บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบควบคุมความชื้นภายในโรงเพาะเห็ดอัตโนมัติ เทคนิคการส่งผ่านคลื่นไมโครเวฟผ่านสายอากาศไมโครสตริปแพทช์ ที่สามารถปรับเปลี่ยนทิศทางของลำคลื่นหลักให้ตรวจสอบความชื้นภายในโรงเรือนได้ครอบคลุมและปรับความชื้นได้อย่างแม่นยำ ระบบควบคุมความชื้นภายในโรงเพาะเห็ดอัตโนมัติ โดยใช้สายอากาศส่งไมโครสตริปแพทช์ 4 ตัว แต่ละตัวมีทิศทางของลำคลื่นหลักพุ่งออกไปยัง 4 มุม ของโรงเรือน ทำให้การตรวจสอบความชื้นทำได้อย่างละเอียดจึงส่งผลให้การปรับความชื้นทำได้อย่างแม่นยำ ระบบควบคุมแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ภาคส่งและภาครับสัญญาณ ภาคส่งได้พัฒนาสายอากาศส่งไมโครสตริปแพทช์ 4 ตัว วางอยู่บนวัสดุฐานรองและระนาบกราวด์เดียวกัน ทำงานร่วมกับแหล่งกำเนิดสัญญาณความถี่สูงที่ 2.4 กิกะเฮิรตซ์ และใช้การสวิตช์เพื่อส่งสัญญาณออกจากสายอากาศส่งแต่ละตัว ภาครับใช้สายอากาศรับเป็นสายอากาศไมโครสตริปแพทช์รูปสี่เหลี่ยมทำงานร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับกำลังงาน เพื่อเปลี่ยนกำลังงานความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นขยายด้วยวงจรขยายสัญญาณและแปลงจากสัญญาณแอนะล็อคเป็นดิจิตอลแบบ 12 บิต ทดสอบความชื้นในช่วง 60% ถึง 85% ผลการวัดกำลังงานการส่งผ่านจากสายอากาศ 4 ตัว คือ 1.01 ถึง 1.20 โวลต์ 1.10 ถึง 1.23 โวลต์, 1.47 ถึง 1.58 โวลต์ และ 1.71 ถึง 1.82 โวลต์ ตามลำดับ ข้อมูลถูกนำมาพัฒนาเป็นค่าอ้างอิงในช่วงความชื้น 70% ถึง 80% เทียบกับค่าแรงดันที่วัดได้จากสายอากาศทั้ง 4 ตัว ค่าอ้างอิงถูกนำมาใช้ตัดสินใจเพื่อควบคุมระดับความชื้น ควบคุมความชื้นทั้งหมด 72 ชั่วโมง (3 วัน) เริ่มตั้งแต่เวลา 6.00 น. ของวันที่ 18 ตุลาคม ถึงวันที่ 21 ตุลาคม ระบบสามารถควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วง 70% - 80% ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีค่าความชื้นเฉลี่ยที่ 77.75% และเมื่อวิเคราะห์เฉพาะส่วนของการควบคุมความชื้นในช่วงเวลากลางวัน คือ 08.00 - 18.00 น. ซึ่งเป็นช่วงที่ความชื้นลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากอุณหภูมิสูง พบว่าระบบสามารถทำงานได้ดี โดยมีค่าความชื้นเฉลี่ยอยู่ที่ 74.1%

อภิปรายผลการวิจัย

น้ำเป็นวัสดุมีค่าคงที่สมบัติไดอิเล็กตริกอยู่ที่ 80 (Komarov et al., 2005) และอากาศมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกเป็น 1 ดังนั้นอากาศที่มีค่าความชื้นสัมพันธ์สูงจึงมีคุณสมบัติไดอเล็กตริกสูง คลื่นความถี่จึงถูกลดทอนมาก (Pozar, 2012) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้ เช่น ที่ความชื้น 60% ค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากสายอากาศตัวที่ 1 มีค่าเป็น 1.20 แต่เมื่อความชื้น 85% ค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้มีค่าลดลงเป็น 1.01
ในอากาศที่มีความชื้นสูง

ระบบเซนเซอร์ควบคุมความชื้นอัตโนมัติสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วงกลางวันเป็นช่วงเวลาที่ความชื้นลดลงได้ง่าย เนื่องจากอุณหภูมิสูง ข้อมูลความชื้นที่วัดได้แต่ละช่วงของเวลากลางวันมีความแตกต่างกัน ช่วงเช้าและช่วงเย็นค่าความชื้นที่ได้มีค่าใกล้เคียงกัน ช่วง

กลางวันค่าความชื้นจะแตกต่างกันเล็กน้อย ในช่วงเวลา 20:00 ถึง 8:00 สำหรับช่วงที่เวลา 13.00 น. ถึง 15.00 น. เกิดสัญญาณรบกวนเนื่องจากอุณหภูมิทำให้เกิดความผิดพลาดเล็กน้อยในการปรับระดับความชื้น เนื่องจากสภาพอากาศช่วงกลางวันมีอุณหภูมิสูง จึงเกิดความผิดพลาดในการปรับความชื้นของระบบ เนื่องมาจากสัญญาณรบกวนความร้อน (Thermal noise) (วิวัฒน์ กิรานนท์, 2540) แต่ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้จากการใช้ข้อมูลจากสายอากาศทั้ง 4 ตัว ทำให้ ข้อมูลมากพอต่อการตัดสินใจ จึงทำให้ระบบสามารถควบคุมความชื้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อเสนอแนะ

ระบบเซนเซอร์ควบคุมความชื้นอัตโนมัติยังมีข้อจำกัดในการทำงานหรืออาจจะมีความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้จากหลายสาเหตุคือ

1) ขนาดกำลังงานของคลื่นความถี่ที่อุปกรณ์สังเคราะห์ความถี่สร้างแต่ละครั้ง
2) เสถียรภาพของระบบก่อนตรวจสอบความชื้น
3) อุณหภูมิที่มีผลกับระบบควบคุมความชื้น
4) สภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปเมื่อดอกเห็ดบาน

ดังนั้นการควบคุมขนาดกำลังงานอุปกรณ์สังเคราะห์ความถี่จึงต้องควบคุมให้มีขนาดกำลังงานเท่ากันทุกครั้ง เมื่ออุปกรณ์สังเคราะห์ความถี่ทำงานระบบควบคุมความชื้นจะยังไม่วัดความชื้นในทันทีเพื่อให้ระบบมีเสถียรภาพ จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 5 นาที จึงจะวัดความชื้น การระบายความร้อนให้กับระบบเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากต้องป้องกันสัญญาณรบกวนความร้อน และเมื่อดอกเห็ดมีจำนวนมากควรปรับระดับอ้างอิงเนื่องจากดอกเห็ดทำให้เกิดการลดทอนกำลังงานคลื่นความถี่และส่งผลให้ความชื้นที่วัดได้ผิดพลาด ดังนั้นการชดเชยกำลังงานและทำให้ระบบมีเสถียรภาพจึงเป็นสิ่งสำคัญ

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี