เชียงใหม่สัตวแพทยสาร 2559; 14(2): 63-71. DOI: 10.14456/cmvj.2016.6

เชียงใหม่สัตวแพทยสาร
Chiang Mai Veterinary Journal
ISSN; 1685-9502 (print) 2465-4604 (online)
Website; www.vet.cmu.ac.th/cmvj

บทความต้นฉบับ

การใช้กากมะเขือเทศเป็นสารต้านออกซิเดชั่นต่อสมรรถภาพการเจริญเติบโตของไก่เนื้อในสภาวะเครียด

ชาติชาย โยเหลา[1] และ เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ[2,*]

[1]สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี จ. ปทุมธานี 12130
[2] ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200

บทคัดย่อ

ไก่เนื้อพันธุ์ Cobb 500 จำนวน 360 ตัว ถูกสุ่มเป็น 8 กลุ่ม (3 ซ้ำ) เลี้ยงในโรงเรือนปิด ที่ความหนาแน่นต่างกัน 2 ระดับคือ 10 และ 15 ตัวต่อตารางเมตร ตามแผนการทดลองแบบ 2×4 Factorial in Complete Randomized Design แต่ละกลุ่มความหนาแน่น ไก่ได้รับอาหารต่างกัน 4 สูตรคือ อาหารควบคุมที่ไม่ผสมกากมะเขือเทศ และอาหารทดลองที่ผสมกากมะเขือเทศแห้งร้อยละ 10, 15 และ 20 ทำการทดลองในช่วงไก่อายุ 4-6 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ในสัปดาห์ที่ 6 ไก่ที่ได้รับการเสริมกากมะเขือเทศในร้อยละ 20 มีน้ำหนักเพิ่มและอัตราการเจริญเติบโตดีกว่าไก่กลุ่มควบคุม (1273.9 เทียบกับ 1150.5 กรัม และ 90.99 เทียบกับ 82.18 กรัมต่อวัน, P<0.01) ไก่ที่ได้รับอาหารควบคุมมีสัดส่วนเม็ดเลือดขาวเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟซัยท์ สูงกว่าไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศร้อยละ 10 และ 15 (0.9 และ 1.0 เทียบกับ 1.5 ตามลำดับ, P<0.05) แสดงว่า การเสริมกากมะเขือเทศช่วยลดระดับความเครียดได้ ไก่ที่เลี้ยงอยู่ในความหนาแน่นทั้ง 2 ระดับ มีปริมาณเอนไซม์ catalase และ superoxide dismutase ใกล้เคียงกัน (P>0.05) แต่พบว่าไก่กลุ่มที่ได้รับกากมะเขือเทศร้อยละ 20 มีปริมาณเอนไซม์ catalase สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างนัยสำคัญ (P<0.05) ซึ่งบ่งชี้ถึงกระบวนการสลายโมเลกุลของ hydrogen peroxide ในร่างกายที่เพิ่มมากขึ้น สรุปได้ว่าการให้กากมะเขือเทศในอาหารในระดับสูง มีศักยภาพในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน ช่วยลดผลเสียต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อที่อยู่ในสภาพเครียดได้

คำสำคัญ กากมะเขือเทศ สารต้านอนุมูลอิสระ ไก่เนื้อ สภาวะเครียด สมรรถภาพการเจริญเติบโต

* **ผู้รับผิดชอบบทความ** เสาวลักษณ์ แย้มหมื่นอาจ ภาควิชาสัตวศาสตร์และสัตว์น้ำ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ. เชียงใหม่ 50200โทรศัพท์: + 66 53 221667 ต่อ 127 อีเมล์: saowaluck.y@cmu.ac.th

ข้อมูลบทความ *วันที่ได้รับบทความ 8 มีนาคม พ.ศ.2559 วันที่ได้รับการตีพิมพ์ 18 เมษายน พ.ศ.2559 วันที่ตีพิมพ์ออนไลน์ 20 เมษายน พ.ศ.2559*

Chiang Mai Vet J 2016; 14(2): 63-71. DOI: 10.14456/cmvj.2016.6

Original Article

Use of tomato pomace as antioxidant on growth performance of broilers under stress condition

Chartchai Yolao[1] and Saowaluck Yammuen-art[2,*]

[1] *Department of Animal Science, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani 12130.*

[2] *Department of Animal and Aquatic Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200.*

Abstract

A total of 360 broiler chicks (Cobb-500), reared in evaporative cooling house under 2 stocking densities of 10 and 15 birds/m^2 were used in 2x4 Factorial in Complete Randomized Design. In each stocking density, 180 chicks were randomly allotted into 4 dietary groups (3 replicates of each); control diet (without tomato pomace) and control diet mixed with either10, 15 or 20% of dry tomato pomace. The experiment was conducted during 4-6 week of chicken age. At week 6, chicken fed with 20% of dry tomato pomace had significantly higher body weight gain and ADG than those fed with control diet (1273.9 vs 1150.5 grams and 90.99 vs 82.18 grams per day, $P<0.01$). However, there was no significant difference in their FCR ($P>0.05$). Chickens fed with either 10 or 15 % of dry tomato pomace had lower heterophil / lymphocyte (H/L ratio) compared to the control group (0.9 and 1.0 vs 1.5, respectively, $P<0.05$). This suggested that dry tomato pomace can reduce stress response of chickens. The level of catalase and superoxide dismutase were similar in the chickens of both stocking densities. However, chickens fed with 20 % of tomato pomace had significantly higher level of catalase than those fed with the control diet ($P<0.05$), indicating a greater decomposition of hydrogen peroxide in the body. It is concluded that dry tomato pomace had potential of reducing the detrimental effect of stress induced and could improve the growth performance of broilers raised under stress condition.

Keywords; Tomato pomace, Antioxidant, Stress, Broiler, Growth performance

* **Corresponding author**: Saowaluck Yammuen-art, Department of Animal and Aquatic Science, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200 Tel.: + 66 53 221667 ext 127; E-mail: saowaluck.y@cmu.ac.th

Article history; *received manuscript: 8 March 2016, accepted manuscript: 18 April 2016, published online: 20 April 2016*

บทนำ

ปกติแล้วความหนาแน่นในการเลี้ยงไก่เนื้อในระบบเปิดมีค่าเฉลี่ยประมาณ 9-10 ตัวต่อตารางเมตร สำหรับการเลี้ยงในระบบปิด อาจจะเพิ่มความหนาแน่นได้ถึง 12 ตัวต่อตารางเมตร (Tayeb et al., 2011) แต่การเพิ่มความหนาแน่นในการเลี้ยงจะทำให้ไก่เกิดความเครียด ส่งผลต่อการเกิดอนุมูลอิสระ (free radicals) และปฏิกิริยา lipid oxidation ที่เยื่อหุ้มเซลล์ในร่างกายมากขึ้น (Manoli *et al.,* 2004) ก่อให้เกิดความเสียหายกับเซลล์เป็นจำนวนมาก อีกทั้งความเครียดยังเพิ่มการสร้างและหลั่งฮอร์โมนคอร์ติโคสเตอโรน (corticosterone) (Frankel, 1970) ซึ่งมีผลยับยั้งการตอบสนองต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ทำให้การเจริญเติบโตช้าลง (Tankson *et al.,* 2001) การเพิ่มขึ้นของระดับ heterophil ต่อ lymphocyte (H/L) เป็นตัวดัชนีบ่งชี้ถึงความเครียดในไก่ (Gross and Seigel, 1983) เมื่อไก่เกิดความเครียด ฮอร์โมนคอร์ติโคสเตอโรนที่อยู่ในชั้นอะดรีนัลคอร์เทกซ์ (adrenal cortex) จะถูกปล่อยเข้าสู่กระแสเลือด (Richard, 1998) กลูโคคอร์ติคอยด์ (glucocorticoid) มีผลทำให้เม็ดเลือดขาวชนิดลิมโฟซัยท์ (lymphocyte) ลดลง (Harmon, 1998) และเพิ่มระดับของเม็ดเลือดขาวชนิดเฮทเทอโรฟีล (heterophil) จาก Hemopect system เข้าสู่กระแสเลือด (Jain, 1993) การเพิ่มความหนาแน่นในการเลี้ยงไก่ (10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร ตามลำดับ) มีผลทำให้น้ำหนักและสัดส่วนของต่อมเบอร์ซ่าต่อน้ำหนักตัวไก่ที่อายุ 42 วัน ลดลงอย่างนัยสำคัญทางสถิติ (Heckert *et al*., 2002)

กากมะเขือเทศ (Tomato pomace) เป็นเศษเหลือทิ้ง (waste product) หรือเป็นผลพลอยได้จากโรงงานอุตสาหกรรมทำซอสและน้ำมะเขือเทศ มีคุณค่าทางโภชนะโดยเฉลี่ยคือ โปรตีนร้อยละ 21.5 ไขมันร้อยละ 16.0 เยื่อใยร้อยละ 39.8 คาร์โบไฮเดรตที่ย่อยได้ง่าย (nitrogen free extract, NFE) ร้อยละ 43.3 (Persia et al., 2003, King and Zeidler, 2004 and Jafari et al., 2006).

นอกจากนี้กากมะเขือเทศยังมีสารไลโคปินซึ่งเป็นสารในกลุ่มคาโรทีนอยด์ที่มีสรรพคุณเป็นสารต้านออกซิเดชั่น สารไลโคปินพบมากในมะเขือเทศทั้งที่เป็นส่วนผิวเปลือกและส่วนเนื้อที่ไม่ละลายน้ำซึ่งมีเยื่อใยมากโดยมีไลโคปิน 42.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สารนี้ช่วยลดการทำงานของเอนไซม์ต้านการเกิดออกซิเดชัน (oxidation) ลดการเกิด lipidperoxidation สามารถป้องกันการเกิดโรคหัวใจ และช่วยเพิ่มการทำงานของภูมิคุ้มกันโดยทำให้การสร้าง macrophage และ lymphoblastoid transformation เพิ่มขึ้น โดยปริมาณไลโคปินที่มีผลในการต้านออกซิเดชันคือระดับ 100 มก. (Levin, 2003)

จากการศึกษาถึงสมุนไพรที่มีสรรพคุณเป็นสารต้านออกซิเดชั่น เช่น ขมิ้นชันซึ่งมีสารเคอร์คิวมิน (curcumin) พบว่าช่วยเพิ่มการทำงานของเอนไซม์ต้านออกซิเดชั่น เช่น cuperoxide dismutase, catalase และ clutathione peroxidase (Reddy and Lokesh, 1994) ช่วยลดการเกิดปฏิกิริยา lipid oxidation (Ramirez-Tortosa *et al.,* 1999) เป็นสารเร่งการเจริญเติบโตในไก่เนื้อ (Samarasinghe and Weng, 2002) มีผลช่วยลดสภาวะเครียดและเพิ่มระดับภูมิคุ้มกันโรคในไก่เนื้อ (Hosseini-Vashan *et al*., 2015) ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กากมะเขือเทศซึ่งอุดมไปด้วยไลโคปีน เพื่อเป็นแหล่งสารต้านออกซิเดชั่นในการเลี้ยงไก่เนื้อในสภาพที่มีความหนาแน่นสูง ซึ่งน่าจะสามารถลดความเสียหายที่เกิดจากอนุมูลอิสระและลดปัญหาความเครียดอันจะมีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของไก่เนื้อที่เลี้ยงในระบบอุตสาหกรรมได้ อีกทั้งยังอาจช่วยลดต้นทุนค่าอาหารได้ด้วย

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบ 2×4 Factorial in Completely Randomized Design (CRD) โดยมี 2 ปัจจัย ปัจจัยที่ 1 คือ ความเครียด โดยเลี้ยงไก่ในคอกที่มีความหนาแน่น 15 ตัวต่อตารางเมตร เทียบกับกลุ่มไก่ที่อยู่ในสภาวะไม่เครียด คือเลี้ยงในคอกที่มีความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร และปัจจัยที่ 2 คือการผสมกากมะเขือเทศตากแห้งในอาหาร 4 ระดับคือร้อยละ 0, 10, 15 และ 20 โดยทดลองในไก่เนื้อพันธุ์การค้า Cobb 500 คละเพศ จำนวน 360 ตัว อายุ 4 สัปดาห์ แบ่งเป็น 8 ทรีตเมนต์ จำนวน 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำมีไก่ 15 ตัว ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ความหนาแน่น 15 ตัวต่อตารางเมตร ไม่ได้รับกากมะเขือเทศในอาหาร (S_0)

ทรีตเมนต์ที่ 2 ความหนาแน่น 15 ตัวต่อตารางเมตร เสริมกากมะเขือเทศร้อยละ 10 (S_{10})

ทรีตเมนต์ที่ 3 ความหนาแน่น 15 ตัวต่อตารางเมตร เสริมกากมะเขือเทศร้อยละ 15 (S_{15})

ทรีตเมนต์ที่ 4 ความหนาแน่น 15 ตัวต่อตารางเมตร, เสริมกากมะเขือเทศร้อยละ 20 (S_{20})

ทรีตเมนต์ที่ 5 ความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร ไม่ได้รับกากมะเขือเทศในอาหาร (NS_0)

ทรีตเมนต์ที่ 6 ความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร เสริมกากมะเขือเทศร้อยละ 10 (NS_{10})

ทรีตเมนต์ที่ 7 ความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร เสริมกากมะเขือเทศร้อยละ 15 (NS_{15})

ทรีตเมนต์ที่ 8 ความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร เสริมกากมะเขือเทศร้อยละ 20 (NS_{20})

ก่อนการทดลองตั้งแต่แรกเกิด (ลูกไก่อายุ 1 วัน) ได้ทำการชั่งน้ำหนัก นำเข้าห้องกก ทำวัคซีนนิวคลาสเซิลและหลอดลมอักเสบเมื่อลูกไก่อายุ 7 วัน ในสัปดาห์ที่ 4-6 ได้ทำการทดลองในโรงเรือนระบบปิด (Evaporative cooling system) แล้วเลี้ยงด้วยอาหารสูตรควบคุมผสมเองซึ่งมีโปรตีนร้อยละ 20 พลังงาน 3,200 กิโลแคลอรี่ต่อกิโลกรัม อาหารทดลองทำโดยให้อาหารควบคุมแล้วเสริมกากมะเขือเทศร้อยละ 10, 15 และ 20 ตามลำดับ ให้อาหารแบบไม่จำกัด วันละ 2 ครั้ง (เช้า-เย็น)

บันทึกข้อมูลจำนวนไก่ที่ตาย น้ำหนักเพิ่ม รวมทั้งปริมาณอาหารที่กินทุกสัปดาห์ เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการเจริญเติบโตและอัตราการแลกน้ำหนัก ดังนี้

น้ำหนักไก่แรกเข้าและน้ำหนักไก่แต่ละสัปดาห์ เพื่อนำมาคำนวณการเจริญเติบโต (average daily gain; ADG)

จากสูตร $ADG = \frac{\text{น้ำหนักเพิ่ม (กรัม/ตัว/วัน)}}{7}$

ปริมาณอาหารที่ไก่กินในแต่ละวันเพื่อนำมาคำนวณอัตราการแลกน้ำหนัก (Feed conversion ratio; FCR)

จากสูตร $FCR = \frac{\text{ปริมาณอาหารที่กิน}}{\text{น้ำหนักเพิ่ม}}$

ในปลายสัปดาห์ที่ 6 สุ่มเจาะเลือดไก่จำนวน 3 ตัวจากทุกทรีตเมนต์ (ซ้ำละ 1 ตัว) นำไปนับจำนวนเม็ดเลือดขาวเพื่อหาอัตราส่วนของเม็ดเลือดขาวเฮทเทอโรฟิลต่อลิมโฟซัยท์ (H/L) (Gross and Seigel, 1983) รวมทั้งทำการฆ่าไก่แล้วสุ่มเก็บตัวอย่างตับของไก่ เพื่อตรวจวัดระดับของเอนไซม์ต้านออกซิเดชัน 2 ชนิด คือ Catalase (Aebi, 1984) และ Superoxide dismutase (Flohe and Otting, 1984)

การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของทุกค่าสังเกตแต่ละทรีตเมนต์โดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (Steel and Torrie, 1980)

ผลการทดลองและวิจารณ์

จากตารางที่ 1 พบว่าปริมาณการกินอาหารของไก่ที่อยู่ในสภาวะเครียดไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับไก่ที่อยู่ในสภาวะไม่เครียด (P>0.05) คือมีค่าเท่ากับ 2524.8 เทียบกับ 2741.4 กรัมต่อตัว และปริมาณการกินอาหารของไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศแต่ละระดับไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) คือมีค่าเท่ากับ 2587.1, 2654.6, 2571.2 และ 2719.5 กรัมต่อตัว ตามลำดับ

ไก่ที่อยู่ในสภาวะไม่เครียดมีน้ำหนักตัวเมื่ออายุ 6 สัปดาห์มีแนวโน้มสูงกว่าไก่ที่อยู่ในสภาวะเครียด (2393.9 เทียบกับ 2299.9 กรัมต่อตัว แต่แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) และไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศร้อยละ 20 มีน้ำหนักตัวสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (2431.4 เทียบกับ 2316.6, 2319.8 และ 2319.9 กรัมต่อตัว ตามลำดับ, P<0.05) อย่างไรก็ตามไก่กลุ่มที่อยู่ในสภาวะเครียดโดยไม่ได้รับกากมะเขือเทศมีแนวโน้มน้ำหนักตัวต่ำที่สุด แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับไก่กลุ่มที่อยู่ในสภาวะเครียดที่ได้รับกากมะเขือเทศระดับร้อยละ 15 (P>0.05) คือมีค่า 2114.3 เทียบกับ 2212.2 กรัมต่อตัว ส่วนไก่กลุ่มที่อยู่ในสภาวะไม่เครียดที่ได้รับ กากมะเขือเทศระดับร้อยละ 20 มีแนวโน้มน้ำหนักตัวสูงสุด (2578.8 กรัมต่อตัว) ในทำนองเดียวกันไก่ที่อยู่ในสภาวะไม่เครียดมีน้ำหนักเพิ่มมากกว่าไก่ที่อยู่ในสภาวะเครียด (1239.0 เทียบกับ 1131.2 กรัมต่อตัว ตามลำดับ, P<0.01) และไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศในระดับร้อยละ 20 มีน้ำหนักเพิ่มสูงกว่ากลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (1273.9 เทียบกับ 1150.5, 1160.5 และ 1155.4 กรัมต่อตัว ตามลำดับ, P<0.01) โดยพบว่า ไก่กลุ่มที่อยู่ในสภาวะเครียดและไม่ได้รับกากมะเขือเทศ มีน้ำหนักเพิ่มต่ำที่สุด (1051.5 กรัมต่อตัว) และไก่กลุ่มที่อยู่ในสภาวะไม่เครียดได้รับกากมะเขือเทศระดับร้อยละ 20 มีแนวโน้มน้ำหนักเพิ่มสูงที่สุด (1318.0 กรัมต่อตัว)

อัตราการเจริญเติบโตของไก่ที่อยู่ในสภาวะเครียดต่ำกว่าไก่ที่อยู่ในสภาวะไม่เครียด (P<0.01) คือ 80.8 เทียบกับ 88.5 กรัมต่อตัวต่อวัน ในขณะที่ไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศระดับร้อยละ 20 มีอัตราการเจริญเติบโตสูงกว่าไก่ที่ไม่ได้รับกากมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.01) คือ 90.99 เทียบกับ 82.18 กรัมต่อตัวต่อวัน โดยที่ไก่กลุ่มที่อยู่ในสภาวะเครียดไม่ได้รับกากมะเขือเทศ มีอัตราการเจริญเติบโตต่ำที่สุด (82.18 กรัมต่อตัวต่อวัน) แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับไก่กลุ่มที่ได้รับกากมะเขือเทศระดับร้อยละ 10 และ 15 ซึ่งมีอัตราการเจริญเติบโตเท่ากับ 82.89 และ 82.53 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ

ไก่ที่อยู่ในสภาวะไม่เครียดและไก่ที่อยู่ในสภาวะเครียด มีอัตราการแลกน้ำหนักเท่ากัน (2.2) และไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศทุกระดับ มีอัตราการแลกน้ำหนักไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (P>0.05) คือมีค่าเท่ากับ 2.2, 2.3, 2.2 และ 2.1 ตามลำดับ

ในด้านสมรรถภาพการผลิตของไก่ทดลอง (อัตราการเจริญเติบโต ปริมาณอาหารที่กิน และน้ำหนักเพิ่ม) พบว่า ผลจากความเครียดทำให้ไก่ที่อยู่ในความหนาแน่นสูง (15 ตัวต่อตารางเมตร) มีการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวลดลงและมีแนวโน้มของการเพิ่มน้ำหนักน้อยกว่าไก่ที่อยู่ในสภาวะไม่เครียด (10 ตัวต่อตารางเมตร) (1131.2 เทียบกับ 1239.0 กรัมต่อตัว) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเพิ่มความเครียดทำให้ไก่มีแนวโน้มกินอาหารได้ลดลง จึงทำให้ได้รับโภชนะน้อยกว่าไก่ที่อยู่ใน

สภาวะไม่เครียด ไก่ที่ไม่เครียดและได้รับกากมะเขือเทศระดับร้อยละ 20 มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับกากมะเขือเทศ นอกจากนี้การให้กากมะเขือเทศในอาหารจะทำให้ต้นทุนค่าอาหารเลี้ยงไก่ลดลงอีกด้วย

ผลของการผสมกากมะเขือเทศต่ออัตราส่วนของค่าเฮทเทอโรฟีลและลิมโฟซัยท์ (H/L ratio) ในสัปดาห์ที่ 6 พบว่าไก่ที่อยู่ในสภาวะเครียดมีแนวโน้มจะมีค่า H/L ratio สูงกว่าไก่ที่อยู่ในสภาวะไม่เครียด (1.2 เทียบกับ 1.1, P>0.05) ในขณะที่ไก่ไม่ได้รับกากมะเขือเทศ มี H/L ratio สูงกว่าไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศระดับ 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (1.5 เทียบกับ 0.9 และ 1.0 ตามลำดับ, P<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศระดับร้อยละ 20 (1.1)

ผลต่อปริมาณเอนไซม์ catalase พบว่าไก่ที่อยู่ในสภาวะเครียดและสภาวะไม่เครียดไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (184.27 เทียบกับ 192.61 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมโปรตีน, P>0.05) แต่ไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศในระดับร้อยละ 20 จะมีปริมาณเอนไซม์ catalase สูงกว่าไก่ที่ไม่ได้รับกากมะเขือเทศอย่างมีนัยสำคัญ (238.35 เทียบกับ 117.19 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมโปรตีน, P<0.05) แต่ไม่แตกต่างกับไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศระดับร้อยละ 10 และ 15 (P> 0.05)

ผลต่อปริมาณเอนไซม์ superoxide dismutase พบว่าทั้งไก่ที่อยู่ในสภาวะเครียดมีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเอนไซม์นี้ต่ำกว่าไก่ที่อยู่ในสภาวะไม่เครียด แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติ (38.06 และ 43.24 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมโปรตีน, P>0.05) นอกจากนี้ไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศในระดับร้อยละ 20 มีแนวโน้มที่จะมีปริมาณเอนไซม์นี้สูงกว่ากลุ่มอื่น แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติเช่นกัน (P>0.05) คือมีค่า 47.27 เทียบกับ 36.85, 3816 และ 40.32 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ

จากการทดลองปรากฏว่า H/L ratio ของไก่ที่เลี้ยงในที่ความหนาแน่นสูงมีแนวโน้มจะมีค่าสูงกว่าไก่ที่เลี้ยงในที่ความหนาแน่นต่ำ (1.2 เทียบกับ 1.1) (P>0.05) แสดงให้เห็นว่าการเพิ่มความหนาแน่นทำให้เกิดความเครียด ซึ่งเป็นไปตามที่ Gross and Seigel (1983) ที่รายงานว่าค่า H/L บ่งชี้ถึงความเครียดในไก่ โดยไก่ที่มีความเครียดสูงขึ้นจะทำให้เม็ดเลือดขาวลิมโฟซัยท์ (L) ลดลงและเฮทเทอโรฟีล (H) เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลอัตรา H/L เพิ่มขึ้น (Daghir, 1995) และจากผลของอัตรา H/L ที่ต่ำลง (P<0.05) ในไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศระดับร้อยละ 10 และ 15 เมื่อเทียบกับไก่ที่ไม่ได้รับกากมะเขือเทศ แสดงว่าการเสริมกากมะเขือเทศมีผลลดความเครียดได้ ส่วนปริมาณเอนไซม์ catalase และ superoxide dismutase ของไก่ที่อยู่ในสภาวะเครียดไม่แตกต่างกับไก่ที่อยู่ในสภาวะไม่เครียด (P>0.05) คือมีค่าเท่ากับ 184.7 เทียบกับ 192.61 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมโปรตีน และ 38.06 เทียบกับ 43.24 ไมโครกรัมต่อมิลลิกรัมโปรตีนตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากสมมุติฐานที่ว่าไก่ที่มีความเครียดสูงจะมีการสะสมของอนุมูลอิสระในร่างกายเพิ่มขึ้นทำให้ร่างกายหลั่งสารต้านอนุมูลอิสระมากขึ้น

Table 1. Growth performance, H/L ratio, catalase and superoxide dismutase concentration (μg/mg Protein) of broilers fed with tomato pomace supplementation (T) under different stock density (S) during 4-6 week of age

	Stress				Non -stress				Factor I (S)		Factor II (T)				P-value		
	S_0	S_{10}	S_{15}	S_{20}	NS_0	NS_{10}	NS_{15}	NS_{20}	Stress	Non	0%	10%	15%	20%	S	T	SxT
Number	42	42	42	42	42	42	42	42	168	168	84	84	84	84	-	-	-
Feed intake (g/bird)	2561.5	2443.7	2481.0	2523.4	2612.8	2865.9	2661.5	2825.6	2524.8	2741.4	2587.1	2654.6	2571.2	2719.5	0.835	0.603	0.307
Body weight (g)	2114.3^{a}	2251.1^{bc}	2212.2^{ab}	2365.1^{cd}	2440.7^{de}	2434.8^{d}	2378.6^{d}	2578.8^{e}	2299.9	2393.9	2316.6^{A}	2319.8^{A}	2319.9^{A}	2431.4^{B}	0.093	0.027	0.251
Weight gain (g/bird)	1051.5^{ab}	1127.5^{ab}	1116.8^{a}	1229.0^{ab}	1249.5^{ab}	1193.6^{ab}	1194.1^{ab}	1318.0^{b}	1131.2^{B}	1239.0^{A}	1150.5^{A}	1160.5^{A}	1155.4^{A}	1273.9^{B}	<0.01	<0.01	0.205
ADG (g/bird/day)	75.11^{a}	80.53^{ab}	79.77^{ab}	87.78^{ab}	89.25^{a}	85.26^{ab}	85.29^{ab}	94.14^{b}	80.8^{B}	88.5^{A}	82.18^{A}	82.89^{AB}	82.53^{AB}	90.99^{B}	<0.01	<0.01	0.205
FCR	2.4^{b}	2.1^{a}	2.2^{ab}	2.1^{a}	2.1^{a}	2.4^{ab}	2.2^{ab}	2.1^{a}	2.2	2.2	2.2	2.3	2.2	2.1	0.422	0.771	0.481
H/L ratio	1.6^{c}	1.4^{bc}	1.1^{abc}	1.0^{ab}	1.1^{abc}	1.1^{abc}	0.7^{a}	1.1^{abc}	1.2	1.1	1.5^{B}	0.9^{A}	1.0^{A}	1.1^{AB}	0.178	0.015	0.754
CAT	165.23^{a}	202.50^{b}	200.79^{b}	268.55^{b}	169.14^{ab}	197.66^{b}	195.48^{b}	208.14^{b}	184.27	192.61	117.19^{A}	200.1^{AB}	198.1^{AB}	238.35^{B}	0.764	0.040	0.230
SOD	34.2	40.55	38.41	38.95	39.37	35.76	42.22	55.60	38.06	43.24	36.85	38.16	40.32	47.27	0.321	0.492	0.534

Note : S_0 = High S + 0% T, S_{10} = High S + 10% T, S_{15} = High S + 15% T, S_{20} = High S + 20% T

NS_0 =Low S + 0% T, NS_{10} = High S + 10% T, NS_{15} = Low S + 15% T, NS_{20} = Low S + 20% T

Body weight **at 6 wk H/L ratio** = heterophil / lymphocyte ratio, **CAT** = Catalase, **SOD** = Superoxide dismutase

SxT = Interaction between Stock density and Tomato pomace Price of tomato pomace = 10 b/kg airdry

$^{a,b\ ,A,B}$ Means in a row with different superscripts are significantly different (P<0.05)

ดังที่ Hosseini-Vashan *et al*., (2015) พบว่าอากาศร้อนทำให้ไก่เนื้อมีความเครียดและทำให้เกิดอนุมูลอิสระ และมีแนวโน้มทำให้เกิด lipid peroxidation ซึ่งจะทำให้ปริมาณเอนไซม์ catalase และ superoxide dismutase เพิ่มมากขึ้น การที่เอนไซม์ทั้ง 2 ชนิดนี้ไม่ต่างกันในการศึกษานี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการตอบสนองต่อปริมาณ hydrogen peroxide ที่เพิ่มขึ้นในไก่ที่อยู่ในสภาวะเครียด เพื่อกำจัดอนุมูลอิสระที่เกิดเพิ่มขึ้นนั้นอาจผ่านกลไก auto-oxidation ที่ใช้ต้านอนุมูลอิสระภายในชนิดอื่น เช่น glutathion peroxide ซึ่งไม่ได้ตรวจวัดในครั้งนี้ อย่างไรก็ตามระดับของเอนไซม์ catalase และ superoxide dismutase ที่สูงขึ้นในไก่กลุ่มที่ได้รับกากมะเขือเทศระดับร้อยละ 20 เมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมทั้งในไก่ที่เครียดและไม่เครียด ชี้ให้เห็นว่าการเพิ่มกากมะเขือเทศระดับที่สูงขึ้นทำให้มีกระบวนการกำจัด superoxide และ hydrogen peroxide ได้มากขึ้นหรืออาจกล่าวได้ว่ากากมะเขือเทศสามารถเพิ่มการกำจัดอนุมูลอิสระซึ่งอาจจะช่วยต้านการทำลายเซลล์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันได้

สรุป

ไก่เนื้อที่ได้รับกากมะเขือเทศมีค่า H/L ratio ต่ำกว่าไก่พวกที่ไม่ได้รับกากมะเขือเทศ ซึ่งแสดงว่ากากมะเขือเทศสามารถช่วยลดความเครียดได้ นอกจากนี้ไก่ที่ได้รับกากมะเขือเทศมีปริมาณเอนไซม์ catalase และ superoxide dismutase สูงกว่าไก่ที่ไม่ได้รับการเสริมกากมะเขือเทศ ซึ่งเอนไซม์ดังกล่าวจะช่วยในการขจัดอนุมูลอิสระได้ แต่การเสริมกากมะเขือเทศไม่มีผลต่อการเพิ่มน้ำหนักตัว ปริมาณอาหารที่กินและอัตราการแลกน้ำหนัก อย่างไรก็ตามการเลี้ยงไก่ในสภาพไม่เครียดเมื่อได้รับกากมะเขือเทศระดับร้อยละ 20 มีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีที่สุด สรุปว่าระดับการผสมกากมะเขือเทศที่ดีที่สุดสำหรับไก่เนื้อ คือระดับร้อยละ 20 ของสูตรอาหาร

References

Aebi, 1984. Catalase *in vitro*. Methods in Enzymology. 105 : 121-126.

Daghir, N.J. 1995. Poultry Production in Hot Climates. The University Press, Cambridge. 248 pp.

Frankel, A. I. 1970. Symposium: Recent Advances in Avian Endocrinology. 4: Neurohumoral control on the avian adrenal: a review. Poult. Sci. 49:869-. 921

Flohe.L and F.Otting, 1984. Superoxide Dismutase Assays. Methods in Enzymology. 105: 93-104

Gross, W.B. and H.S. Seigel. 1983. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chicken. Avian Dis. 27: 972-79.

Harmon, B.G. 1998. Avian heterophils in inflammation and disease resistance. Poult. Sci.77 : 972-977.

Heckert, R.A., I. Estevez, E. Russek-Cohen and R. Pettit-Riley. 2002. Effect of density and perch availability on the immune status of broilers. Poult. Sci. 81: 451-457.

Hosseini-Vashan, S. J., A. Golian, A. Yaghobfar. 2015. Growth, immune, antioxidant, and bone responses of heat stress-exposed broilers fed diets supplemented with tomato pomace. Int J Biometeorol. DOI 10.1007/s00484-015-1112-9

Jafari, M., R. Pirmohammadi, V. Bampidis. 2006.The use of dried tomato pulp in diets of laying hens. Int. J. Poult. Sci., 5(7): 618–622

Jain, N.C. 1993. Essential of Veterinary Hematology. Lea&Febiger, Philadelphia. 417 p.

King, A.J. and G. Zeidler. 2004. Tomato pomace may be a good source of vitamin E in broiler diets.Calif. Agric., 58 (1). 59

Levin, J. 2003. Antioxidant - Enhance Food Found to Reduced Anemia. (online) Available : http://www.cspinet.org/nah/3-99/antioxidant.htm

Manoli, L.P., G.L. Henricks and M.A. Kalama. 2004. Effect of chronic variate species and on total radical-trapping potential in distinct regions of rat brain. Neurochem Res. 25 (7): 915-921.

Persia, M.E., C.M. Parsons, M. Schang, J. Azcona. 2003. Nutritional evaluation of dried tomato seeds. Poult. Sci., 82. 141–146

Ramirez-Tortosa, M.C., M.D. Mesa, M.C. Aguilera, J.L. Quiles, L. Baro, C.L. Ramirez-Tortosa, E. Martinez-Victoria and A. Gil. 1999. Oral administration of a turmeric extract inhibits LDL oxidation and has hypocholesterolemic effects in rabbits with experimental atherosclerosis. Atherosclerosis. 147(2): 371-378. (Abstract)

Reddy, A.C. and B.R. Lokesh. 1994. Effect of dietary turmeric (*Curcuma longa*) on iron-induced lipid peroxidation in the rat liver. Food Chem. Toxicol. 32(3): 279-283.

Richard, J.J. 1998. Physiological management and environmental triggers of the ascites syndrome. Poulty International Asia Pacific Edition. 37 (8) : 28-33.

Samarasinghe, K. and C. Weng. 2002. Turmeri (*Curcuma longa*) and Manan-oligosaccharides as antibiotic replacers in broiler diets. [online] Available: http://www.zil.ethz.ch/news/praesentationen%20und%20poster02.htm. (August 14, 2005)

Steel G.D. and H.T. Torrie. 1980. Principles and Procedures of Statistics. McGrow - Hill Book Company, Saopaulu, Singapore. 633 pp.

Tankson, J.D., Y. Vizzier-Thaxton, J.P. Thaxton, J.D. May and J.A. Cameron. 2001. Stress and nutritional quality of broilers. Poult. Sci. 80: 1384-1389.p

Tayeb, I. T.,,S. N. Hassan,M. M. Mustafa,S. A. M. Sadeq.2011. Effects of various stocking density on productive performance and some physiological traits of broiler chicks. Research Opinions in Animal & Veterinary Sciences. 1(2), 89-93.