

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เครื่องสำอาง (Cosmetics) เป็นสิ่งที่ใช้ปรุงแต่งให้ร่างกายสวยงามมากยิ่งขึ้น โดยเป็นที่น่าสังเกตว่า ในช่วงประมาณ 3 ถึง 4 ปีมานี้ พฤติกรรมของคนไทยหันมาให้ความสำคัญต่อเครื่องสำอางเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ จนกลายเป็นส่วนสำคัญในชีวิตประจำวันสำหรับผู้บริโภคตั้งแต่กลุ่มวัยรุ่น นักศึกษา ไปจนถึงวัยทำงาน และไม่เฉพาะแต่กลุ่มสตรีเท่านั้น แต่ยังรวมไปถึงลูกค้ากลุ่มใหม่ที่เป็นบุรุษที่นับวันจะก้าวขึ้นมามีบทบาทเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ด้วย จากข้อมูลของศูนย์วิจัยกสิกรไทยซึ่งอ้างอิงรายงานของ Global Trade Atlas ในปี พ.ศ. 2547 พบว่า มูลค่าการค้าเครื่องสำอางในตลาดโลกมีมูลค่าสูงถึง 101,689 ล้านดอลลาร์สหรัฐ และมีอัตราการขยายตัวมากกว่าร้อยละ 10 ต่อปี สำหรับในตลาดอาเซียนนั้นประเทศไทยเป็นรองเพียงประเทศสิงคโปร์เท่านั้น และหากเปรียบเทียบกับภูมิภาคเอเชีย ประเทศไทยเป็นตลาดส่งออกเครื่องสำอางที่ใหญ่เป็นอันดับ 4 รองจากสิงคโปร์ จีน และญี่ปุ่นตามลำดับ¹ โดยมูลค่าการส่งออกเครื่องสำอางไทยในปี พ.ศ. 2549 มีมูลค่าถึง 37,000 ล้านบาท และหากเทียบช่วงเวลาจากเดือนมกราคมถึงสิงหาคมของปี พ.ศ. 2549 กับ 2550 พบว่า มีอัตราการขยายตัวสูงถึงร้อยละ 55 เลยทีเดียว² สำหรับมูลค่าตลาดเครื่องสำอางภายในประเทศในปี พ.ศ. 2549 นั้นศูนย์วิจัยกสิกรไทยประมาณการว่า มีมูลค่ามากกว่า 20,000 ล้านบาท และมีอัตราการเติบโตประมาณร้อยละ 8 ถึง 10 ต่อปี³

เครื่องสำอางเป็นสินค้าที่ได้รับการร้องเรียนมากเป็นอันดับที่ 3

จากข้อมูลของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) พบว่า ในปี พ.ศ. 2549 ปัญหาเรื่องเครื่องสำอางเป็นเรื่องที่ได้รับการร้องเรียนมากเป็นอันดับที่ 3 โดยเป็นการร้องเรียนเกี่ยวกับการโฆษณาชวนเชื่อเกินจริงหรือเป็นเครื่องสำอางที่ปนเปื้อนสารเคมีที่เป็นอันตราย⁴ โดยพบว่าผู้ประกอบการไทยหลายรายที่เป็นบริษัทขนาดกลางและ/หรือขนาดเล็กยังขาดมาตรฐานหลักเกณฑ์ที่ดีในการผลิต (Good Manufacturing Practice หรือ GMP) และรวมถึงปัญหาของเครื่องสำอางที่นำเข้ามาจากต่างประเทศด้วย โดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้ประกาศตัวอย่างเครื่องสำอางที่พบว่ามีสารปนเปื้อนของสารที่เป็นอันตรายและห้ามจำหน่ายดังรูปที่ 1.1 ยิ่งไปกว่านั้นในช่วงเดือนกรกฎาคมถึงสิงหาคม พ.ศ. 2550 มีเหตุการณ์สำคัญซึ่งสร้างความตื่นตระหนกอย่างมากเกี่ยวกับสินค้าจากจีน ได้แก่ สินค้าเกษตร ยา เวชภัณฑ์ เครื่องสำอาง แบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือ

(Ammoniated Mercury or Aminomercuric Chloride) เป็นต้น ใช้เทคนิคทินแลเยอร์โครมาโทกราฟี (Thin Layer Chromatography หรือ TLC) ซึ่งเป็นเทคนิคการตรวจวิเคราะห์ที่ใช้เวลานานหลายชั่วโมง สิ้นเปลืองสารเคมีหรือตัวทำละลายในปริมาณมาก และมีค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์สูง ประการสำคัญอีกอย่างหนึ่ง คือ ในทางปฏิบัติแล้วการตรวจวิเคราะห์หรือตรวจจับเครื่องสำอางจะมีตัวอย่างของเครื่องสำอางจำนวนมาก แต่ในการตรวจวิเคราะห์จริงกลับต้องซักรวบรวมตัวอย่าง (Sampling) เครื่องสำอางจำนวนน้อยเท่านั้น เนื่องจากข้อจำกัดในเรื่องเวลาและค่าใช้จ่ายในการตรวจวิเคราะห์ ยิ่งไปกว่านั้นเครื่องสำอางยังพบปัญหาเกี่ยวกับการปลอมแปลงยี่ห้อ ตราสัญลักษณ์ หรือเครื่องหมายทางการค้าของเครื่องสำอางที่มีชื่อเสียงอยู่แล้ว โดยเป็นการปลอมแปลงทั้งบรรจุภัณฑ์และเนื้อผลิตภัณฑ์ภายใน แต่ขาดสารสำคัญที่เป็นเอกลักษณ์ของเครื่องสำอางนั้นๆ ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ทางด้านนี้ทำได้ยากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากขบวนการการปลอมแปลงมีความสามารถเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ และใช้ส่วนผสมที่ใกล้เคียงเครื่องสำอางยี่ห้อจริงมากขึ้น คณะผู้วิจัยจึงเห็นว่า มีความจำเป็นต้องพัฒนาวิธีการใหม่ในการตรวจวิเคราะห์การปลอมปนในเครื่องสำอาง โดยในโครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการพัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจหาการปลอมปนอย่างรวดเร็วในเครื่องสำอางโดยใช้เทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) และคีโมเมทริกส์ (Chemometrics) โดยเป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ไม่ซับซ้อนและลดการใช้สารเคมีจำนวนมากในการวิเคราะห์ เป็นการรักษาสິงแวดล้อมและลดการนำเข้าสู่สารเคมีที่มีราคาแพงจากต่างประเทศอีกด้วย

1.2 คำถามของการวิจัย

- 1) ศึกษาและเปรียบเทียบอินฟราเรดสเปกตรัมที่ตรวจวัดด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีของตัวอย่างชนิดโลชั่นและครีมแต่ละชนิด สามารถจำแนกหรือระบุความแตกต่างได้อย่างถูกต้องหรือไม่
- 2) ศึกษาและเปรียบเทียบอินฟราเรดสเปกตรัมที่ตรวจวัดด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีของตัวอย่างชนิดโลชั่นและครีมที่ปนเปื้อนด้วยสารไฮโดรควิโนนที่เป็นอันตราย สามารถตรวจวัดการปนเปื้อนได้อย่างถูกต้องหรือไม่
- 3) ศึกษาและเปรียบเทียบอินฟราเรดสเปกตรัมที่ตรวจวัดด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีของตัวอย่างน้ำหอมแต่ละชนิด สามารถจำแนกหรือระบุความแตกต่างได้อย่างถูกต้องหรือไม่

1.3 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจวิเคราะห์อย่างรวดเร็วในการตรวจการปลอมปนหรือปนเปื้อนในเครื่องสำอางชนิดโลชั่นและครีมด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและคีโมเมทริกส์
- 2) เพื่อพัฒนาเทคโนโลยีในการตรวจวิเคราะห์อย่างรวดเร็วในการระบุความแท้จริงของเครื่องสำอางชนิดน้ำหอมด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและคีโมเมทริกส์
- 3) เพื่อสร้างฐานข้อมูลเบื้องต้นของอินฟราเรดสเปกตรัมเพื่อใช้อ้างอิงในการตรวจการปลอมปนในเครื่องสำอางชนิดโลชั่น ครีม และน้ำหอม

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเพื่อตรวจวัดและระบุการปลอมปนหรือปนเปื้อนของตัวอย่างเครื่องสำอางชนิดโลชั่น ครีม และน้ำหอมโดยใช้เทคโนโลยีที่เป็นการบูรณาการระหว่างเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและวิธีคีโมเมทริกส์ โดยมีขอบเขตของงานวิจัยเป็นดังนี้

- 1) ในส่วนของเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี เป็นการพัฒนาวิธีการที่สามารถตรวจวิเคราะห์เครื่องสำอาง เพื่อให้มีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเพื่อการวิเคราะห์ที่น้อยที่สุด และทำการตรวจวัดโดยใช้วิธีการสะท้อน (Reflection Mode) โดยใช้เจอแม-เนียมทิป (Germanium Tip) โดยเทคนิคที่พัฒนาขึ้นเป็นเทคนิคที่ให้ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีของเครื่องสำอาง
- 2) ในส่วนของวิธีคีโมเมทริกส์ ซึ่งใช้ในการระบุการปลอมปนและจำแนกความแตกต่างในเชิงปริมาณของอินฟราเรดสเปกตรัมของตัวอย่างเครื่องสำอางแต่ละชนิด โดยในงานวิจัยนี้เลือกใช้วิธีการวิเคราะห์ตัวประกอบเป้าหมาย (Target Factor Analysis) และวิธีแนวเทียบกลุ่มของแบบจำลองอิสระเปลี่ยนได้ (Soft Independent Modeling of Class Analogy)
- 3) ตัวอย่างของโลชั่น ครีม และน้ำหอม ได้แก่ เครื่องสำอางประเภทโลชั่น ครีม และน้ำหอมที่มีวางจำหน่ายในร้านสะดวกซื้อ ร้านค้าแบบบริการตนเอง หรือซูเปอร์มาร์เก็ต (Supermarket) เช่น โลชั่นทาหน้า-ผิวน้ำ โลชั่นกันแดด ครีมบำรุงผิว น้ำหอมชนิดต่างๆ เป็นต้น

1.5 คำนิยามศัพท์หรือคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

การปนเปื้อน (Contamination) หมายถึง การปรากฏหรือมีอยู่ขององค์ประกอบที่ไม่ต้องการ (Unwanted Constituent) หรือเรียกว่า “**สารปนเปื้อน (Contaminant)**” ในสารตัวอย่างที่ต้องการตรวจวิเคราะห์ โดยในงานวิจัยนี้ซึ่งตรวจวิเคราะห์เครื่องสำอางชนิดโลชั่น ครีม และน้ำหอม ถือว่า ผู้ประกอบการที่ผลิตเครื่องสำอางดังกล่าวน่าจะไม่มีเจตนาให้มีสารปนเปื้อนดังกล่าว

การปลอมปน (Adulteration) หมายถึง การผสมหรือเติมองค์ประกอบอื่นๆซึ่งปกติไม่ควรจะมีหรือปรากฏอยู่ในสารตัวอย่างนั้น ซึ่งเรียกว่า “**สารปลอมปน (Adulterant)**” โดยการปลอมปนมักทำเพื่อลดต้นทุนหรือมีจุดประสงค์ร้ายบางประการและส่วนใหญ่ถือว่าผิดกฎหมาย ในงานวิจัยนี้ซึ่งตรวจวิเคราะห์เครื่องสำอางชนิดโลชั่น ครีม และน้ำหอมถือว่า ผู้ประกอบการที่ผลิตเครื่องสำอางดังกล่าวน่าจะมีเจตนาในการเติมสารปลอมปนดังกล่าว

เทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectroscopy) เป็นเทคนิคทางสเปกโทรสโกปีที่ใช้กับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Wave) ในช่วงอินฟราเรด (Infrared or IR) ซึ่งตรงกับช่วงของเลขคลื่น (Wavenumber) ประมาณ 4,000 ถึง 400 cm^{-1} ในการตรวจวัดการสั่นปกติ (Normal Vibration) ของพันธะในโมเลกุล โดยเทคนิคนี้สามารถใช้ในการวิเคราะห์และตรวจพิสูจน์ชนิดของสารประกอบหรือองค์ประกอบทางเคมีของสารได้

แบบวิธีการส่งผ่าน (Transmission Mode) เป็นวิธีในการตรวจวัดแบบหนึ่งในเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีที่ให้แสงส่องผ่านตัวอย่างไป แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่ทะลุผ่านตัวอย่างออกมา

แบบวิธีการสะท้อน (Reflection Mode) เป็นวิธีในการตรวจวัดแบบหนึ่งในเทคนิคอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีที่ให้แสงตกกระทบตัวอย่างแล้วสะท้อนออกมา แล้ววัดค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่างที่สะท้อนออก

ลายซี้บ่งทางเคมี (Chemical Fingerprint) เป็นช่วงหนึ่งในอินฟราเรดสเปกตรัมที่เป็นผลจากโครงสร้างโดยรวมของโมเลกุลมากกว่าการสั่นแบบใดแบบหนึ่งของโมเลกุล ทำให้

อินฟราเรดสเปกตรัมในช่วงนี้มีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันในสารแต่ละชนิด โดยทั่วไปตรงกับช่วงเลขคลื่น $1,400$ ถึง 400 cm^{-1}

คีโมเมทริกส์ (Chemometrics) เป็นศาสตร์ที่ผสมผสานระหว่างองค์ความรู้ทางเคมีกับกระบวนการทางคณิตศาสตร์และสถิติในการจัดการ แปลผล และทำนายข้อมูลทางเคมี

การรู้จำแบบทางเคมี (Chemical Pattern Recognition) เป็นศาสตร์หนึ่งที่อยู่ในกลุ่มของคีโมเมทริกส์ที่ใช้ในการจำแนกประเภทและเปรียบเทียบตัวอย่างโดยใช้ลักษณะเฉพาะทางเคมีที่เรียกว่า “ลายซั๋งทางเคมี” หรือส่วนใดส่วนหนึ่งของข้อมูลที่แสดงความเป็นเอกลักษณ์ของตัวอย่างซึ่งได้มาจากการวิเคราะห์แบบหลายตัวแปร

แนวเทียบกลุ่มของแบบจำลองอิสระเปลี่ยนได้ (Soft Independent Modeling of Class Analogy) หรือเรียกสั้นๆว่า วิธีซิมคา (SIMCA) เป็นการจำแนกประเภทเชิงซูปervised (Supervised Classification) ที่สร้างแบบจำลองของแต่ละกลุ่มโดยใช้เซตอิสระ (Independent Set) ที่ได้จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบमुखสำคัญที่ต่างกัน โดยในแต่ละเซตของส่วนประกอบमुखสำคัญของแต่ละกลุ่มก็จะครอบคลุมการแปรผันของตัวอย่างในกลุ่มนั้นๆ

การวิเคราะห์ส่วนประกอบमुखสำคัญ (Principal Component Analysis) หรือเรียกสั้นๆว่า พีซีเอ (PCA) เป็นกระบวนการหนึ่งที่ใช้ในการหาส่วนประกอบमुखสำคัญ โดยลดมิติของเมทริกซ์ข้อมูล (Data Matrix) ให้อยู่ในรูปของตัวประกอบที่มีคุณสมบัติออร์ทอกอนัล (Orthogonal Property) ในทางสเปกโทรสโกปีอาจกล่าวได้ว่า “การวิเคราะห์ส่วนประกอบमुखสำคัญเป็นการฉาย (Project) สเปกตรัมลงบนปริภูมิของส่วนประกอบमुखสำคัญ (Principal Component Space)”

เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ (Eigenvector) หมายถึง เวกเตอร์ไม่เป็นศูนย์ (Non-zero Vector) ที่ได้จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบमुखสำคัญ ซึ่งมีคุณสมบัติเชิงตั้งฉากปกติ (Orthonormal Property)

ค่าลักษณะเฉพาะ (Eigenvalue) หมายถึง ค่าสเกลาร์ (Scalar) ของเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ ซึ่งได้จากการคูณเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะกับเมทริกซ์ข้อมูล

เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะชนิดปฐมภูมิ (Primary Eigenvector) เป็นเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะที่เป็นผลมาจากสัญญาณ (Signal)

เวกเตอร์ลักษณะเฉพาะชนิดทุติยภูมิ (Secondary Eigenvector) เป็นเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะที่เป็นผลมาจากสัญญาณรบกวน (Noise)

ร้อยละของระดับนัยสำคัญ (Percentage of Significant Level) หรือใช้ตัวย่อเป็น %SL เป็นร้อยละของพื้นที่ใต้เส้นโค้งของฟังก์ชันการแจกแจง (Distribution Function) ที่อยู่นอกช่วงความเชื่อมั่น (Confidence Interval) ในการทดสอบเชิงสถิติ (Statistical Testing) ที่ใช้

ร้อยละของความแปรปรวนสะสม (Cumulative Percent Variance) หรือใช้ตัวย่อเป็น CumVar เป็นร้อยละของความแปรปรวนทั้งหมดที่คิดคำนวณจากเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะที่ละเวกเตอร์ โดยเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะที่ใช้ได้มาจากการวิเคราะห์ส่วนประกอบमुखสำคัญ

จำนวนเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะชนิดปฐมภูมิ (Number of Primary Eigenvectors) หรือใช้ตัวย่อเป็น np หมายถึง จำนวนเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะชนิดปฐมภูมิ ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้การทดสอบเอฟ (F-test) และกำหนดร้อยละของระดับนัยสำคัญที่เป็นช่วงตัดออก (Cut-off)

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

- 1) ได้องค์ความรู้ใหม่และเทคโนโลยีในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างเครื่องสำอางชนิดโลชั่น ครีม และน้ำหอมด้วยเทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและคีโมเมทริกส์
- 2) ได้ฐานข้อมูลของอินฟราเรดสเปกตรัมของตัวอย่างเครื่องสำอางชนิดโลชั่น ครีม และน้ำหอมแต่ละชนิด

1.7 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- 1) ห้องปฏิบัติการของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุขสามารถนำเทคโนโลยีอินฟราเรดสเปกโทรสโกปีและคีโมเมทริกส์ที่พัฒนาขึ้นนี้ในการตรวจสอบการปลอมปนหรือการปนเปื้อนในตัวอย่างเครื่องสำอางชนิดโลชั่น ครีม และน้ำหอมได้

2) ห้องปฏิบัติการทางเคมีที่มีเครื่องอินฟราเรดสเปกโตรมิเตอร์ในมหาวิทยาลัยต่างๆ สามารถประยุกต์ใช้วิธีการที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ในการให้บริการตรวจวัดการปลอมปนหรือการปนเปื้อนในตัวอย่างเครื่องสำอางชนิดโลชั่น ครีม และน้ำหอมแก่ผู้ประกอบการและวิสาหกิจชุมชนที่ผลิตและจำหน่ายเครื่องสำอางชนิดโลชั่น ครีม และน้ำหอมได้

3) ห้องปฏิบัติการในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตเครื่องสำอางชนิดโลชั่น ครีม และน้ำหอม สามารถประยุกต์ใช้วิธีการที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ในการตรวจสอบการปลอมปนหรือการปนเปื้อนในเครื่องสำอางได้โดยมีความถูกต้องสูง ซึ่งจะเป็นการสร้างเชื่อมั่นให้กับผู้บริโภคและสร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อบริษัทได้ต่อไป

1.8 ระยะเวลาของการวิจัย

ระยะเวลาของการทำวิจัย คือ 1 ปี 6 เดือน (ตั้งแต่เดือนมกราคม 2554 ถึงเดือนมิถุนายน 2555)