บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การศึกษาการเจริญเติบโตของนกหงส์หยก เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับสัตว์ปีกชนิดอื่น ๆ ให้ผลดังนี้คือ

1. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตภายนอก

ระบบประสาท

primitive streak ของนกหงส์หยก เกิดในระยะ 18 ชั่วโมง แต่ในไก่จากรายงานของ Patten (1971), Lillie (1952) และ Vatterson กับ Sweeney (1970) พบว่าเกิด primitive streak ในระยะ 13 ชั่วโมง และปรากฏ head process กับ neural plate ในระยะ 18 ชั่วโมง ส่วนนกหงส์หยกพบในระยะ 24 ชั่วโมง สำหรับไก่งวง (Phillips และ Williams, 1957) neural plate เกิดในระยะ 26 ชั่วโมง ระยะ 30 ชั่วโมงพบ neural tube ในนกหงส์หยก ไก่(Patten, 1971) พบในระยะ 24 ชั่วโมง แต่จากรายงานของ Lillie (1952) พบว่าไก่มี neural tube ในระยะ 26 ชั่วโมง ไก่งวง (Phillips และ Williams, 1957) พบในระยะ 48 ชั่วโมง สมองเจริญแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ สมองส่วนหน้า , สมองส่วนกลาง , และสมองส่วนท้าย ของนกหงส์หยกเกิดในระยะ 40 ชั่วโมง รายงานของ Patten (1971) กล่าวว่าไก่มีสมองแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ในระยะ 29 - 30 ชั่วโมง แต่ Lillie (1952) พบว่าเกิดในไก่ระยะ 30 - 38 ชั่วโมง สำหรับไก่งวงพบในระยะ 60 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่าการเจริญของระบบประสาท ในขั้นต้นนี้นกหงส์หยกมีการเจริญช้ากว่าไก่(Patten, 1971) แต่ใกล้เคียงกับรายงานของ Lillie, (1952) ที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ใช้ในการฟัก เพราะการฟักไก่ในระยะ 2 - 3 วันแรก จะฟักที่อุณหภูมิ 102 - 103 °ฟ และจะลดลงประมาณ 3 - 5 °ฟ ทุก ๆ 4 - 5 วัน จนกระทั่งเหลือ 95 °ฟ ในระยะสุดท้ายของการฟัก แต่ของนกหงส์หยกฟักที่ 100 °ฟ คงที่ตลอดระยะเวลาฟัก ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในระยะแรกของการฟักไข่ ไข่ไก่จะฟักที่อุณหภูมิสูงกว่า การเจริญของระบบประสาทในระยะแรกจึงเป็นไปได้เร็วกว่าของนกหงส์หยก และจากการทดลองของ Romanoff (1960) พบว่าถ้านำไข่มาฟักในที่อุณหภูมิต่าง ๆ กันในช่วง 1 °ซ หรือ 3.2 °ฟ จะทำให้การเจริญของตัวอ่อนของไก่ผิดกันไปยิ่งอุณหภูมิสูงการเจริญเติบโตก็จะเร็วขึ้นตามลำดับ แสดงว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญ ต่อการเจริญ

ของตัวอ่อน แต่จากรายงานของ Lillie (1952) ปรากฏว่าการเกิดระบบประสาทใกล้เคียงกับนกหงส์หยกเขาใจว่าอุณหภูมิที่ใช้ฟักใกล้เคียงกัน แต่ระบบประสาทของไก่งวง เจริญช้ากว่านกหงส์หยกมาก เพราะอุณหภูมิที่ใช้ฟักประมาณ 103 °F แต่ขนาดของไข่ใหญ่กว่าของไก่ และนกหงส์หยก จึงทำให้การเจริญในขั้นแรกช้ากว่ามาก

ระบบเครื่องปกคลุม

ตุ่มขน ในนกหงส์หยกเกิดตุ่มขนในวันที่ 9 เช่นเดียวกับนกกระทา (Hendrickx และ Hanzlik, 1965) แต่ไก่แจ้เกิดตุ่มขนในวันที่ 6 (Rempel และ Eastlick, 1957) เนื่องจากนกกระทาและนกหงส์หยกมีลักษณะขนใกล้เคียงกัน การเกิดตุ่มขนจึงเกิดในระยะใกล้เคียงกัน แต่ในไก่แจ้มีการเจริญของขนมากกว่าในนกหงส์หยก และระยะเวลาในการฟักใกล้เคียงกับนกกระทา ประมาณ 19 วัน ดังนั้นจึงมีการเร่งการเกิดตุ่มขนก่อน

หนังตา nictitating membrane ของนกหงส์หยกเคลื่อนลงมาคลุม cornea มิด ในวันที่ 15 ในไก่วันที่ 14 เช่นเดียวกับในไก่แจ้ และนกกระทา การเกิดตาในนกหงส์หยกระยะแรกเกิดหลังจากการเกิดตาในไก่ ไก่แจ้ และนกกระทา ดังนั้นการเจริญของ nictitating membrane จึงช้ากว่า

ระบบทางเดินอาหาร

ทางเดินอาหารส่วนหน้าของนกหงส์หยกปรากฏในระยะ 30 ชั่วโมง แต่ในไก่ (Patten, 1971 Watterson และ Sweeney 1970) พบในระยะ 24 ชั่วโมง แต่ของ Lillie (1952) พบในระยะ 27 ชั่วโมง สำหรับทางเดินอาหารส่วนปลาย ปรากฏในระยะ 96 ชั่วโมงทั้งในไก่ และนกหงส์หยก การเจริญของทางเดินอาหารส่วนต้นขึ้นอยู่กับการเจริญของส่วนหัว เมื่อส่วนหัวเจริญเป็น neural tube เรียบร้อยก็มีการยกหัวขึ้นจากไข่แดง ทำให้เกิดทางเดินอาหารส่วนต้น ดังนั้นการที่ทางเดินอาหารส่วนต้นของนกหงส์หยกเจริญช้ากว่าในไก่ในช่วงความแตกต่างเทากับระบบประสาท ก็เพราะระบบประสาทในไก่เจริญได้เร็วกว่าในนกหงส์หยก ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากอุณหภูมินั่นเอง แต่ทางเดินอาหารส่วนปลายเจริญในเวลาเดียวกัน เพราะในระยะวันที่ 4 อุณหภูมิที่ใช้ในการฟักของไก่และนกหงส์หยกเทากัน ดังนั้นช่วงการเจริญในไก่ (Patten, 1971) จึงมีการชงักไปบ้างทำให้การเจริญในขั้นนี้ ใกล้เคียงกับนกหงส์หยก

ระบบทางเดินหายใจ

trachea และlung bud ของนกหงส์หยกเกิดในระยะ 50 ชั่วโมง แต่ของไก่ (Patten, 1971) เกิดในระยะ 72 ชั่วโมง ระบบทางเดินหายใจของนกหงส์หยกเจริญได้เร็วกว่าของไก่เนื่องมาจาก ไก่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่ใช้ฟัก จึงทำให้การเจริญในขั้นนี้ช้งักไป หรืออาจเนื่องมาจากนกหงส์หยกมีจำนวนไข่แดงน้อย และฟักเป็นตัวได้เร็วกว่าจึงมีการเร่งการเกิดของอวัยวะต่าง ๆ

ระบบการหมุนเวียนโลหิต

Blood island เกิดขึ้นในระยะ 24 ชั่วโมง ทั้งในนกหงส์หยก และในไก่(Patten, 1971 และ Lillie, 1952) ระยะ 30 ชั่วโมงนกหงส์หยกเกิด omphalomesenteric vein ขึ้น 2 ข้างลำตัว และทอดไปทางด้าน ventral ตรงระดับทางเดินอาหารส่วนหน้า สำหรับไก่(Patten, 1971) เกิดในระยะ 26 ชั่วโมง ส่วนรายงานของ Lillie, (1952) ในไก่พบว่าเกิดในระยะ 27 ชั่วโมง เช่นเดียวกับรายงานของ Watterson และ Sweeney(1970) จะเห็นได้ว่าหัวใจของไก่(Patten, 1971) เจริญเร็วกว่านกหงส์หยกอยู่ประมาณ 6 ชั่วโมง แต่จากรายงานของ Lillie (1952) และ Watterson กับ Sweeney (1970) ทำให้พอสรุปได้ว่า Patten (1971) ใช้อุณหภูมิในการฟักสูงกว่าของ Lillie (1952) และ Watterson กับ Sweeney (1970) การเกิดหัวใจของไก่ (Lillie, 1952; Watterson และ Sweeney 1970) และนกหงส์หยกใกล้เคียงกัน อาจเป็นเพราะว่าในระยะ 13 - 18 ชั่วโมง ไก่เจริญได้เร็วกว่าทำให้ mesoderm มีการแผ่กระจายออกไปทางด้านข้างก่อน แต่นกหงส์หยกแม้ว่าเกิดระบบประสาทที่หลังประมาณ 4 ชั่วโมง แต่ไข่นกหงส์หยกเล็กกว่าของไก่มาก เพราะฉะนั้นการแพร่กระจายของ mesoderm จึงใช้เวลาสั้นกว่า เป็นผลทำให้เกิดระบบการหมุนเวียนโลหิตในระยะเวลาใกล้เคียงกัน

ระบบกล้ามเนื้อ

นกหงส์หยกเกิด somites คู่แรกในระยะ 24 ชั่วโมง แต่ของไก่ (Patten, 1971) เกิดในระยะ 18 ชั่วโมง การเกิด somites มักเกิดไปพร้อม ๆกับการเกิดระบบประสาท ดังนั้นการเกิด somites ของนกหงส์หยกจึงช้ากว่าของไก่

ระยางค์

ในวันที่ 5 ปีก และขาของนกหงส์หยก และไก่(Hamberger และ Hamilton 1952) มีลักษณะเป็นแผ่นแบนกลม แต่จากรายงานของ Hendrickx และ

Henzlik (1965) ซึ่งทำการศึกษา การเจริญเติบโตขั้นต้น ในนกกระทา พบว่า ปีกและขาของนกกระทามีลักษณะเป็นแผ่นกลมในวันที่ 7 นกหงส์หยกมีนิ้วปรากฏในวันที่ 6 เช่นเดียวกับไกแต่นกกระทาเกิดในวันที่ 8 ส่วนไกงวงนิ้วปรากฏในวันที่ 9 (Phillips และ Williams, 1943 Wilhelm และ Robertson, 1941 Mum และ Kosin, 1960) แต่ไกแจ้ปรากฏนิ้วในวันที่ 6 (Rempel และ Easlick, 1957) วันที่ 8 พังพืดระหว่างนิ้วของนกหงส์หยก และไกแจ้หดหายไป (Rempel และ Eastlick, 1957) แต่ของนกกระทาหายไปในวันที่ 9

ระยะฟักตั้งแต่วันที่ 3 เป็นต้นไป การเจริญของนกหงส์หยกใกล้เคียงกับของไก่ เพราะในระยะนี้อุณหภูมิที่ใช้ในการฟักใกล้เคียงกัน และนกหงส์หยกฟักออกจากไข่เร็วกว่าไก่ จึงมีการเร่งการเจริญมากขึ้น แต่ที่แตกต่างจากนกกระทาประมาณ 1 วัน อาจเป็นเพราะอุณหภูมิที่ใช้ในการฟักของไข่นกกระทาประมาณ 98°ฟ และระยะฟักกินเวลาประมาณ 23 วัน ดังนั้นการเจริญของอวัยวะต่าง ๆจึงช้ากว่านกหงส์หยก และไกอยู่ประมาณ 1 วัน

2. การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตภายใน

ระบบประสาท

ในระยะ 50 ชั่วโมง มี otocyst, optic cup และปมประสาทคู่ที่ 5 , 7 , 8 , และ 10 จากรายงานของ Patten (1971) ในไกพบลักษณะเหล่านี้ ในระยะ 55 - 60 ชั่วโมง Lillie (1952) รายงานว่าพบ otocyst และปมประสาทคู่ที่ 5 , 7 , 8 , และ 10 ในระยะ 52 - 64 ชั่วโมง ในไกงวง (Phillips และ Williams, 1944) ปรากฏในระยะ 84 - 90 ชั่วโมง เนื่องจากสมองของนกหงส์หยกเจริญได้ช้ากว่าในไก จึงทำให้การเกิดอวัยวะรับสัมผัส และปมประสาทช้าตามไปด้วย แต่ของไกงวงที่ช้ามากนาจะมีสาเหตุมาจากอุณหภูมิที่ใช้ฟัก , ขนาดของไข่ , ปริมาณของอาหารที่มีอยู่ในไข่แดง

ระยะ 72 ชั่วโมง นกหงส์หยกมีปมประสาทสมองคู่ที่ 9 เกิดขึ้น แต่ในไก่ (Patten, 1971 Lillie, 1952) พบว่าเกิดในระยะ 96 ชั่วโมง ซึ่งช้ากว่านกหงส์หยกประมาณ 1 วัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากว่านกหงส์หยกมีขนาดเล็กและฟักออกจากไข่ได้เร็วกว่า ดังนั้นเมื่อถึงช่วงเกิดอวัยวะใด ก็จะมีการเจริญติดต่อกันไป ไม่ทิ้งช่วงห่างเหมือนในไก่

ระบบเครื่องปกคลุม

เนื้อเยื่อชั้น ectoderm เจริญไปเป็นผิวหนัง ส่วน epidermis ในระยะ 18 -

96 ชั่วโมง ยังไม่เกิดตุ่มขน และขน

ระบบทางเดินอาหาร

ระยะ 50 ชั่วโมง ในนกหงส์หยก ที่ระดับ pharynx เกิด visceral arches4 คู่ เกิด thyroid gland ตรงบริเวณ visceral arches คู่ที่ 2 เกิด liver bud Patten (1971) และ Lillie (1952) รายงานว่าลักษณะเหล่านี้เกิดในไก่ระยะ 72 ชั่วโมง เช่นเดียวกับ Watterson และ Sweeney (1970) การที่ระบบทางเดินอาหารของนกหงส์หยกเจริญได้เร็วกว่าอาจเนื่องมาจากปริมาณของไขแดงน้อยกว่า และระยะฟักตัวสั้น จึงเร่งการเจริญของระบบทางเดินอาหาร ส่วนทางเดินอาหารตอนปลายของนกหงส์หยก และไกเกิดพร้อม ๆกันในระยะ 96 ชั่วโมง จะเห็นได้ว่านาจะเป็นเพราะปริมาณของสารอาหารในไขแดง ที่มีผลในการเจริญของทางเดินอาหาร เพราะนกหงส์หยกใช้เวลาในการเจริญของทางเดินอาหารถึง 2 วัน แต่ในไก่ใช้เวลาเพียงวันเดียว

ระบบหายใจ

trachea และ lung bud เกิดเห็นได้ชัด ในระยะ 50 ชั่วโมง ส่วนไก่เกิดในระยะ 72 ชั่วโมง เนื่องมาจากนกหงส์หยกมีการเจริญของ pharynx ได้เร็วกว่าจึงเกิดทางเดินหายใจก่อน

ระบบการหมุนเวียนโลหิต

ระยะ 50 ชั่วโมง นกหงส์หยกมีหัวใจที่บิดงอพับแบ่งออกเป็น 3 ส่วนคือ atrium 2 ส่วน และ ventricle 1 ส่วน เกิดเส้นเลือด ventral aorta, dorsal aorta, cardinal vein ปรากฏขาว เส้นเลือดเหล่านี้ Patten, (1971) รายงานว่าพบในไก่ระยะ 40 ชั่วโมง แต่ Lillie (1952) และ Watterson กับSweeney (1970) รายงานว่าพบในไก่ระยะ 48 ชั่วโมง การเจริญของหัวใจ และเส้นเลือดของนกหงส์หยกต่างจากไก่ของ Patten (1971) แต่ใกล้เคียงกับ Lillie (1952) และ Watterson (1970) แสดงว่าขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ใช้ฟัก ไก่(Patten, 1971) ใช้อุณหภูมิสูงกว่า การเกิดอวัยวะต่าง ๆในระยะต้นจึงเร็วกว่า

ระบบกล้ามเนื้อ

ในนกหงส์หยกระยะ 50 ชั่วโมง epimere เจริญเป็น dermatome myotome และ sclerotome ในไก่ (Patten, 1971 Lillie, 1952 Watterson และ Sweeney, 1970) เกิดในระยะ 55 ชั่วโมง เป็นเพราะระบบประสาท และ somites เกิดช้ากว่าในไก่ จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงของ epimere เป็นไปได้ช้ากว่า

ระบบสืบพันธุ์

ในระยะ 18 - 96 ชั่วโมง ทั้งในนกหงส์หยก และไก่ ยังไม่ปรากฏ gonad

ระบบขับถ่าย

mesonephrose ของนกหงส์หยกเกิดในระยะ 72 ชั่วโมง เช่นเดียวกับของไก่ เพราะว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการฟักใกล้เคียงกัน

Allantois

นกหงส์หยกมี allantois เกิดในระยะ 96 ชั่วโมง ของไก่(Patten) เกิดในระยะท้าย ๆของ 72 ชั่วโมง แสดงว่าไกและนกหงส์หยกได้รับพลังงานจาก protein ในระยะใกล้เคียงกัน จึงมีการเกิด allantois ใกล้เคียงกัน เพื่อทำหน้าที่เก็บ uric acid และช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ซ

การเจริญเติบโตขั้นต้นของนกหงส์หยกเมื่อเปรียบเทียบกับการเจริญของสัตว์ปีกชนิดอื่น

ระบบประสาท ในระยะ 18 - 40 ชั่วโมงเจริญได้ช้ากว่าของไก่ แต่ในระยะ 50 - 96 ชั่วโมง เจริญได้พร้อม ๆกัน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากอุณหภูมิที่ใช้ฟัก เพราะไก่ฟักในที่ ๆมีอุณหภูมิสูงกว่า

ระบบเครื่องปกคลุม ตุ่มขน และขนของไก่เกิดพร้อม ๆกับนกหงส์หยก ในระยะวันที่ 9 แต่หลังจากวันที่ 11 ไปแล้วไก่มีการเจริญของขนเร็วกว่านกหงส์หยกมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากไก่ฟักอยู่ในไข่นานกว่านกหงส์หยก จึงมีการเจริญของขนมากกว่านกหงส์หยก

ระบบทางเดินอาหาร ทางเดินอาหารของนกหงส์หยก เจริญได้เร็วกว่าในไก่ อาจเป็นไปได้ว่าปริมาณของไข่แดงน้อยกว่า และระยะฟักเป็นตัวสั้นกว่าจึงมีการเร่งการเจริญของระบบทางเดินอาหาร

ระบบการหมุนเวียนโลหิต ของไก่เร็วกว่านกหงส์หยกเล็กน้อยในระยะ

แรกเพราะว่าระยะ 13 - 18 ชั่วโมง ไก่เจริญได้เร็วกว่า ทำให้ mesoderm มีการแผกระจายออกไปทางด้านข้างก่อน แต่ไข่นกหงส์หยกมีขนาดเล็กกว่าของไก่มาก เพราะฉะนั้นการแผกระจายของ mesoderm จึงใช้เวลาสั้นกว่าเป็นผลทำให้เกิดระบบหมุนเวียนโลหิตในระยะเวลาใกล้เคียงกัน

<u>ระบบกล้ามเนื้อ</u> นกหงส์หยกเกิดช้ากว่าไก่ เพราะฟักที่อุณหภูมิต่ำกว่าจึงมีการเจริญได้ช้ากว่า

<u>ระบบหายใจ</u> เกิดเร็วกว่าเพราะนกหงส์หยกมีการเจริญของ pharynx ได้เร็วกว่า

<u>ระบบขับถ่าย</u> เกิดในระยะใกล้เคียงกับไก่เพราะในระยะนี้ไก่ ใช้อุณหภูมิในการฟักใกล้เคียงกับนกหงส์หยก

จะเห็นได้ว่าความแตกต่างของนกหงส์หยก และไก่ในระบบต่าง ๆนี้อาจเป็นผลเนื่องมาจาก

- อุณหภูมิที่ใช้ฟัก
- ปริมาณของไขแดง
- ความแปรผันทาง species (species variation)

<u>ความสำคัญของการศึกษาและข้อเสนอแนะ</u>

ผลจากการศึกษาการเจริญเติบโตของตัวอ่อนนกหงส์หยก ตั้งแต่เริ่มฟักจนกระทั่งฟักออกมาเป็นตัว ทำให้ได้ความรู้พื้นฐาน ในเรื่องการเจริญเติบโตของตัวอ่อนนกหงส์หยก ทั้งนี้เนื่องจากมีผู้นิยมเลี้ยงกันมาก เพราะมีสีต่าง ๆสวยงาม ดังนั้นการศึกษาการเจริญเติบโตจึงเป็นประโยชน์ในการเพาะเลี้ยงให้ได้นกที่เกิดจากการผสมให้ได้สีตามต้องการ มีความสมบูรณ์ และการอยู่รอดมากที่สุด นอกจากนี้อาจนำไปศึกษาอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม ทางสรีรภาพ ที่มีต่อตัวอ่อน เช่น อุณหภูมิแสง รังสี และคลื่นขนาดความถี่ต่าง ๆ และศึกษาเปรียบเทียบกับการเจริญ ของตัวอ่อน ของสัตว์ปีกอื่น ๆ เพื่อหาความสัมพันธ์ของระดับเอ็นไซม์ และปริมาณอินทรียสารต่าง ๆที่สร้างขึ้นในระยะแรกของการเจริญเติบโต หรือศึกษา abnormality, mortality ในการเจริญเติบโต เช่นการผิดปกติของอวัยวะขณะกำลังเจริญ อันเป็นผลเนื่องมาจากสารเคมีพวก insecticides ชนิดต่างๆ ทั้งนี้เพราะในนกหงส์หยกมีไรเป็น parasite อยู่มาก ซึ่งถ้ามีอยู่เป็นจำนวนมากจะเป็นอันตรายถึงชีวิต จึงจำเป็นต้องมีการใช้พวก insecticides