บทที่ 5
สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบระบบตรวจวัดปริมาณความหวานสำหรับกระบวนการผลิตเครื่องดื่มสมุนไพรน้ำเห็ดหลินจือของกลุ่มวิสาหกิจชุมชนเพาะเห็ดและแปรรูปเห็ดบ้านไร่เก่า ต.รำพัน อ.ท่าใหม่ จ.จันทบุรี โดยได้รับการสนับสนุนข้อมูลพื้นฐานสำหรับการดำเนินการวิจัยจากทางกลุ่มเป็นอย่างดีระบบที่สร้างขึ้นจึงออกแบบลักษณะการใช้งานให้เหมาะสมกับกระบวนการผลิตของทางกลุ่ม เครื่องดื่มน้ำเห็ดหลินจือของกลุ่มไม่ได้ใส่น้ำตาล ใช้ความหวานจากพุทราจีนทดแทน ดังนั้นจึงควบคุมคุณภาพด้านรสชาติจึงทำได้ยาก อีกทั้งยังขาดเครื่องมือในการตรวจสอบ เครื่องดื่มน้ำเห็ดของทางกลุ่มในปัจจุบันมีเพิ่มขึ้นหลายชนิดนอกเหนือจากน้ำเห็ดหลินจือแล้ว ยังมีน้ำเฉาก๊วยเห็ดหูหนู

ระบบตรวจสอบความหวานที่ออกแบบในงานวิจัย ทำงานด้วยคลื่นไมโครเวฟในย่านความถี่ 10 กิกะเฮิรตซ์ ใช้การส่งผ่านกำลังงานความถี่ในการตรวจสอบระดับความหวานของสารละลาย การตรวจวัดใช้สายอากาศทั้งหมด 4 ตัว โดยแบ่งออกเป็น 2 คู่ ระหว่างความถี่ 10.4 กับ 10.2 กิกะเฮิรตซ์ เรียกว่าคู่ A และ 10.6 กับ 10.2 กิกะเฮิรตซ์ เรียกว่าคู่ B กำลังงานการส่งผ่านของคลื่นความถี่แต่ละคู่ถูกนำมาผสมสัญญาณเพื่อสร้างสัญญาณคลื่นความถี่กลาง (IF) ที่ 200 เมกะเฮิรตซ์ และ 400 เมกะเฮิรตซ์ จากนั้นถูกกำลังงานความถี่ในแต่ละคู่ถูกนำมาเปรียบเทียบด้วยวงจรตรวจจับอัตราการขายและเฟสเพื่อหาอัตราการขยายและความต่างเฟสในลักษณะของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ค่าแรงดันที่วัดถูกเทียบกับระดับความหวานของสารละลาย 12 ระดับ ตั้งแต่ 6 13 16 ถึง 45 %Brix ระดับความหวานที่เปลี่ยนส่งผลต่อค่าของอัตราการขยายคู่ Aเป็น G1 อัตราการขยายคู่ Bเป็น G2 ความต่างเฟสคู่ A เป็นP1 และความต่างเฟสคู่ B เป็น P2 ค่าแรงดันที่วัดได้อยู่ในช่วง 0.749-0.847 โวลต์ 0.786-0.899 โวลต์ 1.227-1.277 โวลต์ และ 1.123-1.192 โวลต์ ข้อมูลถูกกำหนดเป็นอินพุต 4 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 G1 กลุ่มที่ 2 G1 และ G2 กลุ่มที่ 3 G1 G2 และ P1 กลุ่มที่ 4 G1 G2 P1 และ P2 ตามลำดับ ข้อมูลแต่ละกลุ่มถูกใช้ฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมในการหาอัตราการเรียนรู้และโครงสร้างที่เหมาะสม การปรับอัตราการเรียนรู้เริ่มจาก 0.001 0.005 ถึง 0.3 และที่เหมาะสมที่สุดคือ 0.1 ให้อัตราความผิดพลาด 0.022 จากนั้นจำนวนอินพุตถูกปรับตั้งแต่ 1 ถึง 4 โนด ตามจำนวนกลุ่มของอินพุต จำนวนอินพุตที่เหมาะสมคือ 3 โนด ประกอบด้วย G1 G2 และ P1 4 ซึ่งเพียงพอต่อการตัดสินใจและ 4 โนดซ่อนเร้น 4 โนดเอาต์พุต ระบบเซนเซอร์ใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ระดับความหวานเพียง 3 อินพุต ส่งผลให้การจองพื้นที่หน่วยความจำสำหรับเก็บค่าถ่วงน้ำหลักถูกใช้อย่างคุ้มค่า รวมทั้งยังสามารถแยกระดับความหวานได้แม่นยำถึง 91.7% จึงเห็นได้ว่าระบบมีความซับซ้อนต่ำและทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ช่องใส่ภาชนะบรรจุสารละลายสำหรับวัดสร้างจากอะคริลิค สายอากาศติดตั้งอยู่ด้านข้างช่องใส่ภาชนะ โดยโมดูล 10.4 และ 10.6 กิกะเฮิรตซ์ ติดตั้งอยู่ฝั่งเดียวกัน โมดูล 10.2 กิกะเฮิรตซ์ ติดตั้งอยู่ตรงข้าม ภายนอกหุ้มอะคริลิคด้วยเทปอะลูมิเนียมเพื่อลดสัญญาณรบกวนจากภายนอก อุปกรณ์

ภายในของระบบบรรจุลงในกล่องอเนกประสงค์พลาสติก แผงแสดงผลสร้างจากอะคริลิคมีปุ่มกดเริ่มต้นวัด และ LED ชนิดแถบสำหรับแสดงผลการวัด

อภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้คลื่นส่งผ่านเพื่อตรวจสอบความหวานจากคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของสารละลายที่แตกต่างกันสัมพันธ์กับปริมาณความหวานที่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติไดอิเล็กตริกส่งผลต่อการลดทอนของคลื่นที่เดินทางผ่าน ระบบที่สร้างขึ้นมีความแม่นยำในการวัด และสามารถวัดและแสดงผลได้ทันทีตามเวลาจริง แตกต่างจากกระบวนการวิเคราะห์ปริมาณน้ำตาลในอาหารและเครื่องดื่มด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารเป็นวิธีที่มีความแม่นยำสูง ได้แก่ เครื่องโครมาโทกราฟี (Chromatography) (Damayanti, 2012; Kelebek, 2009; Walker, 2015) การวัดด้วยกระบวนการทางเคมี เป็นการวัดแบบทำลาย ต้องเตรียมตัวอย่างก่อนการวัดมีขั้นตอนมากใช้เวลานานและต้องทำในห้องปฏิบัติการจึงไม่เหมาะต่อการนำไปใช้ในภาคการผลิตอาหาร เครื่องมือวัดความหวานชนิดที่นิยมการผลิตเครื่องดื่ม เป็นเครื่องมือที่ใช้หลักการหักเหของแสงในตัวกลางเพื่อวัดค่าเปอร์เซ็นต์น้ำตาลที่เรียกว่ารีแฟรกโตมิเตอร์ (Refractometer) หรือเครื่องวัดความหวานแบบส่องมีขนาดเล็กราคาถูก ขั้นตอนการวิเคราะห์น้อยกว่า และแสดงผลการวัดได้ทันที (David, 2006) ทั้งนี้รีแฟรกโตมิเตอร์ทั่วไปจะสามารถอ่านค่าความหวานได้โดยมองผ่านเลนส์ซึ่งทำหน้าที่คล้ายปริซึมเพื่ออ่านค่าบนสเกล (Serpen, 2012) ในหน่วยบริกซ์ (°Brix) ส่วนรีแฟรกโตมิเตอร์แบบดิจิตอลสามารถแสดงผลเป็นตัวเลขได้โดยไม่ต้องการการส่อง แต่รีแฟรกโตมิเตอร์ยังคงเป็นการวัดแบบทำลายต้องนำตัวอย่างสารละลายที่ต้องการวัดมาหยดลงในเครื่องมือ

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความโดดเด่นในด้านความรวดเร็วในการวัดและไม่ยุ่งยากในการเตรียมตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบวิธีการทางเคมีแต่ให้ผลใกล้เคียงกัน โดยมีความแม่นยำถึง 97% อีกทั้งเป็นการวัดโดยไม่ทำลายตัวอย่าง

ข้อเสนอแนะ

สารละลายที่จะนำมาวัดด้วยระบบตรวจวัดความหวานที่สร้างขึ้นในงานวิจัย ต้องควบคุมอุณหภูมิอยู่ที่อุณหภูมิห้องหรือประมาณ 25 °C เนื่องจากอุณหภูมิส่งผลต่อคุณสมบัติไดอิเล็กตริกของสารละลาย ดังนั้นระบบอาจพัฒนาต่อให้สามารถวัดได้ในช่วงอุณหภูมิที่สูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี