การออกแบบเปลือกอาคารที่เหมาะสมสำหรับโรงเรือนเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อ

A DESIGN OF APPROPRIATE BUILDING ENVELOPES FOR BROILER HOUSES

ธีระ สุธัญญา[1] และ ตุลย์ มณีวัฒนา[2]
[1]นิสิตปริญญาโท
[2]หัวหน้าห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
โทร 0-2218-6640 โทรสาร 0-2616-7862 E-mail: tul.m@eng.chula.ac.th

Teera Sutunya[1] and Tul Manewattana[2]
[1]Graduate student
[2]Director,Building Technology and Environment Laboratory, Department of Mechanical Engineering,
Chulalongkorn University, Phyathai Road, Patumwan, Bangkok, 10330, Thailand
Tel: 0-2218-6640 Fax: 0-2616-7862 E-mail: tul.m@eng.chula.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาถึงสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อนที่มีผลต่อสภาวะความสบายเชิงความร้อนของไก่พันธุ์เนื้อที่เลี้ยงในระบบปิด โดยพิจารณาสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อนที่เป็นผลมาจากองค์ประกอบของเปลือกอาคาร โดยเฉพาะองค์ประกอบทางด้านขนาดของโรงเรือนที่มีการใช้งานแตกต่างกันอยู่เช่นในประเทศไทยส่วนใหญ่ใช้โรงเรือนขนาด 12 m x 120 m แต่ในต่างประเทศมีการใช้โรงเรือนขนาด 24 m x 120 m การประเมินสภาวะสบายสำหรับไก่พันธุ์เนื้อจะต้องพิจารณาค่าของสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อนและการระบายอากาศ สำหรับค่าสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อนคำนวณได้โดยใช้ระเบียบวิธีสมดุลความร้อนซึ่งทำให้ได้ค่าอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมง จากนั้นจึงวิเคราะห์ร่วมกับค่าความเร็วลมตามตำแหน่งต่างๆ ในโรงเรือนที่คำนวณได้จากการศึกษาระบบระบายอากาศ เพื่อคำนวณหาค่าดัชนีที่ใช้เปรียบเทียบถึงสภาวะความสบายของไก่พันธุ์เนื้อที่เลี้ยงในโรงเรือนระบบปิด

Abstract

The aim of this research is studying the thermal environments which affect the comfortability of the broiler in closed system house. The thermal environment is determined from the effect of composite of building envelopes, especially, the the housing sizes are used differently. Most of Thailand's housing used the size of 12 m x 120 m but in other countries, the size of 24 m x 120 m was employed. The evaluation of the comfort of broiler have to consider the value of thermal environment and ventilation. For thermal environment value, heat balance method is exploited for the calculation. This method provided the air temperature and mean radiation temperatures per hour. Then, wind velocities at each housing position calculated by the study of ventilation system are analyzed together with these thermal parameters for calculating the comfort-comparing index of the closed system-feeded broiler house.

1. บทนำ

โรงเรือนระบบปิดมีความสำคัญอย่างมากในการเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อในเชิงอุตสาหกรรม เนื่องจากทำให้สามารถควบคุมการเจริญเติบโตของไก่พันธุ์เนื้อและสามารถเลี้ยงไก่ได้มากขึ้นในพื้นที่ที่เท่ากันเมื่อเทียบกับระบบเปิด รวมถึงมีการจัดการที่สะดวกมากขึ้นซึ่งรวมถึงสามารถจำกัดพื้นที่การระบาดของโรคติดต่อบางชนิดได้ สำหรับโรงเรือนระบบปิดเปลือกอาคารจะมีอิทธิพลมากต่อคุณภาพของไก่พันธุ์เนื้อที่เลี้ยงไว้ เนื่องจากเป็นตัวแปรที่มีผลโดยตรงต่อภาวะความร้อนในโรงเรือน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่มีสภาวะอากาศร้อนชื้นอย่างประเทศไทย การเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อมักจะเกิดปัญหาความเครียดทางความร้อน (Heat Stress) การศึกษาถึงสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อนที่มีผลต่อสภาวะความสบายของไก่พันธุ์เนื้อจึงมีความจำเป็นในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น บทความนี้จึงนำเสนอการประเมินสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อนที่เป็นผลมาจากองค์ประกอบของเปลือกอาคาร

การประเมินภาวะสบายของไก่พันธุ์เนื้อจำเป็นต้องพิจารณาการระบายอากาศควบคู่ไปกับสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อน พารามิเตอร์ที่มีผลต่อสภาวะสบายในการเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อได้แก่ อุณหภูมิอากาศ

อุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ย ความเร็วลมและความชื้น โดยในส่วนของอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิการแผ่รังสีจะมีอิทธิพลสำคัญมาจากโครงสร้างของเปลือกอาคาร สำหรับความเร็วลมและความชื้นจะมีอิทธิพลสำคัญมาจากระบบระบายอากาศที่ใช้ในโรงเรือน โดยความร้อนและความชื้นที่ไก่พันธุ์เนื้อผลิตได้ก็จะมีผลโดยตรงต่อพารามิเตอร์ทั้ง 4 เช่นกัน

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อนที่เป็นผลมาจากองค์ประกอบของเปลือกอาคาร จึงจำเป็นต้องคำนวณพฤติกรรมการถ่ายเทความร้อนผ่านเปลือกอาคารเพื่อหา อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ย ความเร็วลมและความชื้น ซึ่งในที่นี้จะใช้ระเบียบวิธีสมดุลความร้อนคำนวณหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆเหล่านี้เป็นรายชั่วโมง ทำให้สามารถประมาณสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อนที่เวลาต่าง ๆได้ แต่การที่จะทราบถึงสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อนที่ตำแหน่งใด ๆได้นั้นจำเป็นต้องมีข้อมูลทางด้านความเร็วลมตามตำแหน่งต่าง ๆในโรงเรือน นอกจากนี้ยังต้องทราบลักษณะและรูปแบบของทั้งโรงเรือนและไก่พันธุ์เนื้อเพื่อหาขอบเขตในการประเมินภาวะความสบาย สำหรับภาวะความสบายสำหรับพันธุ์เนื้อนั้นจะใช้ดัชนี BGHI(Black Globe Humidity Index) เป็นดัชนีเปรียบเทียบภาวะความสบายของไก่พันธุ์เนื้อ

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สิ่งที่จำเป็นต้องทราบสำหรับการประเมินสภาวะความสบายสำหรับการเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อแบ่งออกเป็น พารามิเตอร์ทางสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อน ซึ่งหาได้จากระเบียบวิธีสมดุลความร้อน อีกส่วนหนึ่งที่ต้องทราบก็คือ คุณสมบัติทางร่างกายและองค์ประกอบทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยรอบของไก่พันธุ์เนื้อที่ทำให้เกิดสภาวะสบายและส่วนสุดท้ายก็คือดัชนีที่จะเป็นตัวชี้วัดเพื่อเปรียบเทียบถึงสภาวะสบายของไก่พันธุ์เนื้อ

2.1 ระเบียบวิธีสมดุลความร้อน

ระเบียบวิธีสมดุลความร้อนเป็นวิธีคำนวณที่นำมาใช้หาค่าสภาวะแวดล้อมเชิงความร้อน ซึ่งการที่จะทราบถึงค่าพารามิเตอร์เชิงความร้อนต่าง ๆภายในโซนที่ต้องการได้นั้น จะต้องพิจารณาภาวะสมดุลความร้อน 4 แห่งด้วยกัน ได้แก่ สมดุลความร้อนที่ผิวผนังด้านนอก การนำความร้อนผ่านชั้นผนัง สมดุลความร้อนที่ผิวผนังด้านในและสมดุลความร้อนที่อากาศภายในโซน ภาพรวมการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นในผนังใด ๆ พิจารณาได้จากรูป 1

2.1.1 สมดุลความร้อนที่ผิวผนังด้านนอก

ผิวผนังด้านนอกจะได้รับความร้อนจากการแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์และจะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนกับสิ่งแวดล้อมโดยผ่านการแผ่รังสีคลื่นยาวและการพาความร้อน สมการสมดุลความร้อนที่ผิวผนังด้านนอกเขียนได้เป็น

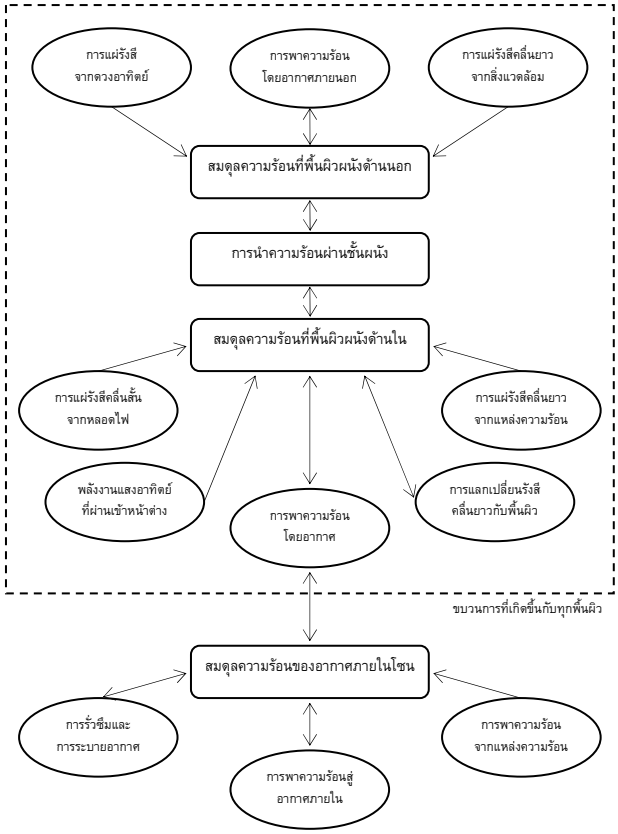
$$q''_{\alpha sol} + q''_{LWR} + q''_{conv} - q''_{ko} = 0 \qquad (1)$$

$q''_{\alpha sol}$ คือ ฟลักซ์ความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ,W/m^2

q''_{LWR} คือ ฟลักซ์ความร้อนจากการแลกเปลี่ยนรังสีคลื่นยาวกับสิ่งแวดล้อม ,W/m^2

q''_{conv} คือ ฟลักซ์ความร้อนจากการพาความร้อนโดยอากาศ ,W/m^2

q''_{ko} คือ เป็นฟลักซ์ความร้อนจากการนำความร้อนที่พื้นผิวผนังด้านนอก ,W/m^2



รูป 1 สมดุลความร้อนที่เกิดขึ้นในโซน

2.1.2 สมดุลความร้อนที่ผิวผนังด้านใน

ผิวผนังด้านในจะได้รับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาทางหน้าต่างและจะมีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างแหล่งความร้อนภายในผ่านการแผ่รังสีและการพาความร้อน สมการสมดุลความร้อนที่ผิวผนังด้านในเขียนได้เป็น

$$q''_{ki} + q''_{SW} + q''_{sol} + q''_{LWX} + q''_{LWS} + q''_{conv} = 0 \qquad (2)$$

q''_{ki} คือ ฟลักซ์ความร้อนจากการนำความร้อนที่พื้นผิวผนังด้านใน ,W/m^2

q''_{SW} คือ ฟลักซ์ความร้อนจากการแผ่รังสีคลื่นสั้นของแหล่งความร้อนภายในโซน ,W/m^2

q''_{sol} คือ ฟลักซ์ความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ซึ่งผ่านมาทางระบบหน้าต่าง ,W/m^2

q''_{LWX} คือ ฟลักซ์ความร้อนจากการแลกเปลี่ยนรังสีคลื่นยาวกับผนังต่าง ๆ ,W/m^2

q''_{LWS} คือ ฟลักซ์ความร้อนจากการแลกเปลี่ยนรังสีคลื่นยาวกับแหล่งความร้อนภายในโซน ,W/m^2

q''_{conv} คือ ความร้อนจากการพาความร้อนโดยอากาศ ,W/m^2

2.1.3 การนำความร้อนผ่านชั้นผนัง

กระบวนการนำความร้อนผ่านชั้นผนังเป็นกลไกที่เชื่อมโยงระหว่างสมดุลความร้อนที่พื้นผิวผนังด้านนอกและสมดุลความร้อนที่พื้นผิวผนังด้านใน เนื่องจากระเบียบวิธีสมดุลความร้อนจะต้องพิจารณาถึงอุณหภูมิผนังและฟลักซ์ความร้อนของผนังด้านนอกและด้านในไปพร้อม ๆกัน ระเบียบวิธีที่จะนำมาใช้แก้ปัญหาต้องสามารถตอบสนองการพิจาณานี้ได้ วิธีคำนวณด้วยฟังก์ชั่นการนำความร้อน(Conduction Transfer Function, CTF) จึงได้ถูกนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ดังกล่าว

$$q''_{ki}(t) = -X_0 T_{si,t} - \sum_{k=1}^{nz} X_k T_{si,t-k\delta} + Y_0 T_{so,t} + \sum_{k=1}^{nz} Y_k T_{so,t-k\delta} - \sum_{k=1}^{nq} \phi_k q''_{ki,t-k\delta} \quad (3)$$

สำหรับฟลักซ์ความร้อนที่พื้นผิวผนังด้านใน

$$q''_{ko}(t) = -Y_0 T_{si,t} - \sum_{k=1}^{nz} Y_k T_{si,t-k\delta} + Z_0 T_{so,t} + \sum_{k=1}^{nz} Z_k T_{so,t-k\delta} - \sum_{k=1}^{nq} \phi_k q''_{ko,t-k\delta} \quad (4)$$

สำหรับฟลักซ์ความร้อนที่พื้นผิวผนังด้านนอก

X_k คือ inside CTF เมื่อ k = 0, 1,…, nz

Y_k คือ cross CTF เมื่อ k = 0, 1,…, nz

Z_k คือ outside CTF เมื่อ k = 0, 1,…, nz

ϕ_k คือ flux CTF เมื่อ k = 0, 1,…, nq

δ คือ ช่วงเวลาที่ใช้ในการคำนวณ, sec

t คือ เวลาขณะคำนวณ

2.1.4 สมดุลความร้อนที่อากาศภายในโซน

$$q_{conv} + q_{CE} + q_{IV} + q_{sys} = 0 \quad (5)$$

q_{conv} คือ การถ่ายเทความร้อนโดยการพาจากพื้นผิวผนังด้านใน ,W

q_{CE} คือ การถ่ายเทความร้อนโดยการพาจากแหล่งความร้อนภายใน ,W

q_{IV} คือ การถ่ายเทความร้อนจากการรั่วซึมของอากาศและการระบายอากาศ ,W

q_{sys} คือ การถ่ายเทความร้อนจากระบบปรับอากาศ ,W

2.1.5 ขั้นตอนการคำนวณในระเบียบวิธีสมดุลความร้อน

ตัวแปรสำคัญในระเบียบวิธีสมดุลความร้อนก็คือ อุณหภูมิพื้นผิวผนังทั้งด้านในและด้านนอกในแต่ละชั่วโมง ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการคำนวณด้วยระเบียบวิธีสมดุลความร้อนจึงจำเป็นต้องจัดรูปของสมการที่ได้จากแบบจำลองต่าง ๆเพื่อให้เทอมที่มีตัวแปรเป็นอุณหภูมิพื้นผิวผนังสามารถรวมอยู่ด้วยกันได้ โดยการจัดรูปสมการมีขั้นตอนดังนี้

พิจารณาสมดุลความร้อนที่ผิวผนังด้านนอก McClellan[3] ได้นำเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้ในการหาค่าพารามิเตอร์ในสมการ (1) และได้ทำการแปลงความสัมพันธ์การแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนกับสิ่งแวดล้อมโดยรอบให้อยู่ในรูปเชิงเส้น สมการ (1) สามารถเขียนใหม่ได้เป็น

$$\alpha I_{total} + h_{air}(T_{air} - T_{so}) + h_{sky}(T_{sky} - T_{so}) + h_{grd}(T_{grd} - T_{so}) + h_{co}(T_{air} - T_{so}) - q''_{ko} = 0 \quad (6)$$

α คือ ค่าการดูดซับรังสีคลื่นสั้นของพื้นผิว

I_{total} คือ ฟลักซ์การแผ่รังสีคลื่นสั้นรวมของแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบลงบนพื้นผิว ,W/m^2

h_{air} คือ สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีระหว่างอากาศและผิวผนัง ,W/m^2 ·K

h_{sky} คือ สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีระหว่างท้องฟ้าและผิวผนัง ,W/m^2 ·K

h_{grd} คือ สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีระหว่างพื้นดินและผิวผนัง ,W/m^2 ·K

h_{co} คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อน ,W/m^2 ·K

T_{air} คือ อุณหภูมิอากาศ ,K

T_{sky} คือ อุณหภูมิท้องฟ้า ,K

T_{grd} คือ อุณหภูมิพื้นดิน ,K

T_{so} คือ อุณหภูมิผิวผนังด้านนอก ,K

พิจารณาสมดุลความร้อนที่ผิวด้านใน ในส่วนของการแผ่รังสีจากแหล่งความร้อนภายในจะถูกกำหนดให้มีการกระจายสู่พื้นผิวผนังด้านในอย่างสม่ำเสมอและเท่ากันในทุก ๆพื้นผิว Liesen[4] ได้นำเสนอรูปแบบการคำนวณการแลกเปลี่ยนการแผ่รังสีคลื่นยาวระหว่างผนังด้วยวิธี MRT balance ทำให้เขียนสมการ (2) ใหม่ได้เป็น

$$q''_{ki} + q''_{SW} + q''_{sol} + h_{MRT}(T_{MRT} - T_{si}) - R_{bal} + q''_{LWS} + h_{ci}(T_{zone} - T_{si}) = 0 \quad (7)$$

h_{MRT} คือ สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีเฉลี่ย ,W/m^2 ·K

h_{ci} คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อน ,W/m^2 ·K

T_{MRT} คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ย ,K

T_{si} คือ อุณหภูมิผิวผนังด้านใน ,K

T_{zone} คือ อุณหภูมิอากาศภายในโซน ,K

R_{bal} คือ ฟลักซ์การแผ่รังสีไม่สมดุล

เนื่องจากความต้องการที่จะทราบค่าอุณหภูมิอากาศภายในโซนดังนั้นจึงต้องจัดรูปสมการสมดุลความร้อนที่อากาศภายในโซนออกเป็น

$$T_{zone_i} = \frac{\sum_{j=1}^{ns} A_j h_{ci_{i,j}} T_{si_{i,j}} + q_{CE} + q_{IV} - q_{sys_i}}{\sum_{j=1}^{ns} A_j h_{ci_{i,j}}} \quad (8)$$

ทำการรวมสมการ (6) กับสมการ (4) เพื่อทำการแก้สมการหาอุณหภูมิผิวภายนอก

$$T_{so_{i,j}} = \frac{Y_{0_j} T_{si_{i,j}} + \sum_{k=1}^{nz} Y_{k_j} T_{si_{i+k\delta,j}} - \sum_{k=1}^{nz} Z_{k_j} T_{so_{i+k\delta,j}} - \sum_{k=1}^{nq} \phi_{k_j} q''_{ko_{i+k\delta,j}} + \alpha_j I_{total_{i,j}} + h_{air_{i,j}} T_{air_i} + h_{sky_{i,j}} T_{sky_i} + h_{grd_{i,j}} T_{grd_i} + h_{co_{i,j}} T_{air_i}}{Z_{0_j} + h_{air_{i,j}} + h_{sky_{i,j}} + h_{grd_{i,j}} + h_{co_{i,j}}} \quad (9)$$

ทำการรวมสมการ (7) กับสมการ (3) เพื่อทำการแก้สมการหาอุณหภูมิผิวภายใน

$$T_{si_{i,j}} = \frac{Y_{0_j} T_{so_{i,j}} - \sum_{k=1}^{nz} X_{k_j} T_{si_{i+k\delta,j}} + \sum_{k=1}^{nz} Y_{k_j} T_{so_{i+k\delta,j}} + \sum_{k=1}^{nq} \phi_{k_j} q''_{ki_{i+k\delta,j}} + h_{MRT_{i,j}} T_{MRT_i} - R_{bal} + h_{ci_{i,j}} T_{zone_i} + q''_{SW} + q''_{sol} + q''_{LWS}}{X_{0_j} + h_{MRT_{i,j}} + h_{ci_{i,j}}} \quad (10)$$

การคำนวณหาค่าอุณหภูมิพื้นผิวและอุณหภูมิอากาศภายในโซนที่ชั่วโมงใด ๆจำเป็นจะต้องคำนวณ สมการ(8) สมการ(9)และสมการ(10) ไปพร้อม ๆกัน โดยจะต้องอาศัยกระบวนการทำซ้ำไปมาระหว่าง 3 สมการนี้ทุกผนัง จนกว่าอุณหภูมิผิวผนังและอุณหภูมิอากาศที่คำนวณได้ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ขั้นตอนการคำนวณจะเป็นเช่นนี้ไปจนครบ 24 ชั่วโมง จากนั้นจะต้องทำการตรวจสอบฟลักซ์การนำความร้อนที่ผิวผนังด้านนอกและด้านใน ซึ่งผลรวมฟลักซ์ความร้อนทั้งวันจะต้องเท่ากันทั้งด้านนอกและด้านใน

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับการเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อ

ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับการเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการนำไปใช้ร่วมในการวิเคราะห์ภาวะสบาย

2.2.1 โครงสร้างโรงเรือน

โรงเรือนส่วนใหญ่จะใช้ขนาด 12m X 120m แต่ในบางแห่งก็จะมีการใช้ขนาด 24m X 120m โรงเรือนที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมักจะเป็นระบบปิด ผนังข้างมักทำเป็นชุดผ้าม่านพลาสติก P.V.C. หรือ P.E. เพื่อประโยชน์ในการระบายอากาศหากเกิดกรณีฉุกเฉิน หลังคามักทำจากสังกะสีหรือกระเบื้องซีเมนต์ สร้างเป็นรูปหน้าจั่วและมักทำการติดตั้งฉนวนกันความร้อนเพื่อลดความร้อน พื้นจะทำจากคอนกรีต มักจะมีวัสดุรองพื้นทำหน้าที่ดูดซับความชื้นที่เกิดจากมูลไก่และน้ำที่หก ซึ่งจะต้องแห้งง่าย เช่น แกลบ ทรายและฟางสับ การวางตัวของโรงเรือนมักจะวางตัวในแนวตามตะวันเพื่อลดปริมาณความร้อนจากแดดที่ส่องทางผนังด้านข้าง โดยทั่วไปมักมีการติดซิ่งลมเพื่อใช้ในการปรับความเร็วลมให้อยู่ในระดับที่ต้องการโดยเฉพาะการเลี้ยงในช่วงไก่โตซึ่งเป็นช่วงที่ต้องการสภาวะอากาศที่มีความเร็วมากกว่าไก่เล็ก

2.2.2 ระบบระบายอากาศ

วัตถุประสงค์หลักของการนำระบบระบายอากาศมาใช้ในโรงเรือนเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อระบบปิดก็คือการควบคุมอุณหภูมิ ความชื้นและการระบายกลิ่นที่ไม่ดีออกไป ในประเทศไทยนิยมใช้เป็นระบบระบายอากาศแบบระเหย(Evaporative Cooling) โดยจะใช้เป็นชนิดแผงทำความเย็นแบบเยื่อกระดาษ(Cooling Pad) เป็นส่วนใหญ่ หลักการทำงานของระบบระบายอากาศแบบระเหยคือ การให้อากาศผ่านเข้าไปในส่วนของ Cooling Pad ที่เปียกน้ำ อากาศที่ผ่านเข้ามาจะคายความร้อนให้กับน้ำโดยการทำให้น้ำระเหยทำให้อากาศที่ผ่านเข้ามาเย็นลงได้ โดยประสิทธิภาพการทำความเย็นของCooling Pad จะขึ้นอยู่กับความเร็วลม ประเภทของCooling Pad ขนาด พื้นที่และความชื้นของอากาศ โดยอุณหภูมิของอากาศที่ไหลออกจากCooling Padสามารถคำนวณได้ดังนี้

$$t_{2db} = t_{1db} - \frac{\eta \times (t_{1db} - t_{1wb})}{100} \quad (11)$$

t_{1db} คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่เข้าCooling Pad

t_{1wb} คือ อุณหภูมิกระเปาะเปียกของอากาศที่เข้าCooling Pad

t_{2db} คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้งของอากาศที่ออกจากCooling Pad

η คือ ประสิทธิภาพการอิ่มตัวของCooling Pad

การระบายอากาศจะใช้วิธีระบายอากาศให้เกิดความดันลบ (Negative Pressure) ปริมาณอากาศที่ไหลเวียนในโรงเรือนขั้นต่ำจะต้องมีการทดแทนอากาศให้หมดในโรงเรือนภายใน 1 นาที (1 air change per minute) [7]

2.2.3 การผลิตความร้อนและความชื้นจากตัวไก่

เนื่องจากไก่พันธุ์เนื้อเป็นสัตว์ที่ไม่มีต่อมเหงื่อ การระบายความร้อนออกจากร่างกายจึงจำเป็นต้องอาศัยการระบายความร้อนผ่านการหายใจเป็นหลัก ซึ่งจะเป็นการทำให้ความชื้นในร่างกายระเหยกลายเป็นไอผ่านระบบการหายใจ ดังนั้นในสภาวะที่ไก่มีความร้อนส่วนเกินมากการหายใจจะต้องถี่ขึ้นเรื่อย ๆ จึงทำให้เกิดอาการหอบได้ สัดส่วนความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝงที่ไก่ระบายออกจากร่างกายจะแปรเลี่ยนไปตามอายุ ในช่วงไก่เล็กไก่จะผลิตความร้อนออกมาในรูปความร้อนสัมผัสมากกว่าความร้อนแฝงซึ่งจะตรงกันข้ามกับช่วงไก่โต

2.2.4 สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อ

สภาวะอากาศที่เหมาะสม หมายถึง สภาวะอากาศที่มีอุณหภูมิ ความเร็วลมและความชื้น ที่ทำให้ไก่ที่เลี้ยงไว้สามารถระบายความร้อนออกจากร่างกายได้อย่างปกติ สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อจะแตกต่างกันไปตามอายุและน้ำตัว โดยกรมปศุสัตว์

[7] ได้แนะนำสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อไว้ดังนี้

อุณหภูมิอากาศ : 20 – 30 °C

ความชื้น : 50 – 80 %

ความหนาแน่น : 34 กิโลกรัม ต่อ ตารางเมตร

การระบายอากาศ : 1 air change ต่อ นาที

การให้แสง : ควรให้มีระยะมืดอย่างน้อยวันละ 1 ชั่วโมง

2.3 ดัชนีเปรียบเทียบความสุขสบายทางความร้อน

การศึกษาถึงสภาวะสบายของไก่พันธุ์เนื้อในงานวิจัยนี้ได้นำ ดัชนี BGHI มาเป็นดัชนีเปรียบเทียบภาวะความสบายของไก่พันธุ์เนื้อเมื่อมีสภาวะแวดล้อมที่ต่างกัน BGHI นั้นได้พัฒนามาจาก ดัชนีวัดความสบาย THI(Temperature Humidity Index) ซึ่งเป็น ดัชนีวัดความสบายที่ได้พิจารณาเพียง อุณหภูมิอากาศและความชื้นเท่านั้น แต่ BGHI นั้นได้ทำการพิจารณาในส่วน ความเร็วลมและอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยเพิ่มเข้าไป THI เขียนให้อยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$THI = t_{db} + 0.36t_{dp} + 41.5 \qquad (12)$$

t_{db} คือ อุณหภูมิกระเปาะแห้ง , °C

t_{dp} คือ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง , °C

สมการ (12) แสดงให้ว่าการจะพิจารณาผลจากความเร็วลมและอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยนั้นจะต้องมีพารามิเตอร์ด้านอุณหภูมิที่ได้รับผลกระทบจากความเร็วลมและอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยมาเป็นตัวแทน แนวทางหนึ่งที่ Awbi [5] ได้นำเสนอก็คือการใช้ Black Globe Temperature(BGT) ซึ่งจะเป็นอุณหภูมิที่ได้จากการพิจารณาความสมดุลระหว่างการพาความร้อนและการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนจากเครื่องตรวจจับอุณหภูมิที่เรียกว่า Globe ซึ่งเขียนสมการได้เป็น

$$h_c(T_G - T_{air}) = \varepsilon_p \sigma (T_{MRT}^4 - T_G^4) \qquad (13)$$

T_{BG} คือ Black Globe Temperature ,K

T_{air} คือ อุณหภูมิอากาศโดยรอบ ,K

T_{MRT} คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ย ,K

h_c คือ สัมประสิทธิ์การพาความร้อน ,W/m^2 · K

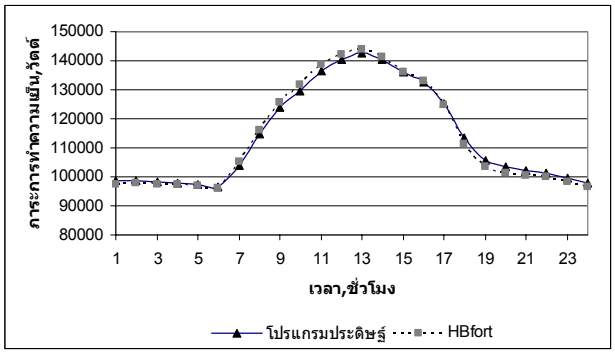
ε_p คือ ค่าการเปล่งรังสีของ Globe

σ คือ ค่าคงที่ Stefan-Boltzmann

แบบจำลองเพื่อหาสัมประสิทธิ์การพาความร้อนของ Globe ศึกษาได้จาก Awbi [5] สำหรับค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ยนั้นสามารถหาได้จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิการแผ่รังสีระนาบ(Plane Radiant Temperature) ตาม ASHRAE[1] ซึ่งเมื่อพิจารณาสมการ(13) ค่า Black Globe Temperature สามารถหาได้จากการขบวนการคำนวณซ้ำจนกระทั่งค่า Black Globe Temperature มีค่าคงที่

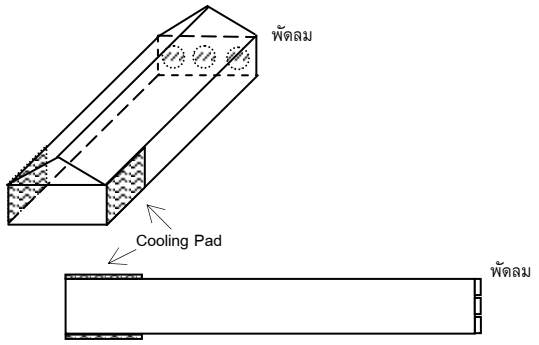
3. ผลการคำนวณ

ความถูกต้องของโปรแกรมประดิษฐ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะถูกตรวจสอบโดยการเปรียบเทียบกับโปรแกรม HBfort ซึ่งเป็นโปรแกรมมาตรฐานของ ASHRAE ที่ใช้คำนวณภาระการทำความเย็นด้วยวิธีสมดุลความร้อน ผลการคำนวณภาระการทำความเย็นของโปรแกรมประดิษฐ์เทียบกับโปรแกรม HBfort แสดงไว้ในรูป 2 ซึ่งจะมีความแตกต่างกันประมาณ 3%



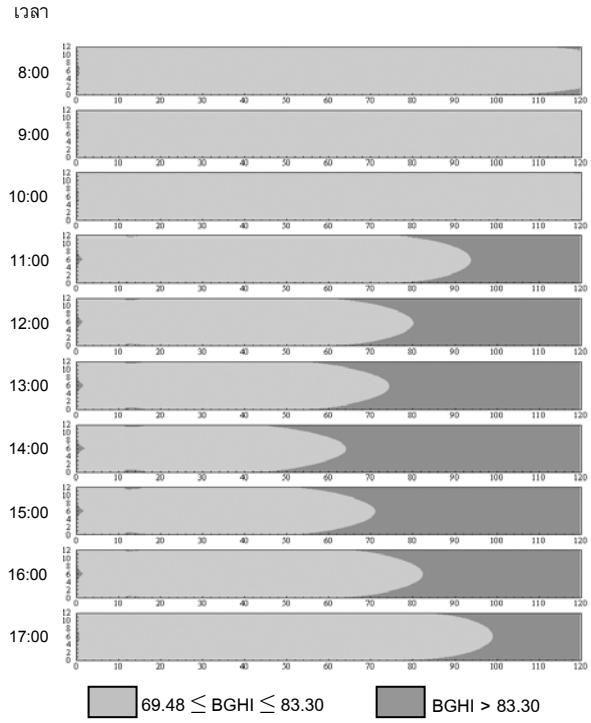
รูป 2 ผลการคำนวณภาระการทำความเย็นเปรียบเทียบกับโปรแกรม HBfort

โรงเรือนจำลองที่ใช้ในการคำนวณจะมีทั้งขนาด 12 m x 120 m และ ขนาด 24 m x 120 โดยทั้ง 2 ขนาดจะมีความสูงของโรงเรือนเท่ากันที่ 4.5 m จากพื้นจนถึงยอดหลังคา วางตัวในแนวตามตะวัน โดยหลังคาเป็นรูปหน้าจั่วทำจากสังกะสีมีการติดตั้งฉนวนกันความร้อน ผนังด้านข้างทำจากผ้าม่านพลาสติก สังกะสีและอิฐมอญฉาบปูน พื้นคอนกรีตมีวัสดุรองพื้น สมมติให้มีการเปิดพัดลมระบายอากาศตลอดเวลาแต่ทำการปรับเปลี่ยนการไหลของน้ำที่ผ่าน Cooling Pad เพื่อควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนให้มีความเหมาะสม โดยสามารถแสดงหน้าตัดโรงเรือนจำลองให้สอดคล้องกับรูปผลการทดลองได้ดังรูป 3



รูป 3 โรงเรือนจำลองที่ใช้ในการคำนวณ

การวิเคราะห์ภาวะความสบายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ ควรมีการพิจารณาทั้งในเรื่องระยะเวลาและตำแหน่ง ในเรื่องของเวลานั้นในการวิจัยนี้จึงได้ใช้ข้อมูลอากาศจริงรายชั่วโมงของแต่ละปีมาเฉลี่ย เพื่อให้ได้ค่าเป็นแนวโน้มในการพิจารณาหาช่วงเวลาที่ต้องการศึกษาภาวะความสบาย ในที่นี้ได้เลือกผลการคำนวณค่า BGHI ในวันที่มีค่ามากที่สุดของปีมาคำนวณเปรียบเทียบกันระหว่าง โรงเรือนขนาด 12 m x 120 m และ ขนาด 24 m x 120



รูป 4 ค่า BGHI สำหรับโรงเรือนขนาด 12 m x 120 m

สำหรับการพิจารณาด้านตำแหน่งนั้น จำเป็นจะต้องได้ข้อมูลความเร็วลมตามผนังและตามตำแหน่งของไก่ที่ได้จากกาศึกษาเกี่ยวกับระบบระบายอากาศในแต่ละตำแหน่งของโรงเรือนมาใช้

การพิจารณาภาวะสบายด้วยค่า BGHI นั้นจำเป็นต้องมีขอบเขตของค่า BGHI ที่บ่งบอกถึงความสบายของไก่พันธุ์เนื้อ ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดขอบเขตของค่า BGHI ที่บ่งบอกถึงภาวะสบายจากช่วงสภาวะแวดล้อมที่ได้มีการแนะนำไว้ในหัวข้อ 2.2.5.เมื่อทำการคำนวณค่า BGHI จากทุกค่าที่อยู่ในช่วงที่ได้มีการแนะนำไว้ จะได้ค่า BGHI ที่อยู่ในช่วง 69.48 – 83.30 ซึ่งจะถือว่าภาวะแวดล้อมที่มีค่า BGHI ที่อยู่ในช่วงนี้จะทำให้ไก่พันธุ์เนื้อเกิดความสบายเมื่อพิจารณาผลการคำนวณค่า BGHI ที่เกิดขึ้นในโรงเรือนขนาด12 m x 120 m และ ขนาด 24 m x 120 ในวันที่มีค่า BGHI สูงที่สุดในรอบปีซึ่งแสดงไว้ในรูป (4)และรูป (5) ตามลำดับ

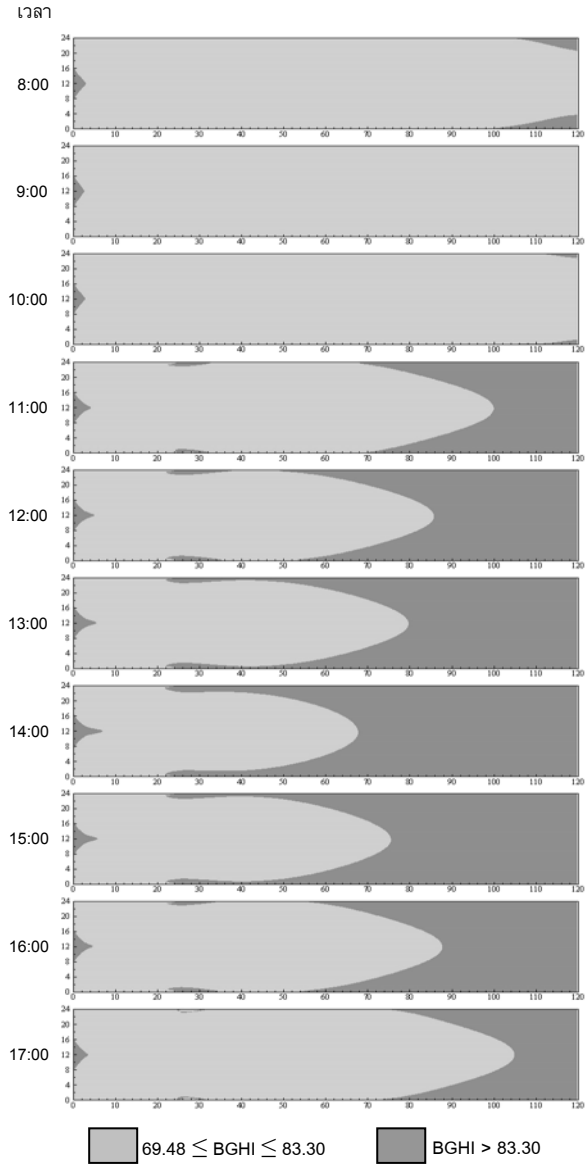
4. สรุป

จากผลที่คำนวณได้จะพบว่าพื้นที่ค่า BGHI ที่อยู่ในช่วงแนะของโรงเรือนขนาด 12 m x 120 m มีสัดส่วนต่อพื้นที่ทั้งหมดมากกว่าขนาด 24 m x 120 อยู่เล็กน้อย และค่า BGHI ในโรงเรือนขนาด 24 m x 120 ระหว่างผนังด้านหนึ่งจนถึงผนังอีกด้านหนึ่งจะมีความแตกต่างกันมากกว่าขนาด 12 m x 120 m

เอกสารอ้างอิง

[1] ASHRAE. 2001 ASHRAE Fundamental Handbook. Alanta : American Society of Heating Refrigerating and Air-Conditioning Engineering, 2001.

[2] Pederson, C.O.;Fisher, D.E. and Liesen, R.J. Development of a heat balance based procedure for calculating cooling load.



รูป 5 ค่า BGHI สำหรับโรงเรือนขนาด 24 m x 120 m

ASHRAE Transaction 103(1997) : 459-468.

[3] McClellan, T.M., Pederson, C.O. Investigation of outside heat balance models for use in a heat balance cooling load calculation procedure. ASHRAE Transaction 103(1997) : 469-484.

[4] Liesen, R.J. and Pederso, C.O. An evaluation of inside surface heat balance models for cooling load calculation. ASHRAE Transaction 103(1997) : 469-484.

[5] Awbi, H. Ventilation of Buildings.London: Spon,1991.

[6] Moura, D.J.,Welker, J.S., Naas, I.A. and Siliva, I.J.O. Thermal Efficiency Evaluation of High Density Pourly Housing in Different Environmental Control System, 2001 ASAE Annual Meeting, Paper number 014063, 2001.

[7] กรมปศุสัตว์. ประกาศกระทรวงกระเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย พ.ศ. 2542,กรุงเทพมหานคร :ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย,2542.