

Subspecies

การเรียนรู้การร้องเพลงของนกมีปัจจัยของ geographic variation เข้ามาเกี่ยวข้อง จึงทำให้การเปล่งเสียงของนกใน species เดียวกันแต่อาศัยใน habitats ที่ห่างไกลกันเกิดเป็นลักษณะที่เรียกว่า dialects จากการทดลองของ Nelson et al., 1995; 1996 ถึงความแตกต่างของการเรียนรู้ songs ของนก white crowned sparrows คนละ subspecies พบว่าความแตกต่างของการร้องเพลงของนกทั้ง 2 subspecies นี้ขึ้นกับพฤติกรรมในการสืบพันธุ์ เพราะ subspecies แรกเป็นนกอพยพย้ายถิ่นแต่อีก subspecies เป็นนกประจำถิ่น สรีรวิทยาและพฤติกรรม จึงแตกต่างกัน แต่ในนก white throated sparrows ซึ่งมีแถบเหนือตาต่างกันคือมีสีขาวและสีน้ำตาล (two morphs) พฤติกรรมการส่งเสียงร้องเพลงของนก 2 กลุ่มนี้แตกต่างกันด้วยขึ้นกับ nuclei ของ avian song system ในสมอง อย่างไรก็ตามการเลียนเสียงในนกขุนทองไม่ใช่ songs การฝึกฟังคำและประโยคเป็นการปฏิบัติในห้องทดลองจึงไม่พบความแตกต่างของความสามารถในการเปล่งเสียงเลียนของนก 2 subspecies หรืออาจเป็นไปได้ว่าความแตกต่างทางพันธุกรรมของนกขุนทองทั้ง 2 subspecies ไม่มากนัก และเป็นนกประจำถิ่นในประเทศไทยทั้งสองกลุ่ม ซึ่งจะต้องมีการศึกษาต่อไปในธรรมชาติว่าเสียงนกขุนทองมี dialects หรือไม่

Sex and Sex hormones manipulation

หลังจากที่นกเรียนรู้เสียงในช่วง critical period และผ่านขบวนการ memorisation โดยการ match กับสิ่งที่ได้รับการถ่ายทอดจากยีนส์ (ลักษณะเสียงที่เป็น character ของ species ของนกเอง) หลังจากนั้นในช่วงระยะที่นกอายุเกือบ 1 ปี ฮอร์โมนเทสโตสเตอโรนในร่างกายเริ่ม circulate นกจะ match song output ซึ่งเป็นผลจากฤทธิ์ของฮอร์โมนเพศ กับสิ่งที่นกเรียนรู้ไว้ นกจึงเปล่งเสียงร้องเพลงออกมา มีรายงานมากกว่า 40 ปี ถึงผลของฮอร์โมนเพศที่มีต่อการเปล่งเสียงของนก รวมถึงการให้ฮอร์โมนเทสโตสเตอโรนแก่นกเพศเมียเพื่อทำให้ร้องเพลง เพราะส่วนใหญ่ (passerine birds) นกเพศผู้ร้องเพลงในขณะที่นกเพศเมียไม่ค่อยร้อง เช่นการทดลองในนก European starlings (Hausberger et al., 1995); นก budgerigars (Nespor. et al., 1996) นกเพศเมียเหล่านี้หลังจากได้รับฮอร์โมนเทสโตสเตอโรนจะมีพฤติกรรมทางเพศเหมือนนกเพศผู้รวมทั้งการร้องเพลง การให้ฮอร์โมนเทสโตสเตอโรนกับนก white-throated

sparrows ในช่วงฤดูหนาวซึ่งนกปกติไม่ร้องเพลง ทำให้นกส่งเสียงร้องเพลงออกมาในช่วง non-breeding season (Wiley et al., 1994) ในทางสรีรวิทยาแล้วมีรายงานมากมายถึงลักษณะของ high vocal center (HVC) ซึ่งเป็น nucleus สำคัญใน pathway ของสมองที่ทำหน้าที่ควบคุมการเรียนรู้เกี่ยวกับการเปล่งเสียง มีรายงานยืนยันว่าในนกเพศผู้ การเปลี่ยนแปลงของ song nuclei ที่เพิ่มมากขึ้นทั้งจำนวนและปริมาตรในช่วงที่นกมีการร้องเพลงนั้นเป็นผลมาจากฮอร์โมน เทสโตสเตอโรน (นก canaries, Kim et al., 1994; Johnson and Bottjer, 1995; นก European starlings, Bernard and Ball, 1995; นก song sparrows, Smith et al., 1997) ยังมีการรายงานยืนยันว่าที่นกเพศเมียร้องเพลงน้อยกว่าในเพศผู้เพราะ song nuclei ซึ่งเป็นเซลล์ประสาทที่ไวต่อฮอร์โมนน้อยกว่าในเพศผู้ (Brenowitz et al., 1996) แต่การให้ฮอร์โมน เทสโตสเตอโรนแก่นก canaries เพศเมียจะเพิ่มขนาดของ HVC มากขึ้นทำให้เพศเมียแสดงพฤติกรรมการร้องเพลงมากขึ้น (Rasika et al., 1994)

จากการทดลองในนกขุนทองที่มีความสามารถเลียนเสียงได้ดี (15 ครั้ง/ชั่วโมง) พบว่า ไม่มีความแตกต่างระหว่างเพศผู้และเพศเมีย แต่เมื่อศึกษาระดับฮอร์โมนเพศแล้ว ได้พบว่าในเพศผู้ที่เลียนเสียงได้ดีมีระดับฮอร์โมนเทสโตสเตอโรนสูงกว่านกที่เลียนเสียงได้น้อยกว่า และในเพศเมียที่เลียนเสียงได้ดีมีระดับฮอร์โมนอีสตราไดออลสูงกว่านกที่เลียนเสียงได้น้อยกว่า แสดงว่าฮอร์โมนเพศมีผลในการกระตุ้นการเปล่งเสียงเลียนของนกขุนทอง ดังนั้นการให้ฮอร์โมนเทสโตสเตอโรนหรืออีสตราไดออลในนกที่ฝึกฟังคำและประโยคมา 1 ปี แต่เลียนเสียงได้น้อย (2 ครั้ง/ชั่วโมง) ทำให้สามารถเปล่งเสียงเลียนได้มากขึ้น (10 ครั้ง/ชั่วโมง) แสดงว่า นกขุนทองมีการเรียนรู้คำและประโยคไว้แล้ว และผ่านขบวนการ memorisation ไว้แต่ไม่มี action ของฮอร์โมนเพียงพอที่จะ output เสียงเลียนออกมาเมื่อได้รับฮอร์โมนเข้าไป จึง produce เสียงที่เลียนไว้ได้ และฤทธิ์ของฮอร์โมนเทสโตสเตอโรน และอีสตราไดออลซึ่งเป็นเมตาบอไลต์ของเทสโตสเตอโรนมีได้แตกต่างกันในนกขุนทองเช่นเดียวกับการทดลองในนก Zebra finches (Grisham and Arnold 1995; Jacobs et al., 1995) นกcanary (Gahr et al., 1996) ผลจากการทดลองในนกขุนทองชี้ให้เห็นว่านกที่เลี้ยงในกรงเดี่ยว ตั้งแต่อายุน้อยกว่า 4 สัปดาห์ ฝึกให้ฟังคำและประโยคเป็นเวลา 1 ปี แต่ในช่วงระยะเวลา 1 ปี ให้ฮอร์โมนเมื่อลูกนกอายุ 3 , 6 และ 9 เดือน ทำให้มีฮอร์โมน circulate อยู่ในร่างกาย การเปล่งเสียงเลียนได้ผล 100 % เพราะการทำงานของระบบสรีรวิทยาตั้งแต่การเรียนรู้เสียงในช่วง critical period การเกิดmemorisation การมีฮอร์โมนเพศในการ output เสียงจึงเป็นกลไกที่สมบูรณ์ในการแสดงออกของพฤติกรรมการเปล่งเสียงเลียน

Vocal imitation in Thai hill mynahs

ไม่มีรายงานใดยืนยันแน่ชัดว่าในธรรมชาตินกมีพฤติกรรมเลียนเสียงเพื่อหน้าที่หรือประโยชน์ใด ๆ มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านตั้งสมมุติฐานและดำเนินการทดลองเพื่อสนับสนุนสมมุติฐานนั้น ๆ เช่น จากข้อเขียนของ Baylis, 1982 รวบรวมว่านกเลียนเสียงเพราะ นก 2 species อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมคล้ายคลึงกันหรือมี predators ชนิดเดียวกัน หรือไม่สามารมีแบบอย่างเสียงของนกใน species ของตัวเองที่จะเรียนรู้ หรือนกเลียนเสียงให้มากเพื่อทำให้ song ของตัวเองหลากหลายซับซ้อนมากขึ้น หรือเพื่อใช้จดจำคู่ผสม หรือเป็นการขู่ หรือเป็น signal ที่ล่อกลวงทำให้นกตัวอื่นเข้าใจว่ามีนกหลายตัวตรงบริเวณนั้น หรือ parasite birds คือนกที่วางไข่ในรังของนก species อื่น เพื่อให้นก species อื่นฟักไข่และเลี้ยงลูกให้ ตัวเมียที่วางไข่จะเลียนเสียงของ host species และลูกนกของ parasite birds เลียนเสียงลูกนกของ host birds เพื่อขออาหารจากแม่ host birds เป็นต้น Stuart Baker, 1962 รายงานว่านกขุนทองเป็นนกอีกชนิดหนึ่งที่เลียนเสียงนกชนิดอื่น ๆ ในธรรมชาติ แต่มีรายงานขัดแย้งกันว่า นกขุนทองในธรรมชาติ ไม่ค่อยเลียนเสียงนกใน species อื่น (Bertram, 1970; Hartshorne, 1973; Armstrong, 1977) อย่างไรก็ตาม มีรายงานจาก Tenaza, 1976 ว่านกขุนทองในธรรมชาติเลียนเสียงร้องของลิงและชะนีได้ มีนักวิทยาศาสตร์ให้ข้อคิดเกี่ยวกับการเลียนเสียงของนกขุนทองไว้มากมาย เช่น ในธรรมชาติที่นกขุนทองไม่มีการเลียนเสียงนกใน species อื่นเป็นเพราะไม่มีเสียงจาก species อื่นให้เลียน (Bertram, 1970; Ali, 1972; Whitfield, 1986) แต่ในกรเลี้ยงเป็นไปได้ว่าเสียงของนกขุนทองอยู่ในช่วงความถี่เดียวกับเสียงมนุษย์ จึงเลียนเสียงมนุษย์ได้ง่าย (Bertram, 1970; Ali, 1987) หรือเกิดจากการ imprinting (Bertram, 1970) หรือการมี social contact กับผู้เลี้ยง (Sparks, 1974) หรืออาจเป็นเพราะไม่มีนกขุนทองตัวอื่น ๆ ในบริเวณใกล้เคียงที่จะเรียนรู้ เพราะในธรรมชาติพบว่านกขุนทองเพศผู้เลียนแบบเสียงของนกเพื่อนบ้านเพศผู้ และนกเพศเมียเลียนเสียงนกเพศเมียเท่านั้น (Bertram, 1970) นอกจากนี้อาจเป็นเพราะนกขุนทองมีคุณลักษณะพิเศษในการเปล่งเสียงเพราะเลียนเสียงของนกขุนทองมีความถี่และแบบแผนที่อยู่ในช่วงกว้าง (Ali and Ripley, 1972) แต่จากการทดลองนี้ให้ข้อคิดได้ว่า การเลียนเสียงของนกขุนทองเกิดจากการ imprinting และมี social contact กับผู้เลี้ยงผู้ฝึก เพราะถึงแม้ว่าบางครั้งทดลองให้ฝึกคำหรือประโยคโดยใช้เทป นกไม่ค่อยเลียนเสียงจากเทปเท่ากับจากผู้ฝึกโดยตรง

มีนักวิทยาศาสตร์พยายามศึกษาว่าการที่นกสามารถเลียนเสียงของมนุษย์ได้นั้น นกมีกลไกทางสรีรวิทยาและการเปล่งเสียงแตกต่าง หรือเหมือนกับขบวนการร้องเพลงของนกหรือไม่ และอย่างไร จากการศึกษาที่นกที่สามารถเปล่งเสียงเลียนได้ เช่น นกคานารี นกแก้ว และนกขุนทอง พบว่า นกขุนทองสามารถเปล่งเสียงเลียนเหมือนเสียงมนุษย์ได้มากที่สุดจนถูกคิดว่าเป็นมนุษย์เปล่งเสียงเอง จากการทดลองของ Greenewalt, 1968 โดยศึกษาจาก spectrogram และ sonogram ให้นกขุนทองเลียนประโยคเดียวกับมนุษย์ 2 คน ถึงแม้จะได้ภาพของคลื่นเสียงไม่เหมือนกับมนุษย์ทีเดียว แต่ก็คล้ายคลึงกัน การ “talk” ของนกขุนทองใช้ลักษณะของกายวิภาคและเทคนิคการเปล่งเสียงเหมือนกับที่นกร้องเพลงโดยเกิดใน syrinx เท่านั้น

สรุปได้ว่า ขบวนการในการเปล่งเสียงเลียนของนกขุนทองไม่แตกต่างจากการที่นกร้องเพลง และมี pathway ของการเรียนรู้ในช่วง critical period เหมือนกันรวมทั้งกลไกของ memorisation และต้องมีฮอร์โมนเพศเอสโตรเจนเข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อทำให้มีการเปล่งเสียงเลียนออกมา แต่การศึกษาถึงปริมาตร ขนาด จำนวนของ high vocal center (HVC) ที่สมองส่วนหน้ายังเป็นเรื่องที่น่าสนใจติดตามศึกษาเพราะสามารถบอกได้ว่านกขุนทองที่มีความสามารถเลียนเสียงต่างกัน HVC แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร แต่การศึกษาในโครงการนี้ครอบคลุมเพียงแค่วิเคราะห์ในการควบคุมการเลียนเสียงและการกระตุ้นการเลียนเสียงด้วยฮอร์โมนเพศเท่านั้น

เอกสารอ้างอิง (References)

1. มณี อัครานนท์ 2539. การเลี้ยงและขยายพันธุ์นกขุนทองไทย. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 81 หน้า
2. Ali, S. 1987. *India Hill birds*. New Delhi, Oxford University Press. 103-104.
3. Ali, S. and Ripley, S.D. 1972. *Handbook of the birds of India and Pakistan*. Vol.5. Bombay. Oxford University Press. pp. 190-198.
4. Andrew, R.J. 1969. The effects of testosterone on avian vocalizations. In : *Bird vocalizations* (Hinde, R.A. ed.). Cambridge, Cambridge University Press. 97-129.
5. Archawaranon, M. 1987. Hormonal control of aggression and dominance in white- throated sparrows. *Ph.D. Thesis. The University of North Carolina at Chapel Hill, N.C., U.S.A.*
6. Archawaranon, M. 1992. The biology of hill mynah of Thailand. 14th *Biennial Conference AABE, Melbourne, Australia*. 2.
7. Archawaranon, M. and Wiley, R.H. 1988. Control of aggression and dominance in white- throated sparrows by testosterone and its metabolites. *Hormones and Behavior*. **22**, 497-517.
8. Archawaranon, M., Dove, L. and Wiley, R.H. 1991. Social inertia and hormonal control of aggression and dominance of white-throated sparrows. *Behaviour*. **118**, 42-65.
9. Armstrong, E.A. 1977. *Discovering bird song*. 2nd ed. Risborough, Shire. pp. 62-63
10. Ball, G.F., Casto, J.M. and Bernard, D.J. 1994. Sex differences in the volume of avian song control nuclei comparative studies and the issue of brain nucleus delineation. *Psychoneuroendocrinol*. **19**, 485-504.

11. Balthazart J. 1983. Hormonal correlates of behavior. In : *Avian Biology Vol. VII* (Farner, D.S., King, J.R. and Parkes, K.C. eds) New York, Academic Press. pp. 221-365.
12. Baptista, L.F. and Morton, M.L. 1988. Song learning in montane white-crowned sparrows : from whom and when. *Anim. Behav.* **36**, 1753-1764.
13. Baptista, L.F. and Catchpole, C.K. 1989. Vocal mimicry and interspecific aggression in song birds : Experiments using white-crowned sparrow imitation of song sparrow song. *Behaviour.* **109**, 247-257.
14. Baylis, J.R. 1982. Avian Vocal Mimicry : Its Function and Evolution. In : *Acoustic Communication in Birds Vol. 2.* (Kroodsma, D.E. and Miller, E.H. eds) New York, Academic Press. pp. 51-84.
15. Bernard, D.J. and Ball, G.F. 1995. Two histological markers reveal a similar photoperiodic difference in the volume of the high vocal center in male European starlings. *J. Comp. Neurol.* **360**, 726-734.
16. Bertram, B. 1970. The vocal behaviour of the Indian hill mynah, *Gracula religiosa*. *Anim. Behav. Monogr.* **3**, 81-192.
17. Bolhuis, J.J. 1991. Mechanisms of avian imprinting : A review. *Biol. Rev.* **66**, 303-345.
18. Brenowitz, E.A., Arnold, A.P. and Loesche, P. 1996. Steroid accumulation in song nuclei of a sexually dimorphic duetting bird. The rufous and white wren. *J. Neurobiol.* **31**, 235-244.
19. Catchpole, C.K. and Baptista, L.E. 1988. A test of the competition hypothesis of vocal mimicry, using song sparrow imitation of white-crowned sparrow song. *Behaviour.* **106**, 119-128.
20. Catchpole, C.K. and Slater, P.J.B. 1995. *Bird Song. Biological themes and variations.* Cambridge, Cambridge University Press.
21. Chance, P. 1994. *Learning and Behavior.* California, Brook/Cole.

22. Cristol, D.A., Nolan, V.Jr. and Ketterson, E.D. 1990. Effect of prior residence on dominance status of dark eyed juncos, *Junco hyemalis*. *Anim. Behav.* **40**, 580-586.
23. Cunningham, M.A. and Baker, M.C. 1983. Vocal learning in white-crowned sparrows : sensitive phase and song dialects. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **13**, 259-269.
24. Dearborn, D.C. and Wiley, R.H. 1993. Prior residence has a gradual influence on dominance in captive white-throated sparrows. *Anim. Behav.* **46**, 39-46.
25. Devoogd, T.J., Houtman, A.M. and Falls, J.B. 1995. White-throated sparrow morphs that differ in song production rate also differ in the anatomy of some song-related brain areas. *J. Neurobiol.* **28**, 202-213.
26. Gahr, M., Metzdorf, R. and Aschenbrenner, S. 1996. The ontogeny of the canary HVC revealed by the expression of androgen and oestrogen receptors. *Neuroreport.* **8**, 311-315.
27. Ginsburg, N. 1963. Conditioned talking in the mynah birds. *J. Comp. Physiol. Psychol.* **56**, 1061-1063.
28. Grant, B.R. 1984. The significance of song variation in a population of Darwin's finches. *Behaviour.* **89**, 90-116.
29. Greenewalt, C.H. 1968 *Bird Song : Acoustic and Physiology*. City of Washington, Smithsonian Institution Press.
30. Grisham, W. and Arnold, A.P. 1995. A direct comparison of the masculinizing effects of testosterone, androstenedione, estrogen, and progesterone on the development of the zebra finch song system. *J. Neurobiol.* **26**, 163-170.
31. Grosslight, J.H., Harrison, D.C. and Weiser, C.M. 1962. Reinforcement control of vocal responses in the mynah bird. *Gracula religiosa Psychol. Rec.* **12**, 193-201.

32. Hake, D.F. and Mabry, J. 1979. Operant and nonoperant vocal responding in the myna *Gracula religiosa* : Complex schedule control and deprivation-induced responding. *J.Exp. Behav.* **32**, 305-321.
33. Harding, C.F. 1981. Social modulation of circulation hormone levels in the male. *Amer. Zool.* **21**, 223-231.
34. Hartshorne, C. 1973. *Born to sing. An interpretation and world survey of bird song.* Bloomington, Indiana University Press. pp. 64-68.
35. Hausberger, M., Henry, L. and Richard, M.A. 1995. Testosterone induced singing in female European Starlings. (*Sturnus vulgaris*). *Ethology.* **99**, 193-208.
36. Heyes, C.M. and Galef, B.G. Jr. 1996. *Social Learning in Animals. The Roots of Culture.* San Diego, Academic Press.
37. Hindmarsh, A.M. 1984. Vocal mimicry in Starlings. *Behaviour.* **90**, 302-324.
38. Holberton, R.L., Hanano, R. and Able, K.P. 1990. Age-related dominance in male dark-eyed juncos : effects of plumage and prior residence. *Anim. Behav.* **40**, 573-579.
39. Ikeda, M., Takeuchi, H.A. and Aoki, K. 1994. The role of sex steroid in two avian song behaviours differing in ontogenetic process. *Experientia (Basel).* **50**, 972-974.
40. Jacob, E.C., Grisham, W. and Arnold, A.P. 1995. Lack of a synergistic effect between estradiol and dihydrotestosterone in the masculinization of the zebra finch song system. *J. Neurobiol.* **27**, 513-519.
41. Johnson, F. and Bottjer, S.W. 1995. Differential estrogen accumulation among populations of projection neurons in the higher vocal center of male canaries. *J. Neurobiol.* **26**, 87-108.
42. Kamil, A.C. and Hunter, M.W. 1970. Performance on object discrimination learning set by the greater hill myna, *Gracula religiosa*. *J. Comp. Physiol. Psychol.* **73**, 68-73.

43. Kim, J., Oloughlin, B., Kasparian, S. and Nottebohm, F. 1994. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* **91**, 7844-7848.
44. King, A.P., Freeberg, T.M. and West, M.J. 1996. Social experience affects the process and outcome of vocal ontogeny in two populations of cowbirds (*Molothrus ater*). *J. Comp. Psychol.* **110**, 276-285.
45. Koivula, K., Lahti, K., Orell, M. and Rytönen, S. 1993. Prior residency as a key determinant of social dominance in the willow tit (*Parus montanus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* **33**, 283-287.
46. Kroodsma, D.E. 1982. Learning and the ontogeny of sound signals in birds. In : *Acoustic communication in birds. Vol. 2.* (Kroodsma, D.E. and Miller, E.H. eds.) New York, Academic Press. pp. 1-23.
47. Li, R. and Sakaguchi, H. 1997. Cholinergic innervation of the song control nuclei by the ventral paleostriatum in the zebra finch - A double labeling study with retrograde fluorescent tracers and choline acetyltransferase immunohistochemistry. *Brain Res.* **763**, 239-246.
48. Loughheed, S.C., Handford, P. and Baker, A.J. 1993. Mitochondrial DNA hyperdiversity and vocal dialects in a subspecies transition of the rufous-collard sparrow. *Condor.* **95**, 889-895.
49. Mann, N. I. and Slater, P.J.B. 1994. What causes young male zebra finches *Taeniopygia guttata*, to choose their father as song tutor? *Anim. Behav.* **47**, 671-677.
50. Mann, N. I. and Slater, P.J.B. 1995. Song tutor choice by zebra finches in aviaries. *Anim. Behav.* **49**, 811-820.
51. Manley, G.A. 1990. *Peripheral hearing mechanism in reptiles and birds.* Berlin, Springer-Verlag.
52. Marler, P. and Peters, S. 1977. Selective vocal learning in a sparrow. *Sciences.* **198**, 519-521.

53. Marler, P., Peter, S. and Wingfield, J. 1987. Correlates between song acquisition song production and plasma levels of testosterone and estradiol in sparrows. *J. Neurobiology*. **18**, 531-548.
54. Marler, P. , Peter, S. , Ball, G.F. , Duffy, A.M. Jr. and Wingfield, J.C. 1988. The role of sex steroids in the acquisition and production of birdsong. *Nature*. **336**, 770-772.
55. Mc. Gregor, P.K. 1991. The singer and the song : on the receiving end of bird song. *Biol. Rev.* **66**, 57-81.
56. Morrison, R.G. and Nottebohm, F. 1993. Role of a telencephalic nucleus in the delayed song learning of socially isolated zebra finches. *J. Neurobiol.* **24**, 1045-1064.
57. Morton, E.S. 1996. Why songbirds learn songs. An arms race over ranging. *Poultry & Avian Biol. Rev.* **7**, 65-71.
58. Mundinger, P.C. 1970. Vocal imitation and individual recognition of finch calls. *Science*. **168**, 480-482.
59. Mundinger, P.C. 1982. Microgeographic and macrogeographic variation in the acquired vocalizations of birds. In : *Acoustic communication in birds*. Vol. 2. (Kroodsma, D.E. and Miller, E.H. eds.) New York, Academic Press. pp. 147-208.
60. Nelson, D.A. , Marler, P. and Palleroni, A. 1995. A comparative approach to vocal learning-intraspecific variation in the learning process. *Anim. Behav.* **50**, 83-97.
61. Nelson, D.A. , Whaling, C. and Marler, P. 1996. The capacity for song memorization varies in populations of The same species. *Anim. Behav.* **52**, 379-387.
62. Nespor, AA., Lukazewicz, M.J., Dooling, R.J. and Ball, G.F. 1996. Testosterone induction of male-like vocalizations in female budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) *Horm. Behav.* **30**, 162-169.

63. Nottebohm, F. 1975. Vocal Behavior in Birds. In. *Avian Biology*. Vol. V (Farner, D.S. and King J.R. eds) New York, Academic Press. pp. 289-332.
64. Pepperberg, I.M. 1985. Social modeling theory : a possible framework for understanding avian vocal learning. *Auk*. **102**, 854-864.
65. Pepperberg, I.M. 1994. Vocal learning in grey parrots (*Psittacus erithacus*) : Effect of social interaction reference and context. *Auk*. **111**, 300-313.
66. Pepperberg, I.M. and McLaughlin, M.A. 1996. Effect of avian-human joint attention on allospecific vocal learning by grey parrots (*Psittacus erithacus*) *J. Comp. Psychol.* **110**, 286-297.
67. Pohl-Apel, G. and Sossinka, P. 1984. Hormonal determination of song capacity in female of the zebra finch : critical phase of treatment. *Z. Tierpsychologie*. **64**, 330-336.
68. Prove, E. 1983. Hormonal correlates of behavioral development in male zebra finches. In : *Hormones and behavior in higher vertebrates* (Balthazart, J., Prove, E. and Gilles, R. eds.). Berlin, Springer Verlag. pp. 368-374.
69. Rasika, S., Nottebohm, F. and Alvarezbuylia, A. 1994. Testosterone increases the recruitment and / or survival of new high vocal center neurons in adult female canaries. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* **91**, 7854-7858.
70. Rausch, G. and Scheich, H. 1982. Dendritic spine loss and enlargement during maturation of the speech control system in the mynah bird. *Gracula religiosa*. *Neurosci. Letter*. **29**, 129-133.
71. Rechten, C. 1978. Interspecific mimicry in birdsong : Does the Beau Geste Hypothesis apply ? *Animal Behaviour*. **26**, 305-306.
72. Schlinger, B.A. 1994. Estrogen to song. Picograms to sonograms. *Horm. Behav.* **28**, 191-198.
73. Silver, R., O' Connell, M. and Saad, R. 1979. Effect of androgens on the behavior of birds. In : *Endocrine control of sexual behavior*. (Beyer, C. ed.) New York, Academic Press. pp. 223-278.

74. Slater, P.J.B. 1983a. The development of individual behaviour. In : *Animal Behaviour. Vol.3. Genes, Development and Learning* (Halliday, T.R. and Slater, P.J.B. eds.) NewYork, W.H. Freeman. pp. 82-113.
75. Slater, P.J.B. 1983b. The study of communication. In : *Animal Behaviour, Vol. 2. Communication* (Halliday, T.R. and Slater, P.J.B. eds.). Oxford, Blackwell Scientific. pp. 9-42.
76. Smith, G.T., Brenowitz, E.A., Beecher, M.D. and Wingfield, J.C. 1997. Seasonal changes in testosterone neural attributes of song control nuclei and song structure in wild songbirds. *J. Neurosci.* **17**, 6001-6010.
77. Soha, J.A., Shimizu, T. and Doupe, A.J. 1996. Development of the catecholaminergic innervation of the song system of the male zebra finch. *J. Neurobiol.* **29**, 473-489.
78. Spark, J. 1974. *Bird Behaviour*. Spain, Hamlyn.
79. Striedter, G.F. 1994. The vocal control pathways in budgerigars differ from those in songbirds. *J. Comp. Neurol.* **343**, 35-56.
80. Stuart Baker, E.C. 1926. *The Fauna of British India : Birds*. London, Taylor and Francis.
81. Tenaza, R.R. 1976. Wild mynahs mimic wild primates. *Nature.* **259**, 561.
82. Thorpe, W.H. 1967. Vocal imitation and antiphonal song and its implication. *Proc. Int. Ornithol. Congr.* **14**, 245-263.
83. Tinbergen, N. 1963. On aims and method of ethology. *Z. Tierpsychol.* **20**, 410-433.
84. Turney, T.H. 1982. The association of visual concepts and imitative vocalizations in the myna. *Gracula religiosa*. *Bull. Psychol. Soc.* **19**, 59-62.
85. Uno, H., Ohno, Y., Yamada, T. and Miyamoto, K. 1991. Neural coding of speech sound in the telencephalic auditory area of the mynah bird. *J. Comp. Physiol. Neural. Behav. Physiol.* **169**, 231-240.

86. Vicario, D.S. 1994. Motor mechanisms relevant to auditory-vocal interactions in songbirds. *Brain, Behav. Evol.* **44**, 265-278.
87. Wade, J. and Arnold, A.P. 1996. Functional testicular tissue does not masculinize development of the zebra finch song system. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* **93**, 5264-5268.
88. Wade, J., Springer, M.L., Wingfield, J.C. and Arnold, A.P. 1996. Neither testicular androgens nor embryonic aromatase activity alter song system in zebra finches. *Biol. Reprod.* **55**, 1126-1132.
89. West, M.J. and King, A.P. 1990. Mozart's Starling. *Am. Sci.* **78**, 106-114.
90. West, M.J. , Stroud, A.N. and King, A.P. 1983. Mimicry of European starlings : The role of social interaction. *Wilson Bull.* **95**, 635-640.
91. Whaling, C.S., Nelson, D. and Marler, P. 1995. Testosterone-induced shortening of the storage phase of song development in birds interferes with vocal learning. *Develop. Psychobiol.* **28**, 367-376.
92. Wiley, R.H. 1990. Prior-residence and coat-tail effect in dominance relationships of male dark-eyed juncos, *Junco hyemalis*. *Anim. Behav.* **40**, 587-596.
93. Wiley, R.H. , Piper, W.H. , Archawaranon, M. and Thompson, E.W. 1994. Singing in relation to social dominance and testosterone in white-throated sparrows. *Behaviour.* **127**, 175-190.

สิ่งตีพิมพ์

1. Archawaranon, M. (Manuscript). Vocal imitation in Thai hill mynahs :
I. Factors affecting competency. *Behaviour*
2. Archawaranon, M. (Manuscript). Vocal imitation in Thai hill mynahs :
II. Sex hormones manipulation. *Behaviour*
3. มณี อัครวานนท์ 2541. การเลียนเสียงของนกขุนทองไทย. วารสารวิทยาศาสตร์
(เอกสารแนบท้าย)

หมายเหตุ Reviewer แนะนำให้ตีพิมพ์ในวารสารเดียวกัน Vol. เดียวกัน โดยใช้ชื่อ Titles เดียวกัน
โดยแบ่งเป็นสองตอน

เอกสารแนบท้ายสิ่งตีพิมพ์ หมายเลข 3

การเลียนเสียงของนกขุนทองไทย

รองศาสตราจารย์ ดร. มณี อัครวานนท์^{*}

ในช่วงระยะเวลา 10 ปี ที่ผ่านมา ประเทศไทยมีเหตุการณ์ต่าง ๆ เกิดขึ้นมากมาย มีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางบวกและทางลบ มีความเจริญรุดหน้าทางด้านวัตถุและเทคโนโลยีอย่างมหาศาล แรกเริ่มจากสภาพเศรษฐกิจพอเพียง ทำให้มีการแข่งขันชั่วคราวทางด้านวัตถุนั้นมากเพราะในสมัยนั้นรู้สึกเหมือนกับว่าเงินทองหากันมาได้ง่าย จนมาถึงช่วงระยะปัจจุบัน ในปีนี้สภาพเศรษฐกิจมีการผันแปรเป็นอย่างมากเสียจนบางคนปรับตัวไม่ทัน การเร่งรัดของการดำรงชีพ การแข่งขัน สภาพเศรษฐกิจที่ย่ำแย่ถดถอย ทำให้เกิดความตึงเครียดอย่างหนัก อย่างไรก็ตามโดยหลักพื้นฐานทางชีววิทยาสัตว์มีชีวิตทุกชนิดจะมีกลอุบายของการดำรงชีวิตที่จะไม่ทำให้ไปถึงจุดของการทำลายชีวิตตนเอง สิ่งมีชีวิตจึงมีความอดทน หรือสู้กับสภาวะเลวร้าย และมีวิธีแก้ไขสถานการณ์ตึงเครียดกับขั้นนั้น แตกต่างกัน

เช่นเดียวกัน มนุษย์มียุทธวิธีที่จะผ่อนคลายความตึงเครียดหรือความเครียดในการการดำรงชีวิตประจำวัน โดยการแสวงหาสิ่งบันเทิงใจ การปลุกต้นไม้ เลี้ยงสัตว์เป็นการพักผ่อนหย่อนใจที่ดีที่สุดในวิธีหนึ่ง นอกจากจะให้ความเพลิดเพลินใจแล้ว การเลี้ยงสัตว์ทำให้ผู้เลี้ยงและสัตว์เลี้ยงก่อเกิดความผูกพันซึ่งกันและกัน เกิดเป็นความรัก ความสัมพันธ์ต่อกัน ทำให้จิตใจอ่อนโยน ละเอียดอ่อน เกิดความเมตตาและแบ่งปัน อย่างน้อยก็ช่วยปรับสมดุลกับความเจริญทางด้านวัตถุ ที่บางครั้งปราศจากคุณธรรม จริยธรรม และมนุษยธรรม

นกขุนทองเป็นสัตว์อีกชนิดหนึ่งที่ได้รับการนิยมสูงมากทั้งในและต่างประเทศที่จะนำมาเป็นสัตว์เลี้ยง เพราะมีเอกลักษณ์พิเศษเฉพาะตัว ในความสามารถของการเลียนเสียงต่าง ๆ ได้ รวมทั้งภาษาหลากหลายของมนุษย์ เป็นนกที่มีราคาซื้อขายในท้องตลาดค่อนข้างสูง ลูกนกอายุ 1-3 เดือน ราคาตัวละประมาณ 900-1,500 บาท นกที่ฝึกเลียนเสียงและสามารถแปลงเสียงได้แล้ว ราคาตัวละประมาณ 3,000-6,000 บาท ในขณะที่ตลาดนกในประเทศแถบญี่ปุ่น ยุโรป และอเมริกา ซึ่งส่งนกไปจากประเทศทางแถบเอเชีย ราคาของนกขุนทองตัวละ 10,000 บาท ขึ้นไป นกขุนทองที่มีขายกันโดยทั่วไปเป็นนกที่ถูกจับจากป่าธรรมชาติทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเป็นจับมาขณะที่เป็นลูกนกในโพรงซึ่งอยู่ในระยะที่ยังบินไม่ได้ในช่วงเดือนมกราคมถึงกรกฎาคม อันเป็นช่วงฤดูสืบพันธุ์โดยธรรมชาติของนกขุนทอง หรือการจับช่วงหรือตาข่ายดัก

^{*} ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

จับบริเวณต้นไทรหรือต้นอาหารของนกขุนทองในขณะที่นกขุนทองเข้ารวมฝูงและออกหากินด้วยกันในช่วงเดือนสิงหาคมถึงเดือนธันวาคม ซึ่งนกที่ดักจับได้ในระยะนี้จะมีทั้งนกโตอายุมากกว่า 1 ปีและลูกนกของปีนั้น ๆ มีอายุมากกว่า 6 เดือน ซึ่งเข้ารวมฝูงกับนกโตเต็มวัยแล้ว

เมื่อความต้องการที่จะมีนกขุนทองเป็นสัตว์เลี้ยงมีมากขึ้นเรื่อย ๆ แต่นกขุนทองถูกจัดเป็นสัตว์ป่าคุ้มครองการจับลูกนกขุนทองหรือการดักจับนกตัวโตจึงเป็นเรื่องของการลักลอบที่ผิดกฎหมาย ถึงกระนั้นก็ตามผู้มีอาชีพจับนกขุนทองยังยอมเสี่ยงกับการทำผิดกฎหมาย และเสี่ยงกับการปีนต้นไม้สูงเพื่อขึ้นไปรังของนกขุนทองซึ่งอยู่ในโพรงบนต้นไม้สูงโดยเฉลี่ย 30 เมตร เพราะลูกนกขุนทองเมื่อขายจะได้ราคาดีกว่านกที่ดักจับด้วยบ่วงหรือตาข่าย ดังนั้นจึงเป็นสาเหตุให้จำนวนประชากรของนกขุนทองในธรรมชาติลดลงจนอาจจะหมดไปจากป่าเมืองไทยสักวันหนึ่งข้างหน้า ประจวบกับพื้นที่ป่าไม้ลดลง ทำให้ถิ่นที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่าลดลงมาก จากที่เห็นได้ว่าเมื่อศึกษาทางด้านเขตแดนป่าและติดตามประชากรของนกขุนทองในป่าบริเวณประเทศเพื่อนบ้านรอบ ๆ ประเทศไทย นกขุนทองที่มีถิ่นที่อยู่อาศัยในประเทศของเรา มีการอพยพย้ายถิ่นเข้าไปอยู่ในป่าชายแดนหลายจุดด้วยกัน ไม่ว่าจะเป็นชายแดนพม่าทางแม่ฮ่องสอน กาญจนบุรี ระนอง ชายแดนลาวทางหนองคาย นครพนม มุกดาหาร อุบลราชธานี ชายแดนมาเลเซียทางสตูล ยะลา นราธิวาส

ฉะนั้น การอนุรักษ์สัตว์ป่าชนิดนี้ไว้รวมทั้งการเลี้ยงผลที่จะเพาะและขยายพันธุ์นกขุนทองในกรงเลี้ยงให้เป็นสัตว์เศรษฐกิจในอนาคตจึงถูกกำหนดขึ้น โดยได้รับการสนับสนุนเงินทุนสำหรับโครงการการเพาะและขยายพันธุ์นกขุนทองไทยในกรงเลี้ยงจากศูนย์พันธุ์วิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แห่งชาติ ซึ่งขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างการดำเนินการวิจัย อย่างไรก็ตามคุณลักษณะพิเศษของนกขุนทองไทยที่สามารถเลียนเสียงได้ดีที่สุดในบรรดานกขุนทองที่มีอยู่ในโลกนี้ 10 ชนิดย่อยด้วยกัน (*Gracula religiosa*) ซึ่งได้ข้อมูลจากการสอบถามจากร้านขายนกโดยผู้วิจัยเองที่เมืองบอมเบย์ประเทศอินเดีย ที่บาห์ลีประเทศอินโดนีเซีย และที่ปีนัง กัวลาลัมเปอร์ประเทศมาเลเซีย ต่างให้ข้อคิดว่าสามารถขายนกขุนทองที่ลักลอบออกมาจากประเทศไทยได้ราคาดีที่สุด เพราะเป็นนกที่สามารถเลียนเสียงได้มากคำ และบ่อยครั้งกว่านกขุนทองที่มาจากประเทศอื่น ๆ แต่ในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา ยังไม่มีการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความสามารถในการเลียนและแปลงเสียงเลียนของนกขุนทองไทย ซึ่งจากการสนับสนุนเงินทุนวิจัยของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ให้ศึกษาในหัวข้อ “การกระตุ้นการเลียนและแปลงเสียงในนกขุนทองไทย” พ.ศ. 2537-2540 และได้ดำเนินการวิจัยจนเสร็จเรียบร้อยแล้วและได้รวบรวมสรุปผลการวิจัยซึ่งจะกล่าวในตอนต่อไป สำหรับการศึกษาในหัวข้อวิจัยนี้ผลที่ได้จะเป็นตัวเสริมการเพาะและขยายพันธุ์ในกรงเลี้ยงเพราะเมื่อเพาะพันธุ์นกขุนทองไทยได้แล้ว สิ่งที่ต้องเสริมเพื่อให้ลูกนกขุนทองไทยเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่มีคุณค่าในอนาคต คือความสามารถในการเลียน

เสียงของนกขุนทอง การศึกษาถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการควบคุมการเลียนเสียงของนกขุนทองไทยตลอดจนการกระตุ้นให้นกขุนทองเลียนเสียงได้มากขึ้น จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจที่จะให้ความรู้แก่ เกษตรกรที่มีความสนใจเพาะเลี้ยงนกขุนทองและทำให้คุณภาพของนกขุนทองไทยดียิ่งขึ้น

การศึกษาวิจัยในหัวข้อนี้นอกจากเป็นข้อมูลพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์แล้วยังได้มีการประยุกต์วิธีการทางด้านวิทยาศาสตร์สาขาพฤติกรรมศาสตร์ของสัตว์ มาทดลองเป็นขั้นตอนเพื่อสืบค้นถึงสาเหตุปัจจัย (causation) การเรียนรู้ (learning) ในเรื่องของการเปล่งเสียง (vocalization) รวมทั้งเมื่อทราบปัจจัยการควบคุมการแสดงออกของ พฤติกรรมแล้วการกระตุ้นให้ความสามารถนี้เด่นชัดขึ้นยังคงเป็นวิธีทางด้านวิทยาศาสตร์ การศึกษาวิจัยซึ่งแบ่งเป็น 2 ช่วงใหญ่ ๆ ด้วยกัน คือ ช่วงของการสืบค้นหาสาเหตุปัจจัยและช่วงที่ทำการกระตุ้นความสามารถในการเลียนเสียงโดยใช้ฮอว์โมน ช่วงที่สองนี้ถึงแม้ว่าวิธีการค่อนข้างเป็นไปทางด้านวิทยาศาสตร์ แต่เกษตรกรหรือผู้สนใจเพาะเลี้ยงนกขุนทองและต้องการฝึกหัดนกให้เลียนเสียงได้มากขึ้น ยังคงนำข้อมูลที่ได้จากช่วงแรกไปปฏิบัติใช้ได้สะดวกและได้ ผลดี

พฤติกรรมของสัตว์ที่แสดงออกมี 2 ประเภทด้วยกัน คือ การแสดงออกโดยสัญชาตญาณ (instinct) และโดยการเรียนรู้ (learning) โดยปกติการเปล่งเสียงของนก (bird vocalizations) มีทั้งโดยสัญชาตญาณและการเรียนรู้ถูกจัดแยกเป็น 2 แบบ คือ เป็น songs เป็นเสียงร้องค่อนข้างยาว ซับซ้อน ส่วนใหญ่นกตัวผู้เป็นตัวทำเสียง songs ในช่วงฤดูสืบพันธุ์ ส่วนเสียง calls เป็นเสียงร้องสั้น ๆ ง่าย ๆ ร้องตลอดปีโดยนกทั้งสองเพศ การส่งเสียง songs ของนกในลำดับ Passeriformes นี้ถือว่าเป็นการเรียนรู้ (learning) โดยส่วนใหญ่จะเรียนรู้แบบแผนของเพลงของ species ตัวเองในช่วง 1 ปีแรกที่เรียกว่าช่วง critical period ซึ่งเมื่อผ่านช่วงนี้ไปแล้ว และ songs ที่เรียนไว้ได้ถูกพัฒนา (development) จนถึงขั้นที่เรียกว่า crystalized แล้ว จะไม่มีการเรียนรู้หรือพัฒนาดัดแปลง(modified) songs อีก แต่สำหรับ calls ถือว่าถูกถ่ายทอดได้โดยพันธุกรรม และยังสามารถที่จะเลียนแบบ calls ใหม่ ๆ ได้ตลอดชีวิต โดยไม่จำกัดว่าจะต้องเรียนรู้ในช่วง critical period เท่านั้น เชื่อว่า การส่งเสียงร้องเพลง (songs) ของนกในลำดับนี้ในธรรมชาติมีหน้าที่ (function) เพื่อใช้จดจำ species (species recognition) ใช้หลอกล่อ predations (deception) ใช้ข่มขู่คู่ต่อสู้ (aggression) ใช้ประกาศหรือป้องกันอาณาเขต (territorial defence) และการเชิญชวนยั่วชวนให้ตัวเมียมาผสมพันธุ์ (mate attraction/courtship) แต่มีรายงานว่าในธรรมชาติประมาณ 20 % ของนกกลุ่มนี้ (passerine species) ที่เลียนเสียง (mimicry) นก species อื่น จึงมีการคิดค้นสมมติฐานว่าทำไมนกบางชนิดจึงมีการเลียนเสียงนกใน species อื่น อาจเพื่อการป้องกันอาณาเขตนก species อื่น (interspecific territorial defence) หรือเป็นการติดต่อสื่อสารใน species เดียวกัน (intraspecific communication) เช่น การ attract คู่ผสม หรือไล่ตัวผู้

ตัวอื่นนอกจากอาณาเขตหรือ เพื่อการจดจำแต่ละตัว (intraspecific signalling/individual recognition) เป็นต้น

ในธรรมชาตินกขุนทองซึ่งถูกจัดอยู่ในลำดับ Passeriformes วงศ์ Sturnidae แต่ไม่ร้องเพลง (sing) เช่นเดียวกับนกแก้วซึ่งถูกจัดอยู่ในลำดับ Psittaciformes แต่สามารถเลียนเสียงต่าง ๆ ได้ดี (vocal imitation) ถือว่าเป็นการเรียนรู้ (learning) แต่ไม่ใช่เป็นทั้ง songs และ calls การศึกษาวิจัยในโครงการนี้ในช่วงแรกเกี่ยวกับปัจจัยการควบคุมการแสดงออกของการเลียนเสียงของนกขุนทองเป็นการศึกษาถึง

- ❶ การเรียนรู้ในการเลียนเสียงเกิดขึ้นในช่วง critical period ช่วงไหนของการเจริญเติบโต
- ❷ การเลี้ยงในกรงเดี่ยวหรือกรงคู่มีผลอย่างไรในแง่ของปัจจัยทางสังคม
- ❸ และการอยู่รวมในฝูงมีผลอย่างไรต่อการแสดงออกของพฤติกรรมการเลียนเสียง

ศึกษาปัจจัยภายใน (Internal factors) เกี่ยวกับความแตกต่างของความสามารถในการเลียนเสียงระหว่างนกขุนทองเหนือและใต้ เพศผู้และเพศเมีย ระดับฮอร์โมนเพศ ในนกที่เลียนเสียงได้ดีกับที่เลียนเสียงได้น้อย ในช่วงที่สองของการศึกษาเกี่ยวกับการกระตุ้นความสามารถของการเลียนเสียงโดยใช้ฮอร์โมน เทสโตสเตอโรนและเมตาบอไลต์ ของ เทสโตสเตอโรน ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้ฮอร์โมนอีสตราไดออล

จากการศึกษาวิจัยเพื่อตอบคำถามว่าการเรียนรู้การเลียนเสียงเกิดขึ้นในช่วง critical period หรือไม่และเป็นช่วงไหนของการเจริญเติบโต โดยการทดลองกับนกที่นำมาจากป่าในขณะมีอายุแตกต่างกัน โดยศึกษาในลูกนกที่นำมาจากรังในขณะที่ยังน้อยกว่า 4 สัปดาห์ ซึ่งยังกินอาหารเองไม่ได้ต้องนำมาเลี้ยงโดยการป้อนอาหารให้และศึกษาในนกโตอายุอย่างน้อย 6 เดือน เข้ารวมฝูงในธรรมชาติมี social contact กับนกขุนทองตัวอื่น ๆ ในฝูงแล้ว (intraspecific social interaction) ส่วนการศึกษาทดลองปัจจัยทางสังคมหลังจากจับนกทั้งสองประเภทนี้มาแล้วนำมาเลี้ยงในกรงเดี่ยวและกรงรวมซึ่งการเลี้ยงในกรงเดียวนกจะมี social contact กับผู้เลี้ยงโดยตรง แต่จะไม่มีกับนกขุนทองด้วยกัน ส่วนนกที่เลี้ยงในกรงรวม นกมี social contact กับนกขุนทองตัวอื่น มีโอกาสที่จะมีความสัมพันธ์กับผู้เลี้ยงน้อยมาก เพราะกรงที่ใช้เลี้ยงเป็นกรงใหญ่ (aviary) ขนาด 4 x 5 x 3 เมตร ผลจากการทดลองจากตารางที่ 1 เมื่อนำลูกนกมาเลี้ยงและฝึกให้ฟังคำหรือประโยคต่าง ๆ จากผู้เลี้ยง (human speech) เป็นเวลา 1 ปี เช่น ทองจำ อาจารย์จำ แก้วจำ คุณชา แม่ ป้า กังจำ กินข้าวหรือยังจะ ไป ไป เป็นต้น ส่วนเสียงที่นกขุนทองได้ยินจากภายนอกและสามารถทำเสียงเลียนได้แก่ เสียงสตาร์ทเตอร์มอเตอร์ไซด์ เสียงจาม เสียงไอ เสียงหัวเราะ เสียงร้องเรียกแมวเหมียวเหมียว เสียงร้องเรียกสุนัข จู้ จู้ จู้ เสียงกริ่งโทรศัพท์ เสียงกริ่งประตูบ้าน เสียงเปิดประตู เสียงสุนัขเห่า เสียงร้องขอขวดกระดาด เป็นต้น หลังจาก 1 ปี บันทึกผลโดยการนับจำนวนครั้งของคำหรือประโยคที่สอน 2 ช่วงด้วยกัน คือ ช่วงเช้าเวลา 07.00 -

09.00 น. และช่วงบ่ายเวลา 15.00 - 18.00 น. และหาค่าเฉลี่ยจำนวนครั้งในหนึ่งชั่วโมงพบว่านกที่นำมาเลี้ยงตั้งแต่อายุน้อยกว่า 4 สัปดาห์ ในกรงเดี่ยวและฝึกให้ฟังคำและประโยค สามารถเลียนเสียงตามที่ได้รับการฝึกฟัง 18.2 ครั้งต่อชั่วโมงของการบันทึกผล รวมทั้งเสียงที่ได้ยินจากภายนอก (10.5 ครั้งต่อชั่วโมงของการบันทึกผล) ได้ดีกว่านกที่เลี้ยงไว้ในกรงรวม แต่นกที่ถูกจับจากป่าเมื่อมีอายุมากกว่า 6 เดือนพบว่าถึงแม้จะนำมาเลี้ยงในกรงเดี่ยวและฝึกฟังเป็นระยะเวลา 1 ปี ไม่สามารถเลียนเสียงได้ ทั้งนี้เพราะนกชุดหลังนี้เป็นนกที่เข้าร่วมในฝูงมี interact กับนกขุนทองตัวอื่นในธรรมชาติ เสียงที่บันทึกได้เป็นเสียงร้องของนกขุนทองตามธรรมชาติ ในขณะที่นกที่นำมาเลี้ยงตั้งแต่อายุน้อยกว่า 4 สัปดาห์ ไม่สามารถส่งเสียงร้องของนกขุนทองตามธรรมชาติได้เลย ดังนั้นในการฝึกให้นกขุนทองเลียนเสียงให้มีประสิทธิภาพดีที่สุด คือ ต้องเลี้ยงนกตั้งแต่ยังเป็นลูกนกอายุน้อยกว่า 4 สัปดาห์ ช่วงระยะเวลาการเรียนรู้ (vocal imitation) ของนกขุนทองนั้นเป็นช่วงระยะปีแรกของอายุ โดยเฉพาะ 6 เดือนแรกของการเจริญเติบโต (critical period) ในขณะที่นกยังไม่เรียนรู้เสียงนกขุนทองจากในธรรมชาติ เมื่อไรก็ตามที่นกมีการเรียนรู้เสียงนกขุนทองจากธรรมชาติแล้ว นกจะไม่เรียนเสียงใหม่ที่ให้ฝึกฟังเป็นคำหรือประโยค แต่เป็นที่น่าสังเกตว่าลูกนกที่นำมาเลี้ยงตั้งแต่อายุน้อยกว่า 4 สัปดาห์ในกรงเดี่ยวมีระยะเวลาของการเรียนรู้สั้นกว่า 1 ปี เพราะนกกลุ่มนี้จากการทดลองหลัง 1 ปี แล้วสอนคำ ใหม่ ๆ ยังคงเลียนได้แต่ไม่มากเท่าช่วงปีแรก การเลี้ยงลูกนกอายุน้อยกว่า 4 สัปดาห์ในกรงเดี่ยว ทำให้ลูกนกไม่มี social contact กับนกขุนทองตัวอื่น แต่มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับผู้ฝึก เพราะผู้ฝึกเป็นผู้เลี้ยง ให้น้ำ อาหาร ทำความสะอาดกรง พุดคุยสัมผัส (body touch) กับตัวนก ดังนั้นนกที่ถูกเลี้ยงในกรงเดี่ยวตั้งแต่อายุน้อยจึงเกิด imprinting กับผู้เลี้ยง ผู้ฝึกมากกว่าที่จะเรียนรู้เสียงจากนกขุนทองด้วยกัน

ความสามารถในการเลียนเสียงของนกยังขึ้นอยู่กับปัจจัยทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับอิทธิพลของเจ้าบ้าน (residence effect) ที่มีพฤติกรรมการจัดระบบในสังคมเข้ามาเกี่ยวข้อง (dominance hierarchy) จากตารางที่ 2 เห็นได้ว่า นกที่เคยเลี้ยงในกรงเดี่ยว สามารถเลียนเสียงได้ 18.2 ครั้งต่อชั่วโมงของการบันทึกผล จากตารางที่ 1 เมื่อนำไปใส่ในกรงรวม (aviary) ที่มีนกขุนทองตัวอื่นอยู่ก่อนแล้ว จำนวนครั้งของการเลียนเสียงลดลงทันทีเหลือ 2.34 ครั้งต่อชั่วโมงของการบันทึกผล แต่เมื่อนำกลับมาเลี้ยงในกรงเดี่ยวอีกครั้ง ความสามารถในการเปล่งเสียงเลียนกลับมาเหมือนเดิม (15.4 ครั้งต่อชั่วโมงของการบันทึกผล) แต่นกที่นำมาจากรังอายุน้อยกว่า 4 สัปดาห์ ที่นำมาเลี้ยงในกรงรวม จากตารางที่ 1 และไม่เปล่งเสียงเลียนให้ได้ยิน (0 ครั้งต่อชั่วโมง) จนคิดว่าไม่มีการเลียนเสียง แต่เมื่อจับแยกใส่กรงเดี่ยว สามารถเปล่งเสียงโดยเฉลี่ย 12.95 ครั้งต่อชั่วโมงของการบันทึกผล และเมื่อนำกลับไปใส่ในกรงรวม จะไม่เปล่งเสียงเลียน (1.3 ครั้งต่อชั่วโมงของการบันทึกผล) ทั้งนี้เพราะในการจัดระบบโดยเฉพาะในนกนั้น residence effect จะมีผลอย่างมากในเรื่องของ vocalization มีการวิจัยมากมายสนับสนุนความคิดที่

ว่านกในธรรมชาติใช้เสียงเป็นสื่อในการแสดงความเป็นเจ้าของอาณาเขต (territory) ไม่ว่าในช่วงฤดูสืบพันธุ์ (breeding season) หรือนอกฤดูสืบพันธุ์ (non-breeding season) ดังนั้นเมื่อนกที่เลียนเสียงฝึกได้แล้วใส่ในกรงรวมที่มีเจ้าบ้านหรือเจ้าของอาณาเขตอยู่ เจ้าบ้าน (dominant bird) จะส่งเสียงกลบ และผู้มาเยือนจนผู้มาเยือน (subordinate bird) ไม่ส่งเสียงใด ๆ ออกมา เช่นเดียวกับนกที่เลียนเสียงฝึกแต่ถูกเลี้ยงไว้ในกรงรวมที่ตัวเองไม่ใช่เจ้าฝูง (dominant bird) จะไม่เปล่งเสียงเลียนออกมาจนกว่าไปอยู่ในกรงเดี่ยวซึ่งจากการทดลองวิจัยในครั้งนี้เป็นการสนับสนุนความคิดที่ว่านกใช้เสียง (vocalization) ในธรรมชาติ เป็นทั้ง intra- และ inter-specific

จากการทดลองถึงปัจจัยภายในที่มีผลต่อความสามารถในการเลียนเสียงนั้น พบว่านกขุนทอง เหนือและใต้ เพศผู้และเพศเมีย ไม่มีความแตกต่างในการเรียนรู้ ปัจจัยทางสังคม อายุ การเลี้ยงดู ที่สำคัญกว่า อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบระหว่างนกที่เลียนเสียงได้โดยเฉลี่ย 14-15 ครั้งต่อชั่วโมงของการบันทึกผล กับนกที่เลียนเสียงได้โดยเฉลี่ย 2-3 ครั้งต่อชั่วโมงของการบันทึกผล พบว่านกกลุ่มแรกมีระดับฮอร์โมนเทสโตสเตอโรน เฉลี่ยเพศผู้ 1.5 ng/ml เพศเมีย 0.7 ng/ml มากกว่านกในกลุ่มหลัง เฉลี่ยเพศผู้ 0.6 ng/ml เพศเมีย 0.2 ng/ml และฮอร์โมนอีสตราไดออล เพศเมีย 550 pg/ml มากกว่ากลุ่มหลัง เพศเมีย 125 pg/ml

ดังนั้นเมื่อทราบว่าฮอร์โมนเพศมีผลต่อการเลียนเสียงของนกขุนทอง การทดลองขั้นต่อไปคือการใช้ฮอร์โมนกระตุ้นความสามารถในการเลียนเสียง จากการทดลองในตารางที่ 3 ในนก 2 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกศึกษาในนกที่นำมาเลี้ยงในขณะที่เป็นลูกนกจากรังอายุน้อยกว่า 4 สัปดาห์ กับนกอายุมากกว่า 6 เดือนจากธรรมชาติ เลี้ยงในกรงเดี่ยวทั้ง 2 กลุ่ม และนำมาฝึกฟังคำและประโยคเป็นเวลา 1 ปี กลุ่มแรกคัดเลือกเฉพาะนกที่เลียนเสียงได้น้อย (2.0 ครั้งต่อชั่วโมงของการบันทึกผล) ให้ฮอร์โมนเทสโตสเตอโรน ส่วนนกกลุ่มที่ 2 เป็นนกป่าที่ไม่เลียนเสียงถึงแม้จะได้รับการฝึกหัดฟัง นำมาให้ฮอร์โมน เช่นกัน ได้ผลว่านกกลุ่มแรกที่เลียนเสียงได้น้อย หลังจากให้ฮอร์โมนแล้ว สามารถเปล่งเสียงเลียนได้เฉลี่ย 10.95 ครั้งต่อชั่วโมงการบันทึกผล ในขณะที่นกกลุ่มหลัง ฮอร์โมนไม่สามารถกระตุ้นการเลียนเสียงเลย (0 ครั้งต่อชั่วโมงการบันทึกผล) แต่จะเปล่งเสียงร้องของนกขุนทองในธรรมชาติบ่อยครั้งกว่าเดิม แสดงว่าลูกนกที่นำมาจากรังตั้งแต่อายุน้อยกว่า 4 สัปดาห์ มาเลี้ยงในกรงเดี่ยว และได้รับฮอร์โมนเทสโตสเตอโรน จะกระตุ้นความสามารถในการเลียนเสียงให้ปรากฏชัดเจน ในขณะที่นกป่าที่มีอายุมากกว่า 6 เดือน ผ่านระยะการเรียนรู้ไปแล้ว แม้จะนำมาเลี้ยงกรงเดี่ยว และฝึกฟังเสียงและให้ฮอร์โมนเทสโตสเตอโรน ก็ไม่สามารถกระตุ้นการเลียนเสียงได้อย่างใด ซึ่งการทดลองใช้ฮอร์โมนอีสตราไดออลได้ผลไม่แตกต่างจากการใช้ฮอร์โมนเทสโตสเตอโรน เป็นไปได้ว่าฤทธิ์ของฮอร์โมนเทสโตสเตอโรนและเมตาบอไลต์ของเทสโตสเตอโรน มีผลต่อการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันในระดับโมเลกุล

สรุปได้ว่า การเลียนเสียงในนกขุนทองมีปัจจัยทั้งภายนอกและภายในเข้ามาเกี่ยวข้อง ช่วงการ พัฒนาการ (development) มีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับการเรียนรู้ การนำลูกนกจากรังมาเลี้ยง ตั้งแต่เล็ก (น้อยกว่า 4 สัปดาห์) นกเกิดความสัมพันธ์ มีการเรียนรู้กับคน กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ รอบตัว โดยมีปัจจัยสังคมเข้ามาเกี่ยวข้อง นกที่เลี้ยงในกรงเดี่ยวเรียนรู้และจดจำเสียงได้ดีกว่านกที่เลี้ยงในกรงรวม ในเวลาเดียวกันฮอร์โมนเทสโตสเทอโรน ยังส่งผลกระทบต่อการเลียนเสียงเด่นชัดขึ้น ซึ่งปัจจัย เหล่านี้เมื่อเปรียบเทียบกับพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงในธรรมชาติแล้ว เป็นสิ่งที่ธรรมชาติคัดเลือก (natural selection) ในขบวนการของวิวัฒนาการ (evolution) เพราะนกที่เป็นใหญ่ในฝูง (dominant bird) มัก จะส่งเสียงร้องดังบ่อยครั้งกว่าและเป็นนกที่ป้องกันอาณาเขตโดยใช้เสียง (vocalization) ด้วยส่วน ประกอบเนื้อหา (repertoire) ของ songs หรือ calls ที่ซับซ้อนกว่า ในธรรมชาตินกที่เป็นจำฝูง มีระดับ ฮอร์โมนเทสโตสเทอโรนสูงกว่านกที่เป็นตัวรองในฝูง (subordinate bird) หรือนกที่ไม่ค่อยส่งเสียงร้อง อย่างไรก็ตามถึงแม้การศึกษาทางด้านพฤติกรรม เพื่อจะตอบคำถาม 4 ข้อ (N. Tinbergen, 1963) คือ หน้าที่ของพฤติกรรม (function) , สาเหตุของพฤติกรรม (causation) , การพัฒนาการของพฤติกรรม (development) และวิวัฒนาการของพฤติกรรม (evolution) แต่การเลียนเสียงของนกขุนทองในกรงเลี้ยง ไม่ทราบหน้าที่ (function) ที่แน่ชัดว่ามีพฤติกรรมนี้เพื่ออะไร มีกลไกอย่างไรในขั้นตอนของวิวัฒนาการแต มีนักวิทยาศาสตร์หลายท่านได้พยายามอธิบายถึงหน้าที่นี้ เช่น Bertram(1970) อธิบายไว้ว่า ที่นกขุนทอง เลียนเสียงได้เพราะอาจมีความถี่ของเสียงที่มี range ไกล ๆ กับเสียงคน จึงง่ายในการเลียนเสียงคน (Ali, 1987) หรือเป็นพฤติกรรมของการฝังใจ (imprinting) Sparks (1974) คิดว่าเป็นแค่การเกิด social contact กับผู้เลี้ยง หรืออาจจะเป็นเพราะนกขุนทองที่อยู่ในกรงเลี้ยงไม่มีแบบแผนของเสียงของนก ขุนทองในธรรมชาติที่จะเลียนแบบ (Bertram, 1970) และโดยสรีรวิทยาของนกขุนทองเองที่มีความ สามารถที่จะเรียนรู้เสียงที่มีความถี่หรือแบบแผนในช่วงที่กว้างมาก (Ali and Ripley, 1987 และ Catchpole and Slates, 1995) จึงสามารถเลียนเสียงต่าง ๆ ได้ แต่ถึงแม้ไม่ทราบแน่ชัดว่านกขุนทองใน กรงเลี้ยงเลียนเสียงเพื่ออะไร แต่ความสัมพันธ์ทางสังคม (social bonds) ระหว่างนกและผู้ฝึกมีความ สำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะมีการทดลองเปิดเทปเสียงคนให้นกขุนทองฟัง นกขุนทองไม่ตอบสนองต่อเสียง จากเทปได้ดีเท่ากับเสียงที่ผู้ฝึกเปล่งให้นกขุนทองฟังโดยตรง

ในที่นี้การศึกษาวิจัยในโครงการดังกล่าวเพียงเพื่อให้ข้อมูลแก่ผู้เพาะเลี้ยงหรือเกษตรกรผลิตนก ขุนทองที่มี คุณภาพในการเลียนเสียงมากขึ้น ซึ่งการพัฒนาการเลียนเสียงของนกขุนทองในกรงเลี้ยง ต้องเลี้ยงลูกนกตั้งแต่อายุ น้อยกว่า 4 สัปดาห์ในกรงเดี่ยว มีความสัมพันธ์กับผู้เลี้ยงหรือผู้ฝึกสอนคำ และประโยค และการให้ฮอร์โมนเทสโตสเทอโรน จะมีผลกระทบด้านความสามารถนี้ให้เด่นชัดยิ่งขึ้น

หมายเหตุ บทความนี้รวบรวมและสรุปจากงานวิจัยที่ลงตีพิมพ์ในวารสารต่างประเทศ 2 เรื่อง คือ

1. Vocal imitation in Thai hill mynahs :

I. Factors affecting competency.

2. Vocal imitation in Thai hill mynahs :

II. Sex hormones manipulation.

ซึ่งผู้วิจัยมีความเห็นว่านกขุนทองเป็นสัตว์ป่าในเมืองไทย ข้อมูลใด ๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยในประเทศไทยนั้นผู้สนใจในเมืองไทยน่าจะมีโอกาสได้รับทราบโดยทั่วกัน เพราะวารสารต่างประเทศบางฉบับในประเทศไทยหาอ่านไม่ได้ จึงได้เขียนเป็นบทความภาษาไทยและลงตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์ดังกล่าว

คำขอบคุณ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนการวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) พัฒนา
นักวิจัย เจริญชัย สกว. รุ่นที่ 1. รหัส RSA 3780031 และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยรามคำแหงในเรื่อง
สถานที่ทำการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

1. มณี อัครานนท์ 2539. การเลี้ยงและขยายพันธุ์นกขุนทองไทย. กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 81 หน้า
2. Ali, S. 1987. *India Hill birds*. New Delhi, Oxford University Press. 103-104.
3. Ali, S. and Ripley, S.D. 1972. *Handbook of the birds of India and Pakistan*.
Vol.5. Bombay. Oxford University Press. pp. 190-198.
4. Andrew, R.J. 1969. The effects of testosterone on avian vocalizations. In :
Bird vocalizations (Hinde, R.A. ed.). Cambridge, Cambridge University
Press. 97-129.

5. Archawaranon, M. 1987. Hormonal control of aggression and dominance in white- throated sparrows. *Ph.D. Thesis. The University of North Carolina at Chapel Hill, N.C., U.S.A.*
6. Archawaranon, M. 1992. The biology of hill mynah of Thailand. 14th *Biennial Conference AABE, Melbourne, Australia.* 2.
7. Archawaranon, M. and Wiley, R.H. 1988. Control of aggression and dominance in white- throated sparrows by testosterone and its metabolites. *Hormones and Behavior.* **22**, 497-517.
8. Archawaranon, M., Dove, L. and Wiley, R.H. 1991. Social inertia and hormonal control of aggression and dominance of white-throated sparrows. *Behaviour.* **118**, 42-65.
9. Armstrong, E.A. 1977. *Discovering bird song.* 2nd ed. Risborough, Shire. pp. 62-63
10. Ball, G.F., Casto, J.M. and Bernard, D.J. 1994. Sex differences in the volume of avian song control nuclei comparative studies and the issue of brain nucleus delineation. *Psychoneuroendocrinol.* **19**, 485-504.
11. Balthazart J. 1983. Hormonal correlates of behavior. In : *Avian Biology Vol. VII (Farner, D.S., King, J.R. and Parkes, K.C. eds)* New York, Academic Press. pp. 221-365.
12. Baptista, L.F. and Morton, M.L. 1988. Song learning in montane white-crowned sparrows : from whom and when. *Anim. Behav.* **36**, 1753-1764.
13. Baptista, L.F. and Catchpole, C.K. 1989. Vocal mimicry and interspecific aggression in song birds : Experiments using white-crowned sparrow imitation of song sparrow song. *Behaviour.* **109**, 247-257.
14. Baylis, J.R. 1982. Avian Vocal Mimicry : Its Function and Evolution. In : *Acoustic Communication in Birds Vol. 2. (Kroodsma, D.E. and Miller, E.H. eds)* New York, Academic Press. pp. 51-84.

15. Bernard, D.J. and Ball, G.F. 1995. Two histological markers reveal a similar photoperiodic difference in the volume of the high vocal center in male European starlings. *J. Comp. Neurol.* **360**, 726-734.
16. Bertram, B. 1970. The vocal behaviour of the Indian hill mynah, *Gracula religiosa*. *Anim. Behav. Monogr.* **3**, 81-192.
17. Bolhuis, J.J. 1991. Mechanisms of avian imprinting : A review. *Biol. Rev.* **66**, 303-345.
18. Brenowitz, E.A., Arnold, A.P. and Loesche, P. 1996. Steroid accumulation in song nuclei of a sexually dimorphic duetting bird. The rufous and white wren. *J. Neurobiol.* **31**, 235-244.
19. Catchpole, C.K. and Baptista, L.E. 1988. A test of the competition hypothesis of vocal mimicry, using song sparrow imitation of white-crowned sparrow song. *Behaviour.* **106**, 119-128.
20. Catchpole, C.K. and Slater, P.J.B. 1995. *Bird Song. Biological themes and variations*. Cambridge, Cambridge University Press.
21. Chance, P. 1994. *Learning and Behavior*. California, Brook/Cole.
22. Cristol, D.A., Nolan, V.Jr. and Ketterson, E.D. 1990. Effect of prior residence on dominance status of dark eyed juncos, *Junco hyemalis*. *Anim. Behav.* **40**, 580-586.
23. Cunningham, M.A. and Baker, M.C. 1983. Vocal learning in white-crowned sparrows : sensitive phase and song dialects. *Behav. Ecol. Sociobiol.* **13**, 259-269.
24. Dearborn, D.C. and Wiley, R.H. 1993. Prior residence has a gradual influence on dominance in captive white-throated sparrows. *Anim. Behav.* **46**, 39-46.
25. Devoogd, T.J., Houtman, A.M. and Falls, J.B. 1995. White-throated sparrow morphs that differ in song production rate also differ in the anatomy of some song-related brain areas. *J. Neurobiol.* **28**, 202-213.

26. Gahr, M., Metzdorf, R. and Aschenbrenner, S. 1996. The ontogeny of the canary HVC revealed by the expression of androgen and oestrogen receptors. *Neuroreport*. **8**, 311-315.
27. Ginsburg, N. 1963. Conditioned talking in the mynah birds. *J. Comp. Physiol. Psychol.* **56**, 1061-1063.
28. Grant, B.R. 1984. The significance of song variation in a population of Darwin's finches. *Behaviour*. **89**, 90-116.
29. Greenewalt, C.H. 1968 *Bird Song : Acoustic and Physiology*. City of Washington, Smithsonian Institution Press.
30. Grisham, W. and Arnold, A.P. 1995. A direct comparison of the masculinizing effects of testosterone, androstenedione, estrogen, and progesterone on the development of the zebra finch song system. *J. Neurobiol.* **26**, 163-170.
31. Grosslight, J.H., Harrison, D.C. and Weiser, C.M. 1962. Reinforcement control of vocal responses in the mynah bird. *Gracula religiosa Psychol. Rec.* **12**, 193-201.
32. Hake, D.F. and Mabry, J. 1979. Operant and nonoperant vocal responding in the myna *Gracula religiosa* : Complex schedule control and deprivation-induced responding. *J.Exp. Behav.* **32**, 305-321.
33. Harding, C.F. 1981. Social modulation of circulation hormone levels in the male. *Amer. Zool.* **21**, 223-231.
34. Hartshorne, C. 1973. *Born to sing. An interpretation and world survey of bird song*. Bloomington, Indiana University Press. pp. 64-68.
35. Hausberger, M., Henry, L. and Richard, M.A. 1995. Testosterone induced singing in female European Starlings. (*Sturnus vulgaris*). *Ethology*. **99**, 193-208.
36. Heyes, C.M. and Galef, B.G. Jr. 1996. *Social Learning in Animals. The Roots of Culture*. San Diego, Academic Press.
37. Hindmarsh, A.M. 1984. Vocal mimicry in Starlings. *Behaviour*. **90**, 302-324.

38. Holberton, R.L., Hanano, R. and Able, K.P. 1990. Age-related dominance in male dark-eyed juncos : effects of plumage and prior residence. *Anim. Behav.* **40**, 573-579.
39. Ikeda, M., Takeuchi, H.A. and Aoki, K. 1994. The role of sex steroid in two avian song behaviours differing in ontogenetic process. *Experientia (Basel)*. **50**, 972-974.
40. Jacob, E.C., Grisham, W. and Arnold, A.P. 1995. Lack of a synergistic effect between estradiol and dihydrotestosterone in the masculinization of the zebra finch song system. *J. Neurobiol.* **27**, 513-519.
41. Johnson, F. and Bottjer, S.W. 1995. Differential estrogen accumulation among populations of projection neurons in the higher vocal center of male canaries. *J. Neurobiol.* **26**, 87-108.
42. Kamil, A.C. and Hunter, M.W. 1970. Performance on object discrimination learning set by the greater hill myna. *Gracula religiosa*. *J. Comp. Physiol. Psychol.* **73**, 68-73.
43. Kim, J., Oloughlin, B., Kasparian, S. and Nottebohm, F. 1994. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* **91**, 7844-7848.
44. King, A.P., Freeberg, T.M. and West, M.J. 1996. Social experience affects the process and outcome of vocal ontogeny in two populations of cowbirds (*Molothrus ater*). *J. Comp. Psychol.* **110**, 276-285.
45. Koivula, K., Lahti, K., Orell, M. and Ryttonen, S. 1993. Prior residency as a key determinant of social dominance in the willow tit (*Parus montanus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* **33**, 283-287.
46. Kroodsma, D.E. 1982. Learning and the ontogeny of sound signals in birds. In : *Acoustic communication in birds. Vol. 2.* (Kroodsma, D.E. and Miller, E.H. eds.) New York, Academic Press. pp. 1-23.
47. Li, R. and Sakaguchi, H. 1997. Cholinergic innervation of the song control nuclei by the ventral paleostriatum in the zebra finch - A double labeling

- study with retrograde fluorescent tracers and choline acetyltransferase immunohistochemistry. *Brain Res.* **763**, 239-246.
48. Loughheed, S.C., Handford, P. and Baker, A.J. 1993. Mitochondrial DNA hyperdiversity and vocal dialects in a subspecies transition of the rufous-collard sparrow. *Condor.* **95**, 889-895.
 49. Mann, N. I. and Slater, P.J.B. 1994. What causes young male zebra finches *Taeniopygia guttata*, to choose their father as song tutor? *Anim Behav.* **47**, 671-677.
 50. Mann, N. I. and Slater, P.J.B. 1995. Song tutor choice by zebra finches in aviaries. *Anim. Behav.* **49**, 811-820.
 51. Manley, G.A. 1990. *Peripheral hearing mechanism in reptiles and birds.* Berlin, Springer-Verlag.
 52. Marler, P. and Peters, S. 1977. Selective vocal learning in a sparrow. *Sciences.* **198**, 519-521.
 53. Marler, P., Peter, S. and Wingfield, J. 1987. Correlates between song acquisition song production and plasma levels of testosterone and estradiol in sparrows. *J. Neurobiology.* **18**, 531-548.
 54. Marler, P. , Peter, S. , Ball, G.F. , Duffy, A.M. Jr. and Wingfield, J.C. 1988. The role of sex steroids in the acquisition and production of birdsong. *Nature.* **336**, 770-772.
 55. Mc. Gregor, P.K. 1991. The singer and the song : on the receiving end of bird song. *Biol. Rev.* **66**, 57-81.
 56. Morrison, R.G. and Nottebohm, F. 1993. Role of a telencephalic nucleus in the delayed song learning of socially isolated zebra finches. *J. Neurobiol.* **24**, 1045-1064.
 57. Morton, E.S. 1996. Why songbirds learn songs. An arms race over ranging. *Poultry & Avian Biol. Rev.* **7**, 65-71.
 58. Mundinger, P.C. 1970. Vocal imitation and individual recognition of finch calls. *Science.* **168**, 480-482.

59. Mundinger, P.C. 1982. Microgeographic and macrogeographic variation in the acquired vocalizations of birds. In : *Acoustic communication in birds*. Vol. 2. (Kroodsma, D.E. and Miller, E.H. eds.) New York, Academic Press. pp. 147-208.
60. Nelson, D.A. , Marler, P. and Palleroni, A. 1995. A comparative approach to vocal learning-intraspecific variation in the learning process. *Anim. Behav.* **50**, 83-97.
61. Nelson, D.A. , Whaling, C. and Marler, P. 1996. The capacity for song memorization varies in populations of The same species. *Anim. Behav.* **52**, 379-387.
62. Nespor, A.A., Lukazewicz, M.J., Dooling, R.J. and Ball, G.F. 1996. Testosterone induction of male-like vocalizations in female budgerigars (*Melopsittacus undulatus*) *Horm. Behav.* **30**, 162-169.
63. Nottebohm, F. 1975. Vocal Behavior in Birds. In. *Avian Biology*. Vol. V (Farner, D.S. and King J.R. eds) New York, Academic Press. pp. 289-332.
64. Pepperberg, I.M. 1985. Social modeling theory : a possible framework for understanding avian vocal learning. *Auk*. **102**, 854-864.
65. Pepperberg, I.M. 1994. Vocal learning in grey parrots (*Psittacus erithacus*) : Effect of social interaction reference and context. *Auk*. **111**, 300-313.
66. Pepperberg, I.M. and McLaughlin, M.A. 1996. Effect of avian-human joint attention on allospecific vocal learning by grey parrots (*Psittacus erithacus*) *J. Comp. Psychol.* **110**, 286-297.
67. Pohl-Apel, G. and Sossinka, P. 1984. Hormonal determination of song capacity in female of the zebra finch : critical phase of treatment. *Z. Tierpsychologie*. **64**, 330-336.
68. Prove, E. 1983. Hormonal correlates of behavioral development in male zebra finches. In : *Hormones and behavior in higher vertebrates* (Balthazart, J., Prove, E. and Gilles, R. eds.) Berlin, Springer Verlag. pp. 368-374.

69. Rasika, S., Nottebohm, F. and Alvarezbuylia, A. 1994. Testosterone increases the recruitment and / or survival of new high vocal center neurones in adult female canaries. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* **91**, 7854-7858.
70. Rausch, G. and Scheich, H. 1982. Dendritic spine loss and enlargement during maturation of the speech control system in the mynah bird. *Gracula religiosa. Neurosci. Letter.* **29**, 129-133.
71. Rechten, C. 1978. Interspecific mimicry in birdsong : Does the Beau Geste Hypothesis apply ? *Animal Behaviour.* **26**, 305-306.
72. Schlinger, B.A. 1994. Estrogen to song. Picograms to sonograms. *Horm. Behav.* **28**, 191-198.
73. Silver, R., O' Connell, M. and Saad, R. 1979. Effect of androgens on the behavior of birds. In : *Endocrine control of sexual behavior.* (Beyer, C. ed.) New York, Academic Press. pp. 223-278.
74. Slater, P.J.B. 1983a. The development of individual behaviour. In : *Animal Behaviour. Vol.3. Genes, Development and Learning* (Halliday, T.R. and Slater, P.J.B. eds.) New York, W.H. Freeman. pp. 82-113.
75. Slater, P.J.B. 1983b. The study of communication. In : *Animal Behaviour, Vol. 2. Communication* (Halliday, T.R. and Slater, P.J.B. eds.). Oxford, Blackwell Scientific. pp. 9-42.
76. Smith, G.T., Brenowitz, E.A., Beecher, M.D. and Wingfield, J.C. 1997. Seasonal changes in testosterone neural attributes of song control nuclei and song structure in wild songbirds. *J. Neurosci.* **17**, 6001-6010.
77. Soha, J.A., Shimizu, T. and Doupe, A.J. 1996. Development of the catecholaminergic innervation of the song system of the male zebra finch. *J. Neurobiol.* **29**, 473-489.
78. Spark, J. 1974. *Bird Behaviour.* Spain, Hamlyn.
79. Striedter, G.F. 1994. The vocal control pathways in budgerigars differ from those in songbirds. *J. Comp. Neurol.* **343**, 35-56.

80. Stuart Baker, E.C. 1926. *The Fauna of British India : Birds*. London, Taylor and Francis.
81. Tenaza, R.R. 1976. Wild mynahs mimic wild primates. *Nature*. **259**, 561.
82. Thorpe, W.H. 1967. Vocal imitation and antiphonal song and its implication. *Proc. Int. Ornithol. Congr.* **14**, 245-263.
83. Tinbergen, N. 1963. On aims and method of ethology. *Z. Tierpsychol.* **20**, 410-433.
84. Turney, T.H. 1982. The association of visual concepts and imitative vocalizations in the myna. *Gracula religiosa*. *Bull. Psychol. Soc.* **19**, 59-62.
85. Uno, H., Ohno, Y., Yamada, T. and Miyamoto, K. 1991. Neural coding of speech sound in the telencephalic auditory area of the mynah bird. *J. Comp. Physiol. Neural. Behav. Physiol.* **169**, 231-240.
86. Vicario, D.S. 1994. Motor mechanisms relevant to auditory-vocal interactions in songbirds. *Brain, Behav. Evol.* **44**, 265-278.
87. Wade, J. and Arnold, A.P. 1996. Functional testicular tissue does not masculinize development of the zebra finch song system. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* **93**, 5264-5268.
88. Wade, J., Springer, M.L., Wingfield, J.C. and Arnold, A.P. 1996. Neither testicular androgens nor embryonic aromatase activity alter song system in zebra finches. *Biol. Reprod.* **55**, 1126-1132.
89. West, M.J. and King, A.P. 1990. Mozart's Starling. *Am. Sci.* **78**, 106-114.
90. West, M.J. , Stroud, A.N. and King, A.P. 1983. Mimicry of European starlings : The role of social interaction. *Wilson Bull.* **95**, 635-640.
91. Whaling, C.S., Nelson, D. and Marler, P. 1995. Testosterone-induced shortening of the storage phase of song development in birds interferes with vocal learning. *Develop. Psychobiol.* **28**, 367-376.

92. Wiley, R.H. 1990. Prior-residence and coat-tail effect in dominance relationships of male dark-eyed juncos, *Junco hyemalis*. *Anim. Behav.* **40**, 587-596.
93. Wiley, R.H. , Piper, W.H. , Archawaranon, M. and Thompson, E.W. 1994. Singing in relation to social dominance and testosterone in white-throated sparrows. *Behaviour.* **127**, 175-190.

ตารางที่ 1 แสดงขั้นตอนการทดลองและผลของปีจจัยการนำลูกนกมาจากรวมชาติและการเลี้ยงดูที่มีต่อความสามารถในการ
 เลียนเสียงของนกขุนทองไทย

การนำลูกนกมาจากรวมชาติ	ฝึกฟังคำและประโยค 1 ปี โดยเดี่ยวใน	ผลการทดลอง	
		ค่าเฉลี่ยความสามารถในการเลียนเสียง (ครั้ง / ชั่วโมง)	
		เลียนเสียงที่ได้ยินจากภายนอก	เลียนเสียงที่ฝึกฟัง
จับลูกนกจากรังอายุ < 4 สัปดาห์	• กรงเดี่ยว • กรงรวม	10.5 ± 4.5 2.0 ± 3.0	18.2 ± 3.7 0
จับนกโตอายุ > 6 เดือน	กรงเดี่ยว	0.2 ± 0.4 (เสียงร้องของนกขุนทองในธรรมชาติ)	0

ตารางที่ 2 แสดงผลของปัจจัยทางสังคม (อิทธิพลของเจ้าบ้าน) ที่มีต่อความสามารถในการเปลี่ยนแปลงของนกขุนทองไทยที่นำมาจากป่าในขณะที่เป็นลูกนกอายุ < 4 สัปดาห์

ขั้นตอนการทดลอง	ผลการทดลอง			ขั้นตอนการทดลอง	ผลการทดลอง	
	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการเปลี่ยนแปลง (ครั้ง / ชั่วโมง)					
	เสียงกรงเดี่ยว	เสียงกรงรวม	เสียงกรงเดี่ยว		เสียงกรงรวม	
เสียงกรงเดี่ยว	10.5 ± 4.5	18.2 ± 3.7	เสียงกรงเดี่ยว	2.0 ± 3.0	0	
เสียงกรงรวม	1.6 ± 3.9	2.34 ± 2.4	เสียงกรงเดี่ยว	10.2 ± 4.2	12.95 ± 7.1	
เสียงกรงเดี่ยว	9.7 ± 5.56	15.4 ± 4.95	เสียงกรงรวม	1.7 ± 4.1	1.3 ± 3.1	
เสียงกรงรวม	1.5 ± 2.78	1.4 ± 1.98	เสียงกรงเดี่ยว	8.1 ± 6.6	8.66 ± 5.46	

ตารางที่ 3 แสดงขั้นตอนการทดลองบทบาทของฮอร์โมนเพศโตสต่อโรมาและมตามอไลที่มีต่อความสามารถในการเลียนเสียงของนกขุนทองไทย

การนำลูกนก มาจากธรรมชาติ	การเลี้ยงดู	การฝึกหัด (1 ปี)	พฤติกรรมเลียนเสียง (ครั้ง / ชั่วโมง)	การทดลอง	ค่าเฉลี่ยความสามารถในการเลียนเสียง (ครั้ง / ชั่วโมง)	
					เสียงที่ได้ยินจากภายนอก	เลียนเสียง ที่ฝึกฟัง
ลูกนกจากกรังอายุ < 4 สัปดาห์	กรงเดี่ยว	ฝึกฟังคัมและ ประโยค	เลียนเสียงได้น้อย (2.0)	ให้ฮอร์โมน เทสโตสเตอโรน หรืออีตราไดโอด	$7.5 \pm 3.2'$	10.95 ± 6.7
นกอายุ > 6 เดือน (เข้าร่วมในฝูงแล้ว)	กรงเดี่ยว	ฝึกฟังคำและ ประโยค	ไม่เลียนเสียง (0)	ให้ฮอร์โมน เทสโตสเตอโรน หรืออีตราไดโอด	$2.6 \pm 1.7'$ (เสียงร้องของนกขุนทองใน ธรรมชาติ)	2.1 ± 0.5