



รายงานการวิจัย เรื่อง

ศึกษาโครงสร้าง สัณฐานวิทยา การวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของเปลือกไข่นกไทย
โดยนาโนเทคโนโลยี

Study on Thai Avian Eggshell Structure, Morphology Qualitative and Quantitative
Elemental Analysis using Nanotechnology

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา ศรีพุทธชาติ

Assistant Professor Kanlaya Sribuddachard

รองศาสตราจารย์ ดร. มยุวา ยงทรัพย์อนันต์

Associated Professor Dr.Mayuva Youngsabanant

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจาก

สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร

กันยายน 2555

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีงบประมาณ 2553-2554

ไข่ฟองเล็กและฟองใหญ่ โดยไข่ฟองเล็กมีน้ำหนักระหว่าง 0.79-19.79 กรัม และมีความหนาของเปลือกไข่อยู่ในช่วง 67.20-249.50 ไมโครเมตร โดยมีการจัดเรียงตัวแบบมีปุ่มที่ฐานของชั้นยื่นไปติดกับเยื่อหุ้มไข่ขาว สำหรับไข่ฟองใหญ่ที่มีน้ำหนักในช่วงน้ำหนักที่มากกว่า 19.79 กรัม โดยมีความหนาของเปลือกไข่อยู่ในช่วงมากกว่า 249.50-369.33 ไมโครเมตร ซึ่งพบว่าชั้น mammillary มีการจัดเรียงตัวเป็นรูปตัวยูที่ชัดเจน

ผลการวิเคราะห์ธาตุด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดด้วยหัวตรวจวัด energy dispersive X-ray microanalysis detector (EDX) ในนก 15 ชนิด พบว่า 11 ชนิดธาตุในเปลือกไข่คือ oxygen (O), calcium (Ca), carbon (C), aluminum (Al), silicon (Si), magnesium (Mg), sodium (Na), phosphorus (P), sulfur (S), chlorine (Cl) and molybdenum (Mo) เป็นเปอร์เซ็นต์ ดังนี้ 50.12-59.04%, 17.48-29.48%, 16.67-28.33%, 0.06-0.75%, 0.04-0.53%, 0.07-0.52%, 0.13-0.40%, 0.02-0.22%, 0.02-0.19%, 0.04-0.14% และ 0.03-0.11% ตามลำดับ โดยธาตุ 3 ชนิด ที่เป็นส่วนประกอบที่มากที่สุดคือแคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักสำคัญในการเจริญพัฒนาของตัวอ่อน เช่น กัลลีนอ กระดุกและสมอง ในขณะที่ Mg, Na และ P พบในเปลือกไข่ทุกชนิด ซึ่งเป็น major inorganic ของเปลือกไข่ มีความสัมพันธ์โดยตรงกับความแข็งแรงของเปลือกไข่และพบโลหะหนักปนเปื้อนคือ Mo ในเปลือกไข่นก 3 ชนิด การค้นพบครั้งนี้เป็นข้อมูลที่มีค่าสำหรับงานวิจัยที่จะใช้เป็นความรู้ที่สนับสนุนความรู้และข้อมูลทางชีววิทยาของเปลือกไข่นกต่อไป

Abstract

The ultrastructure of avian eggshell was studied by scanning electron microscope with secondary Electron Imaging (SEI), backscattered electrons (BEI) and energy dispersive X-ray analysis (EDX) detectors. The results showed ultrastructure of eggshell sample from 32 species, 7 orders, which egg weight ranging between 0.79 ± 0.02 - 41.76 ± 5.42 g. The eggshell thickness of order Anseriformes (Lesser Whistling-duck, *Dendrocygna javanica*) was 297.11 ± 16.86 μm . The eggshell thickness of order Passeriformes (14 species) Oriental Magpie-Robin (*Copsychus saularis*), Asian Golden Weaver (*Ploceus hypoxanthus*), Baya Weaver (*Ploceus philippinus*), Common Tailorbird (*Orthotomus sutorius*), Plain Prinia (*Prinia inornata*), Olive-backed Sunbird (*Nectarinia jugularis*), Black Drongo (*Dicrurus macrocercus*), Red-whiskered Bulbul (*Pycnonotus jocosus*), Sooty-headed Bulbul (*Pycnonotus aurigaster*), Streak-eared Bulbul (*Pycnonotus blanfordi*), Ashy Woodswallow (*Artamus fuscus*), Pied Fantail (*Rhipidura javanica*), Common Myna (*Acridotheres tristis*) and Asian Pied Starling (*Sturnus contra*) were ranging between 48.00 ± 9.23 - 145.11 ± 16.20 μm . The eggshell thickness of order Ciconiiformes (10 species) Red-wattled Lapwing (*Vanellus indicus*), Black-winged stilt (*Himantopus himantopus*), Pond Heron (*Ardeola* sp.), Javan Pond Heron (*Ardeola speciosa*), Cattle Egret (*Bubulcus ibis*), Little Egret (*Egretta garzetta*), Yellow Bittern (*Ixobrychus sinensis*),

Black-Crowned Night Heron (*Nycticorax nycticorax*), Open-billed Stork (*Anastomus oscitans*), Little Grebe (*Tachybaptus ruficollis*) were ranging between 107.20 ± 16.50 - 369.33 ± 29.86 μm . The eggshell thickness of order Columbiformes (2 species) Rock Pigeon (*Columba livia*) and Spotted Dove (*Streptopelia chinensis*) were ranging between 100.00 ± 8.63 - 369.33 ± 29.86 μm . The eggshell thickness of Cuculiformes: Plaintive Cuckoo (*Cacomantis merulinus*) and Order Turniciformes: Buttonquail (*Turnix* sp.) was 63.50 ± 4.46 μm and 88.33 ± 4.03 μm . While, eggshell thickness of Order Gruiformes (3 species) White-breasted Waterhen (*Amaurornis phoenicurus*), Common Moorhen (*Gallinula chloropus*) and Ruddy-breasted Crake (*Porzana fusca*) were ranging between 100.00 ± 8.63 - 249.5 ± 8.42 μm . The eggshell ultrastructure of all species exhibited 3 layers: cuticle, palisade and mammillary. All eggshells showed palisade layer as the most thickness layer following by mammillary layer and cuticle layer. The palisade layer had a difference porosity of vesicular holes. The tiny portion of the shell unit, which is developed below the organic core between fibers of shell membrane. Meanwhile, the mammillary layer was more compact which broad base cone shape (U and V shaped) connected with shell membrane. This study showed 2 models of eggshell structure (classification from mammillary structure in small and large eggshells). Small eggshells have weight between 0.79-19.79 g and eggshell thickness ranging between 67.20-249.50 μm . The terminal of mammillary layer has mammillary knob connect with shell membrane. For large eggshell has weight more than 19.79 g and eggshell thickness ranging between 249.50-369.33 μm with U shape of mammillary layer.

Elemental analysis by energy dispersive x-ray microanalysis detector (EDX) showed 11 apparent elements in the eggshells including oxygen (O), calcium (Ca), carbon (C), aluminum (Al), silicon (Si), magnesium (Mg), sodium (Na), phosphorus (P), sulfur (S), chlorine (Cl) and molybdenum (Mo) at the percentage of 50.12-59.04%, 17.48-29.48%, 16.67-28.33%, 0.06-0.75%, 0.04-0.53%, 0.07-0.52%, 0.13-0.40%, 0.02-0.22%, 0.02-0.19%, 0.04-0.14% and 0.03-0.11%, respectively. It was found that the 3 highest elemental compositions (Ca, C and O), which essential for avian embryonic development e.g. the muscle, skeleton and brain, mainly presented as composited structure of calcium carbonate (CaCO_3). Meanwhile, Mg, Na and P found in all avian eggshell species were major inorganic constituents of the eggshells which directly related to an increase of the shell hardness. Finally, the heavy metal Mo has been observed in 3 eggshell species. This observation provides valuable information for further works to support knowledge on avian eggshell biology.

สารบัญ

	หน้า
บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์.....	2
การถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย.....	3
ขอบเขตการวิจัย.....	3
การทบทวนเอกสาร.....	3
คำสำคัญ.....	5
เนื้อเรื่อง.....	6
วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล.....	6
ผลการวิจัย.....	7
วิจารณ์ผลและสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	30
บรรณานุกรม.....	37
ภาคผนวก.....	42
ภาคผนวก 1.....	42
ภาคผนวก 2.....	70

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1 ชนิดนก แหล่งที่เก็บไขนกและสัณฐานวิทยาภายนอกของไขนกที่ทำวิจัย 32 ชนิด.....	13
ตารางที่ 2 ความหนาเปลือกไข่เฉลี่ยของนก 32 ชนิด.....	18
ตารางที่ 3 ค่าสัดส่วนความหนาชั้น palisade/ total และ mammillary/ total	27
ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในเปลือกไข่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์.....	29

สารบัญภาพ

ภาพและกราฟที่	หน้า
ภาพที่ 1 ไชนกที่รูปทรงเป็นรูปทรงไข่ รูปทรงรี และรูปทรงลูกข้าง.....	8
ภาพที่ 2 ภาพไชนกใน Order Passeriformis.....	9
ภาพที่ 3 ภาพไชนกใน Order Anseriformes และ Columbiformes ตามลำดับ.....	10
ภาพที่ 4 ภาพไชนกใน Order Ciconiiformes จำนวน 10 ชนิด.....	11
ภาพที่ 5 ภาพไชนกใน Order Cuculiformes, Gruiformes และ Turniciformes ตามลำดับ.....	12
ภาพที่ 6 แสดงโครงสร้างอย่างละเอียดของเปลือกไชนก ประกอบด้วย 3 ชั้น.....	17
ภาพที่ 7 โครงสร้างอย่างละเอียดด้านตัดขวางของเปลือกไชนกทั้ง 32 ชนิด.....	26
ภาพที่ 8 ภาพ SEM แสดงโครงสร้างภาคตัดขวางเปลือกไข่.....	33
ภาพที่ 9 แสดงแม่แบบ (model) โครงสร้างของเปลือกไข่.....	34

ชื่อโครงการวิจัย

ศึกษาโครงสร้าง สัณฐานวิทยา การวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของเปลือกไขนกไทยโดยนาโนเทคโนโลยี

Study on Thai Avian Eggshell Structure, Morphology Qualitative and Quantitative Elemental Analysis using Nanotechnology

บทนำ

เปลือกไขนกที่พบตามธรรมชาตินั้นเป็นหลักฐานที่มีคุณค่าสูงทางนิเวศวิทยาที่ธรรมชาติได้มอบไว้ให้เพราะทำให้นักวิจัยได้ทราบถึงความเป็นไปของจำนวนลูกนกที่เกิดขึ้นใหม่หรือจำนวนลูกนกที่ไม่ได้ฟักตัวตลอดจนใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีววิทยา (Biological indicator) ของสภาพสิ่งแวดล้อมว่ามีความผันแปรหรือไม่อย่างไร โดยต้องศึกษาถึงองค์ประกอบของธาตุและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเปลือกไขนก เช่น ความหนา (thickness) รูปร่างโครงสร้าง (form) ขนาดทั้งหมด (whole size) องค์ประกอบธาตุ (elements) และลักษณะรูที่เปลือกไข่ (features of porous system) ว่ามีการเปลี่ยนแปลงหรือไม่ อย่างไร ในขณะที่เกิดความผันแปรและมีการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม เพราะองค์ประกอบของเปลือกไข่ทั้งหมด ความหนาบาง ตลอดจนสีของเปลือกไข่สามารถใช้เป็นตัวบ่งชี้สภาพสิ่งแวดล้อม (Environmental indicator) ณ บริเวณหรือสถานที่ที่นกอาศัยอยู่ได้เป็นอย่างดี (Nys และคณะ, 2004) ซึ่งสามารถใช้เป็นหลักฐานทางอนุกรมวิธาน (Taxonomy) ในการจำแนกชนิดของนกตามองค์ประกอบและข้อมูลของเปลือกไข่ได้ (Mikhailov, 1997; Palevol, และคณะ, 1999; Nys และคณะ, 2004) นอกจากนี้นักวิทยาศาสตร์ยังได้ศึกษาถึงความหนาของเปลือกไขนก (Thickness of bird eggshell) ที่สามารถใช้เป็นข้อบ่งชี้ให้ทราบถึงอายุ (Cusack และคณะ 2003) สุขภาพและโรคที่เกิดกับแม่พันธุ์ เช่น การติดเชื้อของรังไข่และปีกมดลูก (Ridler, 2000) หลักฐานของเปลือกไข่ยังทำให้ทราบถึงโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมได้ (Heavy metal contamination in environment) (Lundholm, 1995; Mora, 2003)

อีกหนึ่งการที่จะได้มาซึ่งเปลือกไขนกในธรรมชาตินั้นเป็นสิ่งที่ยากลำบากมาก เพราะตามธรรมชาตินกจะทำรังเพื่อวางไข่ในที่ที่ปลอดภัยที่สุดซึ่งยากต่อการค้นพบ (Peterson, 1978) วิธีที่จะเก็บไขนกเพื่อนำมาศึกษานั้นอาจได้จากการลักไขนกจากรังนกหรือการเก็บไขนกจากรังที่แมนกทิ้งรังหรือการเก็บเปลือกไขนกที่แมนกเก็บไปทิ้งให้พันธุ์หลังจากลูกนกฟักตัวแล้ว (Snodderly และ Max, 1978; Sordahl, 1994; Sandercock, 1996) ซึ่งวิธีสุดท้ายนี้จะได้เปลือกไข่ที่แตกและไม่สมบูรณ์ ดังนั้นจะได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนไปด้วยความยากลำบากดังกล่าวทำให้นักวิจัยและข้อมูลของเปลือกไขนกตามธรรมชาตินั้นขาดแคลนมาก

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเปลือกไขนกของไทยนั้น เท่าที่ผู้วิจัยได้สืบค้นข้อมูลนั้นยังไม่พบว่ามีผู้ใดได้ศึกษาและเก็บรวบรวมมาก่อนในประเทศไทย จึงยิ่งทำให้คณะผู้วิจัยซึ่งเป็นนักวิจัยสาขาสัตววิทยาที่มีความเชี่ยวชาญเรื่องปักษีวิทยาและด้านจุลทรรศน์อิเล็กตรอน มีความตั้งใจอย่างสูงที่จะร่วมประสานกันในการที่จะรวบรวมและเก็บข้อมูลของเปลือกไขนก โดยคณะผู้วิจัยมีความตั้งใจที่จะทำการศึกษาเปลือกไขนกที่

มีอยู่ตามธรรมชาติและรวมถึงนกเลี้ยงที่อยู่ในจังหวัดนครปฐมและบริเวณที่ใกล้เคียง ซึ่งเป็นข้อมูลที่สำคัญมากสำหรับชมรมผู้รักนกและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการอนุรักษ์นกต้องตระหนักถึง โดยงานวิจัยนี้จะศึกษาทั้งทางด้านนิเวศวิทยาและศึกษาวิเคราะห์โดยจุลทรรศน์อิเล็กตรอนไว้อย่างละเอียดครบถ้วน เพื่อนำข้อมูลทั้งหมดจากงานวิจัยนี้ใช้เป็นฐานข้อมูลเพื่อดำเนินการจัดทำแม่แบบ (model) เปลือกไขนกไทยต่อไป และสามารถใช้ข้อมูลทางจุลทรรศน์อิเล็กตรอนของเปลือกไขนกในการเปรียบเทียบกับการจัดอนุกรมวิธานของนกที่เคยได้จัดไว้แล้ว (ซึ่งใช้ลักษณะต่างๆ ของนกในการจัดอนุกรมวิธาน) ว่ามีความสัมพันธ์หรือสอดคล้องกันหรือไม่ อย่างไร นอกจากนี้ยังพยายามที่จะใช้ข้อมูลในการเปรียบเทียบกับเปลือกไขของสัตว์อื่นๆ ประโยชน์ด้านอื่นๆ คือข้อมูลของปริมาณและคุณภาพของธาตุต่างๆ ในเปลือกไขนี้มีประโยชน์ในการใช้เปรียบเทียบเมื่อมีการปนเปื้อนของโลหะหนักในสิ่งแวดล้อมหรือเมื่อสัตว์ปีกที่เป็นโรคและมีการสร้างเปลือกไขที่ผิดปกติไป (Lundholm, 1995; Mora, 2003; Miguel, 2003)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาวิเคราะห์โครงสร้าง (structure) และลักษณะรูปร่างทางสัณฐานวิทยา (ultra morphology) ของเปลือกไขนกอย่างละเอียด
2. เพื่อศึกษาวิเคราะห์ธาตุ (elemental analysis) ในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณของเปลือกไขนก ซึ่งทำให้ทราบข้อมูลว่าเปลือกไขนกมีองค์ประกอบธาตุอะไรบ้างและมีปริมาณเท่าไร ตลอดจนมีธาตุหรือโลหะหนักที่เป็นพิษปนเปื้อนหรือไม่และมีปริมาณเท่าไร
3. เพื่อจัดทำแม่แบบและจัดทำแม่แบบ (model) ของเปลือกไขนกและศึกษาความสัมพันธ์ของเปลือกไขในทางอนุกรมวิธาน (taxonomy) พร้อมวิเคราะห์เปรียบเทียบกับอนุกรมวิธานที่มีผู้จัดไว้แล้วว่ามีความสอดคล้องหรือมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- ผลงานวิจัยนี้จะตีพิมพ์ในวารสารทางวิชาการและการนำเสนอผลงานระดับนานาชาติได้
- ประโยชน์ต่อสังคมคือสามารถเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการทำวิจัยสู่เยาวชนและผู้สนใจคือการจัดอบรมหรือการจัดให้ความรู้ในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ของมหาวิทยาลัยได้
- สามารถเผยแพร่ความรู้ที่ได้จากการทำวิจัยให้แก่ประชาชนทั่วไปในภาษาที่เข้าใจง่าย ตามสื่อเช่นหนังสือพิมพ์ สิ่งพิมพ์หรือนิตยสารได้
- รวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำพินิจภัณฑ์เปลือกไขนก เพื่อให้ความรู้แก่นักเรียน นักศึกษาและผู้สนใจทั่วไป โดยจัดไว้ที่ ห้องปฏิบัติการปักษีวิทยา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรได้

การถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย ผลสำเร็จของการวิจัยที่จะคาดว่าจะถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมายฯ เป็นจำนวนนับ

หน่วยงานที่สามารถนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์คือ

- หน่วยงานทางการศึกษา เช่นภาควิชาชีววิทยาและสัตววิทยา ของมหาวิทยาลัยต่างๆ
- กรมป่าไม้และกรมทรัพยากรธรรมชาติ
- ชมรมอนุรักษ์นกต่างๆ และหน่วยงานทางการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ธรรมชาติ
- สวนสัตว์ต่างๆ

ขอบเขตการวิจัย

ทำการศึกษาเปลือกไข่นกที่พบตามธรรมชาติและนกที่เพาะเลี้ยงในกลุ่มจังหวัดภาคกลาง ภาคกลางตอนล่างและภาคอื่นๆ ที่สามารถเก็บได้ จึงนำเปลือกไข่มาศึกษาสัณฐานวิทยาภายนอกและภายในพร้อมศึกษาธาตุที่เป็นองค์ประกอบ ตลอดจนธาตุโลหะหนักที่ปนเปื้อน เพื่อจัดทำแม่แบบเปลือกไข่นก พร้อมศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเช่น ข้อมูลของนก วงชีวิตของนก รังนก อาหารที่นกกิน การวางไข่ โดยการออกสำรวจภาคสนามด้วยการเฝ้าศึกษาและการถ่ายภาพและจากการค้นคว้าจาก Literature ต่างๆ แล้วนำมารวมและศึกษาความสัมพันธ์ของเปลือกไข่ทั้งหมดในทางอนุกรมวิธาน จัดรวบรวมข้อมูลอื่นๆ ซึ่งประกอบด้วยความรู้เรื่องเปลือกไข่นกชนิดต่างๆ โครงสร้างและสัณฐานวิทยาของเปลือกไข่นก ตลอดจนองค์ประกอบธาตุเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพในเปลือกไข่นกไทยชนิดต่างๆ การสร้างเปลือกไข่ การวางไข่ รูปร่างนก วงชีวิตของนก รังนก อาหารที่นกกิน และนำข้อมูลเรื่องโครงสร้างของเปลือกไข่เพื่อศึกษาหาความสัมพันธ์ทางอนุกรมวิธานพร้อมวิเคราะห์เปรียบเทียบกับอนุกรมวิธานที่มีผู้จัดไว้แล้วว่ามีความสอดคล้องกันมีความสัมพันธ์กันหรือไม่ อย่างไร

การทบทวนเอกสาร

การศึกษาเปลือกไข่สัตว์ของไทยพบเพียงแต่การศึกษาในสัตว์เลื้อยคลานเช่นตะพาบน้ำ (Narrow-headed Softshell Turtle *Chitra chitra* Nutphand) โดยศึกษาโครงสร้างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด การวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุทั้งทางด้านคุณภาพและปริมาณในแต่ละชั้นของเปลือกไข่ด้วย Energy Dispersive X-ray Analysis (EDX) และยังศึกษาถึงส่วนสัดของ powder-size ของเม็ด particles ด้วย X-ray Diffraction Analysis พบว่าเปลือกไข่ของตะพาบน้ำประกอบด้วย 3 ชั้น ด้านนอกเป็นเยื่อหุ้ม calcareous ชั้นกลางเป็นชั้น crystalline ส่วนเยื่อหุ้มชั้นในเป็นชั้น fibrous ที่สานกันเป็นตาข่าย เปลือกไข่ประกอบด้วยธาตุ oxygen, carbon, magnesium, calcium, silica, aluminium, potassium และ sodium ในส่วนประกอบ 53%, 35%, 5.55%, 5.4 %, 2.9%, 2.3%, 0.17% และ 0.74% ตามลำดับ (Kitimasak และคณะ, 2003) สำหรับการศึกษาเปลือกไข่เต่า (Olive Ridley Turtles *Lepidochelys*

olivacea) นั้นได้เปรียบเทียบกับเปลือกไข่เต่าเลี้ยงและเต่าตามธรรมชาติที่เกาะภูเก็ต พบว่าเปลือกไข่เต่าธรรมชาติและเต่าเลี้ยงมีความแตกต่างกันบ้างที่ชั้นเปลือกนอกสุด โดยในชั้นนี้เปลือกไข่เต่าธรรมชาติจะเป็น dome shape ซึ่งเปลือกไข่ของเต่าเลี้ยงมีลักษณะเป็นรูปร่างกลมและรียาวปะปนกันไป ส่วนด้านข้างของเปลือกไข่เต่าธรรมชาติพบเป็นชั้นที่สะสมแคลเซียมมีรูปร่างเป็นพัด ส่วนเปลือกไข่ของเต่าเลี้ยงพบชั้นที่สะสมแคลเซียมเป็นรูปพัดเช่นกัน แต่ด้านบนกลับเรียงตัวไม่สม่ำเสมอและชั้นในสุดเป็นชั้น fibrous

การใช้เทคนิคต่างๆ ในการศึกษาพื้นผิวของเปลือกไข่ในต่างประเทศมีผู้ศึกษา โดยใช้หลายวิธีการ ศึกษาขนาดและการจัดเรียงตัวของ Crystal สามารถใช้ optical microscopy ได้ โดยใช้ slide แต่ศึกษาได้เพียงภาพ 2 มิติ สำหรับการใช้ X-ray technique ได้ภาพเป็น 3 มิติ ซึ่งทำให้ทราบถึงสภาพพื้นผิวและทราบถึงองค์ประกอบที่อยู่ที่เปลือกไข่ด้วย นอกจากนี้ยังมีผู้ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและส่องผ่านเพื่อศึกษาโครงสร้างน้อยอย่างละเอียดด้วย (Nys และคณะ, 2004)

การศึกษาของ Miguel (2003) พบปริมาณโลหะที่กระจายตัวในไข่และเปลือกไข่ของนกที่กำลังจะสูญพันธุ์คือ Southwestern Willow Flycatcher (*Empidonax trillii extimus*) จาก 4 บริเวณของรัฐออริโซนา พบธาตุ อลูมิเนียม แบเรียม ทองแดง แมงกานีส ซีรีเนียมและสังกะสี ในไข่และเปลือกไข่ ซึ่งมีผลต่อการฟักตัวของไข่ในบางพื้นที่ที่ศึกษา รวมถึงการศึกษาของ Swailch และ Sansur (2006) ที่แสดงถึงผลของโลหะหนักที่กระทบต่อนกกระจอกใหญ่ พบว่ามีการสะสมโลหะหนักในอวัยวะต่างๆ รวมถึงในไข่และเปลือกไข่นกด้วย โดยวัดความเข้มข้นของ ทองแดง แคดเมียม พรอทและสังกะสีในเนื้อเยื่อและอวัยวะต่างๆ ของนกกระจอกตัวผู้และตัวเมียที่ยังไม่เต็มวัย (อายุ 1-4 อาทิตย์) และตัวเต็มวัย พบว่าเนื้อเยื่อและอวัยวะที่พบโลหะหนักปริมาณมากไปน้อยตามลำดับ ได้แก่ ตับ > กระเพาะ > กระดูก > ปอดและขนนก > กล้ามเนื้อ > ไข่ และสมอง > หัวใจ > เปลือกไข่ นอกจากนี้พบว่านกตัวเต็มวัยที่เก็บจากชนบท พบปริมาณของ ทองแดง พรอทและสังกะสี น้อยกว่านกในเมืองอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งยังพบว่าความเข้มข้นของโลหะมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับอายุของนก จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสามารถใช้เปลือกไข่เป็นตัวชี้วัด (indicator) ที่แสดงถึงคุณภาพของสิ่งแวดล้อมและยังสามารถใช้นกกระจอกใหญ่ในการติดตาม (Biomonitor) ความเป็นพิษของโลหะในเมืองได้

Kazuto และคณะ (2010) ทำการทดลองในเปลือกไข่ของไก่ทั้ง 3 ชนิด คือ Rhode Island Red hens, White Leghor, Araucanas ซึ่งมีสีน้ำตาล สีขาว และสีเขียว ตามลำดับ โดยนำเปลือกไข่ทำความสะอาด นำเมมเบรนออกแล้วบดหยาบผสมกับแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ แล้วบ่มในที่มืดและสว่าง พบว่า เม็ดสีที่เปลือกไข่มีความสามารถในการยับยั้งแบคทีเรียแกรมบวกได้ดี แต่ให้ผลน้อยกับแบคทีเรียแกรมลบ

Chien และคณะ (2009) ศึกษาไก่พันธุ์ Gallus gallus พันธุ์สีขาว ซึ่งใช้เวลาในการกกไข่ 21 วัน ได้นำเปลือกไข่ตั้งแต่ไข่ระยะวางไข่จนถึงวันที่ฟักตัว นำมาศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและรายงานว่าเปลือกไข่เริ่มบางลงอย่างรวดเร็วหลังจากวันที่ 11 ของการวางไข่และบางลงเรื่อยๆ

จนถึงวันฟักไข่ ซึ่งเปลือกไข่บางที่สุดที่ระยะนี้ การศึกษาแสดงให้เห็นว่าตัวอ่อนได้ดึงแร่ธาตุและแคลเซียมในเปลือกไข่ไปใช้เพื่อการเจริญเติบโตหลังจากใช้สารอาหารจากไข่แดงหมดในวันที่ 11 ของการวางไข่ ซึ่งเปลือกไข่มีส่วนสำคัญในการพัฒนาของตัวอ่อนภายในด้วยการเป็นแหล่งแคลเซียมที่ใช้สำรองจากไข่แดงนั่นเองและความสำคัญของเปลือกไข่นอกเหนือจากนี้คือเปลือกไข่ช่วยป้องกันตัวอ่อนจากสภาวะแวดล้อมภายนอก จุลินทรีย์ อันตรายทางกายภาพ ควบคุมการแลกเปลี่ยนก๊าซ ปริมาณน้ำ ของเสียต่างๆ

Mathies และ Andrews (2000) ศึกษาพื้นฐานวิทยาของเปลือกไข่ของสัตว์เลื้อยคลานคือกิ้งก่าในรัฐ Virginia, Arizona และ New Mexico ในช่วงปี ค.ศ. 1993-1997 พบว่าโครงสร้างของเปลือกไข่ประกอบด้วย 3 ชั้นคือ ชั้นนอกสุดเป็นชั้น cuticle ชั้นที่สองคือชั้น crystalline layer ซึ่งมีการเรียงตัวที่แตกต่างของ crystalline materials ทำให้ผิวเปลือกไข่กึ่งกึ่งแต่ละชนิดแตกต่างกัน ชั้นในสุดเป็นชั้น shell membrane ซึ่งเป็นชั้นที่ไม่มีความแตกต่างกันเลยในกิ้งก่าแต่ละชนิด

Solomon (1991) และ Nys และคณะ (1999) ศึกษาพบว่าเปลือกไข่นกประกอบด้วย 6 ชั้น ชั้นในเป็นชั้นที่ไม่มีแคลเซียมและด้านนอกของ shell membranes แต่ละชั้นเป็นชั้น fiber และ albumen ส่วนชั้นด้านในมีโครงสร้างเป็นรูปกรวย

Dennis และคณะ (1996) ศึกษาองค์ประกอบของสารอินทรีย์ของเปลือกไข่ไก่พันธุ์ White Leghorn Chickens (*Gallus gallus*) โดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสงและวิเคราะห์ mineral phase ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน X-ray compositional microanalysis และ Electron diffraction พบว่าเปลือกไข่ประกอบด้วยชั้น cuticle 2 ชั้น ชั้นในเป็นชั้นแร่ธาตุและชั้นนอกประกอบด้วยองค์ประกอบเป็นสารอินทรีย์ต่างๆ ชั้นต่อมาเป็นชั้นที่มีแคลเซียมสะสมซึ่งเป็นชั้นที่มีความหนาแน่น ชั้นในสุดเป็นชั้นของ shell membrane

Lundholm (1995) ได้ทำการทดลองให้ไก่เลี้ยงกิน methyl mercury ขนาด 5 มิลลิกรัม ทุกวันเป็นเวลา 6 วัน พบว่าแม่ไก่ไม่สามารถผลิตไข่ได้อย่างสมบูรณ์เพราะเปลือกไข่นั้นบางมาก และ Mora (2003) ได้ศึกษาเปลือกไข่นกธรรมชาติในรัฐโอริโซนา ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่ามีโลหะหนักตกค้างในเปลือกไข่หลายชนิด เช่น ธาตุสตรอนเตียม สารหนู แบเลียม ทองแดง และวาเนเดียม ซึ่งมีผลทำให้อัตราการฟักตัวของไข่ลดลงอย่างมาก

คำสำคัญ (Keyword) Avian Eggshells, Energy Dispersive X-ray Analysis (EDX), Morphology, Secondary Electron Imaging (SEI)

เนื้อเรื่อง

วิธีการดำเนินการวิจัยและสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1. การเก็บตัวอย่างและการศึกษาโครงสร้างและรูปร่างภายนอกของเปลือกไขนก

1.1 งานภาคสนามคือการออกเก็บตัวอย่างไขนก ซึ่งแบ่งเป็นนกจากธรรมชาติและนกเลี้ยง ในจังหวัดภาคกลาง ภาคกลางตอนล่างและภาคอื่นๆ ที่เก็บได้ เช่น กรุงเทพมหานคร จังหวัดราชบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดสมุทรสงคราม ชลบุรี เป็นต้น (อย่างน้อยชนิดละ 3 ใบ: $N=3$) โดยอาจเก็บได้เป็นเปลือกไขนกหรือเก็บไขนกแล้วแต่กรณี แล้วจำแนกชนิดของเปลือกไข่ถ่ายภาพ และจดบันทึกรายละเอียดของสถานที่เก็บตัวอย่าง

1.2 นำไขนกมาทำความสะอาดเพื่อล้างคราบฝุ่นหรือสิ่งปนเปื้อนออก วัดขนาดเปลือกไข่ ชั่งน้ำหนัก จดบันทึกสีและลวดลายของเปลือกไข่

2. ศึกษาโครงสร้างและลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายในของเปลือกไข่ด้วยโดยนาโนเทคโนโลยี

2.1 ทำเปลือกไขนกให้แตกแล้วนำตัวอ่อนออก จึงลอกเยื่อที่หุ้มตัวอ่อน (Inner and outer shell membrane) ที่ยังคงติดกับเปลือกไข่ออก

2.2 ทำเปลือกไข่ให้ปราศจากความชื้น โดยเก็บเปลือกไข่ไว้ในที่ดูดความชื้นเป็นเวลานานประมาณ 48 ชั่วโมง

2.3 การเตรียมตัวอย่างเพื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดนั้นประยุกต์ตามวิธีของ Mathies และ Andrews (2000) โดยเริ่มจากการคงสภาพเปลือกไข่ด้วย 1.5% glutaraldehyde นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นล้างตัวอย่างออกด้วย 0.1% phosphate buffer 2 ครั้ง แล้วนำชิ้นตัวอย่างจุ่มลงในไนโตรเจนเหลว เพื่อให้ตัวอย่างแข็ง

2.4 ติดตัวอย่างบนฐานรองตัวอย่างด้วยเทปคาร์บอน แล้วฉาบตัวอย่างด้วยผงทองด้วยเครื่องฉาบทอง (Ion sputter) ให้ได้ความหนา 20 นาโนเมตร นำตัวอย่างศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดด้วย Secondary electron imaging (SEI) ที่ 10-15 kV พร้อมบันทึกภาพ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ครบสมบูรณ์ที่ใช้เป็นหลักฐานทางอนุกรมวิธานและข้อมูลทางนิเวศวิทยาได้เป็นอย่างดี

3. ศึกษาและวิเคราะห์ธาตุในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่ประกอบในแต่ละชั้นของเปลือกไขนกด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด โดยใช้ Energy Dispersive X-ray Analysis (EDX) เป็นตัวตรวจวัด (Study the elemental component of eggshell layers by using scanning electron microscope (SEM: Energy Dispersive X-ray Analysis (EDX))

3.1 เตรียมตัวอย่างและกำหนดบริเวณศึกษาเหมือนการศึกษาโครงสร้างเปลือกไข่ แล้วติดตัวอย่างบนฐานรองตัวอย่างด้วยเทปคาร์บอน

3.2 นำตัวอย่างไปศึกษาภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดโดยใช้ EDX หรือเรียกว่า EDS ในการวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบในเปลือกไข่ภายใต้ระบบสุญญากาศสูงที่กระแสไฟฟ้า 20 kV. ทำการวิเคราะห์ 3 ครั้ง

4. จัดทำแม่แบบ (model) ของเปลือกไข่นกและการประมวลผล

วิเคราะห์ข้อมูล ศึกษาข้อมูลของเปลือกไข่นกตามธรรมชาติและนึกถึงว่ามีรูปร่างทางสัณฐานวิทยาที่ศึกษาจากบริเวณต่างๆ วิเคราะห์องค์ประกอบธาตุของเปลือกไข่ว่าแตกต่างกันอย่างไร นำข้อมูลไปคำนวณผลทางสถิติ

ผลการวิจัย

1. ศึกษาโครงสร้าง (structure) ภายนอกของไข่

เก็บตัวอย่างและการศึกษาโครงสร้างและรูปร่างของเปลือกไข่นก จากจังหวัดในเขตภาคกลาง คือ จังหวัดฉะเชิงเทรา สิงห์บุรี นครปฐมและปทุมธานี รวม 32 ชนิด จำแนกได้เป็น 7 Orders คือ Order Anseriformes จำนวน 1 ชนิด คือ นกเป็ดแดง มีน้ำหนักไข่กับ 33.72 ± 0.76 กรัม Order Passeriformes จำนวน 14 ชนิด คือ นกกางเขนบ้าน นกกระจาบทอง นกกระจาบทองธรรมดา กระजิบธรรมดา นกกระजิบหญ้าสีเขียว นกกินปลีอกเหลือง นกแซงแซวหางปลา นกปรอดหัวโขน นกปรอดหัวสีเขม่า นกปรอดสวน นกแอ่นพง นกอีแพรดแถบอกดำ นกเอี้ยงสาธิตาและนกเอี้ยงดำ โดยมีน้ำหนักไข่อยู่ในช่วง $0.79 \pm 0.01 - 5.72 \pm 0.11$ กรัม Order Columbiformes จำนวน 2 ชนิด คือ นกพิราบป่า และนกเขาใหญ่ โดยมีน้ำหนักไข่อยู่ในช่วง $6.90 \pm 0.79 - 14.58 \pm 0.69$ กรัม Order Cuculiformes จำนวน 1 ชนิด คือ นกอีวาบ ตักแตน มีน้ำหนักไข่เท่ากับ 1.46 ± 0.0 กรัม Order Gruiformes จำนวน 3 ชนิด คือ นกกวัก นกหนูแดง และนกอีล้ำ โดยมีน้ำหนักไข่อยู่ในช่วง $19.54 \pm 0.15 - 19.79 \pm 0.77$ กรัม และ Order Turniciformes จำนวน 1 ชนิด คือ นกคุ่มอืด มีน้ำหนักไข่เท่ากับ 3.56 ± 0.23 กรัม ไข่ทั้งหมดที่ศึกษามีความยาวของไข่อยู่ในช่วง $1.29 \pm 0.26 - 5.70 \pm 2.09$ เซนติเมตร และมีความกว้างไข่อยู่ในช่วง $1.05 \pm 0.06 - 5.70 \pm 2.09$ เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

รูปทรงไข่ของนกทั้ง 32 ชนิด มีรูปร่างแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มคือ ทรงไข่ (oval) ทรงรี (elliptical) และทรงลูกข้าง (pyriform หรือ pear-shaped) (ภาพที่ 1) โดยมีภาพของไข่นกทั้ง 32 ชนิดที่ศึกษาในภาพที่ 2-5

ก. ไข่ที่มีรูปทรงเป็นรูปไข่ (oval) เป็นรูปร่างไข่ของนกทั่วไป ซึ่งมีด้านหนึ่งมีความกลมกว่าอีกด้าน พบใน นกกางเขนบ้าน นกกระจิบธรรมดา นกกระจิบหญ้าสีเขียว นกกระจาบทอง นกกินปลีอกเหลือง นกกวัก นกปรอดหัวโขน นกปรอดหัวสีเขม่า นกปรอดสวน นกอีแพรดแถบอกดำและนกเอี้ยงดำ

ข. ไข่ที่มีรูปทรงรี (elliptical) เป็นรูปร่างของไข่ที่ส่วนกลางไข่มีความกว้างมากที่สุด ส่วนปลายทั้งสองมีขนาดเท่าๆ กัน พบในนกพิราบป่าและนกยางกรอก

ค. ไข่ที่มีรูปทรงลูกข้าง (pyriform หรือ pear-shaped) เป็นรูปร่างไข่ที่มีปลายด้านหนึ่งเรียวแหลมมากกว่าอีกด้านอย่างชัดเจน พบในนกกะแตแต้แว๊ดและนกตีนเทียน



ก



ข



ค

ภาพที่ 1 ไชนกที่รูปทรงเป็นรูปทรงไข่ รูปทรงรี และรูปทรงลูกข้าง (ก ข และ ค ตามลำดับ)

Order Passeriformes



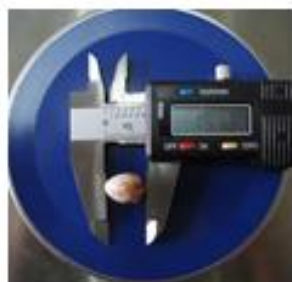
กระจาบทอง



กระจาบธรรมดา



กระจิบธรรมดา



กระจิบหญ้าสีเขียว



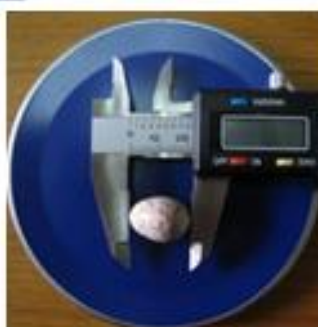
กางเขนบ้าน



กินปลือกเหลือง



นกปรอดสวน



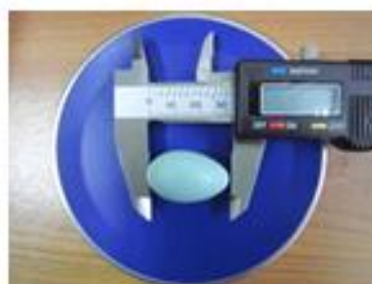
นกปรอดหัวโขน



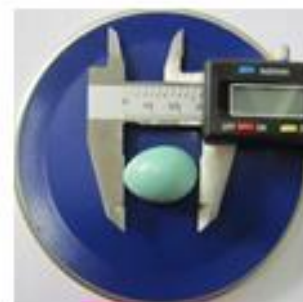
นกปรอดหัวสีเขม่า



นกอีแอพรดแถบอกดำ



นกเอี้ยงหงอน

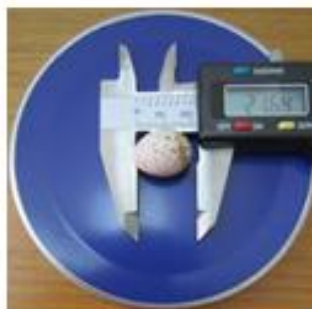


นกเอี้ยงสาริกา

ภาพที่ 2 ภาพไข่นกใน Order Passeriformis จำนวน 14 ชนิด



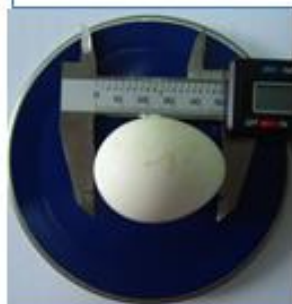
แซงแซวหางปลา



แอ่นพวง

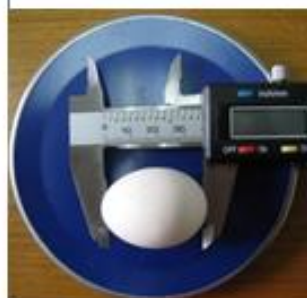
ภาพที่ 2 ภาพไข่นกใน Order Passeriformis จำนวน 14 ชนิด (ต่อ)

Order Anseriformes

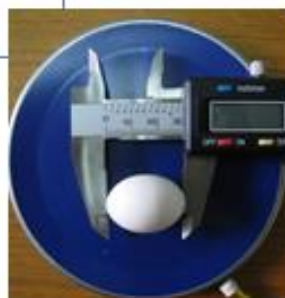


นกเป็ดแดง

Order Columbiformes



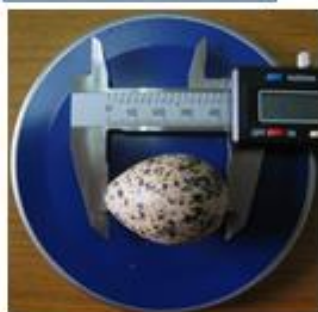
นกพิราบป่า



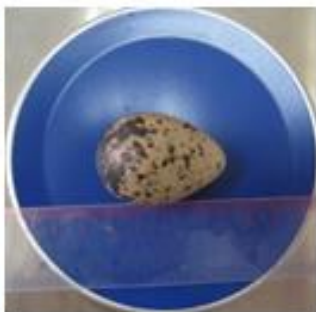
นกเขาใหญ่

ภาพที่ 3 ภาพไข่นกใน Order Anseriformes และ Columbiformes จำนวน 1 และ 2 ชนิด ตามลำดับ

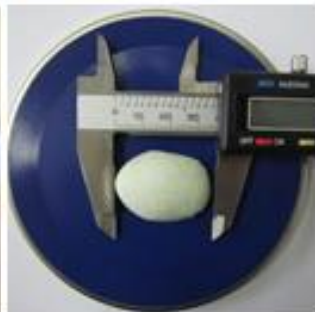
Ciconiiformes



กระแตแต้แว๊ด



ตีนเทียน



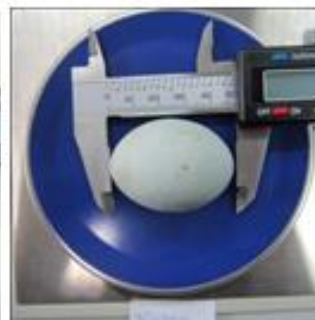
ยางกรอกพันธุ์ชาว



ยางกรอก



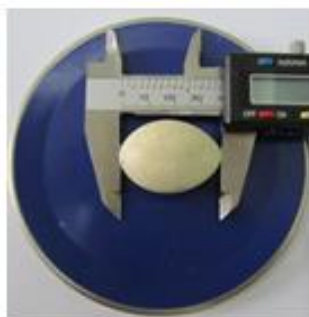
นกปากห่าง



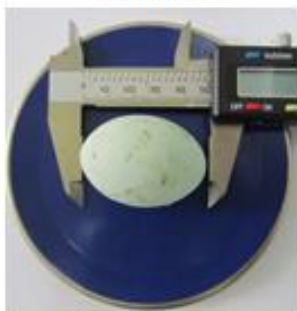
นกแซง



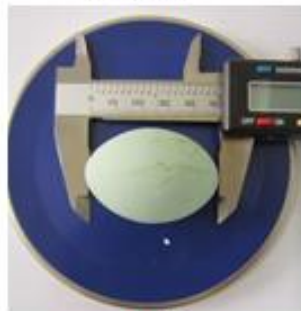
ยางไฟหัวดำ



เป็ดผีเล็ก



ยางควาย



ยางเป็ด

ภาพที่ 4 ภาพไข่นกใน Order Ciconiiformes จำนวน 10 ชนิด

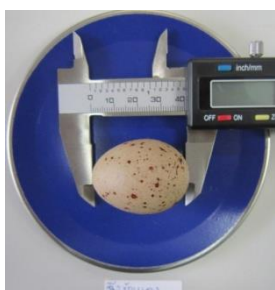


นกอีวาบตักแตน

Gruiformes



นกกวัก



นกหนูแดง



นกอีล้ำ

Order Turniciformes



นกคุ้มอีด

ภาพที่ 5 ภาพไข่นกใน Order Cuculiformes, Gruiformes และ Turniciformes จำนวน 1 , 3 และ 1 ชนิด 9 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ชนิดนก แหล่งที่เก็บไข่นกและสัณฐานวิทยาภายนอกของไข่นกที่ทำวิจัย 32 ชนิด

ชื่อสามัญและชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่มาจังหวัด	จำนวน	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	รูปทรงไข่	สี-ลวดลายของไข่
Order Passeriformes							
กระจายทอง (Asian Golden Weaver) <i>Ploceus hypoxanthus</i>	ปทุมธานี	12	1.35±0.05 (12)	1.81±0.05 (12)	1.74±0.17 (11)	oval	ผิวเรียบมัน สีขาวและมีสีเทาอ่อน บางฟองมีจุดเล็ก ๆ สีเทากระจายทั่วไป
กระจายธรรมดา (Baya Weaver) <i>Ploceus philippinus</i>	ปทุมธานี	2	1.44±1.04	2.05±1.9	2.57(1)	oval	ขาวเรียบ
กระจิบธรรมดา (Common Tailorbird) <i>Orthotomus sutorius</i>	นครปฐม	8	1.17±0.17 (8)	1.29±0.26 (8)	0.79±0.02 (6)	oval	สีขาว มีจุดสีน้ำตาลอ่อน กระจายห่าง ๆ ทางด้านบ้าน
กระจิบหญ้าสีเขียว (Plain Prinia) <i>Prinia inornata</i>	ฉะเชิงเทรา	4	1.11±0.07 (4)	1.53±0.07 (4)	0.86±0.10 (4)	oval	พื้นเปลือกสีขาว มีปื้นสีแดงอ่อน-เข้มและจุดดำ มีมากทางด้านบ้าน
กวางเขนบ้าน (Oriental Magpie-Robin) <i>Copsychus saularis</i>	นครปฐม	13	1.71±0.10 (13)	2.18±0.05 (13)	3.01±0.31(13)	oval	สีเขียวอมฟ้า มีลายจุดสีน้ำตาล กระจายทั่วฟอง
กินเปลือกเหลือง (Olive-backed Sunbird) <i>Nectarinia jugularis</i>	นครปฐม	3	1.05±0.06 (3)	1.50±0.10 (3)	0.79±0.01 (1)	oval	สีขาวขุ่น มีจุดเล็ก ๆ สีน้ำตาลอ่อนกระจายทั่วไป มีมากทางด้านบ้าน
ปรอดสวน (Streak-eared Bulbul) <i>Pycnonotus blanfordi</i>	นครปฐม	10	1.59±0.09 (10)	2.20±0.20 (10)	2.50±0.12 (6)	oval	สีขาวขุ่น เทาอ่อนจนถึงสีชมพูอ่อน มีจุดสีน้ำตาลหรือสีม่วง กระจายมากทางด้านบ้าน
ปรอดหัวโขน (Red-whiskered Bulbul) <i>Pycnonotus jocosus</i>	นครปฐม	4	1.56±0.02 (4)	2.19±0.07 (4)	2.16±0.05 (3)	oval	สีเทา มีจุดสีแดงเข้มและสีเทาเข้มกระจายปะปนกันทั่วฟอง

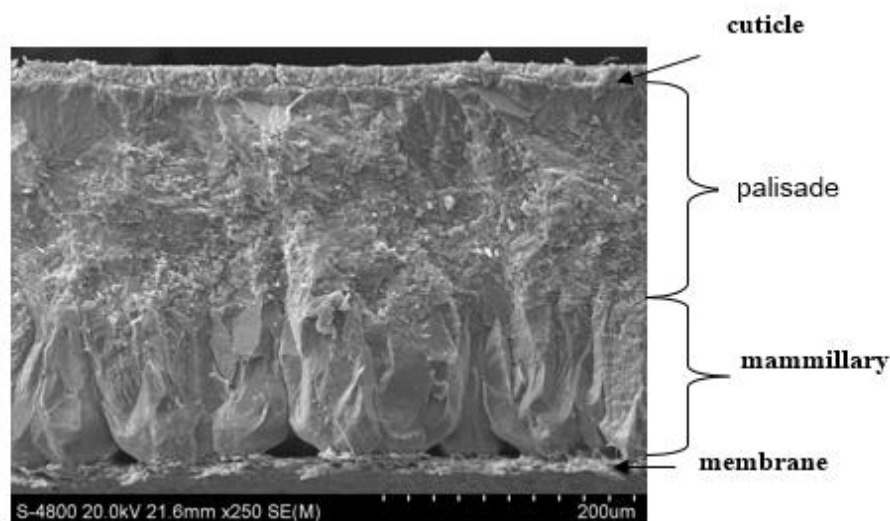
ชื่อสามัญและชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่มาจังหวัด	จำนวน	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	รูปทรงไข่	สี-ลวดลายของไข่
ปรอดหัวสีเขม่า (Sooty-headed Bulbul) <i>Pycnonotus aurigaster</i>	นครปฐม	5	1.58±0.04 (3)	2.33±0.30 (5)	2.69±0.08 (2)	oval	สีชมพู-แดงอ่อน มีจุดสี แดงเข้มกระจายทั่วฟอง
อีแอพรดแถบอกดำ (Pied Fantail) <i>Rhipidura javanica</i>	นครปฐม และ สิงห์บุรี	3	1.28±0.08 (3)	1.76±0.05 (3)	1.55±0.06 (2)	oval	สีขาวขุ่น มีจุดสีเข้ม กระจายเป็นวงรอบฟอง บริเวณส่วนกว้างสุด
เอี้ยงดำ (Asian Pied Starling) <i>Sturnus contra</i>	สิงห์บุรี	3	2.03±0.03 (3)	2.82±0.04 (3)	5.65±0.04 (2)	oval	สีเขียวอมฟ้า มีจุดสี น้ำตาลอ่อนหลายขนาด กระจายอยู่ไม่มาก
เอี้ยงสาริกา (Common Myna) <i>Acridotheres tristis</i>	กำแพงแสน นครปฐม	3	2.01±0.34	2.69±0.17	5.72±0.11	oval	สีเขียวอมฟ้าเข้ม มีจุด เล็กๆ สีน้ำตาลบาง บริเวณ
แซงแซวหางปลา (Black Drongo) <i>Dicrurus macrocercus</i>	นครสวรรค์	3	1.71±0.36	2.19±0.06	3.13±0.36	oval	สีขาว บางฟองมีลายจุดสี น้ำตาลเข้ม
แอ่นพง (Ashy Woodswallow) <i>Artamus fuscus</i>	ตาก นครสวรรค์	3	1.67±0.25	2.23±1.18	2.81±0.17	oval	สีขาว มีจุดสีน้ำตาลและสี เทากระจาย พบมาก ทางด้านบ้าน
Order Anseriformes							
เป็ดแดง (Lesser Whistling-duck) <i>Dendrocygna javanica</i>	กำแพงแสน นครปฐม	4	3.64±0.25	4.62±0.66	33.72±0.76	oval	สีขาวขุ่นอมเหลือง มีลาย แถบสีน้ำตาลอมเหลือง บริเวณกลางฟอง
Order Columbiformes							
พิราบป่า (Rock Pigeon) <i>Columba livia</i> Gmelin, 1789	นครปฐม	3	3.13±0.06 (3)	4.03±0.05 (3)	14.58± 0.69	elliptical	สีขาวเรียบ

ชื่อสามัญและชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่มาจังหวัด	จำนวน	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	รูปทรงไข่	สี-ลวดลายของไข่
เขาใหญ่ (Spotted Dove) <i>Streptopelia chinensis</i>	ฉะเชิงเทรา	3	2.04±0.20	2.56±0.35	6.90±0.79	elliptical	สีขาวเรียบ
Order Ciconiiformes							
กระแตแต้แว๊ด (Red-wattled Lapwing) <i>Vanellus indicus</i>	ฉะเชิงเทรา	7	3.06±0.11 (7)	4.27±0.10 (7)	20.31±1.26 (7)	pyriform	เปลือกสีเทา มีจุดเล็ก-ใหญ่สีเทาเข้มและดำกระจาย
ตีนเทียน (Black-winged stilt) <i>Himantopus himantopus</i>	ฉะเชิงเทรา	4	3.16±0.05 (4)	4.46±0.07 (4)	20.27±0.56 (4)	pyriform	สีน้ำตาลอ่อน ปลายเบ้าสีน้ำตาลเข้มเกือบดำ มีมากทางด้านบ้าน
ยางกรอกพันธุ์ขาว (Javan Pond Heron) <i>Ardeola speciosa</i>	สุพรรณบุรี	3	2.94	3.82	ไม่มีข้อมูล (แตก)	elliptical	สีเขียวอมฟ้าอ่อน มีจุดคล้ายรอยเบ้าสีเล็กน้อย
นกปากห่าง (Open-billed Stork) <i>Anastomus oscitans</i>	สุพรรณบุรี	3	4.00±1.39	5.70±2.09	41.76±5.42	oval	สีขาวขุ่นออกน้ำตาล มีลายแต้มสีน้ำตาลทั่วฟอง
นกแขวก (Black-crowned Night Heron) <i>Nycticorax nycticorax</i>	สุพรรณบุรี	1	3.22	4.42	21.51	elliptical	สีฟ้าอ่อนไม่มีลวดลาย
ยางไฟหัวดำ (Yellow Bittern) <i>Ixobrychus sinensis</i>	สิงห์บุรี	3	2.34±0.05	3.16±0.09	9.09±0.30	elliptical	ขาวเรียบ
เป็ดผีเล็ก (Little Grebe) <i>Tachybaptus ruficollis</i>	สุพรรณบุรี	3	2.58±0.19	3.60±0.39	12.6±0.22	elliptical-oval	สีขาวขุ่นมีลายขีด-จุดขนาดเล็กสีน้ำตาล (ผิวด้าน)

ชื่อสามัญและชื่อวิทยาศาสตร์	แหล่งที่มาจังหวัด	จำนวน	กว้าง (ซม.)	ยาว (ซม.)	น้ำหนัก (กรัม)	รูปทรงไข่	สี-ลวดลายของไข่
ยางกรอก(Pond Heron) <i>Ardeola sp.</i>	สิงห์บุรี	2	2.80±0.04 (2)	3.62±0.04 (2)	14.52±0.21 (2)	elliptical	สีเขียวอมฟ้าเรียบ (ผิวด้าน)
ยางควาย (Cattle Egret) <i>Bubulcus ibis</i>	สุพรรณบุรี	3	3.27±0.12	4.49±0.36	24.61±0.4	elliptical	สีเขียวอมฟ้าอ่อน มีลายคล้ายรอยเปื้อนโคลน กระจายอยู่เล็กน้อย รอบๆ ฟอง
ยางเปี่ย (Little Egret) <i>Egretta garzetta</i>	สุพรรณบุรี	3	3.16±1.41	4.57±1.37	24.09±1.89	elliptical	สีเขียวอมฟ้าอ่อน มีลายคล้ายรอยเปื้อนโคลน กระจายอยู่เล็กน้อย รอบๆ ฟอง
Order Cuculiformes							
อีวาทักแตน(Plaintive Cuckoo) <i>Cacomantis merulinus</i>	นครปฐม	2	1.28±0.01	1.59±0.00	1.46±00(1)	oval	สีเขียวอ่อน มีลายจุดเล็ก ๆ สีน้ำตาลกระจายทั่ว ฟอง มีมากทางด้านบ้าน
Order Gruiformes							
กวัค (White-breasted Waterhen) <i>Amaurornis phoenicurus</i>	ฉะเชิงเทรา	7	2.87±0.03 (7)	3.99±0.12 (6)	ไม่มีข้อมูล	oval	สีขาวขุ่น มีลายจุดสีน้ำตาลอมแดงกระจาย
หนูแดง (Ruddy-breasted Crake) <i>Porzana fusca</i>	สุพรรณบุรี	3	3.02±0.55	3.99±0.42	19.79±0.77	oval	สีน้ำตาล มีจุดสีน้ำตาลแดงทั่วฟอง
อีล้ำ (Common Moorhen) <i>Gallinu chloropu</i>	สุพรรณบุรี	3	3.01±0.72	4.55±1.36	19.54±0.15	oval	สีน้ำตาลอ่อนอมแดง มีจุดขนาดต่าง ๆ สีน้ำตาลแดงเข้ม และจุดสีเทาจาง พบมากทางด้านบ้าน
Order Turniciformes							
นกคุ่มอีต(Butonquail) <i>Turnix sp.</i>	นครปฐม	2	1.82±0.62	2.10±0.13	3.56±0.23	short oval	สีขาว มีจุดสีน้ำตาลและดำขนาดเล็กมาก กระจายอยู่แน่นตั้งแต่กลางฟองจนถึงด้านบ้าน

2. ศึกษาโครงสร้างและลักษณะทางสัณฐานวิทยาภายในของเปลือกไข่ (Ultrastructure)

จากการศึกษาโครงสร้างเปลือกไข่ด้วยกล้องกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าเปลือกไข่ของนกทั้ง 32 ชนิด พบว่าโครงสร้างของเปลือกไข่ประกอบด้วย 3 ชั้น ด้านนอกสุดคือชั้น cuticle คลุมอยู่ เปลือกไข่ชั้นถัดเข้าไปเป็นชั้น palisade และชั้น mammillary ตามลำดับ โดยลักษณะของชั้น palisade มีลักษณะเป็นรูพรุนที่เรียกว่า vesicular holes ซึ่งมีความแตกต่างกันในนกแต่ละชนิด ส่วนชั้น mammillary ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่า ซึ่งเป็นชั้นในสุดของเปลือกไข่ที่ (ภาพที่ 6) มีสารต่างๆ สะสมอยู่ พบว่าเปลือกไข่นกที่ศึกษาส่วนใหญ่ mammillary มีรูปร่างตัวยู (U) มีบางชนิดเป็นตัวยูที่ไม่ชัดเจน และบางชนิดมีลักษณะเป็นกรวยฐานกว้าง และมีลักษณะคล้ายปุ่มยื่นไปติดกับชั้นเมมเบรนด้านใน



ภาพที่ 6 แสดงโครงสร้างอย่างละเอียดของเปลือกไข่นก ประกอบด้วย 3 ชั้น

จากโครงสร้างเปลือกไข่ด้วยกล้องกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด พบว่าเปลือกไข่ของนกทั้ง 32 ชนิด มีความหนาอยู่ในช่วง 48.00 ± 9.23 - 369.33 ± 29.86 ไมโครเมตร ดังตารางที่ 2 ซึ่งสามารถจำแนกนกได้เป็น 7 Orders คือ Order Anseriformes โดยมีความหนาของเปลือกไข่ 297.11 ± 16.86 ไมโครเมตร Order Passeriformes โดยมีความหนาของเปลือกไข่ในช่วง 48.00 ± 9.23 - 145.11 ± 16.20 ไมโครเมตร Order Ciconiiformes มีความหนาเปลือกไข่ในช่วง 107.20 ± 16.50 - 369.33 ± 29.86 ไมโครเมตร Order Columbiformes โดยมีความหนาของเปลือกไข่ในช่วง 83.89 ± 8.16 - 138.76 ± 12.12 ไมโครเมตร Order Cuculiformes โดยมีความหนาของเปลือกไข่ 63.50 ± 4.46 ไมโครเมตร Order Gruiformes มีความหนาเปลือกไข่ในช่วง 100.00 ± 8.63 - 249.5 ± 8.42 ไมโครเมตร และ Order Turniciformes มีความหนาของเปลือกไข่ 88.33 ± 4.03 ไมโครเมตร ดังตารางที่ 2 พร้อมศึกษาลักษณะภายนอกของเปลือกไข่พบรูปร่างและลวดลาย ได้วัดความกว้าง ความยาว และน้ำหนักเฉลี่ยของไข่นกพบว่ามีความแตกต่างกัน

ตารางที่ 2 ความหนาเปลือกไข่เฉลี่ยของนก 32 ชนิด

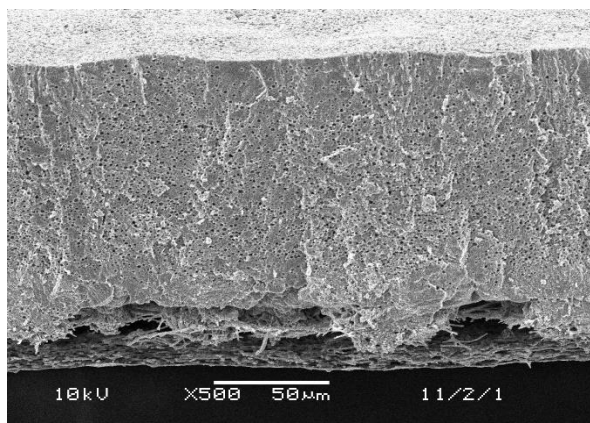
Order	ชนิดนก	N	ค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นเปลือกไข่ (ไมโครเมตร)			
			total	cuticle	palisade	mammillary
Passeriformes	กระจาบทอง	9	145.11±16.20k	3.90±1.88bcdef	123.22±10.95mn	17.99±6.90abcde
	กระจาบ ธรรมดา	9	102.04±16.49efg	1.31±1.00abc	89.51±5.90jk	11.22±11.62abc
	กระจิบ ธรรมดา	8	67.20±10.15bc	0.56±1.05ab	48.10±5.54bcd	18.54±7.18abcdef
	กระจิบหญ้าสี เรียบ	5	82.76±9.00cd	1.10±0.20abc	62.42±4.15efgh	19.24±7.87abcdefg
	กางเขนบ้าน	9	84.14±5.17d	8.59±3.32gh	52.57±4.72bcde	22.99±3.27cdefg
	กินเปลือก เหลือง	6	48.00±9.23a	1.18±1.00abc	31.11±3.77a	15.71±9.17abcde
	ปรอดสวน	9	73.93±7.67bcd	3.33±1.52abcdef	56.40±7.72cdef	14.20±4.09abcd
	ปรอดหัวโขน	9	88.28±13.74de	2.66±1.82abcdef	59.18±6.89cdefg	26.44±12.33defg
	ปรอดหัวสี เขม่า	7	75.57±20.94bcd	2.87±0.92abcdef	60.97±5.09defg	20.44±6.98abcdefg
	อีแพรดแถบ อกดำ	5	67.78±1.59bc	1.56±1.49abc	56.44±3.46cdef	9.78±2.87ab
	เอี้ยงต่าง	9	118.44±12.37hi	3.74±0.69bcdef	99.78±6.30kl	14.92±11.09abcde
	เอี้ยงสาริกา	9	116.22±7.36ghi	3.22±1.99abcdef	81.56±7.78ij	31.44±4.30gh
	แซงแซวหาง ปลา	9	64.22±3.49b	1.33±0.50abc	41.00±6.86ab	21.78±5.52bcdefg
	แอ่นพง	9	61.33±5.85ab	1.44±0.53abc	46.89±2.52bc	14.11±4.23abcd
Anseriformes	เป็ดแดง	9	297.11±16.86p	16.33±7.28j	168.67±10.92qr	106.44±30.78k
Columbiformes	พิราบป่า	9	138.76±12.12jk	11.67±3.09hi	96.03±13.15k	31.06±6.04fgh
	เขาใหญ่	9	83.89±8.16d	3.33±2.00abcdef	55.56±4.69cdef	25.00±5.45defg
Ciconiiformes	กระแตแต้แว๊ด	8	165.31±25.83l	5.63±1.61efg	142.26±17.92op	17.43±10.45abcde
	ดินเทียน	9	128.64±11.69ij	5.20±4.46def	115.08±12.46m	8.37±5.00a

Order	ชนิดนก	N	ค่าเฉลี่ยของความหนาชั้นเปลือกไข่ (ไมโครเมตร)			
			total	cuticle	palisade	mammillary
	ยางกรอกพันธุ์ชวา	9	149.89±27.90k	6.11±3.69fg	99.56±18.92kl	44.00±8.87i
	ปากห่าง	9	369.33±29.86q	0.00±0.00a	242.8±34.61s	125.42±20.57l
	แขวก	9	205.94±13.29m	0.00±0.00a	133.98±12.70no	71.91±13.64j
	ยางไฟหัวดำ	9	107.20±16.50fgh	3.90±1.42bcdef	74.00±3.85hi	27.71±13.56efg
	เปิดผีเล็ก	9	221.79±9.91n	3.17±1.16abcdef	177.28±12.84r	41.34±9.62hi
	ยางกรอก	6	124.35±7.03ij	4.33±1.02cdef	110.72±8.59lm	9.30±3.92ab
	ยางควาย	9	176.00±7.76l	9.33±4.72h	122.67±7.30mn	44.00±6.20i
	ยางเปี้ย	9	166.89±12.31l	4.56±3.43cdef	116.11±13.46m	46.00±8.54i
Cuculiformes	อีวาทักแตน	6	63.50±4.46b	1.67±0.52abc	42.17±4.75ab	19.83±1.47abcdefg
Gruiformes	ก๊วก	9	180.07±22.94l	9.93±4.32hi	149.36±13.61p	20.78±17.21abcdefg
	หนูแดง	9	249.5±8.42o	12.50±7.27i	161.33±11.91q	75.67±7.16j
	อีล้ำ	9	100.00±8.63ef	2.44±1.42abcde	71.78±6.24ghi	25.78±2.77defg
Turniciformes	คุ่มอีต	6	88.33±4.03de	1.83±0.75abcd	68.33±1.21fgh	18.17±2.79abcde

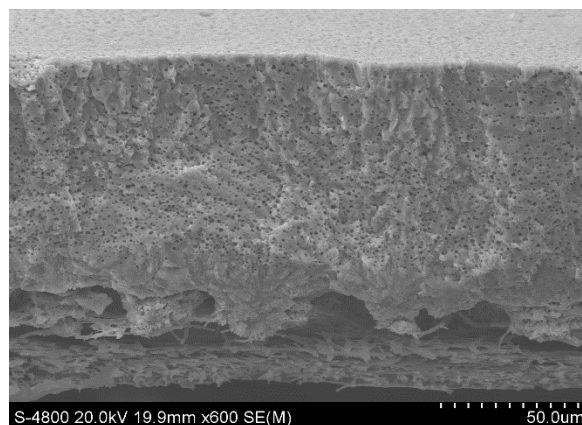
ค่าเฉลี่ยเรียงจากน้อยไปมาก *a,b,c,...,s

One-way ANOVA ด้วย Duncan test ระดับนัยสำคัญที่ 0.05

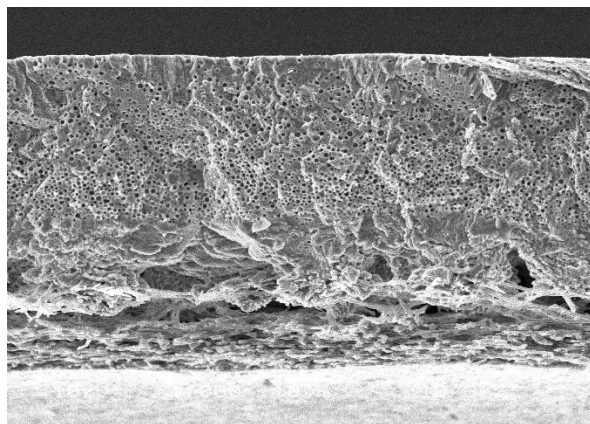
Order Passeriformes



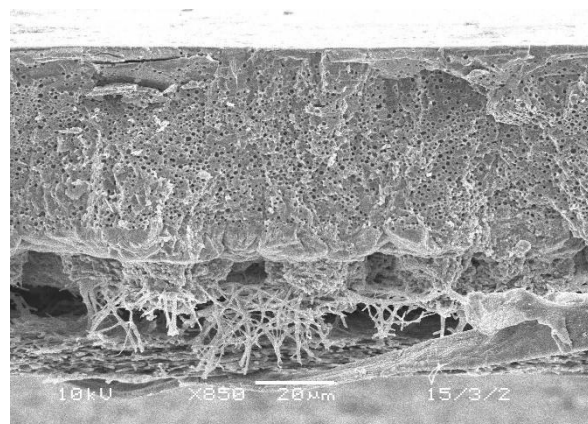
นกกระจาบทอง



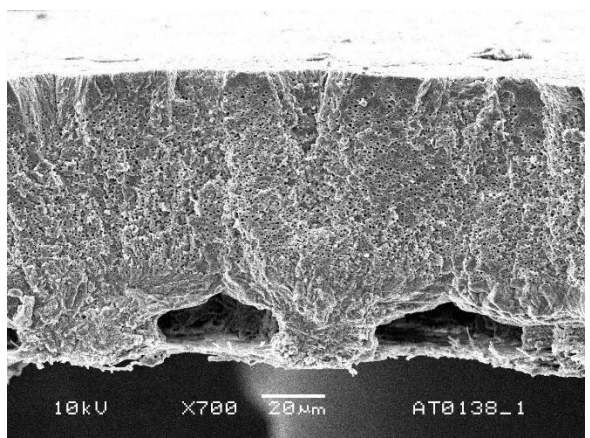
นกกระจาบธรรมดา



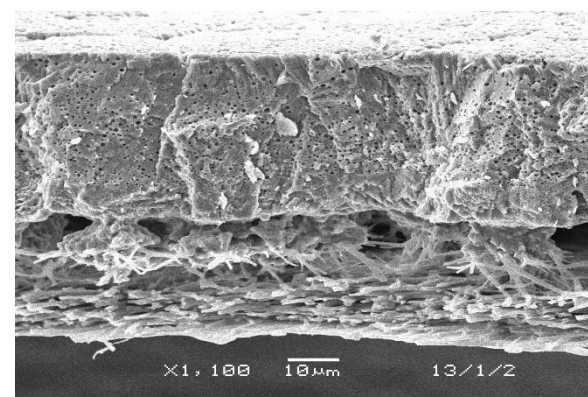
นกกระจับธรรมดา



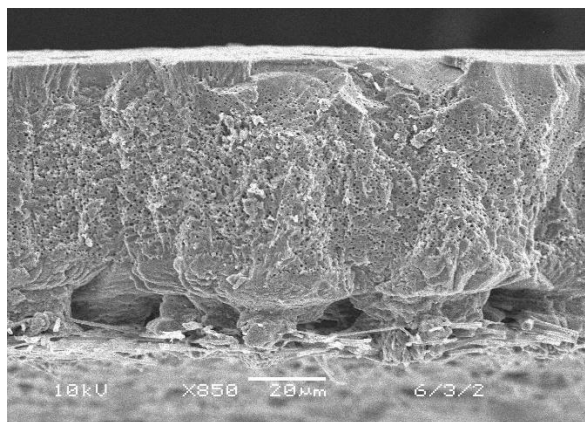
นกกระจับหญ้าสีเขียว



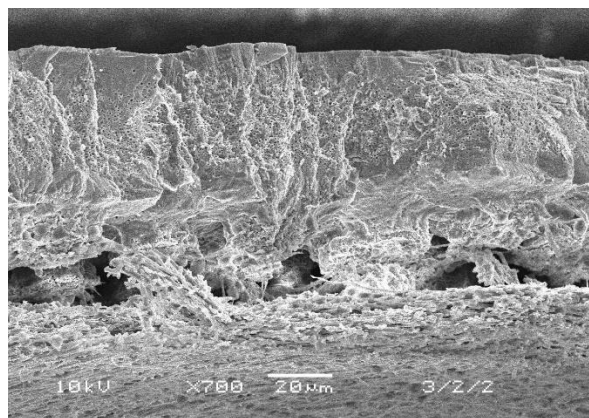
นกนางเขนบ้าน



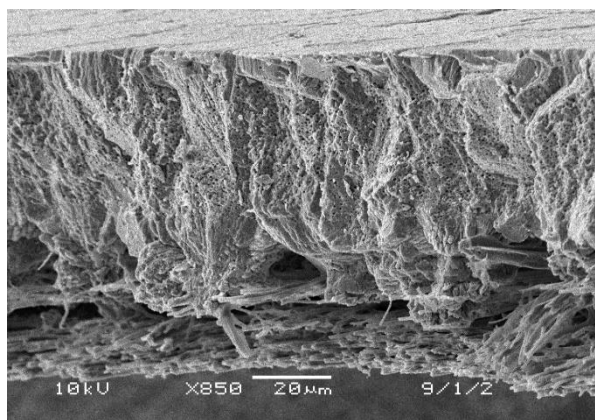
นกกิ้งก่าสีเหลือง



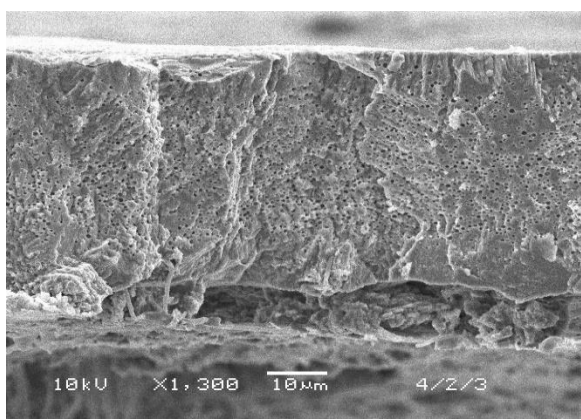
นกปรอดสวน



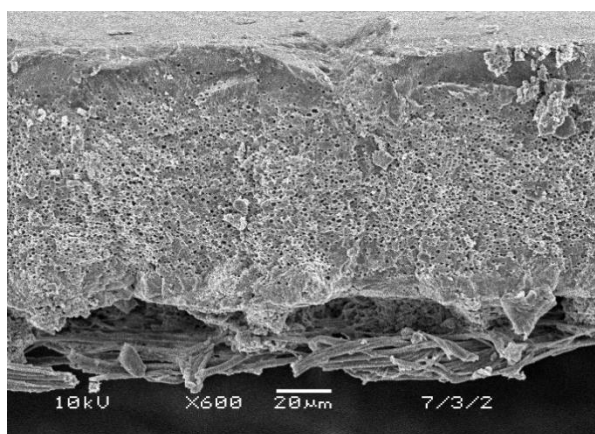
นกปรอดหัวโขน



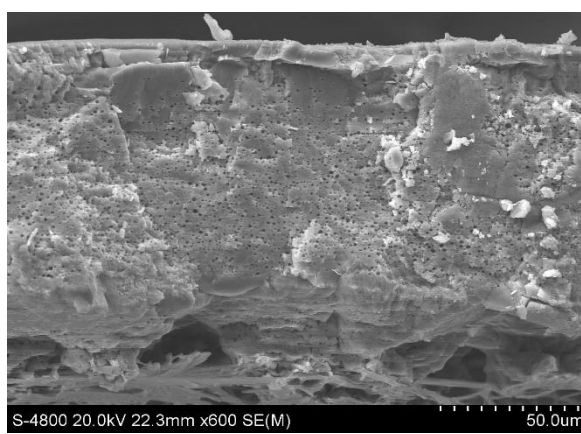
นกปรอดหัวสีเขม่า



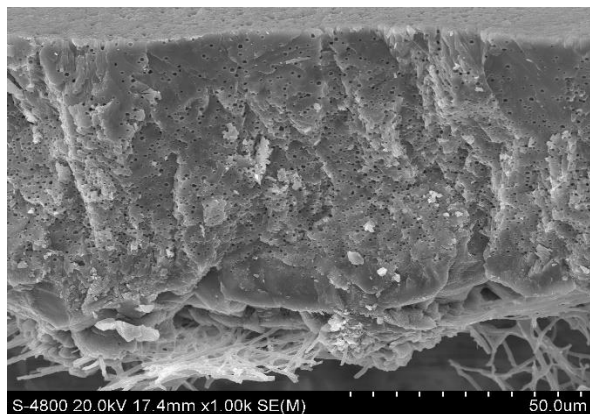
นกอีแรดแถบอกดำ



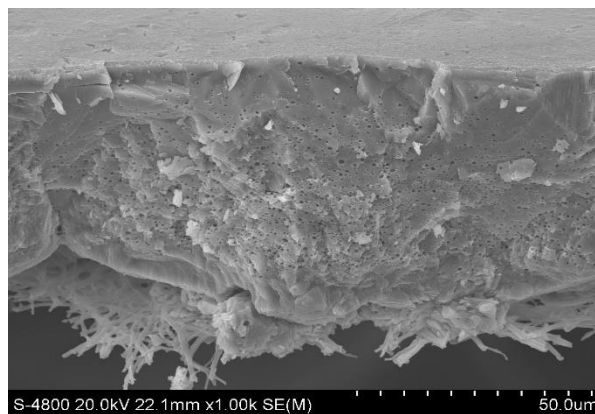
นกเอี้ยงต่าง



นกเอี้ยงสาริกา

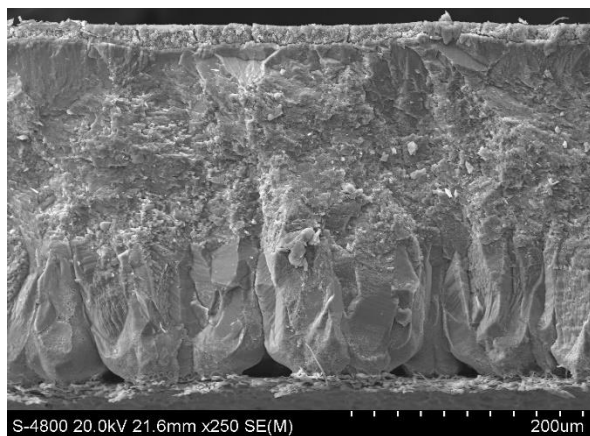


นกแซงแซวหางปลา



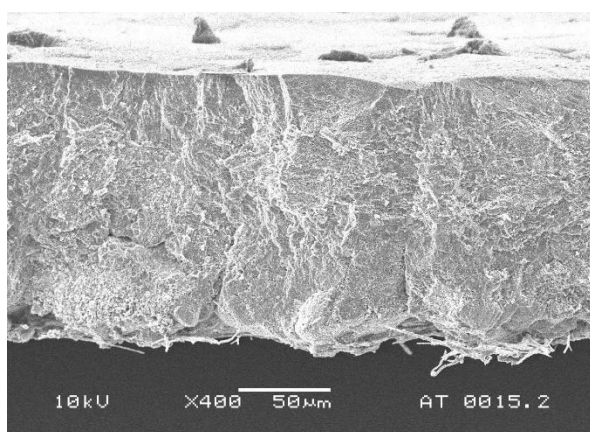
นกแอ่นพวง

Order Anseriformes

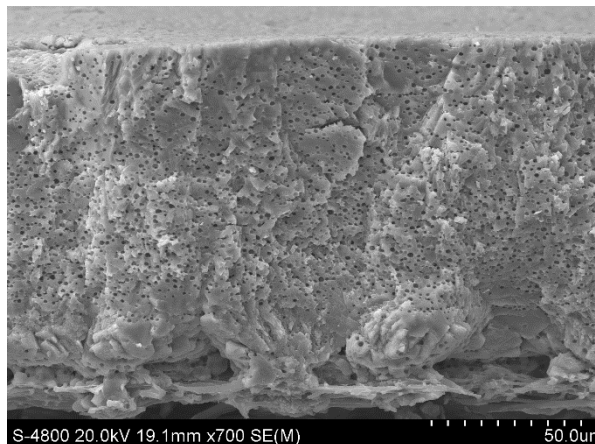


นกเป็ดแดง

Order Columbiformes

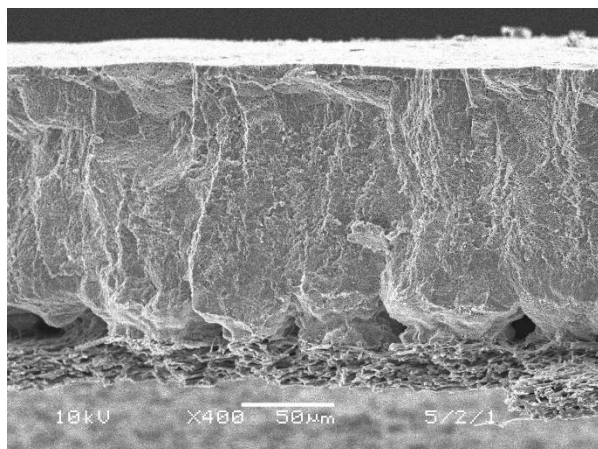


นกพิราบป่า

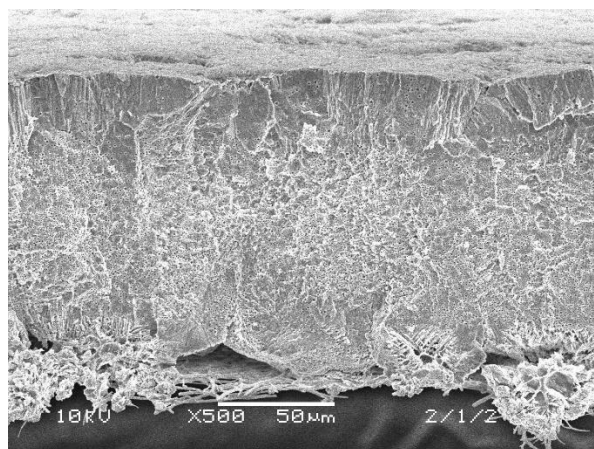


นกเขาใหญ่

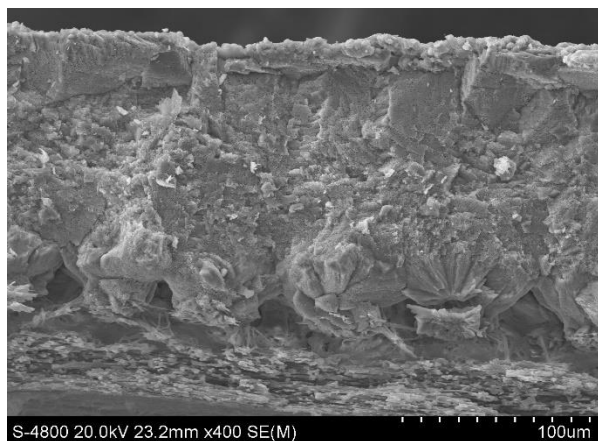
Order Ciconiiformes



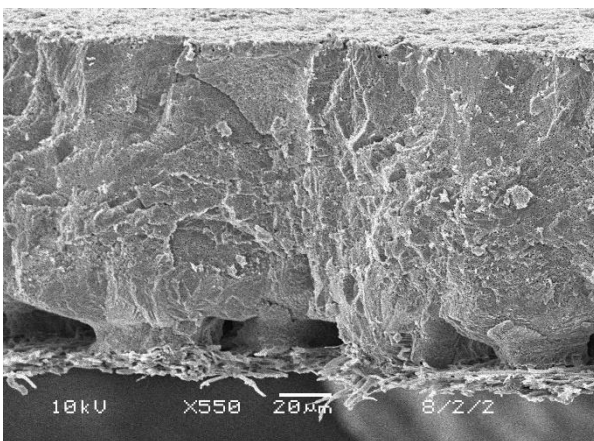
นกกระแตแต้แว๊ด



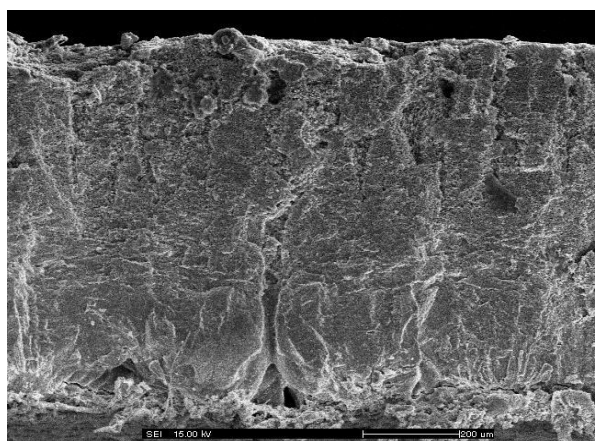
นกตีนเทียน



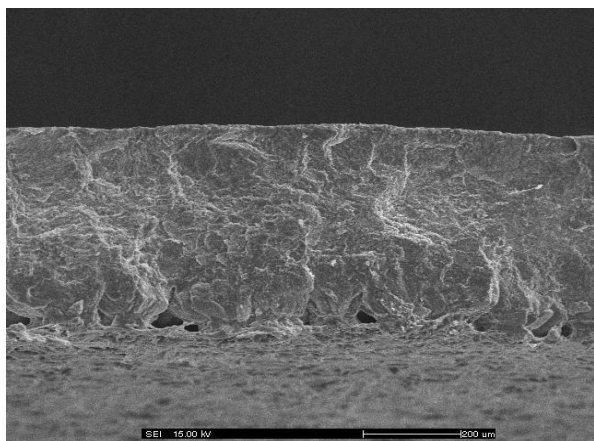
นกยางกรอกพันธุ์ขวา



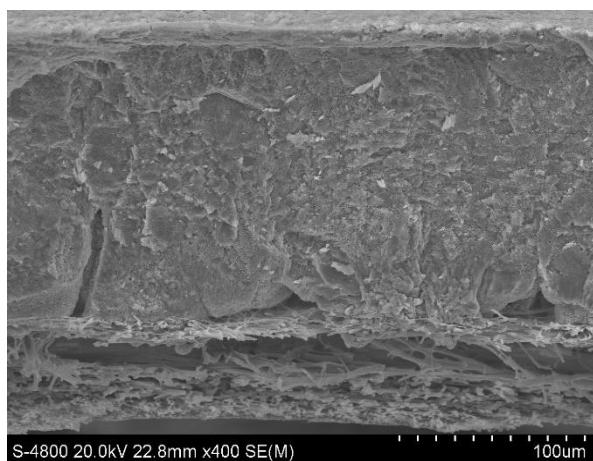
นกยางกรอก



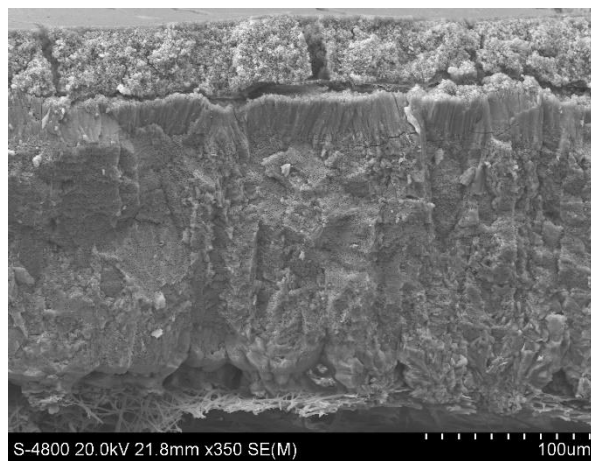
นกปากห่าง



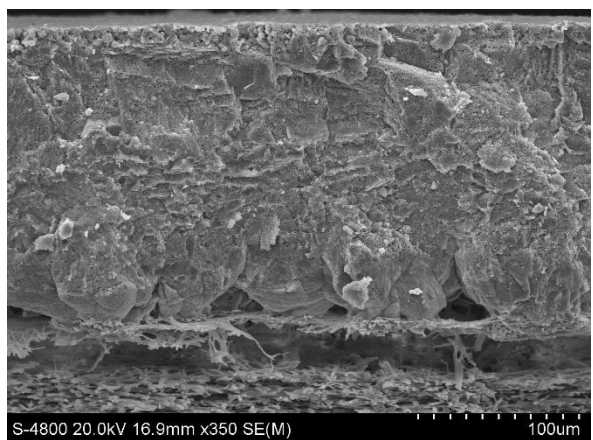
นกแขวก



นกยางเป็ย

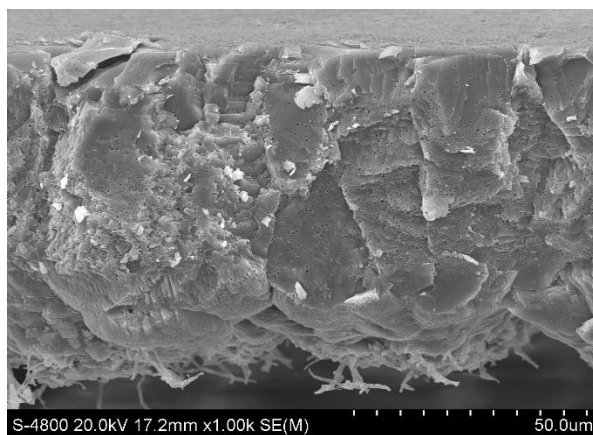


นกเป็ดฝึเล็ก



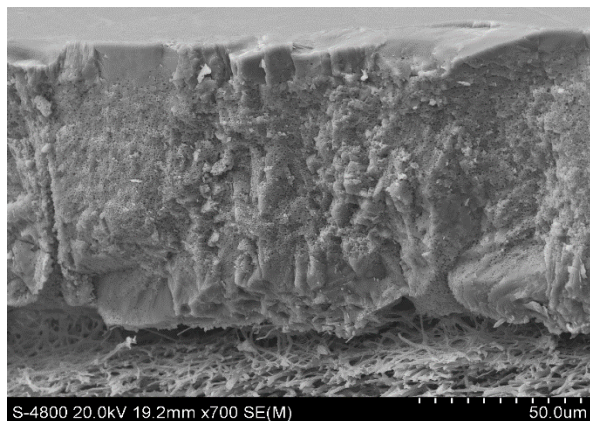
นกยางควาย

Order Cuculiformes

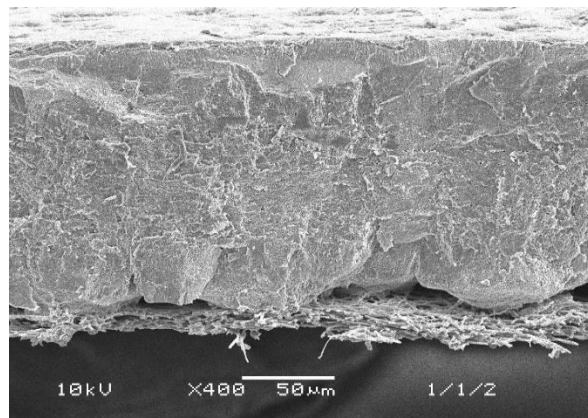


นกอีวabtักแตน

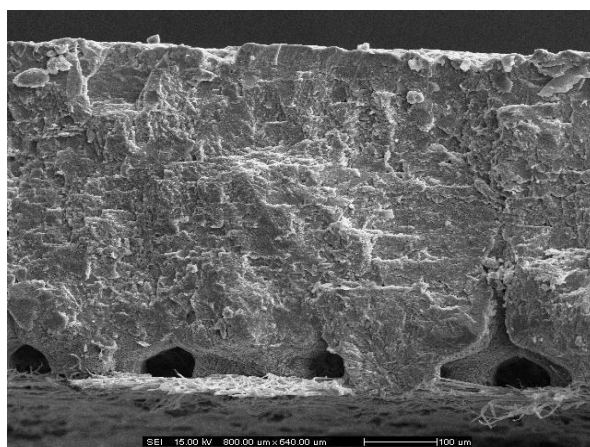
Order Gruiformes



นกอีล้ำ

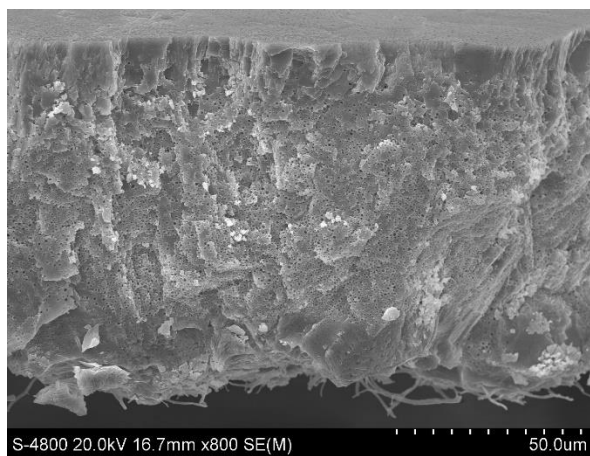


นกกวัก



นกหนูแดง

Order Turniciformes



นกคุ้มฮีด

ภาพที่ 7 โครงสร้างอย่างละเอียดด้านตัดขวางของเปลือกไขนกทั้ง 32 ชนิด ที่ศึกษาด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราด

เมื่อนำความหนาของชั้น palisade และ mammillary มาหาค่าสัดส่วนกับความหนารวมทั้งหมดของเปลือกไข (p/t และ m/t) พบว่าเปลือกไขของนกในแต่ละ Order มีช่วงของค่าสัดส่วนทั้งสองที่ซ้อนทับกัน ดังรายละเอียดในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าสัดส่วนความหนาชั้น palisade/ total และ mamillary/ total ของนกทั้ง 32 ชนิด

Order	ชนิดนก	p/t	m/t
Passeriformes	กระจาบทอง	0.849	0.124
	กระจาบธรรมดา	0.877	0.110
	กระจิบธรรมดา	0.716	0.276
	กระจิบหญ้าสีเขียว	0.754	0.232
	กางเขนบ้าน	0.625	0.273
	กินปลือกเหลือง	0.648	0.327
	ปรอดสวน	0.763	0.192
	ปรอดหัวโขน	0.670	0.300
	ปรอดหัวสีเขม่า	0.807	0.270
	อีแพรดแถบอกดำ	0.833	0.144
	เอี้ยงดำ	0.842	0.126
	เอี้ยงสาริกา	0.702	0.271
	แซงแซวหางปลา	0.638	0.339
	แอ่นพง	0.765	0.230
Anseriformes	เป็ดแดง	0.568	0.358
Columbiformes	พิราบป่า	0.692	0.224
	เขาใหญ่	0.662	0.298
Ciconiiformes	กระแตแต้แว๊ด	0.861	0.105
	ตีนเทียน	0.895	0.065
	ยางกรอกพันธุ์ขาว	0.664	0.294
	นกปากห่าง	0.657	0.340
	นกแขวก	0.651	0.349
	ยางไฟหัวดำ	0.690	0.258
	เปิดผีเล็ก	0.799	0.186
	ยางกรอก	0.890	0.075
	ยางควาย	0.697	0.250
	ยางเปี้ย	0.696	0.276
Cuculiformes	อีวับตักแตน	0.664	0.312
Gruiformes	อีล้ำ	0.718	0.258
	ก๊วก	0.829	0.115
	นกหนูแดง	0.647	0.303
Turniciformes	นกคุ้มอีด	0.774	0.206

3. ศึกษาและวิเคราะห์ธาตุในเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณที่ประกอบในแต่ละชั้นของเปลือกไขนก

สำหรับการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบธาตุของเปลือกไขนกภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) ด้วยหัวตรวจวัด Back-scattered electrons (BEI) และ Energy Dispersive X-ray analysis (EDX) จากจำนวนเปลือกไขนกจำนวน 15 ชนิด จัดจำแนกเป็น 6 Orders คือ Order Anseriformes จำนวน 1 ชนิด คือนกเป็ดแดง Order Passeriformes จำนวน 10 ชนิด คือนกกางเขนบ้าน นกกระจาบทอง กระजิบธรรมดา นกกระจิบหญ้าสีเรียบ นกกินปลีอกเหลือง นกปรอดหัวโขน นกปรอดหัวสีเขม่า นกปรอดสวน นกอีแพรดแถบอกดำ และนกเอี้ยงสาริกา Order Ciconiiformes จำนวน 3 ชนิด คือนกกระเตแต้แว๊ด นกตีนเทียน และนกยางกรอก Order Columbiformes จำนวน 1 ชนิด คือนกพิราบป่า และ Order Gruiformes จำนวน 1 ชนิด คือนกกวก

พบธาตุหลัก 10 ธาตุในเปลือกไขนกทั้ง 15 ชนิด คือ คาร์บอน ออกซิเจน โซเดียม แมกนีเซียม อะลูมิเนียม ซิลิคอน ฟอสฟอรัส ซัลเฟอร์ คลอรีนและแคลเซียม โดยพบว่ามีปริมาณคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของธาตุในเปลือกไข่ 16.67-28.33, 50.12-59.04, 0.13-0.40, 0.07-0.52, 0.06-0.75, 0.04-0.53, 0.02-0.22, 0.02-0.19, 0.04-0.14 และ 17.48-29.48 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 4) พบว่าธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักในเปลือกไข่ คือ คาร์บอน ออกซิเจน แคลเซียม มีเปลือกไข่ของนกนางแอ่นบ้าน นกกินปลีเหลืองและนกปรอดสวน 3 ชนิด ที่พบว่ามี โมลิบดีนัม 0.03-0.11 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามเปอร์เซ็นต์ธาตุต่างๆ ทั้ง 10 ชนิดที่เป็นองค์ประกอบในเปลือกไข่ของนกทั้งหมดมีความแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$)

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในเปลือกไข่คิดเป็นเปอร์เซ็นต์

ชนิดนก	ค่าเฉลี่ยของธาตุที่เป็นองค์ประกอบในเปลือกไข่ (เปอร์เซ็นต์)										
	คาร์บอน	ออกซิเจน	โซเดียม	แมกนีเซียม	อลูมิเนียม	ซิลิคอน	ฟอสฟอรัส	ซัลเฟอร์	คลอรีน	แคลเซียม	โมลิบดีนัม
กระจาบทอง	20.09±5.63	57.34±2.95	0.15±0.07	0.09±0.06	0.08±0.09	0.07±0.04	0.12±0.08	0.15±0.06	0.04±0.04	22.04±6.41	
กระจับธรรมชาติ	18.73±3.18	54.57±4.14	0.15±0.05	0.19±0.07	0.12±0.08	0.09±0.07	0.17±0.12	0.08±0.05	0.05±0.01	26.05±5.62	
กระจับหญ้าสีเขียว	20.25±3.88	57.05±2.70	0.20±0.08	0.18±0.16	0.33±0.35	0.09±0.04	0.10±0.05	0.13±0.06	0.07±0.10	21.85±4.62	-
กระแตแต้แว๊ด	21.87±7.56	56.78±4.36	0.18±0.12	0.22±0.12	0.64±1.00	0.34±0.29	0.14±0.04	0.13±0.05	0.09±0.04	20.03±10.30	-
กาวัก	18.19±3.69	56.41±4.03	0.40±0.32	0.07±0.05	0.74±0.81	0.15±0.11	0.16±0.06	0.13±0.07	0.07±0.05	24.14±7.38	-
กางเขนบ้าน	28.33±7.49	51.84±5.80	0.16±0.18	0.52±0.66	0.57±0.92	0.53±0.93	0.08±0.10	0.10±0.10	0.08±0.08	17.76±4.16	0.03±0.12
กินเปลือกเหลือง	20.07±2.87	52.96±3.90	0.20±0.09	0.27±0.16	0.11±0.07	0.10±0.06	0.17±0.09	0.13±0.09	0.14±0.06	26.10±6.18	0.06
ตีนเทียน	21.90±3.74	59.04±3.60	0.14±0.13	0.27±0.15	0.37±0.28	0.24±0.18	0.17±0.11	0.11±0.05	0.08±0.07	17.81±4.58	-
ปรอดสวน	20.44±4.38	56.87±3.78	0.15±0.10	0.17±0.12	0.22±0.16	0.11±0.07	0.15±0.07	0.18±0.10	0.05±0.02	21.95±6.85	0.11
ปรอดหัวโขน	19.59±3.24	50.12±7.65	0.24±0.08	0.18±0.07	0.41±0.49	0.08±0.07	0.22±0.12	0.19±0.14	0.09±0.05	29.09±8.54	-
ปรอดหัวสีเขมา	16.67±1.84	57.10±2.37	0.27±0.16	0.23±0.11	0.06±0.04	0.04±0.02	0.13±0.07	0.13±0.08	0.08±0.04	25.47±3.88	
พิราบป่า	24.73±8.54	50.89±17.00	0.13±0.36	0.19±0.59	0.50±1.23	0.14±0.60	0.03±0.08	0.02±0.10	0.08±0.20	23.31±19.72	-
ยางกรอก	20.16±5.48	53.38±4.45	0.21±0.10	0.24±0.13	0.14±0.06	0.12±0.06	0.02	0.08±0.05	0.07±0.04	25.76±9.57	-
อีแรดแดงปากดำ	17.11±2.94	52.51±7.14	0.13±0.07	0.23±0.16	0.13±0.02	0.25±0.15	0.18±0.11	0.12±0.13	0.08±0.05	29.48±9.20	-
เอียงต่าง	21.15±2.25	60.19±2.20	0.18±0.11	0.14±0.08	0.75±1.39	0.14±0.06	0.14±0.05	0.07±0.02	0.05±0.04	17.48±4.35	-

หมายเหตุ: - หมายถึงไม่พบ

วิจารณ์ และ สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

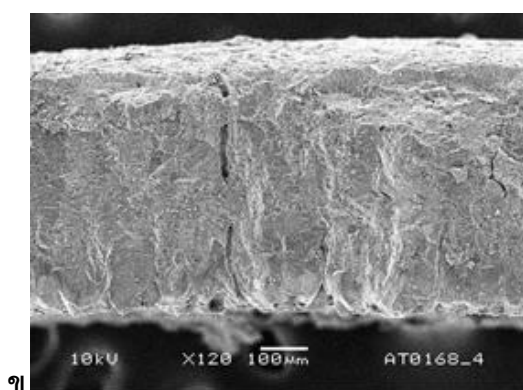
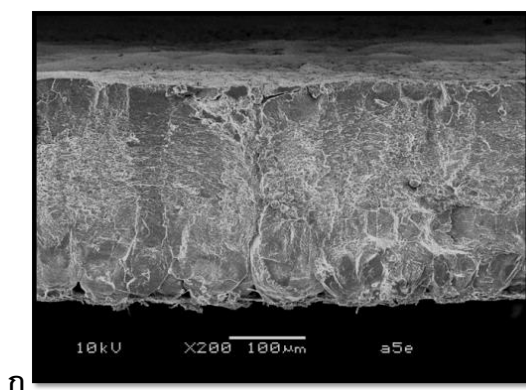
จากผลงานวิจัยพบว่าเมื่อพิจารณาเฉพาะความหนาแน่นหรือความหนาของแต่ละชั้นของเปลือกไข่ ไม่สามารถสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์กับการจำแนกกลุ่มตามการจัดอนุกรมวิธานแบบปัจจุบัน เนื่องจากการจำแนกกลุ่มตามการจัดอนุกรมวิธานนั้นเป็นการจัดจากข้อมูลของสารพันธุกรรม หรือ DNA โดยไม่เกี่ยวข้องกับรายละเอียดในเรื่องของเปลือกไข่ แม้แต่การจัดอนุกรมวิธานในระบบเดิมที่จำแนกกลุ่มตามลักษณะหลายๆ ด้านประกอบกัน เช่น โครงสร้างภายนอกของนก พฤติกรรม ลักษณะลูกแรกเกิด เป็นต้น ก็ไม่ได้กล่าวถึงรายละเอียดไข่และเปลือกไข่แต่อย่างใด จากตัวอย่างชนิดนกที่นำมาศึกษา พบว่าแม้จะเป็นนกใน Order เดียวกันแต่ละชนิดมีขนาดตัวที่แตกต่างกันมาก ซึ่งขนาดตัวของนกจะสัมพันธ์กับขนาดของไข่และความหนาของเปลือกไข่ด้วย (Christians, 2002) เช่น ชนิดนกใน Order Passeriformes นกกินปลีอกเหลือง ที่มีขนาดตัว 11.5 ซม. และมีน้ำหนักไข่เพียง 0.79 กรัม มีความแตกต่างจากนกเอี้ยงสาริกาที่มีขนาดตัวใหญ่ 24.5-27.0 ซม. และมีน้ำหนักไข่ 5.72 กรัม หรือใน Order Ciconiiformes ที่มีนกที่มีขนาดตัวแตกต่างกันมากเช่นกัน เช่น นกเป็ดผีเล็ก มีขนาดตัว 25-29 ซม. ในขณะที่นกปากห่าง มีขนาดตัว 68-81 ซม.) ดังจะเห็นได้จากการจัดกลุ่มตามข้อมูลความหนาของเปลือกไข่ จะเป็นกลุ่มที่มีกระจกระบายมากไม่ว่าจะเป็นการจัดด้วยข้อมูลโครงสร้างและความหนาแน่นของเปลือกไข่หรือความหนาของแต่ละชั้นเปลือกไข่สัมพันธ์กับการจัดกลุ่มตามอนุกรมวิธานหรือไม่ ดังข้อมูลการจัดกลุ่มเปลือกไข่ของนกที่ศึกษาทั้งหมด 32 ชนิด ยกตัวอย่างจากข้อมูลความหนาแน่นของเปลือกไข่ของนกใน Order Passeriformes จำนวน 14 ชนิด แบ่งเป็นกลุ่มที่แตกต่างกันได้ถึง 12 กลุ่ม (a, b, ab, bc, bcd,k) และใน Order Ciconiiformes จำนวน 11 ชนิด แบ่งเป็นกลุ่มที่แตกต่างกันได้ถึง 7 กลุ่ม (fgh, ij, k, l,q) เนื่องจากความหนาของเปลือกไข่มีช่วงที่ซ้อนทับกันหลากหลาย นอกจากนี้ในหลายอันดับมีตัวอย่างเปลือกไข่ของนกเพียง 1-2 ชนิดเท่านั้น ได้แก่ Order Cuculiformes มีเพียงนกอีวาบ ตักแตน Order Anseriformes มีเพียงนกเป็ดแดง และ Order Turniciformes ที่มีเพียงนกคุ่มอีด เท่านั้น คณะผู้วิจัยได้ลองนำข้อมูลจากความหนาของเปลือกไข่มาหาค่าสัดส่วน ความหนาชั้น palisade/ความหนาแน่น และความหนาชั้น mammillary/ความหนาแน่น เพื่อตัดเรื่องความแตกต่างของความหนาเปลือกไข่ที่ผันแปรตามขนาดตัวนก พบว่าค่าสัดส่วนของความหนาชั้น palisade/ความหนาแน่น ในทุกอันดับไม่สามารถแยกได้ชัดเจนเนื่องจากมีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงและทับซ้อนกันตั้งแต่ 0.57 ใน Order Anseriformes จนถึง 0.65-0.89 ใน Order Ciconiiformes สำหรับค่าสัดส่วนความหนาชั้น mammillary/ความหนาแน่น อาจจะแบ่งกลุ่มได้ชัดมากกว่า เช่นใน Order Passeriformes ที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.11-0.34 ส่วน Order Columbiformes มีค่าอยู่ในช่วง 0.22-0.30 แม้ว่าจะลองวิเคราะห์สัดส่วนทั้งสองนี้โดยแยกเป็นกลุ่มของแต่ละสกุลแล้วก็ตาม เช่นกลุ่มนกปรอด (*Pycnonotus*) ที่มีอยู่ 3 ชนิด

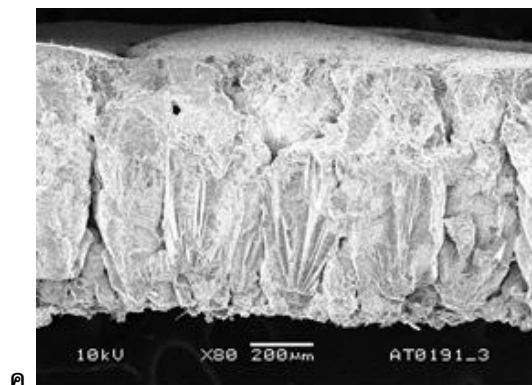
ได้แก่ นกปรอดสวน นกปรอดหัวสีเขม่า และนกปรอดหัวโขน มีค่าสัดส่วนความหนาชั้น palisade/ความหนารวม ผันแปรตั้งแต่ 0.67-0.81 และค่าสัดส่วน ความหนาชั้น mammillary/ความหนารวม ผันแปรตั้งแต่ 0.19-0.30 สำหรับตัวอย่างของนกที่อยู่ในวงศ์เดียวกันก็ยังไม่สามารถแยกกลุ่มได้ชัดเจนเช่นนกกระजิบธรรมดา และนกกระजิบหญ้าสีเรียบซึ่งอยู่ในวงศ์ Sylviidae ซึ่งมีสัดส่วนของทั้งสองค่านี้เท่ากับ 0.716, 0.754 และ 0.276, 0.232 ตามลำดับ

ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้มีข้อมูลประกอบอีกหลายๆด้านที่อาจช่วยให้สามารถจัดกลุ่มหรือเห็นความแตกต่างของรายละเอียดของเปลือกไข่ได้ชัดเจนยิ่งขึ้นเช่น ขนาดของรูพรุน (vesicular holes) ความหนาแน่นหรือจำนวนรูต่อพื้นที่ในชั้น palisade ซึ่งจะเป็นข้อมูลประกอบที่ช่วยให้เห็นภาพรวมของความพรุนของเปลือกหรือคำนวณเป็นปริมาตรของรูพรุนทั้งฟองไข่และจึงเปรียบเทียบความแตกต่างที่ได้ เช่นที่มีรายงานว่าขนาดของ vesicular hole ของนกในเขตร้อนมีขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ระหว่างช่วง 0.6-1.2 ไมโครเมตร ซึ่งคิดเป็นพื้นที่ได้ 0.28-1.13 ตารางไมโครเมตร (Becking, 1975) และเปลือกไข่ของไก่ฟ้ารีฟที่ศึกษาในประเทศจีนมีรูพรุนที่มีลักษณะกลมหรือรี ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยประมาณ 0.32 ± 0.08 ไมโครเมตร (Chang et al., 2007) ส่วนไก่ฟ้าคอแหวน (Ring-neck Pheasant, *Phasianus colchicus*) มีขนาดรูพรุน 0.14 ± 0.14 ไมโครเมตร และมีความหนาแน่น 65.64 26.46 รูต่อ 100 ตารางไมโครเมตร (สุพรรณฯ สุบรรณโรจน์, 2558) นอกจากนี้ลักษณะหรือรูปร่างละเอียดของรูที่ผิวเปลือก (pore) และความหนาแน่นของรูต่อหน่วยพื้นที่เปลือกไข่ โดยการวัดขนาดของรูแต่ละส่วนที่มีความยาวจากผิวเปลือกนอกจนถึงฐานของชั้น mammillary เช่น ลักษณะรูเป็นรูเดี่ยวไม่มีการแตกแขนง ขนาดกว้างของรูส่วนผิวนอก ส่วนกลางและส่วนล่างสุดที่ฐานของชั้น mammillary เช่นมีรายงานพบจำนวนรูที่ผิวของไข่ไก่ 10,000 รูต่อฟอง (Okubo et al., 1997)

สำหรับข้อมูลอื่นๆ ที่สามารถนำมาประกอบการพิจารณาได้คือ ขนาดของเยื่อหุ้มไข่ขาวด้านนอกและด้านใน (outer and inner shell membrane) ที่อยู่ถัดจากเปลือกไข่ชั้น mammillary เข้าไป ซึ่งอาจมีความแตกต่างกันในแต่ละชนิดหรือแต่ละสกุล เช่น ไก่ฟ้ารีฟ ในประเทศจีน มีเยื่อเปลือกไข่ชั้นนอกมีความกว้าง 1.69 ± 0.48 ไมโครเมตร ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าเยื่อเปลือกไข่ชั้นในเท่ากับ 1.18 ± 0.23 ไมโครเมตร (Chang et al., 2007) เช่นเดียวกับที่มีรายงานว่า ไก่เบตงมีเยื่อเปลือกไข่ ชั้นนอกมีขนาด 2.56 ± 0.084 ไมโครเมตร ใหญ่กว่าเยื่อชั้นใน 1.56 ± 0.40 ไมโครเมตร (พรทิวา ภูมิประหมั่น, 2555) ในขณะที่ไก่ฟ้าคอแหวนมีขนาดเส้นใยของชั้นนอกและชั้นในคือ 2.13 ± 0.51 และ 2.77 ± 0.62 ไมโครเมตร ตามลำดับ โดยพบว่าทั้งสองชั้นมีขนาดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (สุพรรณฯ สุบรรณโรจน์, 2558)

เมื่อพิจารณาจากโครงสร้างภาคตัดขวางที่ศึกษาด้วยกล้องอิเล็กตรอนแบบส่องกราดพบว่าเปลือกไข่ของนกจำนวน 14 ชนิด ใน Order Passeriformes และบางชนิดใน Order อื่นๆ เช่น นกหนูแดง นกกระต่ายแก้ว นกยางกรอก มีโครงสร้างของชั้น mammillary เป็นคล้ายตัวยูแต่มีฐานเป็นปุ่มยื่นออกมาสัมผัสกับเยื่อหุ้มไข่ขาวที่อยู่ถัดเข้าไป เป็นที่น่าสังเกตว่าเปลือกไข่ที่เป็นลักษณะนี้ส่วนมากเป็นไข่ที่มีขนาดเล็ก โดยมีน้ำหนักช่วงประมาณ 0.79-19.79 กรัม และความหนาของเปลือกไข่ช่วง 48.00-249.5 ไมโครเมตร ส่วนอีกกลุ่มหนึ่งโครงสร้างของชั้นนี้การจัดเรียงตัวเป็นรูปตัวยู (U) ก่อนข้างชัดเจน เช่น เปลือกไข่ของนกปากห่าง นกเป็ดแดงและนกฟิราปป่า ซึ่งส่วนมากเป็นไข่ที่มีขนาดใหญ่ โดยมีน้ำหนักช่วง 14.58-41.76 กรัมและความหนาของเปลือกไข่ช่วง 120-37069.33 ไมโครเมตร จากข้อมูลที่มีรายงานเกี่ยวกับโครงสร้างชั้น mammillary ของเปลือกไข่ไก่เบรส (Brasse) ซึ่งมีความหนาของเปลือกไข่ 311.11 27.51 ไมโครเมตร และ เปลือกไข่ของนก Greater Flamingo (*Phoenicopterus ruber*) ซึ่งมีไข่ขนาดใหญ่กว้าง X ยาว เท่ากับ 8.39 X 11.80 ซม. และความหนาของเปลือกไข่ 568.83 ไมโครเมตร มีการจัดเรียงตัวเป็นรูปตัวยู (U) ที่ชัดเจน (ภาพด้านล่าง ก-ข) (พรวิภา เย็นใจ, 2555; อรรถกร อังสุโสภณ, 2548) ซึ่งแตกต่างจากโครงสร้างเปลือกไข่ของนกขนาดใหญ่ เช่นนก Rhea (*Rhea Americana*) ซึ่งมีไข่ขนาดใหญ่ กว้าง X ยาว 9.36 X 15.08 ซม. ชั้น mammillary ของเปลือกไข่ ด้านในของ mammillary cone มีลักษณะแผ่ออกคล้ายพัด (ภาพที่ 9) (อรรถกร อังสุโสภณ, 2548)

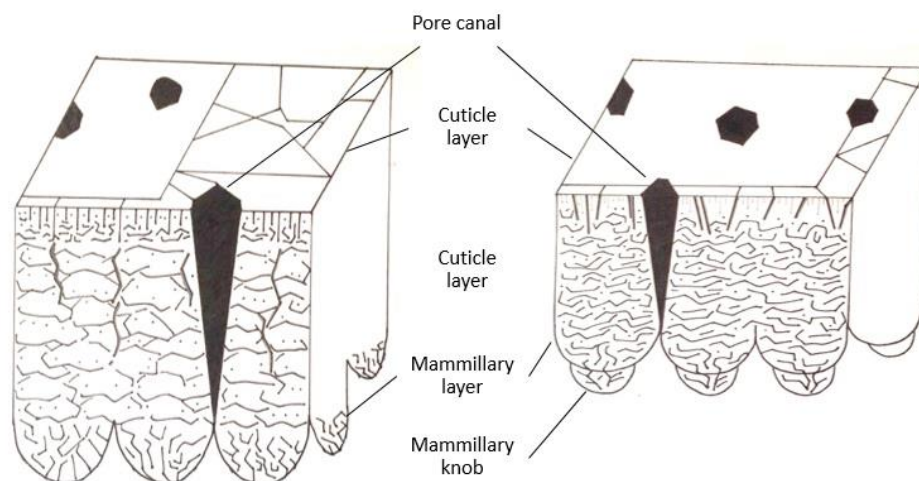




ค

ภาพที่ 8 ภาพ SEM แสดงโครงสร้างภาคตัดขวางเปลือกไข่ไก่เบอร์ส (ก) และนก Greater Flamingo (ข) จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ที่มา: พรวิภา เย็นใจ, 2555 และอรรถกร เอ็งสุโสภณ, 2548) (ค) เปลือกไข่ของนก Rhea จากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (ที่มา: อรรถกร เอ็งสุโสภณ, 2548)

โครงสร้างเปลือกไข่ที่ศึกษาในครั้งนี้ สามารถจัดโครงสร้างแม่แบบ (model) ของเปลือกไข่เป็น 2 กลุ่ม หรือ 2 รูปแบบ คือแบบที่ 1 เป็นการจัดเรียงตัวเป็นรูปตัวยู (U) ที่ชัดเจน เป็นเปลือกไข่ของนกเป็ดแดง (Order Anseriformes) และ นกปากห่าง (Order Ciconiiformes) สำหรับแบบที่ 2 โครงสร้างของชั้น mammillary เป็นคล้ายตัวยูแต่มีฐานเป็นปุ่มยื่นออกมาสัมผัสกับเยื่อหุ้มไข่ขาวที่อยู่ถัดเข้าไป ซึ่งเปลือกไข่ของนกที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นแบบนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสมาชิกใน Order Passeriformes , Columbiformes , Gruiformes และ ส่วนใหญ่ของ Order Ciconiiformes (ภาพที่ 10)



แบบที่ 1

แบบที่ 2

ภาพที่ 9 แสดงแม่แบบ (model) โครงสร้างของเปลือกไข่แบบแบบที่ 1 เป็นการจัดเรียงตัวเป็นรูปตัวยู (U) ที่ชัดเจน และแบบที่ 2 โครงสร้างของชั้น mammillary เป็นคล้ายตัวยูแต่มีฐานเป็นปุ่มยื่นออกมาสัมผัสกับเยื่อหุ้มไข่ขาวที่อยู่ถัดเข้าไป

เพื่อให้สามารถสรุปรายละเอียดได้มากขึ้น ประการแรกคือ ต้องรอให้มีข้อมูลการศึกษาโครงสร้างเปลือกไข่ของชนิดนกในแต่ละอันดับหรือวงศ์เพิ่มเติมมากขึ้นจากเดิม รวมทั้งศึกษารายละเอียดของโครงสร้างอื่นๆประกอบดังที่กล่าวมา เช่น โครงสร้างและขนาดรู (pore) ที่ผิวเปลือก ขนาดและความหนาแน่นของรูพรุน (vesicular holes) ในชั้น palisade ขนาดเส้นใยชั้นนอกและชั้นในของเยื่อหุ้มไข่ขาว อาจรวมไปถึงการวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุในแต่ละชั้นของเปลือกไข่เพิ่มเติม ซึ่งอาจมีรายละเอียดบางอย่างที่เป็นประโยชน์ในการจัดจำแนก อย่างไรก็ตามสิ่งหนึ่งที่มีความสำคัญมากของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ก็คือ ตัวอย่างเปลือกไข่ของนกที่ศึกษาทั้งหมดเก็บมาจากธรรมชาติ จึงไม่สามารถกำหนดอายุไข่หลังจากแม่

นกวางแล้วได้ จึงอาจส่งผลถึงความหนาของเปลือกไข่และความหนาของเปลือกแต่ละชั้นได้ ดังนั้นถ้าสามารถควบคุมอายุของไข่ที่เก็บตัวอย่างมาศึกษาให้มีอายุเท่ากันทั้งหมดได้ จะช่วยเสริมให้สามารถสรุปข้อมูลได้ดียิ่งขึ้น เนื่องจากอายุไข้อย่างยิ่งมากแสดงว่าตัวอ่อนภายในไข่มีการพัฒนามากไปด้วย ซึ่งในการพัฒนาโครงร่างและอวัยวะของตัวอ่อนภายในไข่ จะทำให้ความหนาของเปลือกไข่ลดลงตามลำดับ ตั้งแต่เริ่มวางไข่จนกระทั่งตัวอ่อนฟักออกจากไข่ ดังข้อมูลที่ศึกษาเหยี่ยวทั้ง 6 สายพันธุ์ (Peregrine Falcon, Shaheen Falcon, Peregrine × Red Shaheen, Saker Falcon, Gyr Falcon และ Saker × Gyr) พบว่าเปลือกไข่ของ

ไข่ที่ไม่มีเชื้อจะมีความหนามากกว่า เปลือกไข่ที่ตัวอ่อนฟักออกจากไข่แล้ว เช่นในเหยี่ยว Peregrine Falcon พบว่าความหนาของเปลือกไข่ในไข่ที่ไม่มีการพัฒนาของตัวอ่อน มีความหนากว่าไข่ที่ฟักออกเป็นตัวแล้ว (0.2840 และ 0.2704 มิลลิเมตร ตามลำดับ) (Castilla et al., 2010) และ Kreitzer (1972) ที่รายงานว่า เปลือกไข่นกกระทา Coturnix quail (*Coturnix japonica*) ที่ไม่มีการพัฒนาของตัวอ่อน (0.193 มิลลิเมตร) มีความหนามากกว่าไข่ที่ฟักแล้ว (0.179 มิลลิเมตร) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) เช่นเดียวกับที่มี รายงานว่านกกระทาชาสีแดง (*Alectoris rufa*) มีเปลือกไข่ระยะใกล้ฟักบางกว่าและทนแรงกดได้ น้อยกว่า ระยะที่ยังไม่ฟัก (18 นิวตัน และ 23 นิวตัน ตามลำดับ) (Castilla et al., 2007) ซึ่งเป็นการสนับสนุนที่ว่าการดูดซึมแคลเซียมจากเปลือกไข่ไปยังตัวอ่อน ที่ทำให้เปลือกไข่บางลง ทำให้เปลือกไข่บางลง โดยพบว่า ด้านปลายหรือฐานที่เป็นรูปถ้วย ของเปลือกชั้นในมีการเปลี่ยนโครงสร้างโดยยุบหรือสลายตัวไปจากเดิม (Blom and Lilja, 2004; Abdel-Salam et al., 2006, Chien et al., 2009) นอกจากนี้ อายุของแม่ไก่ก็มีความสำคัญเช่นกัน ตามรายงานการศึกษาคุณภาพของไข่ไก่ พบว่า น้ำหนักเปลือกไข่ลดลงตามอายุของแม่ไก่ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อไก่มีอายุเพิ่มขึ้นเปลือกไข่ก็จะบางลง ทำให้น้ำหนักเปลือกไข่ลดลงด้วย (Zita et al., 2012) ส่วนในนกบางชนิดพบว่านกที่มีอายุน้อยจะมีขนาดของไข่เล็ก แต่เมื่ออายุเพิ่มมากขึ้นขนาดของไข่ก็ใหญ่ขึ้นด้วย (Sydeman and Emslie, 1992; Weimerskirch, 1992)

จะเห็นได้ว่าจากข้อมูลความหนาของเปลือกไข่นกที่ศึกษายังไม่สอดคล้องกับการจัดจำแนกกลุ่มนกได้ตามอนุกรมวิธานที่มีผู้เคยจัดไว้ เนื่องจากชนิดนกในแต่ละอันดับ (Order) มีขนาดตัวที่แตกต่างกันมาก จึงทำให้ความหนาของเปลือกไข่มีช่วงที่กว้างมาก เช่น ใน Order Galliformes ที่มีความหนาของเปลือกไข่นกอยู่ในช่วง 172.50-690.10 ไมโครเมตร และ Order Ciconiiformes อยู่ในช่วง 112.56-365.40 ไมโครเมตร ดังนั้นข้อมูลที่ควรนำมาเปรียบเทียบกันอาจเป็นค่าสัดส่วนของความหนาของชั้นต่างๆ เช่น สัดส่วนของชั้น mammillary layer หรือ ชั้น palisade layer ต่อความหนาของเปลือกไข่ทั้งหมด ซึ่งอาจจะมีข้อมูลที่แสดงได้ถึงนกในกลุ่มเดียวกันจะมีค่าสัดส่วนใกล้เคียงกันและอาจเป็นข้อมูลที่สอดคล้องกับอนุกรมวิธานที่จัดด้วยข้อมูลทางพันธุกรรม ตามที่ Hirsch and Quinn (1990) รายงานว่าจากการศึกษาซากโบราณพบว่าเปลือกไข่ในกลุ่ม Neognathae จะมีสัดส่วนของชั้น mammillary กับชั้นอื่นๆ อยู่ในช่วง 1/8 (0.125)-1/6 (0.166) ซึ่งเป็นข้อมูลที่น่าสนใจและตามที่ Mathies และ Andrews (2000) ศึกษาโครงสร้างเปลือกไข่ของกิ้งก่าและสัดส่วนของความหนาของชั้นต่างๆ พบว่าช่วยในการจำแนกชนิดของกิ้งก่าได้ อย่างไรก็ตามมีผู้ศึกษาโครงสร้างเปลือกไข่นกกระทา partridge โดยพบว่ามีความหนาที่ผิวเปลือกใกล้เคียงกัน คือ 300-500 นาโนเมตร (Zhang et al., 2005) หรืออาจต้องศึกษาข้อมูลด้านอื่นประกอบอีกหลายด้าน เช่น ความพรุนของชั้น palisade ที่อาจมีความแตกต่างกันของเปลือกไข่นกเช่นที่พบว่าเปลือกไข่ของ นกปรอดสวน นกเอี้ยงต่าง นกนางเขนบ้าน มีความพรุนของชั้น palisade มากกว่านกอีแพรดแถบอกดำ นกกวัก นก

ดินเหนียว และนกพิราบป่าตามลำดับ (กัลยา ศรีพุทธชาติ, 2552) นอกจากนี้ข้อมูลของขนาดรูพรุนในชั้น palisade อาจมีความแตกต่างกัน ดังการศึกษาของ Chang และคณะ (2007) ที่รายงานว่ารูพรุนในชั้น palisade ของเปลือกไข่ Reeve's Pheasant (*Syrnaticus reevesii*) มีขนาด 0.32 ± 0.08 ไมครอน ซึ่งความแตกต่างนี้แสดงว่าความชื้นของสิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลต่อโครงสร้างที่เป็นรูพรุนของเปลือกไข่ ดังรายงาน Becking (1975) ที่ได้ชี้ให้เห็นว่านกในเขตร้อนจะมีรูพรุนในชั้น palisade (Vesicular hole) ขนาดใหญ่กว่า และหนาแน่นมากกว่านกในเขตหนาว โดยมีขนาดเฉลี่ย $0.6-1.2$ ไมโครเมตร นั้นแสดงว่าขนาดของรูพรุนสัมพันธ์อย่างมากกับที่อยู่ของนก นั่นก็คือขนาดของรูพรุนจะเล็กลงเมื่อเส้นรุ้ง (Latitude) เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ ยังมีรายงานของ Blom และ Lilja (2004) กล่าวถึงเปลือกไข่ของนกแต่ละชนิดว่าอาจมีความแตกต่างในอีกหลายด้าน เช่น จำนวนจุดสัมผัสของชั้น mammillary ที่ติดกับชั้นเมมเบรน รวมทั้งลักษณะของ shell membrane ที่อาจมีความแตกต่างกันของขนาดเส้นและรูปแบบการสานเป็นร่างแหของทั้ง outer และ inner shell membrane ข้อมูลเหล่านี้น่าจะช่วยเสริมให้การจำแนกชนิดหรือกลุ่มของนกได้ดียิ่งขึ้น อย่างไรก็ตามเปลือกไข่ของนกชนิดต่างๆ ที่นำมาศึกษาครั้งนี้ ส่วนใหญ่เป็นการเก็บจากธรรมชาติ จึงเป็นการยากที่จะกำหนดอายุของไข่ที่จะนำมาศึกษา ขึ้นอยู่กับว่าได้พบรังและไข่ในช่วงใด จึงได้ตัวอย่างเปลือกไข่ที่มีอายุแตกต่างกัน และตัวอย่างไข่ 3 ฟอง จึงอาจมีความผันแปรด้านโครงสร้างและความหนาของชั้นเปลือกไข่ได้ แม้แต่ศึกษาในชนิดเดียวกัน เนื่องจากการได้มาซึ่งตัวอย่างไม่สามารถควบคุมช่วงเวลาได้แน่นอน เช่นอาจพบไข่ในช่วงเพ็งวางหรือเป็นช่วงที่ไข่นั้นได้รับการฟักไข่ ลูกนกมีการพัฒนาไประยะหนึ่งแล้วและยังมีไข่บางฟองที่เก็บมาได้เนื่องจากนกทิ้งรัง ซึ่งอาจเกิดจากสาเหตุต่างๆ เช่น รังสร้างในตำแหน่งที่ไม่มั่นคง มีไข่บางฟองตกจากรัง หรือนกไปสร้างรังอยู่ในบริเวณที่มีการรบกวนมาก เช่น คน สุนัขหรือสัตว์อื่นๆ ที่อาจเป็นอันตรายกับนก ซึ่งอายุของไข่โดยเฉพาะไข่ที่มีตัวอ่อนพัฒนาอยู่ข้างใน ซึ่งส่งผลต่อความหนาบางของเปลือกไข่อย่างมาก ตามที่ Abdel-Salam และคณะ (2006) พบว่าเปลือกไข่ไก่ป่าจะมีความหนาลดลงตามลำดับ เนื่องจากตัวอ่อนนกที่อยู่ภายในไข่ดึงแร่ธาตุจากเปลือกไปใช้การพัฒนาร่างกาย เมื่อลูกนกฟักจากไข่ เปลือกไข่บางลงเกือบ 50 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีรายงานของ Karlsson และ Lilja (2008) ที่ได้เสนอความคิดเห็นไว้ว่านกที่มีพัฒนาการของตัวอ่อนที่แตกต่างกันหรือมีสภาพลูกแรกเกิดแตกต่างกัน (precocial และ altricial) น่าจะมีโครงสร้างของเปลือกไข่ที่แตกต่างกันด้วย

สำหรับผลการวิเคราะห์ธาตุ ในงานวิจัยนี้ พบองค์ประกอบของธาตุหลัก 11 ธาตุ ในเปลือกไข่นกทั้ง 15 ชนิด คือ C, O, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, Ca และ Mo ซึ่งใกล้เคียงกับในนกชนิดอื่นๆ ที่เคยทำวิจัยมาก่อน เช่น ปริมาณ Ca 23.22 เปอร์เซ็นต์ ใกล้เคียงกับ 22.14 เปอร์เซ็นต์ ในนกกระจอกบ้าน นกกระต๊อขี้หมู นกกระต๊อตะโพกขาว นกเขาขาวและนกเขาไฟ (มยุรา และกัลยา, 2548) และถ้าไม่รวมปริมาณของ C, O ธาตุที่เป็นองค์ประกอบหลักในเปลือกไข่ คือ Ca ปริมาณ 93.34 เปอร์เซ็นต์ ของธาตุทั้งหมด เช่นที่พบในเปลือกไข่ของนกชนิดอื่นๆ ที่มีการศึกษาในต่างประเทศ เช่น นกนางนวลหางดำ (Black-tailed Gull, *Larus crassirostris*) และนก Great Bustard (Chiba, 2004, Xiuhua et al., 1998)

บรรณานุกรม

- กัลยา ศรีพุทธชาติ. (2550). พฤติกรรมการสร้างรังของนก. *วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร*, 27(1), 66-88.
- มยุรา อารีกิจเสรี และ กัลยา ศรีพุทธชาติ. (2548). *การศึกษาโครงสร้าง สัณฐานวิทยาและการวิเคราะห์ธาตุเชิงคุณภาพในเปลือกไข่ นก ด้วย Energy Dispersive X-ray Analysis (EDX) Secondary Electron Imaging (SEI)* (รายงานฉบับสมบูรณ์ทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับคณาจารย์ คณะวิทยาศาสตร์). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร
- อรรถกร เอ็งสุโสภณ. (2548). *การศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบธาตุในเปลือกไข่นกบางชนิดภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด* (รายงานวิชาการศึกษารายบุคคล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พรทิวา ภูมิประหมั่น. (2555). *ศึกษาโครงสร้างของเปลือกและธาตุองค์ประกอบของเปลือกไข่ไก่เบตงด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด* (รายงานวิชาการศึกษารายบุคคล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- พรวิภา เย็นใจ. (2555). *ศึกษาโครงสร้างของเปลือกและธาตุองค์ประกอบของเปลือกไข่ไก่เบตงด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด* (รายงานวิชาการศึกษารายบุคคล ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุพรรณา สุบรรณโรจน์. (2557). *ศึกษาโครงสร้างของเปลือกไข่ไก่ฟ้าคอแหวน (Ring-neck Pheasant) ที่ มีระยะการพัฒนาของตัวอ่อนแตกต่างกัน*. (รายงานโครงงานวิจัย 2 ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์). นครปฐม: มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- Abdel-Salam, ZA., Abdou, AM., Harith, MA. (2006). Elementary and ultrastructural analysis of the eggshell: Ca, Mg and Na distribution during embryonic development via LIBS and SEM techniques. *International Journal of Poultry Science*, 5(1), 35-42.
- Becking, JH. (1975). The Ultrastructure of the avian eggshell. *Ibis*, 117(2), 143-151.
- Blom, J., & Lilja, C. (2004). A comparative study of growth, skeletal development and eggshell composition in some species of birds. *J. of Zoology*, 262, 361-369.
- Becking, JH. (1975). The Ultrastructure of the avian eggshell. *Ibis* 1975, 117(2), 143-151.
- Bize, P., Roulin, A., Richner, H. (2002). Covariation between egg size and rearing condition determines offspring quality: an experiment with the alpine swift. *Oecologia*, 132(2) , 231-234.
- Blom, J., Lilja, C. (2004). A comparative study of growth, skeletal development and eggshell composition in some species of birds. *J. of Zoology*, 262, 361-369.
- Broad, G., Scott, VD. (1980). Porosity of the avian eggshell. *American Zoologists*, 20(2), 339-349.

- Brooke, M., Birkhead, T. (1991). *The Cambridge Encyclopedia of Ornithology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Burley, RW, Vedehra, DV. (1989). *The avian egg; chemistry and biology*. New York: John Wiley and Son.
- Castilla, AM, Martinez, Juan de A., Herrel, A., Møller, S. (2009). Eggshell Thickness Variation in Red-legged Partridge (*Alectoris rufa*) from Spain. *The Wilson Journal of Ornithology*, 121(1), 167–170.
- Chang, C., Zhengwang, Z., Chen, X., Jinying, J., Sun, Q. (2007). Ultrastructure and elemental composition of the eggshell of Reeve's Pheasant (*Syrnaticus reevesii*). *Front. Biol. China*, 2(3), 340-344.
- Chien, Y. C., Hincke, M. T., McKee, M. D. (2009). Ultrastructure of avian eggshell during resorption following egg fertilization. *Biology*, 168, 527–538.
- Chiba, A. (2004). Microscopic structure and distribution of various elements in the eggshell of the Black-Tailed Gull, *Larus crassirostris*, as revealed by scanning and transmission electron microscopy and X-ray compositional microanalysis. *Ornithol.Sci.*, 3, 125-132.
- Christians, K. J. (2002). Avian egg size: variation within species and in edibility within individuals. *Biol. Rev*, 77, 1-26.
- Cusack, M., Fraser, AC, Stachel, T. (2003). Magnesium and phosphorus distribution in the avian eggshell. *Comp. Biochem. Physiol. Part B.*, 134, 63-69.
- Dennis, JE., Xino, SO., Agaral, M., Fink, DJ., Heuer, AH., Caplan, AI. (1996). Microstructure of matrix and mineral components of eggshells from leghorn chicken (*Gallus gallus*). *Journal of Morphology*, 228(3), 287-306.
- Dial, KP. (2006). Patterns among avian flight style, nesting biology, development, body size, and locomotor modularity. *Acta Zoologica Sinica*, 52(supplement), 502-504.
- Drent, PJ., Woldendorp, JW. (1989). Acid rain and eggshells. *Nature*, 339(6224), 431.
- Gill, FB. (2007). *Ornithology* (3rd ed.). New York: W.H. Freeman and Company.
- Hansell, M. (2000). *Bird Nests and Constructio Behaviour*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Hirsch, KF. Quinn, B. (1990). Eggs and eggshell fragments from the upper cretaceous two medicine formation of Montana. *Journal of Vertebrate Paleontology* 10, 491–511.
- Hunton, P. (2005). Research on eggshell structure and quality: An historical overview. *Brazilian J. of Poultry Science*, 7(2), 67-71.

- Karlsson, O., Lilja, C. (2008). Eggshell structure, mode of development and growth rate in birds. *Zoology*, 111, 494-502.
- Kitimasak, W., Thairakhupt, K., Mell, DL. (1986). Eggshell structure of the Siamese narrow-headed softshell Turtle *Chitra chitra* nutphand (Testudines: Trionychidae). *Science Asia* 2003, 29, 95-98.
- Lamprecht, I., Schmolz, E. (2004) Thermal investigations of some bird nests. *Thermochimica Acta*, 415, 141-148.
- Lekagul, B., Round, PD. (1991). A Guide to the Birds of Thailand. Bangkok: Saha Karn Bhaet.
- Lundholm, CE. (1995). Effects of methyl mercury at different dose regimes on eggshell formation and some biochemical characteristics of the eggshell gland mucosa of the domestic fowl. *Comp. Biochem. Physiol.*, Part C. 110, 23-28.
- Mathies, T., Andrews, RM. (2000). Does reduction of the eggshell occur concurrently with or subsequent to the evolution of viviparity in phrynosomatid lizard?. *Biological Journal of the Linnean Society*, 71, 719-736.
- Miguel, A. (2003). Heavy metals and metalloids in egg contents and eggshells of passerine birds from Arizona. *Environmental Pollution*, 125 (3), 393-400.
- Mikhailov, KE. (1997). Avian eggshells: an Atlas of scanning electron micrographs. *British Ornithologists' Club Occasional Publications* no 3. 88p.
- Mora, MA. (2003). Heavy metals and metalloids in egg contents and eggshells of passerine bird from Arizona. *Environmental Pollution*, 125(3), 393-400.
- Mountjoy, DJ., Robertson, RJ. (1988). Nest-construction tactics in the cedar waxwing. *Wilson Bull.*, 100(1), 128-130.
- Nalwanga, D., Lloyd, P., Plessis, MA., Martin, TE. (2004). The influence of nest-site characteristics on the nesting success of the Karoo Prinia (*Prinia maculosa*). *Ostrich*, 75(4), 269-274.
- Nys, Y., Gautron, J., Gracia-Ruiz, JM., Hincke, MT. (2004). Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix protein. *Science Direct-Comptes. C. R. Palevol*, 3, 549-562.
- Ridler, M. (2000). Pigeon eggs. Reprint from CedarValley Lofts Newsletter.
- Palevol, R., Panhe'leux, M., Bain, M., Fernandez, MS., Morales, I., Gautron, J., Arias, JL. (1999). Organic matrix composition and ultrastructure of eggshell: a comparative study, *Br. Poult. Sci.*, 40, 240-252.

- Peterson, RT. (1978). *The Birds*. Time-Life Books, Inc., Hong Kong. 192 p.
- Quader, S. (2005). Elaborate nest in a weaverbird: a role for female choice?. *Ethology*, 111, 1073-1088.
- Ratcliffe, DA. (1967). Decrease in Eggshell Weight in Certain Birds of Prey. *Nature*, 215, 208-210.
- Restall, R. (1996). *Munias and mannikins*. East Sussex: Pica Press.
- Ridler, M. (2000). Pigeon eggs. Reprint from CedarValley Lofts Newsletter.
- Romanoff, AL., Romanoff, AJ. (1949). *The Avian Egg*. New York: John Wiley & Sons, INC.
- Sandercock, BK. (1996). Egg-capping and eggshell removal by western and semipalmated sandpipers. *The Condor*, 98, 431-433.
- Solomon, SE. (1991). *Egg and eggshell quality*. (Wolfe Polishing London).
- Sordahl, TA. (1994). Eggshell removal behavior of American avocets and black-necked stilts. *J. Field Ornithol.*, 65(4), 461-465.
- Snodderly, D., Max, Jr. (1978). Eggshell removal by the laughing gull (*Larus atricilla*): Normative data and visual preference behaviour. *Animal Behaviour*, 26,487-506.
- Swailah, KM., Sansur, R.M. (2006). Monitoring urban heavy metal pollution using the House Sparrow (*Passer domesticus*). *Journal of Environmental Monitoring*, 8,209–213.
- Sydeman, W.J., Emslie, S.D. (1992). Effects of parental age on hatching asynchrony, egg size and third-chick disadvantage in Western Gulls. *Auk*, 109, 242-248.
- Tiwari, JK., Anupama. (2006). Nest structure variation in Common Tailorbird *Orthotomus sutorius* in Kutch, Gujarat. *Indian Birds*, 2(1), 15.
- Tuan, RS., Ono, T., Akins, RE., Koide, M. (1991). Experimental studies on cultured, shell-less fowl embryos: calcium transport, skeletal development, and cardio-vascular functions. In: Deeming, D. C. , Ferguson, M. W. J. (Eds.) , *Egg Incubation: Its Effect on Embryonic Development in Birds and Reptiles*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Wangkulangkul, S., Thirakhupt, K., Chantrapornsyl, S. (2000). Comparative Study of Eggshell Morphology in Wild and Captive Olive Ridley Turtles *Lepidochelys olivacea* at Phuket, Thailand. In: Pilcher N, Ismail G (eds) *Sea Turtles of the Indo-Pacific Research Mangement & Conservation*. ASEAN Academic Press. Malaysia: Sarawak. pp 208-217
- Wangensteen, O.D., Wilson, D., Rahn, H. (1970). Diffusion of gases across the shell of the hen's egg. *Respiration Physiology*, 11, 16-30.
- Weimerskirch, H. (1992). Reproductive effort in long-lived birds: age-specific patterns of condition, Reproduction and survival in the Wandering Albatross. *Oikos*, 64, 464-473.

- Welty, JC., Baptista, LF. (1988). *The Life of Birds* (4th ed.). Philadelphia: Saunders College Publishing.
- Wheelwright, NT., Lawler, JJ., Weinstein, JH. (1997). Nest-site selection in Savannah Sparrows: using gulls as scarecrows? *Animal Behaviour*, 53, 197-208.
- Williams, TD. (1990). Growth and survival in macaroni penguin, *Eudyptes chrysolophus*, A- and B-chicks: do females maximize investment in the large B-egg?. *Oikos*, 59, 349-354.
- Zelenitsky, D.K., Modesto, SP., Philip, J.C. (2002). Bird-like characteristics of troodontid theropod eggshell. *Cretaceous Research*, 23, 297-305.
- Zhang, J., Wang, J., Ma, J. (2005). Porous structures of natural materials and bionic design. *J. Zhejiang University-Science A*, 6(10), 1095-1099.
- Zimmermann, K., Mark, J. (2007). Egg size, eggshell porosity, and incubation period in the marine bird family Alcidae. *The Auk*, 124(1), 307-315.

ภาคผนวก

ภาคผนวก 1

นิเวศวิทยาของนก 32 ชนิด ในงานวิจัย

รายละเอียดชีววิทยาของนกมาจากหนังสือชุด นกในเมืองไทย ของ รศ.โอภาส ขอบเขตต์ เล่ม 1-5 (2541-2544) และบางส่วนจากหนังสือ ชีวิตนกจากบันทึกและความทรงจำ ของคุณสุธี ศุภรัฐวิกร vol.1 ปี 2539

Order: Passeriformes จำนวน 14 ชนิด

1. นกกางเขนบ้าน (Oriental Magpie Robin) *Copsychus saularis*



รูปที่ 1 นกกางเขนบ้าน

ที่มา: ประพจน์ รักรื่นเรือง

นกกางเขนบ้าน มีขนาดตัว 23 เซนติเมตร มีปากเรียวแหลม คอสั้น ปีกยาวแหลม หางยาว ปลายหางมน แฉ่อกเล็กน้อย ขาวยาวปานกลาง ตัวผู้ มีลำตัวด้านบนทั้งหมดเป็นสีดำ ปีกดำ มีแถบสีขาวชัดเจน หางสีดำ โดยขนหางคู่บนนอกๆเป็นสีขาว คอหอยและอกสีดำ ลำตัวด้านล่างส่วนที่เหลือเป็นสีขาว ส่วนตัวเมียลักษณะคล้ายตัวผู้ แต่บริเวณที่เป็นสีดำของตัวผู้เป็นสีเทาเข้ม อาศัยอยู่ตามป่าเต็งรัง ป่ารุ่น หุบโล่ง สวนผลไม้ ป่าชายเลนที่ถูกตัดฟัน และบริเวณใกล้บ้านคน อาหารได้แก่ แมลงและตัวหนอน โดยจิกกินตามกิ่งของพืชหรือตามพื้นดิน กระจายพันธุ์ตั้งแต่ปากีสถานอินเดีย จีนตอนใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เกาะไหหลำ หมู่เกาะอันดามัน หมู่เกาะซุนดาใหญ่ และฟิลิปปินส์

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน-ฤดูฝน เดือนเมษายนถึงเดือนกรกฎาคม ทำรังตามโพรงต้นไม้ซึ่งเป็นโพรงที่เกิดตามธรรมชาติ หรือโพรงที่นกหรือสัตว์อื่นทำไว้ บางครั้งทำรังตามคอต้มะพร้าว และหลืบหรือชายคาบ้าน หรือสิ่งก่อสร้าง หรือแอบเข้าไปทำรังในตู้จดหมาย ทั้งสองเพศช่วยกันหาวัสดุทำรังเช่น ใบหญ้า ใบไม้ ใบไผ่ ใบมะพร้าว นำมาวางซ้อนกัน ปกติมีไข่ 4 ฟอง ไข่ เป็นนกประจำถิ่นพบบ่อยและมีปริมาณมาก

2. นกกระจาบทอง Asian Golden Weaver (*Ploceus hypoxanthus*)



รูปที่ 2 นกกระจาบทอง

ที่มา: วีรพันธ์ ดุลยากุล

นกกระจาบทอง มีขนาดตัว 15 เซนติเมตร ตัวผู้ช่วงฤดูผสมพันธุ์หัวและลำตัวด้านล่างสีเหลือง คอหอยและใบหน้าสีดำ ตัวเมียและตัวผู้ช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์คล้ายกับนกกระจาบทองธรรมดา แต่มักมีสีเหลืองบริเวณคอ คอหอยและอกมากกว่า และมักไม่มีลายขีดที่อก อาศัยตามทุ่งนา และบริเวณชายแหล่งน้ำ เช่น บึง หนอง ทะเลสาบ เป็นต้น อาหาร ได้แก่ เมล็ดข้าวเปลือกและเมล็ดหญ้า ธัญพืช แมลง ตัวหนอน และสัตว์ขนาดเล็ก กระจายพันธุ์ในพม่า ไทย ลาว เวียดนาม กัมพูชา เกาะสุมาตรา และ เกาะชวา

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน-ต้นฤดูฝน เดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน รังมีลักษณะแตกต่างจากนกกระจาบทองอื่นๆ ตรงที่รังเป็นรูปทรงกลม โดยสานหญ้าที่ฉีกละเอียดตามแนวยาวเข้าด้วยกัน มีทางเข้าออกทางด้านข้าง ทำรังรวมกันเป็นกลุ่มตามกอหญ้าหรือกกที่ขึ้นในน้ำหรือชายน้ำ รังสูงจากพื้นดินหรือพื้นน้ำ 1.5-2.0 เมตร ไข่สีขาวแกมเทา บางครั้งอาจมีลายสีเข้มกระจายทางด้านข้าง ขนาดไข่ 13.7×20.1 มิลลิเมตร ครอกไข่ 2-4 ฟอง ตัวผู้ทำหน้าที่สร้างโครงสร้างรัง ส่วนตัวเมียจะเสริมรังต่อและฟักไข่ เลี้ยงลูกตามลำพัง ส่วนตัวผู้จะไปสร้างรังและหาคู่ใหม่เมื่อตัวเมียเริ่มฟักไข่ เป็นนกประจำถิ่นพบไม่บ่อยและมีปริมาณไม่มากนัก

3. นกกระจาบบรรณดา Baya Weaver (*Ploceus philippinus*)



รูปที่ 3 นกกระจาบบรรณดา

ที่มา: http://www.oknation.net/blog/home/blog_data/6/6/images/44/tt.jpg

นกกระจาบบรรณดา มีขนาดตัว 15 เซนติเมตร มีปากอ้วนสั้น คอสั้น ปีกสั้น ปลายปีกมน หางค่อนข้างสั้น ขาสั้นลำตัวด้านบนสีเหลืองสลับกับสีน้ำตาลเข้ม ส่วนด้านล่างสีจางกว่า ตัวผู้ช่วงฤดูผสมพันธุ์จะมีสีเหลือง หน้ามีลายขีดสีดำ ลำตัวด้านล่างไม่มีลายขีด ตัวเมียและตัวผู้นอกฤดูผสมพันธุ์ ออจะมีลายขีด แต่ไม่เด่นชัด อาศัยตามป่าละเมาะ ป่าโปร่ง ทุ่งนา ทุ่งโล่ง และบริเวณแหล่งกสิกรรม อาหาร ได้แก่ เมล็ดข้าวเปลือกและเมล็ดหญ้า ธัญพืช แมลง ตัวหนอน และสัตว์ขนาดเล็ก **กระจายพันธุ์** ตั้งแต่ปากีสถานจนถึงจีนด้านตะวันตกเฉียงใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เกาะสุมาตรา และเกาะชวา

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน-ฤดูฝน เดือนเมษายนถึงเดือนสิงหาคม ทำรังตามปลายกิ่งของต้นไม้ เช่น ข่อย มะขามเทศ ไม้ มักทำรังเป็นกลุ่ม รังเป็นแบบแขวน อยู่สูงจากพื้นดินประมาณ 2-6 เมตรหรือมากกว่า ตัวผู้จะเลือกสถานที่และสร้างรังส่วนแรกก่อน จากนั้นจะเกี่ยวตัวเมียให้มาเลือก หลังจากผสมพันธุ์กันแล้ว ตัวเมียจะหาวัสดุและสร้างรังต่อด้านหนึ่งสร้างเป็นท่อยาวทางด้านล่างสำหรับเป็นทางเข้าออก ส่วนอีกด้านจะทำเป็นแอ่งสำหรับวางไข่ ส่วนที่เป็นกระเปาะกว้าง 15-20 เซนติเมตร ยาว 20-25 เซนติเมตร ส่วนที่เป็นท่อยาว 10-15 เซนติเมตร และยาว 50-60 เซนติเมตร ไข่สีขาว ไม่มีลาย ขนาดไข่ 14.1 x 20.6 มิลลิเมตร ครอกละ 3-4 ฟอง ตัวเมียจะฟักไข่และเลี้ยงลูกเพียงลำพัง ฟักไข่นาน 11-12 วัน เป็นนกประจำถิ่นพบบ่อยและมีปริมาณมาก

4. นกกระจิบบรรดดา (Common Tailorbird) *Orthotomus sutorius*



รูปที่ 4 นกกระจิบบรรดดา

ที่มา: <http://f.ptcdn.info/359/010/000/1380543431-P9238053-o.jpg>

นกกระจิบบรรดดาหรือ นกกระจิบบน มีขนาดตัว 12 เซนติเมตร มีหน้าผากสีน้ำตาลแดงหัวตาและคิ้วสีเนื้อ ลำตัวด้านบนสีเขียวถึงเขียวแกมเหลือง ด้านล่างสีเนื้ออ่อน บางครั้งอกและคอหอยมีคอนขนเป็นสีเข้ม อาศัยอยู่ตามป่าเบญจพรรณ ป่าละเมาะ ป่าชายเลน และสวนผลไม้ อาหารได้แก่ แมลงและตัวหนอน และยังมีรายงานว่ากินน้ำหวานจากดอกไม้บางชนิดด้วย กระจายพันธุ์ตั้งแต่อินเดียจนถึงจีนตอนใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เกาะสุมาตรา และเกาะชวา

ผสมพันธุ์ในช่วงระหว่าง เดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน ทำรังตามต้นไม้หรือพุ่มไม้ที่มีใบค่อนข้างใหญ่ เช่น มะเดื่อ แสงจันทร์ ทั้งสองเพศช่วยกันเลือกสถานที่ หาวัสดุและสร้างรัง ด้วยการโน้มใบพืชที่อยู่ใกล้กัน 2-3 ใบมาเย็บหรือเชื่อมขอบใบให้ติดกันด้วยใยแมงมุม รังเป็นรูปกะเปาะมีทางเข้าออกอยู่ด้านบน ภายในรังมักมีวัสดุโดยเฉพาะดอกหญ้าและใบไม้แห้งรองอีกชั้นหนึ่ง ทางเข้าออกกว้าง 4-5 เซนติเมตร ลึก 7-10 เซนติเมตร สูงจากพื้น 1-3 เมตร ไข่มีสีขาวครีม ชมพูอ่อน น้ำเงินอ่อน หรือเขียวแกมน้ำเงิน มีลายจุดสีน้ำตาลแดง น้ำตาล ดำ หรือดำแกมแดงกระจายทั่วฟองโดยเฉพาะด้านข้าง ขนาดไข่ 11.6 x 16.4 มิลลิเมตร ครอบไข่ 3-4 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันฟักไข่ จะเริ่มฟักไข่เมื่อวางไข่ฟองสุดท้ายแล้ว ฟักไข่ 11-13 วัน เป็นนกประจำถิ่นพบบ่อยและมีปริมาณมาก

5. นกกระจิบหญ้าสีเรียบ (Plain Prinia, *Prinia inornata*)



รูปที่ 5 นกกระจิบหญ้าสีเรียบ

ที่มา: [http://4.bp.blogspot.com/-](http://4.bp.blogspot.com/-4hAWHUML4lo/UU3I9Oev3II/AAAAAAAAAQ/RQgNEGsaQfM/s1600/DSC_0067.JPG)

4hAWHUML4lo/UU3I9Oev3II/AAAAAAAAAQ/RQgNEGsaQfM/s1600/DSC_0067.JPG

นกกระจิบหญ้าสีเรียบ มีขนาดตัว 15 เซนติเมตร ลำตัวด้านบนสีน้ำตาล คีวและบริเวณหัวตาสีขาวถึงสีเนื้อแกมน้ำตาล ลำตัวด้านล่างสีขาวยกเว้นที่คอและอกสีน้ำตาลแดง คอหอยสีขาวย บริเวณที่พบค่อนข้างขึ้นบริเวณป่าหญ้า กก อ้อ ใกล้แหล่งน้ำและอาจพบในพื้นที่ค่อนข้างแห้งแล้งด้วย อาหารได้แก่ แมลงและตัวหนอน กระจายพันธุ์ในปากีสถานจนถึงจีนตอนใต้ เกาะไหหลำ พม่า ไทย ลาว เวียดนาม กัมพูชา และ เกาะชวา

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อนต่อฤดูฝน มีนาคมถึงตุลาคม อาจทำรังมากกว่า 1 ครั้งต่อปี ทำรังตามพุ่มกอหญ้า และพืชต่างๆด้วยการโน้มใบพืชหลายๆใบมารวมกัน ใช้ใบหญ้าที่ฉีกเป็นชิ้นเล็กๆมาเย็บให้ติดกันและยึดกับลำต้น อีกชั้นหนึ่งทำให้ดูคล้ายกระบอกหรือแจกัน มีทางเข้าออกอยู่ด้านบน พื้นรังอาจรองด้วยใบไม้แห้งหรือดอกหญ้า ไข่มีสีขาวมีลายจุดขนาดใหญ่สีน้ำตาลและสีแดงโดยเฉพาะด้านข้าง ขนาดไข่ 11.5 x 15.6 มิลลิเมตร ครอกละ 3-4 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันทำรัง ฟักไข่และเลี้ยงดูลูก จะเริ่มฟักไข่เมื่อเริ่มออกไข่ฟองสุดท้ายแล้ว บ่อยครั้งที่พบนกอีวาบตักแตนและนกคัคคูขนาดเล็กหลายชนิดมักเข้าไปวางไข่ให้เลี้ยงดูลูกแทน เป็นนกประจำถิ่นพบบ่อยและมีปริมาณมาก

6. นกกินปลีอกเหลือง (Olive-backed Sunbird) *Nectarinia jugularis*



รูปที่ 6 นกกินปลีอกเหลือง

ที่มา: ประพจน์ รักรินเรือง

นกกินปลีอกเหลือง มีขนาดตัว 11 เซนติเมตร ปากเรียวยาวโค้งและมีลิ้นที่พับเป็นหลอดได้ ปีกและขาสั้น ขนปกคลุมด้านบนลำตัวมีสีเหลืองโพล ตัวผู้คอหอยและอกตอนบนมีสีน้ำเงินอมดำเหลือบ ส่วนด้านล่างลำตัวมีสีเหลืองสด ซึ่งในช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์จะมีสีคล้ายตัวเมีย แต่มีแถบสีน้ำเงินถึงดำพาดกลางคอหอยและมีสีส้มแซมคอหอยด้านล่างและอกตอนบน ตัวเมียมีสีจางกว่าตัวผู้และไม่มีสีคล้ายที่คอ อาหาร ได้แก่ น้ำหวานดอกไม้ และกินแมลงเล็ก ๆ ด้วย กระจายพันธุ์ตั้งแต่หมู่เกาะอันดามัน หมู่เกาะนิโคบาร์ จีนตะวันตกเฉียงใต้ เกาะไหหลำ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ฟิลิปปินส์ และหมู่เกาะซุนดา จนถึงออสเตรเลีย

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อนถึงต้นฤดูฝน เดือนมีนาคม ถึงเดือนกรกฎาคม ตัวเมียสร้างรังและหาวัสดุเพียงตัวเดียว ตัวผู้ช่วยหาวัสดุเพียงเล็กน้อย ทำรังตามกิ่งไม้หรือพืชต่างๆ สูงจากพื้นดินไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร รังเป็นแบบรังแขวนรูปบวบหรือรียาว ตรงกลางรังพองเป็นกระเปาะ แล้วเรียวไปทางด้านปลายทั้งสองข้าง ปลายด้านหนึ่งแขวนกับกิ่งไม้ อีกปลายห้อยลงพื้นดินยาวมากแตกต่างกัน ทางเข้าออกอยู่ทางด้านข้าง วัสดุทำรังประกอบด้วย ใบหญ้า ใบไม้ และใยแมงมุม รังมีการสานวัสดุเล็กน้อย ส่วนใหญ่ใช้ใยแมงมุมเชื่อมวัสดุให้ติดกัน ไข่สีขาวมีลายจุดสีน้ำตาลกระจายทั่วฟองไม่แน่นอนหนาแน่น ขนาดไข่ 10.3×13.35 เซนติเมตร ขนาดครอก 2 ฟอง ตัวเมียฟักไข่เป็นส่วนใหญ่ ฟักไข่นาน 13-14 วัน ทั้งสองเพศช่วยกันหาอาหารเลี้ยงดูลูกอ่อน เป็นนกประจำถิ่น ที่พบบ่อยและมีปริมาณมาก

7. นกปรอดสวน (Streak-eared Bulbul) *Pycnonotus blanfordi*



รูปที่ 7 นกปรอดสวน

ที่มา: ประพจน์ รักรื่นเรือง

นกปรอดสวน มีขนาดตัว 20 เซนติเมตร ลำตัวสีเขียวอมเหลือง บริเวณหัวมีลายขีดสีขาวเด่นชัด ตาสีเทา ปีกสีเขียว ขนคลุมโคนขนหาง ด้านล่างสีเหลืองอ่อน อาศัยตามป่าเบญจพรรณ ป่ารุ่ม ป่าละเมาะ สวนผลไม้ แหล่งกสิกรรม รวมถึงในหมู่บ้านและเมือง อาหารได้แก่ ผลไม้ เช่น ไทร หว้า ชมพู่มะละกอ มะม่วง ผลตำลึงสุก เป็นต้น กระจายพันธุ์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ยกเว้นมาเลเซียตอนใต้ พม่าด้านตะวันออกเฉียงเหนือ และ เวียดนามตอนเหนือ ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อนเดือนกุมภาพันธ์ถึงเมษายน รังเป็นรูปถ้วย ประกอบด้วยใบไม้แห้ง ใบหญ้าแห้ง เส้นใบมะพร้าว และวัสดุเยื่อใยอื่น ๆ รังอยู่ตามต้นไม้หลายชนิด รังอยู่สูงจากพื้นดิน 2.5 – 4.0 เมตร กว้าง 5.5 เซนติเมตร และลึก 2.3 เซนติเมตร ไข่สีเนื้ออ่อน มีลายจุดสีน้ำตาลแดงทั่วฟอง ขนาดไข่ 16.2×22.9 มิลลิเมตร ครอกละ 2 – 3 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันสร้างรัง ฟักไข่และเลี้ยงดูลูกอ่อน ฟักไข่ 12 – 14 วัน เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณมาก

8. นกปรอดหัวสีเขม่า (Sooty-headed Bulbul) *Pycnonotus aurigaster*



รูปที่ 8 นกปรอดหัวสีเขม่า

ที่มา: https://c2.staticflickr.com/8/7403/12378795134_f4e06d04ef_b.jpg

นกปรอดหัวสีเขม่า มีขนาดตัว 20 เซนติเมตร หัวสีดำมีพุ่มหงอนขนไม่ยาวนัก ลำตัวด้านบนสีน้ำตาล ขนคลุมโคนขนหางด้านบนมีแถบสีออกขาว ลำตัวด้านล่างและปลายหางสีขาวแกมเทา ขนบริเวณหูสีขาวแกมเทา ขนคลุมโคนหางด้านล่างสีเหลือง อาหารได้แก่ เมล็ดของไม้ต้น ผลไม้ ตัวหนอนและแมลง สำหรับผลไม้ขนาดเล็ก เช่น หว้า ตะขบ เป็นต้น ผลไม้ขนาดใหญ่ เช่น ชมพู่ มะละกอ เป็นต้น กระจายพันธุ์ในจีนตอนใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เกาะบาหลี และเกาะชวา ในเกาะสุมาตราเป็นนกที่นำเข้าไป ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อนต่อฤดูฝน เดือนมีนาคมถึงมิถุนายน บางแห่งอาจพบทำรังเกือบตลอดปี ทั้งสองเพศช่วยกันทำรัง รังเป็นรูปถ้วยอยู่ตามกิ่งของ ไม้ต้น ไม้พุ่มหรือกอไผ่ รังประกอบด้วยกิ่งไม้เล็ก ๆ ต้นหญ้า ใบไม้และใบหญ้า มักรองพื้นรังด้วยใบไม้และใบหญ้า หากใกล้แหล่งชุมชนอาจใช้วัสดุอื่น เช่น เชือกฟาง เศษพลาสติก ไข่สีขาวแกมชมพู มีลวดลายสีน้ำตาลแกมม่วงทั่ว ฟอง ขนาดไข่ 15.5×21.1 มิลลิเมตร ขนาดครอก ส่วนใหญ่ 3 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันทำรัง ฟักไข่ เลี้ยงดูลูกอ่อน ฟักไข่นาน 14 วัน เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณมาก

9. นกปรอดหัวโขน (Red-whiskered Bulbul) *Pycnonotus jocosus*



รูปที่ 9 นกปรอดหัวโขน

ที่มา: ประพจน์ รักรื่นเรือง

นกปรอดหัวโขนหรือนกกกลมหัวจุก มีขนาดตัว 20 เซนติเมตร ส่วนหัวมีหงอนขนสีดำ ใต้ตามีแถบสีแดง แก้มสีขาวและใต้แก้มมีแถบสีดำ ขนคลุมโคนขนหางด้านบน ไม่มีแถบสีจาง ขนหางคู่บนอกมีลายแถบสีขาวตอนปลาย คอหอยสีขาว ออกด้านข้างมีลายแถบสีน้ำตาล ขนคลุมโคนหางด้านล่างสีแดง อาศัยตามทุ่งโล่ง สวนผลไม้และบริเวณใกล้บ้านเรือน อาหารได้แก่ ผลไม้ ตัวหนอนและแมลง กระจายพันธุ์ในอินเดีย เนปาล ภูฏาน บังกลาเทศ ด้านตะวันออกเฉียงใต้ของทิเบต ด้านตะวันตกตอนใต้ของจีน เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หมู่เกาะอันดามันและหมู่เกาะนิโคบาร์

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน-ฤดูฝน เดือนมีนาคม-กรกฎาคม อาจพบผสมพันธุ์เกือบตลอดปี รังเป็นรูปถ้วยเล็ก ประกอบด้วยกิ่งไม้ขนาดเล็ก ใบไม้แห้ง ต้นหญ้า และใบหญ้า อาจเชื่อมวัสดุด้วยใยแมงมุม โดยเฉพาะขอบนอกของรัง มักสร้างรังตามพุ่มไม้เตี้ยๆ แต่บางครั้งทำรังตามง่ามของต้นไม้ขนาดกลาง-ใหญ่ ทั้งสองเพศช่วยกันสร้างรัง ใช้สีชมพูมีลายจุด ลายขีดและลายดอกดวงสีม่วง สีแดง และสีน้ำตาลแกมแดง ขนาดไข่ 16.2×22.2 มิลลิเมตร ครอบละ 2-4 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันฟักไข่และเลี้ยงลูก ฟักไข่นาน 12-14 วัน เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยมีปริมาณมาก

10. นกอีแพรดแถบอกดำ (Pied Fantail) *Rhipidura javanica*



รูปที่ 10 นกอีแพรดแถบอกดำ

ที่มา: <http://i91.photobucket.com/albums/k316/channoi/piedfantail1.jpg>

นกอีแพรดแถบอกดำ มีขนาดตัว 18 เซนติเมตร ลำตัวมีลายพาดสีดำผ่านอกตอนบน ตัดกับสีของคอหอยที่มีสีขาว และท้องที่มีสีขาวแกมสีเนื้อ ลำตัวด้านบนสีเทาเข้ม-น้ำตาล หัวสีออกดำ คิ้วและปลายขนหางสี อาศัยตามสวนผลไม้ ใกล้บ้านเรือน ป่าละเมาะ ทุ่งโล่งและป่าชายเลน อาหาร ได้แก่ แมลงขนาดเล็กและตัวหนอน กระจายพันธุ์ในพม่า ไทย กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย หมู่เกาะซุนดาใหญ่และฟิลิปปินส์ ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูฝน เดือนพฤษภาคม-กรกฎาคม ทำรังตามกิ่งของไม้ต้นหรือไม้พุ่มที่แตกชานไปกับพื้นดิน สูงประมาณ 2 – 6 เมตร รังเป็นรูปถ้วยกลม กว้าง 7-9 เซนติเมตร ลึก 2-4 เซนติเมตร ก้นรังติดอยู่กับกิ่งไม้ วัสดุที่ใช้ทำรัง ประกอบด้วยกิ่งไม้เล็กๆ ใบไม้ใบหญ้า เปลือกไม้ เส้นใยมะพร้าว เชื่อมด้วยใยแมงมุม ทั้งสองเพศช่วยกันหาวัสดุและสร้างรัง เริ่มต้นโดยใช้ใบหญ้าหรือใยมะพร้าวผูกติดกับกิ่งไม้จากนั้นใช้กิ่งไม้และใบหญ้ามาโค้งเป็นรูปรัง มีการสานสอดวัสดุเล็กน้อย ไข่มีสีพื้นน้ำตาลอ่อน มีจุดน้ำตาลเข้มรอบไข่ด้านป้าน ขนาดไข่ 13.45 x 16.50 มิลลิเมตร ครอกละ 2-3 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันฟักไข่และเลี้ยงลูก เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณมาก

11.นกเอี้ยงสาริกา (Common Myna) *Acridotheres tristis*



รูปที่ 11 นกเอี้ยงสาริกา

ที่มา: [http://image.mcot.net/media/images/2016-03-](http://image.mcot.net/media/images/2016-03-30/8a536d3d8ed4282fb519623baf241aa6_Acridotheres_tristis_-Sydney,_Australia-8.jpg)

30/8a536d3d8ed4282fb519623baf241aa6_Acridotheres_tristis_-Sydney,_Australia-8.jpg

นกเอี้ยงสาริกา มีขนาดตัว 25 เซนติเมตร ลำตัวสีน้ำตาลเข้ม บริเวณหัว คอหอย และอก ตอนบนเป็นสีดำ ส่วนปาก หนังรอบเบ้าตาและนิ้วเป็นสีเหลือง ขนคลุมโคนขนหางด้านล่างสีขาว ไม่มีพุ่มหงอนขน ตาสีแดงถึงน้ำตาลแดง ขณะบินจะเห็นลายพาดสีขาวบริเวณโคนของขนปลายปีก อาศัยตามทุ่งโล่ง แหล่งกสิกรรม สวนผลไม้ หมู่บ้าน และในเมือง อาหารได้แก่ แมลงและตัวหนอน สัตว์ขนาดเล็ก วัชพืช กระจายพันธุ์ตั้งแต่อัฟกานิสถาน จนถึงจีนด้านตะวันตกเฉียงใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ผสมพันธุ์ในช่วงหน้าฝนเดือนพฤษภาคม-กันยายน พบบ่อยในช่วงกรกฎาคม ทำรังตาม ชายคาบ้านและสิ่งก่อสร้าง คอตันตาล ต้นมะพร้าว ต้นปาล์ม โพรงต้นไม้หรือกิ่งไม้ โดยใช้วัสดุกิ่งไม้ขนาดเล็ก ใบไม้ ใบหญ้ามาวางซ้อนกัน ขึ้นอยู่กับสถานที่และมักจะใช้สถานที่เดิมทุกปี ไข่มีสีน้ำเงิน ขนาดไข่ 21.9×30.8 มิลลิเมตรครอกละ 4-5 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันหาสถานที่ วัสดุ สร้างรัง และเลี้ยงลูก ฟักไข่นาน 17-18 วัน เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณมาก

12. นกเอี้ยงต่าง (Asian Pied Starling) *Sturnus contra*



รูปที่ 12 นกเอี้ยงต่าง

ที่มา: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/45/Black-collared_Starling.jpg/220px-Black-collared_Starling.jpg

นกเอี้ยงต่าง มีขนาดตัว 24 เซนติเมตร บริเวณหัว คอ คอหอย และอกตอนบนเป็นสีดำ หน้าผากและด้านข้างของหัวมีลายแถบสีขาว ลำตัวด้านบนสีออกดำ ตะโพกและช่วงไหล่มีลายพาดสีขาว ลำตัวด้านล่างสีขาว ขนปีกด้านล่างสีขาว ตาสีขาวแกมเทา วงรอบปากสีส้ม โคนปากสีแดงแกมส้ม ปลายปากสีขาว นิ้วสีเหลือง ที่อยู่ตามทุ่งโล่ง โดยเฉพาะบริเวณใกล้แหล่งน้ำ บริเวณที่ทำเกษตรกรรม ในเมือง และมักพบอยู่เป็นฝูง หากินตามกิ่งไม้และบนพื้นดิน อาหาร ได้แก่ ผลไม้ เมล็ดธัญพืช แมลงและตัวหนอน กระจายพันธุ์ในอินเดีย จีนด้านตะวันตกเฉียงใต้ พม่า ไทย ลาว เกาะสุมาตรา และเกาะชวา

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน เดือนมีนาคม-พฤษภาคม ทำรังเป็นรูปทรงกลมหยาบๆ โดยใช้ฟางข้าว หญ้าแห้ง รากและกิ่งไม้เล็กๆ มาวางซ้อนกันหลายชั้นจนมีขนาดใหญ่มาก ภายในทำเป็นช่องว่าง มีทางเข้าออกทางด้านข้าง ค่อนไปทางด้านล่าง รังอยู่ตามยอดไม้หรือกิ่งไม้ สูงจากพื้นดิน 5-10 เมตร ไข่มีสีน้ำตาล ไม่มีลวดลาย ขนาดไข่ 20.2 x 27.6 มิลลิเมตร ครอบละ 4-6 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันสร้างรัง ฟักไข่ และเลี้ยงลูก ใช้เวลาฟักไข่นาน 16-17 วัน เลี้ยงลูก 20-21 วัน ปกติจะวางไข่ปีละ 1 ครั้ง เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณมาก

13. นกแขวงแขวหางปลา (Black Drongo) *Dicrurus macrocercus*



รูปที่ 13 นกแขวงแขวหางปลา

ที่มา:

http://www.oknation.net/blog/home/user_data/album_data/201303/07/52345/images/470780.jpg

นกแขวงแขวหางปลา มีขนาดตัว 28 เซนติเมตร หางยาว 125-184 เซนติเมตร ตัวเต็มวัยสีเป็นสีดำแต่อาจไม่เป็นมันเหมือนนกแขวงอื่นๆ หางเว้าลึก ปลายขนหางคู่บนสุดโค้งขึ้นเล็กน้อย ตัวไม่เต็มวัยมักมีลายเกล็ดสีขาวยบริเวณขนปีกด้านล่าง ออกตอนล่าง ท้อง และขนคลุมทางด้านล่าง ที่อยู่ ตามทุ่งโล่ง ทุ่งนา และบริเวณที่ใกล้แหล่งน้ำ อาหาร ได้แก่ แมลง กระจายพันธุ์ ในอิหร่าน ปากีสถาน อินเดีย จีน เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เกาะไหหลำ ไต้หวัน และเกาะชวา ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อนต่อฤดูฝน ระหว่าง เดือนมีนาคม ถึงเดือนพฤษภาคม โดยทำรังตามต้นไม้ โดยวางรังตามง่ามซึ่งอาจจะอยู่เกือบปลายสุดของกิ่ง รังเป็นรูปถ้วยตื้นๆ ประกอบด้วยกิ่งไม้เล็กๆ ต้นหญ้า ใบไม้ และเยื่อไม้ต่างๆ เชื่อมเข้าด้วยกันด้วยใยแมงมุม ลักษณะของไข่แต่ละฟองอาจแตกต่างกัน ส่วนใหญ่มีสีขาวหรือสีครีมแกมชมพู มีลายจุด ลายดอกดวงสีดำ และสีน้ำตาลแกมแดง ขนาดของไข่โดยเฉลี่ย 19.8x27.1 มิลลิเมตร ทั้งสองเพศช่วยกันทำรัง ฟักไข่ และเลี้ยงดูลูกอ่อนใช้เวลาฟักไข่ 14-15 วัน ใช้เวลาเลี้ยงลูก 7-10 วัน เป็นนกประจำถิ่น นกอพยพผ่าน และนกอพยพมาช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์

14.นกแอ่นพง (Ashy Woodswallow) *Artamus fuscus*



รูปที่ 14 นกแอ่นพง

ที่มา:

<http://www.fotorelax.com/forum/index.php?action=dlattach;topic=20446.0;attach=292787;image>

นกแอ่นพง มีขนาดตัว 18 เซนติเมตร ปีกเป็นรูปสามเหลี่ยมซึ่งแตกต่างจากนกแอ่นและนกนางแอ่น ตัวเต็มวัยสีเทาเข้ม แต่บริเวณอกและท้องสีจะจางกว่าชนกลุ่มโคนทางด้านล่างสีขาว มีลายพาดแคบๆสีขาวที่ชนกลุ่มโคนทางด้านบน และลายพาดสีขาวหรือสีเทาที่ปลายหาง ปากสีน้ำตาลอ่อน บริเวณหัวตาสีดำ ลำตัวส่วนอื่นๆสีน้ำตาล โดยด้านบนจะเข้มกว่าด้านล่าง หางสีเทาออกดำ ตัวไม่เต็มวัยลักษณะคล้ายตัวเต็มวัย แต่จะมีลายแต้มสีน้ำตาลแดงและมีลายเกล็ดสีขาวบริเวณหลัง ที่อยู่ ตามพื้นที่โล่งที่มีต้นไม้ขึ้นห่างๆ อาหาร ได้แก่ แมลง กระจายพันธุ์ในอินเดีย จีนตอนใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ยกเว้น มาเลเซีย และไต้หวัน

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน ระหว่างเดือนมีนาคมถึงพฤษภาคม ทำรังอยู่ตามคอกหรือระหว่างโคนก้านและลำต้นของมะพร้าว ตาล หรือปาล์ม หรือบริเวณตอไม้ นอกจากนี้ยังทำรังตามกิ่งหรืองามของต้นไม้ทั่วไปในระดับที่สูงจากพื้นดินพอสมควร ไข่มีสีขาวแกมเขียว มีลายจุดสีน้ำตาลอ่อน โดยเฉพาะบริเวณไข่ด้านบน ขนาดของไข่โดยเฉลี่ย 17.1x23.4 มิลลิเมตร ทั้งสองเพศช่วยกันทำรัง ฟักไข่ และเลี้ยงดูลูกอ่อน ใช้เวลาฟักไข่ 13-14 วัน เป็นนกประจำถิ่นพบบ่อยและปริมาณปานกลาง พบทั่วทุกภาค ยกเว้นภาคใต้

Order Ciconiiformes จำนวน 10 ชนิด

1. นกกระแตแต้แว๊ด (Red-wattled Lapwing) *Vanellus indicus*



รูปที่ 15 นกกระแตแต้แว๊ด

ที่มา: ประพจน์ รักรื่นเรือง

นกกระแตแต้แว๊ด หรือนกกระต่ายตืด มีขนาดตัว 32 – 33 เซนติเมตร ทั้งสองเพศมีลักษณะเหมือนกัน ปากตรงและยาวปานกลาง มีสีแดง ปลายปากสีดำ คอค่อนข้างสั้น ปีกกว้างและปลายปีกมน หางยาวปานกลาง ขาค่อนข้างยาว ขาและนิ้วสีเหลือง นิ้วหลังเล็กมาก บริเวณหัว คอ และอกเป็นสีดำตัดกับสีลำตัวด้านล่างที่เป็นสีขาว ด้านข้างของหัวมีสีขาวพาดจากบริเวณด้านล่างของตาไปจรดคอด้านข้าง จากตาข้างหนึ่ง ไปยังตาอีกข้างหนึ่งมีติ่งเนื้อสีแดง ลำตัวด้านบนสีน้ำตาลมีเหลืองส้มวงและเขียว อาศัยตามทุ่งนา ทุ่งหญ้า และตามชายแหล่งน้ำ ทั้งน้ำจืดและน้ำเค็ม อาหารได้แก่ แมลง ตัวหนอน สัตว์น้ำและสัตว์อื่น ๆ **กระจายพันธุ์ตั้งแต่บริเวณทะเลแคสเปียน อินเดีย จีนด้านตะวันตกเฉียงใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ และเกาะสุมาตรา**

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน ต่อฤดูฝน เดือนมีนาคม ถึงเดือนกรกฎาคม หลังจากผสมพันธุ์แล้วจะช่วยกันสร้างรัง โดยทำรังตามพื้นดิน บริเวณที่ราบและโล่ง มีต้นหญ้าขึ้นอยู่บ้างแต่ไม่รก รังมีลักษณะเป็นหลุมตื้น ๆ มีเศษไม้ ก้อนหินเล็ก ๆ และดินก้อนไม่ใหญ่นัก วางในแอ่งและโดยรอบแอ่ง บางครั้งใช้เศษหญ้าแห้งมากองรวมกันเป็นรัง ขนาดรังโดยเฉลี่ย 22.39 – 23.94 เซนติเมตร และลึก 3.92 เซนติเมตร ไข่เป็นรูปลูกข้าง สีน้ำตาลอ่อน มีลายจุดสีดำ หรือน้ำตาลเข้ม เล็กบ้างใหญ่บ้างกระจายทั่วฟอง ขนาดไข่ 29.87 × 42.28 เซนติเมตร ขนาดครอก 4 ฟอง ทั้งสองเพศผลัดกันฟักไข่ ฟักไข่นาน 26 – 28 วัน เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณค่อนข้างมาก

2. นกตีนเทียน (Black-winged Stilt) *Himantopus himantopus*



รูปที่ 16 นกตีนเทียน

ที่มา: ประพจน์ รักรื่นเรือง

นกตีนเทียน มีขนาดตัว 37 – 38 เซนติเมตร ปากยาว เรียวแหลม และมีสีดำ คอยาวปานกลาง ปีกยาวแหลม หางยาวปานกลาง ขาวมากเมื่อเทียบกับขนาดตัว ขาและนิ้วสีแดงหรือชมพู นิ้วเหยียดไปข้างหน้า 3 นิ้ว ข้างหลัง 1 นิ้ว ตัวผู้และตัวเมียมีสีสันแตกต่างกันเล็กน้อย ตัวผู้หัวและคอเป็นสีขาว ตัวเมียบริเวณหลังและช่วงไหล่เป็นสีน้ำตาลเข้ม กระหม่อมและคอตอนท้ายเป็นสีเทาหม่น ตัวไม่เต็มวัยลักษณะคล้ายกับตัวเมีย แต่บริเวณกระหม่อมและคอตอนท้ายเป็นสีเทา ปลายของขนกลางปีก มีลายแถบสีขาว ขาและนิ้วสีแดง อาศัยตามแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ทั้งน้ำจืดและน้ำทะเล และชายเลน อาหารได้แก่ ปลา กุ้ง ปู หอย แมลงและตัวหนอน กระจายพันธุ์ในซีกโลกตะวันออก รวมทั้ง อินเดีย พม่า ไทย ไต้หวัน เกาะบอร์เนียว เกาะชวา และฟิลิปปินส์

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูร้อน เดือนเมษายนถึงเดือนมิถุนายน ทำรังรวมกันเป็นกลุ่ม บนหญ้าหรือเนินดินใกล้กับแหล่งน้ำที่ใช้หากิน โดยขุดดินเป็นแอ่งตื้น ๆ นำใบหญ้ามาวางกลางแอ่งเพื่อรองรับไข่ ไข่มีรูปร่างเรียวยาว สีเขียวเข้ม หรือน้ำตาลมีจุดหรือลายสีเขียว หรือน้ำตาลแดงทั่วฟอง ขนาดไข่ 31.0×44.0 มิลลิเมตร ครอบละ 3 – 4 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันฟักไข่ นาน 25 – 26 วัน เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณมาก ส่วนหนึ่งเป็นนกอพยพที่มาสืบพันธุ์ในช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์

3. นกยางกรอก (Pond Heron) *Ardeola* sp.

หมายเหตุ: เนื่องจากนกยางกรอกที่พบ ไม่สามารถระบุชนิดได้ชัดเจนว่าเป็นนกยางกรอกพันธุ์จีน หรือ นกยางกรอกพันธุ์ขาว จึงเป็นเพียงรายละเอียดทั่วไปของนกยางกรอกเท่านั้น



รูปที่ 17 นกยางกรอก

ที่มา: ประพจน์ รักรินเรือง

นกยางกรอก มีขนาดตัว 46 เซนติเมตร นกยางกรอกหลายชนิดในช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์จะมีลักษณะคล้ายกันมาก มีปากยาวตรง หัวค่อนข้างใหญ่ คอยาวพอประมาณ ปีกยาว ปลายปีกมน ขายาวปานกลาง นิ้วยาวทั้งสองเพศมีลักษณะเหมือนกัน อาศัยตามทุ่งนา หนองน้ำ ชายน้ำและป่าชายเลน ส่วนใหญ่พบเป็นฝูง อาหารได้แก่ ปลา กุ้ง กบ เขียด แมลง เป็นต้น กระจายพันธุ์(นกยางกรอกพันธุ์ขาว)ในเทือกเขาตะนาวศรี ไทย กัมพูชา เกาะบอร์เนียว เกาะชวา เกาะสุลาเวซีและหมู่เกาะซุนดาน้อย

ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูหนาวถึงฤดูร้อน (ข้อมูลจาก โอภาส 2543- นกยางกรอกพันธุ์จีน ไม่เคยมีรายงานว่าทำรังวางไข่ในประเทศไทย) ทำรังรวมกันเป็นกลุ่มตามต้นไม้และกอไผ่ สูงจากพื้นดิน 2-5 เมตร และอาจทำรังรวมกับนกชนิดอื่น เช่นนกยางเปีย นกแขวก รังเป็นแบบง่ายๆโดยนำกิ่งไผ่หรือเรียวไผ่และต้นหญ้ามาวางซ้อนกัน แล้วทำแอ่งตรงกลางเพื่อรองรับไข่ ขนาดรัง 28-32 เซนติเมตร ตรงกลางลึก 4-7 เซนติเมตร ไข่เป็นรูปรีสีเขียวไม่มีลาย ขนาดไข่ 28.2×38.1 มิลลิเมตร ครอบละ 3-5 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันสร้างรังและฟักไข่ นาน 20-22 วัน นกยางกรอกพันธุ์จีน เป็นนกอพยพมาไทยช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์ สำหรับนกยางกรอกพันธุ์ขาวประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณค่อนข้างมาก

4. นกเป็ดผีเล็ก (Little Grebe) *Tachybaptus ruficollis*



รูปที่ 18 นกเป็ดผีเล็ก

ที่มา: ธิติสรรค์ นาควิโรจน์

เป็นนกขนาดเล็ก จะงอยปากเล็กและแหลม หางสั้นมากหรือไม่เจริญ ในช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์ลำตัวด้านบนสีน้ำตาลแกมเทา ลำตัวด้านล่างสีจางกว่าและ ค่อนข้างจะออกเป็นสีขาว ในฤดูผสมพันธุ์บริเวณอกและคอสีน้ำตาลแดง

ลำตัวด้านล่างสีเทา มุมปากสีเหลือง

ถิ่นอาศัยและอาหาร : อาศัยและหากินตามแหล่งน้ำจืดทั่วไป ในช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์จะอยู่รวมกันเป็นฝูง ในฤดูผสมพันธุ์อยู่เป็นคู่ ส่วนใหญ่กินแมลง ลักษณะรังและไข่ : ทำรังบริเวณพืชลอยน้ำ รังคล้ายรูปจาน ไข่มีสีขาว

5. นกยางเปี่ย (Little Egret) *Egretta garzetta*



รูปที่ 19 นกยางเปี่ย

ที่มา: ประพจน์ รักรินเรือง

เป็นนกขนาดกลาง ลำตัวสีขาว คอยาว ปีกยาว ขายาว งอยปากมีลักษณะยาวตรง มีสีดำ บริเวณมุมปาก มีขนเล็กน้อย แข้งสีดำ นิ้วสีเหลือง ช่วงฤดูผสมพันธุ์ บริเวณท้ายทอยมีขนยาว สีขาว 2 เส้น

ถิ่นอาศัยและอาหาร : อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำ มักหากินรวมกันเป็นฝูง ส่วนใหญ่กินปลา ลักษณะรังและไข่ : ทำรังบนกิ่งของต้นไม้หลายชนิด ไข่เป็นรูปยาวรี สีเขียวอมฟ้า

6. นกยางควาย (Cattle Egret) *Bubulcus ibis*



รูปที่ 20 นกยางควาย

ที่มา: กัลยา ศรีพุทธชาติ

เป็นนกขนาดกลาง ลำตัวสีขาว จะงอยปากยาว ปานกลาง และโค้งเล็กน้อย สีเหลือง คอเรียวยาว ปานกลาง แข้งและนิ้ว สีออกดำหรือเหลืองแกมเขียว ช่วงฤดูผสมพันธุ์ จะงอยปาก ผิวหนังบริเวณใบหน้า ขา และนิ้วเป็นสีแดง ขนบริเวณหัว คอ และหลังเป็นสีส้ม

ถิ่นอาศัยและอาหาร : อาศัยและหากินเป็นฝูง ตามทุ่งหญ้า ที่ค่อนข้างแห้ง กินแมลงเป็นอาหาร
ลักษณะรังและไข่ : ทำรังตามต้นไม้ ส่วนใหญ่เป็นกอไผ่ ไข่เป็นรูปกลมรี สีเขียวซีดไม่มีลาย

7. นกยางกรอกพันธุ์ขาว (Javan Pond Heron) *Ardeola speciosa*



รูปที่ 21 นกยางควาย

ที่มา: <http://topicstock.pantip.com/blueplanet/topicstock/E3457400/E3457400-49.jpg>

เป็นนกขนาดกลาง จะงอยปากยาวตรง หัวค่อนข้างใหญ่ ช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์ ลำตัวด้านบนสีน้ำตาล หัวและอกสีน้ำตาลออกเหลือง มีลายขีด สีน้ำตาลเข้ม ท้องและปีกด้านล่างสีขาว ช่วงฤดู ผสมพันธุ์ หัวและ คอ สีน้ำตาลออกเหลืองไม่มีลาย หลังสีน้ำตาลเข้ม อกสีส้ม บริเวณท้ายทอย มีขนเปียสีน้ำตาลออกเหลือง 2 เส้น

ถิ่นอาศัยและอาหาร : อาศัยอยู่ตามหนองน้ำ นาข้าว ป่าชายเลน และบริเวณที่มีน้ำท่วมขัง

อาหารคือสัตว์น้ำ เช่น ปลา กุ้ง ลักษณะรังและไข่ : ทำรังตามต้นไม้และกอไผ่ ไข่เป็นรูปรี สีเขียวไม่มีลาย

8. นกปากห่าง (Asian Openbill) *Anastomus oscitans*



รูปที่ 22 นกปากห่าง

ที่มา: ธิติสรรค์ นาควิโรจน์

นกปากห่าง มีขนาดตัว 81 เซนติเมตร ตัวผู้และตัวเมียคล้ายกัน มีขายาว คอยาว ปากยาวใหญ่ ปลายปากแหลม บริเวณใกล้กับปลายขากรรไกรล่างเว้าลง จึงเกิดช่องว่างเมื่อขากรรไกรทั้งสองประกบกัน เห็นได้ชัดเจนในตัว เต็มวัยแม้จะหุบปาก คอค่อนข้างยาว ปีกกว้างและยาว หางสั้น ขาขาว ตัวเต็มวัยในฤดูผสมพันธุ์ลำตัวด้านบนและลำตัวด้านล่างมีสีขาว ขนปลายปีก หาง และตะโพกเป็นสีดำ ช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์สีตามลำตัวเป็นสีเทาอ่อน ตัวไม่เต็มวัยปากยังไม่ถ่างออก สีตามลำตัวเป็นสีเทาอ่อน หัวและคอสีน้ำตาล ที่อยู่ ตามทุ่งนา หนองน้ำ และชายป่าอาหาร การแพร่กระจาย : บังคลาเทศ ภูฐาน อินเดีย เนปาล ปากีสถาน ศรีลังกา พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม และไทย เป็นนกอพยพ แต่ปัจจุบันสามารถพบได้ทั้งปี

9. นกแขวก (Black – crowned Night Heron) *Nycticorax nycticorax*



รูปที่ 23 นกแขวก

ที่มา: http://www.biogang.net/upload_img/biodiversity/biodiversity-22939-1.jpg

มีขนาดตัว 50 - 72 เซนติเมตร ขนด้านหลังสีดำอมเขียว ท้องสีขาว ปีกและหางสีเทาอ่อน บนหัวมีขนยาวเส้นเล็กๆ ห้อยลงมากล้ายผมเปียมีปากยาวตรงสีดำ ตาโตสีแดง ขาสีเหลืองและจะเปลี่ยนเป็นสีแดงในช่วงฤดูผสมพันธุ์ การแพร่กระจาย : บังคลาเทศ ภูฏาน อินเดีย เนปาล ปากีสถาน ศรีลังกา พม่า ลาว กัมพูชา เวียดนาม และไทย พบในอินโดจีน ไต้หวัน พม่า มาเลเซีย ภาคเหนือกลางและภาคอีสานของประเทศไทย อาหารส่วนใหญ่คือปลา กุ้งฝอยและปูนา นอกจากนี้ยังมีหนูนา กบ และแมลง ผสมพันธุ์เกือบตลอดทั้งปี ทำรังรวมกันเป็นกลุ่มบนต้นไม้หลายชนิด รังเป็นแบบง่ายๆ โดยใช้กิ่งไม้และใบพืชมาวางซ้อนกัน ทำแอ่งตรงกลางเพื่อวางไข่ ไข่ลักษณะรีขาว สีเขียวน้ำตาลเล ไม่มีลวดลาย ใช้เวลาฟักไข่ประมาณ 21-24 วัน เป็นทั้งนกประจำถิ่นและนกที่อพยพมายังประเทศไทยในช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์ พบบ่อยและปริมาณปานกลางทางภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคตะวันออกเฉียงเหนือบางส่วน

10. นกยางไฟหัวดำ (Yellow Bittern) *Ixobrychus sinensis*



รูปที่ 24 นกยางไฟหัวดำ

ที่มา: ประพจน์ รักรินเรือง

เป็นนกขนาดเล็ก-กลาง ปากหนาและตรง มีสีเหลือง คอยาวปานกลาง แต่ขณะบินจะหดคอสั้น ปลายปีกค่อนข้างแหลม ขาวยาวปานกลาง มีขนปกคลุมเกือบถึงข้อ ข้างและนิ้วสีเขียวแกมเหลือง ลำตัวเป็นสีน้ำตาลแดง บริเวณหัว ขนปลายปีก โคนปีก และปลายหางเป็นสีดำ การแพร่กระจายพันธุ์ในอินเดีย พม่า ไทย อินโดจีน ไต้หวัน มาเลเซีย อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และนิวเกินี อาหารส่วนใหญ่ได้แก่แมลง นอกจากนี้ยังกินงูและสัตว์น้ำขนาดเล็ก ผสมพันธุ์ในช่วงต้นฤดูฝน ทำรังเดี่ยวตามพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำหรือชายน้ำ ไข่มีสีขาว ไม่มีลาย ใช้เวลาฟักไข่ประมาณ 15-17 วัน เป็นทั้งนกประจำถิ่นและนกที่อพยพมายังประเทศไทยในช่วงนอกฤดูผสมพันธุ์ พบบ่อยและปริมาณปานกลางทางภาคเหนือ ภาคตะวันตกและภาคใต้ ทางภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือพบบางส่วน

Order Cuculiformes

นกอีวาบตักแตน (Pliantive Cuckoo) *Cacomantis merulinus*



รูปที่ 25 นกอีวาบตักแตน

ที่มา: ประพจน์ รักรื่นเรือง

เป็นนกขนาดเล็ก ตัวเต็มวัยบริเวณหัวและคอหอยและอกตอนบนสีเทา ลำตัวด้านบนสีเทาแกมน้ำตาล หางสีดำ อาหารเป็นพวกตัวหนอนและแมลงตามกิ่งไม้และยอดไม้ กระจายพันธุ์ในอินเดียตะวันออก จีนตอนใต้ เกาะไหหลำ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ หมู่เกาะซุนดาใหญ่ ฟิลิปปินส์ และเกาะสุลาเวซี เป็นนกที่ไปวางไข่ในรังของนกชนิดอื่น ไข่ของนกอีวาบตักแตนจะมีสีคล้ายกับนกเจ้าของรัง มีตั้งแต่สีขาวจนถึงสีน้ำเงินจางและมีลายจุดสีน้ำตาลแดง เป็นนกประจำถิ่น พบบ่อยและปริมาณมาก

Order Gruiformes

1. นกกวก (White-brested Waterhen) *Amaurornis phoenicurus*



รูปที่ 26 นกกวก

ที่มา: ธิติสรรค์ นาควิโรจน์

นกกวก มีขนาดตัว 31-33 เซนติเมตร มีปากเรียวแหลม สีเขียว คอยาวปานกลาง ปีกกว้าง ปลายปีกมน ขาวยาวปานกลาง แข็งและนิ้วสีเขียว ด้านบนลำตัวสีเทาดำ คอด้านล่าง อกและท้องเป็นสีขาว ขนคลุมโคนหาง ด้านล่างและหางด้านล่างสีน้ำตาลแดง อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำจืดและน้ำเค็ม ที่มีหญ้า กก อ้อ จูด หรือพืชอื่นๆขึ้น

แน่น พุงนาและพุงหญ้าที่มีน้ำขัง ป่าชายเลนเป็นต้น เวลาเดินมักกระดกหางขึ้นลงเป็นจังหวะคล้ายนกอัญชัน บินได้ดีปานกลาง แต่ไม่สูงและไม่ไกลนัก อาหารได้แก่ พืชและสัตว์ ส่วนใหญ่เป็นข้าว หญ้าและธัญพืชต่างๆ บางครั้งกินพืชน้ำเช่น จอก แหน สาหร่าย สัตว์ส่วนใหญ่เป็นสัตว์น้ำและแมลง ตัวหนอนของแมลงหลายชนิด **กระจายพันธุ์ใน** อินเดีย จีนตอนใต้ เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เกาหลีเหนือ ไต้หวัน ฮองกง หมู่เกาะอันดามัน หมู่เกาะนิโคบาร์ หมู่เกาะซุนดา เกาะสุลาเวซี และฟิลิปปินส์

ผสมพันธุ์เกือบตลอดปี ส่วนมากเป็นช่วงฤดูฝน เดือนพฤษภาคม-ตุลาคม หลังจากจับคู่แล้วจะช่วยกันหาวัสดุเพื่อสร้างรัง รังเป็นแบบง่ายๆ สร้างบนกอหญ้าหรือพืชลอยน้ำ โดยนำใบหญ้า กอหญ้าวางซ้อนกันแล้วทำเป็นแอ่งตรงกลางเพื่อรองรับไข่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 20-25 เซนติเมตร ลึก 6-8 เซนติเมตร สูงจากระดับน้ำหรือพื้นดินสูงจากพื้นดินเพียงเล็กน้อย 0.1-2 เมตร ไข่มีรูปร่างตั้งแต่ทรงกลมจนถึงรูปไข่ ผิวเรียบ สีขาวจนถึงน้ำตาลอ่อน มีจุดสีม่วงเทาหรือน้ำตาลทั่วฟอง มีมากทางด้านบน ขนาดไข่ 29.43 x 38.65 มิลลิเมตร ครอบกละ 4-8 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันฟัก เริ่มฟักหลังจากฟองสุดท้ายแล้ว 22-25 วัน เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณมาก

2. นกอีล้ำ (Common Moorhen) *Gallinu chloropus*



รูปที่ 27 นกอีล้ำ

ที่มา: http://siamensis.org/sites/default/files/imagecache/webboard_preview/1282137380-218-877.jpg

เป็นนกขนาดเล็ก - กลาง หัว ลำตัวด้านบน และลำตัวด้านล่างเป็นสีน้ำตาลดำ สีข้างมีขีดข้างสีขาว ขนคลุมปีกด้านล่างสีขาว เรียวแหลมสีแดง ปลายปากมักเป็นสีเหลือง บริเวณโคนปากมีกระบังสีแดงอกขึ้นไปแนบกับหน้าผาก ขายาวปานกลาง แข็งและนิ้วสือออกเขียว

ถิ่นอาศัยและอาหาร : อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำ อ่างเก็บน้ำ กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร

ลักษณะรังและไข่ : สร้างรังบนกอจุด ป่ากก และ ป่าหญ้า ในแหล่งน้ำ ไข่สีขาวนวลหรือสีส้ม มีลายจุดสีน้ำตาลแดงทั่วฟองนกอีล้ำ

3. นกหนูแดง (Ruddy-breasted Crake) *Porzana fusca*



รูปที่ 28 นกหนูแดง

ที่มา: https://c2.staticflickr.com/4/3422/3377503732_bc8164b92f.jpg

นกหนูแดงมีขนาดตัว 22 เซนติเมตร ปากสีน้ำตาลเข้ม ตาสีแดง คางสีขาว หน้าและลำตัวด้านล่างสีน้ำตาลแดง ลำตัวด้านบนสีน้ำตาล ขาสีแดง ตัวเต็มวัยกระหม่อม หายทอย และคอด้านบนเป็นสีน้ำตาลแกมเขียว การแพร่กระจายพันธุ์ในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ อินเดีย จีนตอนใต้และตะวันออก พม่า ไทย ไต้หวัน เกาะสุมาตรา และฟิลิปปินส์ อาหารได้แก่ ต้นอ่อนพืชและหญ้า หอย กุ้ง ปลา แมลง ตัวหนอน และสัตว์ขนาดเล็ก ผสมพันธุ์ในช่วงฤดูฝน ทำรังบนพื้นดิน ในกอหญ้าที่ขึ้นตามชายน้ำ รังเป็นแบบง่าย ๆ โดยนำพืชมาวางซ้อนๆกัน แล้วทำแอ่งตรงกลางเพื่อวางไข่ ไข่มีสีครีมจาง มีลายแต้มสีน้ำตาลถึงน้ำตาลแดง เป็นนกประจำถิ่น บางส่วนอพยพมาสมทบในช่วงฤดูผสมพันธุ์ พบบ่อยและปริมาณปานกลาง ทั่วทุกภาค

Order Columbiformes จำนวน 2 ชนิด

1. นกเขาใหญ่ (Spotted Dove) *Streptopelia chinensis*



รูปที่ 29 นกเขาใหญ่

ที่มา: <http://img.kapook.com/image/pet/Spotted-necked-Dove.jpg>

นกเขาใหญ่ มีขนาดตัว 29-30 เซนติเมตร มีหัวสีเทา ปากค่อนข้างยาวและตรงสีน้ำตาล คอค่อนข้างสั้น ด้านบนมีแถบสีดำ ลายจุดสีขาว ลำตัวด้านบนสีออกน้ำตาล ปีกสีน้ำตาลเข้ม ขนคลุมขนปีกแฉกและบริเวณหัว ปีกมีแถบสีเทา ออกสีน้ำตาลอ่อน ท้องและขนคลุมโคนขนทางด้านล่างสีขาว หางยาวปานกลาง ขนหางคู่บนสุด กว้างมีสีดำและปลายสีขาว ขาและนิ้วสีแดง ทั้งสองเพศมีลักษณะเหมือนกัน อาศัยอยู่ตาม ทุ่งนา ไร่สวน ป่าละเมาะ ป่าชายเลน ป่าโปร่ง เช่น ป่าเต็งรัง ป่าเบญจพรรณและป่าอื่นๆ มีกิจกรรมในเวลากลางวัน อาหาร ได้แก่ เมล็ดธัญพืช เมล็ดไม้ แมลง และ ตัวหนอน **กระจายพันธุ์** ในอินเดีย จีน ไต้หวัน เอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เกาหลีเหนือ หมู่เกาะซุนดาน้อย หมู่เกาะซุนดาใหญ่ เกาะปาเลวัน ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์

ผสมพันธุ์ในช่วง ฤดูร้อน-ฤดูฝน เดือนมีนาคม-กรกฎาคม รังเป็นแบบง่าย ๆ รูปร่างคล้ายจาน นำกิ่งไม้เล็กๆ และต้นหญ้ามาวางซ้อนกัน อาจสานหรือวางไขว้ไปมา ทำแอ่งตรงกลาง มีใบหญ้าและใบไม้วางกลางแอ่งเพื่อรองรับไข่ เส้นผ่านศูนย์กลางรังประมาณ 12-15 เซนติเมตร ลึก 3-5 เซนติเมตร รังสูงจากพื้นดิน 2-4 เมตร ไข่สีขาวเรียบ ขนาด 21.55x29.05 มิลลิเมตร ครอกละ 2 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันสร้างรัง ฟักไข่และเลี้ยงลูก เริ่มฟักไข่เมื่อวางฟองสุดท้ายแล้ว ฟักไข่นาน 14-15 วัน เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณค่อนข้างมาก

2. นกพิราบป่า (Rock Pigeon) *Columba livia*



รูปที่ 30 นกพิราบป่า

ที่มา: https://pixabay.com/static/uploads/photo/2014/11/23/11/29/dove-542599_960_720.jpg

นกพิราบป่ามีขนาดตัว 33 เซนติเมตร หัว คอและอก เป็นสีเทาแกมน้ำเงิน หลังและท้องสีเทา ปีกสีเทามีลายแถบสีดำ หางสีเทา ปลายหางสีดำ ขนคลุมขนปีกด้านล่างสีขาว ปากสีดำ ขาและนิ้วสีแดง อาศัยตามในเมือง หมู่บ้าน หน้าผาหิน และบริเวณเกษตรกรรม อาหารได้แก่ เมล็ดพืช ธัญพืช ยอดอ่อนของพืช และผลไม้ต่าง ๆ กระจายพันธุ์ในแหล่งสัตว์ภูมิศาสตร์พาลีอาร์กติก ปัจจุบันเป็นนกที่ถูกนำไปปล่อยทั่วไป

ผสมพันธุ์เกือบตลอดปี แต่พบมากช่วงฤดูฝน เดือนพฤษภาคมถึงกรกฎาคม ทำรังแบบง่าย ๆ โดยใช้ใบหญ้า ขยะมูลฝอย และขนนก วางซ้อนกันในโพรงหรือในซอกหิน ไข่เป็นรูปรีสีขาวเรียบ ขนาดไข่ 27.8×36.9 มิลลิเมตร ครอบไข่ 3 ฟอง ทั้งสองเพศช่วยกันสร้างรังและฟักไข่ นาน 16 วัน เป็นนกประจำถิ่นที่พบบ่อยและมีปริมาณมาก

Order Anseriformes

1. นกเป็ดแดง (Lesser Whistling-duck) *Dendrocygna javanica*



รูปที่ 31 นกเป็ดแดง

ที่มา: กัลยา ศรีพุทธชาติ

เป็นนกขนาดเล็ก - กลาง กระหม่อม ช่วงไหล่ และปีกเป็นสีน้ำตาลแดงเข้ม ลำตัวสีน้ำตาลแดง จะงอยปากมีลักษณะแบนกว้างสีเทาดำ ขนปลายปีกสีดำ อาศัยอยู่ตามแหล่งน้ำ อยู่กันเป็นฝูง ส่วนใหญ่กินเมล็ดธัญพืช เมล็ดหญ้า พืช และสัตว์น้ำ เป็ดแดงผสมพันธุ์ในช่วงฤดูฝน ทำรังตามกกก จุด ที่อยู่ใกล้แหล่งน้ำ รังเป็นแบบง่าย ๆ คล้ายรูปจาน ไข่มีสีขาว ไม่มีลาย การแพร่กระจายในอินเดีย หมู่เกาะอันดามัน หมู่เกาะนิโคบาร์ จีนตอนใต้ เกาเหล่ ไต้หวัน พม่า ไทย มาเลเซีย และอินโดนีเซีย เป็นทั้งนกประจำถิ่นและนกอพยพมานอกฤดูผสมพันธุ์ พบบ่อยและปริมาณมากทั่วทุกภาค

Order Turniciformes 1 ชนิด

1. นกคุ่มอีต (Buttonquail) *Turnix sp.* ไม่สามารถระบุชนิดได้ชัดเจน

มีลักษณะคล้ายกับนกกระทา แต่ทว่าแตกต่างกันที่ นกคุ่มอีตนั้นจะมีนิ้วเท้า 3 นิ้ว และไม่มีเดือยที่ข้อเท้า หากินด้วยการขุดคุ้ยตามพื้นดิน สีขนตามลำตัวมีลายประสีต่าง ๆ กลมกลืนกับสภาพแวดล้อม พบกระจายพันธุ์ทั้งในทวีปเอเชีย แอฟริกา เพศผู้จะทำหน้าที่กกไข่และเลี้ยงดูลูก ไข่ใช้เวลาฟักประมาณ 12-14 วัน เป็นนกประจำถิ่น พบบ่อยและปริมาณปานกลาง

ภาคผนวก 2

ผลสำเร็จที่ได้รับ

ประกอบด้วยการเตรียม manuscript เพื่อส่งผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ
และการเสนอผลงานแบบ Poster ในการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ
ทั้งในประเทศและต่างประเทศ
และได้เผยแพร่ผลงานและความรู้เรื่องการศึกษารูปร่างและ โครงสร้างเปลือกไข่นกไทย
ได้อย่างไร ให้กับเยาวชนและผู้สนใจในงานงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ ของคณะ
วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปี 2553-2554

ได้เตรียม Manuscript เรื่อง Rock Pigeon eggshell study by SEI/BEI/EDX: Ultrastructure and
elemental characterization เพื่อส่งผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติที่ปรากฏในฐานข้อมูล TCI 2
ดังแสดงด้านล่าง

Rock Pigeon eggshell study by SEI/BEI/EDX: Ultrastructure and elemental characterization

Sribuddhachart, K.^{1*}, Chuen-Im, T.², Youngsabanant-Areekijserree, M.^{1*}

Abstract

This study was aimed to examine ultrastructure, and qualitative and quantitative elements of Rock Pigeon by scanning electron microscope (with SEI/BEI/EDX). Nine samples of Rock Pigeon eggshells were collected in Nakorn Pathom Province, Thailand. All samples were determined for their ultrastructure and performed elemental characterization using secondary electron imaging detector (SEI), Back-scattered electron imaging detector (BEI), and energy dispersive x-ray microanalysis detector (EDX) with smiling program. The results showed that all eggshells had 3 layers; an outer cuticle layer, a middle palisade layer, and an inner mammillary layer at the thickness of 35.91 ± 9.45 , 94.29 ± 10.02 and 11.92 ± 2.31 micrometer, respectively. EDX detected 10 elements containing in the eggshells, including oxygen (O), carbon (C), calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminum (Al), silicon (Si), phosphorus (P), sodium (Na), sulfur (S) and chlorine (Cl). The percentage of all elements was found in the following order: O (50.89 ± 17.00) > C (24.73 ± 8.54) > Ca (23.31 ± 19.72) > Al (0.50 ± 1.23) > Mg (0.19 ± 0.59) > Si (0.14 ± 0.60) > P (0.03 ± 0.08) > Na (0.13 ± 0.36) > S (0.02 ± 0.10) > Cl (0.08 ± 0.20). This finding can be used as the model for further study of bird eggshells in case of classification and evolution among birds.

Keywords: back-scattered electron imaging (BEI), bird eggshell, energy dispersive X-ray analysis (EDX), secondary electron imaging (SEI)

*Corresponding author. Tel: +66 34 243429, fax: +66 34 273046 E-mail: maijackee@yahoo.com

¹Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Sanamchandra Palace Campus, Muang, Nakorn Pathom 73000, Thailand

²Department of Microbiology, Faculty of Science, Silpakorn University, Sanamchandra Palace Campus, Muang, Nakorn Pathom 73000, Thailand

Introduction

Wild avian eggshells provide evidence on ornithology and ecological behavior study, leading to basic information e.g. nest structure or size, color and patterns of eggshells including behavior of the animals during nesting season. These data are important for taxonomic classification (Mikhailov, 1997; Nys *et al.*, 2004). Moreover, based on morphological and elementally compositional data, they can be effectively used as environmental indicator of the animals' habitats e.g. heavy metal contamination in environment (Nys *et al.*, 2004; Lundholm, 1995; Mora, 2003). Besides, the thickness of eggshells is also employed in implication of ages (Cusack *et al.*, 2003) and health and disease status of the pairs (Ridler, 2000).

The essential of eggshells in propagation of all avian species leads into the importance of understanding eggshell structure and compositions. The avian eggshells have sophisticated structures, whose properties reflect perfectly their crucial functions in reproduction. These functions are basically to protect the contents of egg from microbial and physical environment, to control the exchange of water and gasses through pores during embryo development, and to provide the source of skeletal calcium for developing embryo (Nys, *et al.*, 2004).

Although valuable data can be obtained from wild avian eggshells, performance of eggshell study is very difficult, particular sample collection. This is because birds naturally build a nest in hidden place where it is hard for predators to reach (Peterson, 1978). Sample collection is directly collecting either unhatched eggs or hatched eggshells where the parents usually remove debris far away from the nests (Snodderly and Max, 1978; Sordahl, 1994; Sandercock, 1996). However, most eggshells after hatching appeared in fragments so the study used hatched eggshells as materials may obtain incomplete information. The difficulty of sample collection results in few paper studies on wild avian eggshells.

In this study, wild Rock Pigeon eggshells were examined because they are easily to find. It also can be used as indicator of environment in sampling area. Thus the aims of this study were to examine the thickness, morphology and ultrastructure of Rock Pigeon using scanning electron microscope with secondary electron imaging detector, and to determine qualitative and quantitative elements of eggshell structure by energy dispersive x-ray analysis (EDX). The results will be used as information in establishing a database and a model of Thai avian eggshells. Moreover, the obtained data is taxonomic evidence in identification of avian species and in comparison of avian eggshells with other animal eggshells, which may imply the evolution between animals.

Materials and Methods

Sample collection

Eggs or eggshells of Rock Pigeons were collected and labeled from nests in Nakorn Pathom Province. The size and weight of each egg was measured at the laboratory (Fig. 1), and the thickness was measured under electron microscope.

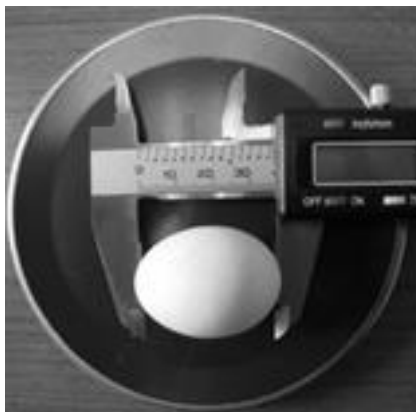


Figure 1: Measurement of length and width of Rock Pigeon eggs using sliding vernier calipers.

Preparation for scanning electron microscope

Side view, structure, and outer and inner morphology of eggshell were studied by scanning electron microscope (SEM). The samples were washed with distilled water several times and air dried. The eggshells were separated into two groups; the first group was mounted on stubs with conductive carbon tape, coated with gold particle at 20 nm thickness in an ion sputtering, and observed under SEM (CamScan Analytical, Maxim 2000S) by using secondary electron image and back-scattered electron imaging operating at 10 kV. The second group was mounted on stubs with conductive carbon tape and uncoated with gold particle for back-scattered electron imaging and then analyzed on side view at the apex, equator and bottom by using energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX).

Statistical analysis

Mean and standard deviation of the thickness of Rock Pigeon eggshell on 3 district layers was calculated. Statistical analysis at 95% significance level was determined using analysis of variance (ANOVA), and multiple comparisons were analyzed by Student-Newman-Keuls (SNK).

Results

Structure of eggshells

The Rock Pigeon eggshells were white and oval shape. Their weight were 14.58 ± 0.68 g (n=6) and their size were 33.01 ± 0.58 mm, 42.09 ± 1.67 mm (n=4). The results from scanning electron microscopy (using SEI and BEI) study demonstrated that Rock Pigeon eggshells composed of 3 layers which were the outermost part of shell, called cuticle layer, palisade layer and mammillary layer (Figs. 2, 3 and 5). The palisade layer is the thickest layer with numerous vesicular holes. The mammillary layer consists of dome shape which are numerous pore canals connecting from the outer cuticle layer to the inner mammillary layer for exchange of direct gases and water between bird's embryo and its environment (Figs. 4). The finding will be useful for evaluating the success of hatching, survival rates of Rock Pigeon and reproductive potential of this animal.

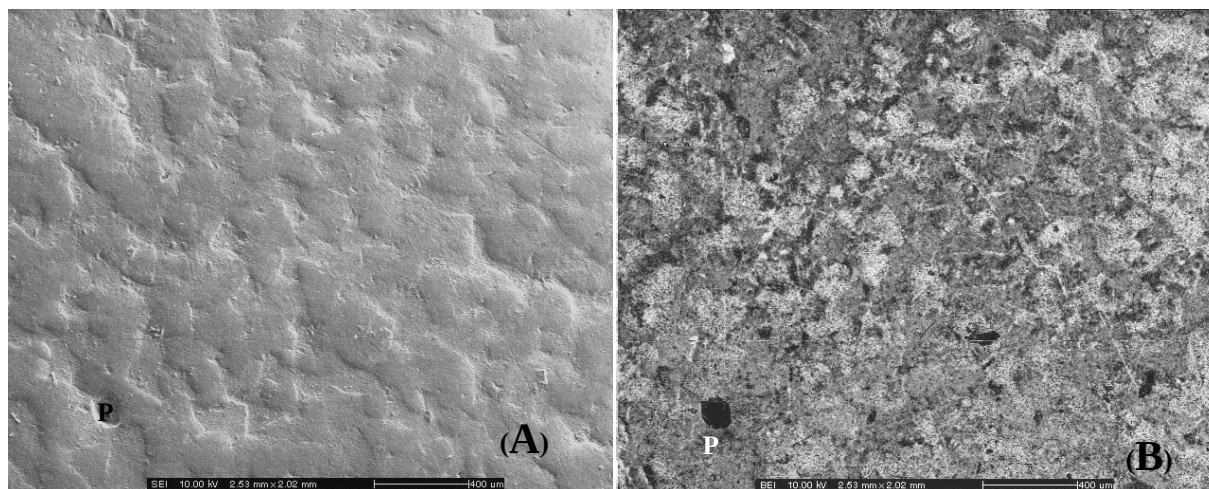


Figure 2: Scanning electron micrographs of top view of external surface of Rock Pigeon eggshell (A) micrograph from SEI and (B) micrograph from BEI showing pore (P) on outer cuticle layer.

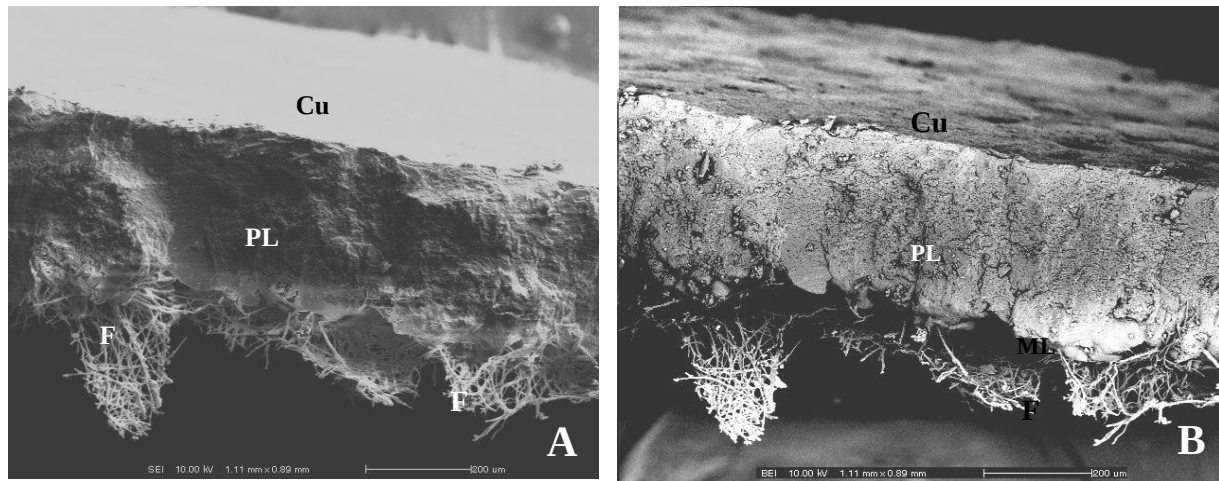


Figure 3: Scanning electron micrographs of side view structure of Rock Pigeon eggshell (A) micrograph from SEI and (B) micrograph from BEI showing outer cuticle layer (Cu), middle palisade layer (PL), and fibrous (F) which connect to shell membrane (SM).

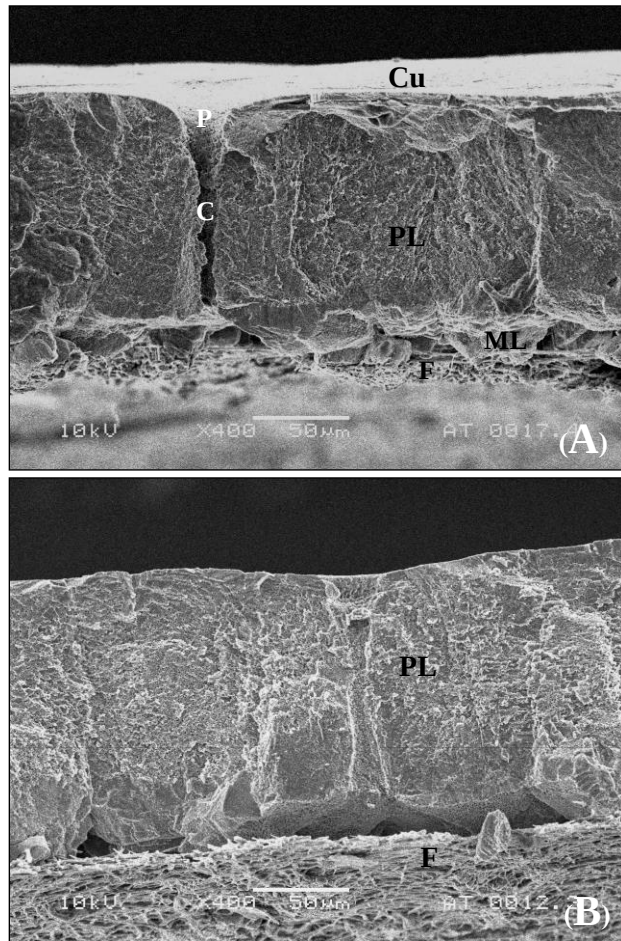


Figure 4: Scanning electron micrographs of structure of lateral side view of Rock Pigeon eggshell from SEI showing outer cuticle layer (Cu), middle palisade layer (PL) and an inner mammillary layer (ML) and pores (P) and funnel-shaped channel (C).

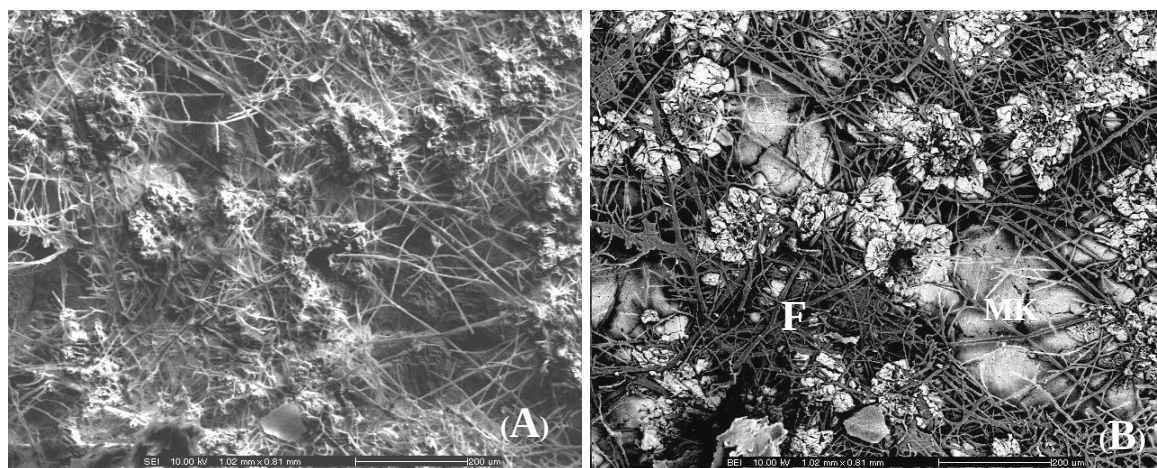


Figure 5: Scanning electron micrographs of lower side view of Rock Pigeon eggshell (A) micrograph from SEI and (B) micrograph from BEI showing of circular shape of mammillary knobs (MK) and fibrous (F) of shell membrane.

Eggshell thickness

The mean $\pm$ SD of Rock Pigeon egg thickness of 3 layers were measured and calculated under SEM. The results showed eggshells had 3 layers; an outer cuticle layer, a middle palisade layer, and an inner mammillary layer at the thickness of 35.91 ± 9.45 , 94.29 ± 10.02 and 11.92 ± 2.31 micrometer. The palisade layer was the thickest layer, while the mammillary layer had the middle thickest and the cuticle layer was the thinnest layer.

Energy dispersive X-ray Analysis (EDX)

EDX analysis detected 10 elements containing in Rock Pigeon eggshells which were oxygen (O), carbon (C), calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminum (Al), silicon (Si), phosphorus (P), sodium (Na), sulfur (S) and chlorine (Cl). The percentage of all elements was found in the following order: O (50.89 ± 17.00) > C ($24.73 \pm 8.54\%$) > Ca ($23.31 \pm 19.72\%$) > Al ($0.50 \pm 1.23\%$) > Mg ($0.19 \pm 0.59\%$) > Si ($0.14 \pm 0.60\%$) > P ($0.03 \pm 0.08\%$) > Na ($0.13 \pm 0.36\%$) > S ($0.02 \pm 0.10\%$) > Cl ($0.08 \pm 0.20\%$).

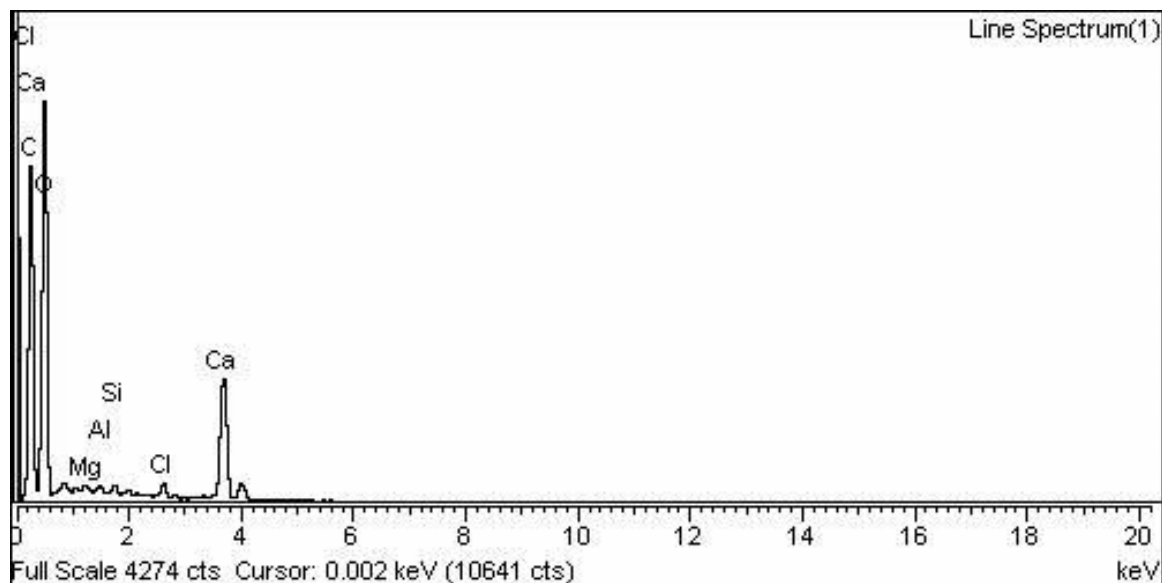


Figure 6: EDX showed contents of oxygen (O), carbon (C), calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminum (Al), silicon (Si), and chlorine (Cl).

Discussion

The difficulty of wild avian eggshell study is a sampling step because birds always build their nests in safe places hiding from predators (Peterson, 1978). There are 3 sampling methods that have been recommended for eggshell study, which are collecting from fresh laid eggs, using eggs that are failed to hatch in nests and lastly using broken shells after hatching which can be found under nests (Snodderly and Max, 1978; Sordahl, 1994; Sandercock, 1996). The last choice may have problem of cracking after hatching and cannot rule out exactly for what parts of egg they are. Moreover, the most important problem of the last method is a removal behavior, in which most birds will remove the eggshell away from nest. As a result, in order to collect the eggshell properly, the nest will have to be continuously observed.

The structure of avian eggshells can be studied by different techniques. The size and orientation of crystals forming eggshell can be determined directly by optical microscopy using thin-slices (<30 μm) of radial sections and cross-polarizers. Information from optical microscopy is visual and accurate, but is also two-dimensional. However, it is local-lacking statistical meaning and limited to about 1- μm resolution as well as requires tedious sample preparation. Recently, a combination of both optical and X-ray techniques has been used for systematic studies of three-dimensional eggshell textures in order to determine plausible correlation with mechanical properties and organic components. In addition to these techniques, scanning and transmission electron microscopy as well as electron diffraction have been used. In this report, determination of Rock Pigeon eggshell ultrastructure has been performed by SEM using 3 detectors; SEI, BEI and EDX. Comparisons of the results obtained from 3 detectors revealed that SEI method allowed us to observed morphology of eggshells clearly. BEI analysis demonstrated

the location or area of element compositions present in the samples while the quality and quantity of metals can be analyzed by energy dispersive X-ray spectroscopy (EDX). The results indicated that Ca is the major component of Rock Pigeon eggshells with minor elements such as P, S, Na, Mg etc. Cusack *et al.* (2003) reported Mg distribution is not constant throughout the shell, decreasing from nucleation until after fusion of the mammillary caps and then increasing to termination in domestic fowl.

Observation of eggshell structure in three layers, cuticle layer, and calcareous layer and fibrous revealed a number of pores inside. In general, pores appear both on the apex and bottom sides. This porous texture is required for exchanging gases, water and small molecules between egg and environment and provides the source of skeletal calcium, which is essential for development of embryo (Nys *et al.* 2004). Moreover, the eggshell would protect the enclosed embryo from the weight of the parent's body during incubation, and perhaps also serve as an adaptation for lack of parental care.

Ultrastructure, size and pore density of pore of avian eggshells were used for species or group identification or classification. Bird eggshell has different thickness and structure, such as mammillary layer-dome shaped in Rock pigeon (*Columba livia*) or V shaped in Ostrich (*Struthio camelus*) (Karlsson and Lilja, 2008). Chang *et al.* (2007) reported that eggshell of Reeves's Pheasant (*Syrnaticus reevesii*) composed 3 layers: cuticle, palisade and mammillary -dome shaped thickness 20.8, 220.8 and 62.0 μm , respectively, accounting for 6.8%, 72.6% and 20.6% of the total thickness of the eggshell. There are many vesicular holes in the palisade layer with an average diameter of $0.32 \pm 0.08 \mu\text{m}$ ($n = 30$). In addition, total pore area showed an isometric increase with egg mass and nest habitat (Deeming, 2006).

Many factors are known to have influence on eggshell quality, diets, female's health and age, and contaminants in the environment. For examples, inadequate nutrition (calcium, vitamin A and D, trace elements, etc.) can also lead to inferior eggshell quality. At present, dietary manipulation is the primary means of trying to correct eggshell quality problems. Some diseases e.g. avian influenza and infectious bronchitis may produce severe effects on eggshell and internal quality. Whenever, there are some diseases infection on the uterus and ovary will cause the egg passing through oviduct too quickly then the result will be that the shell will not get the salts it requires. Dirksen, *et al.* (1991) reported that the negative effect of organochlorine contaminants is the thinning of eggshell. This has been found in several species of fish-eating water birds and raptors. In addition, Aluminum had been found as major effect on the eggshell defective formation (Nyholm, 1981). All reports mentioned above demonstrated the causes that can severely damage and hinder the success of reproductive development in birds. However, all samples in this study revealed no contamination of heavy metal which indirectly indicates that the environments of Nakhon Pathom Province are non-polluted by these substances.

Acknowledgements

This research was funded by Silpakorn University Research & Development Institute (SURDI) and Faculty of Science, Silpakorn University, Thailand. The authors gratefully acknowledge to Assist. Dr. Kamolchanok Panishkan (Department of Statistic, Faculty of Science,

Silpakorn University, Thailand) for statistical analysis and Miss Nual-anong Narkkong (Central Instruments Center, Faculty of Science, Mahasarakham University) for SEM technique.

References

- Chang, C., Zhengwang, Z., Chen, X., Jinying, J. and Sun, Q. (2007). **Ultrastructure and elemental composition of the eggshell of Reeve's Pheasant (*Syrnaticus reevesii*)**. Front. Biol. China. 2(3):340-344.
- Cusack, M., Fraser, A. C. and Stachel, T. (2003). **Magnesium and phosphorus distribution in the avian eggshell**. Comp. Biochem. Physiol. 134: 63-69.
- Deeming, D.C. (2006). **Ultrastructural and functional morphology of eggshells supports the idea that dinosaur eggs were incubated buried in a substrate**. Palaeontology. 49: 171-185.
- Dirksen, S., Boudewijn, T. J., Slager, L. K. & Me, R. G. (1991). **Breeding success of Cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) in relation to the contamination of their feeding grounds**. 232-243 in: M.R. van Eerden & M. Zijlstra (eds.). Proceedings workshop 1989 on Cormorants *Phalacrocorax carbo*. Rijkswaterstaat Directie Flevoland, Lelystad.
- Karlsson, O. and Lilja, C. (2008). **Eggshell structure, mode of development and growth rate in birds**. Zoology. 111: 494-502.
- Lundholm, C. E. (1995). **Effects of methyl mercury at different dose regimes on eggshell formation and some biochemical characteristics of the eggshell gland mucosa of the domestic fowl**. Comp. Biochem. Physiol. Part C. 110:23-28.
- Mikhailov, K. E. (1997). **Avian eggshells: an Atlas of scanning electron micrographs**. British Ornithologists' Club Occasional Publications no 3. 88p.
- Mora, M. A. (2003). **Heavy metals and metalloids in egg contents and eggshells of passerine bird from Arizona**. Environmental Pollution. 125 (3): 393-400.
- Nyholm, N. E. (1981). **Evidence of involvement of aluminum in causation of defective formation of eggshells and of impaired breeding in wild passerine bird**. Environ. Res. 26:363-371.
- Nys, Y., Gautron, J., Gracia-Ruiz, J. M. and Hincke, M. T. (2004). **Avian eggshell mineralization: biochemical and functional characterization of matrix protein**. ScienceDirect-Comptes Rendus Palevol.
- Peterson, R. T. (1978). **The Birds**. Time-Life Books, Inc., Hong Kong. 192 p.
- Ridler, M. (2000). **Pigeon eggs**. Reprint from CedarValley Lofts Newsletter.
- Sandercock, B. K. (1996). **Egg-capping and eggshell removal by western and semipalmated sandpipers**. The Condor. 98: 431-433.
- Snodderly, D. and Max, Jr. (1978). **Eggshell removal by the laughing gull (*Larus artilla*): Normative data and visual preference behavior**. Animal Behaviour. 26: 487-506.
- Sordahl, T. A. (1994). **Eggshell removal behavior of American avocets and black-necked stilts**. J. Field Ornithol. 65(4): 461-465.

ได้นำผลงานนำเสนอในที่ประชุมระดับนานาชาติจำนวน 4 เรื่อง

1. การประชุมวิชาการ The 6th International conference on biology science global climate change and biohazards สถานที่ Tanta University ประเทศ อียิปต์ ระหว่างวันที่ 10-11 พฤศจิกายน 2553 เรื่อง Observation on quantitative and qualitative microanalysis of elemental composition of wild and captive avian eggshells from the central part of Thailand

2. การประชุมวิชาการ The 6th International conference on biology science global climate change and biohazards สถานที่ Tanta University ประเทศ อียิปต์ ระหว่างวันที่ 10-11 พฤศจิกายน 2553 เรื่อง Determination on ultramorphology, elemental characterization and elemental location using SEI/BEI/EDX with smiling program X-ray images of Rock pigeon eggshells

3. การประชุมระดับนานาชาติ The Third International Conference on Science and Technology for Sustainable Development of the Greater Mekong Sub-region (3rd STGMS) and The Second International Conference on Applied Science (2nd ICAS) วันที่ 24-25 มีนาคม 2554 เมืองหลวงพระบาง ประเทศสาธารณรัฐประชาชนลาว 1 เรื่อง -Avian Eggshell Correlated with Paleognathae and Galloanserae Study

4. ได้นำเสนอผลงาน 1 เรื่อง นำเสนอแบบ Poster ในที่ประชุมระดับนานาชาติ ในที่ประชุมระดับนานาชาติ “SETAC Europe 21st Annual Meeting” Milan, Italy 15-21 พฤษภาคม 2544 เรื่อง “Percentage of trace elements and ultrastructural analysis before hatching on wild and captive avian eggshells from Thailand: Evidence from scanning electron microscope”

ได้ ลงบทความในข่าว คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีที่ 17 ฉบับที่ 5 ประจำเดือน พฤษภาคม 2554 เรื่องเปลือกไข่นก..ภาคพิสดาร โดย ผ.ศ. กัลยา ศรีพุทธชาติ



ภาพผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยา ศรีพุทธชาติและรองศาสตราจารย์ มยุว อารีกิจเสรีได้เข้าร่วมประชุมและ
เสนอผลงานในการประชุมวิชาการ The 6th International conference on biology science global climate
change and biohazards สถานที่ Tanta University ประเทศ อียิปต์ ระหว่างวันที่ 10-11 พฤศจิกายน 2553



ภาพผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยา ศรีพุทธชาติและรองศาสตราจารย์ มยุวาท อารีกิจเสรีได้เข้าร่วมประชุมและ
เสนอผลงานในการประชุมวิชาการ The Third International Conference on Science and Technology for
Sustainable Development of the Greater Mekong Sub-region (3rd STGMS) and The Second
International Conference on Applied Science (2nd ICAS) วันที่ 24-25 มีนาคม 2554 เมืองหลวงพระบาง
ประเทศสาธารณรัฐประชาชนลาว

ได้เผยแพร่ผลงานและความรู้เรื่องการศึกษารูปร่างและโครงสร้างเปลือกไขนกกไทยได้อย่างไร ให้กับเยาวชน
และผู้สนใจในงานงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ ของคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร
วันที่ 30 กันยายน 2553



ภาพผู้ช่วยศาสตราจารย์ กัลยา ศรีพุทธชาติ กำลังอธิบายถึงการศึกษารูปร่างและโครงสร้างเปลือกไข่นกไทย ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดแก่นักศึกษาและเยาวชน ในงานสัปดาห์วิทยาศาสตร์ ณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วันที่ 30 กันยายน 2553

ประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติหัวหน้าโครงการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กัลยา ศรีพุทธชาติ

อาจารย์ที่ปรึกษาชมรมคณกรักษ์นก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

1. ตำแหน่ง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ระดับ 8
2. วัน เดือน ปีเกิด 8 เมษายน พ.ศ. 2499
3. หมายเลขประจำตัวประชาชน 3120100504594
4. การศึกษา

คุณวุฒิ	ปี พ.ศ. ที่จบ	ชื่อสถานศึกษาและประเทศ
วท.บ. (ชีววิทยาทั่วไป)	2521	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย
วท.ม. (วนศาสตร์)	2525	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประเทศไทย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท เรื่อง: Feeding Habits of Captive Common Barking Deer (*Muntiacus muntjak*) (ปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2524-2525)

5. สังกัดภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร พระราชวังสนามจันทร์

จังหวัดนครปฐม รหัส 73000 โทรศัพท์ 034-243429, 034-273045 ภายใน 28214 โทรสาร 034-273046

e-mail: ksribuddhachart@hotmail.com

6. สาขาวิชาที่เชี่ยวชาญ

- ปักษีวิทยา

- นิเวศวิทยา

7. ผลงานวิจัย

Sribuddhachart K. Engsusophon A. Areekijseeree M. 2008. Elemental and ultrastructural analysis of the avian eggshells: Secondary electron imaging detector (SEI) and energy dispersive x-ray analysis (EDX) techniques. In The 9th International Congress on Cell Biology, 7-10 October, 2008. Seoul, Korea.

Muangphra P, Pongsawat W, **Sribuddhachart K.** Poster Presentations: Factors Affecting Cadmium Adsorption of *Kirchneriella lunaris*, The 22nd Biennial Conference of the AABE, 21-24 November 2008, ANA Gate Tower Hotel, Osaka, Japan.

Muangphra P, **Sribuddhachart K**, Supanyarak T, Khwaiphan W. Diversity of phytoplankton on mudflat, Tambhon Bang Kunsai, Amphor Bann Laen, Petchburi. Abstract of the Second National Conference on Algae and Plankton. 23-25 March 2005. Holiday Garden Hotel. Chiang Mai. OP2-02 (Oral presentation).

Muangphra P, Noophan P, **Sribuddhachart K**. A Comparison of Species Growth Rate and Orthophosphate Removal Efficiencies of *Chlorella vulgaris*, *Scenedesmus armatus* to be Modified in the Stabilization Pond. In Proceedings of the International Symposium on Lowland Technology 2004 (September 1-3, 2004) Bangkok, Thailand.

Prommi T, **Sribuddhachart K**, Lookson P, Rattanasatien S. 2001. Species diversity of adult Caddisflies (Trichoptera) in Huai Mae Prachan Stream at Cha-lerm Prakiat Thai Prachan Park Ratchaburi Province. Proceedings, Symposium on Aquatic Resources and Environment and Utilization, Chiang Mai, Thailand: pp 30-38.

Kositanon C, Muangphra P, **Sribuddhachart K**, Sripongphan K. Survey of some Changing Conditions of Water System in Silpakorn University, Sanam Charn Palace Campu. *Bullitin of the Research of Silpakorn University* 1995; 5:4-6.

Vejaratpimol R, Sribuddhachart K, Sripongphan K, Pewnim T. Effects of Gonadotropins on Ovulation and Survival rate of *Clarias macrocephalus*, Gunther. *Silpakorn University Journal* 1992; 13 (1):103-118.

Vejaratpimol R, Pewnim T, **Sribuddhachart K**, Sripongphan K. Triploidy induction in *Clarias macrocephalus*, Gunther. *Bulletin of the Research of Silpakorn University* 1987. 4:21-39.

บทความวิชาการ

กัลยา ศรีพุทธชาติ 2547 นกแสง..นกที่นำกลัว หรือ แสนดี วารสารวิทยาศาสตร์ศึกษาปีที่ 1 ฉบับที่ 1 หน้า 51-52

กัลยา ศรีพุทธชาติ 2547 กว่าจะบินได้ วารสารวิทยาศาสตร์ศึกษาปีที่ 1 ฉบับที่ 2 หน้า 33-36

กัลยา ศรีพุทธชาติ 2550 พฤติกรรมการสร้างรังของนก วารสารมหาวิทยาลัยศิลปากร ปีที่ 27 ฉบับที่ 1 หน้า 66-88

ผลงานอื่นๆ

เอกสารประกอบการสอน

กัลยา ศรีพุทธชาติ 2551 เอกสารประกอบการสอนวิชา นิเวศวิทยา ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัย

ศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 175 หน้า

กัลยา ศรีพุทธชาติ 2551 เอกสารประกอบการสอนวิชา ปฏิบัติการนิเวศวิทยา ภาควิชาชีววิทยา

มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 105 หน้า

กัลยา ศรีพุทธชาติ 2550 เอกสารประกอบการสอนวิชา ปักษีวิทยา ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัย

ศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 127 หน้า

ประวัติคณะผู้ร่วมวิจัย

1. ชื่อ – สกุล (ภาษาไทย) รองศาสตราจารย์ ดร. มยุวา ยงทรัพย์อนันต์
(ภาษาอังกฤษ) Mayuva Youngsabanant
2. ตำแหน่งทางวิชาการปัจจุบัน รองศาสตราจารย์
3. สถานที่ทำงาน ภาควิชา ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์
จังหวัดนครปฐม 73000 E-mail: maijackee@yahoo.com
ที่อยู่ปัจจุบัน 83/18 หมู่บ้านราชวดี ซอยพุทธบูชา 36 ถนนพุทธบูชา ตำบลบางมด อำเภอทุ่งครุ
จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10140 โทรศัพท์ 081-4937640

4. ประวัติการศึกษา

- ปริญญาตรีสาขาวิชาชีววิทยา สถาบัน มหาวิทยาลัยศิลปากร ปีที่สำเร็จ พ.ศ. 2526
- ปริญญาโท สาขาวิชากายวิภาคศาสตร์ สถาบัน มหาวิทยาลัยมหิดล ปีที่สำเร็จ พ.ศ. 2537
- ปริญญาเอกสาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ สถาบัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีที่สำเร็จ พ.ศ. 2546

* แหล่งทุนที่ได้รับในขณะศึกษาระดับปริญญาเอก: ทุนพัฒนาอาจารย์สาขาขาดแคลน ศึกษาภายในประเทศ (รุ่นที่3) และทุนจากทบวงมหาวิทยาลัยผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา

วิทยานิพนธ์ระดับบัณฑิตศึกษา (ชื่อเรื่อง/ปีที่ดำเนินการ ทั้งระดับปริญญาโทและปริญญาเอก)

-ระดับปริญญาโท

หัวข้อวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท เรื่อง: Sex Determination on Bovine Embryo Using H-Y Antibody (ปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2536-2537)

-ระดับปริญญาเอก

หัวข้อวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาเอก เรื่อง: Culture and Enzymatic Digestive Activities of Freshwater Pearl Mussel *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* Simpson, 1900 (ปีที่ดำเนินการ พ.ศ. 2544-2546)

5. สาขาวิชาที่มีความชำนาญพิเศษ

สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา

แขนงวิชา Histology

- Microtechnique (tissue preparation and section)

- Scanning electron microscope

- Transmission electron microscope

แขนงวิชา Advanced embryology และ Biotechnology for animals

- *In vitro* fertilization (IVF) embryo culture (IVC) and embryo maturation (IVM)

- Embryo sexing

- Oocyte and semen collection and preservation

- *In vitro* culture, digestive enzyme study and digestibility in aquatic animals

- *In vitro* cytotoxicity method for the assessment of heavy metal in cell culture

รางวัลที่ได้รับจากงานวิจัย

-รางวัลผลงานวิจัยระดับดีสาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรประจำปี 2553 เรื่อง “การศึกษาอาการท้องแดงและโรคไขติดยื้อราในปูทะเลไทย (*Scylla serrata* Forskal 1775): ปัจจัยทางกายภาพ ชีวภาพและพยาธิชีววิทยา” โดยสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

สาขาวิชาที่ได้รับรางวัล: วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

-รางวัลผลงานวิจัยระดับดีสาขาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากรประจำปี 2549 เรื่อง “ศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยง สัตว์น้ำวิทยา และลักษณะโปรตีนที่หลังจากเซลล์บุท่อนไขและเซลล์ล้อมรอบเซลล์ไขสุกร” โดยสถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

สาขาวิชาที่ได้รับรางวัล: วิทยาศาสตร์และวิทยาศาสตร์ประยุกต์

-รางวัลที่ 3 ในการนำเสนอภาพถ่ายทางจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน

ชื่อภาพ “Giant Mitochondria” โดยสมาคมจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแห่งประเทศไทย (Narkkong N and **Areekijseeree M**) ประจำปี 2553 โดยสมาคมกล้องจุลทรรศน์แห่งประเทศไทย

สาขาวิชาที่ได้รับรางวัล: ชีววิทยา

-รางวัลที่ 3 ในการนำเสนอผลงานวิจัย (Poster presentation) โดยสมาคมจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแห่งประเทศไทย เรื่อง “Effect of fulvic acid on the cadmium bioavailability of treated primary cell culture”

(**Areekijseeree M**, Sanmanee N.) ประจำปี 2550 โดยสมาคมกล้องจุลทรรศน์แห่งประเทศไทย สาขาวิชาที่ได้รับรางวัล: ชีววิทยา

- รางวัลที่ 2 ในการนำเสนอผลงานวิจัย (Poster presentation) เรื่อง Soil management effect on organic matter content; case study from Thailand. (Swangiang K. Sanmanee N. Panishkan K. **Areekijsee M.**) ในการจัดการประชุมประจำปี 2550 “The international symposium on forest soils and ecosystem Health” จัดโดย Center of Forestry and Horticulture Research Griffith University. Brisbane, Queensland, Australia. สาขาวิชาที่ได้รับรางวัล: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

รางวัลที่ได้รับจากงานวิจัยเมื่อเป็นนักศึกษา

-รางวัลผลงานวิจัยยอดเยี่ยมของภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดลประจำปี 2537 **Robert C. Holland Award:** The best M.S. thesis in 1994, Anatomy Department, Faculty of science, Mahidol University

-รางวัลผลงานวิทยานิพนธ์ระดับชมเชย สำหรับนักศึกษาปริญญาเอก สาขาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2546

ผลงานวิจัย/ผลงานสร้างสรรค์ทางด้านศิลปะและการออกแบบที่ดำเนินการเสร็จแล้ว

ชื่อเรื่อง บทบาทของกรดฮิวมิกและกรดฟัลลิกในดินของพื้นที่เกษตรกรรมต่อการดูดซับธาตุอาหารในดิน และโลหะที่เป็นพิษ: กรณีศึกษาภูมิภาคตะวันตกของประเทศไทย

ลักษณะโครงการ โครงการเดี่ยว (ทุนงบประมาณแผ่นดิน)

ทำหน้าที่ ผู้ร่วมโครงการ

สาขาวิชา วิจัยประยุกต์

จำนวนงบประมาณ 2,000,000 บาท

ปีที่ดำเนินการ 2549-2550

ชื่อเรื่อง ลักษณะทางสัณฐานวิทยาและองค์ประกอบของธาตุในเปลือกไข่เต่าทะเลไทยด้วย

Energy Dispersive X-ray Analysis (EDX) และ Secondary Electron Imaging (SEI)

ลักษณะโครงการ โครงการเดี่ยว (ทุน ดร. วิโรจน์ ตันตราภรณ์)

ทำหน้าที่ หัวหน้าโครงการ

สาขาวิชา ชีววิทยา

จำนวนงบประมาณ 50,000 บาท

ปีที่ดำเนินการ 2548

ชื่อเรื่อง การพัฒนาเทคนิคการใช้เซลล์เพาะเลี้ยงสำหรับศึกษารูปแบบความเป็นพิษของโลหะหนัก

(Development of *in vitro* cytotoxicity method for the assessment of heavy metal for the prevention and control of industrially related pollutions) (ทุน สกอ.)

ลักษณะโครงการ คณะบุคคล

ทำหน้าที่ ผู้ร่วมวิจัย

ปีที่ดำเนินการ ตุลาคม 2546 - 30 กันยายน 2547

ชื่อเรื่อง ศึกษาเทคนิคการเพาะเลี้ยง สันฐานวิทยาและลักษณะโปรตีนที่หลังจากเซลล์บุท่อไข่และ เซลล์ล้อมรอบเซลล์ไข่สุกร (Study on *in vitro* culture technique, morphology and characterization of secretory protein from porcine oviductal epithelial and cumulus cells)

ลักษณะโครงการ โครงการเดี่ยว (สกว.)

ทำหน้าที่ หัวหน้าโครงการ

สาขาวิชา ชีววิทยา

จำนวนงบประมาณ 480,000 บาท

ปีที่ดำเนินการ 1 กรกฎาคม 2547-30 มิถุนายน 2549

ชื่อเรื่อง การศึกษาอาการท้องแดงและโรคไข่ติดเชื้อราในปูทะเลไทย (*Scylla serrata* Forskal 1775): ปัจจัยทางกายภาพ ชีวภาพ และพยาธิชีววิทยา

ลักษณะโครงการ โครงการเดี่ยว (สกว.)

ทำหน้าที่ หัวหน้าโครงการ

สาขาวิชา ชีววิทยา

จำนวนงบประมาณ 480,000 บาท

ชื่อเรื่อง ต้นแบบแปรรูปไข่เต่าทะเลไทย : วิเคราะห์โครงสร้างสันฐานวิทยาและองค์ประกอบธาตุเพื่อการอนุรักษ์

ลักษณะโครงการ โครงการเดี่ยว (สกว., TRFMAC)

ทำหน้าที่ หัวหน้าโครงการ

สาขาวิชา ชีววิทยา

จำนวนงบประมาณ 300,000 บาท

ปีที่ดำเนินการ 2550-2552

การเผยแพร่ผลงานวิจัย/ผลงานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ (ในรอบ 6 ปี)

Areekijserree M, Veerapraditsin T, Panyarachun B. 2010. Characterization of red sternum syndrome in mud crab farms from Thailand. *Biologia* 65/1: 150-156. DOI 102478/s11756-009-0228-y มี impact factor 0.617 (ปี 2009).

Chuen-Im T, **Areekijserree M**, Chongthammakun S, Sheila G. 2010. Aerobic Bacterial Infections in Captive Juvenile Green Turtles (*Chelonia mydas*) and Hawksbill Turtles (*Eretmochelys imbricata*)

from Thailand. [Chelonian Conservation and Biology](#) 9 (1) 135-142. DOI: 10.2744/CCB-0808.1. มี
impact factor 1.294 (ปี 2008)

Sanmanee N, **Areekijseeree M.** 2010. The effects of fulvic acid on copper bioavailability to porcine oviductal epithelial cells. Biol.Trace. Res. 135: 162-173. DOI 10.1007/s12011-009-8508-5. มี
impact factor 1.013 (ปี 2008)

Sanmanee N, **Areekijseeree M.** 2009. *In vitro* toxicology assessment of cadmium bioavailability on primary porcine oviductal epithelial cells. Environ. Toxicol. Pharmacol. มี impact factor 1.281 (ปี 2007)

Areekijseeree M, Veerapraditsin T. 2008. Characterization of porcine oviductal epithelial cells, cumulus cells and granulosa cells-conditioned medium and their ability to acrosome reaction on frozen bovine spermatozoa. Micron 39: 160-167. มี impact factor 1.46 (ปี 2004).

Areekijseeree M, Vejaratpimol R. 2006. *In vivo* and *in vitro* porcine oviductal epithelial cells, cumulus cell complexes and cumulus cells study: A scanning electron microscopy and inverted microscopy study. Micron 37 (8): 707-716. มี impact factor 1.46 (ปี 2004)

Areekijseeree M, Thongpan A, Vejaratpimol R. 2005. Morphological study of porcine oviductal epithelial cells and cumulus-oocyte complex. Kasetsart Journal (Nat. Sci.; 39 (1) P. 136-144. มี
impact factor 0.060 (ปี 2004)

ผลงานวิจัยอื่น ๆ

ผลงานวิจัยที่ดีพิมพ์และการนำเสนอผลงานในระดับนานาชาติ (ในรอบ 6 ปี)

Areekijseeree M, Thepsithar C, Metasart W. 2010 Recovery of cumulus-oocyte complexes (COCs) and investigation on oviductal epithelial cells, protein secretions from oviduct and ovary on porcine estrous cycle. Abstract of The 1st International Congress on Controversies in Cryopreservation of Stem Cells, Reproductive Cells, Tissue and Organs (CRYO). 27-30 May 2010, Valencia, Spain.

Areekijserree M, Thepsithar C, Metasart W, Narkkong N. 2010. Cumulus cells expansion and oocyte disconnection in intact- and multi-cumulus cell layers of porcine cumulus cell complexes (pCOCs) during in vitro culture. Abstract of The 1st International Congress on Controversies in Cryopreservation of Stem Cells, Reproductive Cells, Tissue and Organs (CRYO). 27-30 May 2010, Valencia, Spain.

Sribuddhachart K, **Areekijserree. M**. 2010. Determination on ultra-morphology, elemental characterization and elemental location using SEI/BEI/EDX with smiling program X-ray images of Rock pigeon eggshells. Abstract of The 6th International Conference On Biological Sciences Global Climate Change and Biohazards. 10-11 November 2010, Tanta University, Tanta, Egypt.

Areekijserree M. Sribuddhachart K. 2010. Observation on quantitative and qualitative microanalysis of elemental composition of wild and captive avian eggshells from the central part of Thailand. Abstract of The 6th International Conference On Biological Sciences. Global Climate Change and Biohazards. 10-11 November 2010, Tanta University, Tanta, Egypt.

Areekijserree M, Nuamsukon S, Chuen-Im T, Narkkong N, 2010. Microanalysis on Ultrastructure and Elemental Composition of Green turtles (*Chelonia mydas*) Eggshells. Proceedings of the 27th MST Annual Conference, 20-22 January 2010, Samui, Thailand.

Areekijserree M, Thepsithar C, Chuen-Im T, Narkkong N, Namchote S. Study on red sternum character in mud crabs *Scylla serrata* (Forskål, 1755) Thailand. Proceedings of the 27th MST Annual Conference, 20-22 January 2010, Samui, Thailand.

Narkkong N, Areekijserree M, 2010. Apatitic granules in chitinophosphatic shell of Lingulid Brachiopods. Proceedings of the 27th MST Annual Conference, 20-22 January 2010, Samui, Thailand.

Chuen-Im T, **Areekijserree M**, Chongthammakun S, Sheila G. 2010. Bacterial-associated diseases in juvenile *Chelonia mydas* and *Eretmochelys imbricata* from the Sea Turtle Conservation Centre, Thailand. Proceedings of the 27th MST Annual Conference, 20-22 January 2010, Samui, Thailand.

Areekijserree M, Thepsithar C, Thongpukdee A, Somkanae U. 2009. Thin cell layer somatic hybridization between *Caladium humboldtii* Schott 'Phraya Savet' and *C. bicolor* (Ait.) Vent. 'Suvarnabhumi'. Abstract of 23th International Eucarpia Symposium, Section Ornamentals "Colourful Breeding and Genetics", 31 August -4 September 2009, Leiden, The Netherlands.

Areekijserree M, Panishkan K, Sanmanee N, Swangjang K. 2009. Elemental characterization of agricultural soil in Western region of Thailand. Proceeding of the International Soil and Water Assessment Tool-Southeast Asia (SWAT-SEA) Conference, 5-8 January, 2009. Chiang Mai, Thailand.

Panishkan K., **Areekijserree M**, Sanmanee N, Swangjang K. 2009. Multivariate analysis of soil chemical composition on clustering patterns: A case study from Western part of Thailand. Proceeding of the International Soil and Water Assessment Tool-Southeast Asia (SWAT-SEA) Conference, 5-8 January, 2009. Chiang Mai, Thailand.

Areekijserree M, Sanmanee N, Panishkan K, Swangjan, K. 2008. Nanotechnology investigation on characterization of humic substance in organic fertilizers. In The 9th International Congress on Cell Biology, 7-10 October, 2008. Seoul, Korea.

Nuamsukon S, Chuen-Im T, Peng-Pan P, Rattanayuvakorn S, **Areekijserree M**. Juvenile sea turtles conservation: Analysis of structure, element of eggshell, microbiological, histological investigation. In The 9th International Congress on Cell Biology, 7-10 October, 2008. Seoul, Korea.

Sribuddhachart K, Engsusophon A, **Areekijserree M**. 2008. Elemental and ultrastructural analysis of the avian eggshells: Secondary electron imaging detector (SEI) and energy dispersive x-ray analysis (EDX) techniques. In The 9th International Congress on Cell Biology, 7-10 October, 2008. Seoul, Korea.

Areekijserree M, Cheum-Im T, Mettasart W, Narkkong N. 2008. Proceeding of the 25th EMST Annual Conference Microscopy Society of Thailand. 9-11 January 2008. Phisanulok, Thailand. P84-85.

Areekijserree M, Sanmanee N. 2007. Effect of fulvic acid on the cadmium bioavailability of treated primary cell culture. Abstract of the 2^{4th} EMST Annual Conference Microscopy Society of Thailand. 14-16 February 2007 at Kasetsart University, Thailand.

Swangiang K. Sanmanee N. Panishkan K. **Areekijserree M**. 2007. Relationship between humic acid quantity and some properties of agricultural soils in the western part of Thailand. Abstract of Functioning of NOM in Environment 11 Nordic- Baltic Symposium 10th -13th June 2007. Joensuu, Finland. P.49.

Sanmanee N. Swangiang K. **Areekijserree M**. Panishkan K. 2007. Effect organic matter on Ca, Zn, Pb and Cu in two different groups of agriculture soils in Thailand. Abstract of Humic substances in Ecosystem 7. 17th -21th June 2007. Bachotek, Poland. P.30.

Swangiang K. Sanmanee N. Panishkan K. **Areekijserree M**. 2007. Soil management effect on organic matter content; case study from Thailand. Processding on The international symposium on forest soils and ecosystem health. 19th-23th August 2007. Noosa, Queensland, Australia. P.105-106.

Sanmanee N. Ruckthongsook W. **Areekijserree M**. Panishkan K. 2007. The Relationship of Different Soil Particle Sizes with Organic Carbon. In International Conference on Agricultural, Food and Biological Engineering & Post Harvest/Production Technology, 21-24 January, 2007. Khon Kaen, Thailand. P.77.

Mettasart W. Cheunlm T. **Areekijserree M**. 2007. Oocyte collection and *in vitro* oocyte culture supplemented with hormones in sow. Abstract of the First Annual Conference Silpakorn University. Kaewsangiem S. Salaenoi J. Narkkong N. Veerapraditsin T. Areekijserree M. 2006. Histopathology of red sternum syndrome in mud crab (*Scylla serrata* Forskall 1775) collected from soft-shell crab farm. Journal of microscopy of Thailand 20: 207-208.

Areekijserree M. Thongpan A. Vejaratpimol R. 2005. Porcine oviductal epithelial cells and cumulus-oocyte complex observance. Abstract of the 22th EMST Annual Conference Microscopy Society of Thailand. 2-4 February 2005 at Chonburi, Thailand.

Sangthong T. **Areekijserree M.** Vejaratpimol R. 2005. Cytotoxicity and genotoxicity of mouse derived (L₉₂₉) cells exposed to cadmium chloride and cells viability assays. Abstract of the 31th Congress on Science and Technology of Thailand. 18-20 October 2005. Technopolis, Suranaree University, Nakhon Ratchasima. P107-108.

Areekijserree M. Vejaratpimol R. Gumlungpat N. 2004. Microstructure investigations of porcine ampullary oviductal epithelial cells by Scanning electron microscope. Abstract of the 30th Congress on Science and Technology of Thailand. 19-21 October 2004. at Impact Exhibition and Convention Center, Muang Thong Thani. P43.

Areekijserree M. 2003. Scanning electron microscopy observations of porcine ampullary oviductal epithelial cells. Silpakorn University International Journal. 1-2 (3) P. 226-276.

นัทธีรา สรรมณี, กนกพร สว่างแจ้ง, กมลชนก พานิชการ, มยุรา อารีกิจเสรี. 2551. ศึกษาความเป็นประโยชน์ของอีเอ็มกับภาคการเกษตรไทย. วารสารเคหะการเกษตร ปีที่ 32 ฉบับที่ 5 หน้า 247-249.

มยุรา อารีกิจเสรี. 2550. แนวทางการศึกษาโครงสร้างและองค์ประกอบธาตุของสารอีเอ็มในปุ๋ยอินทรีย์ของไทย. หนังสือพิมพ์ข่าวหอการค้า ปีที่ 27 ฉบับที่ 278 วันที่ 16-31 ธันวาคม 2550. หน้า 7.

มยุรา อารีกิจเสรี เทคนิคการเพาะเลี้ยงเซลล์บู่ท่อนำไข่และเซลล์ล้อมรอบเซลล์ไข่สุกรเพื่อการศึกษาทางชีววิทยาการสืบพันธุ์และการทดสอบทางพิษวิทยา วารสารวิทยาศาสตร์ศึกษา 2547 ปีที่ 1 ฉบับที่ 2 หน้า 33-36.

มยุรา อารีกิจเสรี การเตรียมตัวอย่างเซลล์เพาะเลี้ยงเพื่อการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน Journal of STREC 2547 ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 หน้า 9-12.

ผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติและได้นำเสนอผลงาน (นานกว่า 5 ปี)

Kitiyanant Y, Tocharus C, **Areekijserree M**, Pavasuthipaisit K. 1995. Swamp buffalo oocytes from transvaginal ultrasound-guided aspiration fertilized and co-cultured in vitro with bovine oviductal epithelial cells. *Theriogenology*. 43 (1): 250. **มี impact factor 1.965 (ปี 2001)**

Kitiyanant Y, Lhuangmahamonkol S, **Areekijserree M**, Tocharus C, Thonabulsombat C, Pavasuthipaisit K. 1993. Porcine oviductal support in vitro bovine embryo development. *Theriogenology*. 39 (1): 246. **มี impact factor 1.965 (ปี 2001)**

Tocharus C, Kitiyanant Y, **Areekijserree M**, Jaruansuwan M, Pavasuthipaisit K. 1994. Viability testing of frozen-thawed bovine embryos produced from oocytes matured fertilized and cultured with oviductal cells in vitro. *Thai. J. Physiol. Sci.* 7(1): 23-31.

Kitiyanant Y, Schmidt MJ, **Areekijserree M**, Pavasuthipaisit K. 1994. Acrosome evaluation of semen collection by AV in Asian elephant (*Elephas maximus*) and treated with caffeine, PHE, c-AMP and Heparin. Seventh International Symposium on Spermatology. Cairn, North Queensland, Australia. 1994; P. 95-96.

Kitiyanant Y, Tocharus C, **Areekijserree M**, Jaruansuwan M, Vasavanandh T, Rathprasert T, Pavasuthipaisit P. 1994. Biotechnology IV: Sexing in cattle. Proceeding in the International Congress (Techno Indochina) on Science and Technology for good Relationship with Neighbor Countries. Bangkok, Thailand. P. 18-24.

Pavasuthipaisit K, Kitiyanant Y, Tochrus C, Thonabulsombat C, Lhungmahamongkol S, **Areekijserree M.**, Narksompop N. 1993. Biotechnology in farm animal III. Ovum pick up, embryo production and hormonal influence. Proceeding in Second Inter-Congress Symposium of The Asia and Oceanic-Society for Comparative Endocrinology, Thailand. P.160-161.

Pavasuthipaisit K, Kitiyanant Y, Tocharus C, Thonabulsombat C, **Areekijserree M**, Lhuangmahamongkol S, Narksompop N Prempre P. 1993. Biotechnology in farmanimals I.

Embryo production in vitro and sexing. Proceeding in The 31st Kasetsart University Annual conference. P.93-106.

Kitiyanant Y, Lhuangmahamonkol S, **Areekijserree M**, Tocharus C, Thonabulsombat C, Pavasuthipaisit K. 1993. Porcine oviductal support in vitro bovine embryo development. Annual Meeting of The IETS. January 10-12 in Baton Rouge, Louisiana, USA. 1993.

Kitiyanant Y, Songthavesin C, Youngprapakorn P, Junprasert S, **Areekijserree M**, Tocharus C, Pavasuthipaisit K. 1993. Seasonal changes of male reproductive tract and testosterone level of *Crocodilus siamensis*. Proceedings in Second Inter-Congress Symposium of The Asia and Oceania-Society for Comparative Endocrinology, Thailand. 1993; P. 232-233.

Kitiyanant Y, Thonabulsombat C, Chongthammakun S, Tocharus C, Sricharoen P, **Areekijserree M**, Pavasuthipaisit K. 1991. Pregnancy and born of calf resulting from bovine oocyte matured, fertilized and cultured in oviductal cells in vitro. Abstract of The seventeenth Congress on Science and Technology of Thailand. October 24-26 at Health Science Auditorium Khon Kaen University, Thailand. 1991; B-089.

Kitiyanant Y, Thonabulsombat C, Chongthammakun S, Tocharus C, Sricharoen P, **Areekijserree M**, Pavasuthipaisit K. 1991. Pregnancy and born of calf resulting from bovine oocyte matured, fertilized and cultured in oviductal cells in vitro. The fourteenth Annual Meeting of the Society of Anatomy of Thailand. Songkla. 1991; P.14-15.

Ooba T, Sricharoen P, **Areekijserree M**, Kitiyanant Y, Pavasuthipaisit K. 1990. Evaluation of acrosome reaction in bovine sperm by a triple-staining technique. *J Physilo. Sci.* 3: 91-104.

Pavasuthipaisit K, Kitiyanant Y, Chongthammakun S, Thonabulsombat C, Tocharus C, **Areekijserree M**, Sricharoen P, Ooba T. Biotechnology of embryo production in vitro and its impact on national economic improvements. *In* Abstract of The thirteenth Annual Meeting of the Society of Anatomy of Thailand. Bangkok. 1990; P. 27.

Chongthammakun S, Teganjanavaich K, **Yongsabanant M**, Pavasutipaisit K. 1987. Bioactive and immunoactive luteinizing hormone responses to gonadotropin-releasing hormone in post-menopausal women with diabetes mellitus. Ramathibodi. Med. J. 50-53.

Chongthammakun S, Pavasuthipaisit K, Varavudhit P, Eakavibhata C, **Yongsabanant M**, Vongpayabal P. 1987. Studies on the effects of gossypol on monkey sperm morphology. Abstract of The thirteenth Conference on Science and technology of Thailand. October 20-22 at Prince of Songkla University, Hat-yai, Songkla, Thailand. 1987; B78.

Somsamorn J, **Yongsabanant M**, Anantasiri S, Pavasuthipaisit K. 1986. An investigation on the alteration of pituitary hormones secretion in Thai hyperthyroidism patients. The ninth Annual Meeting of the Society of Anatomy of Thailand. April 22-25 at Karnchanaburi Thailand. 1986; P.39.

Chongthammakun S, **Yongsabanant M**, Pavasuthipaisit K. 1986. Bioactive and immunoactive luteinizing hormone during the menstrual cycle in normal Thai women. Intern. Med. 1986. 2: 70-75.

งานวิจัยที่เป็นวิทยานิพนธ์ปริญญาเอกที่ได้ตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติและได้นำเสนอผลงาน
Areekjseree M, Engkagul A, Kovitvadhi U, Thongpan A, Mingmuang M, Pakkong P, Rungruangsak-Torrissen K. 2004. Temperature and pH characteristics of amylase and proteinase of adult freshwater pearl mussel: *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* Simpson 1900. Aquaculture. 234: 575-587. **มี impact factor 1.536** (ปี 2002).

Areekjseree M, Engkagul A, Kovitvadhi U, Thongpan A, Rungruangsak-Torrissen K. 2006. Development of digestive enzymes and *in vitro* digestibility of different phytoplankton for culture of juvenile freshwater pearl mussel, *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* Simpson 1900. Invert. Reprod. Dev. 49 (4) 255-262. **มี impact factor 0.7** (ปี 2002)

Areekjseree M, Engkagul A, Kovitvadhi U, Thongpan A, Mingmuang M, Kovitvadhi S. 2002. Activity profiles at different pH and temperature of cellulases and lipases in freshwater pearl mussel: *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus*, Simpson 1900. Kasetsart Journal (Nat. Sci.). 4 (36) 399-407. **มี impact factor 0.060** (ปี 2004)

Areekijserree M, Kovitvadhi S, Kovitvadhi U, Engkagul A, Thongpan A, Mingmuang M, Vejaratpimol R. 2003. Culture and morphological development of freshwater pearl mussel: *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* Simpson 1900. Abstract of the 29th Congress on Science and Technology of Thailand. 20-22 October 2003 at Khon Kaen University.

Areekijserree M, Engkagul A, Kovitvadhi U, Thongpan A, Mingmuang M, Pakkong P, Rungruangsak-Torrissen K. 2002. Proteinases in freshwater pearl mussel, *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* Simpson 1900. Abstract of the 28th Congress on Science and Technology of Thailand 24-26 October 2002. Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok. P. 309.

Areekijserree M, Engkagul A, Kovitvadhi U, Thongpan A, Mingmuang M, Pakkong P, Rungruangsak-Torrissen K. 2002. Amylase in freshwater pearl mussel, *Hyriopsis (Hyriopsis) bialatus* Simpson 1900. Abstract of the 28th Congress on Science and Technology of Thailand 24-26 October 2002. Queen Sirikit National Convention Center, Bangkok. P.310.

ตำรา เอกสารประกอบการสอนและเอกสารการสอน

มยุรา อารีกิจเสรี 2550 “การเตรียมเซลล์สืบพันธุ์และการผลิตตัวอ่อนสัตว์ในจานแก้ว” (Animal Gamete Preparation and *In vitro* Embryonic Production) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 215 หน้า ISBN 978-974-641-212-4.

มยุรา อารีกิจเสรี 2548 “เทคนิคทางชีววิทยาสำหรับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด” (Biological Techniques in Scanning Electron Microscopy) ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร 119 หน้า ISBN 974-9624-89-0.

มยุรา อารีกิจเสรี 2549 เอกสารประกอบการสอนวิชา Biological Microtechniques ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม 195 หน้า

มยุรา อารีกิจเสรี 2546 ชีววิทยา ทั่วไป 1 บทที่, 31 หน้า

มยุรา อารีกิจเสรี 2543 “กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน” ในเอกสารประกอบการอบรมโอลิมปิกวิชาการ สาขาชีววิทยา ค่ายที่ 1 ระหว่าง 6-21 ตุลาคม 2543 ภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ นครปฐม

มยุรา อารีกิจเสรี 2541 คู่มือปฏิบัติการวิชา 512 221 เอ็มบริโอส์ตว์มีกระดูกสันหลัง 50 หน้า