

บทที่ 5

การสรุปผล อภิปรายผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

การสรุปผล อภิปรายผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เป็นการไทเทรตเพื่อหาความเป็นกรดด้วยเทคนิคการวิเคราะห์แบบอาศัยการไหล โดยประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องมือสำหรับตรวจวัดค่าแม่สี RGB เพื่อสังเกตการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ขณะทำการไทเทรต เพื่อควบคุมสถานะในขณะถ่ายภาพเพื่อวัดค่าแม่สีให้คงที่โดยป้องกันการรบกวนจากแสงภายนอกและควบคุมระยะโฟกัสให้ได้ และประดิษฐ์กล่องควบคุมสถานะสำหรับการตรวจวัดทางเคมีด้วยโทรศัพท์มือถือซึ่งทำจากแผ่นอะคริลิก ขนาด 14.6 cm x 22 cm x 18 cm ภายในออกแบบสำหรับบรรจุหลอดทดลองขนาด 1.5 cm ใช้สำหรับบรรจุสารละลาย ในการวิเคราะห์ใช้โทรศัพท์มือถือในการถ่ายภาพ อาศัยแอปพลิเคชัน RGB color picker สำหรับประมวลผลค่าแม่สี RGB จากนั้นนำค่าแม่สีที่วัดได้ ไปสร้างกราฟการไทเทรตเพื่อหาจุดสมมูล ซึ่งในการทดลองได้ศึกษาการใช้กล่องตรวจวัดค่าแม่สี RGB ร่วมกับแอปพลิเคชัน RGB color picker ในการไทเทรตปฏิกิริยากรด - เบส เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแอปพลิเคชันและกล่องตรวจวัด โดยเปรียบเทียบผลที่ได้กับ pH meter พบว่า ค่าแม่สีที่ได้จากกล่องตรวจวัดให้ผลที่สอดคล้องกับค่าจากเครื่อง pH meter ทั้งนี้ในการวิเคราะห์โดยใช้กล่องตรวจวัดแบบปกตินั้น ค่อนข้างยุ่งยาก รวมถึงเสียเวลาและทรัพยากร จึงได้พัฒนากล่องตรวจวัดสำหรับการไทเทรตแบบอาศัยการไหลขึ้น เพื่อเพิ่มความสะดวก ลดระยะเวลาในการทำงาน โดยภายในใช้โพลีเซลล์ ทำจากแก้ว รูปทรงกระเปาะ เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 cm สำหรับบรรจุสารละลาย ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงต่อการหกเลอะเทอะของสารขณะถ่ายเทได้ โดยมีลักษณะและหลักการวิเคราะห์คล้ายกับกล่องตรวจวัดแบบปกติ

จากการทดลองได้ศึกษาปัจจัยของอินดิเคเตอร์ที่มีผลต่อการอ่านค่าแม่สี RGB โดยใช้อินดิเคเตอร์ 3 ชนิด ได้แก่ Methyl red, Bromothymol blue และ Phenolphthalein ตามลำดับ พบว่า อินดิเคเตอร์ทั้ง 3 ชนิด ให้ผลการวิเคราะห์ที่ออกมาใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ได้เลือกใช้ Phenolphthalein เป็นอินดิเคเตอร์ โดยมีการเปลี่ยนแปลงของค่าแม่สีที่จุดยุติชัดเจนกว่าอินดิเคเตอร์ชนิดอื่น และในการศึกษาหาความเข้มข้นของ NaOH พบว่า ที่ความเข้มข้น 0.1 M เหมาะสมต่อการทำปฏิกิริยากับกรดในกาแฟแบบย้อนกลับ เนื่องจากผลที่ได้มีความสอดคล้องกับวิธีมาตรฐาน เมื่อศึกษาสมรรถนะและความเที่ยงของระบบการไหล พบว่า มีค่าร้อยละการเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (%RSD) จากการวัดค่าแม่สี 3 ช่วงเวลา วัดซ้ำช่วงละ 11 ครั้ง ได้ %RSD ของแม่สี RGB น้อยกว่า 1 แสดงให้เห็นว่าระบบมีความเที่ยงค่อนข้างสูง

ดังนั้นจึงได้นำวิธีการไทเทรตโดยอาศัยการไหลที่พัฒนาขึ้น มาประยุกต์ใช้สำหรับหาปริมาณกรดในกาแฟทั้ง 3 แหล่งปลูก ได้แก่ ลาว แม่ฮ่องสอน และดอยอินทนนท์ โดยคำนวณหาความเข้มข้นของ

กรดในรูปของ %w/v ได้ผลดังนี้ กาแฟดิบมีกรดอยู่ในช่วง 0.40 - 0.49 % w/v คั่วอ่อนมีกรดอยู่ในช่วง 0.43 - 0.83 % w/v คั่วกลางมีกรดอยู่ในช่วง 0.57 - 0.67 % w/v และ คั่วเข้มมีกรดอยู่ในช่วง 0.52 - 0.55 % w/v โดยจากการสังเกตแนวโน้มความเป็นกรดของกาแฟทั้ง 3 ระดับ พบว่า มีแนวโน้มเป็นไปในทิศทางเดียวกัน โดยกาแฟคั่วอ่อนจะมีความเป็นกรดมากกว่าคั่วกลางและคั่วเข้ม ในขณะที่กาแฟดิบมีค่าความเป็นกรดน้อยกว่ากาแฟคั่ว ซึ่งการวิเคราะห์ให้ผลไม่สอดคล้องกับทฤษฎีสาเหตุดังกล่าวมาจากขั้นตอนการบดกาแฟและความชื้นภายในเมล็ดกาแฟที่มากกว่า ส่งผลให้ค่าความเป็นกรดของกาแฟดิบน้อยกว่ากาแฟระดับอื่น ๆ ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลที่ได้กับเครื่อง pH meter พบว่า ทั้งสองวิธีมีร้อยละความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 1 แสดงให้เห็นว่าชุดการวิเคราะห์การอาศัยระบบไหลที่พัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพในการวิเคราะห์สูง สามารถนำมาประยุกต์ในใช้หาจุดยุติแทน pH meter ได้ อีกทั้งยังมีราคาถูกและสะดวกต่อการใช้งานอีกด้วย

นอกจากนี้ได้ประยุกต์ระบบดังกล่าวสำหรับวิเคราะห์หาความเป็นกรดในน้ำผลไม้ รวมถึงความแตกต่างในตัวอย่งน้ำแร่ พบว่าให้ผลสอดคล้องกับการตรวจวัดสัญญาณด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์อีกด้วย

ข้อเสนอแนะ

1. ระบบการวิเคราะห์แบบไทเทรตโดยอาศัยการไหลควรมีการพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มความอัตโนมัติของระบบให้สูงขึ้น
2. ควรมีการพัฒนาแอปพลิเคชันที่มีความจำเพาะต่องาน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ และความสะดวกในการปฏิบัติงาน