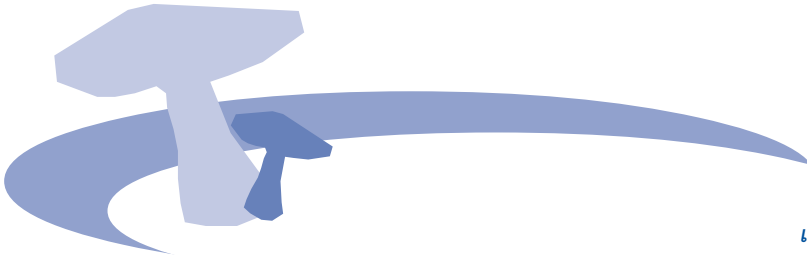


โครงการจัดตั้งระบบผลิตน้ำเย็นโดยใช้พลังงานความร้อนจากแก๊ส

สำหรับ โรงเพาะเห็ดแบบควบคุมสภาวะแวดล้อม
โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดา



เกรียงศักดิ์ เจริญภัทรพิมล ซุนพล สังข์อารีย์กุล
บริษัท พัฒน์กล จำกัด (มหาชน)

บทนำ

ปัจจุบันเกษตรกรในประเทศไทยนิยมหันมาประกอบอาชีพเพาะเห็ดมากขึ้นโดยเฉพาะเห็ดเมืองหนาว เช่น เห็ดหอม เห็ดนางรมหลวง เห็ดโคน เห็ดเข็มทอง เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันโรงเพาะเห็ดเมืองหนาวโดยทั่วไปจะใช้เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอสำหรับการปรับอากาศ และควบคุมสภาวะอากาศภายในโรงเพาะเห็ดให้มีสภาวะอากาศที่เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเห็ดเมืองหนาวที่ต้องการอุณหภูมิประมาณ 7-26°C และความชื้น 60-95%RH ดังจะเห็นได้ว่าระบบการเพาะเห็ดโดยอาศัยเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอนี้ต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมาก ซึ่งแหล่งที่มาของพลังงานดังกล่าวมีต้นทุนการผลิตสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ อีกทั้งกระบวนการผลิตพลังงานเหล่านี้ยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

ดังนั้น โครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดาและการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยจึงริเริ่มแนวความคิด (Concept Design) ถึงการนำเทคโนโลยีมาผสานกับสิ่งของที่มีอยู่มาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างสูงสุดทั้งในเรื่องการประหยัดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของประเทศชาติ เพื่อเป็นตัวอย่างให้แก่ประชาชนผู้สนใจทั่วไป ซึ่งพบว่าในโครงการส่วนพระองค์สวนจิตรลดานั้นมีโรงสีข้าวที่สามารถผลิตแก๊สได้วันละ 2,000 กิโลกรัม โดยแก๊สที่ได้นี้ส่วนหนึ่งถูกนำไปใช้ในการผลิตแก๊สอัดแท่งประมาณวันละ 1,000 กิโลกรัม ซึ่งยังเหลือแก๊สเป็นจำนวนถึงวันละ 1,000 กิโลกรัม ดังนั้นจึงมีแนวความคิดนำแก๊สกลับมาใช้ประโยชน์ โดยนำมาเผาไหม้ผลิตพลังงานความร้อนให้กับเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึม (Absorption Chiller) สำหรับใช้ในการปรับอากาศและควบคุมสภาวะแวดล้อมของโรงเพาะเห็ดและมอบหมายให้ บริษัท พัฒน์กล จำกัด (มหาชน) เป็นผู้ออกแบบรายละเอียด (Detail Design) และสร้างต้นแบบโรงเพาะเห็ดแบบควบคุมสภาวะแวดล้อมที่ใช้เครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมด้วยพลังงานชีวมวลจากแก๊สสำหรับควบคุมโรงเพาะเห็ดและการปรับอากาศของอาคารปฏิบัติการข้างเคียงเป็นแห่งแรกในประเทศไทย

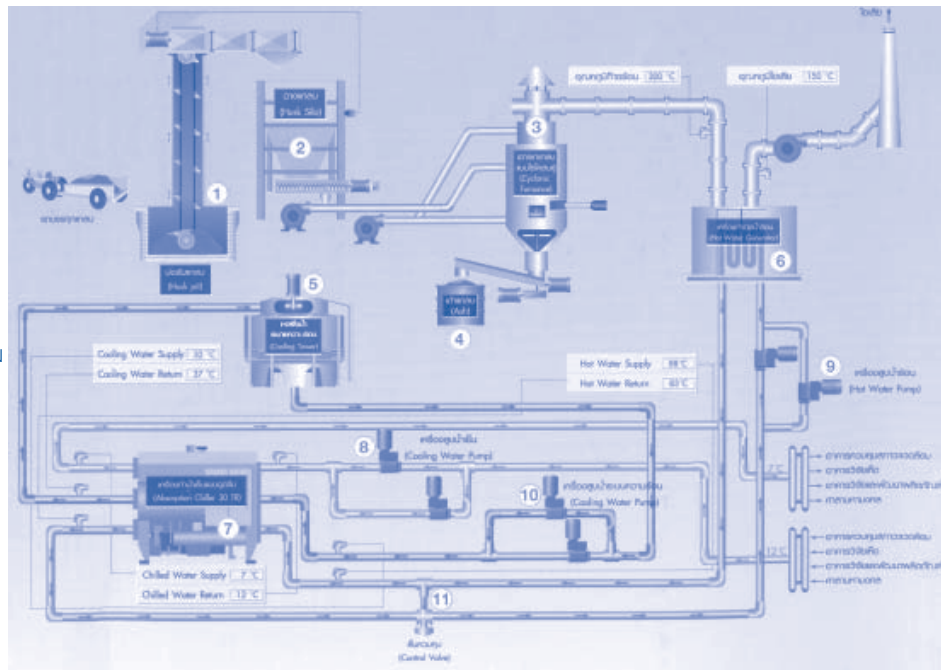
แนวคิดการออกแบบ

โครงการนี้มีแนวคิดด้านพลังงานที่สำคัญคือ การนำเชื้อเพลิงชีวมวล (Biomass Fuel) ที่เหลือใช้ในภาคเกษตรกรรมมาใช้เป็นพลังงานความร้อน เพื่อผลิตน้ำเย็นด้วยเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดซึมทดแทนการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อผลิตน้ำเย็นด้วยเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ ซึ่งจะช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ขับเคลื่อนมอเตอร์ของเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ ส่วนน้ำเย็นที่ได้จะถูกนำมาใช้ควบคุมสภาวะแวดล้อมของโรงเพาะเห็ดที่ปรับสภาวะภายในห้องให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของเห็ดในแต่ละสายพันธุ์ โดยแนวคิดในการออกแบบโรงเพาะเห็ดแบบควบคุมสภาวะแวดล้อมคือ ภายในห้องเพาะเห็ดต้องควบคุมปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ด ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง และปริมาณ

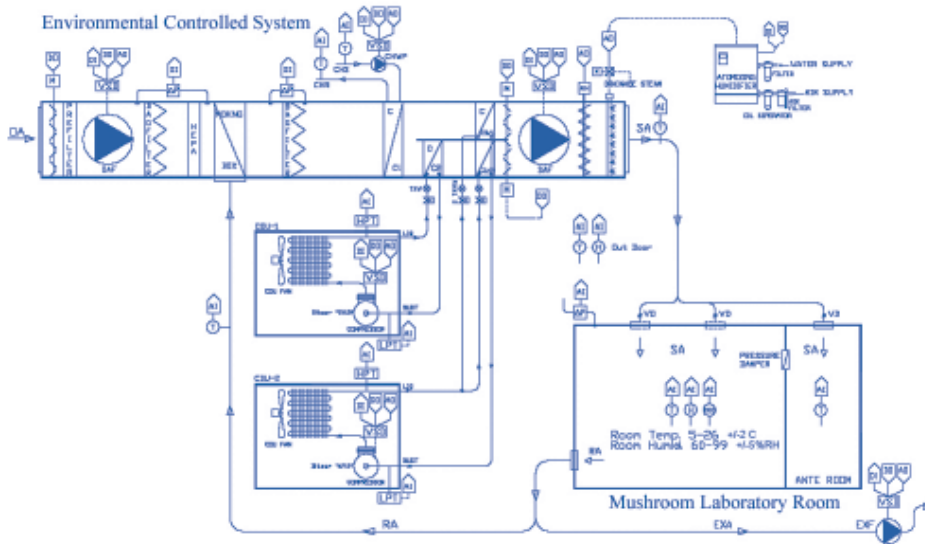
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ให้มีค่าอยู่ในช่วงที่เหมาะสม

โดยภาพรวมของการดำเนินงานนั้นจะประกอบไปด้วยระบบหลัก 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนเตาเผาแกลบและเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดซึม (Husk Furnace and Absorption Chiller) ส่วนการควบคุมสภาวะแวดล้อมในห้องเพาะเห็ดและการปรับอากาศทั่วไป (Environmental Controlled System and General Air Conditioning) และส่วนการควบคุมกลางด้วยคอมพิวเตอร์แบบอัตโนมัติ (PC Based Central Control Unit) ดังในรูปที่ 1 และ 2 โดยสองส่วนแรกจะถูกเชื่อมโยงกันด้วยส่วนควบคุมกลาง ซึ่งจะสั่งการควบคุมและบันทึกผลผ่านอุปกรณ์ควบคุมและเครื่องคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติ (Fully Plant Automation system) ดังในรูปที่ 3

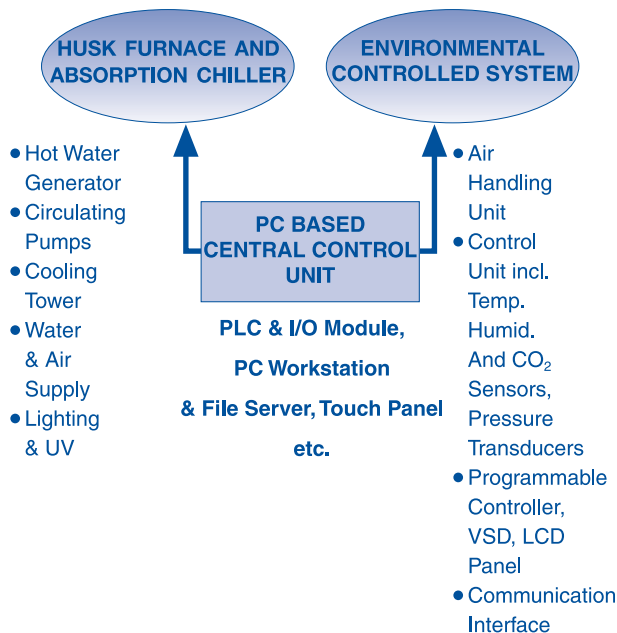
- 1 บ่อรับแกลบ (Husk Pit)
- 2 ฉางแกลบ (Husk Silo)
- 3 เตาเผาแกลบแบบไซโคลนคู่ (Double Cyclonic Furnace)
- 4 ถังแกลบ (Ash)
- 5 หอผึ่งน้ำระบายความร้อน (Cooling Tower)
- 6 เครื่องกำเนิดน้ำร้อน (Hot Water Generator)
- 7 เครื่องกำเนิดน้ำเย็นแบบดูดซึม (Absorption chiller)
- 8 เครื่องสูบน้ำเย็น (Chilled Water Pump)
- 9 เครื่องสูบน้ำร้อน (Hot Water Pump)
- 10 เครื่องสูบน้ำระบบความร้อน (Cooling Water Pump)
- 11 ลิ้นควบคุม (Control Valve)



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงกระบวนการนำความร้อนที่ได้จากการเผาไหม้แกลบมาใช้กับระบบผลิตน้ำเย็นด้วยเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดซึม



รูปที่ 2 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมของห้องเพาะเลี้ยงเห็ด



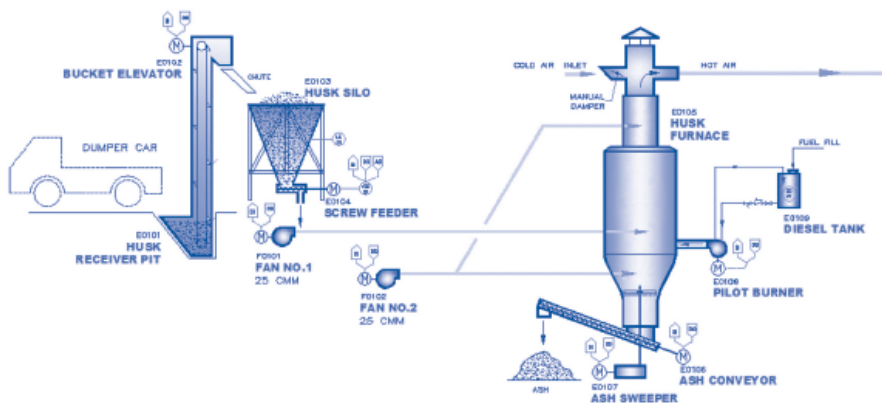
รูปที่ 3 แผนภาพแสดงความสัมพันธ์และการเชื่อมโยงระบบต่าง ๆ เข้าด้วยกันด้วยส่วนควบคุมกลาง

เตาเผาแกลบและเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดซึม (Husk Furnace and Absorption Chiller)

เตาชนิดนี้มีส่วนประกอบคือ ห้องเผาไหม้ ระบบการป้อนอากาศและแกลบ และระบบลำเลียงซี้ไถ้แกลบออก โดยตัวห้องเผาไหม้มีรูปร่างเป็นทรงกระบอก ทำด้วยอิฐทนไฟ ในส่วนล่างของห้องเผาไหม้จะเป็นตะแกรงและใบปาดซี้ไถ้ ในการเผาไหม้ของเตาเผาแกลบแบบไซโคลนคู่ นั้นจะทำงานโดยพัคดลที่หนึ่งจะเป่าอากาศและแกลบเข้าที่ด้านบนของห้องเผาไหม้ในแนวสัมผัส เพื่อให้อากาศหมุนวนมีลักษณะเป็นไซโคลนดักซี้ไถ้ไม่ให้ฟุ้งกระจายปนกับลมร้อน และให้อากาศกับเชื้อเพลิงคลุกเคล้ากันอย่างทั่วถึงในระหว่างการเผาไหม้ ส่วนพัคดลตัวที่สองจะเป่าอากาศที่ด้านบนของท่อพัคดลตัวแรกในแนวสัมผัสเป็นไซโคลนเช่นเดียวกัน เพื่อเพิ่มปริมาณ

อากาศในห้องเผาไหม้เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ปราศจากมลพิษ จากนั้นซีเถ้าจะตกลงไปกองอยู่บนตะแกรงแล้วถูกปาดเข้าสกรูลำเลียงซีเถ้า ซึ่งข้อดีของเตาเผาแบบไซโคลนคู่ที่แตกต่างจากเตาเผาโดยทั่วไปคือ ได้ลมร้อนที่สะอาดปราศจากมลพิษและซีเถ้าที่ได้จากการเผาไหม้ที่สมบูรณ์นี้จะควบคุมอุณหภูมิไว้ประมาณ 300°C หลังจากนั้นลมร้อนที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังเครื่องทำน้ำร้อนผลิตน้ำร้อนป้อนให้กับเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึม ส่วนซีเถ้าที่เหลือเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ทำเป็นปุ๋ยสำหรับปรับปรุงสภาพดินต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4

การออกแบบเครื่องทำน้ำร้อนนี้จะออกแบบให้มีการแลกเปลี่ยนความร้อนระหว่างลมร้อนที่มาจากเตาเผาแลกเปลี่ยนกับน้ำ เพื่อให้ได้น้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 85-90°C เนื่องจากเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมกับเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึม ซึ่งจะสังเกตได้ว่าลมร้อนที่มาจากเตาเผาแลกเปลี่ยนมีอุณหภูมิประมาณ 270-300°C สามารถนำไปผลิตไอน้ำแรงดันสูงด้วยหม้อไอน้ำเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นแล้วจึงนำไอน้ำแรงดันต่ำมาใช้กับเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมจะทำให้มีความคุ้มค่าด้านพลังงานมากขึ้น แต่ในโครงการนี้ไม่มีความต้องการนำไอน้ำไปใช้ ดังนั้นจึงออกแบบให้ทำงานด้วยระบบน้ำร้อนตามความต้องการของเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมเท่านั้น

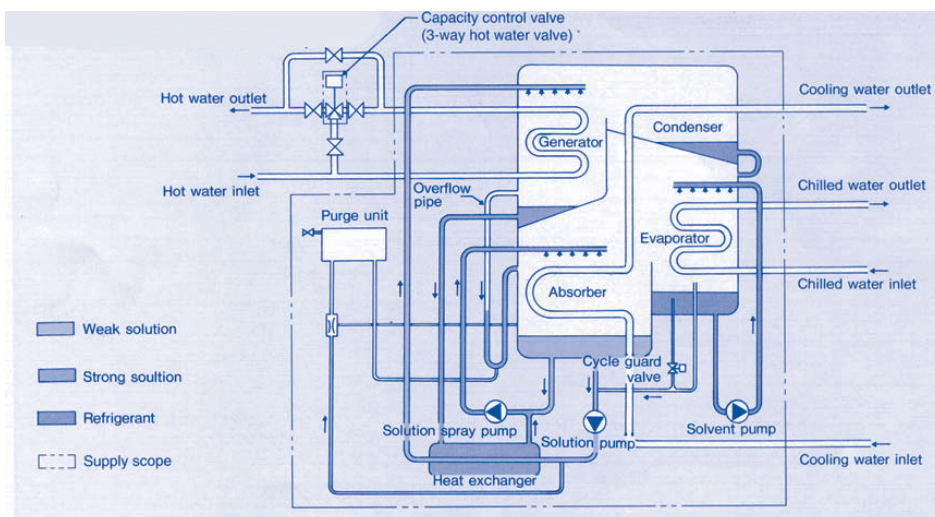


รูปที่ 4 เตาเผาแลกเปลี่ยนแบบไซโคลนคู่

ระบบการทำน้ำร้อนที่จ่ายให้เครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมจะควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อนให้คงที่ด้วยการวัดค่าอุณหภูมิน้ำร้อนแล้ว นำไปประมวลผลเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ (Set point) เพื่อนำไปควบคุมอัตราการป้อนกลับของเตาเผาแลกเปลี่ยน โดยการลดหรือเพิ่มปริมาณแลกเปลี่ยนที่ส่งเข้าเตาเผาได้อย่างเหมาะสมกับค่าความร้อนที่เผาไหม้จนได้เป็นแก๊สร้อน นำไปใช้แลกเปลี่ยนความร้อนที่เครื่องทำน้ำร้อนจะได้เป็นน้ำร้อนอุณหภูมิคงที่อย่างต่อเนื่อง

เครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมด้วยน้ำร้อนจะใช้น้ำเป็นสารทำความเย็น และสารละลายลิเทียมโบรไมด์เป็นสารดูดซึม โดยตัวเครื่องจะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ คือ Generator, Condenser, Evaporator และ Absorber และส่วนประกอบอื่นๆ ได้แก่ ชุด Solution Pump และ Refrigerant Pump ดังรูปที่ 5 ซึ่งเครื่องทำความเย็น

แบบดูดซึมนี้จะทำหน้าที่ผลิตน้ำเย็นประมาณ 7°C สำหรับจ่ายให้กับเครื่องส่งลมเย็นแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water AHU) ในห้องเพาะเห็ดและอาคารสำนักงานใกล้เคียง โดยระบบทำความเย็นแบบดูดซึม สามารถทำความเย็นได้สูงสุด 30 ตันความเย็นและปรับปริมาณตามภาระการทำความเย็นจริงได้ตั้งแต่ 20 - 100 % ของ ภาระการทำงานสูงสุด (Full Load) ด้วยการปรับอัตราการไหลของน้ำร้อนที่เข้าเครื่องด้วยชุดวาล์วควบคุมแบบ 3 ทาง (3 Way Mixing Valve) ที่มีการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่อง (Leaving Chilled Water) เมื่อมีภาระใช้งานน้อย ระบบวาล์วควบคุมจะสั่งการให้น้ำร้อนไหลผ่านเข้าเครื่องในปริมาณน้อย (Bypass) และหากในสภาวะกลับกันที่มีภาระใช้งานมาก วาล์วควบคุมจะปล่อยให้ให้น้ำร้อนไหลเข้าเครื่องในปริมาณมาก



รูปที่ 5 ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมด้วยน้ำร้อน [EBARA, 2004]

การควบคุมสภาวะแวดล้อมในห้องเพาะเห็ด (Environmental Controlled System)

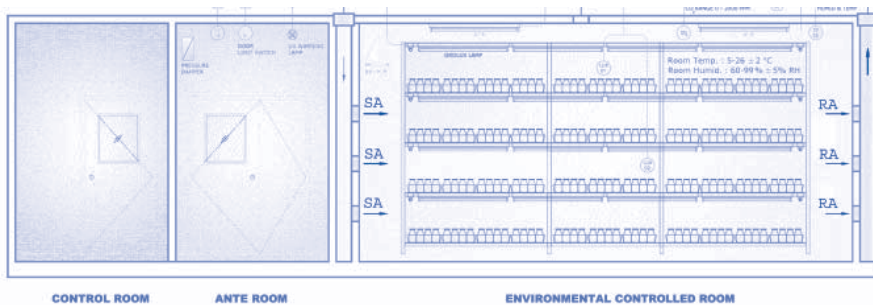
การนำน้ำเย็นที่ผลิตได้จากเครื่องทำน้ำเย็นแบบดูดซึมด้วยน้ำร้อนนั้น ถูกนำไปใช้งานเป็น 2 ส่วนคือ โรงเพาะเห็ดหรือห้องควบคุมสภาวะแวดล้อม และอาคารปฏิบัติการต่างๆ ข้างเคียง โดยในส่วนโรงเพาะเห็ดจะติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ AHU ขนาด 10 ตันความเย็นและอุปกรณ์สำหรับปรับสภาวะแวดล้อม โดยภายในแยกแฉกคอยล์เย็นออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ คอยล์น้ำเย็นที่ใช้น้ำเย็นจากเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมกับคอยล์สารทำความเย็นทำงานร่วมกับเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอดีรูปที่ 2 ซึ่งจะมีลำดับการทำงานไม่พร้อมกันโดยเครื่องทำความเย็นแบบอัดไอดีจะใช้เพื่อทำความเย็นให้กับห้องเพาะเห็ดที่ต้องการสภาวะอากาศต่ำกว่า 15°C หรือทำหน้าที่

สำรอง หากระบบเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมหยุดทำงาน ส่วนในห้องปฏิบัติการต่างๆ จะติดตั้งเครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กแบบใช้น้ำเย็น แต่ยังคงเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนไว้เพื่อใช้เป็นเครื่องปรับอากาศสำรองเวลาเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมด้วยน้ำร้อนหยุดทำงาน โดยการผลิตน้ำเย็นเพื่อป้อนให้กับห้องเพาะเห็ดและอาคารปฏิบัติงานจะดำเนินการในช่วงเวลาตั้งแต่ 8.00 น. ถึง 17.00 น. ส่วนช่วงเวลานอกเหนือจากนี้จะใช้เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอดีทำงานแทนเนื่องจากในอาคารปฏิบัติการจะไม่มีการใช้ระบบปรับอากาศทำให้มีภาระความร้อนโดยรวมของโรงเพาะเห็ดและอาคารปฏิบัติงานมีประมาณ 5-10 ตันความเย็นเท่านั้น จึงไม่มีความเหมาะสมที่จะเดินระบบโดยรวมทั้งหมด



รูปที่ 6 การเพาะเลี้ยงเห็ดภายใต้การควบคุมสภาวะแวดล้อม

การออกแบบลักษณะการกระจายของอากาศในห้องเพาะเห็ดจะคำนึงถึงการไหลเวียนของลมที่สม่ำเสมอตลอดทั่วถึงทุกชั้นวาง พร้อมทั้งระบบการกรองอากาศที่สามารถกำจัดสิ่งปนเปื้อนที่ถูกนำเข้ามาและที่เกิดขึ้นเองภายในห้องเพาะเห็ดได้ ดังนั้นจึงออกแบบให้มีการไหลของอากาศเป็นแบบราบเรียบในแนวระดับดังรูปที่ 7 โดยอาศัยการใช้ตัวกรองอากาศแบบ HEPA Filter ที่มีประสิทธิภาพสูงร่วมด้วย ซึ่งจะสามารถสร้างห้องเพาะเลี้ยงเห็ดที่สะอาดเหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเห็ดได้



รูปที่ 7 ลักษณะการกระจายของอากาศในห้องเพาะเห็ด

ส่วนควบคุมกลาง

(PC Based Central Control Unit)

เนื่องจากระบบผลิตน้ำเย็นโดยใช้พลังงานความร้อนจากแก๊สสำหรับโรงเพาะเห็ดในโครงการสวนพระองค์สวนจิตรลดา มีอุปกรณ์หรือเครื่องจักรหลายชนิดมาทำงานร่วมกันได้แก่ เตาเผาแก๊ส เครื่องทำน้ำร้อน เครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมด้วยน้ำร้อน อุปกรณ์สำหรับปรับสภาวะแวดล้อมในห้องเพาะเห็ด เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ และเครื่องส่งลมเย็นแบบใช้น้ำเย็นในอาคารปฏิบัติการใกล้เคียง โดยส่วนควบคุมกลาง

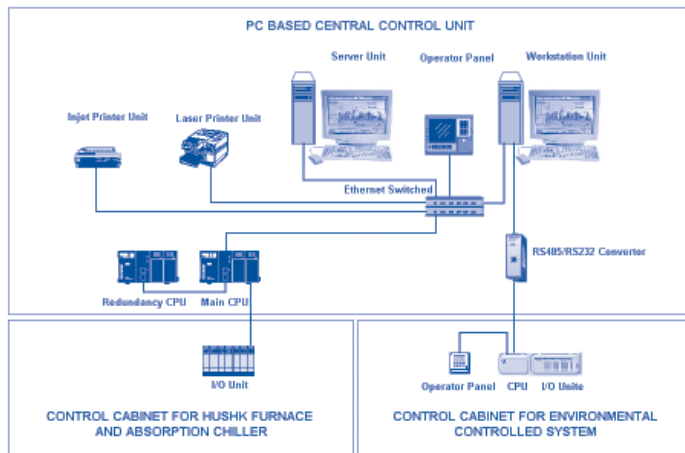
เป็นระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมผ่านอุปกรณ์ควบคุมแบบรวมศูนย์ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงการทำงาน รับรู้ แสดงผล บันทึกและควบคุมการทำงานต่างๆ เช่น การผลิตน้ำร้อนและน้ำเย็นในระบบเตาเผาแก๊สและเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมดังรูปที่ 8 ผ่าน

อุปกรณ์ควบคุมและเครื่องคอมพิวเตอร์โดยอัตโนมัติ เช่น การปรับค่าอุณหภูมิตามสภาวะโหลด รวมทั้งการแจ้งความผิดปกติของระบบ อีกทั้งยังสามารถแจ้งเตือนให้เตรียมการซ่อมบำรุงล่วงหน้าได้ ทำให้ง่ายต่อการใช้งาน ลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานในการควบคุม ส่งผลให้โรงเพาะเห็ดนี้มีความสะดวกและปลอดภัย เหมาะสมสำหรับการศึกษาวิจัยการเพาะเลี้ยงเห็ดที่สภาวะแวดล้อมต่างๆ

ในส่วนการควบคุมสภาวะแวดล้อมในห้อง เพาะเห็ดจะต้องคำนึงถึงหลักทางพฤกษศาสตร์ของ เห็ดแต่ละชนิดและข้อมูลที่ใช้ศึกษาวิจัยมีอยู่ 4 ตัวแปรด้วยกัน คือ อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง และ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมทั้งการถ่ายเท ของอากาศที่สะดวก ซึ่งจะมีการจัดชั้นวางเห็ด ให้มีระยะห่างกันพอเหมาะ โดยความเร็วลมที่ เหมาะสมสำหรับการเจริญเติบโตของเห็ดจะอยู่ใน ช่วง 0.1-0.4 m/s [Bowman 1987]

ระบบการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายใน ห้องเพาะเห็ด สามารถปรับและควบคุมความชื้น สัมพัทธ์ได้โดยอัตโนมัติ ให้อยู่ในช่วง 60-95 %RH โดยใช้ระบบการจ่ายน้ำด้วยหัวฉีด (Atomizer) และ ชุดขดลวดความร้อน (Heater) ทำงานผ่านระบบ คอมพิวเตอร์ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับความชื้นที่อยู่ ภายในห้องเพาะเห็ด ด้วยการจ่ายฝอยละอองไอน้ำ ขนาด 0.4-1.5 ไมครอน เพื่อเพิ่มระดับ ความชื้นสัมพัทธ์ และเพิ่มความร้อนด้วย ชุดขดลวดความร้อนเพื่อลดระดับความชื้นสัมพัทธ์

ซึ่งสามารถควบคุมความชื้นให้มีความคลาดเคลื่อน ได้ $\pm 5\%RH$ ส่วนระบบควบคุมปริมาณแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์สามารถควบคุมให้อยู่ในช่วง 0-2,000 ppm ได้โดยการควบคุมอากาศบริสุทธิ์ ภายนอกเข้าด้วยพัดลมที่ทำงานด้วยระบบควบคุม ความเร็วรอบ โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน ± 100 ppm ของค่าที่ตั้งไว้ ระบบแสงสว่างจะ ควบคุมให้ความเข้มแสงอยู่ในช่วง 0-1,000 Lux และสามารถบันทึกค่าความเข้มแสงและตั้งเวลา เปิด-ปิดได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งในทุกระบบจะถูกสั่ง การผ่านระบบศูนย์ควบคุมกลางเพื่อปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในห้องให้มีความแม่นยำตรงตาม สภาวะที่ต้องการ และเมื่อเกิดเหตุผิดปกติหรือข้อ บกพร่องขึ้นภายในห้องระบบจะสามารถแจ้งเตือน สภาวะปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วและ ถูกต้อง เพื่อให้ผู้ใช้งานได้หาทางแก้ไขปัญหาย่าง รวดเร็ว เป็นการป้องกันและหลีกเลี่ยงผลกระทบที่ จะเกิดขึ้นกับเห็ดที่เพาะอยู่ในห้องได้

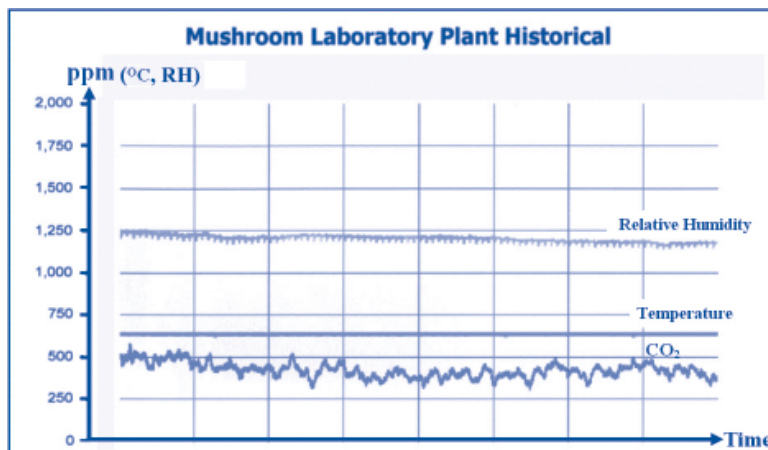


รูปที่ 8 โครงสร้างของส่วนควบคุมกลาง

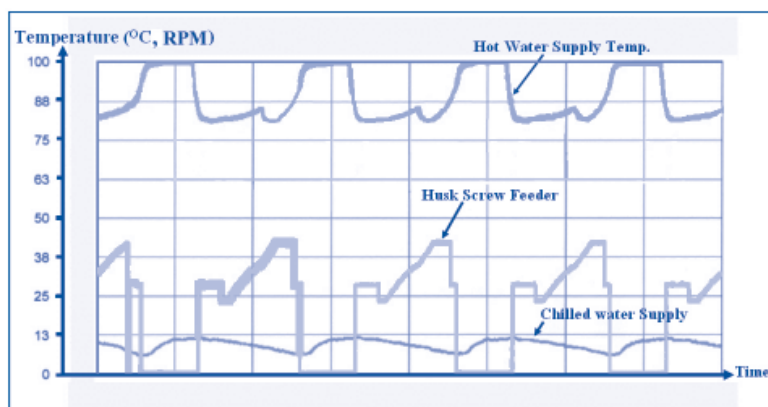
ผลการดำเนินการ

ในการดำเนินการทดสอบระบบด้านต่างๆ จะพบว่า การควบคุมสภาวะอากาศภายในห้องเพาะเห็ด ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ มีความคลาดเคลื่อน $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ $\pm 0.3\% \text{RH}$ และ $\pm 82 \text{ ppm}$ ตามลำดับ ดังในรูปที่ 9 ซึ่งนับว่าส่วนการควบคุมสภาวะแวดล้อมในห้องเพาะเห็ดและส่วนควบคุมกลางสามารถทำงานประสานกันเป็นอย่างดี ส่วนการทดสอบทางด้านพลังงานจะพบว่าสามารถควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อน

(Hot water Supply) อุณหภูมิน้ำเย็น (Chilled water supply) อยู่ในช่วง $82\text{-}99^{\circ}\text{C}$ และ $6\text{-}11^{\circ}\text{C}$ ตามลำดับดังรูปที่ 10 ซึ่งในการเปรียบเทียบระหว่างการควบคุมสภาวะอากาศด้วยเครื่องทำความเย็นแบบอัดกับเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมด้วยน้ำร้อนจะพบว่า เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอจะใช้พลังงานไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามากกว่าเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึม และเครื่องทำความเย็นแบบดูดซึมมีอายุการใช้งานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่า



รูปที่ 9 กราฟอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายในห้องเพาะเห็ด



รูปที่ 10 กราฟอุณหภูมิน้ำร้อน น้ำเย็นที่ตำแหน่งต่างๆ และความเร็วรอบของสกรูป้อนแกลบ

สรุป

การนำกลับมาใช้เพื่อผลิตน้ำร้อนในระบบทำความเย็นแบบดูดซึม เป็นการนำกลับมาใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า โดยเป็นการแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของเศษวัสดุที่จะนำมาประยุกต์ใช้งาน ซึ่งแนวคิดนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีพลังงานจนได้ต้นแบบของโรงเพาะเห็ดแบบควบคุมสภาวะแวดล้อมที่ใช้ระบบทำความเย็นแบบดูดซึมด้วยพลังงานชีวมวลจากแกลบเพื่อสาธิตให้นักเรียน นักศึกษา เกษตรกร และประชาชนที่สนใจทั่วไปได้ตามวัตถุประสงค์คือ สามารถนำแกลบที่เหลือใช้จากภาคเกษตรกรรมมาใช้เป็นพลังงานทดแทนในระบบควบคุมสภาวะแวดล้อมของโรงเพาะเห็ดและระบบปรับอากาศของอาคารปฏิบัติงาน และลดปัญหาการกำจัดแกลบประมาณปีละ 500 ตันได้ รวมทั้งสามารถควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของเห็ดภายในห้องเพาะเห็ดได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น แสงสว่าง และปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเหมาะสมอย่างยิ่งในการนำมาใช้ศึกษาวิจัยเพื่อการเพาะเลี้ยงเห็ดแต่ละสายพันธุ์และคาดว่าจะมีประโยชน์กับเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพเพาะเห็ดต่อไป

เอกสารอ้างอิง

EBARA (Thailand) Limited, Absorption Chiller, Leaflet, 2004

G.E. Bowman, Air Circulation in Mushroom House, Mushroom journal, 1987

เอกสารเผยแพร่ โครงการจัดตั้งระบบผลิตน้ำเย็นโดยใช้พลังงานความร้อนจากแกลบสำหรับโรงเพาะเห็ด โครงการส่วนพระองค์ สวนจิตรลดา, การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย