

การออกแบบระบบระบายอากาศที่เหมาะสมสำหรับโรงเรือนเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อ A Design of an Appropriate Ventilation System for Broiler Houses

วสันต์ เล้าห์กมล¹ และ ตุลย์ มณีวัฒนา²

¹ นิสิตปริญญาโท

² หัวหน้าห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีอาคารและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ.พญาไท ปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330

โทร 0-2218-6640 โทรสาร 0-2252-2889 E-mail: tul.m@eng.chula.ac.th

Wasan Laokamon¹ and Tul Maneewattana²

¹ Graduate student

² Director, Building Technology and Environment Laboratory, Mechanical Engineering Department,

Chulalongkorn University, Phayathai Rd, Patumwan, Bangkok 10330

Tel: 0-2218-6640 Fax: 0-2252-2889 E-mail: tul.m@eng.chula.ac.th

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้จะการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบลักษณะการระบายอากาศภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อระบบปิดที่มีความกว้างโรงเรือน 2 ขนาด คือ โรงเรือนกว้าง 12 เมตรกับโรงเรือนกว้าง 24 เมตร การตรวจสอบความแตกต่างของสภาวะสบายเชิงความร้อนภายในโรงเรือนทั้งสองที่จะส่งผลทำให้เกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน (Heat stress) ในด้านการระบายอากาศจะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง คือ ความเร็วลมที่บริเวณใกล้พื้นโรงเรือน งานวิจัยได้สร้างโปรแกรมสำหรับคำนวณการไหลในสองมิติ โดยคำนวณหาความเร็วลมในระนาบแนวราบที่ระดับตัวไก่ของโรงเรือนทั้งสองขนาด ผลที่คำนวณได้สำหรับตำแหน่งต่างๆ ภายในโรงเรือนจะนำมาวิเคราะห์เพื่อหาความแปรปรวนของค่าความเร็วลมและเปรียบเทียบสภาวะสบายทางความร้อนของไก่ในโรงเรือนทั้งสองแบบ

Abstract

The purpose of this research is the study of ventilation comparison in the broiler house which is treated as a closed system. There are two sizes for such housing: twelve meter and twenty four meter width. The inspection of the difference of the thermal comfort between these two housings that affect the broiler stress from the heat stress. From the ventilation aspect, the related parameter is the near-ground air velocity. This research proposed the two dimensional airflow calculating program which calculate the horizontal air velocity at the broiler level. The result at each position in these houses are analyzed

for obtaining the variation of the air velocity and comparing the thermal comfort of broiler in these two types of houses

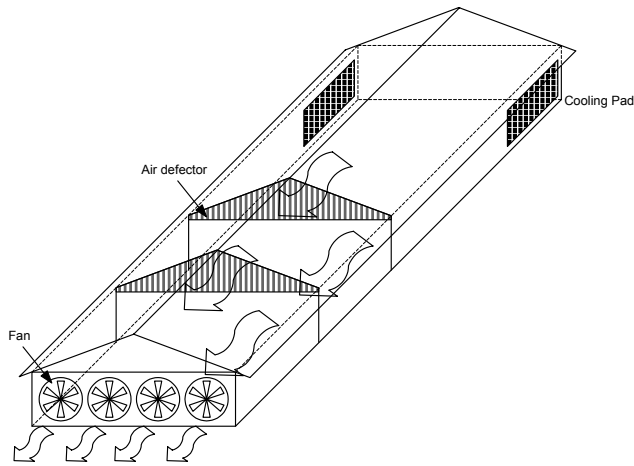
1. บทนำ

โรงเรือนสำหรับเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อ (Broiler house) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในอุตสาหกรรมการเลี้ยงไก่ โดยเฉพาะสภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทย การออกแบบโรงเรือนที่ดีโดยให้มีสภาวะแวดล้อมภายในที่ทำให้ไก่ไม่เกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน (Heat stress) จะส่งผลให้ไก่โตเร็วและให้ผลผลิตสูง

ระบบการเลี้ยงไก่พันธุ์เนื้อในประเทศไทยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามลักษณะการสร้างโรงเรือน คือ โรงเรือนระบบเปิดและโรงเรือนระบบปิด ลักษณะของโรงเรือนระบบเปิดจะเป็นพื้นที่เปิดโล่งโดยรอบ มีหลังคาแบบจั่วและใช้การระบายอากาศแบบธรรมชาติ (Natural ventilation) ส่วนโรงเรือนระบบปิดตั้งในรูปที่ 1 จะมีฉนวนกันความร้อนติดอยู่โดยรอบโรงเรือน การระบายอากาศจะใช้พัดลมดูดอากาศทำหน้าที่นำความร้อน ความชื้นและก๊าซต่างๆ ออกจากโรงเรือน ความดันอากาศภายในโรงเรือนก็จะมีค่าน้อยกว่าความดันภายนอก ทำให้อากาศไหลเข้ามาในโรงเรือนโดยไหลผ่านแผงทำความเย็นแบบเยื่อกระดาษ (Cooling Pad) อุณหภูมิอากาศจะมีค่าลดลงเนื่องจากการระเหยของน้ำที่ไหลผ่าน Cooling Pad โดยขึ้นกับสภาวะอากาศภายนอกในขณะนั้นด้วย ซึ่งระบบการทำความเย็นแบบนี้เรียกว่าระบบการทำความเย็นแบบระเหย (Evaporative cooling system)

โรงเรือนเลี้ยงไก่ในประเทศไทยโดยทั่วไปจะมีขนาดความกว้างประมาณ 12 เมตรและยาวประมาณ 120 เมตร แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการก่อสร้างโรงเรือนความกว้าง 24 เมตรขึ้นมาในต่างประเทศ ซึ่งจะมีข้อดี

ในด้านการประหยัดพื้นที่และค่าใช้จ่ายของการก่อสร้าง เนื่องจากสภาพภายในโรงเรือนก็เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาในการเลี้ยงไก่ งานวิจัยนี้จึงจะทำการเปรียบเทียบในด้านการระบายอากาศและสภาวะทางความร้อนภายในโรงเรือนทั้งสองขนาด โดยการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์คำนวณการไหลของอากาศและการถ่ายเทความร้อนในสองมิติ [2] ผลการคำนวณที่ได้จะนำมาตรวจสอบลักษณะการกระจายลมในโรงเรือนและหาค่า Black Globe Humidity Index (BGHI) ซึ่งเป็นดัชนีที่รวมผลของพารามิเตอร์หลักทางความร้อนของไก่ 4 ชนิด คือ อุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์, ความเร็วลมและการแผ่รังสีความร้อน



รูปที่ 1 ลักษณะการระบายอากาศในโรงเรือนระบบปิด

2. ทฤษฎี

ในงานวิจัยนี้จะกำหนดให้การไหลของอากาศภายในเป็นการไหลแบบอัดตัวไม่ได้ (Incompressible flow), มีความหนืด, คุณสมบัติของไหลไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ, เป็นการไหลแบบปั่นป่วนและอยู่ในสภาวะคงตัว ซึ่งจะประกอบไปด้วยสมการที่อยู่ในรูปค่าเฉลี่ยของเวลา (Time-averaged) ดังนี้

สมการอนุรักษ์มวล

$$\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

สมการโมเมนตัม

$$\rho \bar{u}_j \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} = -\frac{\partial \bar{p}}{\partial x_i} + \frac{\partial \sigma_{ij}}{\partial x_j} + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\rho \overline{u'_i u'_j}) \quad (2)$$

สมการอนุรักษ์พลังงาน

$$\rho \bar{u}_j \frac{\partial \bar{T}}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{k}{c_p} \frac{\partial \bar{T}}{\partial x_j} \right) + \frac{\bar{q}'''}{c_p} - \frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \overline{u'_j T'}) \quad (3)$$

สมการที่ (2) และ (3) ไม่สามารถแก้หาคำตอบได้โดยตรงเนื่องจากมี

จำนวนตัวแปรมากกว่าสมการ จึงทำการประมาณโดยใช้ Boussinesq approximation สำหรับ Reynolds stress และ Scalar variable ในเทอมสุดท้ายของสมการทั้งสอง ดังนี้

$$-\rho \overline{u'_i u'_j} = \mu_t \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) - \frac{2}{3} \rho k \delta_{ij} \quad (4)$$

$$-\rho \overline{u'_i \phi'} = \Gamma_t \frac{\partial \bar{\phi}}{\partial x_i} \quad (5)$$

โดยที่ μ_t คือ Turbulent eddy viscosity ($\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon}$),

Γ_t คือ Turbulent diffusivity และ $\delta_{ij} = \begin{cases} 1 & , i = j \\ 0 & , i \neq j \end{cases}$

สำหรับแบบจำลองความปั่นป่วนที่ใช้ร่วมกับสมการโมเมนตัมจะใช้แบบจำลอง Standard $k - \varepsilon$ [3] ซึ่งประกอบด้วยสมการ Turbulent kinetic energy (k) และสมการ Turbulent dissipation rate (ε) ดังต่อไปนี้

$$\rho \bar{u}_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P - \rho \varepsilon \quad (6)$$

$$\rho \bar{u}_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\varepsilon} \right) \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} \right] + \frac{C_{\varepsilon 1} \varepsilon}{k} P - \frac{\rho C_{\varepsilon 2} \varepsilon^2}{k} \quad (7)$$

โดยที่ P คือ Rate of turbulent kinetic energy production หาได้จากสมการ

$$P = \mu_t \frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} \left(\frac{\partial \bar{u}_i}{\partial x_j} + \frac{\partial \bar{u}_j}{\partial x_i} \right) \quad (8)$$

ค่าคงที่ในสมการแบบจำลองความปั่นป่วนและ Turbulent viscosity จะมีค่าเท่ากับ

$$C_\mu = 0.09, C_{\varepsilon 1} = 1.44, C_{\varepsilon 2} = 1.92, \sigma_k = 1.0, \sigma_\varepsilon = 1.3$$

เนื่องจากบริเวณใกล้ผนัง ค่าความหนืดของของไหลจะมีอิทธิพลต่อการไหลมาก ดังนั้นการคำนวณความเร็วและอุณหภูมิในบริเวณนี้จะใช้ Wall function [3] ร่วมกับสมการการไหลแบบปั่นป่วน

จากสมการสำหรับการไหลแบบปั่นป่วนข้างต้นสามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการที่ประกอบด้วยเทอมการพา (Convection), การแพร่ (Diffusion) และ Source ได้ดังนี้

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_j \phi) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\Gamma \frac{\partial \phi}{\partial x_j} \right) + S_\phi \quad (9)$$

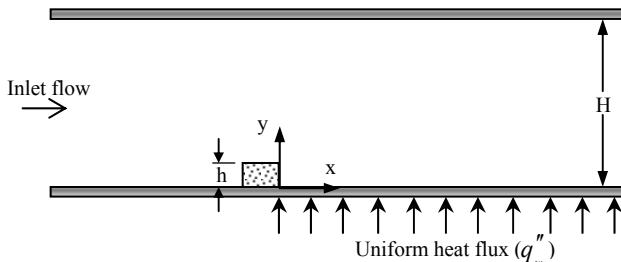
เมื่อประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีไฟไนต์วอลุ่ม โดยการแบ่งพื้นที่ภายใน

โรงเรือนเป็นปริมาตรควบคุมย่อยๆ แล้วดิสครีไทส์สมการ (9) โดยทำการอินทิเกรตสมการนี้ตลอดทั้งปริมาตรควบคุม จะได้สมการพีชคณิตซึ่งมีรูปแบบทั่วไป คือ

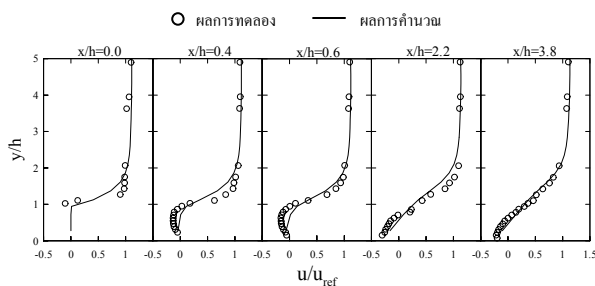
$$a_P \phi_P = a_W \phi_W + a_E \phi_E + a_S \phi_S + a_N \phi_N + \bar{S}_\phi \Delta V \quad (10)$$

การหาค่าสัมประสิทธิ์ของสมการ (10) จะใช้ Hybrid scheme [4] ประมาณค่าฟลักซ์การพาที่ผิวของปริมาตรควบคุม จากนั้นก็จะแก้สมการตามขั้นตอนของ SIMPLE algorithm [5] เพื่อให้ค่า u และ p ที่ได้มีค่าสอดคล้องกัน

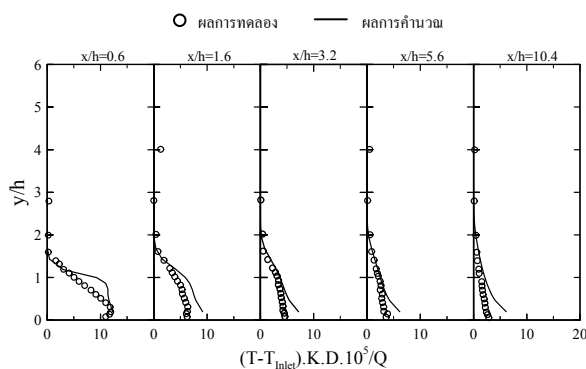
การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น จะเปรียบเทียบผลการคำนวณความเร็วและอุณหภูมิของไหลกับผลการทดลองในปัญหาการถ่ายเทความร้อนแบบฟลักซ์ความร้อนคงที่ในช่องขนานที่มีครีบบนผนัง ซึ่งลักษณะของปัญหาและผลการทดลองที่นำมาตรวจสอบได้มาจากการทดลองของ Acharya et al. [6] ดังแสดงในรูปที่ 2, 3 และ 4 จะเห็นได้ว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการทำนายค่าความเร็วและอุณหภูมิได้เป็นที่น่าพอใจ



รูปที่ 2 ลักษณะของปัญหาการถ่ายเทความร้อนในช่องขนานที่มีครีบบนผนัง



รูปที่ 3 ความเร็วไร้มิติของการไหลหลังผ่านครีบบนผนังจากการคำนวณเทียบกับผลการทดลองที่ x/h ต่างๆ



รูปที่ 4 อุณหภูมิไร้มิติของการไหลหลังผ่านครีบบนผนังจากการคำนวณเทียบกับผลการทดลองที่ x/h ต่างๆ

3. การคำนวณหาสภาวะทางความร้อนของไก่

ในส่วนของการคำนวณหาสภาวะทางความร้อนของไก่ นอกจากค่าความเร็วและอุณหภูมิอากาศที่คำนวณได้ จะต้องคำนึงถึงค่าอุณหภูมิการแผ่รังสีเฉลี่ย (Mean Radiant Temperature) [7] ที่เกิดจากอุณหภูมิของพื้นผิวต่างๆ เช่น ผนัง, หลังคา ฯลฯ ภายในโรงเรือนด้วย เนื่องจากที่ตำแหน่งหนึ่งๆ ภายในโรงเรือนก็จะได้รับอิทธิพลของการแผ่รังสีความร้อนไม่เท่ากัน เช่น ไก่ที่อยู่ใกล้พื้นผิวที่มีอุณหภูมิสูงจะได้รับรังสีความร้อนมากกว่าไก่ที่อยู่ห่างออกไป

ดัชนีเปรียบเทียบสภาวะทางความร้อนของไก่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ Black Globe Humidity Index [8] สามารถหาได้จากสมการ

$$BGHI = t_{bg} + 0.36t_{dp} + 41.5 \quad (11)$$

โดยที่ t_{dp} คือ อุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew point), °C

สำหรับค่า Black globe temperature (t_{bg}) เป็นค่าอุณหภูมิที่วัดได้จาก Globe thermometer โดยอาศัยสมดุลระหว่างการพาและการแผ่รังสีความร้อนดังสมการต่อไปนี้ [9]

$$h_c (t_{bg} - t_{air}) = \sigma \epsilon_g ((t_{mrt} + 273.15)^4 - (t_{bg} + 273.15)^4) \quad (12)$$

และค่าสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อน (h_c) ของการพาความร้อนแบบเชิงกล สามารถหาได้จาก

$$h_c = 6.3V^{0.6}d^{-0.4} \quad (13)$$

โดยที่ σ คือ Stefan-Boltzmann constant ($= 5.67 \times 10^{-8}$),

ϵ_g คือ ค่าการปล่อยรังสีของ Globe (≈ 0.95)

V คือ ค่าความเร็วลม (m/s)

และ d คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของ Globe

4. ลักษณะของปัญหา

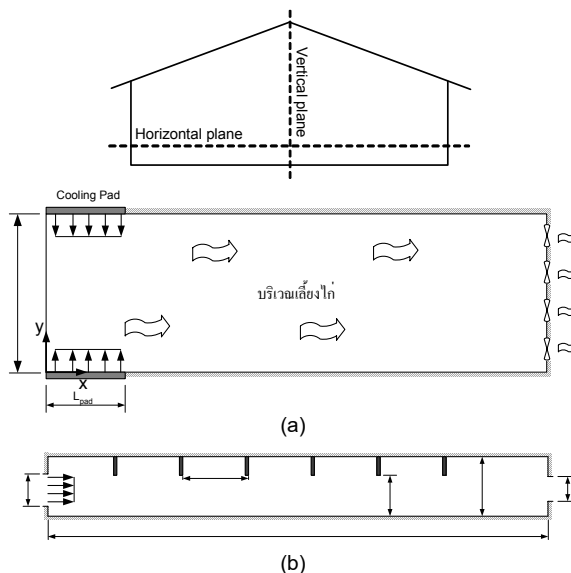
โรงเรือนระบบปิดทั้งสองขนาดจะมีค่าระยะต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบและขนาดของโรงเรือนระบบปิดที่ทำการศึกษ

องค์ประกอบ และขนาดของโรงเรือน	ความกว้างโรงเรือน	
	12 เมตร	24 เมตร
ความยาวโรงเรือน (m)	120	120
ความสูงกึ่งกลางโรงเรือน (m)	4.5	4.5
ความสูงผนังข้างโรงเรือน (m)	2.2	2.2
ความยาว Cooling pad (m) แต่ละด้านของโรงเรือน	10.5	21
จำนวนขี้จิ้ง	7	7
จำนวนพัดลมขนาด 48"	8	16

ในการศึกษาการไหลของอากาศภายในโรงเรือนเนื่องจากมีผลของขี้จิ้ง (Air deflector) ที่ติดตั้งเพื่อลดพื้นที่หน้าตัดภายในโรงเรือนทำให้

ความเร็วลมที่ระดับตัวไก่มีค่ามากขึ้นซึ่งควรนำมาพิจารณาด้วย ดังนั้น สำหรับการคำนวณการไหลของอากาศแบบสองมิติจึงต้องทำการแบ่ง การคำนวณออกเป็นสองระนาบ คือ ระนาบการคำนวณแนวนราบ (Horizontal plane) และระนาบการคำนวณแนวตั้ง (Vertical plane) ดัง แสดงในรูปที่ 5 โดยที่ระนาบการคำนวณแนวนราบจะอยู่ที่ระดับความสูง 0.3 เมตรจากพื้นซึ่งเป็นระดับความสูงโดยประมาณของตัวไก่ และ ระนาบการคำนวณแนวตั้งจะวางไว้ที่กึ่งกลางโรงเรือน



รูปที่ 5 ระนาบการคำนวณเชิงเลขที่นำมาคำนวณการไหลของ อากาศภายในโรงเรือน (a) ระนาบการคำนวณแนวนราบ (b) ระนาบการคำนวณแนวตั้ง

การคำนวณหาความเร็วลมและ BGHI ที่ตำแหน่งต่างๆ ภายใน โรงเรือนจะเริ่มจากการคำนวณหาความเร็วลมในระนาบการคำนวณ แนวตั้งเพื่อหาความเร็วลมเฉลี่ยที่ระดับตัวไก่ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นจากการติด ซึ่งลม จากนั้นก็นำความเร็วลมเฉลี่ยที่ได้ไปเป็นค่าความเร็วลมเฉลี่ย สำหรับระนาบการคำนวณแนวนราบ ทำให้สามารถหาค่าความเร็วลมที่ ตำแหน่งต่างๆ ในระดับตัวไก่ได้ เมื่อได้ผลของความเร็วลมก็จะนำมา คำนวณหาค่าอุณหภูมิอากาศโดยใช้ฟลักซ์ความร้อนที่ผ่านผนังแต่ละ ด้านในเวลา 8.00-17.00 น. ของข้อมูลอากาศวันที่ 20 เมษายน 2536 ซึ่งคำนวณจากระเบียบวิธีสมดุลความร้อน (Heat balance method) เป็นเงื่อนไขขอบเขตของการคำนวณ และใช้ข้อมูลการผลิตความร้อน ของไก่ภายในโรงเรือนจาก ASHRAE [7] นอกจากนี้ผลที่คำนวณได้ จากระเบียบวิธีสมดุลความร้อนจะนำไปคำนวณหาค่าอุณหภูมิการแผ่ รังสีเฉลี่ยเพื่อหาค่า BGHI ที่แต่ละตำแหน่งต่อไป

5. ผลการคำนวณและการวิเคราะห์

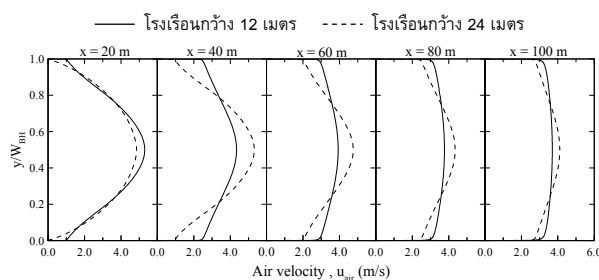
อัตราการระบายอากาศและสภาวะอากาศที่เหมาะสมของการเลี้ยง ไก่พันธุ์เนื้อสำหรับโรงเรือนระบบปิด [1] คือจะต้องทำการระบายอากาศ ออกเท่ากับปริมาตรของโรงเรือนภายในหนึ่งนาที (1 Air change per minute) โดยเลี้ยงไก่ที่อุณหภูมิอากาศระหว่าง 20-30°C และมีความชื้น สัมพัทธ์ 50-80% จากค่าสภาวะอากาศข้างต้นเมื่อนำมาหาค่าดัชนีทาง

ความร้อน BGHI ตามสมการ (11) จะได้ช่วงค่า BGHI ที่เหมาะสมใน การเลี้ยงคือ 69.48-83.30 ดังนั้นจากผลการคำนวณเชิงเลขเมื่อนำมาหา พื้นที่ที่มี BGHI อยู่ในช่วงที่เหมาะสมของโรงเรือนทั้งสองขนาดจะได้ค่า ร้อยละของพื้นที่ดังตารางที่ 2

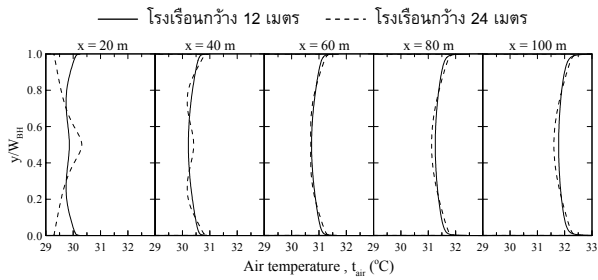
ตารางที่ 2 ค่า BGHI เฉลี่ยทั้งโรงเรือนและค่าร้อยละของพื้นที่ที่ เหมาะสมในการเลี้ยงไก่ของโรงเรือนกว้าง 12 และ 24 เมตร

เวลา	ความกว้างของโรงเรือน			
	12 เมตร		24 เมตร	
	ค่า BGHI เฉลี่ยทั้ง โรงเรือน	พื้นที่ที่ เหมาะสมใน การเลี้ยง(%)	ค่า BGHI เฉลี่ยทั้ง โรงเรือน	พื้นที่ที่ เหมาะสมใน การเลี้ยง (%)
8:00	81.49	98.78	81.55	97.35
9:00	80.61	99.85	80.69	99.60
10:00	81.10	99.70	81.19	99.17
11:00	82.44	73.95	82.50	73.01
12:00	82.87	61.90	82.93	60.31
13:00	83.05	56.80	83.10	54.39
14:00	83.38	47.65	83.43	45.08
15:00	83.16	54.09	83.21	51.52
16:00	82.82	64.09	82.87	62.67
17:00	82.31	78.67	82.37	77.95

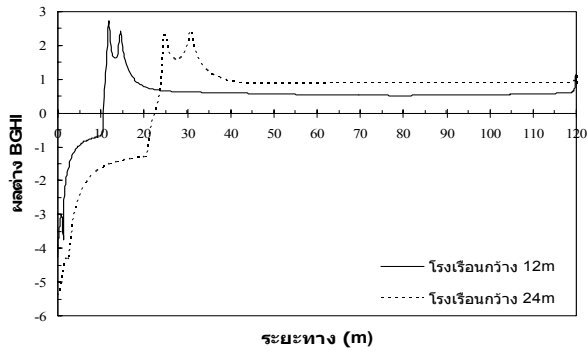
จากตารางที่ 2 จะพบว่าโรงเรือนกว้าง 12 เมตรมีค่าร้อยละของ พื้นที่ที่เหมาะสมในการเลี้ยงไก่มากกว่าโรงเรือนกว้าง 24 เมตรซึ่ง สอดคล้องกับค่า BGHI เฉลี่ยในแต่ละชั่วโมง สาเหตุที่ทำให้โรงเรือน กว้าง 24 เมตรมีพื้นที่การเลี้ยงที่เหมาะสมน้อยกว่า เนื่องจากลักษณะ การกระจายตัวของความเร็วลมภายในโรงเรือนดังในรูปที่ 6 ซึ่งแสดง เปรียบเทียบการกระจายตัวของความเร็วลมภายในโรงเรือนทั้งสอง ขนาด เมื่อพิจารณาที่หน้าตัดใดๆ ของโรงเรือนจะเห็นได้ว่าความเร็วลม ของโรงเรือนกว้าง 24 เมตรมีค่าแตกต่างกันมาก ในขณะที่ค่าอุณหภูมิ อากาศของโรงเรือนทั้งสองมีการกระจายตัวใกล้เคียงกันดังรูปที่ 7 จึง ส่งผลให้บริเวณด้านข้างของโรงเรือนกว้าง 24 เมตรมีค่า BGHI สูงกว่า จากรูปที่ 8 ที่แสดงค่าผลต่าง BGHI ที่บริเวณผนังข้างและที่กึ่งกลาง ของโรงเรือน จะเห็นว่าโรงเรือนกว้าง 24 เมตรมีค่าผลต่างมากกว่า โรงเรือนกว้าง 12 เมตร ซึ่งทำให้มีพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมในการเลี้ยงไก่ที่ บริเวณด้านข้างโรงเรือนมากกว่าโรงเรือนกว้าง 12 เมตร



รูปที่ 6 ผลการคำนวณค่าความเร็วลมตลอดความกว้างของโรงเรือน ทั้งสองขนาดที่ x ต่างๆ

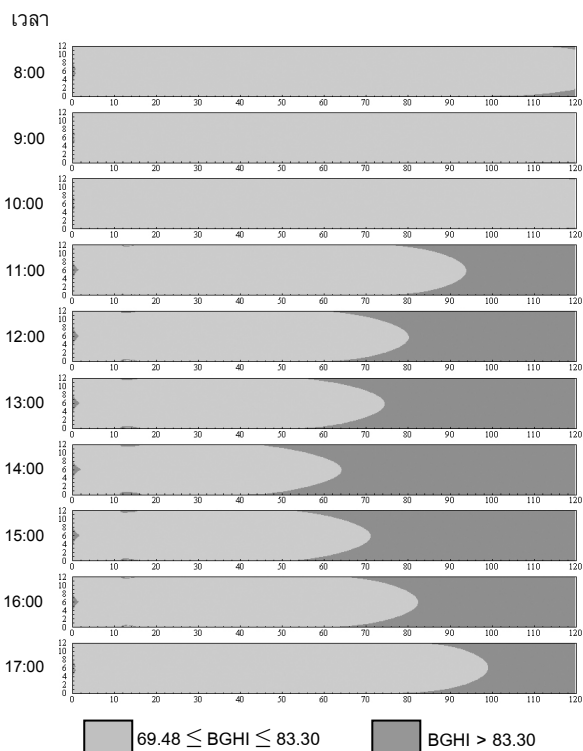


รูปที่ 7 ผลการคำนวณค่าอุณหภูมิตลอดความกว้างของโรงเรือนทั้งสองขนาดที่ x ต่างๆ (เวลา 14:00 น.)

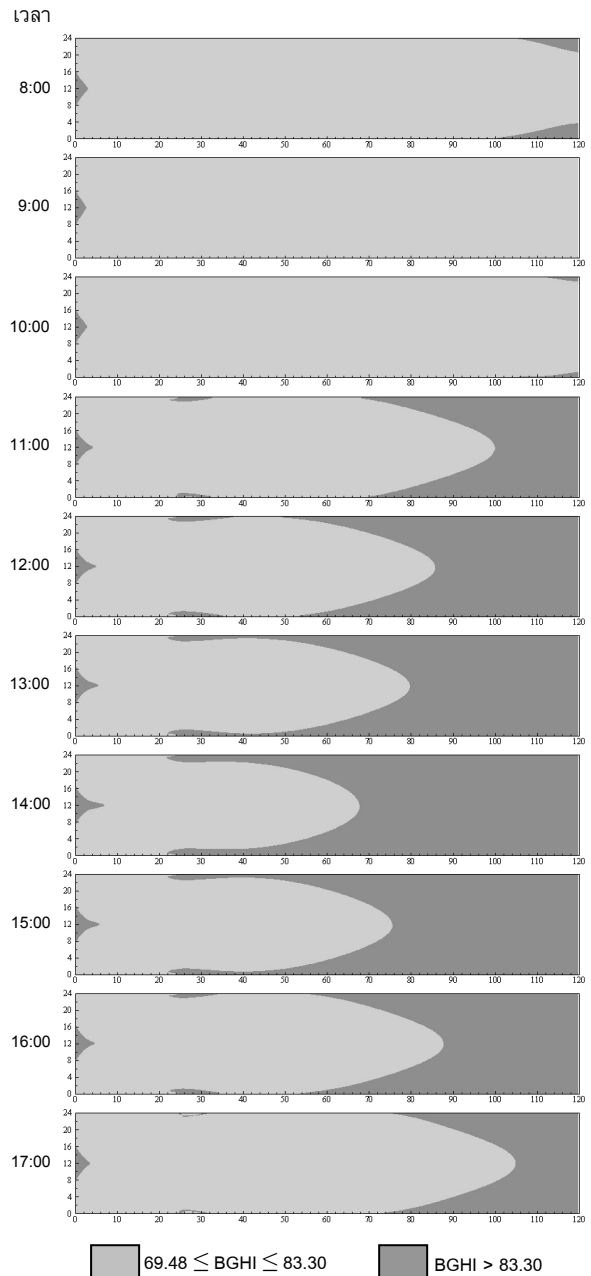


รูปที่ 8 ค่าผลต่าง BGHI ที่บริเวณผนังข้างกับกึ่งกลางของโรงเรือน (เวลา 14:00 น.)

สำหรับไก่พันธุ์เนื้อที่อยู่ในพื้นที่ที่นอกเหนือจากพื้นที่การเลี้ยงที่เหมาะสม คือพื้นที่ที่ BGHI มีค่ามากกว่า 83.30 ดังรูปที่ 9 และ 10 ไก่จะเกิดความเครียดเนื่องจากความร้อน ซึ่งอาจจะแสดงอาการหอบจนถึงอาจจะตายได้



รูปที่ 9 พื้นที่ที่เหมาะสมในการเลี้ยงไก่ภายในโรงเรือนกว้าง 12 เมตร (เวลา 8:00-17:00 น.)



รูปที่ 10 พื้นที่ที่เหมาะสมในการเลี้ยงไก่ภายในโรงเรือนกว้าง 24 เมตร (เวลา 8:00-17:00 น.)

6. สรุปผล

ความสม่ำเสมอของความเร็วลมและสภาวะทางความร้อนภายในโรงเรือนมีความสำคัญสำหรับการเลี้ยงไก่เนื่องจากจะทำให้ไม่มีการเจริญเติบโตเท่ากันทั้งโรงเรือน ผลการคำนวณที่ได้สำหรับโรงเรือนเลี้ยงไก่ทั้งสองขนาดพบว่าความเร็วลมและค่า BGHI ในแต่ละหน้าตัดของโรงเรือนกว้าง 24 เมตรมีความแตกต่างสูงกว่าโรงเรือนกว้าง 12 เมตร และมีพื้นที่ที่เหมาะสมในการเลี้ยงน้อยกว่าเช่นกัน

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมปศุสัตว์, “ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่องมาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย พ.ศ.2542”, กรุงเทพมหานคร: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, 2542.
- [2] Putvisutisak, S. “A Computer Programme for Solving General Engineering Flows”, Mech. Eng. Dept., Chulalongkorn University, Computer Methods in Applied Report no. 165-mechanical-2543, 2002.
- [3] Launder, B.E. and Spalding, D.B. “The Numerical Computational of Turbulent Flows”, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, 3: 269-289, 1974.
- [4] Versteeg, H.K. and Malalasekera, W. “An Introduction of Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method”, Longman Scientific & Technical, London, 1995.
- [5] Patankar, S.V. “Numerical Heat Transfer and Fluid Flow”, New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1980.
- [6] Acharya S., Dutta S., Myrum T.A. “Heat Transfer in Turbulent Flow Past a Surface-Mounted Two-Dimensional Rib”, Journal of Heat Transfer, 120:724-734, 1998.
- [7] ASHRAE. “2001 ASHRAE Fundamentals Handbook”, Atlanta: The American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers, 2001.
- [8] Moura, D.J., Welker, J.S., Nääs, I.A. and Silva, I.J.O. “Thermal Efficiency Evaluation of High Density Poultry Housing in Different Environmental Control Systems”, 2001 ASAE Annual Meeting, Paper number 014063, 2001.
- [9] Awbi, H. “Ventilation of Buildings”, London: Spon, 1991.