

# บทที่ 1

## บทนำ

### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

#### 1. ความเป็นมา

กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่นิยมบริโภคมาช้านานและแพร่หลายไปทั่วโลกโดยถือเป็นสินค้าโภคภัณฑ์ที่มีมูลค่าการซื้อขายเป็นอันดับ 2 ของโลกรองจากน้ำมันดิบ ด้วยความต้องการที่สูงดังกล่าว กาแฟจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย โดยมีแหล่งเพาะปลูกที่สำคัญในภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่และเชียงราย ซึ่งนิยมปลูกกาแฟพันธุ์อาราบิก้า และในพื้นที่ภาคใต้ ได้แก่ ชุมพร ระนอง พัทลุง และสุราษฎร์ธานี ซึ่งนิยมปลูกสายพันธุ์โรบัสต้า ด้วยแหล่งเพาะปลูกที่แตกต่างกัน จึงส่งผลกระทบต่อคุณภาพของกาแฟที่ได้ต่างกันเนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพดิน ระดับความสูงของพื้นที่ สภาพอากาศ ปริมาณฝนและความชื้น ปริมาณแสงสว่าง โดยเกณฑ์ที่นิยมใช้กำหนดคุณภาพของเครื่องดื่มกาแฟของนักชิมประกอบด้วย กลิ่น (Aroma) ความเข้มข้น (Body) รสชาติ (Taste) และกลิ่น-รสที่เหลือหลังกลืน (After taste)

ความเป็นกรด (Acidity) ของกาแฟ เป็นลักษณะที่กาแฟให้รสชาติความเปรี้ยวที่ช่วยกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกกระปรี้กระเปร่า ช่วยส่งผลต่อการรับรู้รสชาติของกาแฟที่ชุ่มฉ่ำจากกรดอินทรีย์ที่เปรี้ยวแบบผลไม้โดยเกิดจากการแตกตัวของโปรตอนจากกรดไปยังตัวรับรสของลิ้น ในแง่คุณภาพ ผู้บริโภคนิยมรสชาติความเป็นกรดที่นุ่มนวลในปาก ไม่ฝาดไม่เปรี้ยวเกินไป มีความหวานตามธรรมชาติของกาแฟ โดยแสดงความสมดุลของรสเปรี้ยว หวาน เค็ม และขมไปพร้อมกัน ความเป็นกรดของกาแฟสัมพันธ์กับบริเวณที่เพาะปลูกทั้งในแง่ของระดับความสูงและดินที่ใช้ โดยปริมาณกรดในกาแฟจะเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับระดับในการคั่วเมล็ดกาแฟ เครื่องที่ใช้คั่ว และวิธีการชงกาแฟ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าความเป็นกรดของกาแฟเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญต่อการกำหนดคุณภาพ ราคา และความนิยมของกาแฟในท้องตลาดได้ การตรวจสอบความเป็นกรดจึงเป็นเรื่องที่จำเป็นต่ออุตสาหกรรมกาแฟเช่นกัน

การวิเคราะห์ความเป็นกรดในกาแฟจะตรวจสอบในรูปของความเป็นกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity) ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์แบบไทเทรตโดยใช้สารมาตรฐาน คือ สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ในการเกิดปฏิกิริยากับกรดต่างๆ ที่มีในกาแฟ และวัดการเปลี่ยนแปลงของค่า pH ในสารละลายขณะไทเทรตด้วยเครื่อง pH meter เพื่อนำค่า pH ที่ได้กับปริมาตรของ NaOH ที่ใช้ในการเกิดปฏิกิริยาไปสร้างกราฟการไทเทรต (Titration curve) เพื่อหาปริมาตรที่จุดสมมูลของกราฟสำหรับนำมาคำนวณค่าความเป็นกรดต่อไป วิธีดังกล่าวให้ผลการวิเคราะห์ที่แม่นยำ ขั้นตอนไม่ซับซ้อนและให้ผลดีกว่าการไทเทรตแบบปกติที่อาศัยการสังเกตการเปลี่ยนสีของอินดิเคเตอร์ที่จุดยุติ เนื่องจาก

กาแพเป็นเครื่องตีที่มีสีเข้ม จึงสังเกตการเปลี่ยนสีด้วยตาเปล่าได้ยากซึ่งส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์ แต่อย่างไรก็ตาม การใช้ pH meter ในการอ่านสัญญาณนั้น จำเป็นต้องมีขั้นตอนการสอบเทียบมาตรฐาน (Calibration) ของเครื่อง pH meter ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานก่อนการใช้งานเสมอ อีกทั้งหลังใช้งานแล้วเสร็จ ขั้วไฟฟ้าที่ใช้จะต้องถูกเก็บไว้ในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรด์ (KCl) เพื่อรักษาสภาพและยืดอายุการใช้งานของขั้วไฟฟ้า ด้วยขั้นตอนดังกล่าวจึงเป็นการเพิ่มเวลาในการปฏิบัติงานและเพิ่มการใช้สารเคมีมากขึ้น นอกจากนี้ แม้ว่าจะสามารถใช้เทคนิคการไทเทรตแบบวัดสัญญาณด้วยแสง (Photometric titration) ซึ่งเป็นการวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่เปลี่ยนไปขณะไทเทรตแม้สารตัวอย่างจะมีสี แต่อย่างไรก็ตาม เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (UV-Vis spectrophotometer) สำหรับวัดการดูดกลืนแสง จัดเป็นเครื่องวิเคราะห์ทางเคมีที่มีราคาสูงและมีขนาดใหญ่ซึ่งไม่สะดวกต่อการเคลื่อนย้ายพกพา

ด้วยปัญหาที่ได้กล่าวมานี้ ในงานวิจัยนี้จึงได้เสนอการนำโทรศัพท์มือถือมาใช้เป็นเครื่องตรวจวัดสัญญาณในการวิเคราะห์แบบไทเทรตเพื่อหาความเป็นกรดในกาแพโดยอาศัยแอปพลิเคชันที่ดาวน์โหลดได้โดยไม่มีค่าใช้จ่ายมาประยุกต์ใช้ในการวัดสัญญาณการเปลี่ยนแปลงของค่าแม่สี RGB (Red/Green/Blue) ขณะไทเทรต เนื่องจากโทรศัพท์มือถือเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้กันทั่วไปในชีวิตประจำวัน ขนาดกะทัดรัดพกพาได้ง่าย มีประสิทธิภาพการทำงานสูงและทำงานได้หลากหลาย อีกทั้งยังถือว่ามีราคาถูกมากเมื่อเทียบกับเครื่องมือในการวิเคราะห์ทางเคมีอีกหลายประเภท นอกจากนี้ ระบบการถ่ายภาพของโทรศัพท์มือถือในปัจจุบันยังมีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นมาก ให้ภาพถ่ายดิจิทัลที่คมชัดและมีความละเอียดสูง โดยเมื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการถ่ายภาพขณะทำการไทเทรต จะสามารถนำภาพถ่ายดิจิทัลนั้นมาประมวลผลค่าแม่สี RGB ด้วยแอปพลิเคชันในโทรศัพท์ และนำค่าแม่สี RGB ที่ได้ไปสร้างกราฟการไทเทรตได้เพื่อใช้ในการคำนวณความเป็นกรดได้ต่อไป ซึ่งระบบแม่สี RGB เป็นระบบสีที่ประกอบด้วยแม่สี 3 สี คือ แดง เขียว และน้ำเงิน ซึ่งเมื่อนำแม่สีเหล่านี้มาผสมกัน จะสามารถสร้างเฉดสีต่างๆ ได้จำนวนมากขึ้นกับสัดส่วนของความเข้มแม่สีที่ใช้โดยสามารถผสมกันได้สูงถึง 16.78 ล้านสี ดังนั้นแม้ว่ากาแพจะเป็นเครื่องตีที่มีสีเข้ม หากนำมาไทเทรตแบบปกติโดยการดูสีที่จุดยุติด้วยตาเปล่า จะสังเกตการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีได้เพียงเล็กน้อย แต่เมื่อทำการประมวลผลในรูปแบบค่าแม่สี RGB จากภาพถ่ายของสารละลายขณะไทเทรต ซึ่งแม้ว่าจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของเฉดสีเพียงเล็กน้อย แต่จะแสดงผลออกมาเป็นค่าแม่สี RGB ได้ชัดเจน ด้วยวิธีเช่นนี้ นอกจากจะใช้ในการหาความเป็นกรดได้ในกาแพแล้ว ยังสามารถประยุกต์ใช้หาความเป็นกรดในเครื่องดื่มชนิดอื่นที่มีสีได้ด้วย เช่น น้ำผลไม้ น้ำอัดลม เครื่องดื่มชูกำลัง เป็นต้น

นอกจากนี้ ในงานวิจัยนี้ยังได้นำเสนอการนำหลักการวิเคราะห์แบบฉีดไหล (Flow Injection Analysis; FIA) มาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์แบบไทเทรตแทนวิธีการไทเทรตแบบปกติที่ใช้อุปกรณ์เครื่องแก้ว ได้แก่ บิวเรตต์และขวดรูปชมพู่ เนื่องจากเทคนิค FIA เป็นเทคนิคที่ใช้สารเคมีในการ

วิเคราะห์ปริมาณน้อยในระดับไมโครลิตร ในขณะที่การไทเทรตแบบปกติใช้สารเคมีปริมาณค่อนข้างสูง (ระดับมิลลิลิตร) อีกทั้งระบบ FIA ยังใช้อุปกรณ์ที่ทนทานต่อการแตกหักและสารเคมีได้มากกว่า จึงลดความเสี่ยงต่อการแตกหักของเครื่องแก้วขณะทำการทดลองได้ ยิ่งไปกว่านั้น เทคนิค FIA ยังสามารถวิเคราะห์ได้รวดเร็วและมีความเป็นอัตโนมัติที่สูงกว่าอีกด้วย

## 2. ความสำคัญของการวิจัย

เนื่องจากจังหวัดเชียงใหม่เป็นแหล่งเพาะปลูกกาแฟที่สำคัญของประเทศไทย อีกทั้งคุณภาพกาแฟของเชียงใหม่ยังเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคกาแฟทั่วประเทศและทั่วโลก กาแฟจึงเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งของจังหวัด ดังนั้นการควบคุมคุณภาพของกาแฟให้ได้รสชาติที่ดีถูกปากผู้บริโภคและมีคุณภาพคงที่สม่ำเสมอจึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งต่อการส่งเสริมสินค้าประจำจังหวัดต่อไป ในงานวิจัยนี้จึงเป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องตรวจวัดในเทคนิคการวิเคราะห์แบบไทเทรตที่ประยุกต์เข้ากับการวิเคราะห์แบบสีเพื่อตรวจหาความเป็นกรดในกาแฟรวมถึงเครื่องดื่มอื่น ๆ ที่มีสี โดยเป็นการวัดสัญญาณค่าแม่สี RGB ของสารละลายที่เปลี่ยนแปลงไปในขณะไทเทรต ด้วยวิธีดังกล่าวจึงเป็นการประยุกต์อุปกรณ์สื่อสารในชีวิตประจำวันอย่างโทรศัพท์มือถือมาใช้ในงานวิเคราะห์ทางเคมี ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย สามารถเคลื่อนย้ายพกพาได้สะดวก มีค่าใช้จ่ายที่ประหยัดมากขึ้น ปรกาศจากขั้นตอนการสอบเทียบมาตรฐานและการเก็บรักษาที่ยุงยากของเครื่องมือ มีขั้นตอนในการปฏิบัติงานที่รวดเร็ว ไม่ซับซ้อน และมีความอัตโนมัติมากขึ้น ลดปริมาณสารเคมีและของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ได้มากขึ้น อีกทั้งยังลดการแตกหักของอุปกรณ์ได้อีกด้วย

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประยุกต์อุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในชีวิตประจำวันอย่างโทรศัพท์มือถือเป็นเครื่องตรวจวัดทางเคมีที่ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน สำหรับตรวจสอบคุณภาพความเป็นกรดของกาแฟรวมถึงเครื่องดื่มอื่น ๆ ที่มีสี
2. ได้ระบบการตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรดของกาแฟและเครื่องดื่มอื่น ๆ ที่มีสีโดยใช้อุปกรณ์ราคาประหยัด มีขนาดกะทัดรัด เคลื่อนย้ายพกพาได้ง่าย อีกทั้งยังประหยัดสารเคมีทั้งในกระบวนการตรวจวิเคราะห์และการเก็บรักษาอุปกรณ์
3. ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์ความเป็นกรดของเครื่องดื่ม ซึ่งเป็นการส่งเสริมการควบคุมคุณภาพสินค้าของผู้ผลิตในท้องถิ่น เนื่องจากสามารถเข้าถึงกระบวนการตรวจสอบคุณภาพได้ง่ายขึ้น

### ขอบเขตการวิจัย

## 1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

1.1 ศึกษาหาค่าความเป็นกรดในกาแฟด้วยวิธีการไทเทรตโดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์แบบอาศัยการไหล

1.2 ประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือสำหรับการตรวจวัดค่าแม่สีของจุดยุติขณะไทเทรตเพื่อหาความเป็นกรดในกาแฟ

## 2. ขอบเขตประชากร

2.1 กาแฟสายพันธุ์อาราบิก้า (Arabica) จาก 3 แหล่งปลูก ได้แก่ ลาว ดอยแม่สลอง และ ดอย อินทนนท์ แบ่งเป็นเมล็ดกาแฟ ดิบ คั่วอ่อน คั่วกลาง และคั่วเข้ม

2.2 น้ำผลไม้โดยเป็นยี่ห้อที่เป็นที่รู้จักที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

## 3. ขอบเขตตัวแปร

3.1 ระบบการวิเคราะห์แบบไทเทรตที่อาศัยการไหลโดยอ่านสัญญาณค่าแม่สี RGB ด้วยแอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือ

3.2 ค่าความเป็นกรด (Acidity) ในเครื่องดื่มที่มีสี เช่น กาแฟและน้ำผลไม้

## 4. ขอบเขตเวลา

กุมภาพันธ์ 2561 – กันยายน 2561

## 5. ขอบเขตพื้นที่

ศูนย์วิทยาศาสตร์ และภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏ เชียงใหม่

## ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

### 1. ประโยชน์ด้านความรู้

1.1 สามารถหากรดในกาแฟด้วยวิธีการไทเทรตโดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์แบบอาศัยการไหล ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ประมาณสารน้อย มีความไว และความแม่นยำสูงกว่าการไทเทรตแบบปกติการไทเทรตโดยอาศัยเทคนิคการวิเคราะห์แบบอาศัยการไหลเป็นการไทเทรตในระบบปิดจึงสามารถควบคุมสภาวะในการทดลอง ลดการระเหย รวมไปถึงป้องกันการรั่วไหลของสารได้ดีกว่าการไทเทรตปกติ

1.2 สามารถประยุกต์ใช้โทรศัพท์มือถือที่ทำงานร่วมกับกล่องวัดค่าสี โดยการหาจุดยุติของการหากรดในกาแฟด้วยวิธีการไทเทรต ซึ่งเป็นวิธีการแม่นยำ และลดข้อผิดพลาดสำหรับ

ตัวอย่างที่มีสีเข้ม สังกะสีที่จุดยุติยากได้ รวมไปถึงการใช้โทรศัพท์มือถือสามารถใช้งานได้สะดวก และพกพาได้ง่าย

1.3 ได้ผลงานวิจัยสำหรับการนำเสนอในที่ประชุมทางวิชาการเพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ให้แก่ผู้ที่สนใจ

## 2. ประโยชน์ด้านการพัฒนา

2.1 เกิดการพัฒนาแนวคิดและนวัตกรรมในการผลิตเครื่องมือทางการวิเคราะห์อย่างง่ายขึ้นใช้เองเพื่อทดแทนการสั่งซื้อจากต่างประเทศ

2.2 เป็นแนวทางในการพัฒนาชุดตรวจวัดทางเคมีแบบง่ายและประหยัด สำหรับตรวจสอบคุณภาพภาพแพเพื่อลดค่าใช้จ่าย และเป็นทางเลือกให้เกษตรกรเข้าถึงได้ง่ายขึ้น

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การวิเคราะห์โดยอาศัยหลักการไหล (Flow - Based Analysis, FBA) หมายถึง วิธีการวิเคราะห์แบบต่อเนื่องวิธีหนึ่ง โดยอาศัยหลักการพื้นฐานการฉีดสารตัวอย่างปริมาณน้อย ๆ เข้าไปในกระแสตัวพา (Carrier) ซึ่งอาจเป็นรีเอเจนต์ หรือตัวทำละลายที่ไหลอย่างต่อเนื่องภายในระบบท่อพลาสติก ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในขนาดเล็กโดยปราศจากฟองอากาศคั้น อัตราการไหลของสารเคมีนี้จะคงที่ ซึ่งสามารถควบคุมได้โดยใช้เครื่องสูบซึ่งเรียกว่าปั๊มเพอริสตาติก (Peristaltic pump) สารตัวอย่างจะเข้าผสมกับกระแสตัวพา ซึ่งระดับของการผสมกัน (Degree of mixing) จะถูกควบคุมโดยการแพร่กระจายที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรต่าง ๆ ของระบบ เช่น ขนาดและความยาวของท่อเล็ก ๆ อัตราการไหลของตัวพา ปริมาตรของสารตัวอย่าง เส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดที่ใช้พันท่อผสม เป็นต้น แล้วเกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงสี การเปลี่ยน pH และกระแสไฟฟ้า เป็นต้น กระแสตัวพาจะพาเอาผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นซึ่งเกิดเป็นช่วงตัวอย่าง (Sample zone) แพร่ไหลไปตามท่อจนกระทั่งไหลเข้าสู่โฟลเซลล์ (Flow cell) เพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยใช้เครื่องตรวจวัด (Detector)

2. แอปพลิเคชัน RGB color picker หมายถึง แอปพลิเคชันในโทรศัพท์มือถือที่สามารถดาวน์โหลดจาก Play Store ในระบบปฏิบัติการ Android เป็นแอปพลิเคชันที่สามารถบอกรายละเอียดได้ทั้งค่าแม่สีระบบ RGB CMYK HSL HSV และ YUV จากภาพถ่ายที่ถ่ายจากกล้องโทรศัพท์มือถือ

3. แม่สี RGB (Red, Green, Blue) ประกอบด้วยสี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน ซึ่งเป็นระบบแม่สีที่ใช้ในงานประเภทกราฟิกเป็นหลักโดยสีจะเกิดขึ้นจากการผสมแม่สีของแสงทั้งสามสีให้เกิดเป็นจุดสี โดยผลลัพธ์ของสีที่เกิดขึ้นนั้นขึ้นกับสัดส่วนความเข้มของสีหลักแต่ละสีที่มีค่าตั้งแต่ 0 - 255 เมื่อนำมาผสมกันทำให้เกิดสีต่าง ๆ มากถึง 16.78 ล้านสี

4. ค่า RGB-based value คือ ค่าที่เกิดจากผลคูณของค่าแม่สี R, G และ B ที่วัดได้จากแอปพลิเคชัน โดยแต่ละแม่สีจะมีค่าอยู่ในช่วง 0-255 การคูณกันดังกล่าวจะช่วยเพิ่มความละเอียดของจำนวนสีที่จะเกิดขึ้นได้มากถึง 16.78 ล้านสี จึงเป็นการเพิ่มความละเอียดของสัญญาณในการวิเคราะห์ทางเคมีได้มากขึ้น อย่างไรก็ตามกรณีที่แม่สีใดแม่สีหนึ่งที่ถูกวัดได้มีค่าเป็นศูนย์ เมื่อนำมาคูณจะทำให้ค่า RGB-based value มีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้น ค่าแม่สี R, G และ B แต่ละค่าที่วัดได้จะต้องบวกด้วย 1 เสมอ

5. ความเป็นกรด (Acidity) หมายถึง ระดับ ปริมาณกรดที่พบในตัวอย่าง สามารถหาปริมาณกรดได้โดยการไทเทรตกับเบสกรณีสารตัวอย่างเป็นสารละลาย อาจหมายถึงปริมาณไฮโดรเนียมไอออน ( $H_3O^+$ ) ในสารละลาย

6. อินดิเคเตอร์ (Indicator) หมายถึง สารที่ใช้ทดสอบความเป็นกรด – เบส ของสารละลาย โดยส่วนใหญ่จะเป็นอินทรีย์ที่มีโครงสร้างสลับซับซ้อนมีสมบัติเป็นกรดอ่อนหรือเบสอ่อนแต่ส่วนใหญ่จะเป็นกรดอ่อนมีช่วง pH ของการเปลี่ยนสีจำกัด