บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ระบบทำความเย็นแบบระเหย (Evaporative cooling) เป็นระบบทำความเย็นที่อาศัยหลักการระเหยน้ำ ซึ่งใช้กันมานานในต่างประเทศ ปัจจุบันได้มีการนำมาประยุกต์ใช้กับโรงเรือนทางการเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม รถยนต์ และอาคารที่อยู่อาศัย สำหรับการประยุกต์ใช้ในด้านการเกษตร จะทำให้สามารถควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืชและสัตว์ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และสภาพแวดล้อม เป็นต้น เพื่อสร้างสภาวะที่เหมาะสมต่อพืชและสัตว์ชนิดนั้นๆ วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก คือ การทำความเย็นแบบระเหยโดยตรง (Direct evaporative cooling) ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิอากาศภายในโรงเรือนลดลง ในประเทศไทยได้มีการนำระบบทำความเย็นแบบระเหยโดยตรงที่ใช้แผงระเหยน้ำ (Cooling pad) เข้ามาใช้งานทางด้านเกษตรกรรม ได้แก่ โรงเรือนเลี้ยงสุกร โค ไก่ และการเพาะปลูกบางชนิด โดยเมื่อศึกษาข้อมูลของสุกรในปี 2544 พบว่ามีการผลิตสุกรมีชีวิตเป็นจำนวน 9.67 ล้านตัว (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร) คำนวณเป็นมูลค่าการผลิตได้ประมาณ 3.5 หมื่นล้านบาท มีมูลค่าการส่งออกเนื้อสุกร และผลิตภัณฑ์สุกรประมาณ 1,020 ล้านบาท (กรมศุลกากร) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าสุกรทำรายได้ให้แก่ประเทศในปริมาณสูงจึงเหมาะแก่การนำมาศึกษาหาวิธีในการเพิ่มผลผลิตด้วยการใช้ระบบทำความเย็นแบบระเหยโดยตรงที่ใช้แผงระเหยน้ำ โดยแผงระเหยน้ำที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ มีราคาแพงประมาณ 500-600 บาทต่อตารางฟุตของพื้นที่ด้านรับอากาศ และประมาณ 300 บาทต่อตารางฟุตสำหรับแผงระเหยน้ำที่ผลิตโดยบริษัท เกษตรภัณฑ์อุตสาหกรรม จำกัด อย่างไรก็ดีจากการสืบค้นเอกสารอ้างอิง พบว่าการศึกษาสมรรถนะของแผงระเหยน้ำ โดยสถาบันการศึกษาและบริษัทเอกชนในประเทศยังไม่มีการศึกษากันอย่างแพร่หลาย วัสดุที่ใช้ทำแผงระเหยน้ำเพื่อนำมาทดสอบส่วนใหญ่เป็นวัสดุที่หาได้ตามท้องตลาดแล้วนำมาดัดแปลงสรุปได้ประมาณ 10 แบบ ดังนั้นการศึกษาถึงสมรรถนะรวมทั้งข้อสรุปทางประสิทธิภาพจึงเป็นสิ่งจำเป็น และเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้กับอุตสาหกรรมทางด้านการเกษตรของประเทศได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวิเคราะห์ และทดสอบวัสดุที่เหมาะสมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้เป็นแผงระเหยน้ำในโรงเรือนปรับอากาศแบบระเหยโดยตรง แล้วนำผลที่ได้มาศึกษาแบบจำลองสภาพทางคณิตศาสตร์ของโรงเรือนเลี้ยงสุกร

1.2 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ธีระ กาญจนสินธุ (2535) ได้ศึกษาการลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพาะชำ ขนาด 1.58×3.0×1.6 ลูกบาศก์เมตร โดยการทำความเย็นแบบระเหยที่มีโครงสร้างเป็นเหล็กและใช้พลาสติกเป็นวัสดุคลุม การควบคุมการระเหยน้ำทำโดยการฉีดละอองน้ำภายในและบนหลังคาเรือนเพาะชำร่วมกับการระบายอากาศเป็นคาบเวลา ซึ่งควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ พบว่าจะสามารถลดอุณหภูมิภายในต่ำกว่าภายนอกประมาณ 2 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่มีการทำความเย็นโดยการระเหยแล้ว พบว่าอุณหภูมิในโรงเรือนจะสูงกว่าภายนอกประมาณ 5 องศาเซลเซียส

วรรณสิงห์ หงษ์คำ (2539) ได้ศึกษาการตอบสนองของโคนมลูกผสมโฮล์สไตน์-ฟรีเชียนในโรงเรือน ทำความเย็นโดยการระเหย โดยคัดเลือกวัสดุที่มีรูปร่างไม่แน่นอน 8 ชนิด คือ ขี้เลื่อยมือ ขี้เลื่อยไฟฟ้า เปลือกถั่วลิสง เปลือกถั่วเขียว ซังข้าวโพด กาบมะพร้าว แกลบ และอิฐดินเผาหัก และวัสดุที่มีลักษณะเป็นผืนบาง 3 ชนิด คือ ผ้าฝ้าย ผ้าไนล่อน และกระสอบป่าน มาทำการทดสอบหาตัวแปรในห้องทดลองได้แก่ อัตราการระเหยน้ำเฉลี่ย การลดอุณหภูมิ และปริมาณการซับน้ำ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาออกแบบแผงระเหยน้ำขนาด 1.2×1.0 ตารางเมตร ซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนความหนาได้ พบว่าแผงระเหยน้ำที่ใช้ขี้เลื่อยมือหนา 15 เซนติเมตร และกระสอบป่านขนาด 57×100 ตารางเซนติเมตรจำนวน 80 ชิ้น มีผลต่างของค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นระหว่างข้างนอกและข้างในโรงเรือนเท่ากัน แต่แผงระเหยน้ำที่ใช้กระสอบป่านมีการลดลงของความดันอากาศหลังจากผ่านแผงระเหยน้ำน้อยกว่า จึงเลือกใช้กระสอบป่านเป็นแผงระเหยน้ำในโรงเรือนที่มีขนาดกว้าง 2.4 เมตร ยาว 5.10 เมตร สูง 1.9 เมตร แล้วทำการทดสอบระยะห่างระหว่างชิ้นกระสอบป่านที่เหมาะสมโดยทดสอบในโรงเรือนทำความเย็น พบว่าระยะห่างระหว่างชิ้นกระสอบ 1.4 เซนติเมตร เป็นระยะที่เหมาะสมที่สุด โดยมีอัตราการระเหยน้ำในช่วงกลางวันเฉลี่ย 0.497 กิโลกรัมต่อพื้นที่สัมผัสอากาศ 147.1 ตารางเมตรต่อนาที ความร้อนในอากาศที่ถูกเปลี่ยนไปเป็นความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอ เท่ากับ 19,666 วัตต์

Thepa (1997) ศึกษาความเป็นไปได้ในการทำความเย็นแบบระเหยในโรงเรือนเพาะเห็ดหอม โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกศึกษาอุณหภูมิดินที่ระยะความลึกต่างๆ โดยคิดการสมดุลของพลังงานที่ผิวดิน พบว่าอุณหภูมิดินจะเปลี่ยนแปลงไปตามปริมาณรังสีแสงอาทิตย์ตกกระทบและอุณหภูมิใต้ดินจะมีค่าเข้าสู่ค่าคงที่เมื่อความลึกเพิ่มขึ้น ขั้นตอนที่สองศึกษาการรั่วของอากาศเข้าออกโรงเรือนเพาะเห็ดหอมที่ทำด้วยหญ้าคา โดยตั้งสมมุติฐานของการทดลอง

ว่าการรั่วของอากาศขึ้นอยู่กับผลต่างของอุณหภูมิภายนอกและภายในโรงเรือนและความเร็วลมที่เข้ามาปะทะโรงเรือน พบว่าอัตราการรั่วของอากาศเป็นฟังก์ชันโดยตรงกับผลต่างของอุณหภูมิและความเร็วลมปะทะ ขั้นตอนที่สามสร้างสมการทำนายอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในโรงเรือน พบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้ทำนายอุณหภูมิและความชื้นได้ดี เมื่อนำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์มาศึกษาผลกระทบที่มีต่ออุณหภูมิและความชื้น พบว่าการวางตัวของโรงเรือนตามแนวยาวในทิศตะวันออก-ตะวันตกจะทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนต่ำลง ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้นและอุณหภูมิในโรงเรือนลดลงได้ประมาณ 5 องศาเซลเซียส

วิไลพร จันทร์ไชย (2541) ศึกษาประสิทธิภาพโรงเรือนและการตอบสนองของโคที่เลี้ยงภายในโรงเรือนทำความเย็นโดยการระเหย โดยใช้วัสดุทดสอบ 4 ชนิดคือ เศษอิฐเบอร์ 1, 2, 3 และถ่านซังข้าวโพด จากการทดสอบในห้องทดลองขนาด 1.0×2.0×1.0 ลูกบาศก์เมตร พบว่า แผงระเหยน้ำที่ใช้เศษอิฐเบอร์ 3 หนา 20 เซนติเมตร สามารถลดอุณหภูมิอากาศได้มากที่สุดคือ 10.68 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ได้ทำการทดสอบหาขนาดของพัดลมที่เหมาะสมโดยการใช้พัดลมหลายๆ ขนาดแล้วสังเกตค่าอุณหภูมิและค่าดัชนีอุณหภูมิความชื้นที่ต่ำที่สุด การศึกษานี้ได้นำไปประยุกต์ใช้กับโรงเรือนโคนม 2 สายพันธุ์ คือ โคนมพันธุ์แท้ กับโคนมลูกผสม

จุมพล ประสมทรัพย์ (2541) ศึกษาความเป็นไปได้ของการทำความเย็นในโรงเรือนไม้ดอก โดยใช้เทคนิคการทำความเย็นแบบระเหย โดยทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อศึกษาผลกระทบทิศการวางตัวของ โรงเรือนต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน และศึกษาผลกระทบของการพรางแสง (เปอร์เซ็นต์การให้แสงทะลุผ่าน) ที่หลังคาต่ออุณหภูมิภายในโรงเรือน โรงเรือนทดสอบมีขนาด 6.0×16.5×4.0 ลูกบาศก์เมตร มุมเอียงของหลังคา 11 องศา คลุมด้วยพลาสติก Polyethylene ระบบทำความเย็นแบบระเหยใช้เส้นไนล่อนวางตัวในแนวดิ่ง แต่ละแถวเรียงสลับกับแนวเส้นไนล่อนมีน้ำไหลผ่านทำหน้าที่เป็นผิวเปียกติดตั้งอยู่ที่ผนังทิศใต้และมีพัดลมดูดอากาศติดตั้งที่ผนังด้านทิศเหนือ จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์พบว่า การวางตัวของโรงเรือนตามแนวยาวในทิศเหนือ-ใต้ หรือ แนวตะวันออก-ตะวันตก ไม่มีผลต่ออุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน ในส่วนของการทำความเย็นได้ศึกษาจำนวนแถวเส้นไนล่อน 10, 20 และ 25 แถว อัตราการระบายอากาศ 3, 4, 5 และ 6 เท่าของปริมาตรโรงเรือนต่อชั่วโมง (Air change) พบว่าจำนวนแถวที่เหมาะสม คือ 20 แถว และมีอัตราการระบายอากาศที่ 5 เท่าของปริมาตรโรงเรือนต่อชั่วโมง โดยให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดของวัน 85% ต่ำสุด 70% และมีอุณหภูมิสูงสุดของวัน 29.48 องศาเซลเซียส การพรางแสงที่หลังคา 30, 50 และ 70% ไม่มีความแตกต่างในการลดอุณหภูมิในโรงเรือน และเมื่อ

เปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างก่อนและหลังการใช้ระบบทำความเย็นแบบระเหยพบว่าระบบทำความเย็นแบบระเหยสามารถลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนได้ ประมาณ 4.14 องศาเซลเซียส

Thepa *et al.*(1998) ศึกษาการทำความเย็นและการระบายอากาศอย่างต่อเนื่อง (Continuous ventilation) เพื่อปรับปรุงสภาวะภายในของโรงเรือนเพาะเห็ด และสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโรงเรือนเพาะเห็ดที่มีแผ่นผ้าชุ่มน้ำในแนวตั้ง โดยห่างกัน 10 มิลลิเมตรเป็นวัสดุชุ่มน้ำ จากการศึกษาพบว่าการทำความเย็นแบบแผงระเหยน้ำและการระบายอากาศอย่างต่อเนื่อง ช่วยลดอุณหภูมิและเพิ่มความชื้นสัมพัทธ์ให้แก่โรงเรือนเพาะเห็ด

นฤมล ชนานนท์ธวัช และ ปริสุ โกมารทัต (2542) ได้ทำการออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ในระบบลดอุณหภูมิในเรือนเพาะชำโดยระบบนี้ประกอบไปด้วยชุดพัดลม 1 ชุด ซึ่งมีพัดลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใบพัด 24 นิ้ว และหัวฉีดละอองฝอยโดยปรับความดันน้ำจากแท็งก์ความดัน การทดลองแบ่งออกเป็นสองช่วง ช่วงแรกเป็นการทดสอบเครื่องเพื่อหาค่าตัวแปรที่เหมาะสมในการปฏิบัติงานจริง ได้แก่ ค่าความเร็วลม ค่าความดันน้ำ และระยะห่างของหัวฉีดจากปากท่ออากาศของชุดพัดลม ช่วงที่สองเป็นการเตรียมโรงเรือนเพื่อปลูกแม่พันธุ์เบญจมาศ โดยได้ทำการทดลองที่โรงเรือนเพาะชำที่ศูนย์พัฒนาโครงการห้วยลึก อ.เชียงดาว จ.เชียงใหม่ โดยลักษณะของโรงเรือนเป็นโรงเรือนแบบเปิด มีความกว้าง 5 เมตร ยาว 24 เมตร ความสูงจากระดับแปลงถึงคาน 3.10 เมตร โดยติดตั้งชุดพัดลม 2 ชุด และระบบน้ำ 1 ชุด ในโรงเรือนเพาะชำส่วนแรก ส่วนอีกหนึ่งโรงเรือนไว้ใช้เป็นโรงเรือนเปรียบเทียบ โดยเริ่มเปิดเครื่องลดอุณหภูมิตั้งแต่เวลา 10.00 น. ถึง 16.15 น. เพื่อวัดค่าอุณหภูมิทั้ง 5 จุด ในโรงเรือนทดลองและอีก 5 จุดในโรงเรือนเปรียบเทียบโดยได้เก็บข้อมูลทั้งหมด 10 วัน พบว่าระบบลดอุณหภูมินี้ สามารถลดอุณหภูมิได้ประมาณ 0.5-2.5 องศาเซลเซียส

1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.3.1 เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบสมรรถนะการทำความเย็นโดยการระเหยของแผงระเหยน้ำซึ่งทำจากวัสดุต่างชนิด

1.3.2 เพื่อทำการจำลองสภาพทางคณิตศาสตร์ของโรงเรือนเลี้ยงสุกร

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับจากการศึกษาเชิงทฤษฎีและเชิงประยุกต์

1.4.1 ได้สมการความสัมพันธ์ของการทำความเย็นของแผงระเหยน้ำที่ทำการทดสอบ

1.4.2 ได้วัสดุที่เหมาะสมจากการทดสอบเพื่อนำมาทำเป็นแผงระเหยน้ำ

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

1.5.1 วัสดุที่ใช้ทำแผงระเหยน้ำ ประกอบด้วย

1.5.1.1 ผืนกระสอบป่าน

1.5.1.2 คอนกรีตมีรูพรุน

1.5.1.3 เยื่อกระดาษ

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา คือ การลดลงของอุณหภูมิแห้ง และความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศหลังผ่านแผงระเหยน้ำ

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University