

9-1-2003

## THE EFFECT OF CHRONIC HEAT STRESS ON THE URINARY SYSTEM PATHOLOGY OF BROILERS

Worapol Aengwanich

Suchint Simaraks

Follow this and additional works at: <https://digital.car.chula.ac.th/tjvm>



Part of the [Veterinary Medicine Commons](#)

---

### Recommended Citation

Aengwanich, Worapol and Simaraks, Suchint (2003) "THE EFFECT OF CHRONIC HEAT STRESS ON THE URINARY SYSTEM PATHOLOGY OF BROILERS," *The Thai Journal of Veterinary Medicine*: Vol. 33: Iss. 3, Article 10.

Available at: <https://digital.car.chula.ac.th/tjvm/vol33/iss3/10>

This Short Communication is brought to you for free and open access by the Chulalongkorn Journal Online (CUJO) at Chula Digital Collections. It has been accepted for inclusion in The Thai Journal of Veterinary Medicine by an authorized editor of Chula Digital Collections. For more information, please contact [ChulaDC@car.chula.ac.th](mailto:ChulaDC@car.chula.ac.th).

# ผลของภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลานานต่อการเปลี่ยนแปลง ทางพยาธิวิทยาของระบบขับถ่ายปัสสาวะในไก่เนื้อ

วรพล เองวานิช<sup>1\*</sup> สุจินต์ สิมารักษ์<sup>2</sup>

## Abstract

Worapol Aengwanich<sup>1\*</sup> Suchint Simaraks<sup>2</sup>

## THE EFFECT OF CHRONIC HEAT STRESS ON THE URINARY SYSTEM PATHOLOGY OF BROILERS

Thirty six, one day old broiler chicks were obtained from a commercial hatchery. They were brooded for 20 days before being placed in layer cages, with a wire floor, at 26-28°C, for a 7 day adaptation period. On day 28, the broilers were transferred into environmentally controlled housing, at 26-28°C, and were subjected to heat stress for 5 hrs, at a temperature of 33±1°C, each day, for 21 days. Fifteen birds were then randomly killed by cervical dislocation for macroscopic and microscopic examination of the urinary system. The results revealed that the ureters in 9 out of 15 broilers showed a sac like expansion. The sacs were filled with urine similar to the bladder seen in mammals. The space in the renal tubular lumen increased in size with an accumulation of water. The kidneys showed generalized hemorrhagic changes especially in the renal papillae and the renal tubular and subrenal capsules. Fatty degeneration could be observed in all the renal tubular epithelium. Leukocytes accumulated in many inflamed areas in the kidneys.

---

**Keywords :** broilers, heat stress, urinary system, pathophysiology

<sup>1</sup>Division of Animal Production Technology, Department of Agricultural Technology, Faculty of Technology, Maha Sarakham University, Maha Sarakham 44000

<sup>2</sup>Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen 44000

\*Corresponding author

---

<sup>1</sup>สาขาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จังหวัดมหาสารคาม 44000

<sup>2</sup>ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น 40002

\*ผู้รับผิดชอบบทความ

## บทคัดย่อ

วรพล เองวานิช<sup>1\*</sup> สุจินต์ สิมารักษ์<sup>2</sup>

### ผลของภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลานานต่อการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิวิทยาของระบบขับถ่ายปัสสาวะในไก่เนื้อ

เลี้ยงไก่เนื้อที่ผลิตในเชิงการค้าจำนวน 36 ตัว จนมีอายุ 20 วัน จากนั้นนำขึ้นเลี้ยงบนกรงตั้งเป็นเวลา 7 วันเพื่อทำการปรับสภาพ โดยให้ไก่อยู่ที่อุณหภูมิ 26-28°C. เมื่อไก่อายุได้ 28 วัน ย้ายเข้าไปเลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่มีการปรับสภาพอุณหภูมิที่ 26-28°C. เช่นเดียวกับช่วงที่ผ่านมา แต่มีการให้อุณหภูมิที่  $33 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . วันละ  $5 \pm 1$  ชม. เป็นเวลา 21 วัน จากนั้นสุ่มไก่จากทั้งหมดมาจำนวน 15 ตัว ทำการชันสูตรเพื่อตรวจพยาธิสภาพของไตไก่ทั้ง 15 ตัว พบว่าไก่ 9 ตัวจากทั้งหมด 15 ตัว มีการขยายใหญ่ของท่อน้ำปัสสาวะจากไตมายังทวารร่วม ภายในมีของเหลวใสสะสมอยู่ในปริมาณมาก ไตมีการบวมน้ำ เมื่อทำการศึกษาทางจุลพยาธิวิทยาพบว่าภายในไตมีการสะสมของน้ำปริมาณมาก โดยแทรกอยู่ระหว่างช่องว่างของท่อไต และปรากฏเด่นชัดบริเวณท่อรวมน้ำปัสสาวะ (renal papilla) มีเลือดออกกระจายอยู่ทั่วไประหว่างท่อไต ท่อรวมน้ำปัสสาวะ และชั้นใต้เยื่อหุ้มไต พบเซลล์เยื่อบุท่อไตทั่วไป เลื่อมแบบมีการสะสมของไขมัน บริเวณที่เซลล์ไตเสียหายจะมีเม็ดเลือดขาวมาสะสม

คำสำคัญ : ไก่เนื้อ ระบบขับถ่ายปัสสาวะ ภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน พยาธิสรีรวิทยา

#### บทนำ

ภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ถือเป็นปัญหาสำคัญของการเลี้ยงไก่เนื้อในประเทศเขตร้อน ทั้งนี้เนื่องจากภาวะดังกล่าวได้ส่งผลกระทบต่อทำให้ ผลผลิตลดลง อัตราการตายเพิ่มขึ้น และมีความยุ่งยากในการจัดการ ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในประเทศไทยเช่นเดียวกัน เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตร้อนมีอุณหภูมิสูง โดยเฉพาะในช่วงฤดูร้อนอาจมีอุณหภูมิสูงถึง 38-40°C. ปกติไก่เนื้อสามารถเจริญเติบโตได้ดีในช่วงอุณหภูมิ 22-24°C. และอุณหภูมิเริ่มต้นที่ทำให้ไก่เกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน คือ 32°C. (Cooper and Washburn, 1998) ขึ้นไป

เมื่ออุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมสูงขึ้นจาก 24°C. เป็น 35°C. พบว่าอุณหภูมิร่างกายของไก่เปลี่ยนแปลงจาก 41.2°C. เป็น 44.6°C. (Teeter et al., 1992) ไก่มีการตอบสนองของพฤติกรรมโดยกินน้ำเพิ่มขึ้น (May and Lott, 1992) ในขณะที่เดียวกันก็มีการขับของเหลวออกทางทวารร่วม (cloaca) ในปริมาณมาก ของเหลวที่ถูกขับออกมามีลักษณะเหลว ใส และมีความเข้มข้นต่ำกว่าน้ำปัสสาวะ (Hoppe, 1999) ดังนั้น

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของระบบขับถ่ายปัสสาวะ ในไก่เนื้อเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญเกี่ยวกับพฤติกรรมการค้ำน้ำ ขับถ่ายปัสสาวะ และรวมถึงความสัมพันธ์กับระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องของไก่เนื้อในสภาวะนี้

#### วัสดุและวิธีการ

นำไก่เนื้อที่ผลิตในเชิงการค้าจำนวน 36 ตัว จากโรงฟักเดียวกัน อายุ 1 วัน มาเลี้ยงในโรงเรือนทดลอง ให้อาหารไก่เล็ก (starter) ที่ผลิตในเชิงการค้า ให้วัคซีนนิวคาสเซิลและหลอดลมอักเสบติดต่อกันตามโปรแกรม เลี้ยงจนไก่มีอายุ 20 วัน จึงนำขึ้นเลี้ยงบนกรงตั้งเป็นเวลา 7 วัน เพื่อทำการปรับสภาพ โดยให้ไก่อยู่ที่อุณหภูมิ 26-28°C. และให้อาหารไก่เนื้อระยะกำลังเจริญเติบโต เมื่อไก่อายุ 28 วัน ย้ายไก่เข้าไปเลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่มีการปรับสภาพอุณหภูมิที่ 26-28°C. และควบคุมอุณหภูมิที่  $33 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . วันละ  $5 \pm 1$  ชม. (ให้ความร้อนโดยใช้หลอดไฟ ควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติร่วมกับเครื่องปรับอากาศ) ระหว่างเวลา 11.00 น.-16.00 น. เป็นเวลานาน 21 วัน จากนั้นทำการสุ่มไก่จากทั้งหมดมา 15 ตัว เพื่อผ่าด้วยวิธี cervical dislocation ทำการตรวจพยาธิสภาพ

ของระบบขับถ่ายปัสสาวะและไตของไก่ทั้ง 15 ตัว จากนั้นทำการเตรียมตัวอย่างเนื้อเยื่อโดยตัดไตข้างขวาบริเวณกึ่งกลาง รักษาสภาพในสารละลายฟอร์มาลิน 10% จากนั้นนำไปผ่านกระบวนการเตรียมเนื้อเยื่อถาวร โดยตัดที่ความหนา 5 ไมโครเมตร จากนั้นนำไปย้อมด้วยสี Hematoxylin & Eosin (Luna, 1968)

### ผลและวิจารณ์

#### รอยโรคพยาธิวิทยา

ไก่ 9 ตัวจากทั้งหมด 15 ตัว มีการขยายใหญ่ของท่อ นำน้ำปัสสาวะจากไตมาซึ่งทวารร่วม โดยภายในมีของเหลวใสสะสมอยู่เป็นจำนวนมาก (รูปที่ 1) ไตของไก่ทุกตัวมีการบวม น้ำ ไก่ 3 ตัวจาก 15 ตัว มีเลือดออกที่ชั้นใต้เยื่อหุ้มไต (renal capsule) (รูปที่ 8)

#### รอยโรคทางจุลพยาธิวิทยา

เมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน พบว่าภายในไตมีการสะสมของน้ำอยู่เป็นจำนวนมาก โดยแทรกอยู่ระหว่างช่องว่างของท่อไต (renal tubule) และปรากฏเด่นชัดบริเวณท่อรวมน้ำปัสสาวะ (renal papilla) ที่รับน้ำปัสสาวะมาจากการกรองที่ท่อไต นอกจากนี้ยังพบการสะสมของน้ำปัสสาวะภายในท่อปัสสาวะและระหว่างท่อปัสสาวะ (รูปที่ 2 และ รูปที่ 3) เซลล์ของเยื่อหุ้มท่อไตมีการเสื่อมแบบมีการสะสมไขมันและตาย โดยพบนิวเคลียสแบบ vesicular nuclei พร้อมกับมีการขยายใหญ่ของไซโตพลาสซึมในเกือบทุกเซลล์ (รูปที่ 3) มีเลือดออกกระจายอยู่ทั่วไปโดยแทรกอยู่ระหว่างท่อไต (รูปที่ 4) พบการเสื่อมแบบมีการสะสมของไขมันในเซลล์เยื่อหุ้มท่อไตในเกือบทุกเซลล์ (รูปที่ 5) บางบริเวณมีการรวมตัวของเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์เป็นกลุ่ม ซึ่งพบมากบริเวณที่มีการเสื่อมของเนื้อไตอย่างรุนแรง (รูปที่ 6 และ รูปที่ 7)

จากผลการตรวจพยาธิสภาพของระบบขับถ่ายปัสสาวะของไก่เมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ทำให้ทราบว่าในภาวะนี้ไก่มีการปรับตัวโดยการขยายท่อ นำน้ำปัสสาวะออกเพื่อเก็บสะสมน้ำ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับกระเพาะปัสสาวะของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (สัตว์ปีกไม่มีกระเพาะปัสสาวะ) และเมื่อไก่อยู่ในอุณหภูมิสูงมีการขับน้ำออกมาเป็นจำนวนมาก ซึ่งผลของการศึกษาในครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานของ Hoppe (1999) โดยพบว่าเมื่อไก่อยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

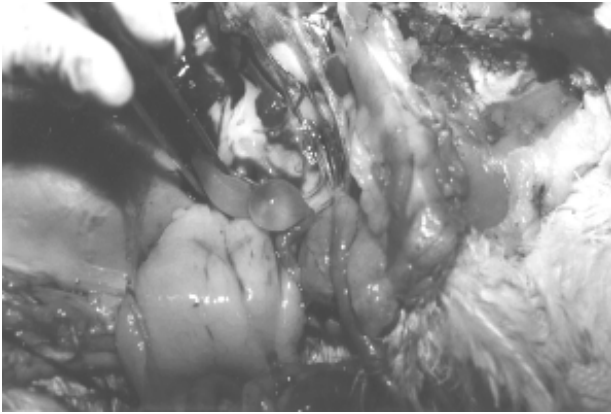
ไก่จะมีปริมาณของการขับน้ำปัสสาวะออกมามากกว่าไก่ที่อยู่ในภาวะปกติทั่วไปประมาณ 2 เท่า แต่มีความเข้มข้นของน้ำปัสสาวะ ต่ำกว่าปัสสาวะของไก่ที่อยู่ในภาวะปกติ ในขณะที่ความเข้มข้นของพลาสมาไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามจากรายงานของ Hoppe (1999) นั้น เกิดขึ้นในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนแบบเฉียบพลัน แต่ถ้าหากเป็นการศึกษาแบบการเกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลานานอาจให้ผลในทางตรงข้าม เพราะจากผลการตรวจทางจุลพยาธิวิทยาในการศึกษานี้ พบว่าเซลล์เยื่อหุ้มท่อไตส่วนใหญ่เสียหายและเสื่อมเกือบทุกเซลล์ ซึ่งอาจทำให้ไก่ไม่สามารถควบคุมสมดุลของระบบออสโมโทรไลต์ก็เป็นได้ ซึ่งควรมีการศึกษาต่อไป

เมื่อพิจารณาถึงพยาธิสภาพของท่อ นำน้ำปัสสาวะที่ขยายออก และมีน้ำปัสสาวะสะสมอยู่ภายในจำนวนมาก ของไก่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลานานนั้น อาจอธิบายการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวได้ 2 ประการคือ ประการแรก ตามปกติไก่มีการขับปัสสาวะไม่บ่อยครั้งนัก แต่เมื่อเกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน ไก่กินน้ำมากขึ้นและมีการกรองน้ำและขับออกทางไตในปริมาณมาก น้ำปัสสาวะเหล่านี้จึงสะสมที่ไต และลงมาอยู่ที่ท่อปัสสาวะแต่ไม่สามารถถูกขับออกได้เนื่องจากกล้ามเนื้อหูรูดของช่องทวารร่วมยังทำงานได้ตามปกติ ประกอบกับอวัยวะส่วนนี้ไม่สามารถดูดซึมน้ำกลับได้ ดังนั้นเมื่อมีของเหลวในปริมาณมากสะสมอยู่ จึงทำให้เกิดการขยายใหญ่ของท่อ นำน้ำปัสสาวะขึ้น ซึ่งเหตุผลที่สามารถนำมาสนับสนุนสมมติฐานนี้คือ มีการสะสมของของเหลวในไตซึ่งน่าจะเกิดจากการย้อนกลับของน้ำปัสสาวะที่มีการสะสมจำนวนมาก ย้อนกลับขึ้นไปยังไตทำให้พบมีการสะสมของน้ำปัสสาวะทั้งใน renal papilla และ ระหว่างท่อไต สมมติฐานประการที่สองคือ ไก่มีการปรับตัวเองในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลานาน เพื่อเก็บสะสมน้ำในร่างกาย โดยใช้ท่อ นำน้ำปัสสาวะจากไตซึ่งเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเมื่อพิจารณาดำเนินจากไตมาถึงช่องทวารร่วมมีตำแหน่งเฉพาะที่ท่อ นำน้ำปัสสาวะเท่านั้นที่สามารถจะมีการพัฒนาให้สามารถขยายใหญ่ขึ้นได้ ซึ่งเหตุผลที่สามารถนำมาสนับสนุนสมมติฐานดังกล่าวคือ น้ำดีถือว่าเป็นสื่อกลางที่สามารถเก็บความร้อนได้ดีที่สุด ดังนั้นเมื่อไก่เกิดภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน และมีการพยายามระบายความร้อนออกจากร่างกายโดยอาศัยกลไกแบบวิถีกลด้วยวิธีการแผ่รังสีความร้อน การนำความร้อน การพาความร้อน และการระเหยความร้อนจากการกลายเป็นไอของน้ำออกมาทางการหายใจนั้นอาจไม่เพียงพอ เพราะอุณหภูมิร่างกายของไก่นั้นสูงกว่า

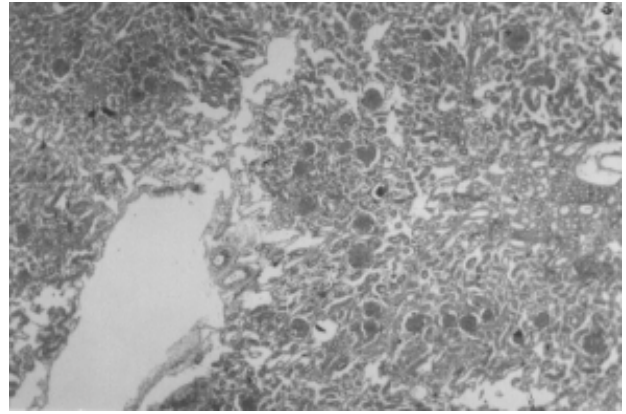
สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตามปกติทั่วไป ตัวอย่างเช่น จากการศึกษาของ Beers et al. (1989) พบว่าเมื่อเลี้ยงไก่ที่อุณหภูมิ 22-25°C. เปรียบเทียบกับที่อุณหภูมิ 37°C. พบว่า อุณหภูมิร่างกายของไก่จะเพิ่มขึ้นจาก 41.9°C. ไปเป็น 43.2°C. ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่สูงมากและก่อความเสียหายต่อเซลล์ทั่วไป การเกิดความเสียหายขึ้นกับเซลล์เยื่อบุท่อไตทุกเซลล์ การเกิดเซลล์เสื่อม เซลล์ตาย และไตเสื่อม ทำให้มีการเข้ามาเก็บกินเนื้อเยื่อที่เสียหายของไตของเม็ดเลือดขาวทั้งชนิดเซทเทอโรฟิลและลิมโฟไซท์ ซึ่งสามารถตรวจพบได้โดยทั่วไปในเนื้อเยื่อไตจากการศึกษานี้ ดังนั้นไกจึงมีการปรับตัวโดยสร้างแหล่งเก็บน้ำ เพื่อสะสมความร้อนและขับออกนอกร่างกาย ซึ่งเป็นวิธีการช่วยระบายความร้อนออกนอกร่างกายครั้งละมากๆ และออกมาจากส่วนในของร่างกายโดยตรง ซึ่งสามารถสังเกตพบได้ว่าไกมีการขับน้ำออกมามีความถี่มากกว่าปกติ เมื่ออยู่ในสภาวะอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ไกสามารถอยู่ได้สบายตามปกติ ซึ่งโดยทั่วไปไกต้องอาศัยระบบหมุนเวียนเลือดในการนำเอาความร้อนมาที่บริเวณผิวหนังหรือระบบทางเดินหายใจก่อนขับออกนอกร่างกาย (Whittow, 2000) และถ้าหากเป็นไปตามสมมติฐานดังกล่าวนี้แสดงว่าไกเมื่ออยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อนเป็นเวลานาน ไก่สามารถปรับสภาพตัวเองเพื่อลดอุณหภูมิร่างกายได้โดยการนำและพาความร้อนออกจากร่างกายส่วนในมากับน้ำปัสสาวะเป็นหลัก ซึ่งแตกต่างจากแนวคิดการระบายความร้อนของไก่ในภาวะนี้ ที่มีการรายงานและศึกษาก่อนหน้านี้ทั้งหมด และปรากฏการณ์ที่ถูกค้นพบใหม่ และอาจเรียกท่อปัสสาวะที่มีการขยายตัวเพื่อเก็บกักน้ำนี้ว่า “กระเพาะปัสสาวะเทียมที่เกิดจากท่อปัสสาวะ” (urethral pseudobladder) ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพาเอาความร้อนจากภายในร่างกายออกสู่สิ่งแวดล้อม เมื่อไกอยู่ในภาวะเครียดเนื่องจากความร้อน

### เอกสารอ้างอิง

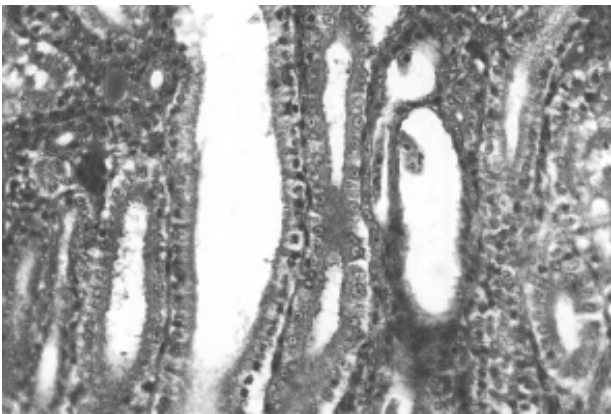
- Beers, K. W., Raup T. J., and Bottje, W. G. 1989. Physiological responses of heat stressed broilers. *Poult. Sci.* 68: 428-434.
- Cooper, M.A. and K.W. Washborn. 1998. The relationship of body temperature to weight gain, feed consumption, and feed utilization in broilers under heat stress. *Poult. Sci.* 77: 237-242.
- Daghir, N. J. 1995. *Poultry Production in Hot Climates.* The University Press, Cambridge:185-218.
- Hoppe, P.P., 1999. Wet litter in broilers. *Poultry Inter.* 38(11): 52-62.
- Luna, L.T. 1968. *Manual of Histologic Staining Methods of the Armed Force Institute of Pathology.* McGraw-Hill Book Com, NY. 1-39.
- May, J.D. and Lott, B.D., 1992. Feed and water consumption patterns of broilers at high environmental temperature. *Poult. Sci.* 71: 331-336.
- Teerter, R. G., Smith, M. O. and Wiernusz, C. J. 1992. Research Note: broiler acclimation to heat distress and feed intake effects on body temperature in birds exposed to thermoneutral and high ambient temperature. *Poultry Sci.* 71:1101-1104.
- Whittow, G.C. 2000. *Sturky's Avian Physiology.* Harcourt Inc., 6277 Sea Harbor Drive, Florida: 344-390.



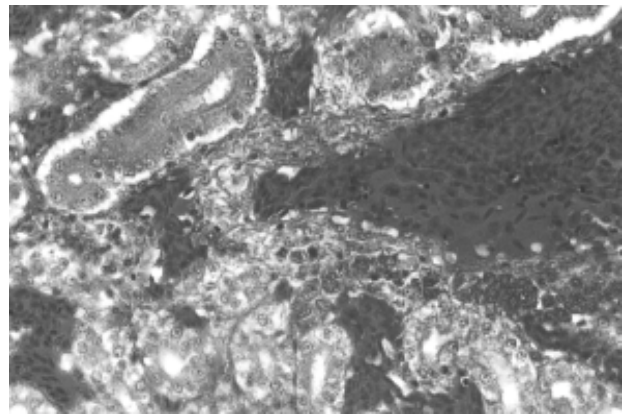
**รูปที่ 1** ส่วนของ ureters ที่เกิดการขยายตัวและมีของเหลวมาสะสมในไก่อเนื้อที่เลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ  $33\pm 1^{\circ}\text{C}$ . เป็นเวลานาน 21 วัน



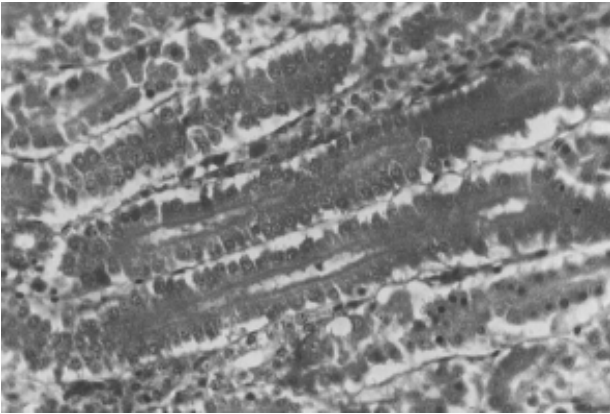
**รูปที่ 2** ของเหลวที่แทรกอยู่ระหว่างท่อไตของไก่อเนื้อที่เลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ  $33\pm 1^{\circ}\text{C}$ . เป็นเวลานาน 21 วัน (H&E stain, 40X)



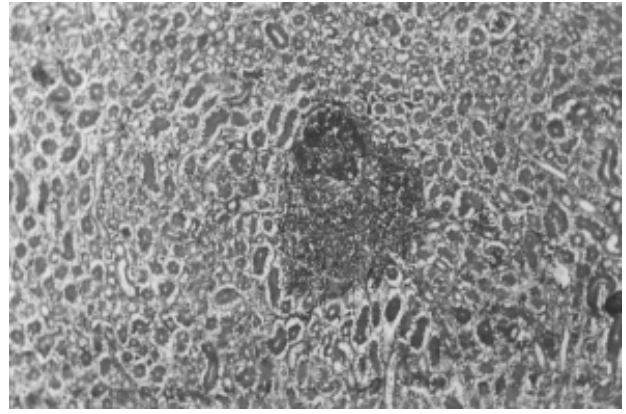
**รูปที่ 3** ท่อไตมีการขยายตัวและมีของเหลวสะสมอยู่ภายในพบในไก่อเนื้อที่เลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ  $33\pm 1^{\circ}\text{C}$ . เป็นเวลานาน 21 วัน (H&E stain, 40X)



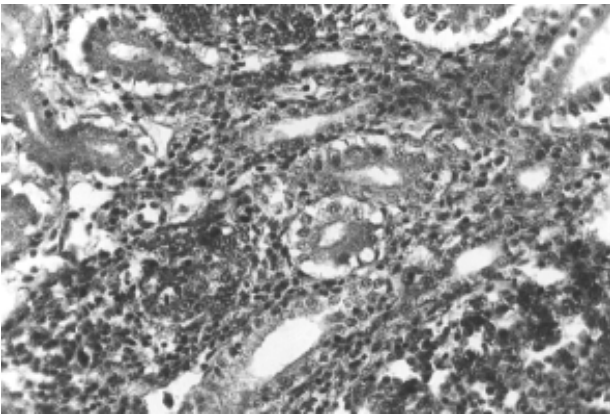
**รูปที่ 4** จุดเลือดออกแทรกอยู่ระหว่างท่อไต และมีเม็ดเลือดขาวชนิดเฮเทอโรฟิลมาสะสม พบในไก่อเนื้อที่เลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ  $33\pm 1^{\circ}\text{C}$ . เป็นเวลานาน 21 วัน (H&E stain, 40X)



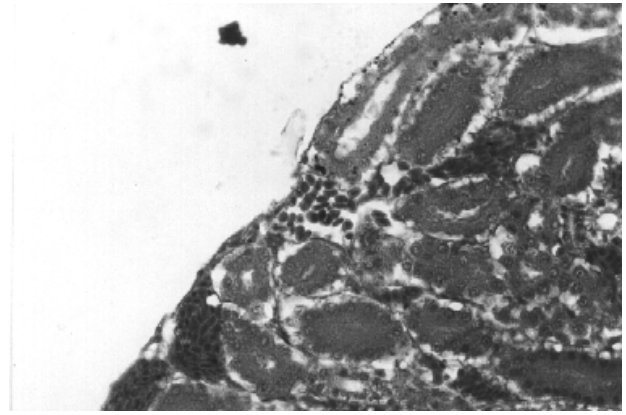
**รูปที่ 5** เซลล์เย็บท่อไตเสื่อมแบบมีการสะสมไขมัน พบในไตเนื้อที่เลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ  $33 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . เป็นเวลานาน 21 วัน (H&E stain, 40X)



**รูปที่ 6** กลุ่มของเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์บริเวณเนื้อเยื่อไตที่เสียหาย พบในไตเนื้อที่เลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ  $33 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . เป็นเวลานาน 21 วัน (H&E stain, 40X)



**รูปที่ 7** กลุ่มของเม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟไซต์บริเวณเนื้อเยื่อไตที่เสียหาย พบในไตเนื้อที่เลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ  $33 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . เป็นเวลานาน 21 วัน (H&E stain, 40X)



**รูปที่ 8** เลือดออกในชั้นใต้เยื่อหุ้มไตและระหว่างเย็บท่อไต พบในไตเนื้อที่เลี้ยงในสิ่งแวดล้อมที่มีอุณหภูมิ  $33 \pm 1^{\circ}\text{C}$ . เป็นเวลานาน 21 วัน (H&E stain, 40X)