

# การวิเคราะห์แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเทคนิค Gas Chromatography-Flame Ionized Detector (GC-FID) และเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) Analysis of cosmetic powder by Gas Chromatography-Flame Ionized Detector (GC-FID) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy ( FTIR) technique

วิจิตรา นาไชยเวศน์<sup>1\*</sup> ศุภชัย ศุภลักษณ์นารี<sup>2</sup> ศิริรัตน์ ชูสกุลเกรียง<sup>2</sup> รังสิมา ตริธรรทิพากร<sup>2</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จ.นครปฐม 73000

<sup>2</sup>ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร จ.นครปฐม 73000

## บทคัดย่อ

แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน นิยมใช้แป้งทาบหน้าเพื่อปกปิดรอย ถ้าเกิดคดีความ รอยแป้งของแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางอาจเป็นหนึ่งหลักฐานที่ช่วยในการสืบสวนได้ ในงานวิจัยนี้นำตัวอย่างแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง 15 ตัวอย่างมาวิเคราะห์ ด้วยเทคนิค Gas Chromatography - Flame Ionized Detector (GC-FID) และเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) เพื่อจำแนกชนิดของแป้ง ซึ่งผลการทดลองพบว่า การวิเคราะห์แป้งด้วยเทคนิค Gas Chromatography - Flame Ionized Detector (GC-FID) และเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) สามารถจำแนกแป้งได้ 100% และ 90.95% ตามลำดับ จากผลการทดลองที่ได้สรุปว่าเทคนิคทั้งสอง สามารถนำมาใช้จำแนกชนิดของแป้งได้ดี และนำมาใช้ประโยชน์ในการตรวจเปรียบเทียบหลักฐานทางนิติวิทยาศาสตร์ได้

**คำสำคัญ :** แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง แก๊สโครมาโทกราฟี อินฟราเรดสเปกโตรสโกปี

## Abstract

Cosmetic powders are the most widely used cosmetics in modern society. It is commonly used to cover scars and wrinkles on face. Identification of traces of powder stain collected from the crime scene can be an important forensic evidence. In this study. Gas Chromatography - Flame Ionized Detector (GC-FID) and Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) were used to analyse 15 samples of cosmetic powder. It was found that the discriminating powers of GC-FID and FTIR methods were 100% and 90.95% respectively. The results from this work demonstrated the potential of both techniques for forensic identification of cosmetic powders.

**Keywords :** Cosmetic powders, Gas Chromatography, Infrared Spectroscopy



## บทนำ

รอยเปื้อนของแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง เป็นอีกหนึ่งหลักฐานที่น่าสนใจ และถือว่าเป็นหลักฐานที่สำคัญมากในการนำมาตรวจยืนยันตัวผู้กระทำความผิด แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง ที่ผู้ใหญ่ในยุคปัจจุบันนิยมใช้และใช้เป็นประจำทุกวัน[1] โดยเฉพาะผู้หญิงแทบจะทุกคนนิยมใช้แป้งทาหน้าเพื่อปกปิดร่องรอย หรือทาเพื่อความสวยงามเป็นประจำทุกวัน ถ้าเกิดเหตุการณ์หรือเกิดคดีความไม่ว่าจะเป็นการฆ่า ช่มชืด กระทำชำเรา หรือเหตุการณ์ที่ก่อให้เกิดความเสียหายอื่นๆ กับผู้หญิงชั้นสามารถตรวจหาหลักฐานยืนยันโดยการเก็บรอยเปื้อนของแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง จากตัวผู้ก่อเหตุ มาใช้ตรวจพิสูจน์หลักฐานเพื่อยืนยันตัวผู้กระทำความผิดได้ จากสถิติของการช่มชืดที่เกิดขึ้นในปี 2554 จากฝ่ายรณรงค์และเผยแพร่มูลนิธิต้องขวัญชายก้าวไกล ได้เก็บตัวอย่างจากหนังสือพิมพ์ ระบุว่า 70.9% เป็นข่าวถูกช่มชืด 10.8% เป็นข่าวรูมไทม์ 8.8% เป็นข่าวพยายามช่มชืด 7.6% เป็นข่าวอนาจาร และ 1.9% เป็นข่าวพรากรผู้เยาว์ [2] สถิติชี้ให้เห็นภัยคุกคามต่อตัวผู้หญิง ในกรณีเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวขึ้นจะมีการถ่ายเทฝุ่นแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง จากที่เกิดเหตุมายังเสื้อผ้าของผู้เสียหายและผู้กระทำความผิด ซึ่งหลักฐานจากแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง พบได้ง่ายมากหากนำมาตรวจด้วยวิธีการและเทคนิคที่ถูกต้อง ซึ่งต้องนำกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์เข้ามาใช้ เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์ต่อคดีความที่เกิดขึ้น และเป็นการพิสูจน์ข้อเท็จจริง ที่จะมีส่วนในการบังคับใช้กฎหมายและบทลงโทษกับผู้ที่กระทำความผิดจริง ปัจจุบันมีวิธีการตรวจวิเคราะห์แป้งทาหน้าด้วยเทคนิค SEM – EDX ATR – FTIR และ MALDI – MS[3] และยังมีอีกหลายเทคนิคที่ได้รับการยอมรับและเป็นที่ยอมรับนำมาตรวจจำแนกเครื่องสำอางรอนพื้น ในประเทศนิวซีแลนด์ โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้เครื่อง FTIR GC-FID และ SEM-EDX [4] นอกจากนี้ยังมีผลงานการวิเคราะห์ชนิดของแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเทคนิค X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS) และเทคนิค Time of Flight Secondary Ion Mass Spectrometry (ToFSIMS) เพื่อศึกษาหมู่ฟังก์ชัน สาร

โพลีเมอร์และโมเลกุลต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XPS ไม่สามารถวิเคราะห์เชิงปริมาณได้และเทคนิค ToFSIMS สามารถบอกรายละเอียดของพีคที่ปรากฏได้ดีกว่าและในบางตัวอย่างจำเป็นต้องใช้ทั้งสองเทคนิคช่วยกันเพื่อวิเคราะห์ชนิดของแป้ง [5] และยังมีการระบุชนิดของแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง ด้วยเทคนิค Wavelength-dispersive X-ray uorescence spectrometry โดยอาศัยการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เพื่อหาส่วนประกอบในแป้ง เช่น Al Bi Ca Fe K Mg Si Ti และ Zn ซึ่งแต่ละยี่ห้อจะมีปริมาณที่ต่างกัน [6] นอกจากนี้การแยกชนิดของแป้ง สามารถแยกโดยอาศัยการวิเคราะห์หาปริมาณของ Esters of phthalic acid ที่อยู่ในรูปของก็คือ phthalates โดยปัจจุบันได้นำมาเป็นองค์ประกอบในการปรุงแต่ง แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง ส่วนใหญ่ phthalates ที่จะพบเป็นองค์ประกอบของแป้งฝุ่น เช่น Dibutyl phthalate (DBP) Di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) Benzyl butyl phthalate (BBP) เป็นต้น โดยแต่ละยี่ห้อ จะมีสูตรของการปรุงแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง ที่มักเติมสารเหล่านี้ในอัตราส่วนที่แตกต่างกัน การปรากฏพีคของ phthalates ทั้ง 8 ชนิดนี้ ด้วยการใช้เทคนิค GC-MS จะสามารถแยกชนิดและยี่ห้อของแป้งได้ [7] ในการตรวจวิเคราะห์ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ล้วนเป็นการศึกษาในต่างประเทศ แต่สำหรับในประเทศไทยยังไม่ปรากฏการทำวิจัยดังกล่าวมาแล้ว ด้วยเหตุนี้ทางผู้วิจัยจึงได้คิดนำเอาเทคนิคเหล่านี้มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการทางนิติวิทยาศาสตร์ ให้เกิดประโยชน์ต่อคดีความที่เกิดขึ้นในประเทศไทย เพื่อนำมาพิสูจน์ข้อเท็จจริงและนำไปสู่การบังคับใช้กฎหมายและการลงโทษผู้กระทำความผิดอย่างจริงจัง

จากความสำคัญและปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาโดยนำเอาเทคนิค Gas Chromatography-Flame Ionized Detector (GC-FID) และเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) มาเพื่อวิเคราะห์จำแนกความแตกต่างของแป้งที่ใช้เป็นเครื่อง



สำอาง ด้วยเทคนิค GC-FID และเทคนิค FTIR เป็นเทคนิคที่มีเครื่องมือและหาได้ในห้องปฏิบัติการทั่วไป การนำตัวอย่างก็ใช้ปริมาณน้อยซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้ในระดับมิลลิกรัม นอกจากนี้เทคนิค FTIR เป็นเทคนิคที่ไม่ทำลายตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์ได้ง่าย รวดเร็ว ดังนั้นการใช้ทั้งสองเทคนิคมาทำการวิเคราะห์จำแนกความแตกต่างของแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง จึงสามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในการติดตามตัวผู้ต้องสงสัย เพื่อประโยชน์ในการสืบสวนสอบสวนคดีความได้

## วัสดุอุปกรณ์และวิธีการ

งานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเทคนิคที่ใช้การจำแนกและเปรียบเทียบแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางโดยใช้เทคนิค GC-FID และเทคนิค FTIR ทำการทดลอง โดยการเก็บตัวอย่างแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางดัง (Table 1)

**Table 1** A list of 15 cosmetic powders from different store in Thailand.

Sample Brand	Variant	Color as on label
1. Mineral wear	Face-free mineral face powder Physician's formula	Creamy natural
2. Beauty Credit	Lovely powder pact molar	Cream
3. Cezanne	UV foundation EX	Cream beige
4. Revlon	Touch & Glow extra moisturizing	Sand beige
5. L'Oréal	True match super-blendable	Light ivory
6. Oriental Princess (Hondolite)	Foundation powder SPI 15	Natural brown
7. Oriental Princess (N'aya)	Bleeming blazes face powder	Light plus
8. Bobb brown	Sheer finish loose face powder	Warm natural
9. Mac	Sheer loose powder	Medium to dark
10. Giro McCray	Oil control loose face powder	Pink
11. Skin Food	Buckwheat loose powder	Natural brown



**Table 1 (continues)** A list of 15 cosmetic powders from different store in Thailand.

Sample Brand	Variant	Color as on label
12. Skin Food	Sweet potato hydrate cushion pack	Cream
13. Lancôme	Foundation powder	Beige
14. Dior	Foundation powder	Cream
15. Shiseido	Seit-Losee powder	Light

การวิเคราะห์แบ่งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางโดยเทคนิค

#### GC-FID และเทคนิค FTIR

วิธีการเตรียมตัวอย่าง GC-FID มีวิธีการดังนี้

ซึ่งตัวอย่างประมาณ 1.0 กรัม ใส่ขวด vial เดิม Dichloromethane (Fluka) 2.0 ml. จากนั้นนำไป sonicated ด้วยเครื่อง Ultrasonic bath (Mettler Electronics corp.) เป็นเวลา 30 นาที กรองผ่านชุดกรอง

Filter nylon (Verticlean nylon) ขนาดรูพรุน 0.45  $\mu\text{m}$  จากนั้นใช้ syringe (SGE, Australia) ดูดสารตัวอย่างเพื่อฉีดเข้าเครื่อง GC ปริมาตร 2  $\mu\text{L}$  (ดัง Figure 1 และ Figure 2)

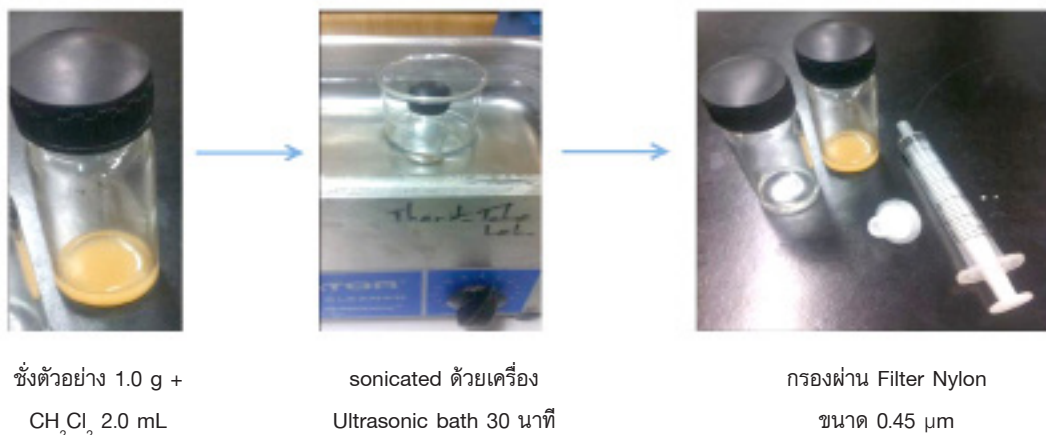
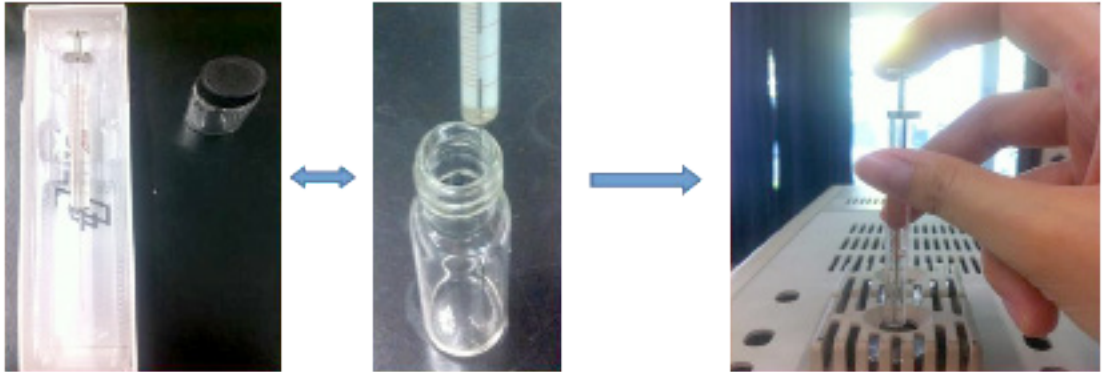


Figure 1. Sample preparation for GC - FID analysis.



ดูดตัวอย่างที่กรองแล้วผ่าน SGE Suring ปริมาตร 2 uL จากนั้นจึงฉีดเข้าเครื่อง GC

Figure 2. Injection of sample into GC-FID

โดยทำการตั้งค่าเครื่อง Gas Chromatograph (SHIMADZU Gas Chromatograph GC-17A)[8]  
ดังต่อไปนี้

Detector	: Flame Ionization Detector
Column	: BPX5, 5% phenyl polysilphenylene – siloxane GC - columns
Detector temperature	: 250°C
Injection temperature	: 250°C
Injection volume	: 2 µl
Temperature program	: เริ่มต้นที่อุณหภูมิ 120°C คงที่เป็นเวลา 1 นาที เพิ่มอุณหภูมิ ด้วยอัตรา 10°C /min จนถึงอุณหภูมิ 280°C แล้วคงที่ไว้ 5 นาที

วิธีการเตรียมตัวอย่าง FTIR มีวิธีการดังนี้

นำแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางมาบดให้ละเอียด  
ป้ายแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางที่บดละเอียดลงบนแผ่น  
กระดาษทึบที่ตัดขนาด 1 cm X 1 cm นำตัวอย่าง  
ที่เตรียมไว้ไปใส่ที่แทนวางตัวอย่างของเครื่อง FTIR ทำการ  
วิเคราะห์ผงแป้งตัวอย่างและแป้งตัวอย่างที่ติดอยู่บนแผ่น

กระดาษทึบที่เตรียมไว้ ทำการวิเคราะห์ Spectra ที่ได้  
โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบความเหมือนและความ  
แตกต่างของ Spectra ที่ได้จากตำแหน่งของพีคบน IR  
Spectrum (Figure 3.)

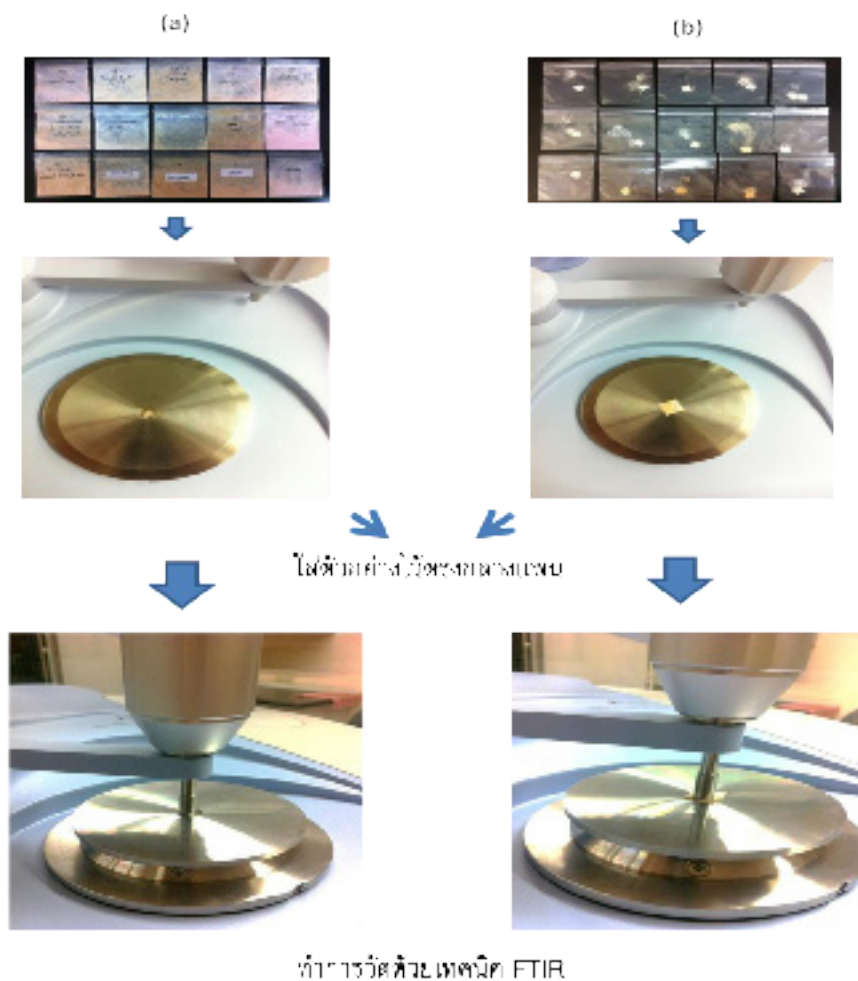


Figure 3. ATR sampling in FTIR analysis.

(a) Power sample.

(b) Smear sample on tissue paper.

โดยทำการตั้งค่าสภาวะเครื่อง FTIR (PerkinElmer precisely Spectrum 100 FT-IR Spectrometer) [9]  
ดังต่อไปนี้

Cell	: Diamond cell
Scan	: 64 ครั้ง
Scan range	: 4000 ถึง 550 $\text{cm}^{-1}$
Resolution	: 8 $\text{cm}^{-1}$



## ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ที่แบ่งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเทคนิค GC-FID

จากการวิเคราะห์เบื้องต้นด้วย ได้โครมาโทแกรม (a) (b) และ (c) พบว่าความแตกต่างของตำแหน่งพิกัด คือ (a) พบพิกัดที่ประมาณ 9.60 นาที แต่ไม่พบใน (b)

และใน (c) และตำแหน่งของ (c) พบพิกัดนี้ 10.88 นาที ดังนั้น โครมาโทแกรมทั้ง 3 จึงมีความแตกต่างกันได้ (Figure 4)

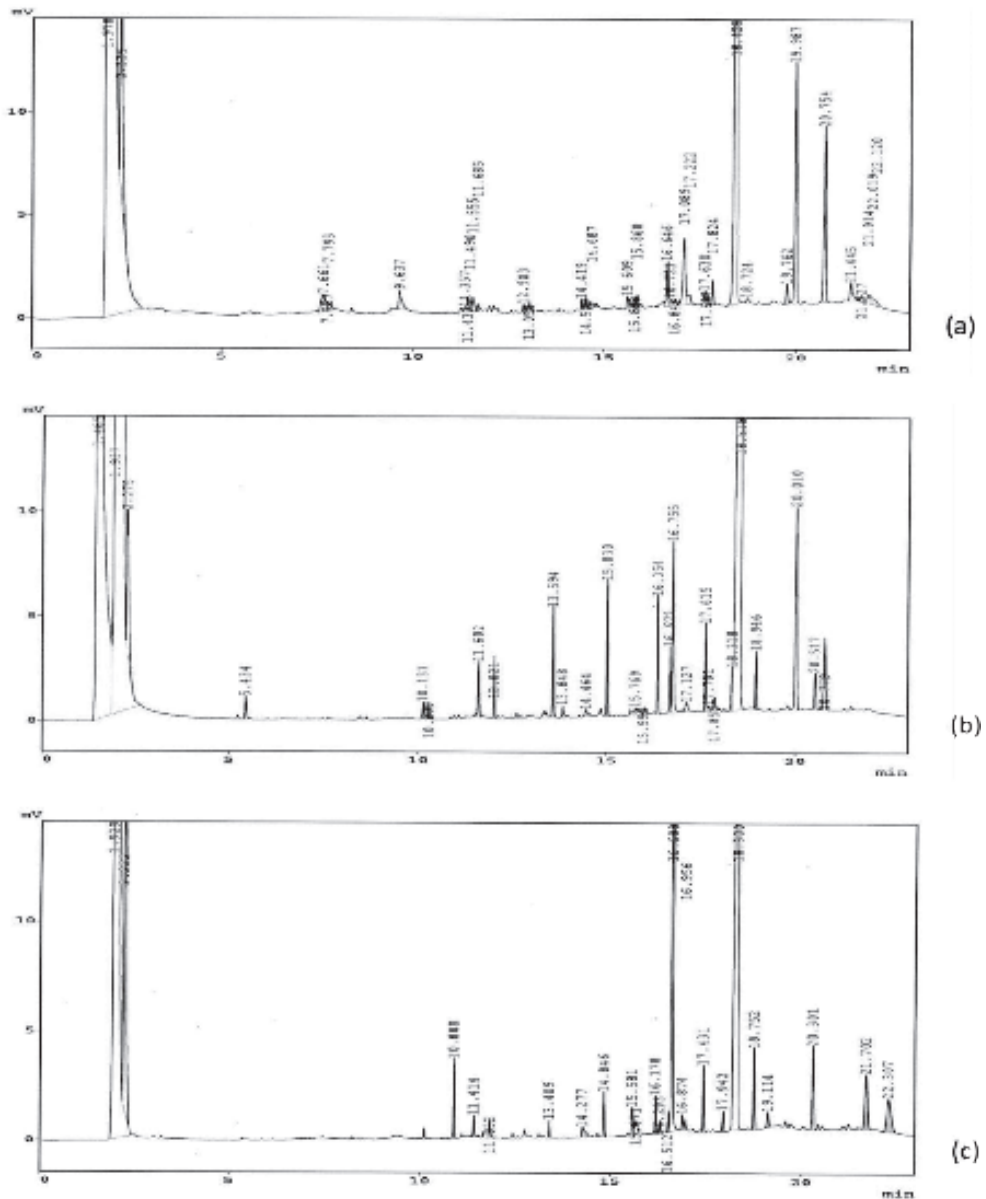


Figure 4. Typical chromatograms of (a) sample 2, (b) sample 9 and (c) sample 13.





จากผลการทดลองพบว่าเมื่อเปรียบเทียบตำแหน่งพีคของตัวอย่างเดียวกัน พบตำแหน่งพีคที่เดียวกัน แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบแบ่งชนิดต่างกันพบตำแหน่งพีคขึ้นที่เวลาต่างกัน พบว่าการวิเคราะห์แบ่งแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันโดยเทคนิค GC คิดเป็น 100% คือ โครมาโทแกรมของแบ่งต่างชนิดกันมีความแตกต่างกัน

#### การวิเคราะห์แบ่งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเทคนิค FTIR

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างแบ่งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง 15 ตัวอย่าง ด้วยเทคนิค FTIR โดยทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTIR พบว่า Spectrum ที่ได้ของผงแบ่งตัวอย่างและแบ่งตัวอย่างที่ติดอยู่บนกระดาษทิชชูมีความเหมือนกันทุกประการดัง Figure 5.

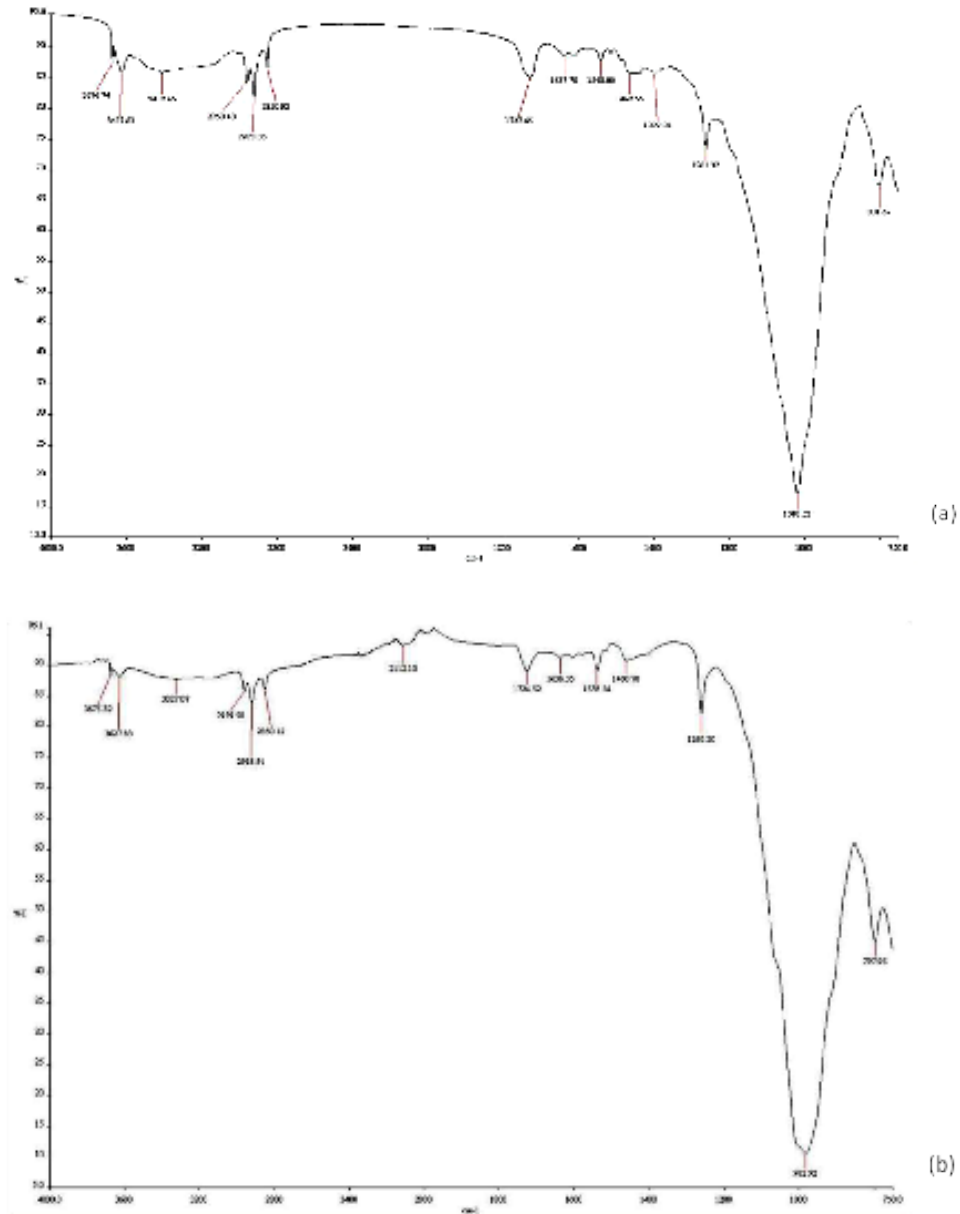


Figure 5. FTIR spectra of (a) power sample, (b) smear sample.





จาก IR Spectrum ทำให้ทราบว่า การวิเคราะห์  
แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเครื่อง IR ทั้งที่เป็นผงหรือ  
ที่ติดอยู่บนกระดาษทิชชูด้วยเทคนิค FTIR ให้ผลการ  
วิเคราะห์ที่เหมือนกันดังนั้นจึงเลือกทำการวิจัยโดยนำแป้ง  
ที่ใช้เป็นเครื่องสำอางมาป้ายบนกระดาษทิชชูและทำการ  
วิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTIR ทั้ง 15 ตัวอย่าง เพื่อแสดง  
ให้เห็นว่าเราสามารถวิเคราะห์แป้งที่ติดบนเสื้อผ้าหรือ  
กระดาษทิชชูในคดีที่อาจเกิดขึ้นได้

IR Spectrum ของแป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอาง  
ตัวอย่าง (Figure 6) ซึ่งเป็นแป้งตัวอย่างจากตัวอย่าง  
ที่ 3 (a), ตัวอย่างที่ 4 (b) และตัวอย่างที่ 5 (c) ซึ่งจะ  
สังเกตได้ว่าลักษณะ และตำแหน่งของพีคที่ปรากฏบน  
สเปกตรัม ทั้ง 3 มีตำแหน่งที่เหมือนกัน (ตำแหน่ง X)  
และมีความแตกต่างกันด้วย (Y) จึงสามารถใช้ในการ  
จำแนกชนิดของแป้งแต่ละชนิดได้ (เนื่องจากองค์ประกอบ  
ของสารในแป้งแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันเมื่อนำมา  
ทำการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTIR จึงทำให้ได้สเปกตรัม  
ที่แตกต่างกัน) จากตัวอย่างทั้ง 3 ตัวอย่างนี้



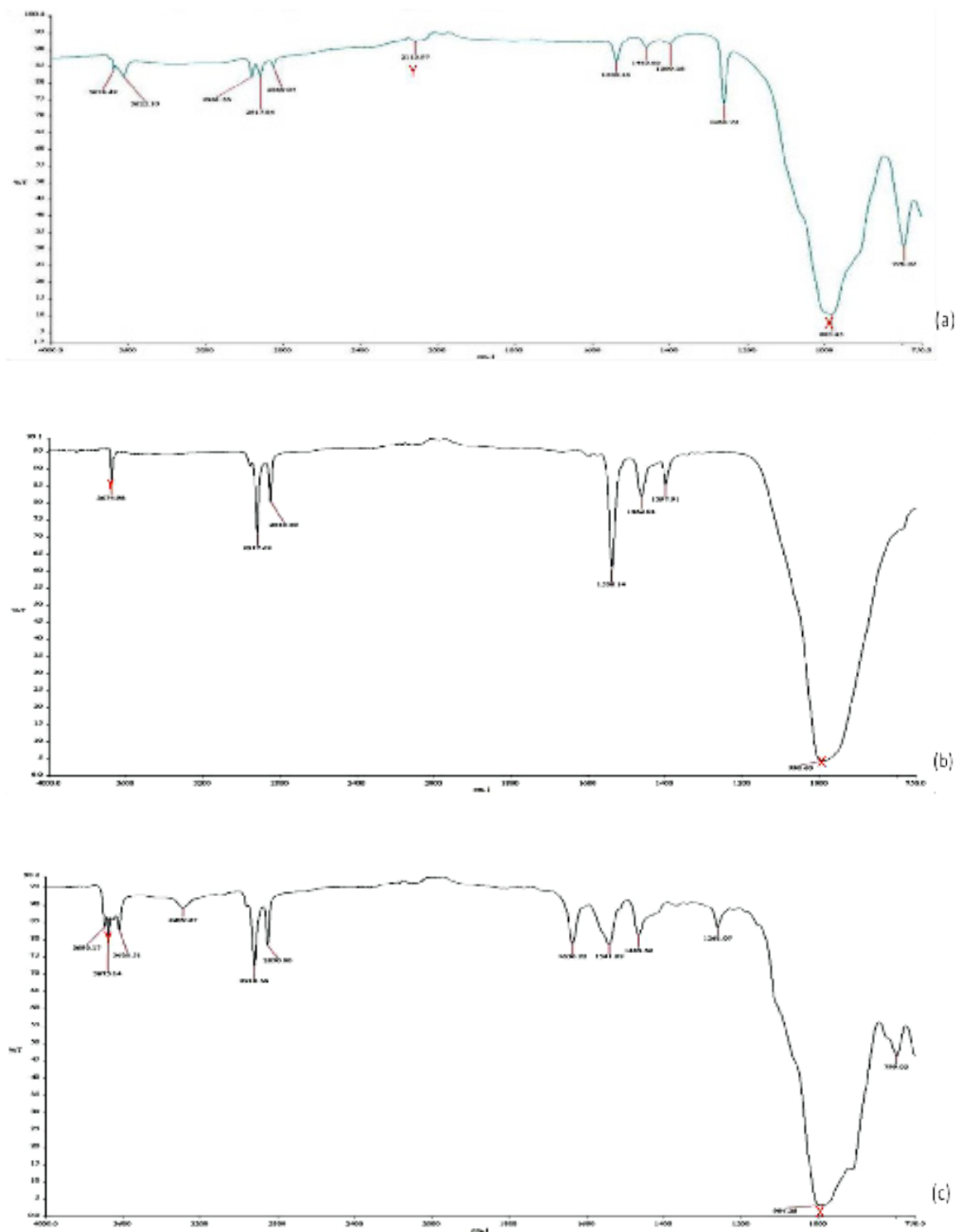


Figure 6. FTIR Spectra of (a) sample 3, (b) sample 4 and (c) sample 5.



จากการพิจารณาความแตกต่างของตัวอย่างสเปกตรัมพบว่าใน (a) กับ (b) มีพีคที่แตกต่างกัน เช่น พีคที่ตำแหน่งเลขคลื่นประมาณ  $1200\text{ cm}^{-1}$  และ  $790\text{ cm}^{-1}$  พบใน(a) แต่ไม่พบใน (b) และในสเปกตรัม (c) พบพีคที่ตำแหน่งต่างกันที่เลขคลื่นประมาณ  $4000\text{-}2800\text{ cm}^{-1}$  ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า (a) (b) และ (c) มีความแตกต่างกันของสเปกตรัม

จากการวิเคราะห์ IR Spectrum ที่ได้พีคที่ปรากฏส่วนใหญ่จะปรากฏที่เลขคลื่นดัง Table 2 ซึ่งเป็นผลจากหมู่ฟังก์ชันต่างๆ ในองค์ประกอบของแป้ง เพราะในแป้งประกอบไปด้วยน้ำ น้ำมัน สารเพิ่มความคงตัว สี ไม้ก้า โทเทเนียมไดออกไซด์และเหล็กออกไซด์ เป็นต้น

Table 2 FTIR peak assignments.

เลขคลื่น( $\text{cm}^{-1}$ )	หมู่ฟังก์ชัน
900	C-H bending คีโบลิน (หมู่ฟังก์ชัน), $\text{RCH}=\text{CH}_2$
1100 - 1300	C-O stretching อีเธอร์และเอสเทอร์
1465 - 1450	C-H bending $\text{CH}_2$ , $\text{CH}_3$
1650 - 1550	N-H bending 2° เอมีน
1725	C=O stretching แอลดีไฮด์
3000 - 2800	C-H stretching $\text{CH}_2$ , $\text{CH}_3$ และ C-H ของแอลเคน
3600 - 3400	O-H stretching

จากการวิเคราะห์ที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเทคนิค FTIR จำนวน 15 ตัวอย่างสามารถจำแนกความแตกต่างได้ คิดเป็นร้อยละ 90.95 และแป้งต่างชนิดกัน แต่ให้พีคที่เหมือนกันมีค่าเท่ากับ 9.05%

### อภิปรายผล

ในการวิเคราะห์แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเทคนิค Gas Chromatography จากการวิเคราะห์แป้ง 15 ตัวอย่าง พบว่าโครมาโทแกรมที่ได้ทั้งหมดโดยพิจารณา

จากตำแหน่งของพีคบนโครมาโทแกรม ซึ่งสารที่สกัดมาได้จากแป้งในสารละลาย Dichloromethane เป็นสารอินทรีย์ (organic) ซึ่งเป็นสารโมเลกุลเล็กที่ระเหยได้ง่าย ใช้เป็นสารเติมแต่งที่ใส่ไปในแป้งที่เป็นเครื่องสำอางแต่ละยี่ห้อ ซึ่งในแต่ละยี่ห้อจะมีองค์ประกอบของสารเหล่านี้แตกต่างกัน จากผลการทดลองพบว่าเทคนิค GC สามารถใช้จำแนกชนิดของแป้งได้ดีถึง 100%

ส่วนในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) โดยเปรียบเทียบจากตำแหน่งของพีคใน spectrum โดยพีคที่ปรากฏส่วนใหญ่



เป็นพีคของ น้ำ ที่เลขคลื่น  $3400-3600\text{ cm}^{-1}$  (O-H Stretching) และ สารอนินทรีย์ (inorganic) ที่ใช้เพิ่มความคงตัวและองค์ประกอบอื่นๆ เช่น ไมก้า ชั้นที่เลขคลื่น  $2800-2900\text{ cm}^{-1}$  เหล็กออกไซด์ ชั้นที่ความถี่ประมาณ  $1700 - 1610\text{ cm}^{-1}$  (Fe-O Stretching) ซิลิเกต ชั้นที่เลขคลื่น  $1100 - 1300\text{ cm}^{-1}$  และ Talcum ชั้นที่ประมาณ  $3600\text{ cm}^{-1}$  และ  $1000\text{ cm}^{-1}$  เป็นต้น โดยสารอนินทรีย์ (inorganic) นี้เป็นองค์ประกอบหลักในแป้งซึ่งพบว่าแป้งบางชนิดมีพีคเกิดขึ้นที่ตำแหน่งเดียวกัน ดังนั้นเทคนิค FTIR สามารถใช้จำแนกแป้งได้ 90.95%

จากการพิจารณาผลการทดลองโดยเทคนิคทั้งสองนี้ ถ้านำเทคนิคทั้งสองคือ GC-FID และเทคนิค FTIR มาใช้ประโยชน์ร่วมกัน ก็สามารถจำแนกชนิดของแป้งได้ ผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับ Amanda Gordon และคณะที่ทำการทดสอบความแตกต่างของครีมรองพื้นที่ใช้เป็นเครื่องสำอางโดยเทคนิค FTIR GC-FID SEM-EDX ซึ่งถ้ารวมเทคนิคทั้ง 3 ก็สามารถนำมาใช้จำแนกชนิดของครีมรองพื้นได้ [4]

การวิเคราะห์แป้งที่ใช้เป็นเครื่องสำอางด้วยเทคนิค GC-FID และ เทคนิค FTIR สามารถนำมาใช้ในการตรวจพิสูจน์เบื้องต้นเพื่อจำแนกหรือระบุชนิดของแป้งที่อาจจะใช้เป็นพยานหลักฐานในคดีและช่วยในการสืบสวนสอบสวนได้ โดยเทคนิคทั้งสองเป็นเทคนิคที่ง่ายและสะดวกและเครื่องมือทั้งสองก็มีใช้ในห้องปฏิบัติการทั่วไปจึงง่ายต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในทางนิติวิทยาศาสตร์

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร คณะจารย์ทุกท่านในสาขาวิชานิติวิทยาศาสตร์ที่ได้ถ่ายทอดความรู้ทางด้านนิติวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการที่ให้คำแนะนำตลอดการทดลอง

### เอกสารอ้างอิง

1. บทความแบ่งพิมพ์. [online] available: <http://www.hiso.or.th/hiso/ghealth/newsx1843.php>. 2556.
2. ชาวชมชื่น ล่วงละเมิดทางเพศ. [online] available: <http://shows.voicetv.co.th/kid-len-hen-tang/40794.html>. 2556.
3. การประชุมวิชาการโครงการปริญญาเอกกาญจนาภิเษก ครั้งที่ 13. [online] available: <http://rgj.chem.sci.ku.ac.th/RGJ-BOOK/2012-RGJ-PhD-Congress-XIII.pdf>. 2556.
4. Amanda Gordon. 2004. The evidential value of cosmetic foundation smears in forensic case-work. *Journal of Forensic Science*. 49: 1244-1252.
5. The Role of Surface Analysis in Forensic Science, [online] available : <http://www.csma.ltd.uk/legal/forensic.htm>. 2013.
6. Elizabeth Kulikov. 2012. Classification and discrimination of some cosmetic face powders using XRF spectrometry with chemometric data analysis. *X-Ray Spectrometry*. 41: 410-415.
7. Pascal Gimeno, 2012. Analytical method for the identification and assay of 12 phthalates in cosmetic products: Application of the ISO 12787 international standard "Cosmetics-Analytical methods-Validation criteria for analytical results using chromatographic techniques. *Journal of Chromatography A*. 1253: 144-153.
8. SHIMADZU Gas Chromatograph GC-17A. [online] available: <http://www.nas.minsk.by/gc17a/gc17ae.shtml>. 2013.
9. PerkinElmer precisely Spectrum 100 FT-IR Spectrometer. [online] available: [http://www.perkinelmer.com.cn/cmsresources/images/46-74472bro\\_\\_spectrum100ftir.pdf](http://www.perkinelmer.com.cn/cmsresources/images/46-74472bro__spectrum100ftir.pdf). 2013.



10. เลขคลื่นของ IR Spectrum. [online] available:  
<http://e-book.ram.edu/e-book/c/CM328/CM328-10.pdf>. 2013.
11. Skoog, D, .A. 1985. Principles of Instrumental Analysis. 3rd ed. Saunders College Publishing.

