว่าเนื่องจากมีกล้ามเนื้อไซริงซ์ที่ควบคุมการสั่นของไซริงซ์อยู่น้อย

ความแตกต่างของเสียงร้องของนกแต่ละชนิดมีสาเหตุจากลักษณะทางกายวิภาคที่แตกต่างกันของไซริงซ์ ที่สำคัญ คือ จำนวนกล้ามเนื้อไซริงซ์แตกต่างกัน ความหนา และความกว้างของเยื่อแก้วหู ความกดดันของอากาศจากถุงลม และจากภายในปอด ตลอดจนการทำงานของกล้ามเนื้อไซริงซ์ส่งผลให้แผ่นเยื่อมีความยืดหยุ่นแตกต่างกัน เสียงที่เกิดขึ้นจึงมีระดับที่แตกต่างกัน (วีรยุทธ์, 2528; Catchpole and Slater, 1995) ปริมาณ และคุณภาพของเสียงร้องอาจขึ้นอยู่กับการสะท้อนจากภายในท่อหลอดลมที่เกิดขึ้นจากความกดอากาศในท่อทางเดินหายใจ ท่อหลอดลมยาวและกว้างทำให้เกิดเสียงลึก และต่ำ ท่อลมสั้น และแคบทำให้เกิดเสียงแหลม และสูง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 อวัยวะกำเนิดเสียงร้องในอันดับนกเกาะคอน

Catchpole and Slater (1995) พบว่า นกคาคาลาคาสีเรียบเพศผู้ (Plain Chachalaca, *Ortalis vitula*) ตัวเต็มวัยมีท่อลมยาวกว่านกเพศเมียกับวัยอ่อน ดังนั้นเสียงของนกเพศผู้จึงมีระดับเสียงต่ำกว่าของนกเพศเมีย และของนกวัยอ่อนมาก อวัยวะส่วนอื่นนอกเหนือจากท่อหลอดลม ซึ่งทำหน้าที่เป็นห้องสำหรับขยายเสียงให้ดังขึ้น ได้แก่ ถุงลม ถุงลมมีอยู่ตามส่วนต่างๆ ของร่างกายของสัตว์ปีก ถุงลมที่คอของนกหลายชนิดในอันดับไก่ (Galliformaes) จะโป่งพองออกระหว่างฤดูสืบพันธุ์ เพื่อช่วยขยายเสียงร้องให้ดังขึ้น

การทำงานของไซริงซ์อยู่ภายใต้การควบคุมของกลุ่มเซลล์ประสาทไฮเปอร์สไตรอาตัมเวนแทรลพาร์สคอแดล (hyperstriatum ventrale pars caudale, HVc) และแมกโนเซลล์ลูลาร์นิวเคลียสออฟดิแอนทีเรียร์นีโอสไตรอาตัม (magno cellular nucleus of the anterior neostriatum, MAN) ในสมอง ซึ่งในนกฟินช์ลาย (Zebra Finch, *Taeniopygia guttata*) กลุ่มเซลล์ประสาททั้งสองพัฒนาขนาดใหญ่มากกว่านกที่ไม่สร้างเสียงเพลง โดยกลุ่มเซลล์ประสาททั้งสองสะสมฮอร์โมนเพศผู้ (androgen hormones) มาก ทำให้นกเพศผู้ส่งเสียงร้องเพลงมากกว่านกเพศเมีย (Nordeen *et al*., 1986; Arnold and Saltiel, 1979) กลุ่มเซลล์ประสาทดังกล่าวส่งใยประสาทนำออก (axon) ไปกระตุ้นเซลล์ประสาทที่เส้นประสาทสมองคู่ที่ 12 (12^{th} cranial nerve) ไฮโปกลอสซัล (hypoglossal nerve) ไปควบคุมกล้ามเนื้อไซริงซ์โดยควบคุมไซริงซ์ซ้าย และขวาไม่เท่ากัน และขนาดของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เส้นประสาทที่มาควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อไซริงซ์ เช่น มัดเส้นประสาทที่มาจากสมองส่วนกลาง และเซลล์ประสาทจากเทเลนเซฟฟาริก (telencephalic) ของนกเพศผู้มีขนาดใหญ่กว่านกเพศเมีย (Nottebohm and Arnold, 1976)

Nottebohm (1981) พบว่า เซลล์ประสาทไฮเปอร์สไตรอาตัมเวนแทรลพาร์สคอแดลของนกที่นำมาเลี้ยงในกรงมีการเปลี่ยนแปลงขนาดได้ โดยขึ้นอยู่กับ 2 ปัจจัย ได้แก่ ช่วงความยาวแสง และปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรน และ Bottjer *et al.* (1984) ทำการศึกษาผลจากการทำให้เกิดรอยแผลบนระบบประสาทส่วนหน้าของนกร้องเพลงพบว่า การทำให้เกิดรอยแผลที่เซลล์ประสาทไฮเปอร์สไตรอาตัมเวนแทรลพาร์สคอแดลมีผลต่อการเรียนรู้ และการจดจำเสียงร้องของลูกนกฟินซ์ลายวัยอ่อนเพศผู้ แต่ไม่พบว่ามีผลต่อการเรียนรู้เสียงเพลงในนกฟินซ์ลายตัวเต็มวัย

Catchpole (1979) ศึกษาอิทธิพลของการตัดเส้นประสาทสมองไฮโปกลอสซัลทั้งซ้ายและขวาของนกชาฟฟินซ์ (Chaffinch, *Fringilla coelebs*) พบว่าการตัดเส้นประสาทสมองไฮโปกลอสซัล ซึ่งควบคุมไซริงซ์ด้านขวาของนกชาฟฟินซ์ ทำให้นกสูญเสียบทเพลงเพียง 2-3 พยางค์ (syllable) ในขณะที่การตัดเส้นประสาทสมองดังกล่าวด้านซ้าย นกจะสูญเสียเกือบทั้งบทเพลงเหลือเพียง 1-3 หน่วยเสียง (element) เท่านั้น เส้นประสาทสมองไฮโปกลอสซัลที่ควบคุมไซริงซ์ด้านซ้ายสำคัญมากกว่าไซริงซ์ด้านขวา อย่างไรก็ตามเสียง ร้องเพลงจะสมบูรณ์จำเป็นต้องมีการควบคุมทั้ง 2 ข้างในเวลาเดียวกัน

4.2 การเรียนรู้เสียงร้องของนก

พฤติกรรมการเรียนรู้เสียงร้องมักมีช่วงเวลาที่จำเพาะหรือเป็นช่วงที่ไวต่อการเรียนรู้ โดยนกแต่ละชนิดมีช่วงเวลาจำกัดแตกต่างกัน เช่น การเรียนรู้เกิดขึ้นเพียงปีแรกของชีวิตและไม่สามารถเรียนรู้เพิ่มได้แม้เป็นตัวเต็มวัย (Marler and Peter, 1987) ตัวอย่างของนกที่อายุจำกัดพฤติกรรมการเรียนรู้ เช่น นกฟินซ์ลาย และนกกระจอกกระหม่อมขาว (White-crowned Sparrow, *Zonotrichia leucophrys*) แต่มีนกบางชนิดที่สามารถเรียนรู้เสียงร้องได้แม้เป็นตัวเต็มวัยแล้ว และสามารถพัฒนาทำนองเสียงร้องได้ทุกปี เมื่อถึงฤดูกาลสืบพันธุ์ เช่น นกคีรีบูน (Canary, *Serinus canaria*) และนกเอี้ยงยุโรป (European Starling, *Sturnus vulgaris*) (Bohner *et al.,* 1990; Brenowitz *et al*., 1997)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Thorpe (1958) และ Marler (1997) กล่าวว่า พฤติกรรมการเรียนรู้เสียงร้องเป็นขั้นตอนหนึ่งที่นำไปสู่การพัฒนาสำนวน (phrase) ของเสียงร้องได้ โดยนกวัยอ่อนจะจดจำสำนวนเสียงร้องของนกตัวเต็มวัยชนิดเดียวกัน เช่น พ่อหรือแม่ ขั้นตอนแรกเป็นการจดจำเสียงร้อง (memory acquisition) ขั้นตอนที่ 2 ลูกนกฝึกส่งเสียงร้องที่จดจำ หรือลอกเลียนแบบตัวเต็มวัย ขั้นตอนที่ 3 ลูกนกวัยอ่อนสามารถผลิตเสียงร้องหลากหลายรูปแบบโดยสร้างจากรูปแบบสำนวนที่ได้จากการรับรู้ (sensorimotor) และในอนาคตลูกนกจะทำการพัฒนาเสียงร้องให้เป็นลักษณะเฉพาะตัวโดยมีโครงสร้างเสียงที่ดีขึ้น และซับซ้อน แต่การพัฒนาเสียงร้องจะไม่เกิดขึ้นถ้าลูกนกวัยอ่อนไม่ได้ยินเสียงจากตัวเต็มวัยชนิดเดียวกัน (conspecific) หรือจากเทปบันทึกเสียง (Brenowitz *et al*., 1997) จึงไม่สามารถสรุปได้แน่ชัดว่าการเรียนรู้เพื่อสร้างเสียงร้องใหม่ของนกเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนเป็นตัวเต็มวัยหรือไม่ หรือเกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อของเครือข่ายประสาทใหม่ในระบบประสาท (Chaiken *et al*., 1994) Thorpe (1961) พบว่า ลูกนกชาฟฟินซ์ที่จับมาแยกเลี้ยงจากตัวเต็มวัยเพศผู้สร้างเสียงร้องที่ผิดไปจากนกตัวอื่นๆ ที่นำมาเลี้ยงโดยให้ฟังเสียงร้องที่บันทึกเทปจากชาฟฟินซ์ตัวเต็มวัยในธรรมชาติ โดยลูกนกที่ได้ฟังเสียงจากเทปบันทึกสามารถสร้างเสียงร้องได้ตามปกติ

4.3 ฮอร์โมนควบคุมเสียงร้อง

การส่งเสียงร้องของนกอยู่ภายใต้การควบคุมของฮอร์โมนเพศ (sex hormones) ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกับวงรอบสืบพันธุ์ (reproductive cycle) นกที่ส่งเสียงร้องมักเป็นนกเพศผู้ และร้องเฉพาะในช่วงฤดูสืบพันธุ์ (Pettingill, 1985) และการศึกษาของ สุรกานต์ (2539) พบว่านกปรอดหัวโขน นกปรอดหัวสีเขม่า (Sooty-headed Bulbul, *Pycnonotus aurigaster*) และนกปรอดสวน (Streak-eared Bulbul, *Pycnonotus blanfordi*) จะสร้างเสียงร้องมากที่สุด และมีความซับซ้อนที่สุดในช่วงฤดูผสมพันธุ์ คือช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนสิงหาคม

ระบบสืบพันธุ์เพศผู้ของสัตว์ปีกประกอบด้วย อัณฑะ 1 คู่ ท่อเก็บน้ำเชื้อ (epididymis) ท่อน้ำเชื้อ (vas deferens) โดยอัณฑะอยู่ด้านหน้าของไต ทำหน้าที่สร้างเซลล์สืบพันธุ์ คือ อสุจิ และฮอร์โมนเทสทอสเทอโรน ซึ่งสร้างจากเซลล์เลย์ดิก (Leydig's cell) ฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนเป็นฮอร์โมนเพศกลุ่มสเตอรอยด์ (steroid hormone) มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะเพศลำดับที่ 2 เช่น สีขน ขนาดของหงอน เสียง และพฤติกรรม (Etches, 1996)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เนื่องจากฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนส่งผลต่อความสามารถของนกในการจดจำเสียงร้อง ความซับซ้อนของเสียงร้อง และความยืดหยุ่น (plasticity) ของเสียงร้องได้ ซึ่งจะส่งผลตามวงรอบของฮอร์โมนเทสทอสเทอโรน (Bottjer and Johnson, 1997; Schlinger, 1997) ในช่วงฤดูผสมพันธุ์ของนกในเขตอบอุ่น และนกเขตร้อน มีคัดหลั่งฮอร์โมนเทสทอสเทอโรน เพื่อควบคุมพฤติกรรมการป้องกันอาณาเขตสำหรับการจับคู่ผสมพันธุ์ในรอบปี และการเกี้ยวพาราสี (Wingfield *et al*., 1987; Wingfield *et al*., 1990; Levin and Wingfield, 1992; Wingfield *et al*., 1992; Hau *et al*., 2000) แต่ช่วงฤดูผสมพันธุ์ของนกในเขตร้อนจะยาวนานกว่านกในเขตอบอุ่น หรือยาวนานกว่านกที่อาศัยอยู่ในละติจูดที่สูงกว่า เป็นผลให้นกเขตร้อนส่งเสียงร้องตลอดทั้งปี (Levin and Wingfield, 1992; Ricklefs, 1998; Poulsen, 2002) แต่ก็พบนกเขตร้อนหลายชนิดแสดงพฤติกรรมปกป้องอาณาเขตแม้ว่าระดับฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนต่ำ (Dittami and Gwinner, 1990; Wingfield and Lewis, 1993) และนกเพศเมียในเขตร้อนบางชนิดก็สามารถสร้างเสียงร้องเพลงได้ (Ritchison, 1983)

Morton (1996) พบว่า นกในเขตร้อนหลายชนิดสามารถส่งเสียงร้องได้ทั้งเพศผู้ และเพศเมีย ซึ่งในนกเพศเมียบางชนิดสร้างเสียงร้องเพลงได้ เช่น นกจู๋เต้น (Superb Fairy-wren, *Malurus cyaneus*) (Cooney and Cockburn, 1995) และนกกางเขนบ้าน (Oriental Magpie-robin, *Copsychus saularis*) (Kumer and Bhatt, 2002) โดยเสียงร้องที่นกเพศเมียสร้างขึ้นมีหน้าที่คล้ายนกเพศผู้

Nordeen *et al.* (1986) ศึกษาความสัมพันธ์ของฮอร์โมนเพศว่ามีผลต่อการสร้างเสียงร้องของนกหรือไม่ โดยการฉีดฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนให้แก่นกเพศเมียพบว่า นกเพศเมียของนกกระจอกกระหม่อมขาว และนกคีรีบูนสามารถส่งเสียงร้องได้ จึงเชื่อว่าฮอร์โมนเพศผู้ช่วยกระตุ้นการส่งเสียงร้อง หรือนกแบล็คเบิร์ดปีกแดง (Red-winged Blackbird, *Agelaius phoeniceus*) ในเขตอเมริกาเหนือ สามารถเรียนรู้ และแสดงพฤติกรรมส่งเสียงร้องได้เหมือนคู่ของมัน นอกจากนี้นกเพศเมียบางชนิดสามารถคัดหลั่งฮอร์โมนเทสทอสเทอโรน เพื่อกระตุ้นเสียงร้องเพลงสำหรับเกี้ยวพาราสี ซึ่งเป็นพฤติกรรมของนกเพศเมียที่เป็นฝ่ายชักชวนให้เพศผู้เข้ามาผสมพันธุ์ (Cunningham and Baker, 1983)

การศึกษาบทบาทของฮอร์โมนเพศเมียเอสทราไดออล (estradiol, E2) มีความเกี่ยวข้องกับฮอร์โมนเพศผู้ และยังมีผลต่อพฤติกรรมการส่งเสียงร้องเช่นกัน โดย Nordeen *et al.* (1986)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พบว่า ลูกนกฟินซ์ลายเพศเมียหากได้รับฮอร์โมนเอสทราไดออลเป็นช่วงสั้นๆ หลังฝักออกจากไข่ ส่งผลให้นกฟินซ์ลายเพศเมียสามารถสร้างเสียงร้องได้เช่นเดียวกับนกเพศผู้หรือแสดงลักษณะความเป็นเพศผู้ (masculinizes) ออกมา (Gurney, 1981, 1982; Gurney and Konishi, 1980) เนื่องจากฮอร์โมนเอสทราไดออลเป็นฮอร์โมนที่กระตุ้นกลุ่มเซลล์ประสาทสมองไฮเปอร์สไตรอาตัมเวนแทรลพาร์สคอแดล และแมกโนเซลล์ลูลาร์นิวเคลียสออฟดิแอนทีเรียร์นีโอสไตรอาตัมให้เพิ่มจำนวนตัวรับ (receptor) ของเซลล์เป้าหมาย (target cell) จับกับฮอร์โมนเพศผู้ช่วยชักนำให้เกิดการเชื่อมโยงเครือข่ายประสาททำให้เกิดการพัฒนาเสียงร้องต่อมา

5. รูปแบบของเสียงร้อง

เสียงเป็นสื่อกลางรูปแบบหนึ่งของการสื่อสารซึ่งนกใช้เป็นรูปแบบหลัก นกสามารถเปล่งเสียงร้องให้มีท่วงทำนอง ระดับเสียงสูง และต่ำแตกต่างกันหลากหลายรูปแบบ นกจึงเป็นกลุ่มสัตว์ที่ใช้ประโยชน์จากเสียงร้องมากที่สุดในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน (วีรยุทธ์, 2828) เสียงร้องของนกจำแนกได้เป็น 2 รูปแบบ คือ เสียงร้องติดต่อ (call) และเสียงร้องเพลง (song) ซึ่งในนกบางชนิดบอกความแตกต่างได้ยาก (Borowiec and Lontkoski, 2000; Kumer, 2003)

5.1 เสียงร้องติดต่อ (Call)

เสียงร้องติดต่อมักเป็นเสียงร้องสั้นๆ หรือเป็นคำๆ (Catchpole and Slater, 1995; Geoff, 1996; Bhatt *et al*., 2000) มีความหมายหลากหลาย และแปรไปตามชนิดของนก ผู้ศึกษาความหมายของเสียงร้องติดต่อจำเป็นต้องรู้พฤติกรรมของนกชนิดนั้นๆ อย่างแท้จริง จึงจะถอดความหมายของเสียงร้องติดต่อได้ เสียงร้องติดต่อมีรูปแบบไม่ซับซ้อนเหมือนเสียงร้องเพลง เป็นเสียงร้องที่แสดงออกทั้งนกเพศผู้ และนกเพศเมีย เกิดขึ้นได้ตลอดทั้งปี มีความสำคัญในกลุ่มนกชนิดเดียวกัน (ศิริวรรณ, 2543) ส่วนนกที่ไม่จัดอยู่ในกลุ่มนกเกาะคอน (non passerine) ใช้เสียงร้องติดต่อในการผสมพันธุ์ และปกป้องอาณาเขต ทำหน้าที่เหมือนเสียงร้องเพลง เนื่องจากไม่ปรากฏรูปแบบเสียงร้องเพลงในนกกลุ่มนี้ (รัศมีพร และนริทธิ์, 2544) นอกจากนั้นแล้วเสียงร้องติดต่อยังใช้ในการจดจำสมาชิกแต่ละตัว และจดจำคู่ของตัวเองเมื่อฤดูกาลสืบพันธุ์เวียนกลับมาอีกครั้ง (Lambrechts and Dhondt, 1995; Burtt, 1967) เสียงร้องติดต่อมีหน้าที่สำคัญในการใช้เป็นเสียงร้องเตือนภัยในขณะที่มีศัตรูจู่โจม (Catchpole, 1979) เช่น เมื่อแม่นกแว่นตาขาว (White-eyes Bird,

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lophozosterops dohertyi) มองเห็นแมวขณะที่ป้อนอาหารให้ลูก แม่นกจะร้องเสียงดัง เตือนลูกนก และนกชนิดอื่นๆ ทุกตัวในบริเวณนั้นให้บินหนีทันที (Burtt, 1967)

Kumer (2004) พบว่า เมื่อนกปรอดก้นแดง (Red-vented Bulbul, *Pycnonotus cafer*) ที่ได้รับการกระตุ้นด้วยเหยี่ยว นกปรอดก้นแดงสร้างเสียงเรียกเตือนภัย (alarm call) 5 รูปแบบ ซึ่งมีจำนวนพยางค์เสียงมากถึง 327 ± 14 พยางค์ต่อนาที เช่นเดียวกับ Ficken and Popp (1996) พบว่า นกปรอดก้นแดงมีเสียงเรียกเตือนภัยมากกว่าหนึ่งรูปแบบ

5.2 เสียงร้องเพลง (Song)

เสียงร้องเพลงเป็นการส่งเสียงอย่างต่อเนื่องประกอบด้วยคำหลายคำเป็นท่วงทำนอง (Catchpole and Slater, 1995; Geoff, 1996; Bhatt *et al*., 2000) และมีความแปรปรวนของความถี่เสียง (วีรยุทธ์, 2528) เสียงร้องเพลงของนกทรัชเฮอร์มิท (Hermit Thrush, *Hylocochlo guttata*) มีรูปแบบของเสียงร้องเพลงแตกต่างกันถึง 13 แบบ ซึ่งการส่งเสียงร้องเพลงเกิดจากพฤติกรรมการเรียนรู้ (learning behavior) และพันธุกรรม (genetic) (Marler and Hamilton, 1966)

การใช้ประโยชน์จากเสียงร้องเพลงสามารถจัดแบ่งกลุ่มนกร้องเพลงออกเป็น 2 กลุ่ม ตามวัตถุประสงค์ ได้แก่ ใช้เสียงร้องเพลงเพื่อการประกาศอาณาเขต และการเกี้ยวพาราสี เรียกว่า นกร้องเพลงประเภท true song หากนกใช้เสียงร้องเพื่อวัตถุประสงค์อย่างใดอย่างหนึ่ง เรียกว่า นกร้องเพลงประเภท sub song โดย รัศมีพร และนริทธิ์ (2544) ทำการศึกษาโครงสร้างเสียงร้องสื่อสารของนกในวงศ์นกปรอด และวงศ์นกเอี้ยง พบว่า นกปรอดหัวโขน และนกเอี้ยงสาลิกา (Common Myna, *Acridotheres tristis*) ไม่จัดเป็นนกร้องเพลงประเภท true song เนื่องจากนกทั้ง 2 ชนิด เป็นนกที่ไม่มีการประกาศอาณาเขตหากินเพราะ กินอาหารได้หลากหลายไม่ว่าจะเป็นผลไม้หรือแมลง (วีรยุทธ์, 2528) จึงใช้เสียงร้องเพลงเพื่อการเกี้ยวพาราสีเพียงประการเดียว

การส่งเสียงร้องเพลงประกาศอาณาเขตเป็นพฤติกรรมที่มักพบเห็นช่วงฤดูสืบพันธุ์ เป็นบทบาทหน้าที่ของนกเพศผู้เป็นส่วนใหญ่ ส่วนเสียงร้องเพลงเกี้ยวพาราสีเป็นเสียงร้องดึงดูดนกเพศเมียเพื่อจับคู่ผสมพันธุ์ โดยมีท่วงทำนองเพลงไพเราะกว่าเสียงร้องเพลงประกาศอาณาเขต นกเพศผู้ส่งเสียงร้องเพลงในช่วงที่มีการสร้างรัง (nest-building stage) และความถี่ในการร้องลดลงเมื่อเข้าสู่ช่วงฟักไข่ และดูแลลูก (Logan, 1983) เช่น นกติ๊ดใหญ่ (Great Tits, *Parus major*) เพศผู้จะส่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เสียงร้องเพลงถี่ขึ้นเมื่อนกเพศเมียเข้ามาใกล้ และจะร้องถี่มากขึ้นในระหว่างที่จับคู่ (Krebs *et al*., 1981)

6. การศึกษาเสียงร้องของนก

ความสนใจศึกษาเสียงนกเริ่มมีความก้าวหน้ามากในยุคปี ค.ศ.1950 เนื่องจากนักปักษีวิทยาและนักพฤติกรรมวิทยามีแนวคิดว่าหูของมนุษย์ไม่มีความเที่ยงตรงในการศึกษาเสียงร้องนก ซึ่งการศึกษาเสียงร้องมีหลากหลายวิธี เช่น บันทึกเป็นโน้ตดนตรี เป็นโทนเสียงสั้น เสียงยาว เสียงสูง เสียงต่ำ หรือบันทึกเป็นคำพูดในภาษาต่างๆ แต่วิธีการเหล่านี้มีอคติสูงไม่มีมาตรฐานทางวิทยาศาสตร์ โน้ตดนตรีอาจจะบอกระดับเสียง แต่บอกไม่ได้ว่าออกเสียงเป็นคำว่าอะไร หรือโทนเสียงสั้นยาว สูงต่ำมีข้อผิดพลาดเช่นกัน จึงนำเอาเครื่องมือทางฟิสิกส์ที่ใช้ศึกษาเสียง มาใช้ศึกษาเสียงของสัตว์ ได้แก่ oscilloscope แต่เครื่องมือดังกล่าวใช้ได้ดีเฉพาะเสียงที่ซ้ำๆ และไม่ซับซ้อน เช่น เสียงของแมลง แต่เสียงนกที่ซับซ้อนก็ต้องการเครื่องมือที่ดีกว่า จึงนำเครื่อง sound spectrograph (frequency spectrum analyzer) มาวิเคราะห์เสียงสัตว์โดยเฉพาะเสียงร้องของนก จนกระทั่งเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ก้าวหน้า มีซอฟแวร์วิเคราะห์เสียงนกทดแทนการใช้เครื่อง sound spectrograph ซึ่งมีขั้นตอนยุ่งยาก และมีราคาแพง โปรแกรมวิเคราะห์เสียงนกปฏิบัติการบนคอมพิวเตอร์มีหลายระบบ เช่น โปรแกรม Avisoft ที่เริ่มขึ้นใน พ.ศ. 2537 และยังมีการพัฒนาอยู่ตลอดเวลา (นริทธิ์, 2541) ดังนั้นวิธีที่ยอมรับ และใช้กันอย่างแพร่หลายในเชิงวิทยาศาสตร์ คือ การนำเสียงมาแปลงเป็นโซโนแกรม (sonogram) โดยใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งทำซ้ำได้ง่าย และได้ผลเช่นเดิมทุกครั้ง

Brenowitz *et al.* (1997) เรียกเสียงร้องที่นกเปล่งออกมาโดยมีความซับซ้อนน้อยที่สุดเป็นเสมือนคำหนึ่งคำว่า หน่วยเสียง (element หรือ note) การรวมกันของหน่วยเสียงที่มากกว่าหนึ่งหน่วยขึ้นไป เรียกว่า พยางค์ (syllable) หากนกเปล่งเสียงพยางค์มากกว่าหนึ่งครั้ง และมีการสร้างเสียงนั้นซ้ำๆ เรียกเสียงนั้นว่า สำนวน (phrase or motif) หากนำเอาสำนวนมารวนกัน และร้องอย่างต่อเนื่อง เรียกว่าแบบเสียงร้องเพลง (song type) และเสียงร้องเพลงที่นำเอาสำนวนมารวมกัน การสร้างสำนวนหนึ่งสลับกับอีกสำนวนหนึ่ง หรือการสร้างเสียงเพลงที่มีความถี่หลากหลายเป็นระยะเวลายาวนาน ก่อเกิดเป็นบทเพลง (bout)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขั้นตอนที่ทำให้การศึกษาเสียงสะดวกมากยิ่งขึ้น และเป็นที่ยอมรับทางวิทยาศาสตร์คือ ที่นำเสียงมาแปลงเป็นโซโนแกรม เพราะ สามารถนำเสียงมาวิเคราะห์และตั้งสมมุติฐานได้ง่าย ดังนั้น การวิเคราะห์รูปแบบเสียงร้องของนกประกอบด้วย 2 ขั้นตอนสำคัญ คือ การบันทึกเสียง และการแปลงเสียงเป็นโซโนแกรม

7. การบันทึกเสียง

การบันทึกเสียงเป็นขั้นตอนที่สำคัญมาก เนื่องจากการบันทึกเสียงที่มีคุณภาพสูงจะได้โซโนแกรมที่ชัดเจนง่ายต่อการวิเคราะห์ (Sutherland, 1997) เนื่องจากนกในเขตศูนย์สูตรหลายชนิดอาศัยอยู่ในบริเวณต้นไม้หนาแน่น มักพรางตัวตามพุ่มไม้หรือยอดไม้ และตกใจง่ายเมื่อถูกรบกวน อุปกรณ์ที่ใช้บันทึกเสียงจึงต้องมีคุณภาพสูง ความสามารถบันทึกได้ในระยะไกล ง่ายต่อการพกพา และทนทานต่อความชื้น เทคนิคในการบันทึกเสียงในภาคสนามที่ดีจะช่วยให้สามารถบันทึกเสียงที่มีคุณภาพ (Budney and Grotke, 1997) อุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการบันทึกเสียงนกประกอบด้วย เครื่องบันทึกเสียง สื่อบันทึกเสียง และไมโครโฟน

7.1 เครื่องบันทึกเสียงและสื่อบันทึกเสียง

เครื่องบันทึกเสียง และสื่อบันทึกเสียงต้องมีคุณภาพดี ทนทาน และน้ำหนักเบาเหมาะสมกับงานภาคสนาม เครื่องบันทึกเสียงมีหลายแบบ ได้แก่ 1) open-reel recorder เป็นเครื่องบันทึกเสียงเหมาะสำหรับการบันทึกเสียงร้องของนกภาคสนาม (Budney and Grotke, 1997) เนื่องจากมีความทนทาน ทนความชื้น ความเที่ยงตรงสูง และแบตเตอรี่มีอายุการใช้งานนาน แต่ตัวเครื่องราคาแพง และความยาวของเทปไม่มากต้องเปลี่ยนเทปบ่อยครั้ง 2) cassette recorder เป็นเครื่องบันทึกเสียง และแถบบันทึกเสียงซื้อได้ง่าย มีให้เลือกมากมาย และราคาไม่สูง ดังนั้นในการเลือกใช้ จึงควรพิจารณารุ่นที่เหมาะสมกับการใช้งาน และมีความเที่ยงตรงสูง ควรเลือกชนิดของเทปคาสเซทให้ตรงกับชนิดของเครื่อง เทปคาสเซตมี 3 ชนิดคือ IEC Type I, IEC Type II และ IEC Type IV การเลือกใช้เทปชนิดใดนั้นขึ้นอยู่กับเครื่องบันทึก ซึ่งจะแนะนำมาในเครื่องบันทึกเทปรุ่นใหม่ๆ มีระบบตัดเสียงรบกวน เช่น ดอลบี้ (Dolby) ในการบันทึกเสียงนกไม่แนะนำให้ใช้ เนื่องจากตอบสนองช้ากว่าอัตราเสียงที่นกร้อง ทำให้เกิดข้อผิดพลาดได้ง่าย (Budney and Grotke, 1997)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2 ไมโครโฟน

ไมโครโฟนเป็นอุปกรณ์หนึ่งที่มีความสำคัญในการบันทึกเสียง ต้องมีความไวสูง และเที่ยงตรงจึงจะให้เสียงคุณภาพสูงเข้าสู่เครื่องบันทึก ไมโครโฟนที่ใช้ในการบันทึกเสียงในธรรมชาติ ได้แก่ 1) shotgun microphone เป็นไมโครโฟนที่มีความไวสูง สามารถแยกรับเสียงที่ต้องการออกจากเสียงรบกวนจากธรรมชาติ โดยหันปากกระบอกไมโครโฟนให้ตรงกับเสียงที่ต้องการบันทึก เหมาะกับเสียงที่ดังขณะมีการเคลื่อนไหว ข้อเสีย คือ บันทึกเสียงที่เบา และไกลให้ผลไม่ดีเมื่อไมโครโฟนห่างจากแหล่งกำเนิดเสียง 2) parabolic reflector microphone เป็นไมโครโฟนประกอบติดอยู่กับจาน parabolic reflector ขนาดของจานกว้างกว่าความยาวคลื่นที่ต้องการบันทึก อย่างไรก็ตามจาน parabolic reflector ควรมีความกว้างอย่างต่ำ 0.16 เมตร จึงจะทำให้การบันทึก เสียงที่มีคุณภาพ (Lehner, 1996)

7.3 การแปลงเสียงร้องเป็นโซโนแกรม

การแปลงเสียงร้องของนกเป็นโซโนแกรมที่ได้จากเครื่องโซโนกราฟ (sonagraph) และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ แสดงผลเป็นกราฟประกอบด้วยแกนตั้งเป็นความถี่มีหน่วยเป็นกิโลเฮิรตซ์ (kilohertz, kHz) และแกนนอนเป็นวินาที (second, s) โซโนแกรมของเสียงร้องมีลักษณะเป็นแถบรูปร่างต่างๆ ตามแต่ความถี่ และความยาวของเสียงร้อง ซึ่งเครื่องโซโนกราฟพบเฉพาะตามห้องปฏิบัติการเสียงเท่านั้น แต่ปัจจุบันได้สร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับวิเคราะห์เสียงขึ้น และพัฒนาให้เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์เสียงร้องของสัตว์ชนิดต่างๆ ปัจจุบันพัฒนาให้ทำงานบนระบบปฏิบัติการต่างๆ มีให้เลือกใช้มากมาย (รัศมีพร และ นริทธิ์, 2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. สารเคมี
    1. ไดคลอโรมีเทน (dichloromethane)
    2. แก๊สไนโตรเจน (N_2)
    3. โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)
    4. โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl)
    5. ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4)
    6. โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)
    7. กรดไฮโดรคลอริก (HCl)
    8. โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

2. วัสดุและอุปกรณ์
    1. นกปรอดหัวโขนอายุ 4 เดือน จำนวน 15 ตัว
    2. กรงเลี้ยงนกขนาด กว้าง 38 เซนติเมตร ยาว 38 เซนติเมตร สูง 50 เซนติเมตร จำนวน 15 กรง
    3. ถาดน้ำและถาดอาหาร 15 ชุด
    4. ห้องบันทึกเสียงและเก็บมูลขนาดกว้าง 6 เมตร ยาว 10 เมตร สูง 3.5 เมตร
    5. โปรแกรม Recorder Sony Digital Voice
    6. โปรแกรม Avisoft-SAS Lab Pro version 4.39
    7. คอมพิวเตอร์ Microsoft Windows XP
    8. แผ่นเสียงร้องต้นแบบนกปรอดหัวโขนตัวเต็มวัย
    9. อาหารเลี้ยงนก ประกอบด้วย
        9.1 อาหารเม็ดสำหรับนกกินเนื้อ โปรตีน 9 เปอร์เซ็นต์
        9.2 อาหารไก่เนื้อระยะ 3-6 สัปดาห์ โปรตีน 20 เปอร์เซ็นต์
        9.3 ผลไม้ ได้แก่ มะละกอ และกล้วยน้ำว้า
        9.4 หนอนนก
    10. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตำแหน่ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

11. เครื่องเสียงและลำโพงกระจายเสียง
12. เครื่องปั่นแยกตะกอน (centrifuge)
13. เวอร์เท็กซ์มิกเซอร์ (vortex mixer)
14. วอเตอร์บาทธ์ (water bath)
15. เครื่องฆ่าเชื้อแรงดันไอน้ำความร้อนสูง (autoclave)
16. เครื่องวัดรังสีแกมมา (gamma counter)
17. ไมโครปิเปต (micropipette) ขนาด 20-200 ไมโครลิตร และขนาด 1 มิลลิลิตร
18. ทิป (tip) ขนาด 200 ไมโครลิตร และขนาด 1 มิลลิลิตร
19. ถุงสุญญากาศ 8x12 เซนติเมตร
20. ถุงมือยางผ่านการฆ่าเชื้อ
21. น้ำแข็งแห้ง
22. กล่องโฟมสำหรับขนส่งตัวอย่างมูล
23. หลอดไมโครเซ็นติฟิวส์
24. ช้อนพลาสติก

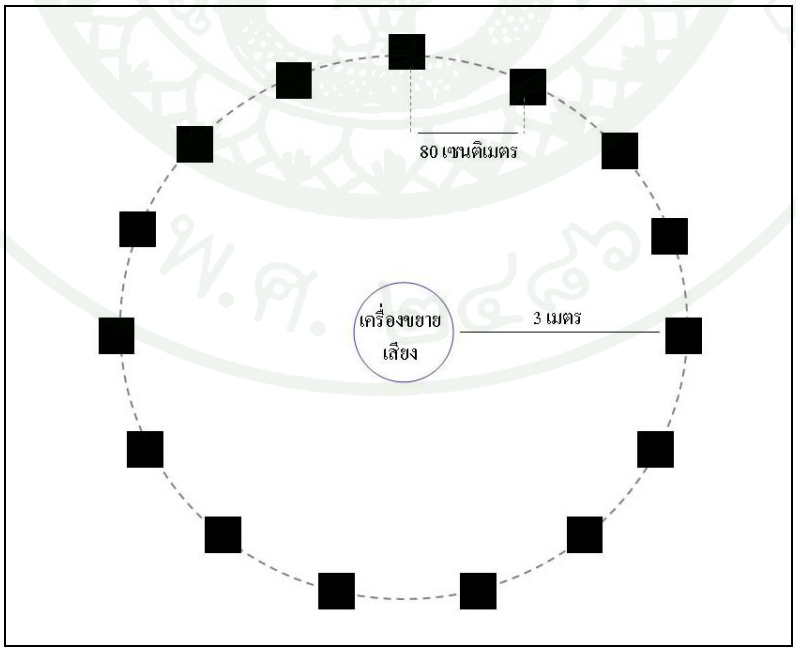
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการ

1. สัตว์ทดลอง

1.1 การเลี้ยงสัตว์ทดลอง

นำลูกนกปรอดหัวโขนอายุ 4 เดือน จากฟาร์มเอกชนจำนวน 15 ตัว คละเพศ นำมาเลี้ยงเป็นเวลา 6 เดือน ทำการติดห่วงขานกทุกตัว เลี้ยงลูกนกปรอดหัวโขนในกรงขนาด 38 x 38 x 50 เซนติเมตร กรงละหนึ่งตัว อาหารเลี้ยงลูกนกปรอดหัวโขนประกอบด้วยผลไม้ ได้แก่ มะละกอและกล้วยน้ำว้า อาหารเม็ดสำหรับนกกินเนื้อ อาหารไก่เนื้อระยะ 3-6 สัปดาห์ หนอนนก และเสริมวิตามินรวมผสมน้ำ (ตารางที่ 1) โดยเปลี่ยนน้ำและอาหารทุกวัน ปริมาณอาหารเท่ากันทุกตัว โดยเลี้ยงในห้องขนาด 6 x 10 x 3.50 เมตร อุณหภูมิห้องประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส ช่วงสว่าง 12 ชั่วโมง (6.00-18.00 น.) และช่วงมืด 12 ชั่วโมง (18.00-6.00 น.) จัดตำแหน่งกรงลูกนกปรอดหัวโขนเป็นวงกลมล้อมรอบเครื่องขยายเสียงที่ตำแหน่งศูนย์กลาง โดยวางกรงห่างจากลำโพง 3 เมตร และระยะห่างระหว่างกรง 80 เซนติเมตร (ภาพที่ 3) และนำนกปรอดหัวโขนทั้ง 15 ตัว ตากแดดครั้งละ 1 ชั่วโมง เวลา 9.00-10.00 นาฬิกา วันเว้นวัน



ภาพที่ 3 ตำแหน่งกรงนกปรอดหัวโขนจำนวน 15 กรง ภายในห้องบันทึกเสียง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชุดอาหาร 3 แบบ ได้แก่ 1. มะละกอหรือกล้วยน้ำว้า อาหารไก่เนื้อระยะ 3-6 สัปดาห์ และน้ำ
2. มะละกอหรือกล้วยน้ำว้า หนอนนก 10 ตัว และน้ำ
3. อาหารเม็ดสำหรับนกกินเนื้อ มะละกอหรือกล้วยน้ำว้า และน้ำ

ตารางที่ 1 รูปแบบการเลี้ยงนกปรอดหัวโขนใน 1 สัปดาห์

วัน	ชุดอาหาร	อาหารเสริม	ตากแดด
จันทร์	ชุดที่ 1	-	ตากแดด
อังคาร	ชุดที่ 2	วิตามินผสมน้ำ	-
พุธ	ชุดที่ 1	-	ตากแดด
พฤหัสบดี	ชุดที่ 3	วิตามินผสมน้ำ	-
ศุกร์	ชุดที่ 1	-	ตากแดด
เสาร์	ชุดที่ 2.	วิตามินผสมน้ำ	-
อาทิตย์	ชุดที่ 3.	-	ตากแดด

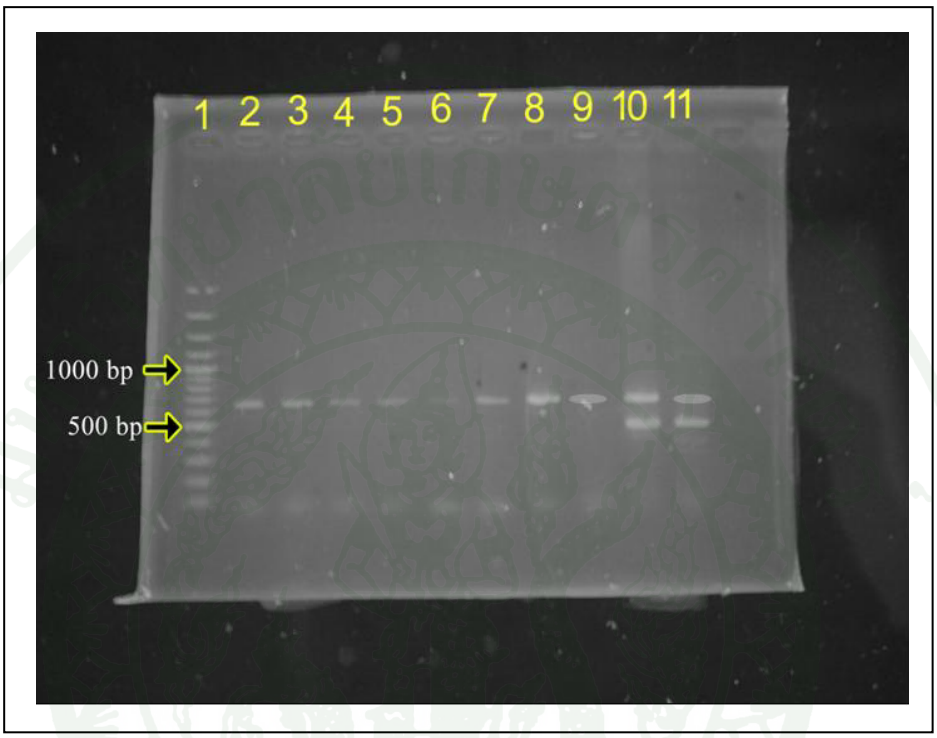
1.2 การตรวจสอบเพศนกปรอดหัวโขน

การจำแนกเพศนกปรอดหัวโขนโดยลักษณะสัณฐานวิทยาทำได้ยาก จึงตรวจสอบเพศด้วยวิธีการตรวจโครโมโซมเพศ (sex chromosome) ดังนี้ นำตัวอย่างขนปีกลูกนกปรอดหัวโขนทั้ง 15 ตัว ตรวจสอบเพศโดยสกัดดีเอนเอ (DNA) จากเนื้อเยื่อโคนขนปีก โดยใช้ชุดสกัดดีเอนเอคิวไอเอแอมดีเอนเอมินิคิท (QIAamp DNA Mini Kit) ตรวจความบริสุทธิ์ของตัวอย่างดีเอนเอโดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 260 นาโนเมตร และ 280 นาโนเมตร จากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนพีซีอาร์ (Polymerase Chain Reaction; PCR) ตรวจหาดีเอนเอผลผลิตโดยใช้เจลอะกาโรส 5 เปอร์เซ็นต์ ย้อมด้วยเอทิเดียมโบรไมด์ (Griffiths and Tiwari, 1995)

พบแถบพีซีอาร์หนึ่งแถบในตัวอย่างนกปรอดหัวโขน 12 ตัว และสองแถบในตัวอย่างนกปรอดหัวโขน 3 ตัว วิธีการนี้ใช้หลักการจับของไพรเมอร์ที่ยีนซีเอชดีของสัตว์ปีก (ซีเอชดีดับเบิลยูและซีเอชดีซี) หลังจากใช้ไพรเมอร์พี 2 และพี 8 เข้าจับยีนทั้งคู่นี้จะได้ชิ้นส่วนแอกซอน และอินทรอนที่มีความยาวแตกต่างกัน (Griffiths and Tiwari, 1995) เมื่อตรวจสอบผลิตผลพีซีอาร์ของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นกเพศผู้ และเพศเมีย โดยเจลอะกาโรสจึงเห็นแถบผลพีซีอาร์หนึ่งแถบ (ซีเอชดีซี) ในนกเพศผู้ และเห็นแถบผลพีซีอาร์สองแถบ (ซีเอชดีดับเบิลยู) ในนกเพศเมีย (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 4 ตัวอย่างแถบโครโมโซมเพศของนกปรอดหัวโขน

ช่อง 1: เครื่องหมายดีเอนเอ (marker)

ช่อง 2: แถบโครโมโซมนกทราบเพศ (เพศผู้)

ช่อง 3-9: แถบโครโมโซมตัวอย่างนกปรอดหัวโขนเพศผู้ จำนวน 7 ตัว

ช่อง 10: แถบโครโมโซมตัวอย่างนกปรอดหัวโขนเพศเมีย จำนวน 1 ตัว

ช่อง 11: แถบโครโมโซมนกทราบเพศ (เพศเมีย)

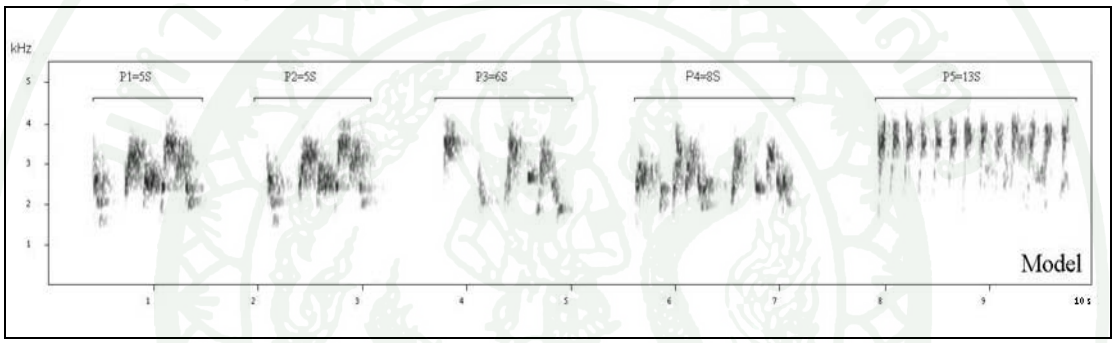
2. ศึกษารูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้และเพศเมียในช่วงอายุ 5-10 เดือน

ศึกษาองค์ประกอบของรูปแบบเสียงร้องได้แก่ จำนวนสำนวน (phase) จำนวนพยางค์เสียงร้อง (syllable) และช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง (interval) ของนกปรอดหัวโขนทั้งเพศผู้และเพศเมีย ที่อายุ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.1 เสียงร้องต้นแบบ

เสียงร้องต้นแบบ คือ เสียงร้องเพลงที่บันทึกจากนกปรอดหัวโขนตัวเต็มวัยมีความถี่อยู่ในช่วง 2-5 กิโลเฮิร์ต เสียงร้องเพลง 1 บทเพลง ประกอบด้วยสำนวนทั้งหมด 4 สำนวน โดย 1 สำนวนมีความยาวเฉลี่ย 1.30 ± 0.13 วินาที พยางค์เสียง 5-13 พยางค์ต่อสำนวน ในเสียงร้องต้นแบบนี้มีพยางค์เสียงทั้งหมด 37 พยางค์ต่อเวลาบันทึก 10 วินาที โดยมี 1 สำนวนที่ประกอบด้วยพยางค์เสียงแบบเดียวกันทั้งหมด (ภาพที่ 5) และทำการเปิดเสียงร้องต้นแบบให้นกปรอดหัวโขนทั้ง 15 ตัว ฟังในช่วงเวลา 07.00-11.00 น. ของทุกวัน ตลอดระยะเวลาการทดลอง



ภาพที่ 5 โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องต้นแบบของนกปรอดหัวโขน

หมายเหตุ P, สำนวน; S, จำนวนพยางค์; Hz, ความถี่ของเสียง (ครั้งต่อวินาที) และ s, วินาที

2.2 การบันทึกเสียง

บันทึกเสียงร้องเพลงของนกปรอดหัวโขนทั้ง 15 ตัว ในช่วงเวลา 13.00-15.00 น. เป็นระยะเวลา 6 เดือน ด้วยเครื่องบันทึกเสียง Sony ICD-BM1 นำเสียงบันทึกมาศึกษาพฤติกรรมเสียงร้องในรูปแบบโซโนแกรมด้วยโปรแกรม Avisoft SAS Lab Pro version 4.3 เพื่อวิเคราะห์ความถี่เสียง จำนวนสำนวน จำนวนพยางค์เสียงร้อง และช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ศึกษาปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศผู้และเพศเมียในช่วงอายุ 5-10 เดือน

การทดลองนี้เป็นการตรวจวัดปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนจากมูลของนกปรอดหัวโขนทั้งเพศผู้จำนวน 12 ตัว และนกปรอดหัวโขนเพศเมีย 3 ตัว ในช่วงอายุ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เดือน มีวิธีการศึกษาดังนี้

3.1 เก็บตัวอย่างมูลนกปรอดหัวโขน

ทำการเก็บตัวอย่างมูลสดนกปรอดหัวโขนทุกตัว ทุกเดือน โดยนกปรอดหัวโขนตัวที่ทำการเก็บมูลจะทำการบันทึกเสียงนกปรอดหัวโขนตัวเดียวกัน

3.2 ตรวจวัดปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนจากมูลของนกปรอดหัวโขน

ตรวจวัดปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนจากมูลของนกปรอดหัวโขนทุกตัวในแต่ละเดือน โดยนำมูลสด 1 กรัม อบแห้งแล้วบดละเอียด นำมูลผงละลายในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (phosphate buffer; pH 7.4) 8 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยวอร์เท็กซ์บ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และนำมาปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 6000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นนำของเหลวใส ด้านบน 200 ไมโครลิตร ละลายกับไดคลอโรมีเทน (dichlaromethan) 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยวอร์เท็กซ์ และปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 1500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที ดูดของเหลวด้านล่าง 2 มิลลิลิตร ระเหยแห้งด้วยแก๊สไนโตรเจน จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนด้วยวิธีเรดิโออิมมูโนเอสเสย์ (radioimmunoassay) โดยใช้ชุดเครื่องมือโคท-เอ-เคาน์ทโททัลเทสทอสเทอโรน (coated-A-count total testosterone®) ซึ่งมีสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน (coefficient of variation) ของชุดวิเคราะห์ประมาณ 9.3 เปอร์เซ็นต์ และความไว (sensitivity) ชุดวิเคราะห์ประมาณ 0.017 นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ค่าข้อมูลแสดงในรูปค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ($\overline{X} \pm$ S.D.) โดยข้อมูลจำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที มีการแจกแจงแบบปกติวิเคราะห์ความแปรปรวนโดย ANOVA และ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปรียบเทียบระหว่างค่าเฉลี่ยของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ทุกเดือนโดยวิธี Duncan New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับนัยสำคัญ $P = 0.01$ ส่วนปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนต่อ 1 กรัม มูลแห้ง และช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที มีการแจงแจงแบบไม่ปกติ จึงวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) โดยวิธี Kruskal-Wallis H test ที่ระดับนัยสำคัญ $P = 0.01$ และทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Mann-Whitney U test ที่ระดับนัยสำคัญ $P = 0.01$ และหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพยางค์เสียงร้อง ช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง และปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนในนกปรอดหัวโขนเพศผู้ด้วยวิธีการ Pearson โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS รุ่น 15

5. สถานที่ดำเนินการทดลอง

5.1 ห้องเลี้ยงบันทึกเสียงและเก็บมูล ชั้นดาดฟ้าอาคารทวี ญาณสุคนธ์ อาคารปฏิบัติการ 10 ชั้น คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

5.2 ห้องปฏิบัติการทางสรีรวิทยาและห้องปฏิบัติการกลาง ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6. ระยะเวลาการทดลอง

การทดลองเริ่มต้น เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2551 สิ้นสุดการทดลองเดือนเมษายน พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ศึกษารูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้และเพศเมียในช่วงอายุ 5-10 เดือน

1.1 รูปแบบเสียงร้อง

เสียงร้องของนกปรอดหัวโขนทั้ง 15 ตัว มีความถี่เสียงอยู่ในช่วง 1.50-5.18 กิโลเฮิร์ต ($\overline{X}$ = 4.27 ± 0.13) โดยเสียงร้องมีรูปแบบดังนี้

โดยทั่วไปนกปรอดหัวโขนอายุ 5 เดือน สร้างเสียงร้องติดต่อที่มีรูปแบบของหน่วยเสียง 1 พยางค์ 13 รูปแบบ 2 พยางค์ 8 รูปแบบ 3 พยางค์ 2 รูปแบบ และ 4 พยางค์ 1 รูปแบบ (พบ 1 ตัว) โดยรูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ 1 สำนวนมีความยาว 0.10-0.48 วินาที ($\overline{X}$ = 0.21 ± 0.12, n=114) ซึ่งประกอบด้วย 1-4 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 2.47 ± 0.54, n=114) โดยมีอัตราการร้องสำนวนเพลง 1-3 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 1.67 ± 0.65, n=12) เสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศเมีย 1 สำนวนมีความยาว 0.10-0.35 วินาที ($\overline{X}$ = 0.20 ± 0.10, n=24) ซึ่งประกอบด้วย 1-2 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 2 ± 0.00, n=24) โดยช่วงอายุ 5 เดือน นกปรอดหัวโขนเพศเมียยังไม่มีการสร้างเสียงร้องที่จัดเป็นสำนวนเพลง (ภาพที่ 6)

นกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 6 เดือน เสียงร้องติดต่อหน่วยเสียง 1 พยางค์ 6 รูปแบบ เสียงร้อง 2 พยางค์ 5 รูปแบบ เสียงร้อง 3 พยางค์ 3 รูปแบบ เสียงร้อง 4 พยางค์ 3 รูปแบบ และเสียงร้อง 6 พยางค์ 1 รูปแบบ โดยรูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ 1 สำนวนมีความยาว 0.12-0.96 วินาที ($\overline{X}$ = 0.39 ± 0.20, n=81) ซึ่งประกอบด้วย 1-6 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 3.16 ± 0.96, n=81) โดยมีอัตราการร้องสำนวนเพลง 2-6 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 3.58 ± 1.24, n=12) เสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศเมีย 1 สำนวนมีความยาว 0.12-0.54 วินาที ($\overline{X}$ = 0.25 ± 0.13, n=21) ซึ่งประกอบด้วย 1-4 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 2.36 ± 0.67, n=21) โดยอัตราการร้องสำนวนเพลง 1-2 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 1.00 ± 1.00, n=3) (ภาพที่ 7)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 7 เดือน เสียงร้องหน่วยเสียง 1 พยางค์ 5 รูปแบบ เสียงร้อง 2 พยางค์ 6 รูปแบบ เสียงร้อง 3 พยางค์ 2 รูปแบบ เสียงร้อง 4 พยางค์ 5 รูปแบบ เสียงร้อง 5 พยางค์ 1 รูปแบบ และเสียงร้อง 6 พยางค์ 1 รูปแบบ โดยรูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ 1 สำนวนมีความยาว 0.16-0.75 วินาที ($\overline{X}$ = 0.44 ± 0.20, n=78) ซึ่งประกอบด้วย 1-6 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 3.04 ± 0.95, n=78) โดยมีอัตราการร้องสำนวนเพลง 2-6 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 3.75 ± 1.05, n=12) เสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศเมีย 1 สำนวนมีความยาว 0.13-0.52 วินาที ($\overline{X}$ = 0.29 ± 0.12, n=20) ซึ่งประกอบด้วย 1-4 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 2.40 ± 0.73, n=20) โดยมีอัตราการร้องสำนวนเพลง 1-2 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 1.33 ± 0.57, n=3) (ภาพที่ 8)

นกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 8 เดือน ลูกนกส่งเสียงร้องติดต่อ 1 พยางค์เพียงรูปแบบเดียว เสียงร้อง 2 พยางค์ 4 รูปแบบ เสียงร้อง 3 พยางค์ 3 รูปแบบ เสียงร้อง 4 พยางค์ 7 รูปแบบ เสียงร้อง 5 พยางค์ 2 รูปแบบ และ 6 พยางค์ 1 รูปแบบ โดยรูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ 1 สำนวนมีความยาว 0.18-0.98 วินาที ($\overline{X}$ = 0.55 ± 0.16, n=73) ซึ่งประกอบด้วย 2-6 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 3.52 ± 0.78, n=73) โดยมีอัตราการร้องสำนวนเพลง 4-6 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 5.25 ± 0.62, n=12) เสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศเมีย 1 สำนวนมีความยาว 0.16-0.54 วินาที ($\overline{X}$ = 0.37 ± 0.13, n=20) ซึ่งประกอบด้วย 1-4 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 2.89 ± 0.90, n=20) โดยมีอัตราการร้องสำนวนเพลง 3-4 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 3.33 ± 0.57, n=3) (ภาพที่ 9)

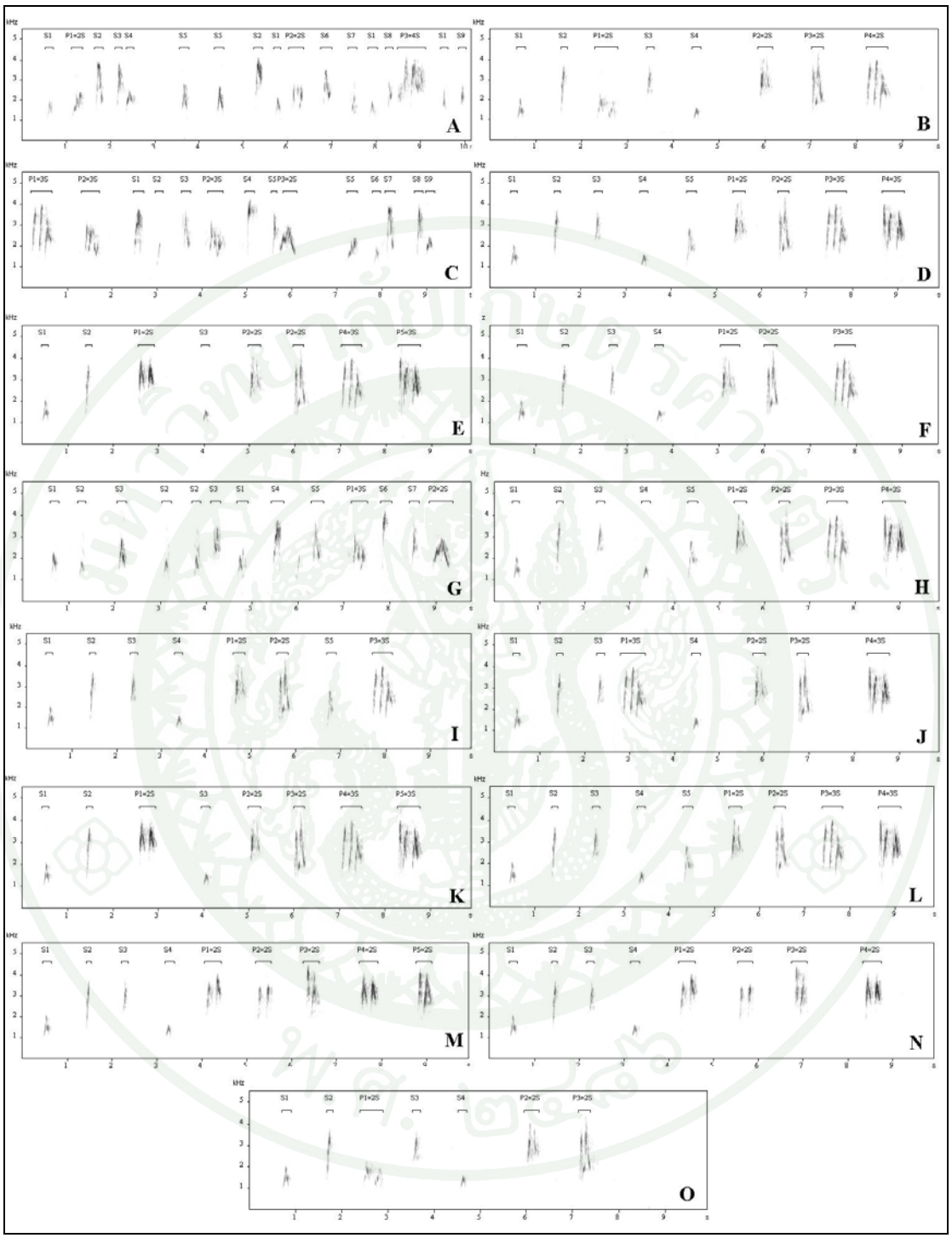
นกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 9 เดือน เสียงร้อง 1 พยางค์มีเพียง 1 รูปแบบ เสียงร้อง 2 พยางค์ 5 รูปแบบ เสียงร้อง 3 พยางค์ 4 รูปแบบ เสียงร้อง 4 พยางค์ 7 รูปแบบ เสียงร้อง 5 พยางค์ 2 รูปแบบ และเสียงร้อง 6 พยางค์ 3 รูปแบบ โดยรูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ 1 สำนวนมีความยาว 0.30-1.21 วินาที ($\overline{X}$ = 0.65 ± 0.19, n=71) ซึ่งประกอบด้วย 2-6 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 4.03 ± 0.98, n=71) โดยมีอัตราการร้องสำนวนเพลง 4-6 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 5.58 ± 0.67, n=12) เสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศเมีย 1 สำนวนมีความยาว 0.16-0.51 วินาที ($\overline{X}$ = 0.36 ± 0.14, n=19) ซึ่งประกอบด้วย 1-4 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 2.88 ± 0.80, n=19) โดยมีอัตราการร้องสำนวนเพลง 3-4 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 3.33 ± 0.57, n=3) (ภาพที่ 10)

นกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 10 เดือน เสียงร้อง 1 พยางค์มีเพียง 1 รูปแบบ เสียงร้อง 2 พยางค์ 3 รูปแบบ เสียงร้อง 3 พยางค์ 4 รูปแบบ เสียงร้อง 4 พยางค์ 6 รูปแบบ เสียงร้อง 5 พยางค์ 4 รูปแบบ และเสียงร้อง 6 พยางค์มี 3 รูปแบบ โดยรูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ 1

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนวนมีความยาว 0.48-1.31 วินาที ($\overline{X}$ = 0.74 ± 0.21, n=71) ซึ่งประกอบด้วย 3-6 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 4.37 ± 0.97, n=71) โดยมีอัตราการร้องสำนวนเพลง 5-6 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 5.92 ± 0.29, n=12) เสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศเมีย 1 สำนวนมีความยาว 0.16-0.65 วินาที ($\overline{X}$ = 0.43 ± 0.16, n=19) ซึ่งประกอบด้วย 1-4 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ = 3.12 ± 0.78, n=19) โดยมีอัตราการร้องสำนวนเพลง 4-5 สำนวนเพลงต่อ 10 วินาที ($\overline{X}$ = 4.33 ± 0.57, n=3) (ภาพที่ 11)

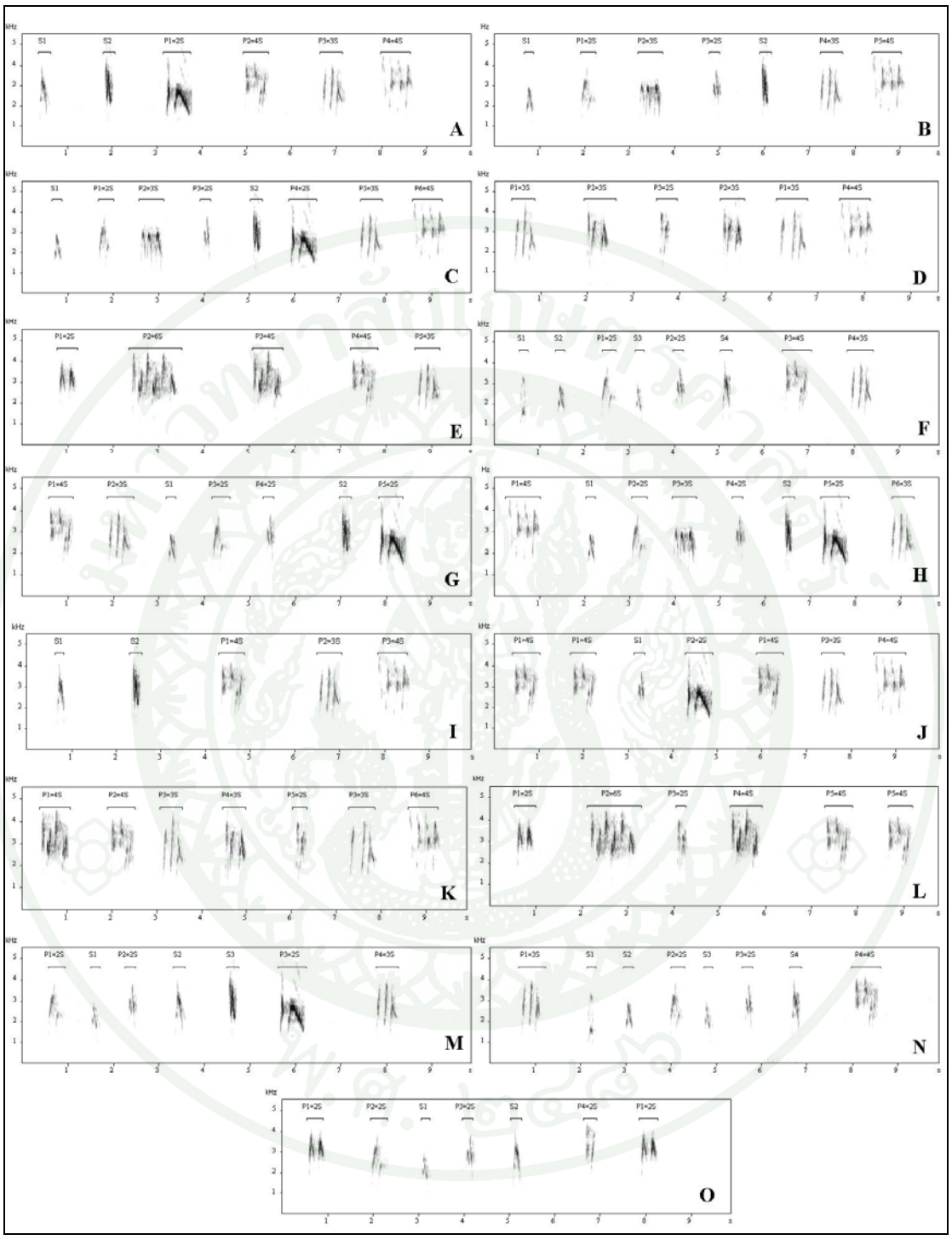
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 5 เดือน จำนวน 15 ตัว A - L; นกปรอดหัวโขนเพศผู้, M - O; นกปรอดหัวโขนเพศเมีย

หมายเหตุ P, สำนวน; S, จำนวนพยางค์; Hz, ความถี่ของเสียง (ครั้งต่อวินาที) และ s, วินาที

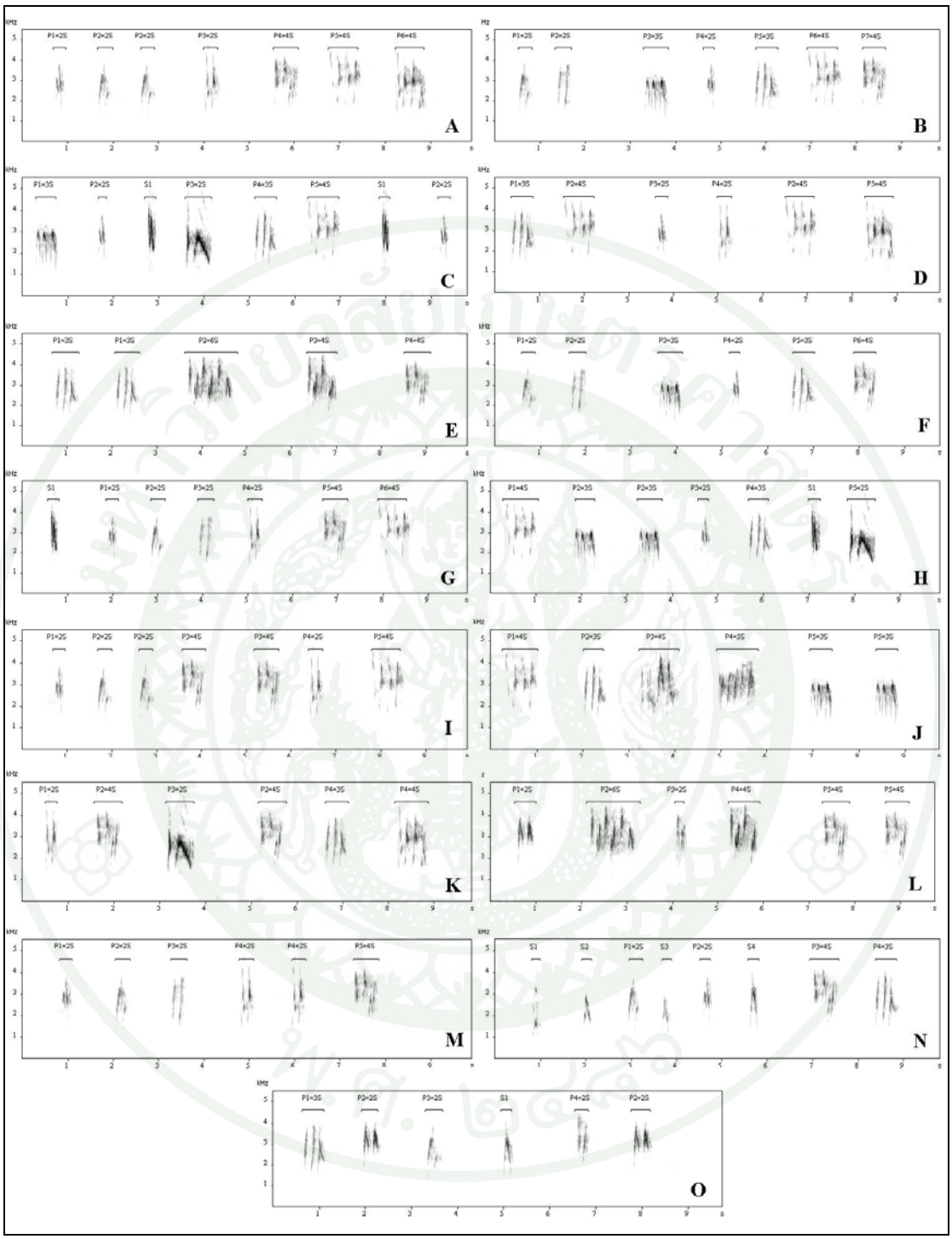
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 7 โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 6 เดือน จำนวน 15 ตัว A - L; นกปรอดหัวโขนเพศผู้, M - O; นกปรอดหัวโขนเพศเมีย

หมายเหตุ P, สำนวน; S, จำนวนพยางค์; Hz, ความถี่ของเสียง (ครั้งต่อวินาที) และ s, วินาที

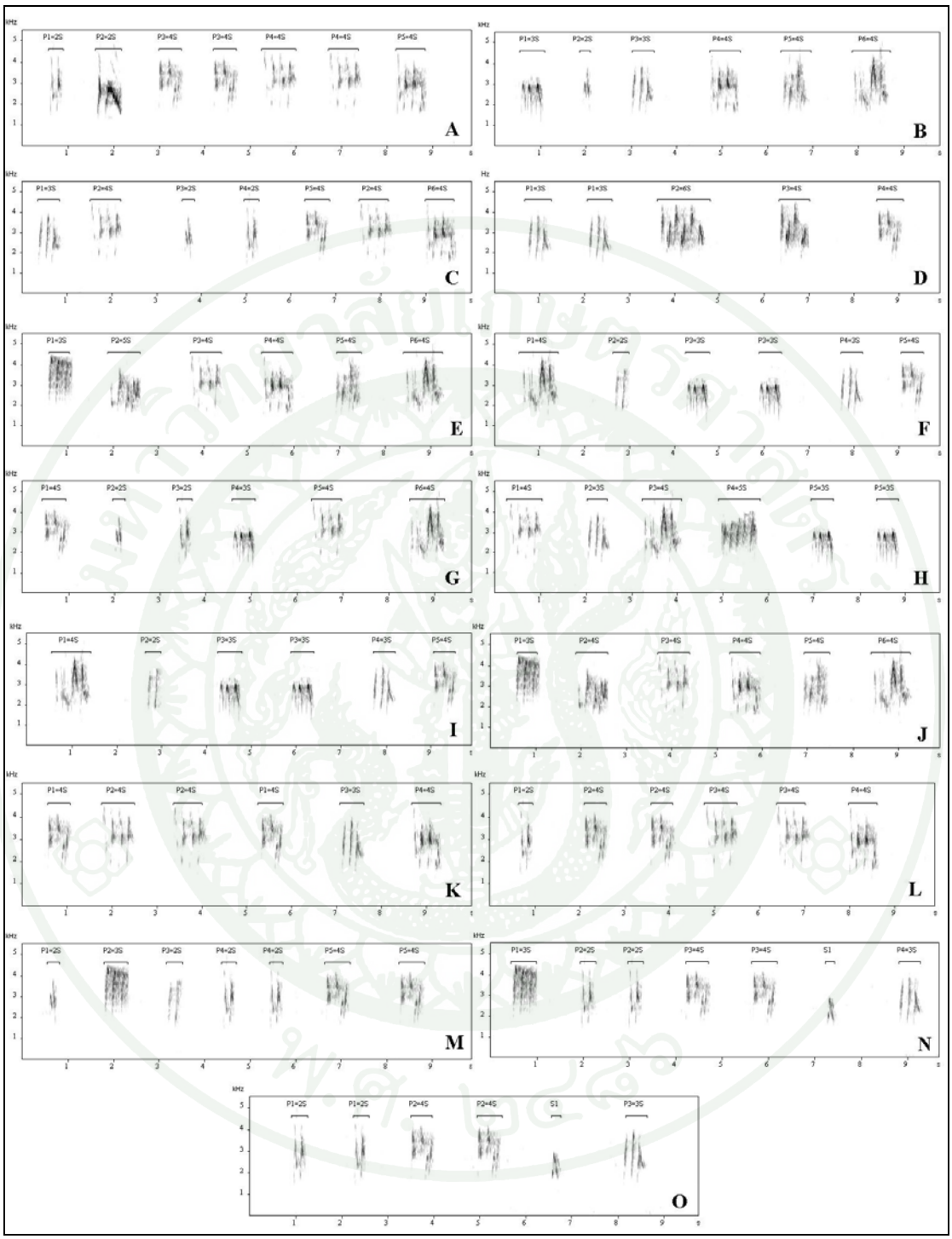
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 7 เดือน จำนวน 15 ตัว A - L; นกปรอดหัวโขนเพศผู้, M - O; นกปรอดหัวโขนเพศเมีย

หมายเหตุ P, สำนวน; S, จำนวนพยางค์; Hz, ความถี่ของเสียง (ครั้งต่อวินาที) และ s, วินาที

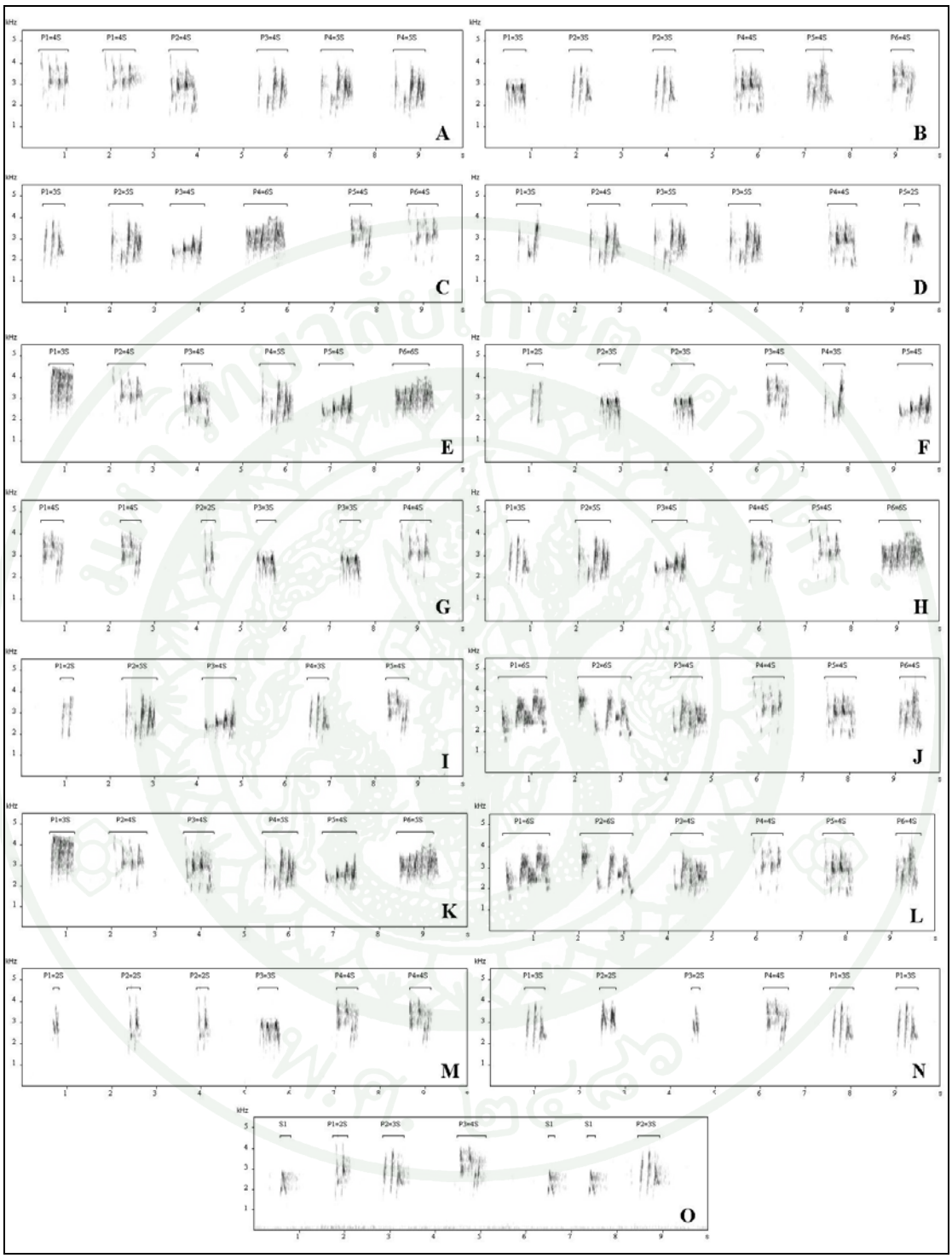
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 8 เดือน จำนวน 15 ตัว A - L; นกปรอดหัวโขนเพศผู้, M - O; นกปรอดหัวโขนเพศเมีย

หมายเหตุ P, สำนวน; S, จำนวนพยางค์; Hz, ความถี่ของเสียง (ครั้งต่อวินาที) และ s, วินาที

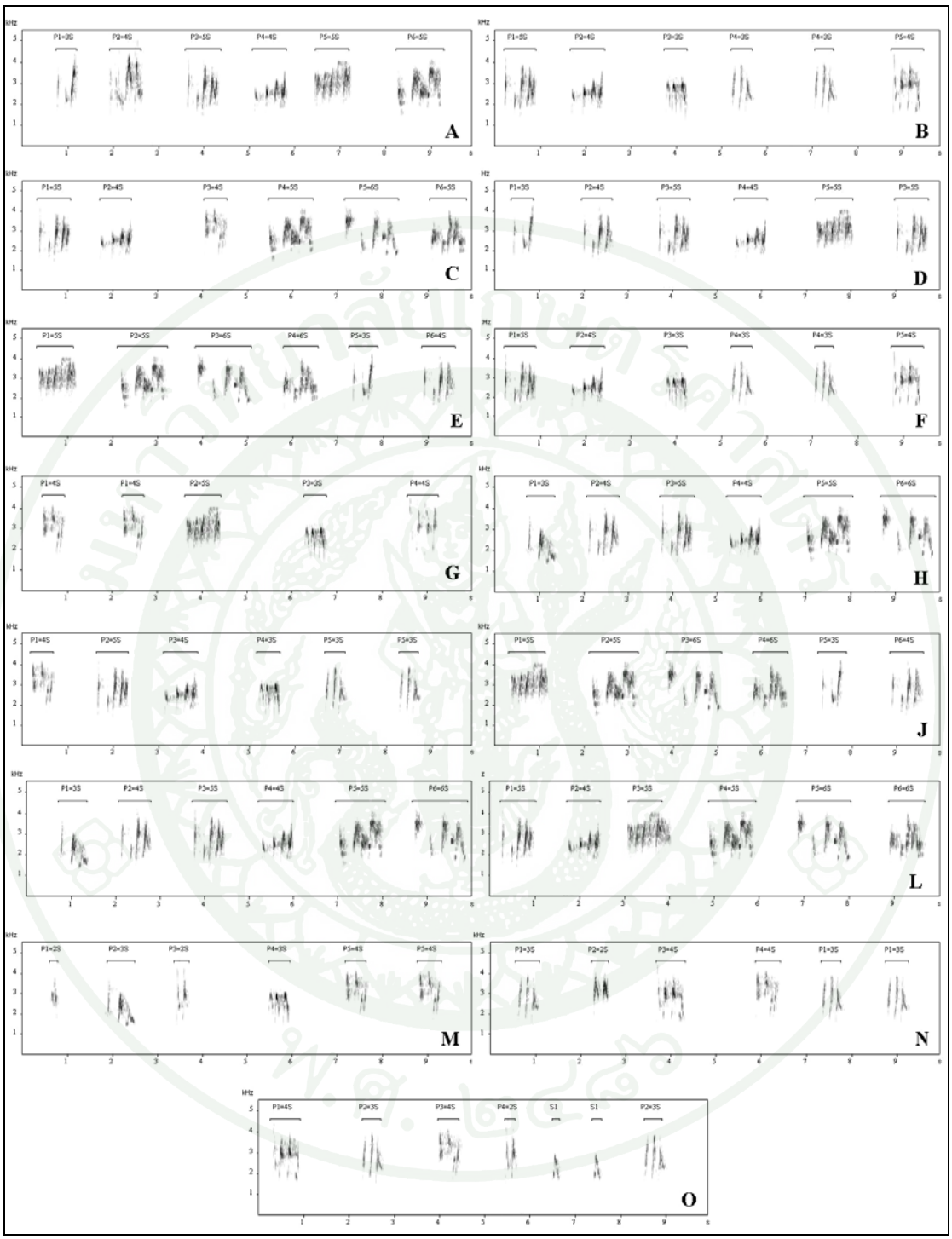
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 10 โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 9 เดือน จำนวน 15 ตัว A - L; นกปรอดหัวโขนเพศผู้, M - O; นกปรอดหัวโขนเพศเมีย

หมายเหตุ P, สำนวน; S, จำนวนพยางค์; Hz, ความถี่ของเสียง (ครั้งต่อวินาที) และ s, วินาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 11 โซโนแกรมรูปแบบต่างๆ ของเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 10 เดือน จำนวน 15 ตัว A - L; นกปรอดหัวโขนเพศผู้, M - O; นกปรอดหัวโขนเพศเมีย

หมายเหตุ P, สำนวน; S, จำนวนพยางค์; Hz, ความถี่ของเสียง (ครั้งต่อวินาที) และ s, วินาที

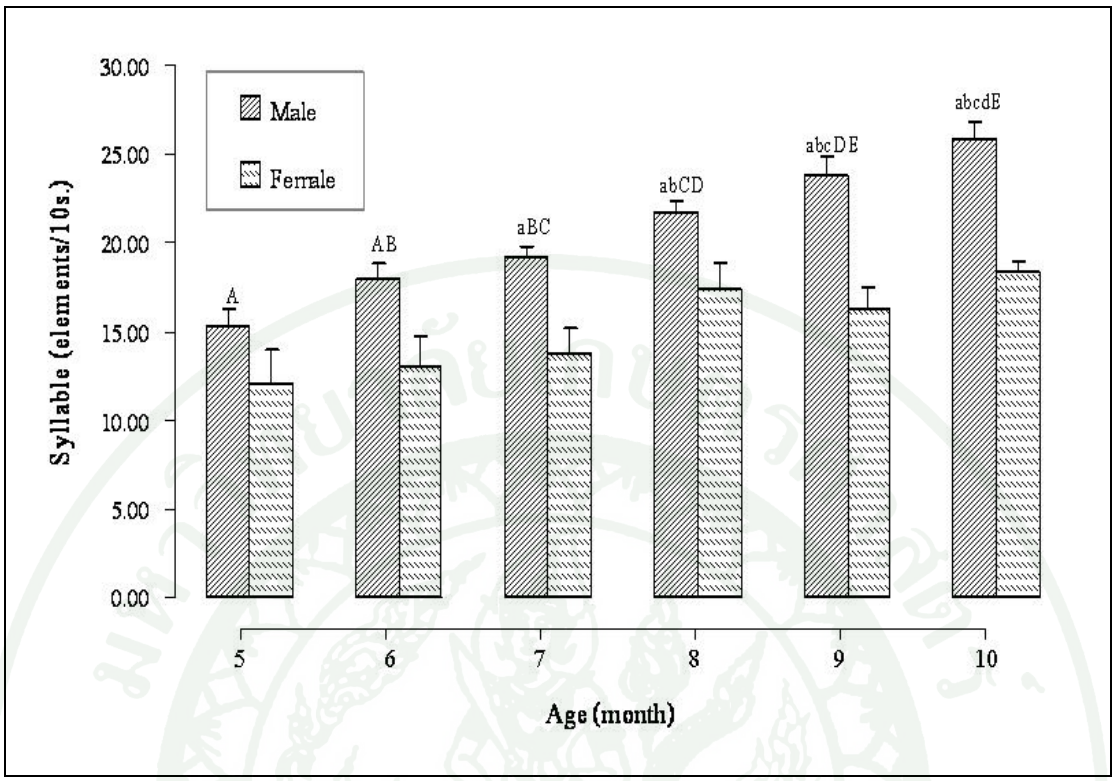
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 พยางค์เสียงร้อง

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยจำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ จำนวน 12 ตัว และเพศเมียจำนวน 3 ตัว อายุ 5-10 เดือน พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนพยางค์เสียงร้องของนกเพศผู้มีค่ามากกว่านกเพศเมียทุกช่วงอายุ โดยจำนวนพยางค์เสียงของนกปรอดหัวโขนเพศผู้อายุ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เดือน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.33 ± 0.93, 17.92 ± 0.96, 19.25 ± 0.52, 21.75 ± 0.56, 23.83 ± 1.01 และ 25.83 ± 1.02 หน่วยเสียงต่อ 10 วินาที ตามลำดับ และจำนวนพยางค์เสียงของนกปรอดหัวโขนเพศเมียอายุ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เดือน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12 ± 2.00, 13 ± 1.73, 13.67 ± 1.53, 17.33 ± 1.53, 16.33 ± 1.15 และ 18.33 ± 0.57 หน่วยเสียงต่อ 10 วินาที ตามลำดับ เนื่องจากจำนวนนกปรอดหัวโขนเพศเมียน้อย จึงไม่นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างอายุ

จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้จำนวน 12 ตัว ในช่วงอายุ 5-10 เดือน พบว่าค่าเฉลี่ยจำนวนพยางค์เสียงของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ต่อเวลาบันทึก 10 วินาที ของแต่ละช่วงอายุมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.01$) ในช่วงที่ทำการศึกษา โดยจำนวนพยางค์เสียงของนกปรอดหัวโขนอายุ 5 เดือน ไม่มีความแตกต่างกับอายุ 6 เดือน ($P = 0.29$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอายุ 7 เดือน ($P = 0.02$) อายุ 8, 9 และ 10 เดือน ($P = 0.01$) ค่าเฉลี่ยจำนวนพยางค์เสียงของนกปรอดหัวโขนอายุ 6 เดือน ไม่แตกต่างกับอายุ 7 เดือน ($P = 0.88$) แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอายุ 8 ($P = 0.02$) อายุ 9 และ 10 เดือน ($P = 0.01$) ค่าเฉลี่ยจำนวนพยางค์เสียงของนกปรอดหัวโขนอายุ 7 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงอายุ 9 และ 10 เดือน ($P = 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงอายุ 8 เดือน ($P = 0.33$) ค่าเฉลี่ยจำนวนพยางค์เสียงของนกปรอดหัวโขนอายุ 8 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับ 10 เดือน ($P = 0.01$) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอายุ 9 เดือน ($P = 0.53$) ค่าเฉลี่ยจำนวนพยางค์เสียงของนกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 9 เดือน ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงอายุ 10 เดือน ($P = 0.58$) จำนวนพยางค์เสียงของนกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 10 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงอายุ 5, 6, 7 และ 8 เดือน แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญช่วงอายุ 9 เดือน ดังกล่าวข้างต้น (ภาพที่ 12)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 12 จำนวนพยางค์เสียงต่อ 10 วินาที (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ (n = 12) และเพศเมีย (n = 3) ช่วงอายุ 5-10 เดือน

หมายเหตุ $^{Aa, Bb, Cc, Dd, Ee}$, ตัวพิมพ์ใหญ่ และตัวพิมพ์เล็กของพยัญชนะเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.01$) ระหว่างอายุ และไม่วิเคราะห์ค่าทางสถิติในนกเพศเมียเนื่องจากจำนวนข้อมูลน้อยเกินไป

จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มขึ้นของจำนวนพยางค์เสียงของนกปรอดหัวโขนทั้งเพศผู้ และเพศเมียเป็นไปในแนวทางเดียวกับอายุที่เพิ่มขึ้น แต่นกเพศเมียมีจำนวนพยางค์เสียงร้องต่อเวลาบันทึก 10 วินาที น้อยกว่านกเพศผู้วัยเดียวกันในทุกๆ ช่วงอายุ และช่วงอายุ 5-7 เดือน มีการพัฒนาจำนวนพยางค์เสียงน้อย และคงที่เมื่ออายุ 8-10 เดือน ในขณะที่จำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที ของนกเพศผู้มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง

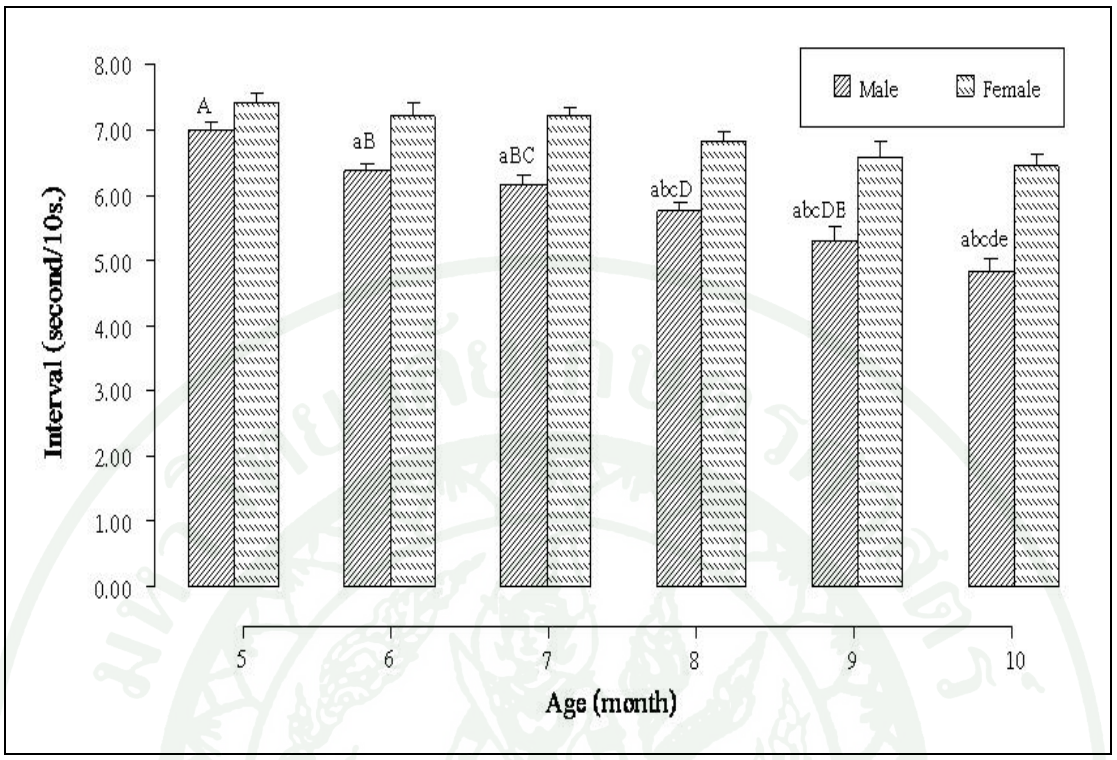
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 ช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง

จากการศึกษาค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้จำนวน 12 ตัว และเพศเมียจำนวน 3 ตัว อายุ 5-10 เดือน พบว่า ค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนมีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุนกมากขึ้น โดยนกปรอดหัวโขนเพศผู้อายุ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เดือน มีค่าช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที เท่ากับ 7 ± 0.09, 6.37 ± 0.12, 6.16 ± 0.13, 5.76 ± 0.12, 5.31 ± 0.18 และ 4.81 ± 0.22 วินาทีต่อ 10 วินาที ตามลำดับ นกปรอดหัวโขนเพศเมียอายุ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เดือน มีค่าช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที เท่ากับ 7.42 ± 0.14, 7.21 ± 0.20, 7.21 ± 0.13, 6.83 ± 0.12, 6.59 ± 0.23 และ 6.45 ± 0.18 วินาทีต่อ 10 วินาที ตามลำดับ เนื่องจากจำนวนนกปรอดหัวโขนเพศเมียน้อย จึงไม่นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบระหว่างอายุ

จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ จำนวน 12 ตัว ในช่วงอายุ 5-10 เดือน พบว่าค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.01$, $\chi^2 = 47.13$) ในช่วงที่ทำการศึกษา โดยค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 5 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับทุกช่วงอายุ ได้แก่ อายุ 6 เดือน ($P = 0.05$) อายุ 7, 8, 9 และ 10 เดือน ($P = 0.01$) ค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 6 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอายุ 9 และ 10 เดือน ($P = 0.01$) แต่ไม่แตกต่างกับอายุ 7 เดือน ($P = 0.92$) และ 8 เดือน ($P = 0.73$) ค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 7 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอายุ 9 และ 10 เดือน ($P = 0.01$) แต่ไม่แตกต่างกับอายุ 8 เดือน ($P = 0.46$) ค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 8 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอายุ 10 เดือน ($P = 0.01$) แต่ไม่มีความแตกต่างกับอายุ 9 เดือน ($P = 0.29$) ค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง นกปรอดหัวโขนอายุ 9 เดือน ไม่มีความแตกต่างกับอายุ 10 เดือน ($P = 0.20$) ค่าเฉลี่ยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนอายุ 10 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับอายุ 5, 6, 7 และ 8 เดือน แต่ไม่มีความแตกต่างกับอายุ 9 เดือน ดังกล่าวข้างต้น (ภาพที่ 13)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 13 ช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ (n = 12) และเพศเมีย (n = 3) อายุ 5-10 เดือน

หมายเหตุ $^{Aa, Bb, Cc, Dd, Ee}$, ตัวพิมพ์ใหญ่ และตัวพิมพ์เล็กของพยัญชนะเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.01$) ระหว่างอายุ และไม่วิเคราะห์ค่าทางสถิติในนกเพศเมีย เนื่องจากจำนวนข้อมูลน้อยเกินไป

จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่านกปรอดหัวโขนเพศผู้ และเพศเมียอายุ 5 เดือน มีค่าช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที มาก และค่อยๆ ลดลงเมื่อนกมีอายุ 10 เดือน ตามลำดับ และเป็นไปในแนวทางเดียวกันทั้งสองเพศ แต่ช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศเมียมีค่ามากกว่านกปรอดหัวโขนเพศผู้ทุกๆ ช่วงอายุ

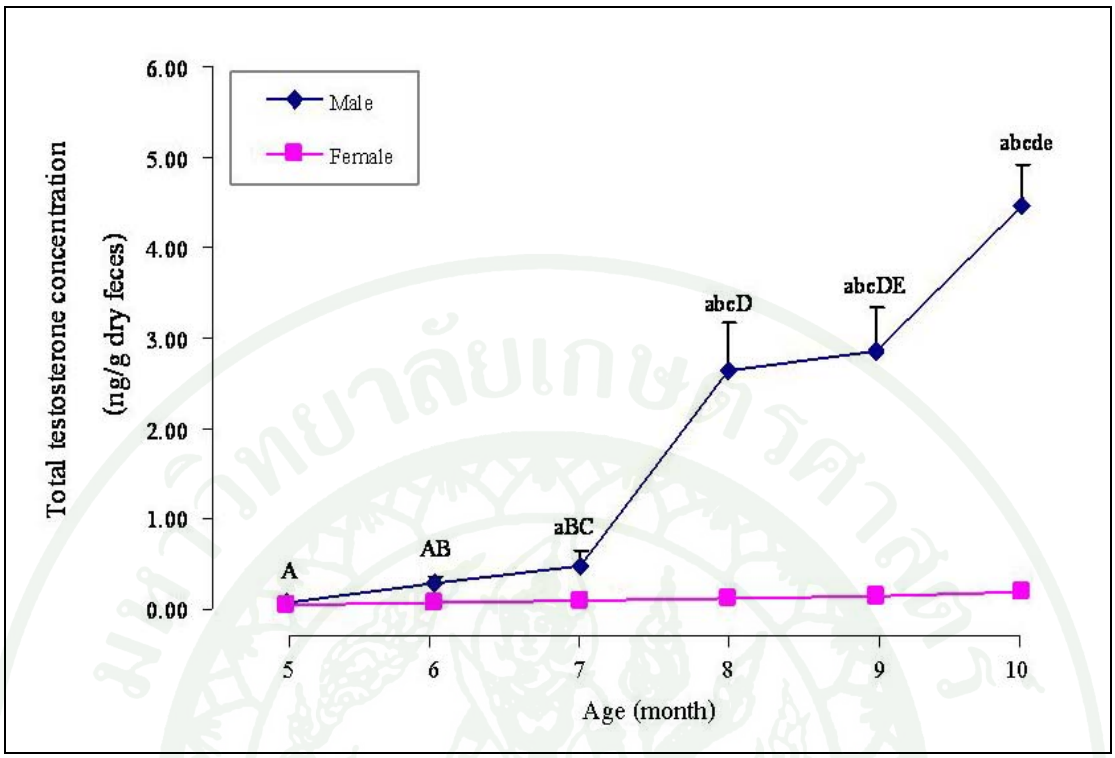
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2. ศึกษาปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศผู้และเพศเมียในช่วงอายุ 5-10 เดือน

จากการตรวจวัดปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนต่อ 1 กรัมมูลแห้ง ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้จำนวน 12 ตัว และเพศเมียจำนวน 3 ตัว ในช่วงอายุ 5-10 เดือน พบว่าค่าเฉลี่ยปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศผู้แนวโน้มเพิ่มสูงกว่านกเพศเมียที่อายุเท่ากัน โดยปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศผู้อายุ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เดือน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 ± 0.00, 0.29 ± 0.06, 0.49 ± 0.17, 2.65 ± 0.52, 2.85 ± 0.49 และ 4.47 ± 0.46 นาโนกรัมต่อ 1 กรัมมูลแห้ง ตามลำดับ ปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศเมียอายุ 5, 6, 7, 8, 9 และ 10 เดือน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.05 ± 0.01, 0.07 ± 0.01, 0.09 ± 0.01, 0.11 ± 0.03, 0.14 ± 0.04 และ 0.20 ± 0.03 นาโนกรัมต่อ 1 กรัมมูลแห้ง ตามลำดับ เนื่องจากจำนวนนกปรอดหัวโขนเพศเมียมีน้อยจึงไม่นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างอายุ

จากการศึกษาเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนต่อ 1 กรัมมูลแห้ง ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้จำนวน 12 ตัว ช่วงอายุ 5-10 เดือน พบว่าปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนมีความแตกต่างกันระหว่างอายุอย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.01$, $\chi^2 = 55.33$) ดังนี้ โดยนกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 5 เดือน มีค่าเฉลี่ยปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนไม่แตกต่างอย่างกับช่วงอายุ 6 เดือน ($P = 0.99$) และ 7 เดือน ($P = 0.96$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงอายุ 8, 9 และ 10 เดือน ($P = 0.01$) ค่าเฉลี่ยปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนอายุ 6 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงอายุ 8, 9 และ 10 เดือน ($P = 0.01$) ค่าเฉลี่ยปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 7 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงอายุ 8, 9 และ 10 เดือน ($P = 0.01$) ค่าเฉลี่ยปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 8 เดือน ไม่มีความแตกต่างกับช่วงอายุ 9 เดือน ($P = 0.99$) แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงอายุ 10 เดือน ($P = 0.01$) ค่าเฉลี่ยปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนช่วงอายุ 9 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงอายุ 10 เดือน ($P = 0.02$) ค่าเฉลี่ยปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนอายุ 10 เดือน มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่วงทุกช่วงอายุ (ภาพที่ 14)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 14 ปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรน (ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ (n = 12) และเพศเมีย (n = 3) ช่วงอายุ 5-10 เดือน

หมายเหตุ $^{Aa, Bb, Cc, Dd, Ee}$, ตัวพิมพ์ใหญ่ และตัวพิมพ์เล็กของพยัญชนะเดียวกันแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($P = 0.01$) ระหว่างอายุ และไม่วิเคราะห์ค่าทางสถิติในนกเพศเมีย เนื่องจากจำนวนข้อมูลน้อยเกินไป

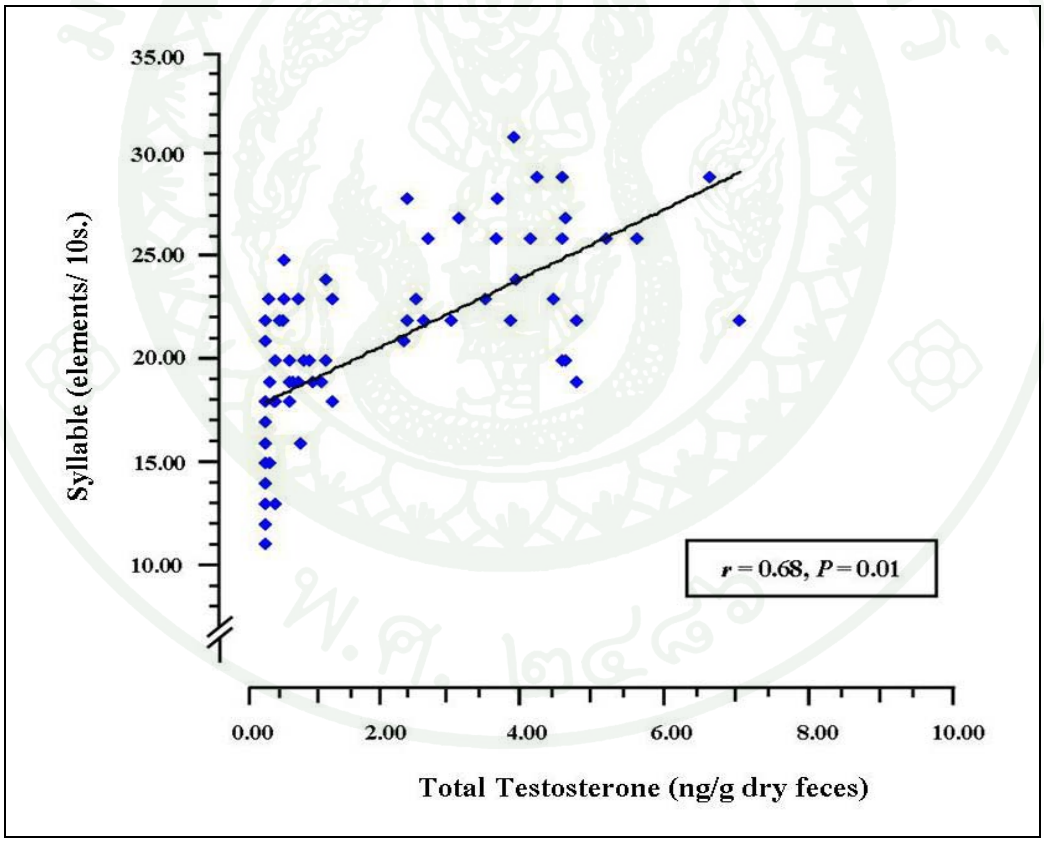
ปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนในนกปรอดหัวโขนเพศผู้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่ออายุมากขึ้น โดยเฉพาะช่วงอายุ 8-10 เดือน เป็นช่วงอายุที่มีการเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญของฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนอย่างชัดเจน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. ศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนกับรูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ในช่วงอายุ 5-10 เดือน

3.1 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนกับจำนวนพยางค์เสียงร้อง

จากการศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนต่อ 1 กรัมมูลแห้ง กับจำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที พบว่ารูปแบบฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนมีสหสัมพันธ์เชิงบวก (r = 0.68, P = 0.01) กับจำนวนพยางค์เสียงร้อง คือ ปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศผู้เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้จำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที เพิ่มมากขึ้นเช่นกัน (ภาพที่ 15)

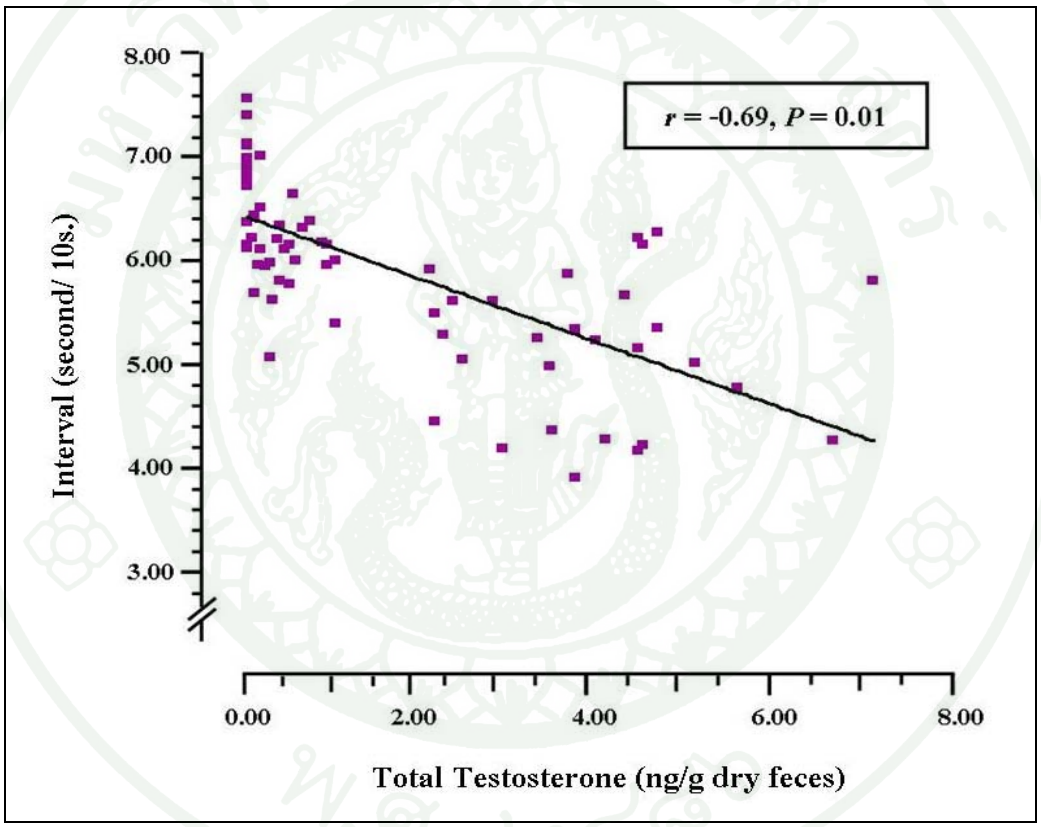


ภาพที่ 15 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนต่อ 1 กรัมมูลแห้ง กับจำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ (n = 12) อายุ 5-10 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.2 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนกับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง

จากการศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนต่อ 1 กรัมมูลแห้ง กับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที พบว่ารูปแบบฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศผู้มีสหสัมพันธ์เชิงลบ (r = -0.69, P = 0.01) กับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง เมื่อปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศผู้เพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องลดลง (ภาพที่ 16)

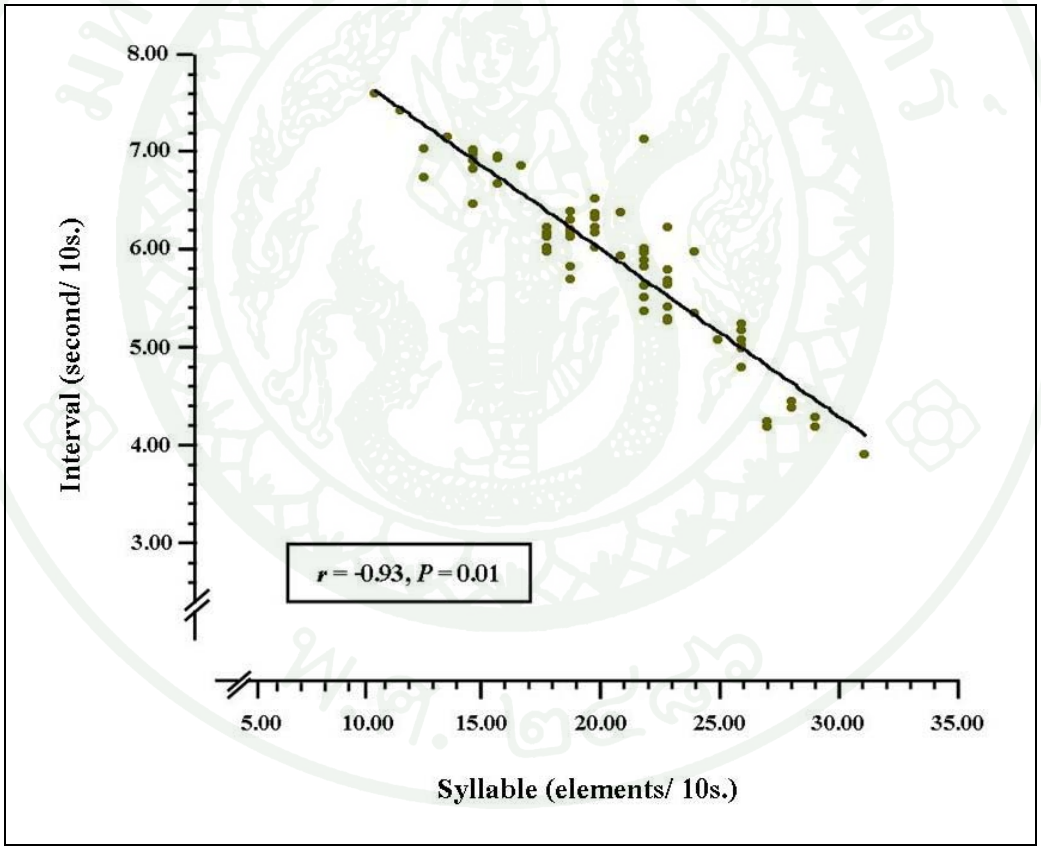


ภาพที่ 16 สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนต่อ 1 กรัมมูลแห้ง กับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ (n = 12) อายุ 5-10 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.3 สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพยางค์เสียงร้องกับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง

จากการศึกษาสหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที กับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที พบว่าจำนวนพยางค์เสียงร้องมีสหสัมพันธ์เชิงลบ (r = -0.93, P = 0.01) กับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้อง โดยข้อมูลกระจายตัวสม่ำเสมอใกล้เส้นความสัมพันธ์ แสดงให้เห็นว่าเมื่อนกปรอดหัวโขนเพศผู้สร้างเสียงร้องได้จำนวนพยางค์เสียงร้องมากขึ้น ช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องมีค่าลดลง และจำนวนพยางค์เสียงร้องยังมีความสอดคล้องอย่างชัดเจนกับอายุ ดังนั้นนกปรอดหัวโขนที่อายุมากสามารถสร้างเสียงร้องมีจำนวนพยางค์มากขึ้น ช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องจึงลดลง (ภาพที่ 17)



ภาพที่ 17 สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพยางค์เสียงร้องกับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ (n = 12) อายุ 5-10 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิจารณ์

จากการศึกษารูปแบบโซโนแกรมเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนที่ช่วงอายุต่างๆ พบว่า จำนวนพยางค์เสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้อายุ 5-10 เดือน มีการพัฒนาขึ้นตามอายุที่เพิ่มขึ้น คือ 15, 18, 19, 22, 24 และ 26 หน่วยเสียงต่อ 10 วินาที ตามลำดับ และช่วงอายุ 8-10 เดือน ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้พบรูปแบบโซโนแกรมเสียงร้องคล้ายกับเสียงร้องต้นแบบ โดยมีความสอดคล้องกับการศึกษาของ Marler และ Peter (1987) ซึ่งพบว่า ลูกนกกระจอกอายุ 8 เดือน สามารถเรียนรู้เสียงร้องจากต้นแบบเสียงได้ หรือเป็นช่วงอายุที่ลูกนกไวต่อการเรียนรู้เสียงร้อง โดยนกแต่ละชนิดมีช่วงเรียนรู้ที่จำกัดแตกต่างกัน

Kumar (2004) ศึกษาเสียงร้องติดต่อของนกปรอดก้นแดงพบว่า นกปรอดก้นแดงมีความถี่ของเสียงร้องอยู่ในช่วง 0.98 ถึง 6.36 กิโลเฮิร์ต และสำนวนเสียงมีความยาว 0.65-1.2 วินาที ($\overline{X}$ =0.79 ± 0.08) จากการบันทึกและวิเคราะห์รูปแบบเสียงร้องนกปรอดหัวโขนทั้งสองเพศในการศึกษาครั้งนี้ความถี่เสียงร้องอยู่ในช่วง 1.50 ถึง 5.18 กิโลเฮิร์ต และเสียงร้องมีสำนวนยาวสุดตอนอายุ 8-10 เดือน ซึ่งสำนวนเสียงมีความยาว 0.48-1.31 วินาที ($\overline{X}$ =0.74 ± 0.23) ประกอบด้วย 3-6 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ =4.37 ± 0.97) ในนกปรอดหัวโขนเพศผู้ และ0.16-0.65 วินาที ($\overline{X}$ =0.33 ± 0.11) ประกอบด้วย 1-4 พยางค์ต่อสำนวน ($\overline{X}$ =3.12 ± 0.78) ในนกปรอดหัวโขนเพศเมีย ซึ่งความถี่เสียงนกปรอดหัวโขนมีช่วงแคบกว่าความถี่เสียงของนกปรอดก้นแดง แต่สำนวนเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนมีความยาวกว่าของนกปรอดก้นแดง และ Carleton and Owre (1975) ได้ทำการศึกษานกปรอดหัวโขนในฟลอริดา (Florida) ซึ่งเป็นนกจากต่างประเทศนำเข้ามาเลี้ยง และหลุดออกมาแพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็วในธรรมชาติ โดย Carleton and Owre (1975) กล่าวว่านกปรอดหัวโขน และนกปรอดก้นแดงมีเสียงร้องร่วมฝูงคล้ายกัน

จากการศึกษารูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนพบว่าช่วงอายุ 8-10 เดือน ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้มีรูปแบบเสียงร้องที่ประกอบด้วยสำนวนหลากหลายแบบที่สุด แต่มีเสียงร้องบางสำนวนที่เหมือนกับเสียงร้องต้นแบบ และใน 1 สำนวนมีเพียงบางพยางค์ที่คล้ายคลึงเสียงร้องต้นแบบ โดยการศึกษาของ Podos *et al.* (1992) กล่าวว่า จากการบันทึกเสียงร้องของนกกระจอก 200-300 ตัวอย่างเสียง พบเสียงร้องที่คล้ายกับเสียงร้องต้นแบบน้อยมาก เนื่องจากนกกระจอกแต่ละตัวมีความผันแปรของการสร้างเสียงร้อง โดยเฉพาะในนกกระจอกเพศผู้สามารถสร้างเสียงร้องได้หลากหลายรูปแบบ และจากการศึกษาของ Smith *et al.* (1997) พบว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนส่งผลให้โครงสร้างเสียงร้องของนกกระจอกเปลี่ยนแปลงไปในแนวทางเดียวกัน นอกจากนั้นแล้วการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลยังส่งผลให้ความเข้มข้นของปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนในกระแสเลือดเปลี่ยนแปลงด้วย สอดคล้องกับการศึกษาของ Arnold (1997) พบว่านกฟินซ์ลายตัวเต็มวัย มีปริมาณของฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาล ซึ่งส่งผลให้เสียงร้องของนกฟินซ์ลายเปลี่ยนแปลงด้วย นอกจากอายุมีส่วนเกี่ยวข้องในการจดจำของนกแล้ว ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง คือ ระบบประสาท และฮอร์โมน โดยเขาศึกษาระบบประสาทของนกฟินซ์ลาย พบตัวรับฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนที่ระบบประสาทหลายส่วน ได้แก่ เซลล์ประสาทไฮเปอร์สไตรอาตัมเวนแทรลพาร์สคอแดล (hyperstriatum ventrale pars caudale, HVc), และแมกโนเซลล์ลูลาร์นิวเคลียสออฟดิแอนทีเรียร์นีโอสไตรอาตัม (magnocellular nucleus of the anterior neostriatum, MAN) ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องการจดจำและพัฒนาเสียงร้อง จากการศึกษาครั้งนี้คาดว่านกปรอดหัวโขนเพศผู้แต่ละตัวสามารถพัฒนาเสียงร้องได้หลากหลายรูปแบบแตกต่างกันจากการนำรูปแบบเสียงร้องของเสียงร้องต้นแบบมาดัดแปลง ทำให้มีความผันแปรของรูปแบบเสียง

จากการศึกษาของ Brenowitz (1997) พบว่าเซลล์ประสาทไฮเปอร์สไตรอาตัมเวนแทรลพาร์สคอแดล และแมกโนเซลล์ลูลาร์นิวเคลียสออฟดิแอนทีเรียร์นีโอสไตรอาตัมในนกเพศเมียมีขนาดเล็กกว่าของนกเพศผู้ ส่งผลให้ความซับซ้อนรูปแบบเสียงร้องของนกเพศเมียน้อยกว่านกเพศผู้ สอดคล้องกับการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากรูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศเมียมีความหลากหลายของรูปแบบเสียงน้อย สร้างเสียงร้องได้พยางค์สั้นๆ 1-4 พยางค์ต่อสำนวน และปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนต่ำเพียง 0.05, 0.07, 0.09, 0.11, 0.14 และ 0.20 นาโนกรัมต่อ 1 กรัมมูลแห้ง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

1. รูปแบบเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนทั้งเพศผู้และเพศเมียมีความหลากหลายมากขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น โดยนกเพศเมียในช่วงอายุ 5-6 เดือน ไม่พบเสียงร้องเพลง และไม่พบรูปแบบเสียงร้องคล้ายเสียงร้องต้นแบบ แต่พบรูปแบบเสียงร้องคล้ายเสียงร้องต้นแบบในนกเพศผู้อายุ 8-10 เดือน และที่อายุ 10 เดือน สร้างเสียงร้องได้มากที่สุด โดยนกเพศผู้ และเพศเมียสร้างเสียงร้องได้ยาวสุด 6 และ 4 พยางค์ต่อสำนวน ตามลำดับ

2. จำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ทุกช่วงอายุมีค่ามากกว่าของนกเพศเมีย และนกเพศผู้มีการเพิ่มจำนวนพยางค์เสียงร้องอย่างต่อเนื่อง และจำนวนพยางค์เสียงเพิ่มขึ้นชัดเจนที่อายุ 8-10 เดือน

3. ช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศผู้ และเพศเมียมีค่ามาก และมีค่าลดลงเมื่อนกมีอายุเพิ่มขึ้น เป็นไปในแนวทางเดียวกันทั้งสองเพศ โดยช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องของนกปรอดหัวโขนเพศเมียมีค่ามากกว่าเพศผู้ในทุกๆ อายุ

4. ปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนในช่วงอายุ 5-10 เดือน ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้และเพศเมียมีการเพิ่มขึ้นเมื่ออายุเพิ่มขึ้น โดยนกเพศผู้มีปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนมากกว่านกเพศเมียทุกช่วงอายุ และปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนในนกปรอดหัวโขนเพศผู้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญที่ช่วงอายุ 8-10 เดือน ขณะที่นกเพศเมียอายุ 5-10 เดือน มีปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนต่ำ และค่อนข้างคงที่

5. สหสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศผู้มีสหสัมพันธ์เชิงบวก (r = 0.68) กับจำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที กล่าวคือ เมื่อปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนสูงขึ้นมีผลชักนำให้นกเพศผู้สร้างจำนวนพยางค์เสียงร้องเพิ่มมากขึ้นเป็นแนวทางเดียวกัน

6. สหสัมพันธ์ระหว่างรูปแบบฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนของนกปรอดหัวโขนเพศผู้มีสหสัมพันธ์เชิงลบ (r = -0.69) กับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที กล่าวคือ เมื่อปริมาณ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนที่สูงขึ้นมีผลชักนำให้นกเพศผู้สร้างเสียงร้องที่มีช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องลดลง ซึ่งเป็นไปในแนวตรงกันข้าม

7. สหสัมพันธ์ระหว่างจำนวนพยางค์เสียงร้องต่อ 10 วินาที ของนกปรอดหัวโขนเพศผู้มีสหสัมพันธ์เชิงลบ (r = -0.93) กับช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องต่อ 10 วินาที แสดงให้เห็นว่า เมื่อนกเพศผู้สร้างจำนวนพยางค์เสียงร้องเพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ช่วงเวลาระหว่างเสียงร้องลดลง และทั้งสองประการมีความสอดคล้องกันอย่างยิ่ง

ข้อเสนอแนะ

1. ขาดจำนวนตัวของนกปรอดหัวโขนเพศเมียที่เหมาะสมในการศึกษา ทำให้ข้อมูลไม่เพียงพอต่อการเปรียบเทียบระหว่างเพศ หรือไม่เพียงพอต่อการหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย หากมีการวิจัยที่ต่อเนื่องหรือเกี่ยวข้อง ควรเพิ่มจำนวนตัวอย่างของนกปรอดหัวโขนเพศเมีย

2. ขยายช่วงเวลาในการศึกษาเพื่อข้อมูลที่ครบถ้วนยิ่งขึ้น และเพิ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุมในการศึกษา เพื่อความสมบูรณ์ของข้อมูลเชิงเปรียบเทียบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

นริทธิ์ สีตะสุวรรณ. 2536. **ปักษีวิทยาภาคสนาม.** ภาคชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

_____. 2541. **เอกสารประกอบการสอนวิชา การสื่อสารด้วยเสียงร้องของนก.** ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

มัลลิกา คณานุรักษ์. 2549**. นกเขาชวา นกกรงหัวจุก.** โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

รัศมีพร จิระเตชประไพ และ นริทธิ์ สีตะสุวรรณ. 2544. **การวิเคราะห์เสียงร้องสื่อสารของนกในวงศ์ปรอดและวงศ์นกเอี้ยงโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

วีรยุทธ์ เลาหะจินดา. 2528. **ปักษีวิทยาเล่ม 2.** ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, กรุงเทพฯ.

สุรกานต์ พยัคฆบุตร. 2539. **การสื่อสารด้วยเสียงของนกในวงศ์ปรอด.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ศิริวรรณ นาคขุนทด. 2542**. การศึกษาแบบอย่างเสียงร้องของนกกกในอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกชัย พฤกษ์อำไพ. 2546. **คู่มือนกกรงหัวจุก.** สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, กรุงเทพฯ.

Arnold, A. P. 1997. Sexual differentiation of the zebra finch song system: positive evidence, negative evidence, null hypothesis, and a paradigm shift. **J. Neurobiol**. 33: 572-584.

Arnold, A.P. and A. Saltiel. 1979. Sexual Difference in pattern of hormone accumulation in the brain of song bird. **Science.** 205: 702-705.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Bhatt, D., A. Kumer, Y. Singh and R.B. Payne. 2000. Territorial songs and call in Oriental Magpie-robin (*Copsychus saularis*). **Curr. Sci.** 78: 722-728.

Bohner, J., M. Chaiken, G.F. Ball and P. Marler. 1990. Song acquisition in photosensitive and photorefarctory male European Starlings. **Horm. Behav**. 24: 582-594

Borowiec, M. and J. Lontkowski. 2000. Sexual selection and the evolution of song in bird of the genus *Acrocephalus*. **Biol. Bull. Poznan.** 37: 69-77.

Bottjer, S.W., E.A. Miesner and A.P. Arnold. 1984. Forebrain lesions disrupt development but not maintenance of song in passerine bird. **Science**. 224: 901-903.

_____ and F. Johnson. 1997. Circuits, hormones and learning: vocal behavior in songbirds. **J. Neurobiol.** 33: 602-618.

Brenowitz, E. A. 1997. Comparative approaches to the avian song system. **J. Neurobiol**. 33: 517-531.

_____ , D. Margoliash and K.W. Nordeen. 1997. **An Introduction to Bird Song and the Avian Song System.** John Wiley & Song, Washington.

Budney, G.F. and R.W. Grotke. 1997. **Techniques for audio recording vocalizations of tropical birds**. Source: http://www.birds.cornell.edu/MacaulayLibary/record/field-techniques, December 14, 2009.

Burtt, H.E. 1967. **The Psychology of Bird**. Collien-Macmillan Limited, London.

Carleton, A.R. and O.T. Owre. 1975. The Red-whiskered Bulbul in Florida: 1960-71. **Auk.** 92: 40-57.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Catchpole, C.K. 1979. **Vocal Communication in Bird.** Edward Arnold, London.

_____ and P.J.B. Slater. 1995. **Bird Song: Biological Themes and Variation**. Cambridge University Press, London.

Chaiken, M., J. Bohner and P. Marler. 1994. Repertoire turnover and the timing of song acquisition in European Starling. **Behavior.** 128: 25-39.

Cooney, R. and A. Cockburn. 1995. Territorial defense is the major function of female song in the Superb Fairy-wren (*Malurus cyaneus*). **Anim. Behav**. 49: 1635-1647.

Cunningham, M.A. and M.C. Baker. 1983. Vocal learning in White-crowned Sparrows: sensitive phase and song dialects. **Behav. Ecol. Sociobiol.** 13: 259-269.

Dittami, J.P. and E. Gwinner. 1990. Endocrine correlates of seasonal reproduction and territorial behavior in some tropical passerines, pp. 225-233. *In* M. Wada, ed. **Endocrinology of Birds: Molecular to Behavioral.** Japan Science Society and Springer, Tokyo.

Etches, R.J. 1996. **Reproduction in Poultry.** CAB International, Department of Animal and Poultry Science, University of Guelph, Canada.

Ficken, M.S. and J. Popp. 1996. A comparative analysis of passerine mobbing calls. **Auk**. 113: 370-380.

Geoff, S. 1996. **Bird Song and Call of Britain and Northern Europe**. Harper Collians Publication, London.

Griffiths, R. and B. Tiwari. 1995. Sex of the last wild Spix's macow. **Nature.** 375: 454.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Gurney, M. 1981. Hormonal control of cell form and number in the Zebra Finch song system. **J. Neurosci.** 1: 658-673.

_____. 1982. Behavior correlates of sexual differentiation in the Zebra Finch song system. **Brain Res**. 231: 153-172.

_____ and M. Konishi. 1980. Hormone induced sexual differentiation of brain and behavior in Zebra Finch. **Science.** 208: 1380-1382.

Hau, M., M. Wikelski, K.K. Soma and J.C. Wingfield. 2000. Testosterone and year-round territorial aggression in a tropical bird. **Gen. Comp. Endocr**. 177: 20-33.

Jarvis, E.D. 2004. **Learned Birdsong and the Neurobiology of Human Language**. New York Academy of Science, North Carolina.

Krebs, J.R., M. Avery and R.J. Cowie. 1981. Effect of mate on the singing behavior of Great Tits. **Anim. Behav**. 29: 635-637.

Kumer, A. 2003. Acoustic communication in bird: Differences in song and call, their production and biological significance. **Resonance.** 8: 44-55.

_____. 2004. Acoustic communication in the Red-vented Bulbul *Pycnonotus cafer*. **Acad. Bras. Sci**. 76 (2): 350-358.

_____ and D. Bhatt. 2002. Characteristics and significance of song in female Oriental Magpie-robin *Copsychus saularis*. **J. Bombay Nat. Hist. Soc.** 99: 54-58.

Lambrechts, M.M. and A.A. Dhondt. 1995. Individual voice discrimination in bird. **Curr. Ornithol.** 12: 115-139.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Lehner, P.N. 1996. **Handbook of Ethological Methods**. 2nd ed. Colorado State University Press, Colorado.

Lekagul, B. and P.D. Round. 1991. **A guide to the birds of Thailand**. Darnsutha Press, Bangkok.

Logan, C.A. 1983. Reproductively dependent song cyclicity in mated male Mocking Birds (*Mimus polyglottos*). **Auk**. 100: 404-413.

Levin, R.N. and J.C. Wingfield. 1992. The hormonal control of territorial aggression in tropical birds. **Ornis. Scand.** 23: 284-291.

Marler, P. 1997. Three model of song learning: evidence from behavior. **J. Neurobiol.** 33: 501-516.

_____ and S. Peter. 1987. A sensitive period for song acquisition in the Song Sparrow: a case of agelimited learning. **Ethology.** 76: 89-100.

_____and W.J. Hamilton. 1966. **Mechanisms of Animal Behaviour**. Toppan, Tokyo.

Morton, E.S. 1996. A comparison of vocal behavior among tropical and temperate passerine birds, pp. 259-286. *In*: D. E. Kroodsma and E. M. Miller, eds. **Ecology and Evolution of Acoustic Communication in Birds**. Comstock, New York.

Nordeen, K.W., E.J. Nordeen and A.P. Arnold. 1986. Estrogen establishes sex differences in androgen accumulation in Zebra Finch brain. **J. Neurosci.** 6(3): 734-738.

Nottebohm, F. 1981. A brain for all seasons: cyclical anatomical changes in song control nuclei of the canary brain. **Science**. 214: 1368-1370.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

_____ and A. Arnold. 1976. Sexual dimorphism in vocal control areas of the song bird brain. **Science.** 194: 211-213.

Pettingill, O.S. 1985. **Ornithology in Laboratory and Field**. Academic Press, London.

Pizzey, G. and F. Knight. 1997. **Field Guide to the Birds of Australia**. Angus and Robertson, Australian Museum, Sydney.

Podos, J., S. Peter, T. Rudnicky, P. Marler and S. Nowicki. 1992. The organization of song repertoires in Song Sparrow: themes and variations. **Ethology.** 90: 89-106.

Poulsen, B.O. 2002. A comparison of bird richness, abundance and trophic organization in forests of Ecuador and Denmark: are high-altitude Andean forests temperate or tropical?. **J. Trop. Ecol.** 18: 615-636.

Ricklefs, R.E. 1998. Comparative demography of new world populations of Thrushes (*Turdus* spp.). **Ecol. Monogr**. 67: 23-43.

Ritchison, G. 1983. The function of singing in female Black-headed Grosbeaks (*Pheucticus melanocephalus*): family-group maintenance. **Auk.** 100: 105-116.

Schlinger, B.A. 1997. Sex steroids and their actions on the birdsong system. **J. Neurobiol**. 33: 619-631.

Schodde, R. and S.C. Tidemann. 1986. **Reader's Digest Complete Book of Australian Birds**. 2nd, ed. Reader's Digest (Australia) Pty Ltd, Australian Museum, Sydney.

Smith, G.T., E.A. Brenowitz, M.D. Beecher and J.C. Wingfield. 1997. Seasonal Changes in Testosterone, Neural Attributes of Song Control Nuclei, and Song Structure in Wild Songbirds. **J. Neurosci.** 17(15): 6001-6010.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Sutherland, W.J. 1997. **Ecological Census Techniques:** A Handbook, 2nd ed Cambridge University Press, London.

Thorpe, W.H. 1958. The learning of song patterns by birds, with especial reference to the song of the Chaffinch, *Fringilla coeleds*. **Ibis.** 100: 535-570.

_____. 1961. **Bird Song**. Cambridge University Press, Cambridge.

Wingfield, J.C. and D.M. Lewis. 1993. Hormonal and behavioral responses to stimulated territorial intrusion in the cooperatively breeding White-browed Sparrow Weaver, *Plocepasser mahali*. **Anim. Bahav**. 45: 1-11.

_____ , G.F. Ball, Jr. A.M. Dufty, R.E. Hegner and M. Ramenofsky. 1987. Testosterone and aggression in birds. **Anim. Sci.** 75, 602-608.

_____ , R.E. Hegner and D.M. Lewis. 1992. Hormonal responses to removal of a breeding male in the cooperatively breeding White-browed Sparrow Weaver, *Plocepasser mahali*. **Horm. Behav**. 26: 145-155.

_____ , _____ , Jr. A.M. Dufty and G.F. Ball. 1990. The "challenge hypothesis". Theoretical implication for patterns of testosterone secretion, mating system, and breeding strategies. **Amer. Nat.** 136 (6): 829-846.

Wood, K.A. 1999. Roosting habits of the Red-whiskered Bulbul at Wollongong, New South Wales. **Aus. Bird Watcher.** 18: 75-80.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิธีการตรวจปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรน

1. ส่วนผสมและการเตรียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (PBS: Phosphate Buffer Saline; pH 7.4)

1.1 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ปริมาณ 8 กรัม

1.2 โพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) ปริมาณ 0.2 กรัม

1.3 ไดโซเดียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (Na_2HPO_4) ปริมาณ 1.44 กรัม

1.4 โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) ปริมาณ 0.24 กรัม

1.5 ปรับค่า pH ให้เท่ากับ 7.4 โดยใช้ กรดไฮโดรคลอริก (HCl) และ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

1.6 เติมน้ำกลั่น (distilled water) จนได้ปริมาตรเท่ากับ 1,000 มิลลิลิตร

1.7 นึ่งฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อแรงดันไอน้ำความร้อนสูง (autoclave) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2. การสกัดสารสเตอรอยด์จากมูล

2.1 นำตัวอย่างมูล 1 กรัม มาทำอบแห้ง และบดให้ละเอียดเป็นผง

2.2 นำตัวอย่างมูลผง 1 กรัม ละลายในฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 7.4 8 มิลลิลิตร

2.3 ผสมให้เข้ากันด้วยวอร์เท็กซ์ (vortex mixture)

2.4 บ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

2.5 ปั่นเหวี่ยงแยกชั้น (centrifuge) ที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที

2.6 นำส่วนของเหลวใสด้านบน 200 ไมโครลิตร ละลายกับไดคลอโรมีเทน 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยวอร์เท็กซ์

2.7 ปั่นเหวี่ยงแยกชั้น ที่ความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

2.8 ดูดของเหลวด้านล่าง 2 มิลลิลิตร

2.9 มาระเหยแห้งด้วยแก๊สไนโตรเจน

2.10 นำไปสกัดฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนจากพลาสมา (plasma)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3. การสกัดฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนจากพลาสมา

3.1 ดูดตัวอย่างพลาสมา 200 ไมโครลิตร และไดคลอโรมีเทน 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง

3.2 ผสมให้เข้ากันด้วยวอร์เท็กซ์นาน 1 นาที

3.3 นำไปปั่นเหวี่ยงแยกชั้น 1,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที

3.4 ดูดของเหลวชั้นบนทิ้ง และนำของเหลวชั้นล่างปริมาตร 2 มิลลิลิตรใส่หลอดทดลองหลอดใหม่

3.5 นำไประเหยแห้งด้วยแก๊สไนโตรเจน

3.6 นำไปวิเคราะห์หาปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนด้วยวิธีเรดิโออิมมูโนแอสเสย์ (radioimmunoassay)

4. การวิเคราะห์ฮอร์โมนเทสทอสเทอโรน

4.1 เตรียมหลอดโพลีโพรไพลีนที่สะอาด 2 หลอด ติดฉลากบกหลอดเป็นเอนเอสบี (nonspecific binding, NSB) และหลอดที (total counts, T)

4.2 เตรียมค่ามาตรฐาน 5 ระดับ โดยใช้หลอดที่เคลือบด้วยแอนติบอดีเทสทอสเทอโรนติดฉลากบนหลอดเป็น V0 (maximum binding, MB) 1, 2, 3, 4 และ 5

คาลิเบรเตอร์	นาโนกรัมต่อมิลลิลิตร
V0	0.00
1	0.30
2	0.54
3	1.50
4	6.90
5	15.00

4.3 เติมคาลิเบรเตอร์ 1 ปริมาตร 50 ไมโครลิตร ลงในหลอดเอนเอสบี และหลอด V0

4.4 นำหลอดทดลองจากการสกัดฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนที่ระเหยแห้งแล้วมาเติมคาลิเบรเตอร์ 1 ปริมาตร 80 ไมโครลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.5 ผสมให้เข้ากันด้วยวอร์เท็กซ์

4.6 ดูดปริมาตร 50 ไมโครลิตร ลงในหลอดที่เคลือบด้วยแอนติบอดีเทสทอสเทอโรน

4.7 เติมไอโอดีน -125 โททอลเทสทอสเทอโรน ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ทุกหลอด และวอร์เท็กซ์เบาๆ

4.8 นำหลอดทดลองแช่ในวอเตอร์บาทธ์ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

4.9 เทของเหลวในทดลองหลอดทิ้ง ยกเว้นหลอดที ทำให้แห้งโดยใช้โฟมดีแคนติแรค (foam decanting rack) คว่ำหลอดแล้วเคาะแรงๆ บนกระดาษทิชชู รอให้แห้ง

4.10 นำไปวัดด้วยเครื่องวัดรังสีแกมมา (gamma counter) นาน 1 นาที

4.11 บันทึกค่า cpm แล้วนำไปคำนวณหาปริมาณฮอร์โมนเทสทอสเทอโรนด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป GMS Version 3.05: GAMMA-C12

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นางสาวดาริกา มานะธรรมกมล
เกิดวันที่	14 ตุลาคม 2527
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ชีววิทยา) มหาวิทยาลัยมหิดล
ตำแหน่งปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์