

การวิเคราะห์แป้งผัดหน้าโดยเทคนิค Gas Chromatography (GC) และ X-Ray Diffraction (XRD) สำหรับการประยุกต์ใช้ทางนิติวิทยาศาสตร์

Analysis of face powder by Gas Chromatography (GC) and X-Ray Diffraction (XRD) technique for forensic applications

นางสาวศิริณญา อยู่สุข¹, ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง¹, สุภชัย สุภลักษณ์นารี¹
¹ภาควิชาเคมี สาขานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทคัดย่อ

แป้งผัดหน้าเป็นหนึ่งในเครื่องสำอางที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในบุคคลทั่วไป อาจจะพบผงแป้งผัดหน้ายังเหลือติดบนเสื้อผ้าและวัตถุอื่น ๆ ที่เป็นหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ ในงานวิจัยนี้ได้นำตัวอย่างยี่สิบยี่ห้อของแป้งผัดหน้าที่แตกต่างกัน มาวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค gas - chromatography โดยใช้ flame - ionization detector (GC-FID) เป็นตัวตรวจวัดและ x-ray diffraction (XRD) ตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ GC-FID ถูกเตรียมโดยการสกัดตัวอย่างแป้งผัดหน้าในสารละลาย dichloromethane ในขณะที่การตรวจวัด XRD สามารถตรวจวัดได้ในตัวอย่างที่เป็นของแข็งเลย ผลการทดลองจากโครมาโทแกรมของ GC และสเปกตรัม XRD ที่ได้แสดงลักษณะรูปแบบเฉพาะของแต่ละตัวอย่าง ผลการทดลองที่ได้จากทั้งสองเทคนิคนี้สามารถใช้ข้อมูลประกอบการระบุว่าเป็นตัวอย่างแป้งผัดหน้ายี่ห้อใดและสามารถนำไปใช้กับกรณีศึกษาทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

คำสำคัญ : แป้งผัดหน้า, Gas Chromatography (GC-FID), X-Ray diffraction analysis (XRD)

Abstract

A face powder is one of the most used cosmetics among the common people. The powder may be found left on clothing and other objects as forensic evidence. In this study, twenty samples of face powders of different brands were collected and analyzed by the techniques of gas-chromatography using a flame-ionization detector (GC-FID) and x-ray diffraction (XRD). Samples for GC-FID analyses were prepared by extracting the powder samples in dichloromethane while the XRD measurement was carried out directly on the solid sample. It was found that the GC trace and XRD spectrum of each sample displayed characteristic patterns. The results from the two techniques can be used as complementary data for the identification of the powder sample and can be applied to the forensic cases.

Keywords: Facepowder, Gas Chromatography (GC-FID), X-Ray diffraction analysis (XRD)

บทนำ

จากสถิติของการข่มขืนที่เกิดขึ้นในปี 2554 จากฝ่ายรณรงค์และเผยแพร่มูลนิธิหญิงชายก้าวไกล ได้เก็บตัวอย่างจากหนังสือพิมพ์ ระบุว่า 70.9% เป็นข่าวดูข่มขืน 10.8% เป็นข่าวรัมโหม 8.8% เป็นข่าวพยายามข่มขืน 7.6% เป็นข่าวอนาจาร และ 1.9% เป็นข่าวพรากผู้เยาว์เนื่องด้วยข้อมูลสถิติของทั้งสองกรณี เป็นภัยอันตราย การทำร้ายร่างกายและการข่มขืนกับภัยอันตรายที่เกิดขึ้นในสังคมโดยเฉพาะเกิดกับผู้หญิง ซึ่งปัจจุบันเครื่องสำอางแป้งผัดหน้า เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในบุคคลทั่วไป ในเครื่องสำอางแป้งผัดหน้าพื้นฐานของแป้งผัดหน้ามีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ เนื้อแป้ง (Base Powders), สารยึดเกาะ (Binding agents), สีและน้ำหอม (Color and Perfume) โดยร้อยละ 92% ของผลิตภัณฑ์ ประกอบด้วยน้ำ น้ำมันและสารเพิ่มความคงตัว ส่วนอีก 8% ที่เหลือเป็นสีไมกา ไทเทเนียมไดออกไซด์และออกไซด์เหล็ก สัดส่วนเหล่านี้ขึ้นอยู่กับยี่ห้อและสีของแต่ละผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์เหล่านี้จะหลุดลอกติดกับเสื้อผ้าและผิวหนังอื่น ๆ ได้ง่าย ถือเป็นหลักฐานในกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ เนื่องจากมีการถ่ายเทระหว่างวัตถุที่เกิดเหตุมายังเสื้อผ้าของผู้เสียหายและผู้กระทำผิดได้ จากข้อมูลต่าง ๆ ข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาเปรียบเทียบลักษณะเชิงคุณภาพของแป้งแต่ละยี่ห้อ ว่ามีลักษณะเชิงคุณภาพหรือลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกันหรือไม่ เพื่อนำมาใช้เป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์หาผู้กระทำผิดในคดีอาชญากรรมที่มีหลักฐานครบแป้งติดมาได้ โดยทำการตรวจสอบจากลักษณะเฉพาะของแป้งตัวอย่างแต่ละยี่ห้อด้วยเทคนิคต่าง ๆ ในงานวิจัยนี้จะใช้เทคนิคในการวิเคราะห์ 2 เทคนิคคือ 1. Gas Chromatography-Flame ionization detector (GC-FID) เป็นเทคนิคใช้สำหรับแยกสารผสมที่มีคุณสมบัติที่สามารถระเหยเป็นแก๊สได้แล้ว 2. X-Ray diffraction (XRD) เป็นเทคนิคใช้ในการวิเคราะห์สมบัติของตัวอย่าง โดยอาศัยหลักการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ โดยสามารถทำการวิเคราะห์ได้ทั้งสารประกอบที่มีอยู่ในสารตัวอย่าง และนำมาใช้ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับโครงสร้างผลึกของสารตัวอย่างได้ซึ่งทั้งสองเทคนิคที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นเทคนิคที่ใช้ตัวอย่างน้อยและสะดวกรวดเร็ว เหมาะสำหรับการวิเคราะห์หาความแตกต่างของตัวอย่างเครื่องสำอางแป้งผัดหน้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาเทคนิคที่ใช้จำแนกเครื่องสำอางแป้งผัดโดยใช้เทคนิค Gas Chromatography-flame ionization detector (GC-FID) และเทคนิค X-Ray diffraction (XRD)

ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการตรวจวัดแป้งผัดหน้าที่ขายในประเทศไทยประจำปี 2556 จำนวน 20 ตัวอย่าง ด้วยเครื่อง Gas Chromatography (GC-FID) และเครื่อง X-Ray diffraction analysis (XRD)

การทบทวนวรรณกรรม

ในการวิเคราะห์เครื่องสำอางแป้งผัดหน้าเพื่อเปรียบเทียบหาความต่างนั้น มีผู้วิจัยหลายกลุ่มได้ทำการศึกษาและรายงานผล ซึ่งตัวอย่างผลงานวิจัยที่กลุ่มผู้วิจัยบางกลุ่มได้ทำการรายงานไว้ก่อนหน้าดังต่อไปนี้

ใน ค.ศ. 2004 Gordon และคณะได้จำแนกผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางแป้งผัดหน้า ด้วยเทคนิค Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR), Gas chromatography-Flame ionization detector (GC-FID), Scanning electron microscope X-rays detector (SEM-EDX) พบว่า เพียงป้ายเครื่องสำอางแป้งผัดหน้าเบา ๆ ที่พื้นผิว 5mm ก็สามารถตรวจจำแนกเครื่องสำอางแป้งผัดหน้าโดยใช้ทั้งสามเทคนิคได้

ใน ค.ศ. 2007 Kelly และคณะได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการแยกชนิดของแป้ง 27 ตัวอย่าง โดยอาศัยเทคนิค Scanning electron microscope energy dispersive X-Ray spectrometer (SEM-EDS), Attenuated total reflectance spectroscopy- Fourier transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR), Matrix assisted laser desorption/ionization mass spectrometry (MALDI-MS) พบว่าการใช้ทั้งสามเทคนิควิเคราะห์แป้งนั้น ให้ผลดีกว่าการใช้เทคนิคใดเทคนิคหนึ่งวิเคราะห์

ใน ค.ศ. 2012 Pascal และคณะได้ทำการแยกชนิดของเครื่องสำอางแป้งผัดหน้า โดยการวิเคราะห์หาปริมาณของ Esters of phthalic ชื่อที่พบได้ทั่วไปคือ phthalates ส่วนใหญ่ phthalates ที่จะพบคือ DBP, BBP, DEHP, DMEP, DnPP, DiPP, DPP และ DiBP โดยแต่ละสูตรแต่ละยี่ห้อ จะเติมสารเหล่านี้แตกต่างกัน การปรากฏพีคของทั้ง 8 ชนิด ด้วยเทคนิค Gas chromatography-Mass spectrophotometry (GC-MS) ก็จะต่างกัน ทำให้แยกชนิดและยี่ห้อของแป้งได้

วิธีการดำเนินงานวิจัย

ตัวอย่างแป้งผัดหน้าที่มีขายทั่วไปในประเทศไทยนำมาวิเคราะห์ 20 ตัวอย่าง รายละเอียดดังตารางที่ 1

ยี่ห้อ	ชนิด/ประเภท
1. Mistine	Ribbon BB powder
2. Cute Press	Evory plus vitamin E two way powder cake
3. SHEENE	Oil free cake powder
4. Dr.Somchai	ACNE blemish press powder
5. Maybelline	Clear Smooth all in one
6. Revlon	New complexion
7. NARS	Powder foundation
8. Yafu	Micro-Crystal whitening double-purpose powder cake
9. BSC	Super fine whitening powder

ยี่ห้อ	ชนิด/ประเภท
10. Kate	Mineral loose foundation
11. Mac	Sheer loose powder
12. Oriental Princess	Foundation powder SPF
13. Dior	Foundation powder
14. Shiseido	Selfit loose powder
15. Lancôme	Foundation powder
16. Bobbi brown	Sheer finish loose face powder
17. L’Oreal	True match super – blendable
18. Skin food	Buckwheat loose powder
19. Utip	Magic sweetie press powder
20. KA	Blooming white powder

ตารางที่ 1 รายละเอียดแป้งผัดหน้าที่ทำมาทำการวิเคราะห์

วิธีการวิจัย

นำแป้งผัดหน้า 20 ตัวอย่างมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค X-Ray diffraction (XRD) และเทคนิค Gas Chromatography-flame ionization detector (GC-FID)

การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค X-Ray diffraction (XRD)

บดแป้งตัวอย่างให้ละเอียดแล้วใส่ตัวอย่างที่บดแล้วในแผ่นบรรจุสารตัวอย่างเกลี่ยตัวอย่างให้เรียบและเสมอกับขอบแผ่นบรรจุ จากนั้นนำแผ่นบรรจุสารตัวอย่างที่ใส่ตัวอย่างเรียบร้อยแล้ว วางที่ตำแหน่งตัวอย่างของเครื่อง XRD (Rigaku, MiniflexII) โดยทำการสแกนที่ 2θ ตั้งแต่ $3-70^\circ$ ด้วยอัตราเร็ว 4° ต่อนาที วิเคราะห์ข้อมูลตัวอย่างแป้งจากผลสเปกตรัมที่ได้โดยการเปรียบเทียบสเปกตรัมของแป้งแต่ละชนิด

การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas Chromatography-flame ionization detector (GC-FID)

ชั่งตัวอย่างประมาณ 1.0 g ใส่ขวด vial เดิม Dichloromethane 2.0 mL จากนั้นนำไป sonicated ด้วยเครื่อง Ultrasonic cleaner เป็นเวลา 30 นาที กรองผ่าน Nylon Filter ขนาด $0.45 \mu\text{m}$ จากนั้นใช้ syringe ดูดสารตัวอย่าง $2 \mu\text{L}$ เพื่อฉีดเข้าเครื่อง GC-FID (SHIMADZU, GC-17A) โดยมีสภาวะเครื่อง GC-FID ดังนี้

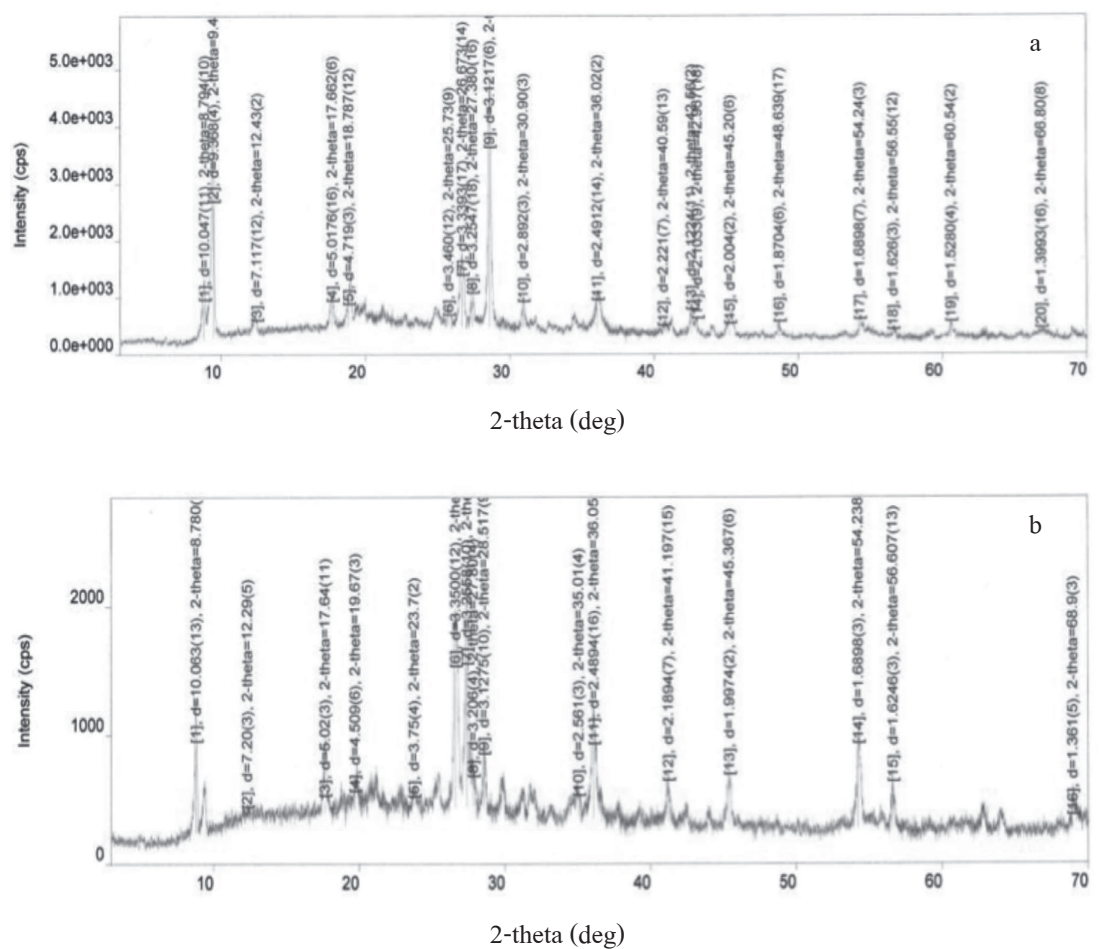
Column : BPX5, 5%Phenyl Polysilphenylene-siloxane
 Detector temperature : 250°C
 Injection temperature : 250°C

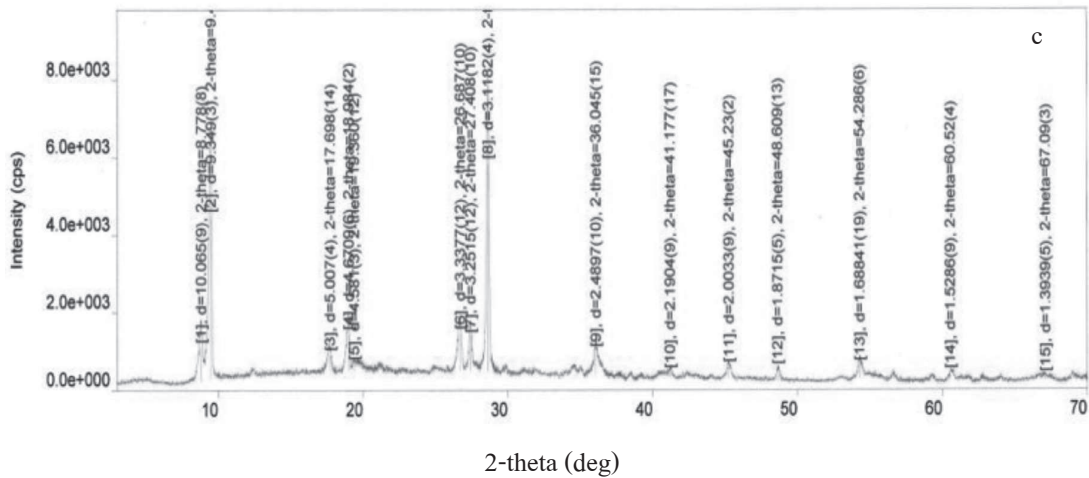
Temperature program : เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 120 °C คงที่เป็นเวลา 1 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิด้วยอัตรา 10 °C ต่อนาที จนถึงอุณหภูมิ 280 °C เป็นเวลา 5 นาที นำโครมาโทแกรมที่ได้จากตัวอย่างแบ่งผัดหน้าแต่ละชนิดมาเปรียบเทียบกับรูปแบบโครมาโทแกรมแบ่งผัดหน้าชนิดต่าง ๆ

ผลการวิจัย

การวิเคราะห์แบ่งผัดหน้าด้วยเทคนิค X-Ray diffraction (XRD)

จากการวิเคราะห์แบ่งผัดหน้าตัวอย่าง 20 ยี่ห้อ ด้วยเทคนิค XRD ได้ผลดังสเปกตรัมตามภาพที่ 1 โดยแบ่งผัดหน้าแต่ละชนิดจะมีพีคหลักขึ้นที่ตำแหน่ง 8° 9° 17° 19° 26° และ 45° เป็นส่วนใหญ่



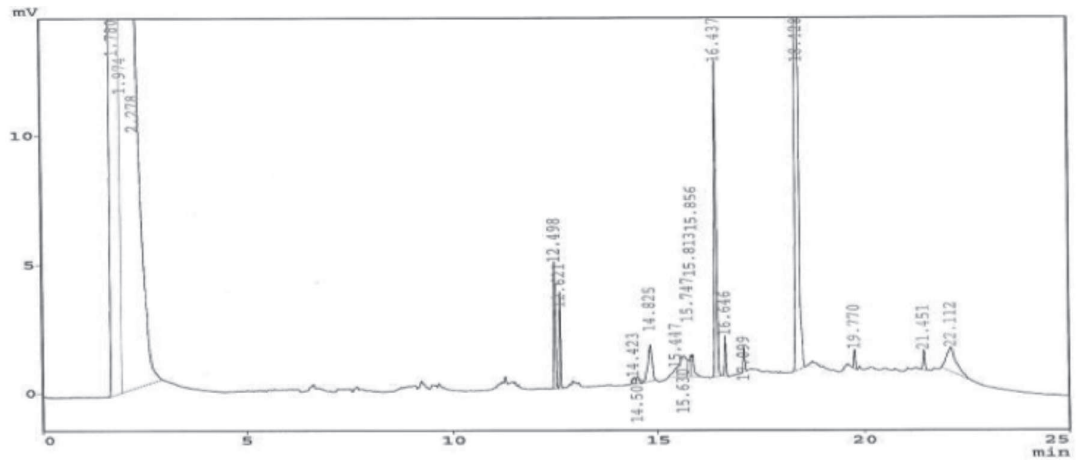


ภาพที่ 1 สเปกตรัม XRD ของตัวอย่างแป้งผัดหน้า a) ยี่ห้อม Mistine b) ยี่ห้อม Cute Press c) ยี่ห้อม SHEENE

จากภาพที่ 1 พบว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบตำแหน่งของสเปกตรัม XRD ที่เกิดขึ้นจากการรัน 2-theta เท่ากับ 3 ถึง 70 deg พบว่า รูปแบบสเปกตรัม XRD ของตัวอย่างแป้งผัดหน้ายี่ห้อม Mistine และ Cute Press พบว่า ตำแหน่งของของพีค 2-theta ที่ 9.433, 18.787, 25.73, 30.90, 40.59, 42.56, 42.967, 48.639, 60.54 และ 66.80 จะปรากฏในสเปกตรัม XRD ของแป้งผัดหน้ายี่ห้อม Mistine แต่จะไม่ปรากฏสเปกตรัม XRD ของแป้งผัดหน้ายี่ห้อม Cute Press ส่วนตำแหน่งของของพีค 2-theta ที่ 19.67, 23.7, 35.01, 41.197 และ 68.9 จะปรากฏในสเปกตรัม XRD ของแป้งผัดหน้ายี่ห้อม Cute Press แต่จะไม่ปรากฏสเปกตรัม XRD ของแป้งผัดหน้ายี่ห้อม Mistine และเมื่อนำสเปกตรัมที่ได้จากการวิเคราะห์แป้งตัวอย่างทั้ง 20 ยี่ห้อม มาเปรียบเทียบรูปแบบสเปกตรัม พบว่าแป้งแต่ละยี่ห้อมมีสเปกตรัมที่แตกต่างกันคือตำแหน่งของสเปกตรัม แตกต่างกันมุมตกกระทบ 2-theta ของแต่ละยี่ห้อมแตกต่างกันและความสูงของพีคจะไม่เท่ากันเนื่องจาก มีปริมาณขององค์ประกอบภายในแป้งแตกต่างกันในการแยกยี่ห้อมของแป้ง การวิเคราะห์แป้งผัดหน้าด้วย เทคนิค XRD ตัวอย่าง 20 ยี่ห้อมให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันคิดเป็น 100%

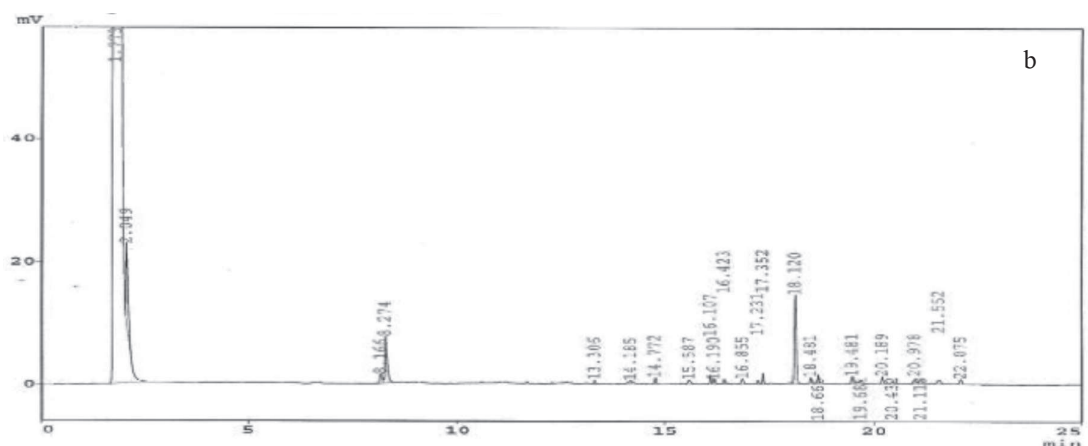
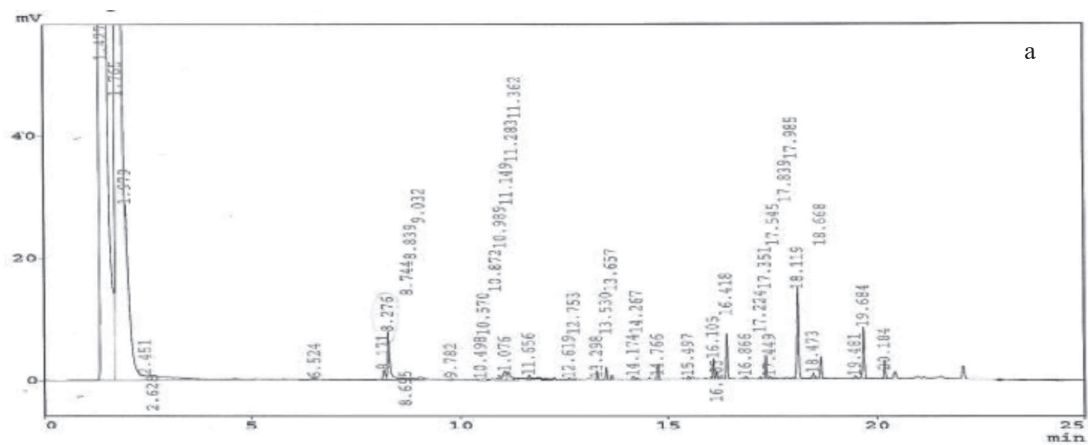
การวิเคราะห์แป้งผัดหน้าด้วยเทคนิค Gas Chromatography - flame ionization detector (GC-FID)

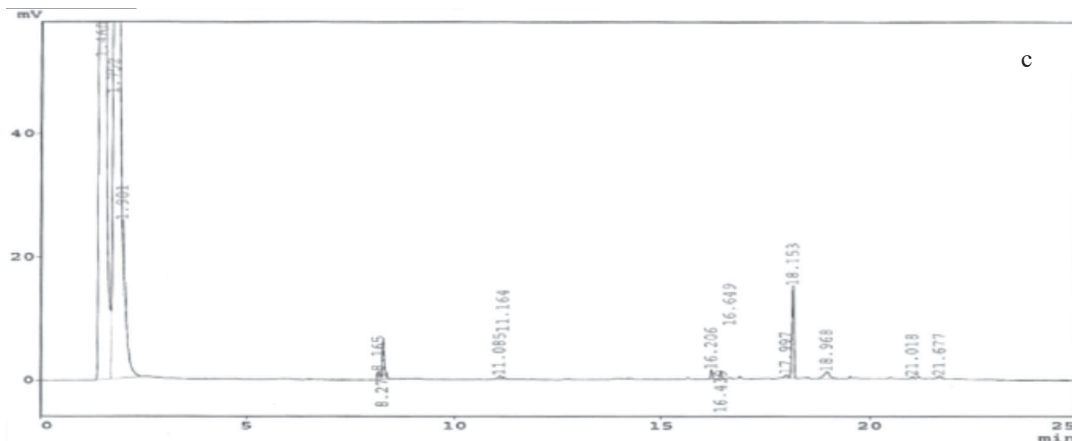
จากการวิเคราะห์แป้งผัดหน้าตัวอย่าง 20 ยี่ห้อม ด้วยเทคนิค GC-FID โดยตัวอย่างถูกสกัดด้วย Dichloromethane และถูก sonicate เป็นระยะเวลา 30 นาที จากนั้นฉีดตัวอย่างเข้าเครื่อง ได้ผลการทดลอง ดังโครมาโทแกรมภาพที่ 2



ภาพที่ 2 โครมาโทแกรมของตัวอย่างแป้งยี่ห้อ BSC

จากโครมาโทแกรม พบว่า พีคที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีค่า retention time ที่ 12 - 23 นาที และเมื่อนำ GC-FID มาวิเคราะห์แป้งผัดหน้า 20 ตัวอย่างได้โครมาโทแกรมดังตัวอย่างภาพที่ 3





ภาพที่ 3 โครมาโทแกรมของตัวอย่างแป้งผัดหน้า a) ยี่ห้อ Mistine b) ยี่ห้อ Cute Press c) ยี่ห้อ SHEENE

จากโครมาโทแกรมในภาพที่ 3 พบว่าโครมาโทแกรมจากแป้งทั้ง 3 ยี่ห้อ a) ยี่ห้อ Mistine b) ยี่ห้อ Cute Press c) ยี่ห้อ SHEENE มีลักษณะโครมาโทแกรมที่มีความเฉพาะ โดยโครมาโทแกรม a) มีพีคที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีค่า retention time ที่ 9 – 20 นาที, b) มีพีคที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีค่า retention time ที่ 17 - 23 นาที และ c) มีพีคที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีค่า retention time ที่ 14 - 23 นาทีและเมื่อนำโครมาโทแกรมที่ได้มาเปรียบเทียบกับลักษณะทางโครมาโทแกรมของแป้งผัดหน้าตัวอย่าง 20 ยี่ห้อ พบว่ามีความแตกต่างกัน การวิเคราะห์แป้งผัดหน้าด้วยเทคนิค GC ตัวอย่าง 20 ยี่ห้อให้ผลการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันคิดเป็น 100%

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างแป้งผัดหน้า 20 ยี่ห้อด้วยเทคนิค X-Ray Diffraction analysis (XRD) และ Gas Chromatography โดยใช้ Flame Ionization Detector (GC-FID) สามารถสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

การวิเคราะห์สเปกตรัมของแป้งผัดหน้าตัวอย่างด้วยเทคนิค X-Ray Diffraction analysis (XRD) พบว่าสเปกตรัมของแป้งผัดหน้าแต่ละชนิดจะมีพีคหลักขึ้นที่ตำแหน่ง 8° 9° 17° 19° 26° และ 45° เป็นส่วนใหญ่ เมื่อนำตัวอย่างแป้งผัดหน้ามาเปรียบเทียบกับตำแหน่ง 2-theta แป้งผัดหน้าแต่ละยี่ห้อ จะมีลักษณะสเปกตรัมที่แตกต่างกัน

ส่วนการวิเคราะห์โครมาโทแกรมของแป้งผัดหน้าตัวอย่างด้วยเทคนิค Gas Chromatography โดยใช้ Flame Ionization Detector (GC-FID) พบว่าจากโครมาโทแกรมพีคที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีค่า retention time ที่แตกต่างกัน

ทั้งสองเทคนิคให้ลักษณะลายพิมพ์หรือ Pattern ของแป้งผัดหน้าแต่ละยี่ห้อที่แตกต่างกันคิดเป็น 100% โดยการเปรียบเทียบตำแหน่งและลักษณะสเปกตรัมทำให้สามารถระบุลักษณะของแป้งผัดหน้าแต่ละยี่ห้อและสามารถนำไปใช้กับกรณีศึกษาทางนิติวิทยาศาสตร์การหากรอบแป้งผัดหน้าที่พบในสถานที่เกิดเหตุนำไปเปรียบเทียบกับตัวอย่างแป้งผัดหน้ากับผู้เสียหายได้แล้วนำไปสู่การพิสูจน์ทางอ้อมเพื่อเชื่อมโยงหาผู้กระทำผิดได้

เอกสารอ้างอิง

<http://news.voicetv.co.th/infographic/33965.html>

<http://shows.voicetv.co.th/kid-len-hen-tang/40794.html>

Gordon A.; Coulson S. **J. Forensic Sciences**. 2004, 49(6) , 1244-125.

Kelly Greenough. (2007). **Forensic Analysis of Cosmetic Face Powders**, Michigan State University.
Department of Criminal Justice.

Pascal G.; Annie-Francoise M.; Claudine B.; Audrey Q.; Corinne C.; Pierre-Antoine B. **J.Chromatography A**. 2012, 1253 , 144– 153.

มารศรี จันทร. (2532). **สูตรเครื่องสำอางประเภทแป้ง**. เอกสารประกอบการสอน วิชาวิทยาศาสตร์
เครื่องสำอาง II ภาควิชาเภสัชกรรม คณะเภสัชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อรัญญา มโนสร้อย. (2533). **เครื่องสำอาง เล่มที่ 2**. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ โอ.เอส.พรีนติ้งเฮ้าส์.