การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนัก ในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

โดย
นางสาวสุญาดา กาศยปนันทน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนัก ในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

โดย
นางสาวสุญาดา กาศยปนันทน์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2563
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

HEALTH RISK ASSESSMENT OF HEAVY METALS IN COUNTERFEIT COSMETICS

By

MISS Suyada KASAYAPANAND

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Science (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

Department of ENVIRONMENTAL SCIENCE

Graduate School, Silpakorn University

Academic Year 2020

Copyright of Graduate School, Silpakorn University

หัวข้อ	การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ
โดย	สุญาดา กาศยปนันทน์
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังก์ศิริ ทิพยารมณ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.จุไรรัตน์ นันทานิช)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.ดาวรุ่ง สังข์ทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังก์ศิริ ทิพยารมณ์)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาล สิงหกันต์)

61311301 : วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : โลหะหนัก, เครื่องสำอาง, การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

นางสาว สุญาดา กาศยปนันทน์: การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อังก์ศิริ ทิพยารมณ์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกและอายแชโดว์ลอกเลียนแบบ โดยโลหะที่ศึกษา ได้แก่ เงิน แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ด้วยเทคนิค Flame Atomic Absorption Spectrometry ความเข้มข้นของโลหะที่ได้นำไปเปรียบเทียบกันระหว่างอายแชโดว์และลิปสติกแต่ละสี และนำไปประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอาง รวมถึงประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัย ผลการวิจัยพบว่าในเครื่องสำอางโทนสีอ่อนตรวจพบเงิน (ND-1.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และสังกะสีความเข้มข้นสูง (0.43-120.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในขณะที่มักตรวจพบโคบอลต์ (ND-13.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) โครเมียม (ND-139.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ทองแดง (ND-1,017 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) แมงกานีส (<1.06-287.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) นิกเกิล (ND-18.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และตะกั่ว (ND-127.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ความเข้มข้นสูงในเครื่องสำอางโทนสีเข้ม ส่วนแคดเมียมพบความเข้มข้นสูงในเครื่องสำอางโทนสีส้ม (ND-1.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

เมื่อวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโลหะหนัก โดยใช้สถิติ One-Way ANOVA พบว่าเครื่องสำอางแต่ละสีมีความเข้มข้นของโลหะหนักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นำผลการศึกษาเปรียบเทียบกับมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559 พบว่าตัวอย่างเครื่องสำอางเกือบทั้งหมดตรวจพบความเข้มข้นของโครเมียมและนิกเกิล (ห้ามใช้) รวมถึงตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน ในขณะที่แคดเมียมในเครื่องสำอางทุกตัวอย่างไม่เกินค่ามาตรฐาน สำหรับโลหะหนักชนิดอื่นยังไม่มีค่ามาตรฐานหรือกฎหมายกำหนด การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งและส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยแสดงให้เห็นว่า ตัวอย่างอายแชโดว์ทั้งหมดและตัวอย่างลิปสติกเกือบทั้งหมดไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยง (HQ และ/หรือ HI < 1) และปลอดภัยในการใช้งาน (MoS > 100) ยกเว้นลิปสติกโทนสีน้ำตาลที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอันเนื่องมาจากโครเมียม (HQ และ HI = 2.07 และ 2.27 ตามลำดับ; MoS = 48.38) และทองแดง (HQ และ HI = 2.00 และ 2.02 ตามลำดับ; MoS = 50.01) อย่างไรก็ตามการใช้เครื่องสำอางที่มีการปนเปื้อนโลหะหนักสามารถก่อให้เกิดผลกระทบในระยะยาวได้ เช่น ผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง ผลกระทบต่อไต ก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้ผิวหนัง เป็นต้น ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าการใช้เครื่องสำอางลอกเลียนแบบสีเข้มมีความเป็นไปได้ที่จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องสำอางลอกเลียนแบบสีอ่อนและเครื่องสำอางลอกเลียนแบบก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

61311301 : Major (ENVIRONMENTAL SCIENCE)
Keyword : Heavy Metal, Cosmetics, Health Risk Assessment

MISS SUYADA KASAYAPANAND : HEALTH RISK ASSESSMENT OF HEAVY METALS IN COUNTERFEIT COSMETICS THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR AUNGSIRI THIPPAYAROM, Ph.D.

This research aims to study heavy metal concentrations in counterfeit lipsticks and eyeshadows. Heavy metals including silver, cadmium, cobalt, chromium, copper, manganese, nickel, lead, and zinc were analyzed by Flame Atomic Absorption Spectrometry technique. Concentrations of heavy metals in each color of counterfeit eyeshadows and lipsticks were subsequently compared, calculated for health risk assessment, and evaluated for the margin of safety. The results revealed that in light-shade cosmetics high concentration of silver (ND-1.17 mg/kg) and zinc (0.43-120.66 mg/kg) were observed. Whereas cobalt (ND-13.19 mg/kg), chromium (ND-139.18 mg/kg), copper (ND-1,017 mg/kg), manganese (<1.06-287.78 mg/kg), nickel (ND-18.54 mg/kg), and lead (ND-127.40 mg/kg) were normally presented in dark-shade cosmetics. Cadmium was predominant in orange-shade cosmetics (ND-1.01 mg/kg).

Variances of heavy metal concentrations in each shade analyzed by One-Way ANOVA indicated that metal concentration for each shade was significantly different ($p<0.05$). By comparing the result with the standards according to the Ministry of Public Health entitled “Names of Substance Not to Be Used in Cosmetics Production, B.E. 2559”, almost all cosmetic samples contained chromium and nickel (prohibited) as well as lead those exceed the standards. Nevertheless, all cosmetics samples had cadmium in the required standards and other metals such as silver, cobalt copper, manganese, and zinc did not yet have authorized standards or laws. Non-cancer health risks assessment and the margin of safety for use illustrated that all eyeshadow samples and almost all lipstick samples posed no risk (HQ and HI < 1) and safe to use (MoS>100) except for brown-shade lipsticks which posed health risks due to chromium (HQ and HI = 2.07, 2.27 respectively, MoS = 48.38) and copper (HQ and HI = 2.00, 2.02 respectively, MoS =50.01). However, uses of heavy metal-contaminated cosmetics could bring about long-term health effect such as effects on central nervous system, kidneys, and causing skin allergy. Consequently, it could be concluded that dark-shade counterfeit cosmetics possibly cause higher health risk comparing to light-shade counterfeit cosmetics. Additionally, counterfeit cosmetics posed a risk to human health.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อังก์ศิริ ทิพยารมณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้โอกาส ให้คำปรึกษา และคอยแนะนำช่วยเหลือ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ ดร.ดาวรุ่ง สังข์ทอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชวาล สิงหกันต์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่าอย่างยิ่งในการให้คำแนะนำ ตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้ถูกต้องสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ขอขอบคุณ คุณผ่องศรี เผ่าภูรี ที่คอยให้คำแนะนำช่วยเหลือในการทดลองภายในห้องปฏิบัติการ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการติดต่อประสานงาน การจัดทำเอกสารเกี่ยวกับการสอบวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพิศิษฐ์ จงสถิตย์วัฒนา ซึ่งเมตตาให้ทุนการศึกษาในการเรียนทั้งระดับปริญญาตรีและปริญญาโท ข้าพเจ้าจะนำความรู้ที่ได้รับไปประกอบสัมมาอาชีพโดยสุจริตและทำประโยชน์ให้แก่ผู้อื่นต่อไป

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณกำลังใจและการสนับสนุนจาก คุณแม่ฐานิกา กาศยปนันทน์ และแรงบันดาลใจจากคุณพ่อชาย กาศยปนันทน์ ผู้ล่วงลับ ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ที่ให้การสนับสนุน เป็นกำลังใจ และคอยช่วยเหลือจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

สุญาดา กาศยปนันทน์

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฏ

สารบัญรูป ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย 3

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย 4

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 4

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 5

2.1 เครื่องสำอาง 5

2.1.1 ความหมายของเครื่องสำอาง 5

2.1.2 ประเภทของเครื่องสำอาง 6

2.1.3 วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง 7

2.2 สีผสมในเครื่องสำอาง 8

2.2.1 สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์ 8

2.2.2 สีอนินทรีย์ 14

2.2.3 สีจากธรรมชาติ 17

2.3 อันตรายจากสีผสมเครื่องสำอาง 18
2.4 ชนิดของเครื่องสำอาง 19
2.4.1 อายแชโดว์ 19
2.4.2 ลิปสติก 19
2.5 โลหะหนัก 20
2.5.1 เงิน 20
2.5.2 แคดเมียม 21
2.5.3 โคบอลต์ 22
2.5.4 โครเมียม 22
2.5.5 ทองแดง 23
2.5.6 แมงกานีส 23
2.5.7 นิกเกิล 23
2.5.8 ตะกั่ว 24
2.5.9 สังกะสี 25
2.6 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับโลหะในเครื่องสำอาง 25
2.7 การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) 30
2.7.1 การระบุอันตราย (Hazard identification) 31
2.7.2 การประเมินความเป็นพิษ (Toxicity assessment) 31
2.7.3 การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) 33
2.7.4 การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk characterization) 35
2.8 การประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอาง 35
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 36
2.9.1 ความเข้มข้นของโลหะหนักที่พบในเครื่องสำอาง 36
2.9.2 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการใช้เครื่องสำอาง 38

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 40
3.1 ขั้นตอนการวิจัย 40
3.2 ตัวอย่างเครื่องสำอาง 40
3.2.1 หลักเกณฑ์ในการเลือกซื้อเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ 40
3.2.2 การเก็บตัวอย่างเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ 41
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 41
3.3.1 Flame atomic absorption spectrometer 41
3.3.2 เตาให้ความร้อน (Hot plate) 42
3.3.3 เตาเผา (Furnace) 43
3.4 การเตรียมสารละลายกรดผสม (Aqua regia) 43
3.5 การล้างเครื่องแก้ว 44
3.6 การเตรียมกราฟมาตรฐาน 45
3.7 การเตรียมตัวอย่างเครื่องสำอาง 46
3.7.1 ตัวอย่างอายแชโดว์และลิปสติก 46
3.7.2 Spiked sample 46
3.7.3 รีเอเจนต์แบลงก์ 47
3.8 การย่อยตัวอย่าง 47
3.9 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก 48
3.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 48
3.11 การทดสอบความใช้ได้ของวิธีการ (Method validation) 48
3.12 การทำแบบสอบถาม 49
3.13 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอาง 49
3.13.1 การระบุอันตราย 49
3.13.2 การประเมินความเป็นพิษ 50

3.13.3 การประเมินการได้รับสัมผัส 50
3.13.4 การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง 50
3.14 การประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอาง 50
บทที่ 4 ผลการศึกษา 51
4.1 ร้อยละการกลับคืน (%Recovary) 51
4.2 ความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ 52
4.2.1 เงิน 57
4.2.2 แคดเมียม 57
4.2.3 โคบอลต์ 57
4.2.4 โครเมียม 57
4.2.5 ทองแดง 57
4.2.6 แมงกานีส 58
4.2.7 นิกเกิล 58
4.2.8 ตะกั่ว 58
4.2.9 สังกะสี 59
4.3 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบกับค่ามาตรฐาน . 59
4.4 การเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา 60
4.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ 62
4.6 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ 63
4.6.1 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งจากการใช้อายแชโดว์ 63
4.6.2 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งจากการใช้ลิปสติก 65
4.7 การประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอางลอกเลียนแบบ 70
บทที่ 5 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ 74
5.1 สรุปผลการศึกษา 74

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต 75
รายการอ้างอิง 77
ภาคผนวก 89
ภาคผนวก ก ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ 90
ภาคผนวก ข ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางแต่ละสี โดยใช้สถิติ One-Way ANOVA 93
ภาคผนวก ค การประเมินการได้รับสัมผัสทางผิวหนัง และการได้รับสัมผัส ทางการรับประทาน (เฉพาะลิปสติก) 96
ภาคผนวก ง แบบสอบถามข้อมูลการใช้เครื่องสำอางของกลุ่มผู้บริโภควัยเรียนและวัยทำงาน .. 100
ประวัติผู้เขียน 104

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 วัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข 26

ตารางที่ 2.2 กำหนดสีที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข..... 27

ตารางที่ 2.3 รายการของสารที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางตาม Council Directive 76/768/EEC และ Regulation No. 1223/2009 29

ตารางที่ 2.4 รายการของสีที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางตาม Regulation No. 1223/2009 29

ตารางที่ 2.5 ค่าขีดจำกัดของโลหะหนักสูงสุดที่พบในเครื่องสำอาง, มิลลิกรัม/กิโลกรัม..... 30

ตารางที่ 2.6 ค่า Cancer slope factor (CSF) และค่า Oral reference dose (R_fD) ของโลหะชนิดต่าง ๆ โดยการได้รับสัมผัสทางการรับประทาน (กรณีลิปสติก)..... 32

ตารางที่ 2.7 ค่า Cancer slope factor (CSF) และค่า Dermal Reference Dose (R_fD) ของโลหะชนิดต่าง ๆ โดยการได้รับสัมผัสทางผิวหนัง..... 32

ตารางที่ 3.1 ความยาวคลื่นที่โลหะหนักแต่ละชนิดใช้ในการดูดกลืนแสง..... 42

ตารางที่ 3.2 ระดับความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดสำหรับสร้างกราฟมาตรฐาน 45

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การยอมรับร้อยละการกลับคืน (%Recovery) 47

ตารางที่ 4.1 ร้อยละการกลับคืนของสารละลายมาตรฐาน..... 51

ตารางที่ 4.2 จำนวนตัวอย่างและร้อยละของเครื่องสำอางลอกเลียนที่มีความเข้มข้นของโลหะหนักเกินค่ามาตรฐาน..... 60

ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์เปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา..... 61

ตารางที่ 4.4 ความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา..... 62

ตารางที่ 4.5 ความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งในรูปค่า HQ_{dermal} ของตัวอย่างอายแชโดว์ลอกเลียนแบบ. 64

ตารางที่ 4.6 ความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งในรูปค่า HQ_{dermal} ของตัวอย่างลิปสติกลอกเลียนแบบ (การรับสัมผัสทางผิวหนัง)..... 67

ตารางที่ 4.7 ความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งในรูปค่า $HQ_{ingestion}$ ของตัวอย่างลิปสติกลอกเลียนแบบ (การรับสัมผัสทางการรับประทาน)..... 68

ตารางที่ 4.8 ความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งในรูปค่า HI (Hazaed Index) ของตัวอย่างลิปสติกลอกเลียนแบบ..... 69

ตารางที่ 4.9 ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้อายแชโดว์ลอกเลียนแบบ..... 71

ตารางที่ 4.10 ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้ลิปสติกลอกเลียนแบบ (การรับสัมผัสทางผิวหนัง)..... 72

ตารางที่ 4.11 ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้ลิปสติกลอกเลียนแบบ (การรับสัมผัสทางการรับประทาน)..... 73

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 สี D&C Orange No.17 (ซ้าย) สี D&C Orange No.36 (ขวา) 9

รูปที่ 2.2 สี Citrus Red No.2 (ซ้าย) สี D&C Red No.17 (ขวา) 9

รูปที่ 2.3 สี D&C Red No.9 (ซ้าย) สี D&C Red No.34 (ขวา) 10

รูปที่ 2.4 สี FD&C Red No.40 (ซ้าย) สี FD&C Yellow No.5 (กลาง) และสี D&C Orange No.4 (ขวา) 10

รูปที่ 2.5 สี D&C Red No.19 (ซ้าย) และสี D&C lakes (ขวา) 11

รูปที่ 2.6 D&C Green No.5 11

รูปที่ 2.7 D&C Green No.6 (ซ้าย) และ สี D&C Blue No.9 (ขวา) 12

รูปที่ 2.8 D&C Violet No.2 12

รูปที่ 2.9 สี FD&C Blue No.2 (ซ้าย) สี D&C Blue No.6 (กลาง) สี D&C Red No.30 (ขวา) 12

รูปที่ 2.10 สี D&C Yellow No.10 (ซ้าย) D&C Yellow No.11 (ขวา) 13

รูปที่ 2.11 FD&C Blue No.1 (ซ้าย) FD&C Green No.3 (ขวา) 13

รูปที่ 2.12 D&C Yellow No.7 14

รูปที่ 2.13 สีเหลืองของไฮเดรตไอรอนออกไซด์ (ซ้าย) และสีดำของไอรอนออกไซด์ 14

รูปที่ 2.14 คาร์บอนแบลค 15

รูปที่ 2.15 อัลตร้ามารีนบลูและอัลตร้ามารีนพิงค์ 15

รูปที่ 2.16 โครเมียมออกไซด์กรีน 16

รูปที่ 2.17 (จากซ้าย) ไททาเนียมไดออกไซด์ ซิงค์ออกไซด์ แบเรียมซัลเฟต และอะลูมินา 16

รูปที่ 2.18 (จากซ้าย) แมกนีเซียมคาร์บอเนต ดินเหนียว แคลเซียมคาร์บอเนต และทัลคัม 17

รูปที่ 2.19 ผลและเมล็ดของต้นคำแสด (ซ้าย) สารสีแดงที่ได้จากเมล็ดของต้นคำแสด (ขวา) 17

รูปที่ 2.20 แมลง Coccus cacti ตัวเมีย (ซ้าย) สารสีแดงที่ได้จากกรดคาร์มินิก (ขวา) 18

รูปที่ 2.21 สีชมพูของคาร์มีน 18
รูปที่ 2.22 (จากซ้าย) อายแชโดว์ประเภทของเหลว ประเภทครีม ประเภทแท่ง และประเภทผง 19
รูปที่ 2.23 ลิปสติก 20
รูปที่ 2.24 ผิวสีน้ำเงิน 21
รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย 40
รูปที่ 3.2 Flame Atomic Absorption Spectrometry ยี่ห้อ Analytik Jena รุ่น nova 800D 41
รูปที่ 3.3 เตาให้ความร้อน 42
รูปที่ 3.4 เตาเผา 43
รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการล้างเครื่องแก้ว 44
รูปที่ 3.6 ชุดการทดลองสำหรับวิเคราะห์โลหะหนัก 48
รูปที่ 4.1 สีของอายแชโดว์ลอกเลียนแบบทั้งสองยี่ห้อ 52
รูปที่ 4.2 สีของลิปสติกลอกเลียนแบบทั้งสองยี่ห้อ 52
รูปที่ 4.3 ความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์ลอกเลียนแบบยี่ห้อ 1 53
รูปที่ 4.4 ความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์ลอกเลียนแบบยี่ห้อ 2 54
รูปที่ 4.5 ความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกลอกเลียนแบบยี่ห้อ 1 55
รูปที่ 4.6 ความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกลอกเลียนแบบยี่ห้อ 2 56

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

เครื่องสำอางถือเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของคนทุกเพศ ทุกวัย โดยมีการใช้เครื่องสำอางตั้งแต่ตื่นนอนจนกระทั่งเข้านอน เพื่อวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกันไป เช่น เพื่อทำความสะอาดร่างกาย เพื่อความสวยงาม เพื่อบำรุงผิวพรรณ เป็นต้น เครื่องสำอางอยู่คู่กับมนุษย์มาทุกยุคทุกสมัย ในอดีตมีการใช้พืชพรรณธรรมชาติเพื่อตกแต่งร่างกาย เช่น การใช้มะพร้าวห้าวเขียนคิ้ว การทาริมฝีปากและแก้มด้วยชาดสีแดง เป็นต้น เครื่องสำอางได้มีวิวัฒนาการเรื่อยมาจนถึงปัจจุบัน มีการพัฒนาสูตรเครื่องสำอางโดยเติมสารเคมีสังเคราะห์เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางเพื่อปรับปรุงคุณภาพ เช่น ให้ความชุ่มชื้น กันน้ำ เกาะติดผิวได้ดี ลดแรงตึงผิว ลดแบคทีเรีย เป็นวัตถุกันเสีย เป็นต้น

เมื่อเครื่องสำอางกลายเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวัน รวมถึงในปัจจุบันค่านิยมเรื่องความสวยความงามเป็นสิ่งที่ผู้คนให้ความสำคัญมากขึ้น ทำให้ตลาดเครื่องสำอางมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว จากการศึกษาตลาดเครื่องสำอางของประเทศไทยพบว่ามีมูลค่าสูงถึง 57,000 ล้านบาท และเติบโตเพิ่มขึ้นจากปีที่ผ่านมาร้อยละ 3.8 (บริษัท กันตาร์ เวิร์ลพาแนล (ไทยแลนด์), 2561) ผู้ประกอบการจำนวนมากให้ความสนใจธุรกิจเครื่องสำอาง จึงเกิดการแข่งขันเพื่อแย่งชิงส่วนแบ่งทางการตลาด มีการลดต้นทุนการผลิต และอวดอ้างสรรพคุณเครื่องสำอาง โดยการเติมวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง รวมถึงการเติมวัตถุที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางเกินปริมาณที่กฎหมายกำหนด ผู้บริโภคจึงมีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นในการได้รับสัมผัสสารปนเปื้อนที่เป็นอันตรายในเครื่องสำอาง จากการสำรวจการใช้เครื่องสำอางในปี ค.ศ. 2004 พบว่า โดยเฉลี่ยผู้ใหญ่จะใช้เครื่องสำอางถึง 9 ชนิดในหนึ่งวัน และได้รับสัมผัสสารเคมีที่เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางถึง 126 ชนิด (Environmental Working Group, 2004)

ในหลายประเทศมีการออกกฎหมายห้ามใช้โลหะเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง เช่น ประเทศแคนาดาห้ามใช้อาร์เซนิก แอนติโมนี แคดเมียม ตะกั่ว โครเมียม และปรอท (Health Canada-Santé Canada [HC-SC], 2012) สหภาพยุโรปกำหนดให้ห้ามใช้ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม นิกเกิล ปรอท และอาร์เซนิก (Council Directive 76/768/EEC, 2008) ส่วนประเทศไทยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559 กำหนดห้ามใช้อาร์เซนิก (ยกเว้นการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป) ไม่เกิน 5 ส่วนในล้านส่วน แคดเมียม (ยกเว้น

การปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป) ไม่เกิน 3 ส่วนในล้านส่วน ปรอท (ยกเว้นการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป) ไม่เกิน 1 ส่วนในล้านส่วน และตะกั่ว (ยกเว้นการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป) ไม่เกิน 20 ส่วนในล้านส่วน ถึงแม้จะมีมาตรการทางกฎหมายควบคุม แต่ก็ยังตรวจพบการปนเปื้อนโลหะหนักในเครื่องสำอาง โดยในปี ค.ศ. 2018 กระทรวงความปลอดภัยอาหารและยาของสาธารณรัฐเกาหลี (Ministry of Food And Drug Safety; MFDS) ได้ตรวจพบการปนเปื้อนของโลหะหนักในเครื่องสำอาง 13 ชนิด จาก 8 ยี่ห้อดังของเกาหลีใต้ในปริมาณเกินกว่ากฎหมายกำหนด (โพสต์ทูเดย์, 2561) การศึกษาของ Ziarati, Moghimi, Arbabi-Bidgoli, and Qomi (2012) พบการปนเปื้อนของตะกั่วและแคดเมียมในลิปสติกจากประเทศจีน โดยพบปริมาณตะกั่วมากกว่า 20 ส่วนในล้านส่วน นอกจากนี้ ณพัฐอร บัวฉุน (2559) ได้ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางประเภทลิปสติก พบว่าลิปสติกมีปริมาณสังกะสีเกินกว่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน The Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR) ได้จัดอันดับสารอันตรายปี ค.ศ. 2017 (The ATSDR 2017 Substance Priority List) โดยอาร์เซนิก ตะกั่ว ปรอท อยู่ในลำดับที่ 1 2 และ 3 ตามลำดับ ส่วนแคดเมียมอยู่ในอันดับที่ 7 (The Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR], 2017)

นอกจากการใช้โลหะหนักเพื่อเป็นส่วนผสมในเครื่องสำอาง การปนเปื้อนโลหะหนักอาจเกิดจากสิ่งแวดล้อม ภาชนะบรรจุ สารแต่งกลิ่น สารแต่งสี และสารเคมีที่ใช้ปรับปรุงคุณภาพของเครื่องสำอางให้ได้ตามความต้องการ การได้รับสัมผัสโลหะหนักที่ปนเปื้อนในเครื่องสำอางทำให้เกิดปัญหาสุขภาพทั้งแบบเฉียบพลัน เช่น เกิดการระคายเคือง การอักเสบของผิวหนัง คัน บวม ผิวหนังหลุดลอกเป็นขุย และแบบเรื้อรังโดยโลหะหนักเข้าสู่ร่างกายจากการหายใจ (เครื่องสำอางประเภทฝุ่น) การรับประทาน (เครื่องสำอางประเภทลิปสติก) และการสัมผัสทางผิวหนัง (เครื่องสำอางทุกชนิด) โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณผิวหนังที่บอบบาง เช่น เปลือกตา ริมฝีปาก จะเกิดการดูดซึมโลหะหนักได้มาก ก่อให้เกิดอนุมูลอิสระสะสมและเป็นอันตรายต่อเซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย เป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็ง ความผิดปกติต่อพัฒนาการและสมอง โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคไต เป็นต้น (Thyssen & Menné, 2010)

ในปัจจุบัน มีเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ ซึ่งเลียนแบบเครื่องสำอางยี่ห้อที่มีราคาสูง เช่น Lancome, Bobbi Brown, M.A.C., Clinique, Estee Lauder, NYX เป็นต้น วางขายทั่วไปตามห้างสรรพสินค้า (ในส่วนพลาซ่า) ซุปเปอร์มาร์เกต (ในส่วนพลาซ่า) และตลาดนัด ซึ่งจำหน่ายในราคาถูกกว่าของแท้ โดยผู้ขายมักยืนยันว่าเป็นเครื่องสำอางของแท้แต่ด้วยเหตุผลนานาประการ เช่น นำเข้า

มาเองจากต่างประเทศ มีเพื่อนหรือคนรู้จักเป็นพนักงานต้อนรับบนสายการบิน เป็นต้น จึงสามารถขายได้ในราคาที่ถูกกว่า ทำให้ผู้บริโภคหลงเชื่อและซื้อมาใช้งาน

ดังนั้นผู้วิจัยซึ่งเป็นบุคคลหนึ่งที่ใช้เครื่องสำอางเป็นประจำ จึงสนใจศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก ได้แก่ เงิน (Ag) แคดเมียม (Cd) โคบอลต์ (Co) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) แมงกานีส (Mn) นิกเกิล (Ni) ตะกั่ว (Pb) และสังกะสี (Zn) ในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ โดยเน้นไปที่เครื่องสำอางที่มีสีหลากหลายคืออายแชโดว์และลิปสติก เนื่องจากเม็ดสีส่วนใหญ่มาจากโลหะหนัก จากนั้นนำผลที่ได้มาประเมินความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็ง (Non-cancer risk) รวมถึงการประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอาง (Margin of safety) เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับผู้บริโภคในการเลือกซื้อเครื่องสำอาง และเป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในการหาแนวทางแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของโลหะหนักในเครื่องสำอางต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก 9 ชนิด ได้แก่ เงิน แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ในอายแชโดว์และลิปสติกลอกเลียนแบบ

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์และลิปสติกลอกเลียนแบบแต่ละสี

1.2.3 เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

1.2.4 เพื่อประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

1.3 สมมติฐานของงานวิจัย

1.3.1 ความเข้มข้นของโลหะหนักและความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในอายแชโดว์และลิปสติกลอกเลียนแบบแต่ละสีมีค่าแตกต่างกัน

1.3.2 เครื่องสำอางลอกเลียนแบบมีความเข้มข้นของโลหะหนักสูงกว่าค่าที่กฎหมายกำหนด

1.3.3 เครื่องสำอางลอกเลียนแบบก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอาง

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 เก็บตัวอย่างเครื่องสำอางลอกเลียนแบบชนิดที่มีสีหลากหลาย ได้แก่ อายแชโดว์และลิปสติก

1.4.2 เลือกตัวอย่างอายแชโดว์ 2 ยี่ห้อ ทั้งนี้เนื่องจากอายแชโดว์มีเฉดสีมากมายหลายเฉดสี จึงเลือกสีที่นิยมใช้ ได้แก่ สีขาว สีชมพู สีส้ม สีเขียวขี้ม้า สีน้ำเงิน สีม่วง สีน้ำตาล สีเทา และสีดำ รวม 9 สีต่อยี่ห้อ

1.4.3 เลือกตัวอย่างลิปสติก 2 ยี่ห้อ ทั้งโทนอ่อน (เช่น สีนู้ด สีชมพู สีส้ม) และโทนเข้ม (เช่น สีแดง สีม่วง สีน้ำตาล) รวม 6 สีต่อยี่ห้อ

1.4.4 จำนวนตัวอย่างอายแชโดว์รวม 54 ตัวอย่าง ลิปสติกรวม 36 ตัวอย่าง แบลงก์ของอายแชโดว์ทั้งหมด 18 ตัวอย่าง แบลงก์ของลิปสติกทั้งหมด 12 ตัวอย่าง Spike samples สำหรับอายแชโดว์ทั้งหมด 18 ตัวอย่าง Spike samples สำหรับลิปสติกทั้งหมด 12 ตัวอย่าง รวมจำนวนตัวอย่างทั้งหมด 150 ตัวอย่าง

1.4.5 วิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักด้วยวิธี Flame atomic absorption spectrometry (FAAS) โดยฉีดตัวอย่างทั้งหมด 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย

1.4.6 หา %Recovery โดยใช้วิธี Spiked samples สำหรับโลหะหนักทุกชนิด

1.4.7 เก็บข้อมูลการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางด้วยแบบสอบถามในกลุ่มผู้บริโภควัยเรียน และวัยทำงานที่ใช้เครื่องสำอาง จำนวน 150 คน

1.4.8 ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็ง (Non-cancer risk) ด้วยวิธีของ United State Environmental Protection Agency (US EPA) โดยประเมินความเสี่ยงการได้รับสัมผัสทางผิวหนัง (เครื่องสำอางทุกชนิด) และการรับประทาน (เฉพาะลิปสติก)

1.4.9 ประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1.5.1 ทำให้ทราบความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

1.5.2 ทำให้ทราบความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

1.5.3 สร้างความตระหนักในการเลือกซื้อเครื่องสำอางให้แก่ผู้บริโภค ซึ่งจะเป็นการคุ้มครองผู้บริโภคไม่ให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพได้ทางหนึ่ง

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องสำอาง

เครื่องสำอาง (Cosmetics) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคทุกเพศทุกวัยใช้ในชีวิตประจำวัน โดยมีวัตถุประสงค์การใช้งานแตกต่างกันไป เช่น เพื่อความสวยงาม เพื่อความสะอาด เพื่อปกปิดจุดบกพร่องของร่างกาย เพื่อกลิ่นที่พึงประสงค์ ฯ โดยเครื่องสำอางมีทั้งแบบที่ใช้กับใบหน้า เช่น ไพรเมอร์ รองพื้น คอนซีลเลอร์ อายแชโดว์ แป้งฝุ่น แป้งผสมรองพื้น บลัชออน ลิปสติก ดินสอเขียนคิ้ว เป็นต้น และเครื่องสำอางที่ใช้กับผิวกาย เช่น โลชั่นบำรุงผิว น้ำหอม โคโลญจน์ ผลิตภัณฑ์ระงับกลิ่นกาย แชมพู ครีมนวดผม รวมถึงยาสีฟัน น้ำยาบ้วนปาก เป็นต้น โดยผลิตภัณฑ์เหล่านี้มีความหลากหลายทั้งรูปแบบ สี กลิ่น ซึ่งผู้ประกอบการได้ศึกษาวิจัย คิดค้นและพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางชนิดต่าง ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

2.1.1 ความหมายของเครื่องสำอาง

“เครื่องสำอาง” หมายถึง สิ่งเสริมแต่งหรือบำรุงใบหน้า ผิวพรรณ เส้นผม ฯลฯ ให้ดูสวยงาม เช่น แป้ง ลิปสติก ดินสอเขียนคิ้ว หรือวัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ทา ถู นวด โรย พ่น หยอด ใส่ อบ หรือกระทำด้วยวิธีอื่นใดต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกาย เพื่อความสะอาด ความสวยงาม หรือส่งเสริมให้เกิดความสวยงาม และรวมตลอดทั้งเครื่องประทินผิวต่าง ๆ (ราชบัณฑิตยสถาน, 2554)

ตามมาตรา 4 ของพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง (2558) ได้บัญญัติความหมายของ “เครื่องสำอาง” ไว้ดังนี้

(1) วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้ทา ถู นวด โรย พ่น หยอด ใส่ อบ หรือกระทำด้วยวิธีอื่นใดกับส่วนภายนอกของร่างกายมนุษย์ และให้หมายความรวมถึงการใช้กับฟันและเยื่อบุในช่องปาก โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความสะอาด ความสวยงาม หรือเปลี่ยนแปลงลักษณะที่ปรากฏ หรือระงับกลิ่นกาย หรือปกป้องดูแลส่วนต่าง ๆ นั้น ให้อยู่ในสภาพดี และรวมตลอดทั้งเครื่องประทินต่าง ๆ สำหรับผิวด้วย แต่ไม่รวมถึงเครื่องประดับและเครื่องแต่งตัวซึ่งเป็นอุปกรณ์ภายนอกร่างกาย

(2) วัตถุที่มุ่งหมายสำหรับใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางโดยเฉพาะ

(3) วัตถุอื่นที่กำหนดโดยกฎกระทรวงให้เป็นเครื่องสำอาง

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง (2555) (มอก.152-2555) ได้ให้ความหมายของเครื่องสำอางว่า หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มุ่งหมายสำหรับใช้ทา ถู นวด พ่น โรย หยอด ใส่

อบ หรือกระทำด้วยวิธีอื่นใดต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของร่างกายเพื่อความสะอาด ความสวยงาม หรือส่งเสริมให้เกิดความสวยงามและรวมตลอดทั้งเครื่องประทินผิวต่าง ๆ ด้วย เช่น แชมพู สบู่ แป้งฝุ่นโรยตัว แต่ไม่รวมถึงเครื่องประดับและเครื่องแต่งตัวซึ่งเป็นอุปกรณ์ภายนอกร่างกาย

ดังนั้น จึงกล่าวโดยสรุปได้ว่า (1) เครื่องสำอางเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภายนอกเท่านั้น เช่น ใช้กับผิวหน้า ผิวกาย ริมฝีปากและช่องปาก เส้นผม เล็บ เป็นต้น (2) ใช้เพื่อความสะอาดในชีวิตประจำวัน เช่น ขจัดคราบเหงื่อไคล สิ่งสกปรกที่ผิวกาย ตลอดจนเส้นผมและหนังศีรษะ (3) ใช้เพื่อระงับกลิ่นกาย แต่งกลิ่นหอม และ (4) ใช้เพื่อปกป้องหรือส่งเสริมให้มีสภาพที่ดี ปรับแต่งให้ดูสวยงาม โดยที่ไม่มีผลต่อโครงสร้างหรือการทำหน้าที่ใด ๆ ของร่างกายมนุษย์

2.1.2 ประเภทของเครื่องสำอาง

ตามพระราชบัญญัติเครื่องสำอาง (2558) แบ่งเครื่องสำอางเป็น 3 ประเภท ดังนี้

(1) เครื่องสำอางควบคุมพิเศษ เป็นเครื่องสำอางที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดอันตรายกับผู้บริโภค เนื่องจากพิษหรืออันตรายของสารเคมีที่เป็นส่วนผสม เช่น ยาสีฟันผสมฟลูออไรด์ น้ำยาย้อมผม น้ำยาดัดผม น้ำยาฟอกสีผม เป็นต้น การกำกับดูแลจึงเข้มงวดที่สุด ผู้ผลิตต้องขึ้นทะเบียนตำรับเครื่องสำอางควบคุมพิเศษ จึงจะผลิตหรือนำเข้ามาจำหน่ายได้

(2) เครื่องสำอางควบคุม เป็นเครื่องสำอางกลุ่มที่อาจมีผลกระทบหรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดอันตรายบ้าง แต่น้อยกว่าเครื่องสำอางควบคุมพิเศษ การกำกับดูแลจึงไม่เข้มงวดเท่าเครื่องสำอางควบคุมพิเศษ ผู้ผลิตต้องแจ้งรายละเอียดต่อคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ภายในเวลาไม่น้อยกว่า 15 วัน ก่อนผลิตหรือก่อนนำเข้ามาจำหน่าย

(3) เครื่องสำอางทั่วไป เป็นเครื่องสำอางที่ไม่เข้าข่ายเครื่องสำอางควบคุมพิเศษ หรือเครื่องสำอางควบคุม มีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายค่อนข้างน้อย ผู้ผลิตไม่ต้องขึ้นทะเบียนและไม่ต้องแจ้ง อย. ก่อนผลิตหรือนำเข้า แต่ต้องนำกฎหมายที่เกี่ยวข้องไปปฏิบัติให้ถูกต้อง เช่น จะต้องไม่มีส่วนผสมของสารห้ามใช้ และต้องจัดทำฉลากภาษาไทยที่แสดงข้อความที่จำเป็นอย่างครบถ้วนชัดเจน

นอกจากที่กล่าวไปข้างต้น ยังสามารถแบ่งเครื่องสำอางออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ตามวัตถุประสงค์การใช้งาน ดังนี้ (กระทรวงสาธารณสุข [สธ], 2555)

(1) เครื่องสำอางทำความสะอาด (Cleansing cosmetic) ได้แก่ แชมพู ยาสีฟัน แอลกอฮอล์เจล เจลล้างหน้า สครับขัดผิว ครีมโกนหนวด ครีมอาบน้ำ น้ำยาทำความสะอาดจุดซ่อนเร้น ผ้าเย็น กระดาษเย็น เป็นต้น

(2) เครื่องสำอางบำรุงผิว (Skin care cosmetic) ได้แก่ โลชั่นบำรุงผิว ครีมบำรุงผิว ครีมบำรุงหน้า ครีมกันแดด ซีรัมบำรุงผม ลิปบาล์มที่ไม่มีสี เป็นต้น

(3) เครื่องสำอางสำหรับตกแต่ง (Make up) ได้แก่ ครีมรองพื้น ลิปกลอส อายแชโดว์ บลัชออน ดินสอเขียนคิ้ว มาสคาร่า เป็นต้น

2.1.3 วัตถุดิบและสารเคมีที่ใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง

(1) ตัวทำละลาย เช่น น้ำ แอลกอฮอล์ เอสเทอร์ คีโตน เป็นต้น โดยทั่วไปน้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ทำหน้าที่เป็นสารละลายของผลิตภัณฑ์ โดยในเครื่องสำอางแต่ละชนิดจะมีน้ำเป็นส่วนประกอบไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ เช่น ครีมจะมีส่วนที่เป็นน้ำและน้ำมันอยู่ด้วยกัน โลชั่นคือครีมที่มีน้ำมากกว่า ส่วนโทนเนอร์มีน้ำเป็นส่วนประกอบมากที่สุด โดยทั่วไปจะใช้น้ำกลั่นเพื่อความบริสุทธิ์ ไม่มีสารอื่นเจือปน และปราศจากเชื้อโรค

(2) น้ำมันและไขมัน ครีมหรือโลชั่นทั่วไปจะมีน้ำมันหรือไขมันเป็นส่วนประกอบสำคัญ เช่น กรดไขมันหรือกลีเซอรีน ซึ่งกลีเซอรีนเป็นตัวเชื่อมระหว่างกรดไขมันทั้ง 2 ชนิด คือกรดไขมันอิ่มตัวและกรดไขมันไม่อิ่มตัว น้ำมันหรือไขมันอาจมาจากพืช เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันมะกอก เป็นต้น

(3) สารที่ทำให้ลื่นและสารที่ทำให้ข้น น้ำกับน้ำมันเป็นสิ่งที่เข้ากันไม่ได้ จึงจำเป็นต้องมีสารที่เป็นตัวเชื่อมระหว่างน้ำกับน้ำมันให้เข้ากัน เรียกว่า อิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ซึ่งเป็นตัวทำให้ข้น เช่น เลซิติน (Lecithin) ไอโซโพรพิลลาโนเลต (Isopropyl lanolate) ไอโซโพรพิลไมริสเตต (Isopropyl myristate) โคโค่บัตเตอร์ (Cocoa butter) เป็นต้น และสารที่ทำให้ส่วนผสมอื่น ๆ เข้ากันได้ ทำให้เกลี่ยง่ายหรือซึมเข้าผิวหนัง เช่น โพรพิลีน ไกลคอล (Propylene glycol) บิวทิลีนไกลคอล (Butylene glycol) โพลีซอร์เบต (Polysorbate) โพลีโพรพิลีนไกลคอล (Polypropylene glycol) เป็นต้น

(4) สารดูดน้ำ เป็นสารที่ช่วยให้ผิวรักษาน้ำไว้ได้ ทำให้ผิวหนังชุ่มชื้น ไม่แห้งกร้าน โดยดึงน้ำมาจากสิ่งแวดล้อมและชั้นใต้ผิวหนัง ช่วยคืนความชุ่มชื้นให้กับผิว เช่น โพรพิลีนไกลคอล (Propylene glycol) บิวทิลีนไกลคอล (Butylene glycol) เป็นต้น

(5) สารกันเสียและสารแอนติออกซิแดนท์ เพื่อให้เครื่องสำอางปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ ช่วยยืดอายุการใช้งานให้นานขึ้น การใส่สารกันเสียมีจุดประสงค์หลัก 2 ประการ ได้แก่ (1) เพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ และ (2) เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน หรือ

Antioxidant เช่น เมทิลพาราเบน (Methyl paraben) เอทิลพาราเบน (Ethyl paraben) บีเอชเอ (BHA) บีเอชที (BHT) เป็นต้น

(6) น้ำหอม น้ำหอมแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่ (1) น้ำหอมที่ได้จากธรรมชาติ (Natural perfume) (2) น้ำหอมที่มีส่วนประกอบและกลิ่นที่เหมือนกับธรรมชาติ (Natural idiotic perfume) และ (3) น้ำหอมกลิ่นสังเคราะห์ที่ไม่เหมือนกลิ่นน้ำหอมที่ได้จากธรรมชาติ (Synthetic perfume)

(7) สี รายละเอียดตามหัวข้อ 2.2

(8) สารอื่น ๆ เช่น สารสกัดจากพืชหรือสมุนไพร (Herbal extract) วิตามิน (Vitamin) สารซักฟอก (Detergent) สารสมานผิว (Astringent) เป็นต้น

2.2 สีผสมในเครื่องสำอาง

การแต่งสีในเครื่องสำอางมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เครื่องสำอางมีสีสันสวยงาม ดึงดูดการใช้งานของผู้บริโภค ดังนั้นสีจึงเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างยิ่งในเครื่องสำอาง เช่น ลิปสติก อายแชโดว์ บลัชออน น้ำยาย้อมผม เป็นต้น สีที่ใช้ผสมในเครื่องสำอางต้องมีคุณลักษณะดังนี้ (ดวงพร เหลี่ยวไชยพันธุ์, 2528)

• ให้สีและความเข้มตามต้องการ แม้จะใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อย

• มีความคงตัว คงทนต่อแสง ความร้อน การเกิดออกซิเดชัน-รีดักชัน การเกิดไฮโดรไลซิส การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง

• ไม่เป็นพิษต่อผู้บริโภคทั้งพิษที่เกิดจากตัวสีเอง หรือพิษที่เกิดจากตัวสีทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบอื่นในเครื่องสำอางแล้วกลายเป็นสารพิษ นอกจากนี้ยังต้องไม่ก่อให้เกิดอาการแพ้ในผู้บริโภค

• ไม่มีสารปนเปื้อนและจุลินทรีย์ที่เป็นพิษต่อผู้บริโภคหรือต้องมีอยู่ในปริมาณที่ไม่เกินกฎหมายกำหนด ราคาไม่แพงและคุณภาพดี

ประเภทของสีผสมเครื่องสำอาง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

2.2.1 สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์

สีประเภทนี้เตรียมขึ้นจากการสังเคราะห์ปิโตรเลียม โดยเป็นสีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายมากกว่าสีธรรมชาติ เพราะให้สีสวยงาม ติดทนนาน มีชนิดสีให้เลือกใช้หลากหลาย สามารถใช้ใน

ปริมาณน้อย และควบคุมปริมาณการใช้สีให้สม่ำเสมอได้ โดยสีอินทรีย์สังเคราะห์แบ่งตามสูตรโครงสร้างทางเคมีได้เป็น 8 ประเภท ดังนี้

(1) สีอะโซ (Azo dyes) สีประเภทนี้จัดเป็นสีกลุ่มใหญ่ที่สุด โครงสร้างโมเลกุลมีพันธะอะโซ (azo bond, -N=N-) สังเคราะห์โดยทำปฏิกิริยา Coupling ระหว่าง Diazotized primary aromatic amine กับสารที่เหมาะสม เช่น แนฟทอล (Naphthol) แบ่งเป็น 4 ชนิด ดังนี้

• **เม็ดสีที่ไม่มีหมู่กรดซัลโฟนิก** (Unsulfonated pigments) สีชนิดนี้มีอัตราการละลายต่ำ มีความคงตัวต่อแสงมาก เช่น สี D&C Orange No.17 และสี D&C Orange No.36 (รูปที่ 2.1) เป็นต้น

รูปที่ 2.1 สี D&C Orange No.17 (ซ้าย) สี D&C Orange No.36 (ขวา)
ที่มา: India Mart (2019a,b)

• **สีที่ไม่มีหมู่กรดซัลโฟนิก** (Unsulfonated dyes) สีชนิดนี้ไม่ละลายน้ำ แต่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางที่มีน้ำมันและไข น้ำหอม และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ต้องใช้สีชนิดละลายในน้ำมัน เช่น สี Citrus Red No.2 และสี D&C Red No.17 (รูปที่ 2.2) เป็นต้น

รูปที่ 2.2 สี Citrus Red No.2 (ซ้าย) สี D&C Red No.17 (ขวา)
ที่มา: JQ Chemicals (2019a) และ Wuhan Hengheda Pharm Co., Ltd. (2019)

• **เม็ดสีที่มีหมู่กรดซัลโฟนิก** (Sulfonated pigments) สีชนิดนี้มีอัตราการละลายต่ำ ใช้แต่งสีในเครื่องสำอางประเภทลิปสติก บลัชออน แป้ง น้ำยาทาเล็บ เช่น สี D&C Red No.9 และสี D&C Red No.34 (รูปที่ 2.3) เป็นต้น

รูปที่ 2.3 สี D&C Red No.9 (ซ้าย) สี D&C Red No.34 (ขวา)
ที่มา: TKB Trading (2019a) และ JQ Chemicals (2019b)

• **สีที่มีหมู่กรดซัลโฟนิก** (Sulfonated dyes) อัตราการละลายของสีชนิดนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนและตำแหน่งของหมู่กรดซัลโฟนิกที่อยู่ในโมเลกุล สีในกลุ่มนี้ ได้แก่ สี FD&C Red No.40 สี FD&C Yellow No.5 และสี D&C Orange No.4 (รูปที่ 2.4) เป็นต้น

รูปที่ 2.4 สี FD&C Red No.40 (ซ้าย) สี FD&C Yellow No.5 (กลาง)
และสี D&C Orange No.4 (ขวา)
ที่มา: Chemistry Connection (2018), Exim India Corporation (2019a)
และ JQ Chemicals (2019c)

(2) สีแซนทีน (Xanthene dyes) สีแซนทีนเป็นสีกลุ่มใหญ่อันดับสอง นิยมใช้แต่งสีในลิปสติก แบ่งออกเป็น

• **Acid xanthenes** เป็นอนุพันธ์ของฟลูออเรสซีน (Fluorescein) มี 2 ชนิด ได้แก่ (1) ชนิดฟีโนอิก (Phenoic) (Fluorans) ละลายน้ำได้น้อย และ (2) ชนิดควินอยด์ (Quinoid) (Xanthenes) เป็นเกลือโซเดียมของฟลูออแรน สีชนิดนี้จึงละลายน้ำได้ดีและให้สีเข้ม

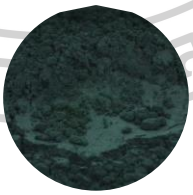
• **Basic xanthenes** เช่น สี D&C Red No.19 (รูปที่ 2.5) มีความคงตัวต่อแสงและให้สีเข้มสดใส สี D&C lakes ของแซนทีน (รูปที่ 2.5) เตรียมได้จากการตกตะกอนสีด้วยอะลูมินาไฮเดรท (Alumina hydrates) หรืออะลูมินัมเบนโซเอท (Aluminum benzoate) เมื่อผสมกับไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide) จะได้สีสดใส ใช้ในเครื่องสำอาง เช่น ลิปสติก บลัชออน เป็นต้น

รูปที่ 2.5 สี D&C Red No.19 (ซ้าย) และสี D&C lakes (ขวา)
ที่มา: India Mart (2019c) และ New Zealand Candle Supplies (2019)

(3) สีแอนธราควิโนน (Anthraquinone)

สีประเภทนี้มีความคงตัวต่อแสง มีคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเหมาะที่จะใช้ในเครื่องสำอาง สีประเภทนี้แบ่งย่อยออกเป็น

• **ชนิด Sulfonated acid** เป็นสีที่ละลายน้ำ เช่น สี D&C Green No.5 (รูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.6 D&C Green No.5
ที่มา: TKB Trading (2019b)

• **ชนิด Unsulfonated anthraquinone** เป็นสีที่ละลายในน้ำมัน เช่น สี D&C Green No.6 และ สี D&C Blue No.9 (รูปที่ 2.7)

รูปที่ 2.7 D&C Green No.6 (ซ้าย) และ สี D&C Blue No.9 (ขวา)
ที่มา: JQ Chemicals (2019d) และ Weifang Tansen Yiang international trading (N.d.)

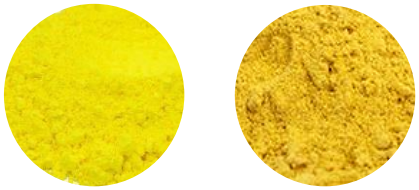
• **ชนิด Hydroxyanthraquinone** เป็นสีที่ไม่ละลายน้ำ เช่น สี D&C Violet No.2 (รูปที่ 2.8) เป็นต้น

รูปที่ 2.8 D&C Violet No.2
ที่มา: Paopincerna1882 (2019)

(4) สีอินดิกอยด์ (Indigoids) สีอินดิกอยด์ เช่น สี D&C Blue No.6 เป็นสีที่ไม่ละลายในน้ำและน้ำมัน สี FD&C Blue No.2 เป็นเกลือโซเดียมของ Sulfonated สี D&C Blue No.6 และสี D&C Red No.30 เป็นสีไธโออินดิกอยด์ (Thioindigoid) ซึ่งไม่ละลายในน้ำและน้ำมัน มีความคงตัวต่อแสง (รูปที่ 2.9)

รูปที่ 2.9 สี FD&C Blue No.2 (ซ้าย) สี D&C Blue No.6 (กลาง) สี D&C Red No.30 (ขวา)
ที่มา: Exim India Corporation (2019b), ChemFine International Co., Ltd. (2019)
และ In-cosmetics (2019)

(5) สีควิโนลีน (Quinolines) สีควิโนลีน เช่น สี D&C Yellow No.11 เป็นสีที่ละลายในน้ำมัน ใช้ในสบู่และแชมพู คงทนต่อแสง และสี D&C Yellow No.10 เป็นอนุพันธ์ ไดซัลโฟเนทของสี D&C Yellow No.11 (รูปที่ 2.10)



รูปที่ 2.10 สี D&C Yellow No.10 (ซ้าย) D&C Yellow No.11 (ขวา)
ที่มา: TKB Trading (2019c) และ Simmons (2017)

(6) สีไตรฟีนิลมีเทนหรือไตรเอริลมีเทน(Triphenylmethane or Triarylmethane) สีไตรฟีนิลมีเทนหรือไตรเอริลมีเทนเป็นสีที่ในโมเลกุลมีวงอะโรมาติก 3 วงต่อกับคาร์บอนอะตอมที่จุดศูนย์กลาง แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ (1) Basic dyes และ (2) Sulfonated acid dyes ซึ่งเป็นอนุพันธ์กรดซัลโฟนิกของ Basic dyes ทำให้สีชนิดนี้ละลายน้ำได้ดี แต่ไม่คงตัวต่อแสงและด่าง เช่น สี FD&C Blue No.1 และ สี FD&C Green No.3 เป็นต้น (รูปที่ 2.11)

รูปที่ 2.11 FD&C Blue No.1 (ซ้าย) FD&C Green No.3 (ขวา)
ที่มา: Canadian Med Health Supplies (2019) และ University of Minnesota (N.d.)

(7) สีไนโตร (Nitro dyes) สีชนิดนี้มีหมู่ไนโตรในโมเลกุล เป็นสีที่ละลายน้ำ แต่เมื่อตกตะกอนบนอะลูมินาด้วยอะลูมินัมคลอไรด์ (Aluminum chloride) จะได้เลค (Lake) ที่ไม่ละลาย เช่น สี D&C Yellow No.7 (รูปที่ 2.12)

รูปที่ 2.12 D&C Yellow No.7
ที่มา: JQ Chemicals (2019e)

(8) สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์อื่นๆ สีอินทรีย์ที่ได้จากการสังเคราะห์อื่น ๆ ได้แก่ สีไนโตรโซ (Nitroso dyes) สีไพรีน (Pyrene dyes) สีธาลโลไซยานีน (Phthalocyanine dyes) เป็นต้น

2.2.2 สีอนินทรีย์

สีอนินทรีย์เป็นสีชนิดที่ไม่ละลายในน้ำและตัวทำละลายอินทรีย์ มีความคงตัวต่อแสงแดด ด่าง และกรดอ่อน สีเหล่านี้แบ่งออกเป็น 6 ชนิด ได้แก่

(1) เหล็กออกไซด์ (Iron oxide) เหล็กออกไซด์ที่ใช้แต่งสีในเครื่องสำอางเตรียมขึ้นจากการสังเคราะห์ แม้ว่าสีชนิดนี้จะพบมากที่สุดในธรรมชาติ แต่ไม่นิยมใช้ เนื่องจากการแยกสีจากแหล่งธรรมชาติให้บริสุทธิ์ทำได้ยาก การสังเคราะห์ให้ได้ตะกอน Hydrated ferric oxide ซึ่งมีสีต่าง ๆ ตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีดำ เช่น สีเหลืองของ Hydrated iron oxide (Orche) สีน้ำตาลและดำของ Iron oxide เป็นต้น สีชนิดนี้มีความคงตัวต่อแสง กรด และด่าง (รูปที่ 2.13)

รูปที่ 2.13 สีเหลืองของไฮเดรตไอรอนออกไซด์ (ซ้าย) และสีดำของไอรอนออกไซด์
ที่มา: Reade International Corp. (2018a) และ Essentially Natural (2019)

(2) คาร์บอนแบลค (Carbon Black) สีชนิดนี้เตรียมได้จากการใช้เปลวไฟในชั้นลูมินัสจากก๊าซธรรมชาติลนผิวเหล็กที่เย็น แล้วขูดเอาเฉพาะคาร์บอนที่เกาะอยู่มาใช้ (รูปที่ 2.14)

สีชนิดนี้มีความคงตัวดีและไม่ละลาย นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น อายแชโดว์ แป้งอัดแข็ง เป็นต้น

รูปที่ 2.14 คาร์บอนแบลค
ที่มา: India Mart (2019d)

(3) อัลตร้ามารีนบลูและพิงค์ (Ultramarine blue and pink) สีชนิดนี้เตรียมได้จากการนำวัตถุดิบ เช่น กำมะถัน โซดาแอช ดินเหนียว และ Carbonaceous reducing agents มาผสมกันแล้วนำไปเผาในเตาเผาไฟฟ้า จากนั้นทำให้เย็นและบริสุทธิ์ สีที่เตรียมได้จะมีสีต่าง ๆ ขึ้นกับสัดส่วนของวัตถุดิบที่ใช้ เช่น ถ้ามีปริมาณซิลิกาต่ำจะได้สีเขียว แต่ถ้ามีปริมาณ ซิลิกาสูงจะได้สีแดงหรือชมพู (รูปที่ 2.15) สีเหล่านี้มีความคงตัวทั้งในด่างและตัวทำละลายอินทรีย์ แต่ไม่คงตัวในกรดและถูกฟอกสีด้วยไฮโดรเจนซัลไฟด์ นิยมใช้ในเครื่องสำอาง เช่น มาสคาร่า ดินสอเขียนคิ้ว สบู่ เป็นต้น

รูปที่ 2.15 อัลตร้ามารีนบลูและอัลตร้ามารีนพิงค์
ที่มา: Mineral Makeup Ingredients (2015a,b)

(4) โครเมียมออกไซด์กรีน (Chromium oxide green) โครเมียมออกไซด์กรีนที่ใช้ในเครื่องสำอางต้องเป็นสีที่บริสุทธิ์ ปราศจาก Lead chromate และ Iron blue โดยถ้าเตรียมในรูปที่ปราศจากน้ำจะมีสีเขียวทึบ (รูปที่ 2.16) แต่ถ้ามีน้ำผลึกในโมเลกุลจะมีสีน้ำเงิน สีชนิดนี้มีความคงตัวต่อแสง กรด ด่าง ความร้อน และตัวทำละลายอินทรีย์ นิยมใช้ในเครื่องสำอาง เช่น อายแชโดว์ สบู่ เป็นต้น

รูปที่ 2.16 โครเมียมออกไซด์กรีน
ที่มา: Mineral Makeup Ingredients (2015c)

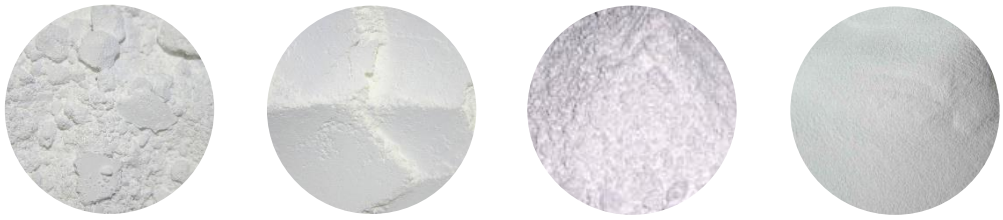
(5) พิกเมนท์ขาว (White pigments) พิกเมนท์ขาวมาจากสารประกอบหลายชนิด ดังนี้ (รูปที่ 2.17)

• **ไทเทเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide)** รูปผลึกที่นิยมนำมาใช้ในเครื่องสำอาง คือ Anatase ซึ่งมีค่าดัชนีการหักเหของแสงสูง มีความคงตัวต่อแสง การเกิดออกซิเดชัน การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง และจุลินทรีย์ได้มาก นิยมใช้ในเครื่องสำอาง เช่น ลิปสติก น้ำยาทาเล็บ อายแชโดว์ บลัชออน เป็นต้น

• **ซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide)** มีความสดใสสว่างสูง มีสมบัติเกาะติดผิวหนังได้ดี นิยมใช้ในเครื่องสำอาง เช่น อายแชโดว์ บลัชออน เป็นต้น

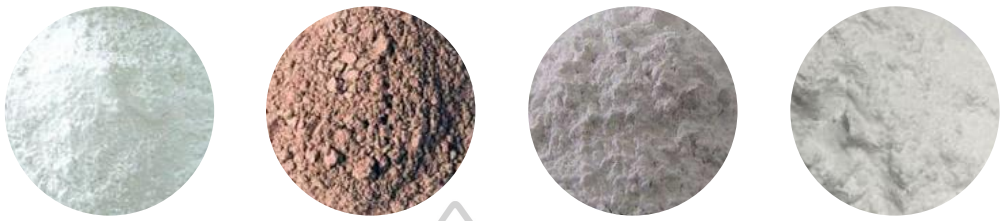
• **แบเรียมซัลเฟต (Barium sulfate)** อาจได้มาจากธรรมชาติ หรือเตรียมขึ้นโดยการตกตะกอนแล้วทำให้บริสุทธิ์ ใช้เป็นตัวผสมสีกับสีอื่นเพื่อให้ได้สีอ่อนลง

• **อะลูมินา (Alumina)** เตรียมได้จากการเติมสารละลายของโซดาแอชในสารละลายของอะลูมินัมซัลเฟต (Aluminum Sulfate) ที่บริสุทธิ์ จะได้อะลูมินัมไฮดรอกไซด์ (Aluminum hydroxide) นำมาล้างแล้วทำให้แห้ง ใช้เป็นตัวผสมสีให้ได้สีสว่าง



รูปที่ 2.17 (จากซ้าย) ไททาเนียมไดออกไซด์ ซิงค์ออกไซด์ แบเรียมซัลเฟต และอะลูมินา
ที่มา: Mineral Makeup Ingredients (2015d,e), Chemistry Learner (2019)
และ Reade International Corp. (2018b)

(6) สีอนินทรีย์อื่น ๆ สีอนินทรีย์อื่น ๆ ได้แก่ แมกนีเซียมคาร์บอเนต (Magnesium carbonate) ดินเหนียว (Clays) แคลเซียมคาร์บอเนต (Calcium carbonate) และทัลคัม (Talcum) (รูปที่ 2.18)



รูปที่ 2.18 (จากซ้าย) แมกนีเซียมคาร์บอเนต ดินเหนียว แคลเซียมคาร์บอเนต และทัลคัม
ที่มา: India Mart (2019e), Secret Weapon (2019), Reade International Corp. (2018c) และ Indotrading (2018)

2.2.3 สีจากธรรมชาติ

สีผสมเครื่องสำอางที่ได้จากธรรมชาติ โดยการสกัดจากพืชและสัตว์ที่สำคัญมี 3 ชนิด ได้แก่

(1) แอนแนตโต (Annatto) แอนแนตโตเป็นสารสีแดงลักษะเป็นไข สกัดจากเมล็ดของผลคำแสด (Bixa orella) ส่วนสำคัญที่ให้สีคือ Bixin เป็นสารประกอบพวกคาโรทีนอยด์ชนิดหนึ่ง นิยมใช้แต่งสีในอาหาร และผลิตภัณฑ์ยาที่ต้องการให้มีสีเหลืองหรือสีครีม แต่ในเครื่องสำอางนิยมใช้น้อย (รูปที่ 2.19)

รูปที่ 2.19 ผลและเมล็ดของต้นคำแสด (ซ้าย) สารสีแดงที่ได้จากเมล็ดของต้นคำแสด (ขวา)
ที่มา: Seeds Gallery (N.d.) และ Soapmakers (2019)

(2) โคชีนิล (Cochineal) โคชีนิลเป็นสารสีม่วงแดง สกัดได้มาจากแมลงตัวเมียชื่อ Coccus cacti สารสำคัญที่ให้สีคือกรดคาร์มินิก (Carminic acid) (รูปที่ 2.20)

รูปที่ 2.20 แมลง Coccus cacti ตัวเมีย (ซ้าย) สารสีแดงที่ได้จากกรดคาร์มินิก (ขวา)
ที่มา: Florilegius (2019) และ Greening Ingredients Naturals & Services (2018)

(3) คาร์มีน (Carmine) คาร์มีนเตรียมได้จากการสกัดโคชีนิลด้วยน้ำและตกตะตอนด้วยสารส้ม ใช้แต่งสีอาหารและยาให้มีสีชมพู (รูปที่ 2.21) และใช้กับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง เช่น อายแชโดว์ บลัชออน เป็นต้น

รูปที่ 2.21 สีชมพูของคาร์มีน
ที่มา: Shoprho (2019)

2.3 อันตรายจากสีผสมเครื่องสำอาง

สีที่ใช้ผสมเครื่องสำอางอาจเป็นสีที่ได้จากธรรมชาติหรือจากการสังเคราะห์ขึ้น จากการศึกษาถึงความเป็นพิษ พบว่าสีธรรมชาติหลายชนิดส่วนใหญ่มีความปลอดภัยสูง ส่วนสีที่ได้จากการสังเคราะห์อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ซึ่งอันตรายนี้อาจเกิดจากสาเหตุหลัก 2 ประการ ดังนี้ (ดวงพร เหลี่ยวไชยพันธุ์, 2528)

• อันตรายจากตัวสีเอง หากได้รับในปริมาณมากอาจก่อให้เกิดอันตรายได้ เช่น สีอะโซ สีที่มีหมู่ไนโตร อาจทำให้เกิดมะเร็งหรือเกิดอาการแพ้ได้

• อันตรายจากสารอื่นที่ปนเปื้อนในระหว่างกระบวนการผลิต สารที่ปนเปื้อนอาจเกิดขึ้นระหว่างการสังเคราะห์สี เนื่องจากการใช้สารตั้งต้นที่มีความบริสุทธิ์ต่ำในการสังเคราะห์ โดยโลหะบางชนิด เช่น ตะกั่ว อาร์เซนิก และโครเมียม เป็นต้น ถึงแม้จะติดมากับสีในปริมาณเพียงเล็กน้อย แต่ถ้า

ผู้บริโภคได้รับสารติดต่อกันเป็นเวลานาน จะสะสมอยู่ในร่างกายทำให้เกิดอันตรายได้ โดยอาจทำให้เกิดมะเร็งและก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อระบบต่าง ๆ ในร่างกาย (ดวงพร เหลี่ยวไชยพันธุ์, 2528)

2.4 ชนิดของเครื่องสำอาง

เครื่องสำอางมีมากมายหลายชนิด แต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงชนิดของเครื่องสำอางที่ใช้ในการวิจัยนี้คืออายแชโดว์และลิปสติกเท่านั้น

2.4.1 อายแชโดว์

อายแชโดว์เป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางประเภทเครื่องสำอางทั่วไป และเป็นเครื่องสำอางสำหรับตกแต่ง อายแชโดว์มีสีต่าง ๆ หลากหลาย ใช้ในการตกแต่งเปลือกตาให้มีสีสันสวยงาม สีที่ใช้มีตั้งแต่สีอ่อนจนถึงสีเข้ม อาจมีการเติมอนุภาคของโลหะชนิดละเอียดที่มีการสะท้อนแสงทำให้เกิดความมันวาวเป็นประกาย ส่วนประกอบหลักในอายแชโดว์ ได้แก่ เบส (Base) สีที่แขวนตัวในเบส น้ำหอม สารกันบูด สารอื่น ๆ เช่น Antioxidant อายแชโดว์แบ่งเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ประเภทของเหลว ประเภทครีม ประเภทแท่ง และประเภทผง (รูปที่ 2.22) (อรัญญา มโนสร้อย, 2529)

รูปที่ 2.22 (จากซ้าย) อายแชโดว์ประเภทของเหลว ประเภทครีม ประเภทแท่ง และประเภทผง
ที่มา: Sephora (2019)

2.4.2 ลิปสติก

ลิปสติกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบด้วยเม็ดสีกระจายตัวในเบสที่เหมาะสม โดยเบสประกอบด้วยน้ำมัน ไขมัน และไข ในปริมาณต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะให้สี ตลอดจนความชุ่มชื้นแก่ริมฝีปาก นอกจากนี้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก. 234-2559) ได้ให้ความหมายของลิปสติก หมายถึง สิ่งปรุงสำเร็จที่มีส่วนประกอบหลักเป็นน้ำมัน ไข หรือไขมันชนิดต่าง ๆ ที่ได้จากธรรมชาติ หรือจากการสังเคราะห์ อาจแต่งสี แต่งกลิ่น มีจุดประสงค์เพื่อใช้ทาริมฝีปาก อาจอยู่ในลักษณะเป็นแท่งกึ่งแข็งหรือกึ่งเหลว สำหรับส่วนผสมของน้ำมัน ไขมัน และไข ต้องมีสัดส่วนเหมาะสม

เพื่อให้ได้ของผสมที่มีจุดหลอมเหลวและความหนืดตามต้องการ ลิปสติกที่ดีควรมีเนื้อเรียบ ไม่เป็นพิษต่อผิวหนัง จะต้องให้สีที่ติดทนแต่สามารถล้างออกได้ง่าย มีความแข็งพอที่จะคงรูปเป็นแท่ง และมีความหนืดพอเหมาะในการบรรจุ สามารถคงรูปอยู่ได้ไม่ว่าสภาวะใดก็ตาม (รูปที่ 2.23) (อรัญญา มโนสร้อย, 2529)

รูปที่ 2.23 ลิปสติก
ที่มา: Loreal (N.d.)

2.5 โลหะหนัก

โลหะหนัก (Heavy metal) คือกลุ่มธาตุที่มีความหนาแน่นมากกว่า 5 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และมีความถ่วงจำเพาะสูงกว่า 5 โลหะหนักจัดอยู่ในกลุ่มธาตุทรานซิชัน (Transition metals) ซึ่งเป็นกลุ่มธาตุที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต ไม่สลายตัวในกระบวนการทางธรรมชาติ มีความเสถียร และสามารถสะสมอยู่ในอากาศ ดิน และแหล่งน้ำ รวมถึงสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิต โดยเกิดการถ่ายทอดไปตามห่วงโซ่อาหาร ซึ่งจะเพิ่มปริมาณมากขึ้นจนถึงระดับที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ, 2555ก) การได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางเป็นการได้รับสัมผัสแบบปริมาณต่ำ ๆ แต่สะสมเป็นเวลานาน ดังนั้นผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อร่างกายจะเป็นผลกระทบแบบเรื้อรังไม่ใช่แบบเฉียบพลัน

จากการทบทวนเอกสาร พบว่าโลหะหนักที่มักพบในเครื่องสำอาง ได้แก่ แอนติโมนี อาร์เซนิก แคดเมียม โครเมียม โคบอลต์ ตะกั่ว ปรอท และนิกเกิล เป็นต้น (Beatrice, Anna, Alessandro, & Giovanni, 2014) แต่การศึกษานี้จะทบทวนเอกสารเกี่ยวกับโลหะหนักเฉพาะที่ศึกษาในประเด็นที่เกี่ยวข้องกับสุขภาพดังต่อไปนี้

2.5.1 เงิน

เงินในรูปของธาตุอิสระเป็นพิษไม่มากนัก แต่ในรูปของสารประกอบส่วนใหญ่มีความเป็นพิษ เงินที่ใส่ในเครื่องสำอางอยู่ในรูปธาตุอิสระ เพื่อเป็นสารที่ให้สีขาวในเครื่องสำอาง เมื่อสารประกอบ

ของเงินเข้าสู่ร่างกายทางการรับประทาน ทางการสัมผัส หรือทางการหายใจ ในปริมาณมาก ๆ จะถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบการหมุนเวียนโลหิต และถูกรีดิวซ์ทำให้ตกค้างตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ เกิดการสะสมในผิวหนัง ผลกระทบต่อร่างกายคือทำให้ผิวหนังเป็นสีเทาออก น้ำเงิน (รูปที่ 2.24) โดยภาวะเช่นนี้เรียกว่า Argyria หรือโรคผิวสีน้ำเงิน (ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์, 2562) ซึ่งผิวหนังที่เปลี่ยนสีไปจะเป็นแบบถาวร นอกจากนี้อาจทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม แต่ศักยภาพในการก่อมะเร็งยังไม่เป็นที่แน่ชัด รายงานความเป็นพิษอื่น ๆ ได้แก่ กระทบต่อตับ ไต ระบบประสาท และระบบเลือด (Hadrup, Sharma, & Loeschner, 2018) International Agency for Research on Cancer (IARC) โดยองค์การอนามัยโลกจัดให้เงินอยู่ในกลุ่ม 4 (น่าจะไม่เป็นสารก่อมะเร็ง) (IARC, 2018)

รูปที่ 2.24 ผิวสีน้ำเงิน
ที่มา: WebMD (2020)

2.5.2 แคดเมียม

มีการใช้แคดเมียมในเครื่องสำอางเพื่อเป็นเม็ดสี โดยแคดเมียมซัลไฟด์ให้สีเหลือง หากเติมซีลีเนียมลงไปจะให้สีส้มจนถึงสีดำ (เป็นสีของแคดเมียมเซเลไนด์) สีเหลืองแคดเมียม (Cadmium yellow) มักจะใช้ผสมกับสีเวอริเดียน (โครมิกออกไซด์) เพื่อให้สีเขียวอ่อนเรียกว่าสีเขียวแคดเมียม (Cadmium green) (Beatrice et al., 2014)

คนส่วนใหญ่ได้รับพิษจากแคดเมียมแบบเรื้อรัง การได้รับสัมผัสแคดเมียมต่อเนื่องเป็นเวลานานจะเกิดการสะสมในร่างกายเพิ่มขึ้นตามอายุ ทำให้เกิดโรคพิษเรื้อรังที่ไต กระดูกเปราะแตกหักได้ง่าย ทำให้เป็นหมัน เป็นมะเร็ง เป็นอันตรายต่อตับ เอนไซม์ทำงานผิดปกติ เป็นพิษต่อระบบเลือดและระบบการสร้างเม็ดเลือด ทำให้ความดันโลหิตสูงซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดโรคหัวใจ (พฤหัส จันทร์นวล, 2550; เขมชิต ธนากิจชาญเจริญ และคณะ, 2551; ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการ

ภัยพิบัติ, 2555ข) IARC จัดให้แคดเมียมและอนุพันธ์อยู่ในกลุ่ม 1 (ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็ง) (IARC, 2018) ถึงแม้จะมีรายงานว่าพบแคดเมียมความเข้มข้นน้อยในเครื่องสำอาง และแคดเมียมซึมผ่านผิวหนังเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (Beatrice et al., 2014) แต่เนื่องจากเป็นสารก่อมะเร็งจึงได้รวมไว้ในการศึกษานี้ด้วย

2.5.3 โคบอลต์

เกลือของโคบอลต์มีความจำเป็นต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ไอโซโทปของโคบอลต์-60 สามารถใช้รักษาโรคมะเร็งได้ การได้รับโคบอลต์แบบเรื้อรังทำให้เกิดการระคายเคือง อาการแพ้ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, 2561) IARC จัดให้โคบอลต์อยู่ในกลุ่ม 2B (อาจจะเป็นสารก่อมะเร็ง) (IARC, 2018)

2.5.4 โครเมียม

สารประกอบของโครเมียมให้สีที่หลากหลายใส่ลงไปในเครื่องสำอางเพื่อให้สีเขียว สหภาพยุโรป (European Union; EU) อนุญาตให้ใช้สีเขียวจากโครเมียม(III)ออกไซด์ (CrO_3) และโครเมียม(III)ไฮดรอกไซด์ ($Cr(OH)_3$) ในเครื่องสำอางได้ แต่ห้ามมีการปนเปื้อน Cr^{+6} ในเครื่องสำอางโดยเด็ดขาด (Beatrice et al., 2014)

โครเมียมเฮกซะวาเลนท์ (Cr^{+6}) มีความเป็นพิษสูง มีความสามารถในการซึมผ่านผิวหนังมากกว่าโครเมียมไตรวาเลนท์ (Cr^{+3}) เนื่องจากสามารถละลายในไขมันได้สูงกว่า นอกจากนี้ยังมีตัวแปรอื่น ๆ เช่น หากสัมผัสเหงื่อ และค่า pH ต่ำ ทำให้การซึมผ่านของโครเมียมทางผิวหนังสูงขึ้น

Cr^{+6} จะเข้าสู่เซลล์และเปลี่ยนเป็น Cr^{+3} หลังจากนั้น Cr^{+3} จะจับกับโปรตีนและกรดนิวคลีอิก ซึ่งโดยปกติโครเมียมจะไม่สะสมในเนื้อเยื่อ นอกจากรูปที่ไม่ละลายน้ำ ส่วนโครเมียมที่ดูดซึมในระบบทางเดินหายใจ จะสะสมในปอดและขับออกจากร่างกายผ่านทางไต (ชุลีกร ธนธิติกร, 2554)

อาการพิษของโครเมียมจะค่อย ๆ ปรากฏกับอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น การระคายเคืองผิวหนัง การเกิดแผลเรื้อรัง แผลหายช้า กระดูกพรุน และผนังกั้นจมูกทะลุ รวมถึงการเกิดมะเร็งในอวัยวะต่าง ๆ

Cr^{+6} มีความเป็นพิษรุนแรงมากกว่า Cr^{+3} หนึ่งร้อยเท่า แม้ได้รับสัมผัสเพียงเล็กน้อยจะมีการสะสมทำให้เกิดพิษเรื้อรัง และเกิดมะเร็งในอวัยวะต่าง ๆ (สยามเคมี, 2562ก) IARC จัดให้ Cr^{+6} อยู่ในกลุ่ม 1 (ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็ง) ในขณะที่ Cr^{+3} อยู่ในกลุ่ม 3 (ไม่สามารถจัดกลุ่มได้ว่าเป็นสารก่อมะเร็งหรือไม่ เนื่องจากไม่มีหลักฐานเพียงพอ) (IARC, 2018)

2.5.5 ทองแดง

ทองแดงผสมลงในเครื่องสำอางเพื่อเป็นสารให้สีน้ำตาล ทองแดงดูดซึมได้ดีในกระเพาะอาหารและลำไส้ส่วนบน โดยซึมผ่านเข้าผนังลำไส้ไปที่ตับ จากนั้นจะรวมตัวกับน้ำดี แล้วหลั่งออกมาบริเวณลำไส้ ขับออกไปกับอุจจาระ หรืออาจดูดกลับเข้าสู่ร่างกายได้ประมาณร้อยละ 30 โดยไปสะสมที่กระดูก กล้ามเนื้อ ตับ สมอง การสะสมจะเกิดมากที่ตับและสมอง (ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา, 2562)

หากตับทำหน้าที่บกพร่อง ไม่สามารถขับทองแดงออกจากร่างกายได้ตามปกติ จะทำให้มีการสะสมทองแดงอยู่ในร่างกายปริมาณมาก เกิดกลุ่มอาการ Wilson' Diseases คือร่างกายสั่นเทาอยู่ตลอดเวลา กล้ามเนื้อแข็งเกร็ง มีน้ำมูกน้ำลายไหล ควบคุมการพูดลำบาก (ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา, 2562) IARC จัดให้ทองแดง อยู่ในกลุ่ม 4 (น่าจะไม่เป็นสารก่อมะเร็ง) (IARC, 2018)

2.5.6 แมงกานีส

การใส่แมงกานีสในรูปของสารประกอบลงไปในเครื่องสำอางเพื่อเป็นสารให้สี เช่น สีม่วงของ Ammonium Manganese (3+) diphosphate และสีแดงของ Trimanganesebis (orthophosphate) พิษจากแมงกานีสส่วนใหญ่เป็นแบบเรื้อรัง โดยไปทำลายระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ สมอง ทำให้เกิดอาการเป็นระยะ โดยระยะเริ่มแรกจะแสดงอาการเป็นไข้ ปวดศีรษะ กล้ามเนื้อไม่มีแรง เบื่ออาหาร ระยะกลางอาการจะแสดงมากขึ้น เป็นตะคริวบ่อยขึ้น ปวดกล้ามเนื้อ พูดช้าและไม่ชัดเจน กล้ามเนื้อเกร็งไปทั่วใบหน้า เฉื่อยชา เวลาเดินเริ่มมีอาการกระตุก ในระยะสุดท้ายอาการต่าง ๆ จะรุนแรงมากขึ้น เวลาเดินจะมีอาการกระตุกมากขึ้น หกล้มบ่อย มีการสั่นกระตุกของปลายแขน ปลายขา บางรายมีอารมณ์ไม่แน่นอน กลืนน้ำลายลำบากทำให้น้ำลายยืดตลอดเวลา พูดไม่มีเสียงหรือเสียงแหบ บางครั้งมีอาการเป็นอัมพาตของร่างกายบางส่วน นอกจากนี้การสูดหายใจเอาผงหรือไอระเหยของแมงกานีสเข้าไปทำให้เกิดอาการปอดบวม โดยมีอาการเริ่มต้นคือเจ็บคอ เป็นไข้ ไอ มีเสมหะ ต่อมาเริ่มเป็นไข้สูง ไอมากขึ้น อึดอัดหายใจไม่ออก (ศิริราช, 2562) IARC จัดให้แมงกานีส อยู่ในกลุ่ม 4 (น่าจะไม่เป็นสารก่อมะเร็ง) (IARC, 2018)

2.5.7 นิกเกิล

นิกเกิลเป็นวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข แต่อาจเกิดการปนเปื้อนของนิกเกิลในเครื่องสำอางได้จากการสังเคราะห์วัตถุดิบ การใช้สารเคมีที่ไม่บริสุทธิ์ กระบวนการผลิต เป็นต้น โดยนิกเกิลเป็นสารก่อภูมิแพ้ที่พบบ่อยที่สุด จากการทดสอบใน 11 ประเทศของสหภาพยุโรป พบผู้ที่เป็นโรคภูมิแพ้จากนิกเกิลร้อยละ 20.6 และในประเทศอิตาลีมีอัตราการเกิดโรคภูมิแพ้จากนิกเกิลสูงสุดถึงร้อยละ 27.4 (Uter et al., 2012) โดย

ผู้หญิงเป็นโรคภูมิแพ้จากนิกเกิลในระดับที่สูงกว่าผู้ชาย เนื่องจากผู้หญิงได้รับนิกเกิลผ่านการใช้เครื่องสำอาง เครื่องประดับ และผลิตภัณฑ์ทำความสะอาดในครัวเรือน เป็นต้น นอกจากนี้จากการศึกษายังพบว่า นิกเกิลเป็นสารก่อภูมิแพ้ในเด็กอีกด้วย (Beatrice et al., 2014) การได้รับสัมผัสเป็นระยะเวลานาน ทำให้เกิดอาการระคายเคืองเยื่อบุจมูกและผนังจมูกทะลุ ในบางรายอาจสูญเสียการรับกลิ่น การได้รับสัมผัสแบบเรื้อรังเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในโพรงจมูก ไซนัส และปอด (สยามเคมี, 2562ข) IARC จัดให้นิกเกิลและสารประกอบนิกเกิล อยู่ในกลุ่ม 1 (ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็ง) โดยเป็นสารก่อมะเร็งในระบบทางเดินหายใจ แต่ยังไม่มีการศึกษาว่านิกเกิลก่อให้เกิดมะเร็งจากการได้รับสัมผัสทางผิวหนัง (IARC, 2018)

2.5.8 ตะกั่ว

โดยทั่วไปตะกั่วมีสีขาวหรือไม่มีสี แต่ออกไซด์ของตะกั่วมีสีเหลืองหรือสีส้มจนถึงสีน้ำตาล ส่วนตะกั่วไดออกไซด์มีสีเทาหรือดำ สารประกอบอนินทรีย์ของตะกั่วที่นำมาใช้ในการผลิตเครื่องสำอาง ได้แก่ เลดออกไซด์ (PbO) เลดไนเตรต ($Pb(NO_3)_2$) และเลดอะซิเตต ($Pb(CH_3COO)_2$) (สยามเคมี, 2562ค)

การวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่า ในปัจจุบันยังไม่สามารถกำหนดระดับความเข้มข้นของการได้รับสัมผัสสารตะกั่วที่ปลอดภัยได้ ถึงแม้จะได้รับสัมผัสสารตะกั่วในระดับต่ำสุด แต่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อทารกในครรภ์และระบบประสาทส่วนกลางในเด็ก (Bellinger, 2008) ส่วนทางด้านศูนย์ควบคุมและป้องกันโรคแห่งสหรัฐอเมริกา กล่าวว่ายังไม่สามารถกำหนดความเข้มข้นระดับที่ปลอดภัยของสารตะกั่วในเลือดได้ (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2013)

ในปัจจุบันมีการใช้ไททาเนียมไดออกไซด์เป็นเม็ดสีเพื่อให้สีขาวแทนการใช้ตะกั่วคาร์บอเนต แต่ก็ยังมีการตรวจพบตะกั่วร้อยละ 61 ในลิปสติก 33 ยี่ห้อที่ทำการทดสอบโดย The Campaign for Safe Cosmetics (Campaign for Safe Cosmetics [CSC], 2009) ร้อยละ 100 ในลิปสติกที่ทดสอบโดย US FDA (US FDA, 2009) และร้อยละ 81 ในลิปสติกที่ทดสอบโดย The Health Canada (Canwest News Service [CNS], 2008)

ตะกั่วละลายน้ำได้น้อย ดังนั้นการซึมผ่านผิวหนังหากไม่มีน้ำเข้าช่วยจะซึมผ่านได้ยาก ตะกั่วอินทรีย์สามารถดูดซึมผ่านผิวหนังได้ แต่ตะกั่วอนินทรีย์จะถูกดูดซึมเฉพาะบริเวณที่มีบาดแผล เนื่องจากมีน้ำเหลืองหรือเลือดเป็นตัวช่วย โดยทั่วไปการสัมผัสกับตะกั่วอนินทรีย์จะไม่เกิดอันตราย แต่ในบางรายอาจมีอาการแพ้ทำให้เกิดผื่นแดง มีอาการปวดร้อน ตะกั่วเป็นพิษต่อระบบประสาท ได้แก่ เซลล์สมองถูกทำลาย มีอาการกระวนกระวาย เดินเซ ความจำเสื่อม หากเป็นรุนแรงมากจะมี

อาการชัก หมดสติ และเสียชีวิต พิษต่อระบบเลือด ได้แก่ ยับยั้งการสังเคราะห์เม็ดเลือดแดงในไขกระดูก เซลล์เม็ดเลือดแดงถูกทำลาย เซลล์เม็ดเลือดผิดปกติ เม็ดเลือดมีขนาดเล็ก เซลล์เม็ดเลือดแตกง่ายและมีอายุสั้น พิษต่อไต ได้แก่ พบกรดอะมิโนและฟอสเฟตในปัสสาวะสูง แต่ฟอสเฟตในเลือดต่ำเพราะไม่มีการดูดกลับ ขัดขวางการสร้างพลังงานของไต ไตทำงานผิดปกติ ทำให้ไตผิดรูป ไตมีขนาดเล็กลง และเกิดภาวะไตวาย พิษต่อระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ พบเส้นของตะกั่วสีเงินที่เหงือก เกิดจากตะกั่วซัลไฟด์เข้าไปเกาะ กล้ามเนื้อกระเพาะและลำไส้เกร็ง มีอาการปวดท้องบ่อย คลื่นไส้อาเจียน เบื่ออาหาร เนื่องจากตะกั่วเข้าทำลายระบบการทำงานของน้ำย่อย พิษต่อระบบสืบพันธุ์ ได้แก่ เป็นหมันทั้งในชายและหญิง เพศชายมีจำนวนอสุจิน้อย ตัวอสุจิอ่อนแอ มีความผิดปกติของรูปร่าง ส่วนเพศหญิงจะมีประจำเดือนมาผิดปกติ รังไข่ทำงานผิดปกติ หากตั้งครรภ์จะแท้งได้ง่าย (สยามเคมี, 2562ค) IARC จัดให้ตะกั่วและอนุพันธ์ อยู่ในกลุ่ม 2A (น่าจะเป็นสารก่อมะเร็ง) (IARC, 2018)

2.5.9 สังกะสี

สังกะสีในรูปสารประกอบใส่ลงไปในเครื่องสำอางเพื่อเป็นสารให้สี โดย Zinc Oxide ให้สีขาว ทำให้เครื่องสำอางมีสีอ่อนลง และมีความสว่างมากขึ้น เมื่อได้รับสัมผัสทางผิวหนังเป็นเวลานานจะทำให้เกิดผิวหนังอักเสบอย่างรุนแรง เรียกว่า โรคออกไซด์พ็อกซ์ (Oxide pox) (สยามเคมี, 2562ง) พิษแบบเรื้อรัง คือเมื่อร่างกายสะสมสังกะสีเป็นเวลานานจะทำให้เอนไซม์ของตับเกิดความผิดปกติ และพบเลือดออกในระบบทางเดินอาหาร โดยจะเกิดการกัดกร่อนบริเวณทางเดินอาหารส่วนต้น ได้แก่ หลอดอาหาร และกระเพาะอาหาร ทำให้มีอาการอักเสบ ปวดท้องอย่างรุนแรง และอาจทำให้ทางเดินอาหารตีบตันได้ (สยามเคมี, 2562ง) IARC จัดให้สังกะสี อยู่ในกลุ่ม 4 (น่าจะไม่เป็นสารก่อมะเร็ง) (IARC, 2018)

2.6 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับโลหะในเครื่องสำอาง

ประเทศไทยมีหน่วยงานที่ดูแลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางคือกลุ่มควบคุมเครื่องสำอาง สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข โดยมีกฎหมายหลักที่สำคัญคือ พระราชบัญญัติเครื่องสำอาง พ.ศ. 2558 และออกกฎหมายลำดับรองที่เกี่ยวข้องดังนี้ (อย., 2562)

1. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม (ตารางที่ 2.1)

2. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดสีที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559 (ตารางที่ 2.2)

ตารางที่ 2.1 วัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ลำดับ	วัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง	CAS Number
68	Cadmium and its compounds ยกเว้น การปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ สำเร็จรูปได้ไม่เกิน 3 ส่วนในล้านส่วน โดยน้ำหนัก (3 ppm หรือ 3 mg/kg)	7440-43-9
97	Chromium; chromic acid and its salts	7440-47-3
289	Lead and its compounds ยกเว้น การปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปได้ไม่เกิน 20 ส่วนในล้านส่วน โดยน้ำหนัก (20 ppm หรือ 20 mg/kg)	7439-92-1
1087	Nickel	7440-02-0

ที่มา: ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง (2559)

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 2.2 กำหนดสีที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ลำดับ	สีที่อนุญาตให้ใช้					ประเภทเครื่องสำอางที่อนุญาตให้ใช้				ข้อกำหนดหรือเงื่อนไขอื่น
	ชื่อทางเคมี	ตัวอย่างชื่ออื่นๆ ของสี	ดัชนีสี	สี	CAS Number	1	2	3	4	
131	Chromium (III) oxide	Chromic oxide Chromium oxide greens Dichromium trioxide Pigment green 17	77288	เขียว	1308-38-9	/				ไม่มีโครเมตไอออนปนเปื้อน
132	Chromium(III) hydroxide	Chromic oxide hydrated Chromium hydroxide Green Pigment green 18	77289	เขียว	1308-14-1/ 12001-99-9	/				ไม่มีโครเมตไอออนปนเปื้อน
133	Cobalt Aluminum Oxide	Cobalt Aluminum Oxide Cobalt Blue Pigment Blue 28 Pigment Green 14	77346	เขียว	1345-16-0	/				
134	Copper	Bronze Powder Copper Powder Pigment Metal 2	77400	น้ำตาล	7440-50-8	/				

ที่มา: ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดสีที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง (2559)

หมายเหตุ 1 หมายถึง เครื่องสำอางทุกประเภท / 2 หมายถึง เครื่องสำอางทุกประเภท ยกเว้นเครื่องสำอางที่ใช้บริเวณรอบดวงตา

3 หมายถึง เครื่องสำอางทุกประเภท ยกเว้นเครื่องสำอางที่สัมผัสกับเยื่อบุอ่อน / 4 หมายถึง เครื่องสำอางที่ใช้แล้วต้องล้างออก

ตารางที่ 2.2 กำหนดสีที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอางตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ต่อ)

ลำดับ	สีที่อนุญาตให้ใช้					ประเภทเครื่องสำอางที่อนุญาตให้ใช้				ข้อกำหนดหรือเงื่อนไขอื่น
	ชื่อทางเคมี	ตัวอย่างชื่ออื่นๆ ของสี	ดัชนีสี	สี	CAS Number	1	2	3	4	
142	Ammonium Manganese (3+) diphosphate	Manganese violet Mango violet Pigment violet 16	77742	ม่วง	10101-66-3	/				
143	Trimanganese bis(orthophosphate)	Manganese Orthophosphate Manganous phosphate	77745	แดง	10124-54-6 / 14154-09-7	/				
144	Silver	Silver	77820	ขาว	7440-22-4	/				
146	Zinc oxide	Flowers of Zinc Pigment White 4	77947	ขาว	1314-13-2	/				

ที่มา: ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดสีที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง (2559)

หมายเหตุ 1 หมายถึง เครื่องสำอางทุกประเภท

2 หมายถึง เครื่องสำอางทุกประเภท ยกเว้นเครื่องสำอางที่ใช้บริเวณรอบดวงตา

3 หมายถึง เครื่องสำอางทุกประเภท ยกเว้นเครื่องสำอางที่สัมผัสกับเยื่อบุอ่อน

4 หมายถึง เครื่องสำอางที่ใช้แล้วต้องล้างออก

สำหรับสหภาพยุโรปออกกฎหมายเพื่อควบคุมผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง ดังนี้

1. Council Directive 76/768/EEC (ค.ศ. 2008)

2. Regulation No. 1223/2009 (ค.ศ. 2009)

โดยกำหนดรายการของสารที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางไว้ใน Council Directive 76/768/EEC (ค.ศ. 2008) ภาคผนวก 2 และ Regulation No. 1223/2009 (ค.ศ.2009) ภาคผนวก 2 ดังตารางที่ 2.3 และกำหนดรายการของสีที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางไว้ใน Regulation No. 1223/2009 (ค.ศ. 2009) ภาคผนวก 4 ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.3 รายการของสารที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในเครื่องสำอางตาม Council Directive 76/768/EEC และ Regulation No. 1223/2009

เลขอ้างอิง	**ชื่อสารเคมี**	**CAS Number**	**EC Number**
68	Cadmium and its compounds	7440-43-9	231-152-8
97	Chromium; chromic acid and its salts	7440-47-3	231-157-5
289	Lead and its compounds	7439-92-1	231-100-4
1093	Nickel	7440-02-0	231-111-4

ที่มา: Council Directive 76/768/EEC (2008) และ Regulation No. 1223/2009 (2009)

ตารางที่ 2.4 รายการของสีที่ได้รับอนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางตาม Regulation No. 1223/2009

เลขอ้างอิง	**ชื่อสารเคมี**	**Colour index number**	**สี**
129	Chromium (III) oxide	77288	เขียว
130	Chromium (III) hydroxide	77289	เขียว
131	Cobalt Aluminum Oxide	77346	เขียว
132	Copper	77400	น้ำตาล
140	Ammonium manganese(3+) diphosphate	77742	ม่วง
141	Trimanganese bis(orthophosphate)	77745	แดง
142	Silver	77820	ขาว
144	Zinc oxide	77947	ขาว

ที่มา: Regulation No. 1223/2009 (2009)

หลายประเทศใช้กฎหมายของสหภาพยุโรปเป็นต้นแบบในการร่างกฎหมายของประเทศตนเอง เช่น ประเทศในอาเซียน อเมริกาใต้ จีน แอลจีเรีย อินเดีย อิสราเอล ซาอุดิอาระเบีย เป็นต้น นอกจากนี้ในปี ค.ศ. 2011 The Scientific Committee on Cosmetic Products and Non-Food Products intended for Consumers (SCCNFP) ได้แสดงความเห็นเกี่ยวกับการจำแนกสารก่อมะเร็ง สารก่อกลายพันธุ์ หรือสารที่เป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์ (Carcinogen, mutagen, toxic for Reproduction; CMR) โดยมีข้อเสนอให้ห้ามใช้สารดังกล่าวในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง (Beatrice et al., 2014)

สรุปค่าขีดจำกัดของโลหะหนักสูงสุดที่พบในเครื่องสำอางที่กำหนดโดยประเทศต่าง ๆ แสดงดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าขีดจำกัดของโลหะหนักสูงสุดที่พบในเครื่องสำอาง, มิลลิกรัม/กิโลกรัม

	Pb	Cd	Cr	Ni	Hg	As	Sb
ไทย[1]	20	3	ห้าม	ห้าม	1	5	ห้าม
สหภาพยุโรป[2]	ห้าม	ห้าม	ห้าม	ห้าม	ห้าม	ห้าม	ห้าม
สหรัฐอเมริกา[2]	20	ห้าม	ห้าม	ห้าม	1	3	ห้าม
แคนาดา[2]	10	3	ห้าม	ห้าม	3	3	5
นิวซีแลนด์[2]	ห้าม	ห้าม	ห้าม	ห้าม	ห้าม	ห้าม	ห้าม
เกาหลีใต้[2]	20	ห้าม	ห้าม	ห้าม	1	10	ห้าม
เยอรมัน[2]	20	5	ห้าม	ห้าม	1	5	10

ที่มา: [1] ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง (2559)

[2] Beatrice et al. (2014)

2.7 การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment)

การประเมินความเสี่ยงเป็นการศึกษาถึงกระบวนการ การกระทำหรือเหตุการณ์ใด ๆ อย่างเป็นระบบเพื่อวัดความเสี่ยง ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งคุกคามที่อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ การระบุอันตราย (Hazard identification) การประเมินความเป็นพิษ (Toxicity assessment) การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) และการอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk characterization) (พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช, 2547)

2.7.1 การระบุอันตราย (Hazard identification)

การระบุอันตรายเป็นขั้นตอนการระบุว่าสิ่งคุกคามใดเป็นอันตรายต่อสุขภาพ โดยต้องทราบข้อมูลของสิ่งคุกคามว่ามีความเข้มข้นและการกระจายตัวสู่ผู้รับอย่างไร การเลือกสิ่งคุกคามหรืออันตรายที่นำมาประเมินความเสี่ยง ควรพิจารณา 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

- สิ่งคุกคามมีความเป็นพิษสูง
- สิ่งคุกคามมีความคงทน เข้มข้น และสามารถกระจายตัวได้สูง
- สิ่งคุกคามมีความสามารถในการเคลื่อนที่ได้สูง เช่น สามารถระเหยได้ง่าย ละลายในน้ำและไขมันได้ดี มีความเกี่ยวข้องโดยตรงกับคน

2.7.2 การประเมินความเป็นพิษ (Toxicity assessment)

(1) ความเป็นพิษแบบก่อมะเร็ง (Cancer risk) ข้อมูลความเป็นพิษของสารเคมีที่เป็นอันตรายในการก่อมะเร็งอยู่ในรูปความสัมพันธ์ระหว่างขนาดของสารเคมีกับการตอบสนองของร่างกาย แสดงโดยค่า Cancer slope factor (CSF)

(2) ความเป็นพิษแบบไม่ก่อมะเร็ง (Non-cancer risk) ค่าความเป็นพิษของสารเคมีชนิดที่ไม่เป็นสาเหตุของมะเร็ง แสดงในรูปของค่า Threshold หากสัมผัสเกินกว่าค่านี้จะส่งผลเสียต่อสุขภาพได้ ค่า Threshold นี้เรียกว่า Reference dose (R_fD) ในกรณีของการได้รับสัมผัสทางการรับประทานและการสัมผัสทางผิวหนัง และเรียกว่า Reference concentration (R_fC) ในกรณีของการได้รับสัมผัสทางการหายใจ

ค่าความเป็นพิษของโลหะแต่ละชนิดแสดงดังตารางที่ 2.6 และ 2.7

ตารางที่ 2.6 ค่า Cancer slope factor (CSF) และค่า Oral reference dose (R_fD) ของโลหะชนิดต่าง ๆ โดยการได้รับสัมผัสทางการรับประทาน (กรณีลิปสติก)

โลหะหนัก	**ความเป็นพิษแบบก่อมะเร็ง (CSF), กิโลกรัมของน้ำหนักร่างกาย-วัน/มิลลิกรัม**	**ความเป็นพิษแบบไม่ก่อมะเร็ง (R_fD) มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักร่างกาย-วัน**
Ag	-	5.0×10^{-3}
Cd	-	5.0×10^{-4}
Co	-	2.0×10^{-2}
Cr	-	3.0×10^{-3}
Cu	-	4.0×10^{-2}
Mn	-	0.14
Ni	-	2.0×10^{-2}
Pb	-	3.5×10^{-3}
Zn	-	0.3

ที่มา: US EPA (2011)

ตารางที่ 2.7 ค่า Cancer slope factor (CSF) และค่า Dermal Reference Dose (R_fD) ของโลหะชนิดต่าง ๆ โดยการได้รับสัมผัสทางผิวหนัง

โลหะหนัก	**ความเป็นพิษแบบก่อมะเร็ง (CSF), กิโลกรัมของน้ำหนักร่างกาย-วัน/มิลลิกรัม**	**ความเป็นพิษแบบไม่ก่อมะเร็ง (R_fD) มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักร่างกาย-วัน**
Ag	-	5.0×10^{-3}
Cd	-	1.0×10^{-5}
Co	-	5.7×10^{-6}
Cr	-	6.0×10^{-5}
Cu	-	8.0×10^{-3}
Mn	-	1.84×10^{-3}
Ni	-	5.4×10^{-3}
Pb	-	5.25×10^{-4}
Zn	-	6×10^{-2}

ที่มา: US EPA (2003)

จากการทบทวนเอกสารพบว่า IARC จัดให้แคดเมียมและนิกเกิลอยู่ในกลุ่ม 1 (ยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็ง) แต่สำหรับค่าความเป็นพิษซึ่งกำหนดโดย US EPA ไม่มีการระบุค่าความเป็นพิษแบบก่อ

มะเร็ง (Cancer slope factor) จากการรับสัมผัสทั้งทางผิวหนังและทางการรับประทาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากทั้งสององค์กรมีรูปแบบ วิธีการ และเกณฑ์การพิจารณาที่แตกต่างกัน

2.7.3 การประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment)

การประเมินการสัมผัสสารเคมีของประชากรที่มีแนวโน้มเกิดอันตรายเนื่องจากสัมผัสสารเคมีนั้น ๆ โดยสารเคมีดูดซึมเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังจากการสัมผัส การหายใจ การรับประทาน หรือหลายทางร่วมกัน ปริมาณและความเร็วในการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะแตกต่างกันในสารแต่ละชนิด และขึ้นกับความสามารถในการละลายในน้ำและไขมันของสารนั้น และเส้นทางการเข้าสู่ร่างกาย การประเมินการรับสัมผัสสารเคมีจะต้องวิเคราะห์องค์ประกอบต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- ความเข้มข้นของสารที่ต้องการประเมินความเสี่ยง ได้จากการตรวจวัดหรือจากข้อมูลที่มีอยู่
- บันทึกเกี่ยวกับเวลาและกิจกรรมประจำวัน ได้แก่ ความถี่ในการรับสัมผัสสารนั้น ระยะเวลาในการรับสัมผัส เส้นทางการรับสัมผัส ปริมาณเครื่องสำอางที่ใช้
- บันทึกเกี่ยวกับข้อมูลส่วนบุคคล ได้แก่ อายุ เพศ น้ำหนัก

การคำนวณปริมาณโลหะหนักที่ได้รับสัมผัสทางการรับประทาน (กรณีลิปสติก) สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้ (US EPA, 1997)

$$ADD_{ing} = \frac{C \times IR \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad \text{---------- (2.1)}$$

โดยที่ ADD_{ing} - ความเข้มข้นของโลหะหนักเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัสทางการรับประทาน, มิลลิกรัม/กิโลกรัม-วัน

C - ความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอาง, มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ผลวิเคราะห์)

IR - ปริมาณลิปสติกที่ใช้, 57 มิลลิกรัม/วัน (SCCS/1564/15, 2016)

EF - ความถี่ที่ใช้เครื่องสำอางชนิดนั้น ๆ, วัน/ปี (แบบสอบถาม)

ED - ระยะเวลาที่ใช้เครื่องสำอางชนิดนั้น ๆ, ปี (แบบสอบถาม)

BW - น้ำหนักตัวเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง, กิโลกรัม (แบบสอบถาม)

AT - ระยะเวลาเฉลี่ยที่รับสัมผัส, ปี (แบบสอบถาม)

การคำนวณปริมาณโลหะหนักที่ได้รับสัมผัสทางผิวหนัง สามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้ (US EPA, 1997)

$$ADD_{der} = \frac{C \times AF \times F \times SA \times ABS \times RF \times EF \times ED}{BW \times AT} \quad \text{---------- (2.2)}$$

โดยที่ ADD_{der} - ความเข้มข้นของโลหะหนักเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัสทางผิวหนัง, มิลลิกรัม/กิโลกรัม-วัน

C - ความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอาง, มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ผลวิเคราะห์)

AF - ปริมาณเครื่องสำอางที่สัมผัสผิวหนัง, มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร-ครั้ง

F - จำนวนครั้งที่ใช้เครื่องสำอางชนิดนั้น ๆ, ครั้ง/วัน (แบบสอบถาม)

SA - พื้นที่ผิวร่างกายที่รับสัมผัส, ตารางเซนติเมตร

ABS - ค่าการดูดซึมทางผิวหนัง, สารอนินทรีย์ = 0.001 (US-EPA, 1989)

RF - Retention factor สำหรับเครื่องสำอางที่ปล่อยทิ้งไว้บนใบหน้าทั้งวัน =1.0 (SCCS/1564/15, 2016)

EF - ความถี่ที่ใช้เครื่องสำอางชนิดนั้น ๆ, วัน/ปี (แบบสอบถาม)

ED - ระยะเวลาที่ใช้เครื่องสำอางชนิดนั้น ๆ, ปี (แบบสอบถาม)

BW- น้ำหนักตัวเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง, กิโลกรัม (แบบสอบถาม)

AT - ระยะเวลาเฉลี่ยที่รับสัมผัส, ปี (แบบสอบถาม)

<u>หมายเหตุ</u>

1. ค่า AF สำหรับเครื่องสำอางแต่ละชนิด ดังนี้

อายแชโดว์	0.8	มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร-ครั้ง
ลิปสติก	11.9	มิลลิกรัม/ตารางเซนติเมตร-ครั้ง

2. ค่า SA สำหรับเครื่องสำอางแต่ละชนิด ดังนี้

อายแชโดว์	24	ตารางเซนติเมตร
ลิปสติก	4.8	ตารางเซนติเมตร

ที่มา: SCCS/1564/15 (2016)

2.7.4 การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk characterization)

การประเมินความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งในรูปค่า Hazard quotient (HQ)

$$HQ = \frac{ADD}{R_fD} \quad \text{---------- (2.3)}$$

โดยที่ HQ - Hazard quotient, ไม่มีหน่วย

ADD - ความเข้มข้นของโลหะหนักเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัส, มิลลิกรัม/กิโลกรัม-วัน

R_fD - Reference dose, มิลลิกรัม/กิโลกรัม-วัน

การประเมินความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็ง นอกจากแสดงด้วยค่า HQ แล้ว ยังสามารถประเมินความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งด้วยค่า Hazard index (HI) ซึ่งใช้สำหรับสารต่างชนิดแต่ออกฤทธิ์เสริมกัน (Additive effect) หรือสารชนิดเดียวกันที่มาจากเส้นทางการได้รับสัมผัสต่างกัน โดยมีสูตรในการคำนวณดังนี้

$$HI = \Sigma HQ \quad \text{---------- (2.4)}$$

โดยที่ HI - Hazard index, ไม่มีหน่วย

ค่าความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งที่ยอมรับได้ทั้งในรูปค่า HQ และ HI ต้องมีค่าไม่เกิน 1 (US EPA, 1989)

2.8 การประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอาง

ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอาง (Margin of safety; MoS) เป็นอัตราส่วนระหว่างค่า NOAEL (ปริมาณของสารเคมีที่มากที่สุดซึ่งได้รับทุกวันแล้วไม่ทำให้เกิดความเป็นพิษหรือผลเสียใด ๆ ต่อร่างกาย) กับค่า ADD (ความเข้มข้นของโลหะหนักเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัสและคาดว่าจะเข้าสู่ร่างกายต่อน้ำหนักตัวต่อวัน) (Chukwujindu, Francisca, Grace, Godswill, and Bice, 2016) แสดงดังสมการ

$$MoS = \frac{NOAEL}{ADD} \quad \text{---------- (2.5)}$$

องค์การอนามัยโลก (WHO) แนะนำค่า MoS ควรมากกว่า 100 เครื่องสำอางจึงปลอดภัยต่อการใช้งาน (SCCS/1501/12, 2012)

สำหรับค่า NOAEL หาได้จากสมการ

$$NOAEL = R_fD \times UF \times MF \quad \text{---------- (2.6)}$$

โดยที่ R_fD - ปริมาณสารเคมีที่มนุษย์สามารถรับเข้าสู่ร่างกายใน 1 วัน โดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติใด ๆ ต่อสุขภาพ, มิลลิกรัม/กิโลกรัม-วัน

UF - ค่าที่นำมาใช้เพื่อแก้ไขความไม่แน่นอน (Uncertainty factor) ที่เกิดขึ้นจากการนำ NOAEL ในสัตว์ทดลอง มาคำนวณหา R_fD สำหรับมนุษย์ ในการศึกษานี้ใช้ค่า UF = 100 (Chukwujindu et al., 2016)

MF - ค่าที่แสดงถึงความสมบูรณ์และความน่าเชื่อถือของข้อมูลที่นำมาใช้ (Modifying factor) ในการศึกษานี้ใช้ค่า MF = 1 (Chukwujindu et al., 2016)

ADD - ได้จากสมการที่ 2.1 หรือสมการที่ 2.2

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.9.1 ความเข้มข้นของโลหะหนักที่พบในเครื่องสำอาง

Hamed et al. (2016) ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว โครเมียม และนิกเกิลในลิปสติกจำนวน 10 ตัวอย่าง ที่วางขายในตลาดท้องถิ่นของรัฐ Mazandaran ประเทศอิหร่าน โดยใช้เทคนิค Flame atomic absorption spectrometry (FAAS) ย่อยตัวอย่างเครื่องสำอางด้วยกรดไนตริก (HNO_3) และกรดเปอร์คลอริก ($HClO_4$) ผลการศึกษาพบความเข้มข้นของแคดเมียม ตะกั่ว โครเมียม และนิกเกิลเท่ากับ 0.01-0.05 0.18-0.80 0.06– 0.75 และ 0.00–0.34 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ โดยมีความเข้มข้นของโลหะหนักไม่เกินค่าขีดจำกัดที่อนุญาตตามที่ WHO กำหนด แสดงว่าการใช้ลิปสติกดังกล่าวมีความปลอดภัย แต่พบว่ามีลิปสติก 1 ตัวอย่างที่มีโครเมียมและตะกั่วเกินค่าขีดจำกัดที่อนุญาต

Martins, Osamu, and Kolawole (2016) ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก ได้แก่ อาร์เซนิก แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว นิกเกิล ปรอท และสังกะสีในเครื่องสำอาง โดยเก็บตัวอย่างจำนวน

30 ตัวอย่างจากเครื่องสำอางแต่ละชนิด ได้แก่ ยาทาเล็บ อายแชโดว์ น้ำหอม สเปรย์ดับกลิ่น ลิปสติก และแป้ง ที่วางจำหน่ายในตลาดหลัก 3 แห่ง ของรัฐ Lagos ประเทศไนจีเรีย ได้แก่ ตลาด Balogun ตลาด Idumota และตลาด Ojota นำตัวอย่างเครื่องสำอางมาวิเคราะห์ความเข้มข้นโลหะหนักด้วยวิธี Atomic absorption spectrometry พบความเข้มข้นของอาร์เซนิก แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว นิกเกิล ปรอท และสังกะสี อยู่ในช่วง 0.5-2.4 0.2-6.1 0.8-5.8 0.2-3.2 1.10-12.20 0.10-1.80 และ 7.20-19.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ โดยพบอาร์เซนิก ปรอท และสังกะสีสูงสุดในแป้ง แคดเมียมและตะกั่วสูงสุดในลิปสติก โครเมียมสูงสุดใน อายแชโดว์ และนิกเกิลสูงสุดในยาทาเล็บ ความเข้มข้นของโลหะหนักจากการศึกษานี้ค่อนข้างสูง โดยมีความเข้มข้นของแคดเมียม โครเมียม นิกเกิล และปรอทสูงกว่าค่าขีดจำกัดที่อนุญาต และจากการศึกษาพบว่าการได้รับสัมผัสโลหะหนักผ่านการดูดซึมทางผิวหนังจากการใช้เครื่องสำอางอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ

Ziarati, Moghimi, Arbabi-Bidgoli, and Qomi (2012) ประเมินความปลอดภัยจากการใช้ลิปสติกที่จำหน่ายในตลาดท้องถิ่นของเมืองเตหะราน ประเทศอิหร่าน โดยสุ่มตัวอย่างลิปสติก 120 ตัวอย่าง จาก 19 ยี่ห้อที่ผลิตจากประเทศต่าง ๆ โดย 1 ยี่ห้อ จะเก็บตัวอย่างลิปสติกหลายสี วิเคราะห์ตัวอย่างด้วยวิธี Wet digestion method by Flame Emission Spectrophotometer ผลการศึกษาพบว่าลิปสติกจากประเทศจีนร้อยละ 95.91 มีปริมาณตะกั่วมากกว่า 20 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งสูงกว่าค่าขีดจำกัดที่อนุญาต ส่วนลิปสติกจากประเทศอิหร่านทั้งหมดมีปริมาณตะกั่วน้อยกว่า 10 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งต่ำกว่าค่าขีดจำกัดที่อนุญาต และยังพบความแตกต่างของปริมาณตะกั่วในลิปสติกสีต่าง ๆ โดยลิปสติกสีชมพูมีปริมาณตะกั่วสูงสุด ลิปสติกสีม่วงมีปริมาณตะกั่วต่ำสุด ลิปสติกสีน้ำตาลมีปริมาณแคดเมียมสูงสุด ส่วนลิปสติกสีส้มมีปริมาณแคดเมียมต่ำสุด คณะผู้วิจัยได้สรุปว่าการประเมินความปลอดภัยของเครื่องสำอาง เช่น ลิปสติก เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน หน่วยงานของรัฐควรกำกับดูแลและหยุดการนำเข้าเครื่องสำอางที่ไม่ปลอดภัยอย่างเร่งด่วน

Sabah, Hassan, and Almoeiz (2013) ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางที่ใช้สำหรับใบหน้า (แป้งและอายไลเนอร์) ที่วางจำหน่ายในประเทศซูดาน วิเคราะห์ตัวอย่างด้วยวิธี Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) พบช่วงความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดในแป้งดังนี้ พบอาร์เซนิกช่วงความเข้มข้น 2.367- 6.796 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียมช่วงความเข้มข้น 0.2179-0.6179 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตะกั่วพบความเข้มข้น 3.288 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และตรวจไม่พบปรอทในแป้ง สำหรับอายไลเนอร์

พบอาร์เซนิกช่วงความเข้มข้น 1.504-4.084 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แคดเมียมช่วงความเข้มข้น 0.1559-0.2959 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยตรวจไม่พบตะกั่วและปรอทในอายไลเนอร์

โดยสรุป พบว่าร้อยละ 81.8 0.0 9.1 และ 0.0 ของแป้งมีความเข้มข้นของโลหะหนัก ได้แก่ อาร์เซนิก แคดเมียม ตะกั่ว และปรอท ตามลำดับ สูงกว่าค่าขีดจำกัดที่อนุญาต ในขณะที่พบว่าร้อยละ 50 ของอายไลเนอร์มีความเข้มข้นของอาร์เซนิกสูงกว่าค่าขีดจำกัดที่อนุญาต

2.9.2 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการใช้เครื่องสำอาง

Raina, Mostafa, and Gihan (2017) ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางที่วางขายในตลาดเมือง Alexandria ประเทศอียิปต์ โดยตรวจสอบความเข้มข้นของโลหะหนัก 9 ชนิด ในเครื่องสำอาง 20 ชนิด วิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักด้วยวิธี Atomic absorption spectrometry และ Cold vapor unit for Hg after wet digestion พบความเข้มข้นของแคดเมียม ตะกั่ว โครเมียม นิกเกิล ทองแดง ปรอท เหล็ก แมงกานีส และสังกะสี ในเครื่องสำอางดังนี้ ND-80.08 81.7-159.1 38.9-67.2 17.4-41.5 8.9-32 ND-0.025 255.8-1,192 4.7-314 และ 5.72-110.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

จากการศึกษา พบว่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่คาดว่าจะเข้าสู่ร่างกายต่อน้ำหนักตัวต่อวัน (Systemic exposure dosage; SED) มีค่าไม่เกินขีดจำกัด นอกจากนี้ยังพบว่ามีค่า MoS มากกว่า 100 แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่ตรวจพบในเครื่องสำอางสำหรับใบหน้าไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในผลิตภัณฑ์เหล่านี้ โดยค่าความเสี่ยงสูงสุดในการเกิดมะเร็งพบในครีมและค่าต่ำสุดพบในดินสอเขียนตา

Lim et al. (2018) ศึกษาการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนัก ได้แก่ อะลูมิเนียม โครเมียม แมงกานีส เหล็ก โคบอลต์ นิกเกิล ทองแดง สังกะสี อาร์เซนิก ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม แอนติโมนี และไทเทเนียมในเครื่องสำอาง ด้วยเทคนิค Inductively coupled plasma - optical emission spectrometry (ICP-OES) ผลการศึกษาพบว่าไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็ง (HI<1) ส่วนค่า MoS มากกว่า 100 สำหรับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ยอมรับได้ต่อวัน (The acceptable daily intake; ADI) พบว่าร้อยละ 20.37 9.26 1.85 และ 1.85 ของผู้บริโภคได้รับ Pb Mn Cr^{+3} และ Cr^{+6} เกินค่า ADI ตามลำดับ คณะผู้วิจัยสรุปว่า ปัจจุบันไม่พบความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอาง แต่อย่างไรก็ตามควรมีมาตรการในการลดการปนเปื้อนโลหะหนัก เช่น Pb Mn และ Cr เพื่อให้ผู้บริโภคได้รับสัมผัสไม่เกินค่า ADI ที่ยอมรับได้ต่อวัน

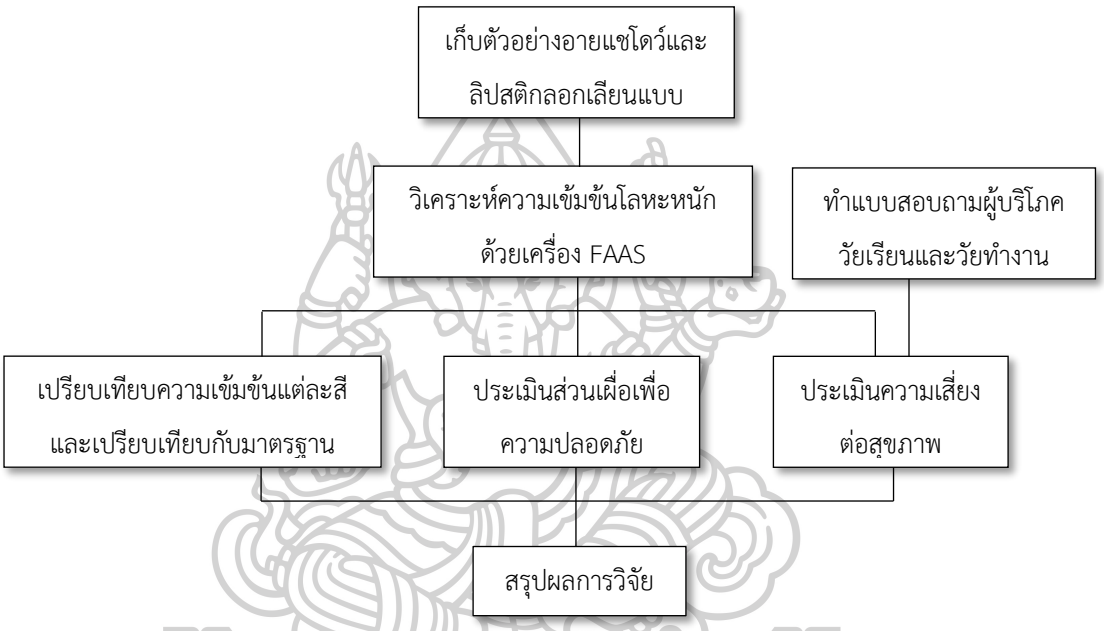
Arin and Yu (2015) ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในลิปสติกราคาต่าง ๆ ที่จำหน่ายในตลาดมาเลเซีย โดยใช้เทคนิค ICP-OES พบว่ามีค่าความเข้มข้นของตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมอยู่ในระดับตั้งแต่ 0.77-15.44 0.06-0.33 และ 0.48-2.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ผู้วิจัยได้ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในลิปสติก โดยใช้แบบสอบถามจำนวน 374 ฉบับ แจกให้แก่พนักงานหญิงในมหาวิทยาลัยของรัฐในมาเลเซีย เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยง เช่น ความถี่ และระยะเวลาในการใช้งาน โดยนำข้อมูลเหล่านี้มาคำนวณหาค่า HQ พบว่าไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในลิปสติก (HQ <1)

Chukwujindu, Francisca, Grace, Godswill, and Bice (2016) ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก 9 ชนิด ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว นิกเกิล โครเมียม โคบอลต์ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส และสังกะสี ในตัวอย่างลิปสติก ลิปกลอส ลิปบาล์ม ดินสอเขียนตา อายไลเนอร์ อายแชโดว์ บลัชออน มาสคาร่า และแป้งทาหน้า โดยศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักด้วยวิธี Atomic absorption spectrometry และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักโดยใช้ค่า SED นำมาเปรียบเทียบกับค่าขีดจำกัดที่ร่างกายรับได้ต่อวัน (Provisional tolerable daily intake; PTDI) และค่า MoS ซึ่งองค์การอนามัยโลกแนะนำว่าค่า MoS ไม่ควรต่ำกว่า 100 เครื่องสำอางจึงจะปลอดภัยต่อการใช้งาน ผลการศึกษาพบแคดเมียม ตะกั่ว โครเมียม นิกเกิล และทองแดง มีค่า SED อยู่ในช่วง 1.12×10^{-6}-3.92×10^{-2} 4.24×10^{-6}-1.79×10^{-1} 2.67×10^{-6}-0.10 5.84×10^{-6}-2.27×10^{-1} และ 4.0×10^{-7}-5.26×10^{-2} ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน ตามลำดับ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า PTDI พบว่าโลหะหนักทุกชนิดมีค่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่คาดว่าจะเข้าสู่ร่างกายต่อน้ำหนักตัวต่อวัน (SED) น้อยกว่าค่าขีดจำกัดที่ร่างกายรับได้ต่อวัน (PTDI) นอกจากนี้ยังพบว่าเครื่องสำอางทุกตัวอย่างมีค่า MoS มากกว่า 100 ดังนั้นการใช้เครื่องสำอางดังกล่าวไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนของการวิจัยนี้แสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการวิจัย

3.2 ตัวอย่างเครื่องสำอาง

3.2.1 หลักเกณฑ์ในการเลือกซื้อเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

(1) เป็นเครื่องสำอางลอกเลียนแบบที่มีการกล่าวอ้าง โดยการติดชื่อยี่ห้อของแท้หรือชื่อยี่ห้อที่ใกล้เคียงกับของแท้ลงบนบรรจุภัณฑ์

(2) เลือกซื้อเครื่องสำอางจากตลาดขายปลีก-ขายส่งขนาดใหญ่ที่เป็นแหล่งศูนย์รวมสินค้าเครื่องสำอางชนิดต่าง ๆ ซึ่งมีราคาถูก แทนการซื้อเครื่องสำอางจากบริษัทผู้ผลิตหรือนำเข้าเครื่องสำอางยี่ห้อนั้นโดยตรง

(3) เลือกซื้อเครื่องสำอางที่แสดงฉลากไม่ครบถ้วน เครื่องสำอางที่มีการปลอมแปลงเลขที่จดแจ้งจาก อย. หรือเครื่องสำอางที่ไม่มีเลขที่จดแจ้งจาก อย.

(4) ในการเลือกเครื่องสำอางลอกเลียนแบบแต่ละยี่ห้อ เลือกยี่ห้อเครื่องสำอางลอกเลียนแบบที่มีครบทุกเฉดสีที่ต้องการศึกษา

3.2.2 การเก็บตัวอย่างเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

(1) เก็บตัวอย่างอายแชโดว์และลิปสติกลอกเลียนแบบ ชนิดละ 2 ยี่ห้อ

(2) ตัวอย่างอายแชโดว์เลือกสีที่นิยมใช้ ได้แก่ สีขาว สีชมพู สีส้ม สีเขียวขี้ม้า สีน้ำเงิน สีม่วง สีน้ำตาล สีเทา และสีดำ รวม 9 สีต่อยี่ห้อ

(3) ตัวอย่างลิปสติกเลือกสีโทนอ่อน (สีนู้ด สีชมพู สีส้ม) และสีโทนเข้ม (สีแดง สีม่วง สีน้ำตาล) รวม 6 สีต่อยี่ห้อ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือหลักที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

3.3.1 Flame atomic absorption spectrometer

การวิจัยนี้ใช้เครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrometer (FAAS) ยี่ห้อ Analytik Jena รุ่น NOVAA 800D (Analytik Jena An Endress + Hauser Company, Thuringia, Germany) (รูปที่ 3.2) ในการวิเคราะห์โลหะหนักทั้ง 9 ชนิด

รูปที่ 3.2 Flame Atomic Absorption Spectrometry ยี่ห้อ Analytik Jena รุ่น nova 800D
ที่มา: Analytik jena (2019)

เครื่อง FAAS ที่ใช้ในการวิจัยนี้ประกอบด้วยหลอดฮอลโลว์แคโทด (Hollow Cathode Lamps; HCL) เป็นแหล่งกำเนิดคลื่นแสง ความยาวของเตาความร้อน (Pathlenght of burner) ขนาด 10 เซนติเมตร การจุดเปลวไฟจากการผสมกันระหว่างเชื้อเพลิงคือก๊าซอะเซทิลีน และตัวออกซิเดนท์คืออากาศ (Air-acetylene flames) โดยความยาวคลื่นที่โลหะหนักแต่ละชนิดใช้ในการดูดกลืนแสง แสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ความยาวคลื่นที่โลหะหนักแต่ละชนิดใช้ในการดูดกลืนแสง

ชนิดโลหะหนัก	**ความยาวคลื่น(นาโนเมตร)**
Ag	328.1
Cd	228.8
Co	240.7
Cr	357.9
Cu	324.8
Mn	279.5
Ni	232.0
Pb	283.3
Zn	213.9

3.3.2 เตาให้ความร้อน (Hot plate)

เตาให้ความร้อนยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Thermolyne Type 2200 (Thermo Fisher Scientific, Massachusetts, USA) (รูปที่ 3.3) วัสดุด้านบนเป็นอะลูมิเนียม ตัวเครื่องทำด้วยสแตนเลส ตั้งอุณหภูมิได้สูงสุด 300 องศาเซลเซียส

รูปที่ 3.3 เตาให้ความร้อน

ที่มา: SPW Industrial (2019)

3.3.3 เตาเผา (Furnace)

เตาเผายี่ห้อ Carbolite Furnaces รุ่น CSF 11/7 (Banford) (รูปที่ 3.4) ใช้เผาตัวอย่างให้กลายเป็นเถ้า มีการให้ความร้อนกับอากาศก่อนเข้าเตาเผาช่วยให้อุณหภูมิในเตาคงที่ สามารถตั้งอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 500 – 1,000 องศาเซลเซียส

รูปที่ 3.4 เตาเผา

ที่มา: LabMakelaar Benelux B.V. (N.d.)

3.4 การเตรียมสารละลายกรดผสม (Aqua regia)

สารละลายกรดผสม Aqua regia ที่ใช้ในการย่อยตัวอย่าง เป็นส่วนผสมระหว่างกรดไฮโดรคลอริก : กรดไนตริก อัตราส่วน 3 : 1 โดยโมลาร์ แต่เนื่องจากความเข้มข้นของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้เข้มข้นร้อยละ 35 (J.T. Baker Chemical Co New Jersey, USA) ส่วนกรดไนตริกที่ใช้เข้มข้นร้อยละ 65 (Maersk & Co., New Jersey, USA) ดังนั้นจึงใช้อัตราส่วน 4 : 1 โดยปริมาตร การเตรียม Aqua regia ต้องเติมกรดไนตริกลงในกรดไฮโดรคลอริกเท่านั้น โดยเติมอย่างช้าๆ เมื่อกรดทำปฏิกิริยากันจะเกิดฟูมสีน้ำตาลแดงและสารละลายสีเหลือง มีกลิ่นคลอรีนรุนแรง ดังนั้นในขั้นตอนการผสมจึงต้องทำในตู้ดูดควันเท่านั้น ในการเตรียมต้องปิดประตูตู้ดูดควันให้มากที่สุดเพื่อความปลอดภัย และเตรียมปริมาณเฉพาะที่จะใช้งานเท่านั้น เนื่องจากเมื่อเตรียมแล้วต้องใช้ทันที ไม่สามารถเก็บไว้ใช้ได้ (Helminstine, 2018)

ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นเมื่อนำกรดมาผสมกันมีดังนี้

$$HNO_3 + 3HCl \rightarrow NOCl + 2H_2O + Cl_2$$

ต่อมาไนโตรซิลคลอไรด์ (NOCl) จะสลายกลายเป็นก๊าซคลอรีนและก๊าซไนตริก ออกไซด์ และก๊าซไนตริกออกไซด์จะเกิดการออกซิไดซ์กลายเป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ตามปฏิกิริยาดังต่อไปนี้

$2NOCl \rightarrow 2NO + Cl_2$

$2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$

หลังผสมเสร็จต้องทิ้งสารละลายกรดผสมให้เย็นในภาชนะเปิดโดยปิดด้วยกระจกนาฬิกา ห้ามเก็บในภาชนะปิด เนื่องจากสารจะเกิดการออกซิไดซ์ได้แก๊สพิษ ทำให้ภาชนะบรรจุเกิดความดันอาจระเบิดได้ (Helminstine, 2018)

3.5 การล้างเครื่องแก้ว

การล้างเครื่องแก้วมีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดสารปนเปื้อนออกให้หมด เนื่องจากสารปนเปื้อนบางชนิดทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงได้เมื่อสัมผัสกับกรดและความร้อน เช่น สารอินทรีย์ เป็นต้น ขั้นตอนการล้างเครื่องแก้วมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.5

รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการล้างเครื่องแก้ว

3.6 การเตรียมกราฟมาตรฐาน

เตรียมสารละลายมาตรฐานของเงิน แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (Merck Millipore, Darmstadt, HE, Germany) สำหรับสร้างกราฟมาตรฐาน อย่างน้อย 5 ระดับความเข้มข้น จากนั้นนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FAAS นำค่าการดูดกลืนแสงและค่าความเข้มข้นของสารละลายมาสร้างกราฟมาตรฐานสำหรับโลหะหนักแต่ละชนิด พิจารณาค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (Correlation coefficient: R^2) ของกราฟมาตรฐาน โดยเกณฑ์การยอมรับต้องไม่น้อยกว่า 0.995 ขั้นตอนการเตรียมสารละลายมาตรฐานมีดังนี้ (อุมาพร สุขม่วง, 2555)

(1) เตรียมสารละลายมาตรฐานโลหะหนักแต่ละชนิดเป็น Stock Solution ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณ 100 มิลลิลิตร โดยปิเปตสารละลายมาตรฐานโลหะหนัก แต่ละชนิดซึ่งมีความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร มาปริมาณ 2.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยกรดไนตริกเข้มข้นร้อยละ 1 จนครบ 100 มิลลิลิตร

(2) เตรียมสารละลายมาตรฐานโลหะหนักแต่ละชนิดสำหรับสร้างกราฟมาตรฐาน โดยเตรียมจากสารละลายมาตรฐานโลหะหนักที่เป็น Stock Solution ความเข้มข้น 25 มิลลิกรัมต่อลิตร ระดับความเข้มข้นของกราฟมาตรฐานโลหะหนักแต่ละชนิด ดังแสดงในตารางที่ 3.2 โดยเตรียมสารละลายมาตรฐานแต่ละระดับความเข้มข้นปริมาณ 25 มิลลิลิตร

ตารางที่ 3.2 ระดับความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดสำหรับสร้างกราฟมาตรฐาน

ชนิดโลหะหนัก	ระดับความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร)
Ag	0.2 0.4 0.6 0.8 1.0
Cd	0.1 0.2 0.3 0.4 0.5
Co	0.6 1.2 1.8 2.4 3.0
Cr	0.1 0.5 1.0 1.5 2.0
Cu	0.3 0.6 0.9 1.2 1.5
Mn	0.2 0.5 0.7 1.0 1.2
Ni	0.6 1.2 1.8 2.4 3.0
Pb	3.0 6.0 9.0 12.0 15.0
Zn	0.1 0.2 0.3 0.4 0.5

(3) นำสารละลายมาตรฐานโลหะหนักแต่ละชนิด ไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง FAAS

(4) นำผลที่ได้มาสร้างกราฟมาตรฐาน จะได้สมการเส้นตรงสำหรับวิเคราะห์ความเข้มข้นโลหะหนักแต่ละชนิด

3.7 การเตรียมตัวอย่างเครื่องสำอาง

ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างเครื่องสำอางใช้วิธีของ Chauhan et al. (2010) โดยมีการดัดแปลงตามความเหมาะสม ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างมีดังนี้

3.7.1 ตัวอย่างอายแชโดว์และลิปสติก

ชั่งน้ำหนักอายแชโดว์ 1 กรัม ลิปสติก 2 กรัม อย่างละ 3 ซ้ำ นำไปเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดความชื้น

3.7.2 Spiked sample

Spiked sample เป็นการนำเครื่องสำอางที่ผ่านการเตรียมเช่นเดียวกับตัวอย่างมาเติมสารละลายมาตรฐานที่ทราบความเข้มข้นแน่นอนลงไป เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพในการสกัดตัวอย่าง หรือเป็นการทวนสอบปริมาณสารรบกวน Spiked sample ควรเตรียมให้อยู่ในช่วงความเข้มข้นเดียวกันกับตัวอย่างที่วิเคราะห์

ในการวิจัยนี้วิเคราะห์ Spiked sample 1 ตัวอย่างต่อ 1 ชุดการย่อยเครื่องสำอาง (1 ชุด หมายถึง ตัวอย่างเครื่องสำอาง 3 ซ้ำ Spiked sample 1 ตัวอย่าง และรีเอเจนต์แบลงก์ 1 ตัวอย่าง) นำความเข้มข้นที่ได้จาก Spiked sample ไปหาร้อยละการกลับคืนหรือ %Recovery (%R) โดยใช้สมการที่ 3.1 ซึ่งเกณฑ์การยอมรับ %R ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ต้องการวิเคราะห์ (ตารางที่ 3.3) (Association of Official Analytical Chemists [AOAC], 2002)

$$\%R = \frac{C_f - C_u}{C_a} \times 100 \qquad \text{----------} \quad (3.1)$$

โดยที่ C_f - ความเข้มข้นของโลหะหนักใน Spike sample, มิลลิกรัม/ลิตร

C_u - ความเข้มข้นของโลหะหนักในตัวอย่าง, มิลลิกรัม/ลิตร

C_a - ความเข้มข้นของโลหะหนักจากการคำนวณ (ไม่ใช่จากการวิเคราะห์) ที่เติมลงในตัวอย่าง, มิลลิกรัม/ลิตร

ตารางที่ 3.3 เกณฑ์การยอมรับร้อยละการกลับคืน (%Recovery)

ความเข้มข้นของสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์, มิลลิกรัม/กิโลกรัม	ช่วงที่ยอมรับได้, ร้อยละ
10,000	92 – 105
1,000	90 – 108
100	85 – 110
10	80 – 115
1	75 – 120
0.1	70 - 125

ที่มา: AOAC (2002)

3.7.3 รีเอเจนต์แบลงก์

ส่วนที่เป็นแบลงก์ ไม่มีการใส่ตัวอย่างใด ๆ เพื่อให้แน่ใจว่าสัญญาณทั้งหมดที่เกิดขึ้นเป็นสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ ไม่ได้เกิดจากตัวทำปฏิกิริยา สารเคมี หรือจากสิ่งอื่น ๆ รบกวน และเพื่อชี้บ่ง หรือแก้ไขความคลาดเคลื่อนจากระบบ (Systematic error) ที่มาจากความไม่บริสุทธิ์ของตัวทำปฏิกิริยา การปนเปื้อนจากเครื่องแก้ว หรือเครื่องมือ (นีระนารถ แจ้งทอง และปัทมา นพรัตน์, 2562)

ในการวิจัยนี้วิเคราะห์รีเอเจนต์แบลงก์ 1 ตัวอย่างต่อ 1 ชุดการย่อยเครื่องสำอาง นำความเข้มข้นที่ได้จากรีเอเจนต์แบลงก์ไปลบออกจากความเข้มข้นที่ได้จากตัวอย่าง เพื่อให้ได้ค่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่แท้จริงในตัวอย่างเครื่องสำอาง

3.8 การย่อยตัวอย่าง

(1) นำตัวอย่าง Spiked sample และรีเอเจนต์แบลงก์ มาเติมสารละลายกรดผสม (Aqua regia) 15 มิลลิลิตร ปิดฝาบีกเกอร์ด้วยกระจกนาฬิกา

(2) ตั้งบนเตาให้ความร้อน โดยค่อย ๆ เพิ่มอุณหภูมิให้สารละลายเริ่มระเหย แต่ไม่ให้เดือด

(3) ย่อยจนควันสีน้ำตาลกลายเป็นควันสีขาว ได้สารละลายใส และตะกอนมีสีขาว จากนั้นทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

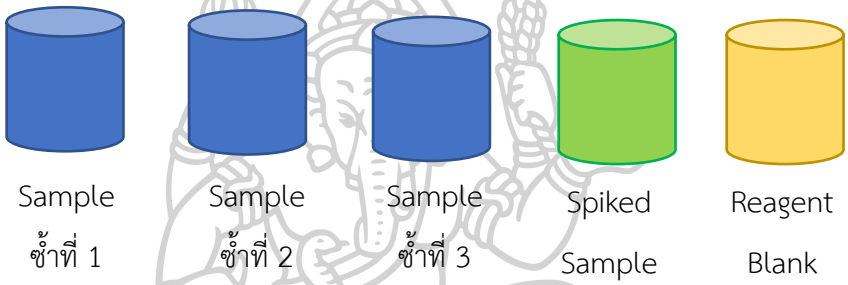
(4) นำไปกรองด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 42 ลงในขวดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร

(5) ปรับปริมาตรเป็น 25 มิลลิลิตร ด้วยน้ำปราศจากไอออน เขย่าให้เข้ากัน

(6) วิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะด้วยเครื่อง FAAS ตัวอย่างที่ไม่ได้วิเคราะห์ทันที ถ่ายใส่ขวดพลาสติกซึ่งไม่ทำปฏิกิริยาหรือดูดซับโลหะ แล้วเก็บไว้ในตู้เย็น

3.9 การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

นำสารละลายมาตรฐานโลหะหนักชนิดต่าง ๆ และตัวอย่างเครื่องสำอางมาวิเคราะห์ความเข้มข้นโลหะหนักด้วยเครื่อง FAAS โดยให้ 1 ตัวอย่าง เท่ากับ 1 ชุดการทดลอง ประกอบด้วยการวิเคราะห์ความเข้มข้นของตัวอย่างจำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย การวิเคราะห์ความเข้มข้นของตัวอย่าง Spiked Sample และ Reagent Blank



รูปที่ 3.6 ชุดการทดลองสำหรับวิเคราะห์โลหะหนัก

3.10 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดในอายแชโดว์และลิปสติกลอกเลียนแบบแต่ละสี โดยใช้สถิติ One-Way ANOVA กำหนดให้ตัวแปรต้น คือสีของเครื่องสำอาง ส่วนตัวแปรตามคือความเข้มข้นของโลหะหนัก

3.11 การทดสอบความใช้ได้ของวิธีการ (Method validation)

นอกจากการทำรีเอเจนต์แบลงก์ และการหาร้อยละการกลับคืน ในการวิจัยนี้ได้ทดสอบความใช้ได้ของวิธีการโดยการหาค่า Limit of detection (LOD) และค่า Limit of quantitation (LOQ) อีกด้วย โดย LOD คือค่าความเข้มข้นต่ำสุดของโลหะหนักในตัวอย่างที่วิธีทดสอบสามารถตรวจวัดได้ (LOD = 3s) เมื่อ s คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของสัญญาณจากการวัดค่าแบลงก์ ส่วนค่า LOQ คือค่าความเข้มข้นต่ำสุดของโลหะหนักในตัวอย่างที่วิธีทดสอบสามารถตรวจวัดและ

รายงานเป็นปริมาณได้ (LOQ = 10s) ซึ่งค่า LOD และ LOQ ได้มาจากการทำ Blank Method ของเครื่อง FAAS โดยใช้กรดไนตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 มาวิเคราะห์ 10 ซ้ำ

3.12 การทำแบบสอบถาม

สำรวจข้อมูลการใช้เครื่องสำอางของกลุ่มผู้บริโภควัยเรียน (นักเรียนและนักศึกษา) และวัยทำงาน จำนวนทั้งหมด 150 คน เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลส่วนบุคคล ด้วยวิธีการตอบแบบสอบถามออนไลน์ โดยจัดทำแบบสอบถามเป็น 2 ส่วน ส่วนที่ 1 คือข้อมูลรายละเอียดส่วนบุคคล เช่น เพศ น้ำหนัก อายุ อาชีพ เป็นต้น ส่วนที่ 2 คือ ข้อมูลการใช้เครื่องสำอาง เช่น แหล่งที่ซื้อ ปัจจัยในการเลือกซื้อ ความถี่ที่ใช้ ระยะเวลาที่ใช้ เป็นต้น ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามนำมาใช้ในการประเมินการได้รับสัมผัส ตามสมการที่ 2.1 หรือสมการที่ 2.2 โดยให้ BW คือ น้ำหนักตัวเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง F คือ จำนวนครั้งที่ใช้เครื่องสำอาง EF คือ ความถี่ที่ใช้เครื่องสำอาง ED คือ ระยะเวลาที่ใช้เครื่องสำอาง และ AT คือ ระยะเวลาเฉลี่ยที่รับสัมผัส

3.13 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอาง

การประเมินความเสี่ยงจะนำความเข้มข้นโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ในเครื่องสำอางที่วิเคราะห์ได้ และข้อมูลจากแบบสอบถาม มาทำการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ ตามวิธีการของ US EPA (1997) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.13.1 การระบุอันตราย

จากการตรวจสอบเอกสารในบทที่ 2 หัวข้อที่ 2.5 โลหะหนัก ทำให้ทราบถึงความเป็นพิษของโลหะหนักแต่ละชนิด รวมถึงการจัดกลุ่มสารก่อมะเร็งโดย IARC พบว่า แคดเมียมและนิกเกิลยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็ง (Group 1) ตะกั่วน่าจะเป็นสารก่อมะเร็ง (Group 2A) โคบอลต์อาจจะเป็นสารก่อมะเร็ง (Group 2B) โครเมียมไม่สามารถจัดกลุ่มได้ว่าเป็นสารก่อมะเร็งหรือไม่ (Group 3) ส่วนเงิน ทองแดง แมงกานีส และสังกะสี น่าจะไม่เป็นสารก่อมะเร็ง (Group 4) และจากการตรวจสอบเอกสารในหัวข้อที่ 2.6 กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับโลหะในเครื่องสำอาง พบว่าตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559 กำหนดให้ห้ามใช้แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว และนิกเกิลเป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง ซึ่งกฎหมายไทยมีความสอดคล้องกับกฎหมายของสหภาพยุโรป

3.13.2 การประเมินความเป็นพิษ

ในขั้นตอนนี้เป็นการรวบรวมค่าความความเป็นพิษแบบไม่ก่อมะเร็งคือค่า Reference dose (R_fD) ของโลหะแต่ละชนิด (ตารางที่ 2.6 และตารางที่ 2.7)

3.13.3 การประเมินการได้รับสัมผัส

การประเมินการได้รับสัมผัสในกลุ่มผู้บริโภควัยเรียนและวัยทำงาน โดยพิจารณาการได้รับสัมผัสทางผิวหนังในอายแชโดว์และลิปสติก และพิจารณาการได้รับสัมผัสทางการรับประทานเฉพาะลิปสติกเท่านั้น โดยอาศัยการตอบแบบสอบถามออนไลน์ ส่วนกรณีการประเมินการได้รับสัมผัสทางการหายใจจะใช้กับเครื่องสำอางที่มีจุดเดือดต่ำ มีส่วนผสมเป็นตัวทำละลาย เช่น น้ำยาล้างเล็บ เป็นต้น และใช้กับเครื่องสำอางรูปแบบสเปรย์ เช่น น้ำหอม สเปรย์ระงับกลิ่นกาย สเปรย์ฉีดผม เป็นต้น (Steiling et al., 2012) แต่ในการวิจัยนี้ไม่ได้ศึกษาเครื่องสำอางประเภทที่มีจุดเดือดต่ำ มีส่วนผสมเป็นตัวทำละลาย หรือเครื่องสำอางรูปแบบสเปรย์ ดังนั้นจึงประเมินการได้รับสัมผัสทางผิวหนัง และการได้รับสัมผัสทางการรับประทานเท่านั้น โดยนำมาคำนวณตามสมการที่ 2.1 หรือสมการที่ 2.2

3.13.4 การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง

การอธิบายลักษณะความเสี่ยงโดยนำค่าที่ได้จากการประเมินใน 3 ขั้นตอนแรกมาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักทางผิวหนัง และทางการรับประทาน (เฉพาะลิปสติก) โดยนำมาคำนวณตามสมการที่ 2.3 และสมการที่ 2.4

3.14 การประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอาง

ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอางลอกเลียนแบบ (MoS) เป็นอัตราส่วนระหว่างค่า NOAEL กับค่า ADD โดยคำนวณได้จากสมการที่ 2.5 และสมการที่ 2.6

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบชนิดที่มีสีหลากหลาย ได้แก่ อายแชโดว์และลิปสติก โดยวิเคราะห์โลหะหนักทั้งหมด 9 ชนิด ได้แก่ เงิน แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ รวมถึงประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอางลอกเลียนแบบ (Margin of Safety ; MoS)

4.1 ร้อยละการกลับคืน (%Recovary)

ในการศึกษานี้มีการเติมสารละลายมาตรฐานของเงิน แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพในการย่อยและวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยคำนวณเป็นค่าร้อยละการกลับคืน (%R) เทียบกับเกณฑ์การยอมรับที่กำหนดในตารางที่ 3.3 ซึ่งเกณฑ์การยอมรับร้อยละการกลับคืนขึ้นอยู่กับช่วงความเข้มข้นของโลหะหนัก พบว่าร้อยละการกลับคืนของการศึกษานี้ (ตารางที่ 4.1) อยู่ในเกณฑ์การยอมรับ

ตารางที่ 4.1 ร้อยละการกลับคืนของสารละลายมาตรฐาน

ชนิดโลหะหนัก	ช่วงร้อยละ	ค่าเฉลี่ยร้อยละ
เงิน	79 - 95	83
แคดเมียม	86 - 101	94
โคบอลต์	78 - 92	83
โครเมียม	79 - 103	91
ทองแดง	79 -101	88
แมงกานีส	80 - 102	93
นิกเกิล	80 - 99	88
ตะกั่ว	79 - 101	83
สังกะสี	78 - 104	91

4.2 ความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

นำตัวอย่างเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ ได้แก่ อายแชโดว์ 2 ยี่ห้อ ๆ ละ 9 สี คือ สีม่วง สีขาว สีชมพู สีส้ม สีเขียวขี้ม้า สีน้ำเงิน สีเทา สีดำ และสีน้ำตาล (รูปที่ 4.1) และลิปสติก 2 ยี่ห้อ ๆ ละ 6 สี คือ สีแดง สีชมพู สีส้ม สีน้ำตาล สีนู้ด และสีม่วง (รูปที่ 4.2) ทำการย่อยตัวอย่างและวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนัก ได้แก่ เงิน แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสีด้วยเครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrometer (FAAS)

ยี่ห้อที่ 1

ยี่ห้อที่ 2

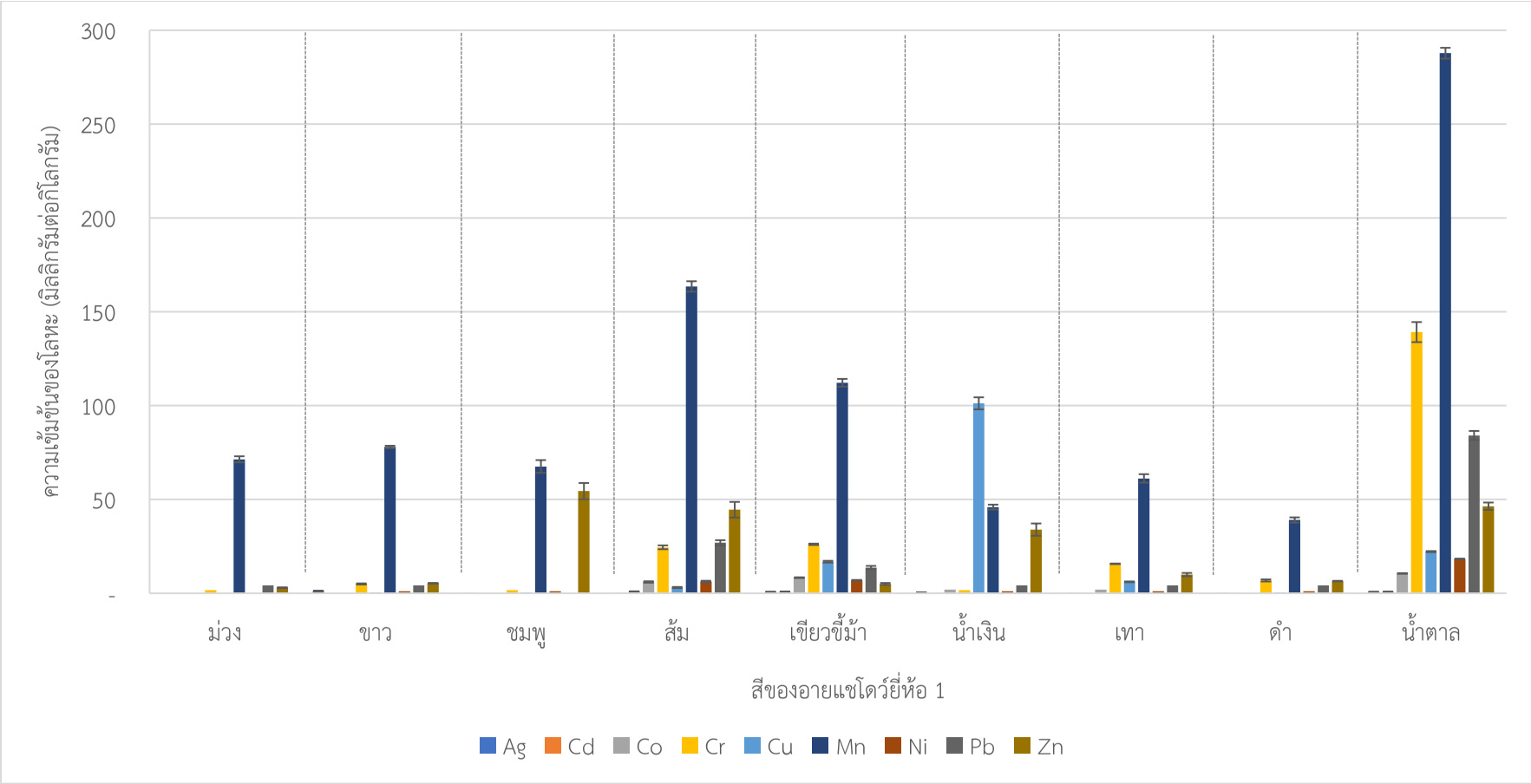
รูปที่ 4.1 สีของอายแชโดว์ลอกเลียนแบบทั้งสองยี่ห้อ

ยี่ห้อที่ 1

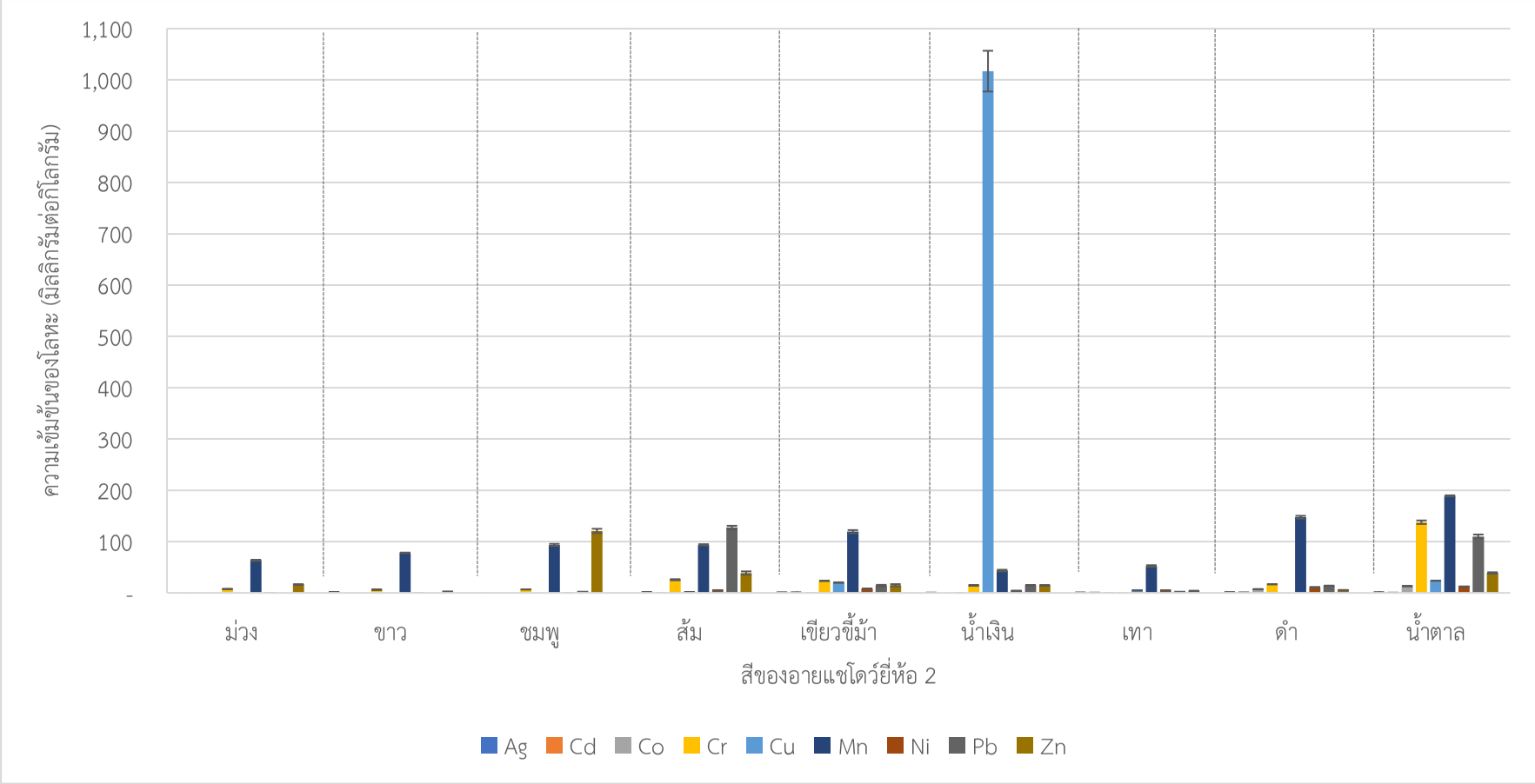
ยี่ห้อที่ 2

รูปที่ 4.2 สีของลิปสติกลอกเลียนแบบทั้งสองยี่ห้อ

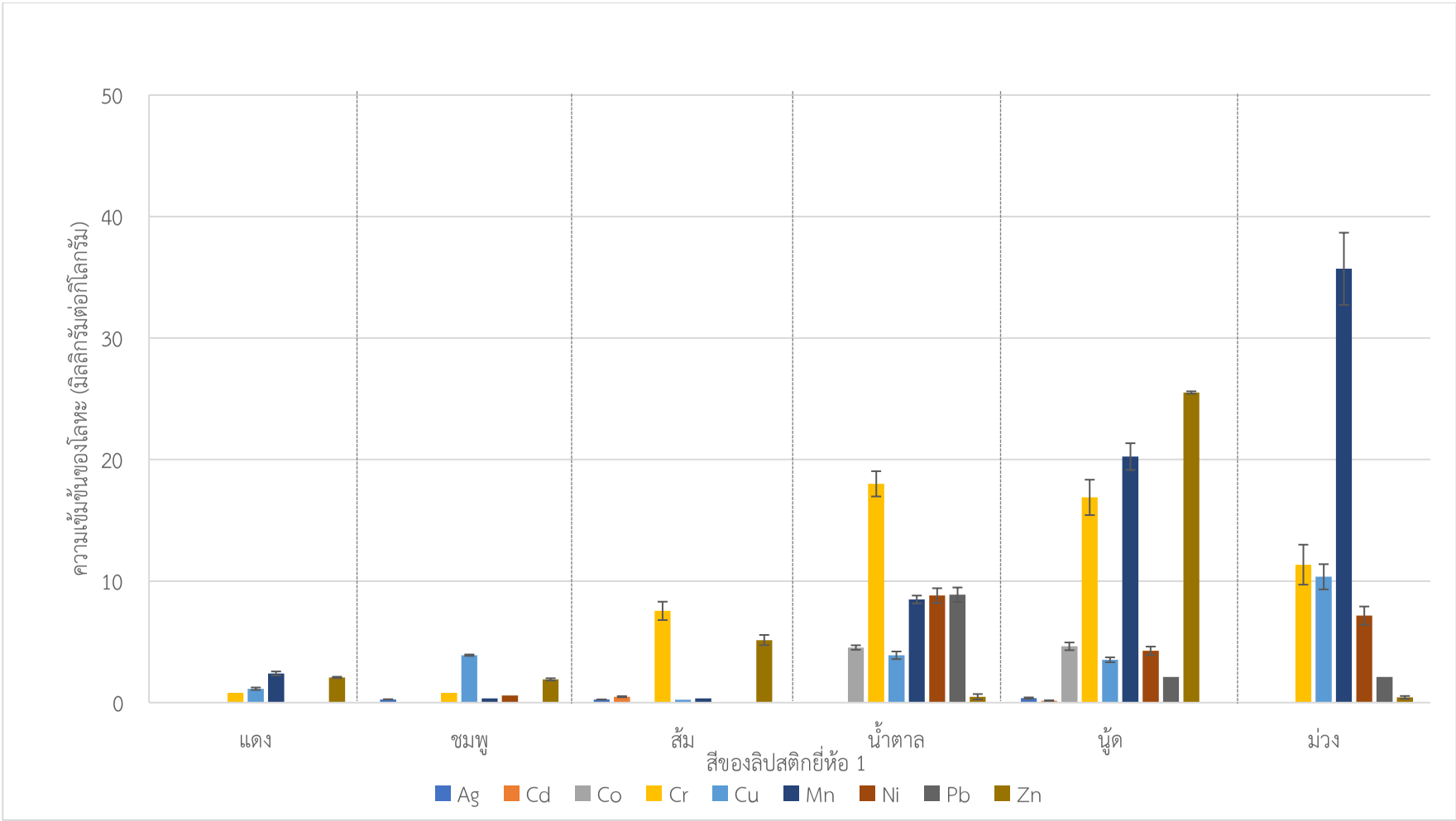
ความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์และลิปสติกลอกเลียนแบบแสดงดังรูปที่ 4.3-4.6



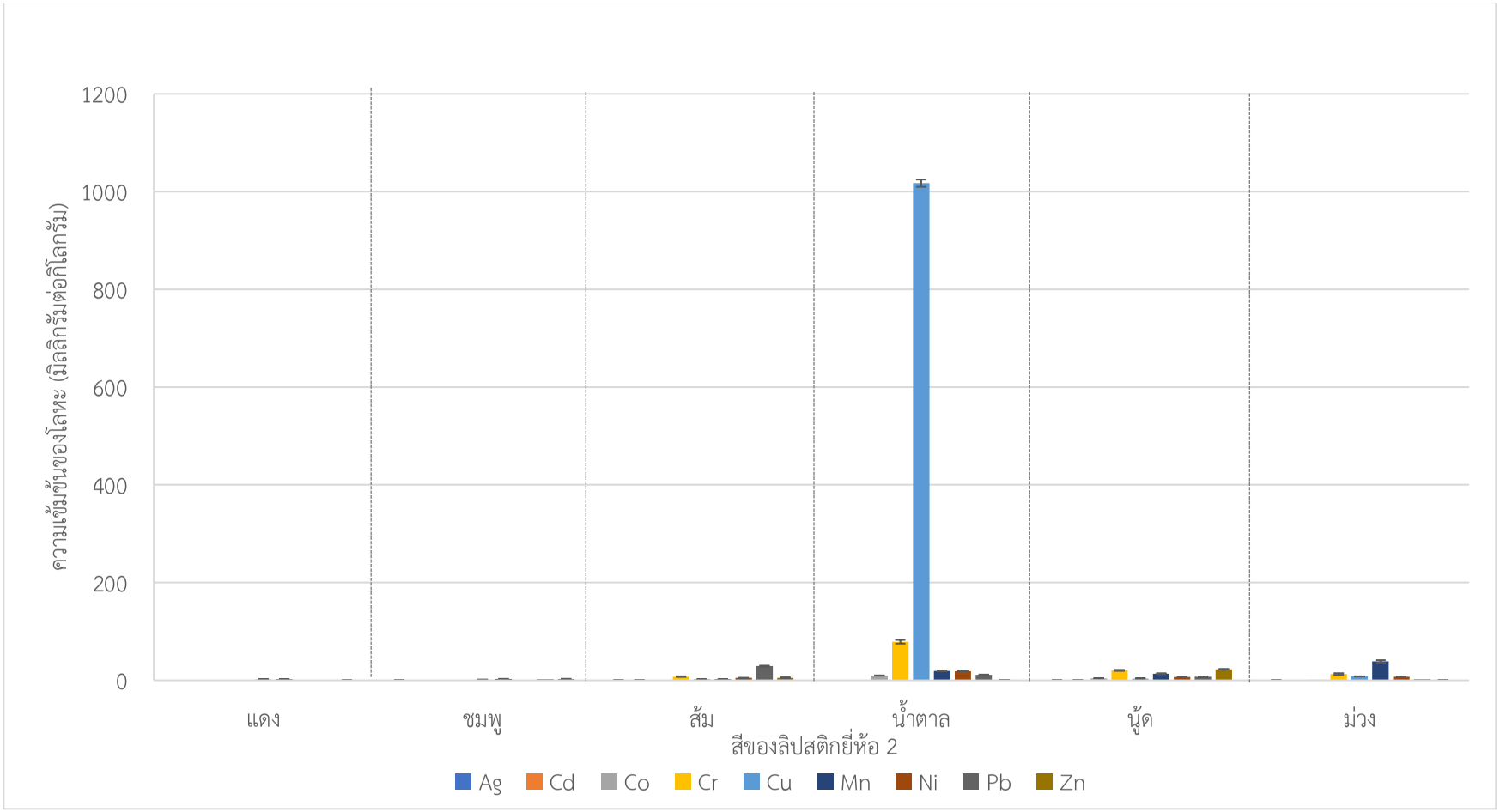
รูปที่ 4.3 ความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์ลอกเลียนแบบยี่ห้อ 1



รูปที่ 4.4 ความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์ลอกเลียนแบบยี่ห้อ 2



รูปที่ 4.5 ความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกลอกเลียนแบบยี่ห้อ 1



รูปที่ 4.6 ความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกลอกเลียนแบบยี่ห้อ 2

4.2.1 เงิน

ในการศึกษานี้ตรวจพบเงินในอายแชโดว์ช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND – 1.71 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบสูงที่สุดในอายแชโดว์สีขาว ส่วนในลิปสติกพบเงินช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND – 0.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบเงินสูงในลิปสติกสีนู้ด สีชมพู และสีส้ม ซึ่งเป็นลิปสติกโทนสีอ่อน การพบความเข้มข้นของเงินสูงในเครื่องสำอางสีขาวและสีอ่อนนั้น อาจเป็นไปได้ว่ามีการเติมเงินลงไปในเครื่องสำอางเพื่อให้สีขาวและทำให้เครื่องสำอางมีสีอ่อนลง

4.2.2 แคดเมียม

แคดเมียมตรวจพบในอายแชโดว์ช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND – 1.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบแคดเมียมสูงที่สุดในอายแชโดว์สีส้ม รองลงมาคือสีเขียวขี้ม้า ส่วนในลิปสติกพบแคดเมียมช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND – 0.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบแคดเมียมสูงที่สุดในลิปสติกสีส้มเช่นเดียวกับอายแชโดว์ การพบแคดเมียมสูงในเครื่องสำอางสีส้มอาจเนื่องมาจากการเติมแคดเมียมเซเลไนด์ (Godt et al., 2006) ซึ่งให้สีส้มลงไป และถ้าหากผสมแคดเมียมซัลไฟด์กับโครมิกออกไซด์จะได้สีเขียว (Beatrice et al., 2014)

4.2.3 โคบอลต์

โคบอลต์ตรวจพบในอายแชโดว์ช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND - 13.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบโคบอลต์สูงที่สุดในอายแชโดว์สีน้ำตาล ส่วนในลิปสติกพบโคบอลต์ช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND – 9.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยสีที่พบโคบอลต์สูงสุดคือสีน้ำตาลเช่นกัน การพบโคบอลต์สูงอาจมาจากโคบอลต์คลอไรด์ซึ่งเป็นเม็ดสีที่ให้สีน้ำตาล (Thompson, 2011)

4.2.4 โครเมียม

โครเมียมตรวจพบในอายแชโดว์ช่วงความเข้มข้นเท่ากับ < 4.84 – 139.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบโครเมียมสูงที่สุดในอายแชโดว์สีน้ำตาล สำหรับลิปสติกพบโครเมียมช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND – 78.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบโครเมียมสูงที่สุดในลิปสติกสีน้ำตาล การพบโครเมียมสูงในเครื่องสำอางสีน้ำตาลอาจเกิดจากการใช้สี Chromium Iron Brown ซึ่งให้สีน้ำตาล นอกจากนี้จะเห็นได้ว่ามีการตรวจพบโครเมียมในเครื่องสำอางส่วนใหญ่ ซึ่งอาจปนเปื้อนได้จากวัตถุดิบ สารให้สี เครื่องจักร และกระบวนการผลิต

4.2.5 ทองแดง

ทองแดงที่ตรวจพบในอายแชโดว์อาจมาจากการใช้คอปเปอร์ซัลเฟตซึ่งมีสีน้ำเงิน (Cosmetic Ingredient Review [CIR], 2013) นอกจากนี้ยังมีเม็ดสีที่เรียกว่า Azurite ซึ่งมีทองแดง

เป็นองค์ประกอบและให้สีน้ำเงิน (Masterpigments, 2021) อีกด้วย โดยในอายแชโดว์ตรวจพบทองแดงช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND – 1,017 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบทองแดงสูงที่สุดในอายแชโดว์สีน้ำเงิน

ในลิปสติกตรวจพบทองแดงช่วงความเข้มข้นเท่ากับ <0.72 – 1,017 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบทองแดงสูงที่สุดในลิปสติกสีน้ำตาลยี่ห้อที่ 2 ซึ่งมีความเข้มข้นของทองแดงสูงถึง 1,017 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ความเข้มข้นของทองแดงในลิปสติกสีเดียวกันอีกยี่ห้อหนึ่งมีความเข้มข้นเพียง 3.89 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าทั้งสองยี่ห้อมีกระบวนการผลิต วัตถุดิบ และใช้เม็ดสีที่แตกต่างกัน โดยยี่ห้อที่ 2 อาจใช้ทองแดงเป็นสารให้สีน้ำตาล ส่วนยี่ห้อที่ 1 อาจใช้เม็ดสีชนิดอื่น เช่น สีอินทรีย์ ได้แก่ สี FD&C Yellow 6 ผสมกับสี FD&C Blue 1 เพื่อให้สีน้ำตาลแทนสีอนินทรีย์ (Mildsoapandcosmetic, 2021)

4.2.6 แมงกานีส

แมงกานีสตรวจพบในอายแชโดว์ทุกตัวอย่าง โดยความเข้มข้นของแมงกานีสในอายแชโดว์อยู่ในช่วง 39.06 – 287.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบแมงกานีสสูงที่สุดในอายแชโดว์สีน้ำตาล อาจเกิดจาก Manganese oxide ที่ให้สีน้ำตาลเรียกว่า Manganese brown (ColourLex, 2021) นอกจากนี้จากรูปที่ 4.3 และ 4.4 จะเห็นได้ว่ามีการตรวจพบแมงกานีสความเข้มข้นสูงในอายแชโดว์ทุกสีเนื่องจากแมงกานีสเป็นโลหะที่มักพบในธรรมชาติโดยจะพบร่วมกับเหล็ก (กรมควบคุมโรค , 2557)

แมงกานีสตรวจพบในลิปสติกช่วงความเข้มข้นเท่ากับ <1.06 – 38.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบแมงกานีสสูงสุดในลิปสติกสีม่วง ซึ่งอาจเกิดจากการใช้เม็ดสี Ammonium Manganese (3+) diphosphate ซึ่งให้สีม่วงในเครื่องสำอาง (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข, 2559)

4.2.7 นิกเกิล

นิกเกิลตรวจพบในอายแชโดว์ช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND – 18.28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบนิกเกิลสูงที่สุดในอายแชโดว์สีน้ำตาล ส่วนในลิปสติกพบช่วงความเข้มข้นของนิกเกิลเท่ากับ ND – 18.54 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบนิกเกิลสูงที่สุดในลิปสติกสีน้ำตาล ทั้งนี้การปนเปื้อนของนิกเกิลส่วนใหญ่อาจติดมากับการใช้ Iron oxide ซึ่งให้สีน้ำตาลและสีดำ (Allergy Insight, 2020)

4.2.8 ตะกั่ว

ตะกั่วตรวจพบในอายแชโดว์ช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND – 127.40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบตะกั่วสูงที่สุดในอายแชโดว์สีส้มยี่ห้อที่ 2 ส่วนอายแชโดว์สีเดียวกันในอีกยี่ห้อหนึ่งพบว่ามี

ความเข้มข้นของตะกั่วต่ำกว่ามาก แต่ยังคงเกินค่าที่กฎหมายกำหนด ทั้งนี้เนื่องจากเครื่องสำอางทั้งสองยี่ห้อมีแหล่งที่มา และกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบตะกั่วความเข้มข้นสูงในอายแชโดว์สีน้ำตาล ส่วนลิปสติกตรวจพบตะกั่วช่วงความเข้มข้นเท่ากับ ND – 29.01 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบตะกั่วสูงทั้งในลิปสติกสีส้มและสีน้ำตาลเช่นกัน การพบตะกั่วในเครื่องสำอางสีส้มและสีน้ำตาลอาจมาจากการใช้ออกไซด์ของตะกั่วซึ่งให้สีส้มจนถึงสีน้ำตาลนั่นเอง

4.2.9 สังกะสี

สังกะสีที่ใส่ในเครื่องสำอางอยู่ในรูป Zinc oxide ใส่ลงไปเพื่อทำให้เครื่องสำอางมีสีอ่อนลงและเป็นมันวาว ในการศึกษานี้ตรวจพบสังกะสีในอายแชโดว์ทุกตัวอย่าง โดยความเข้มข้นของสังกะสีในอายแชโดว์อยู่ในช่วง 2.38 - 120.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบสังกะสีสูงที่สุดในอายแชโดว์สีชมพู ในส่วนของลิปสติกพบสังกะสีทุกตัวอย่างเช่นกัน โดยความเข้มข้นของสังกะสีในลิปสติกอยู่ในช่วง 0.43 – 25.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบสังกะสีสูงที่สุดในลิปสติกสีนู้ด

4.3 การเปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบกับค่ามาตรฐาน

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษากับค่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559 ซึ่งกำหนดให้มีการปนเปื้อนของแคดเมียมและตะกั่วในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำเร็จรูปได้ไม่เกิน 3 และ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ในขณะที่โครเมียมและนิกเกิลกำหนดว่าห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง สำหรับโลหะชนิดอื่นยังไม่มีกฎหมายหรือค่ามาตรฐานกำหนดระดับความเข้มข้นของโลหะที่อนุญาตให้ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง จากการศึกษานี้พบว่าอายแชโดว์และลิปสติกทุกตัวอย่างมีความเข้มข้นของแคดเมียมไม่เกินค่ามาตรฐาน ส่วนตะกั่วพบว่ามีอายแชโดว์ 4 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 22) และลิปสติก 1 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 8) ที่มีความเข้มข้นของตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน สำหรับโครเมียมและนิกเกิลที่ห้ามผสมในเครื่องสำอางนั้น ได้ตรวจพบโครเมียมในอายแชโดว์ทุกตัวอย่างและพบโครเมียมในลิปสติกจำนวน 11 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 92) ส่วนนิกเกิลพบในอายแชโดว์จำนวน 17 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 94) และในลิปสติกจำนวน 9 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 75) ซึ่งไม่เป็นไปตามที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุขกำหนด

เมื่อกฎหมายของประเทศไทยกำหนดค่ามาตรฐานของโลหะในเครื่องสำอางไม่ครบทุกชนิดที่ศึกษา ผู้วิจัยจึงได้นำผลการศึกษาไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของสหภาพยุโรปตาม Council Directive 76/768/EEC (2008) ซึ่งกำหนดให้ห้ามใช้แคดเมียม โครเมียม นิกเกิล และตะกั่วในเครื่องสำอาง พบว่าในตัวอย่างอายแชโดว์ตรวจพบแคดเมียม 11 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 61) และ

ลิปสติกตรวจพบแคดเมียม 4 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 33) ส่วนโครเมียมตรวจพบในอายแชโดว์ทุกตัวอย่าง และพบตรวจพบในลิปสติก 11 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 92) สำหรับนิกเกิลตรวจพบในตัวอย่างอายแชโดว์ 17 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 94) และในตัวอย่างลิปสติก 9 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 75) สุดท้ายคือตะกั่วตรวจพบในอายแชโดว์ 15 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 83) และในลิปสติก 8 ตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 67) ซึ่งไม่เป็นไปตามที่กฎหมายของสหภาพยุโรปกำหนด (ตารางที่ 4.2) โดยกฎหมายของสหภาพยุโรปมีความเข้มงวดมากกว่ากฎหมายของประเทศไทย เนื่องจากไม่อนุญาตให้มีการปนเปื้อนของโลหะทั้งสี่ชนิดในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง

ตารางที่ 4.2 จำนวนตัวอย่างและร้อยละของเครื่องสำอางลอกเลียนที่มีความเข้มข้นของโลหะหนักเกินค่ามาตรฐาน

ชนิดโลหะ	ค่ามาตรฐาน		จำนวนตัวอย่าง (ร้อยละ) อายแชโดว์ที่เกินมาตรฐาน		จำนวนตัวอย่าง (ร้อยละ) ลิปสติกที่เกินมาตรฐาน	
	ประเทศไทย[1]	สหภาพยุโรป[2]	ประเทศไทย	สหภาพยุโรป	ประเทศไทย	สหภาพยุโรป
Ag	-	-	-	-	-	-
Cd	3 mg/kg	ห้ามใช้	0 (ร้อยละ 0)	11 (ร้อยละ 61)	0 (ร้อยละ 0)	4 (ร้อยละ 33)
Co	-	-	-	-	-	-
Cr	ห้ามใช้	ห้ามใช้	18 (ร้อยละ 100)	18 (ร้อยละ 100)	11 (ร้อยละ 92)	11 (ร้อยละ 92)
Cu	-	-	-	-	-	-
Mn	-	-	-	-	-	-
Ni	ห้ามใช้	ห้ามใช้	17 (ร้อยละ 94)	17 (ร้อยละ 94)	9 (ร้อยละ 75)	9 (ร้อยละ 75)
Pb	20 mg/kg	ห้ามใช้	4 (ร้อยละ 22)	15 (ร้อยละ 83)	1 (ร้อยละ 8)	8 (ร้อยละ 67)
Zn	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: - ไม่มีค่ามาตรฐานกำหนด

ที่มา: [1] ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง (2559)

[2] Council Directive 76/768/EEC (2008)

4.4 การเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาโลหะหนักในอายแชโดว์จากการศึกษานี้กับการศึกษาของ Omolaoye, Uzairu, and Gimba (2010) ซึ่งศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์ที่นำเข้าจากประเทศจีนมาวางขายในประเทศไนจีเรีย พบว่าความเข้มข้นของโลหะหนักส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่าการศึกษาของ Omolaoye et al. ยกเว้นทองแดง แมงกานีส และตะกั่ว นอกจากนี้ยังพบทองแดงความเข้มข้นสูงที่สุดในอายแชโดว์สีน้ำเงิน และนิกเกิลความเข้มข้นสูงที่สุดในอายแชโดว์สีน้ำตาลเช่นเดียวกับการศึกษานี้ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับการศึกษา

ของ Swierczek, CieSlik, Matysiak, and Konieczka (2019) ซึ่งศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์ของประเทศโปแลนด์ที่นำเข้ามาจากประเทศจีน พบว่าความเข้มข้นของโลหะหนักส่วนใหญ่ในการศึกษานี้มีค่าสูงกว่าการศึกษาของ Swierczek et al. ยกเว้นแคดเมียม นอกจากนี้ยังพบทองแดงความเข้มข้นสูงที่สุดในอายแชโดว์สีน้ำเงิน นิกเกิลและตะกั่วความเข้มข้นสูงที่สุดในอายแชโดว์สีน้ำตาล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษานี้

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์เทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา การที่ความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดจากทั้งสามการศึกษามีค่าแตกต่างกันอาจเกิดจากตัวอย่างมีวัตถุดิบ สารให้สี และกระบวนการผลิตที่แตกต่างกัน

ตารางที่ 4.3 ความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์เปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา

ชนิด	Omolaoye et al. (2010)[1]		Swierczek et al. (2019)[2]		การศึกษานี้	
	ช่วงความเข้มข้น	สีที่พบสูงที่สุด	ช่วงความเข้มข้น	สีที่พบสูงที่สุด	ช่วงความเข้มข้น	สีที่พบสูงที่สุด
Ag	-	-	-	-	ND-1.71	ขาว
Cd	ND-8.89	เทาเข้ม	0.48- 1.1	ทอง	ND-1.01	ส้ม
Co	122.78-258.33	เขียวขี้ม้า	-	-	ND-13.19	น้ำตาล
Cr	ND- 150.00	ดำ	-	-	<4.84-139.18	น้ำตาล
Cu	1.67-465.00	น้ำเงิน	4.8-27	น้ำเงินเมทัลลิก	ND-1,017	น้ำเงิน
Mn	15.00-270.56	เหลือง	-	-	39.06-287.78	น้ำตาล
Ni	77.22-359.44	น้ำตาล	3.7-11	น้ำตาลทอง	ND-18.28	น้ำตาล
Pb	ND-55.00	ชมพู	4.6-25	น้ำตาล	ND-127.40	น้ำตาล
Zn	28.33-342.22	เทาเข้ม	6.1-21	น้ำเงินเข้ม	2.38-120.66	ชมพู

หมายเหตุ : ND = Not Detected

ที่มา : [1] Omolaoye, Uzairu, and Gimba (2010)

[2] Swierczek, CieSlik, Matysiak, and Konieczka (2019)

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษานี้กับการศึกษาของ Sani, Gaya, and Abubakar (2016) ซึ่งศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกราคาถูกที่วางขายในตลาดของประเทศไนจีเรีย และการศึกษาของ Mathep et al. (2011) ซึ่งศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติก 4 สี (สีแดง สีชมพู สีม่วง และสีส้ม) ที่วางขายในตลาดนัดของประเทศไทย พบว่าความเข้มข้นของโลหะหนักส่วนใหญ่ของการศึกษานี้มีค่าสูงกว่าทั้งสองการศึกษา ยกเว้นแคดเมียมที่มีค่าต่ำกว่า นอกจากนี้ยังพบแคดเมียมความเข้มข้นสูงที่สุดในลิปสติกสีส้ม และพบแมงกานีสความเข้มข้นสูงที่สุดในลิปสติกสี

ม่วงซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Mathep et al. ดังตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะในลิปสติกจากการศึกษานี้กับการศึกษาที่ผ่านมา

ตารางที่ 4.4 ความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกเปรียบเทียบกับการศึกษาที่ผ่านมา

ชนิด	Mathep et al. (2011)[1]		Sani et al. (2016)[2]		การศึกษานี้	
	ช่วงความเข้มข้น	สีที่พบสูงที่สุด	ช่วงความเข้มข้น	สีที่พบสูงที่สุด*	ช่วงความเข้มข้น	สีที่พบสูงที่สุด
Ag	-	-	-	-	ND-0.37	นู้ด
Cd	0.097-0.692	ส้ม	0.89±0.0.58	-	ND-0.48	ส้ม
Co	-	-	-	-	ND-9.8	น้ำตาล
Cr	0.024-0.088	ม่วง	0.016±0.023	-	ND-78.87	น้ำตาล
Cu	0.024-0.409	แดง	7.63±3.54	-	<0.72-1,017	น้ำตาล
Mn	ND-0.563	ม่วง	11.27±9.27	-	<1.06-38.58	ม่วง
Ni	ND-0.325	ส้ม	5.15±4.19	-	ND-18.54	น้ำตาล
Pb	ND-0.316	ม่วง	0.106±0.023	-	ND-29.01	ส้ม
Zn	-	-	-	-	0.43-25.51	นู้ด

หมายเหตุ: ND = Not Detected / * ไม่ระบุสี

ที่มา: [1] Mathep et al. (2011)

[2] Sani, Gaya, and Abubakar (2016)

จะเห็นได้ว่าทั้งตัวอย่างอายแชโดว์และลิปสติกลอกเลียนแบบพบความเข้มข้นของโลหะหนักส่วนใหญ่สูงที่สุดในเครื่องสำอางสีน้ำตาล ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Orisakwe and Otaraku (2013) ที่พบว่าอายแชโดว์สีน้ำตาลมีการปนเปื้อนของโลหะหนักมากกว่าสีอื่น และจากการศึกษาของ Khalid et al. (2013) ซึ่งศึกษาความเข้มข้นของตะกั่ว โครเมียม แคดเมียม และนิกเกิลในลิปสติก พบว่าลิปสติกสีน้ำตาลเข้มมีโลหะหนักปนเปื้อนในความเข้มข้นสูงเช่นกัน นอกจากนี้การศึกษาของ Choi et al. (2014) ซึ่งศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางของประเทศเกาหลี พบว่าสีของเครื่องสำอางที่ต่างกันมีความเข้มข้นของโลหะหนักแตกต่างกัน ($p<0.05$) โดยเครื่องสำอางสีน้ำตาลมีความเข้มข้นของโครเมียม นิกเกิล และทองแดงสูง

4.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์แต่ละสี โดยใช้สถิติ One-Way ANOVA พบว่าอายแชโดว์แต่ละสีมีความเข้มข้นของโลหะหนักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Omolaoye et al. (2010)

ส่วนผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกลอกเลียนแบบแต่ละสี โดยใช้สถิติ One-Way ANOVA พบว่าลิปสติกแต่ละสีมีความเข้มข้นของโลหะหนักแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ziarati et al. (2012) ที่ได้วิเคราะห์ความแปรปรวนของโลหะหนักในลิปสติกแต่ละสี แต่ละยี่ห้อโดยใช้สถิติ ANOVA พบว่าตัวอย่างลิปสติกจากประเทศจีนและประเทศอิหร่าน มีความเข้มข้นของตะกั่วและแคดเมียมในลิปสติกแต่ละสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าชนิดของเม็ดสีที่ใช้ในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบมีผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางแต่ละสี เนื่องจากเม็ดสีแต่ละชนิดให้สีที่แตกต่างกันไป เช่น การตรวจพบโคบอลต์สูงในอายแชโดว์สีน้ำตาล เนื่องจากมีการใช้เม็ดสีของโคบอลคลอไรต์เพื่อให้สีน้ำตาล ส่วนอายแชโดว์สีอื่นตรวจไม่พบโคบอลต์หรือพบโคบอลต์ในระดับต่ำ หรือการพบตะกั่วสูงในลิปสติกสีส้ม เนื่องจากออกไซด์ของตะกั่วให้สีส้ม ในขณะที่ลิปสติกสีอื่นอย่างสีแดง และสีชมพู ตรวจไม่พบตะกั่วหรือตรวจพบตะกั่วในระดับต่ำ เป็นต้น

4.6 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

การศึกษานี้ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ โดยนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้แก่ ค่าความเข้มข้นของโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้ ค่าที่ได้จากแบบสอบถามกลุ่มผู้บริโภควัยเรียนและวัยทำงานที่ใช้เครื่องสำอางจำนวน 150 คน และค่าคงที่จากการทบทวนเอกสาร มาใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการใช้อายแชโดว์จะประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสทางผิวหนังเท่านั้น (HQ_{dermal}) ส่วนการประเมินความเสี่ยงจากการใช้ลิปสติกจะประเมินจากทั้งการได้รับสัมผัสทางผิวหนังและทางการรับประทาน ($HI_{dermal+ingestion}$)

4.6.1 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งจากการใช้อายแชโดว์

การประเมินความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งในตัวอย่างอายแชโดว์ทางผิวหนัง แสดงดังตารางที่ 4.5 พบว่าทุกตัวอย่างมีค่า HQ_{dermal} น้อยกว่า 1 ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ดังนั้นการใช้อายแชโดว์ที่เป็นตัวอย่างในการศึกษานี้ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็ง

ตารางที่ 4.5 ความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งในรูปค่า HQ_{dermal} ของตัวอย่างอายแชโดว์ลอกเลียนแบบ

สี	ยี่ห้อ	HQ_{dermal}								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
ม่วง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	$1.11x10^{-3}$	-	$5.34x10^{-4}$	-	$3.32x10^{-4}$	$6.79x10^{-7}$
	ยี่ห้อ 2	$1.10x10^{-6}$	$4.54x10^{-4}$	-	$1.72x10^{-3}$	-	$4.74x10^{-4}$	$8.82x10^{-6}$	-	$3.73x10^{-6}$
ขาว	ยี่ห้อ 1	$3.47x10^{-6}$	-	-	$1.14x10^{-3}$	$2.12x10^{-6}$	$5.83x10^{-4}$	$8.82x10^{-6}$	$3.32x10^{-4}$	$1.22x10^{-6}$
	ยี่ห้อ 2	$4.71x10^{-6}$	-	-	$1.42x10^{-3}$	$2.12x10^{-6}$	$5.84x10^{-4}$	$8.82x10^{-6}$	-	$5.46x10^{-7}$
ชมพู	ยี่ห้อ 1	$1.10x10^{-6}$	-	-	$1.11x10^{-3}$	$2.12x10^{-6}$	$5.06x10^{-4}$	$8.82x10^{-6}$	-	$1.25x10^{-5}$
	ยี่ห้อ 2	$1.10x10^{-6}$	-	-	$1.54x10^{-3}$	$2.12x10^{-6}$	$7.00x10^{-4}$	$8.82x10^{-6}$	$3.32x10^{-4}$	$2.77x10^{-5}$
ส้ม	ยี่ห้อ 1	$1.10x10^{-6}$	$1.36x10^{-3}$	$1.46x10^{-2}$	$5.62x10^{-3}$	$5.28x10^{-6}$	$1.22x10^{-3}$	$1.59x10^{-5}$	$7.07x10^{-4}$	$1.02x10^{-5}$
	ยี่ห้อ 2	$1.10x10^{-6}$	$1.40x10^{-3}$	$1.42x10^{-2}$	$5.87x10^{-3}$	$2.16x10^{-6}$	$7.01x10^{-4}$	$1.27x10^{-5}$	$3.34x10^{-3}$	$8.86x10^{-6}$
เขียวขี้ม้า	ยี่ห้อ 1	$1.91x10^{-6}$	$1.22x10^{-3}$	$2.01x10^{-2}$	$5.99x10^{-3}$	$2.90x10^{-5}$	$8.39x10^{-4}$	$1.76x10^{-5}$	$3.60x10^{-4}$	$1.14x10^{-6}$
	ยี่ห้อ 2	$2.00x10^{-6}$	$9.71x10^{-4}$	$1.42x10^{-2}$	$5.37x10^{-3}$	$3.44x10^{-5}$	$8.93x10^{-4}$	$2.08x10^{-5}$	$3.70x10^{-4}$	$3.42x10^{-6}$
น้ำเงิน	ยี่ห้อ 1	$1.16x10^{-6}$	$4.54x10^{-4}$	$1.42x10^{-2}$	$1.11x10^{-3}$	$1.74x10^{-4}$	$3.44x10^{-4}$	$8.82x10^{-6}$	$3.32x10^{-4}$	$7.78x10^{-6}$
	ยี่ห้อ 2	$1.15x10^{-6}$	-	$1.42x10^{-2}$	$3.35x10^{-3}$	$1.75x10^{-3}$	$3.25x10^{-4}$	$1.02x10^{-5}$	$3.88x10^{-4}$	$3.34x10^{-6}$
เทา	ยี่ห้อ 1	$1.10x10^{-6}$	$4.54x10^{-4}$	$1.42x10^{-2}$	$3.60x10^{-3}$	$1.05x10^{-5}$	$4.58x10^{-4}$	$8.82x10^{-6}$	$3.32x10^{-4}$	$2.28x10^{-6}$
	ยี่ห้อ 2	$1.63x10^{-6}$	$5.40x10^{-4}$	$1.42x10^{-2}$	$1.11x10^{-3}$	$8.43x10^{-6}$	$3.91x10^{-4}$	$1.23x10^{-5}$	$3.32x10^{-4}$	$8.77x10^{-7}$
ดำ	ยี่ห้อ 1	$1.10x10^{-6}$	-	-	$1.57x10^{-3}$	$2.12x10^{-6}$	$2.92x10^{-4}$	$8.82x10^{-6}$	$3.32x10^{-4}$	$1.49x10^{-6}$
	ยี่ห้อ 2	$2.57x10^{-6}$	$8.75x10^{-4}$	$1.74x10^{-2}$	$3.84x10^{-3}$	$2.12x10^{-6}$	$1.10x10^{-3}$	$2.79x10^{-5}$	$3.66x10^{-4}$	$1.20x10^{-6}$
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	$1.89x10^{-6}$	$1.00x10^{-3}$	$2.55x10^{-2}$	$3.19x10^{-2}$	$3.82x10^{-5}$	$2.15x10^{-3}$	$4.66x10^{-5}$	$2.20x10^{-3}$	$1.06x10^{-5}$
	ยี่ห้อ 2	$2.39x10^{-6}$	$4.97x10^{-4}$	$3.19x10^{-2}$	$3.16x10^{-2}$	$4.08x10^{-5}$	$1.41x10^{-3}$	$3.15x10^{-5}$	$2.88x10^{-3}$	$8.91x10^{-6}$

4.6.2 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งจากการใช้ลิปสติก

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งในตัวอย่างลิปสติกผ่านการรับสัมผัสทางผิวหนังแสดงดังตารางที่ 4.6 จากตารางจะเห็นว่าลิปสติกทุกตัวอย่างมีค่า HQ_{dermal} ไม่เกิน 1 ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้

สำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งในตัวอย่างลิปสติกผ่านการรับสัมผัสทางการรับประทาน แสดงดังตารางที่ 4.7 พบว่าลิปสติกส่วนใหญ่ (ร้อยละ 92) มีค่า $HQ_{ingestion}$ ไม่เกิน 1 ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้เช่นกัน โดยมีเพียง 1 ตัวอย่างที่มีค่า $HQ_{ingestion}$ ของโครเมียมและทองแดงเกิน 1 ได้แก่ ลิปสติกสีน้ำตาลยี่ห้อที่ 2 ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีความเข้มข้นของโครเมียมและทองแดงค่อนข้างสูง (78.87 และ 1,017 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ)

ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งด้วยค่า HI สำหรับลิปสติกซึ่งมีการรับสัมผัสโลหะหนักได้ 2 เส้นทาง คือทางผิวหนังและทางการรับประทาน แสดงดังตารางที่ 4.8 พบว่าลิปสติกส่วนใหญ่ (ร้อยละ 92) มีค่า $HI_{dermal+ingestion}$ ไม่เกิน 1 ซึ่งยังคงเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ โดยมีเพียง 1 ตัวอย่าง ที่มีค่า HI เกิน 1

ผลการประเมินความเสี่ยงแสดงให้เห็นว่าการใช้ลิปสติกสีเข้ม เช่น สีน้ำตาล มีความเสี่ยงต่อสุขภาพมากกว่าลิปสติกสีอ่อน เนื่องจากลิปสติกสีเข้มต้องใช้เม็ดสีปริมาณมาก ซึ่งเม็ดสีส่วนใหญ่มาจากโลหะหนัก เพื่อทำให้สีของลิปสติกสามารถเกาะติดบนริมฝีปากได้ดี พร้อมทั้งให้สีที่โดดเด่น (ชลิดา เถาว์ชาลีตันติพิภพ, 2562) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ekrem, Husein, Huska, and Aldina (2019) ที่ได้ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำยาย้อมสีผมในสาธารณรัฐบอสเนียและเฮอร์เซโกวีนา พบว่าน้ำยาย้อมสีผมเฉดสีเข้มมีความเข้มข้นของโลหะหนักมากกว่าเฉดสีสว่างเช่นกัน

การศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Lim, Ho, and Hamsan (2017) ซึ่งศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์ที่จำหน่ายในประเทศมาเลเซีย และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักของผู้บริโภค พบว่าอายแชโดว์ทุกตัวอย่างไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็ง (HQ < 1) และจากการศึกษาของ Arin and Yu (2015) ซึ่งศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว แคดเมียม และโครเมียมในลิปสติกที่จำหน่ายในประเทศมาเลเซีย พบว่าไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็ง (HQ <1) เช่นเดียวกับการศึกษาของ Lim et al. (2018) ซึ่งประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนัก ได้แก่ อะลูมิเนียม โครเมียม แมงกานีส เหล็ก โคบอลต์ นิกเกิล ทองแดง สังกะสี อาร์เซนิก ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม แอนติโมนี และไทเทเนียมในเครื่องสำอางของประเทศเกาหลี พบว่าไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบ

ไม่ก่อมะเร็งเช่นกัน (HI<1) นอกจากนี้การศึกษาของ Ghaderpoori et al. (2019) ซึ่งประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอาง ได้แก่ ลิปสติก ครีม ดินสอเขียนตา แป้งทาหน้า และอายแชโดว์ที่วางขายในประเทศอิหร่าน โดยใช้ฐานข้อมูลโลหะหนักในเครื่องสำอางสร้างแบบจำลอง Monte Carlo พบว่ามีค่า HQ ของแคดเมียม โครเมียม นิกเกิล ทองแดง แมงกานีส สังกะสี ตะกั่ว และปรอท น้อยกว่า 1 แสดงว่าเครื่องสำอางของประเทศอิหร่านไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็ง

อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าเครื่องสำอางส่วนใหญ่จะไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็ง แต่การรับสัมผัสโลหะหนักอย่างต่อเนื่อง และได้รับสะสมเป็นเวลานานอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาวได้เช่นกัน ยกตัวอย่างเช่น การศึกษาของ Lansdown and Sampson (1996) ซึ่งทดสอบการใช้สารละลายแคดเมียมคลอไรด์ที่ผิวหนังของหนูทดลองทุกวัน พบความเข้มข้นของแคดเมียมเพิ่มขึ้นในเลือด ตับ และไตของหนูทดลอง รวมทั้งการได้รับสัมผัสแคดเมียมทางการรับประทานในระดับต่ำเป็นระยะเวลานานทำให้เกิดการสะสมในไต จนไตถูกทำลายได้ (Beatrice et al., 2014) ในส่วนของตะกั่วแม้ได้รับสัมผัสในระดับต่ำก็สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อตัวอ่อนในครรภ์มารดาและก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง (Bellinger, 2008) นอกจากนี้ นิกเกิล โคบอลต์ และโครเมียมเป็นที่ทราบกันดีว่ากระตุ้นให้เกิดอาการอักเสบทางผิวหนัง (Hogeling & Pratt, 2008) และก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้ผิวหนังในเด็ก (Bruce, 2009) เป็นต้น

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 4.6 ความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งในรูปค่า HQ_{dermal} ของตัวอย่างลิปสติกลอกเลียนแบบ (การรับสัมผัสทางผิวหนัง)

สีลิปสติก	ยี่ห้อ	HQ_{dermal}								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
แดง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	6.34×10^{-3}	2.24×10^{-5}	2.05×10^{-4}	-	-	5.43×10^{-6}
	ยี่ห้อ 2	-	-	-	-	3.81×10^{-5}	1.93×10^{-4}	-	-	2.08×10^{-6}
ชมพู	ยี่ห้อ 1	8.46×10^{-6}	-	-	-	7.67×10^{-5}	9.06×10^{-5}	5.04×10^{-5}	-	5.00×10^{-6}
	ยี่ห้อ 2	7.31×10^{-6}	-	-	6.34×10^{-3}	2.59×10^{-5}	2.29×10^{-4}	5.04×10^{-5}	1.90×10^{-3}	6.98×10^{-6}
ส้ม	ยี่ห้อ 1	7.99×10^{-6}	7.62×10^{-3}	-	1.98×10^{-2}	1.42×10^{-5}	9.06×10^{-5}	-	-	1.35×10^{-5}
	ยี่ห้อ 2	7.45×10^{-6}	5.05×10^{-3}	-	1.99×10^{-2}	4.19×10^{-5}	1.97×10^{-4}	1.43×10^{-4}	8.69×10^{-3}	1.40×10^{-5}
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	-	-	1.25×10^{-1}	4.72×10^{-2}	7.65×10^{-5}	7.25×10^{-4}	2.57×10^{-4}	2.66×10^{-3}	1.26×10^{-6}
	ยี่ห้อ 2	-	-	2.70×10^{-1}	2.07×10^{-1}	2.00×10^{-2}	1.65×10^{-3}	5.40×10^{-4}	3.39×10^{-3}	1.13×10^{-6}
นู้ด	ยี่ห้อ 1	1.17×10^{-5}	2.51×10^{-3}	1.28×10^{-1}	4.43×10^{-2}	6.92×10^{-5}	1.73×10^{-3}	1.24×10^{-4}	1.90×10^{-3}	6.69×10^{-5}
	ยี่ห้อ 2	7.41×10^{-6}	3.43×10^{-3}	1.17×10^{-1}	5.33×10^{-2}	7.21×10^{-5}	1.16×10^{-3}	1.93×10^{-4}	2.15×10^{-3}	5.93×10^{-5}
ม่วง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	2.97×10^{-2}	2.04×10^{-4}	3.05×10^{-3}	2.08×10^{-4}	1.90×10^{-3}	1.13×10^{-6}
	ยี่ห้อ 2	9.47×10^{-6}	-	8.11×10^{-2}	3.33×10^{-2}	1.57×10^{-4}	3.30×10^{-3}	2.07×10^{-4}	1.90×10^{-3}	2.11×10^{-6}

ตารางที่ 4.7 ความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งในรูปค่า $HQ_{ingestion}$ ของตัวอย่างลิปสติกลอกเลียนแบบ (การรับสัมผัสทางการรับประทาน)

สีลิปสติก	ยี่ห้อ	$HQ_{ingestion}$								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
แดง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	6.34×10^{-2}	2.24×10^{-3}	1.35×10^{-3}	-	-	5.43×10^{-4}
	ยี่ห้อ 2	-	-	-	-	3.81×10^{-3}	1.27×10^{-3}	-	-	2.08×10^{-4}
ชมพู	ยี่ห้อ 1	4.23×10^{-3}	-	-	-	7.67×10^{-3}	5.95×10^{-4}	6.80×10^{-3}	-	5.00×10^{-4}
	ยี่ห้อ 2	3.65×10^{-3}	-	-	6.34×10^{-2}	2.59×10^{-3}	1.51×10^{-3}	6.80×10^{-3}	1.42×10^{-1}	6.98×10^{-4}
ส้ม	ยี่ห้อ 1	3.99×10^{-3}	7.62×10^{-2}	-	1.98×10^{-1}	1.42×10^{-3}	5.95×10^{-4}	-	-	1.35×10^{-3}
	ยี่ห้อ 2	3.73×10^{-3}	5.05×10^{-2}	-	1.99×10^{-1}	4.19×10^{-3}	1.30×10^{-3}	1.93×10^{-2}	6.52×10^{-1}	1.40×10^{-3}
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	-	-	1.78×10^{-2}	4.72×10^{-1}	7.65×10^{-3}	4.77×10^{-3}	3.46×10^{-2}	1.99×10^{-1}	1.26×10^{-4}
	ยี่ห้อ 2	-	-	3.85×10^{-2}	**2.07**	**2.00**	1.09×10^{-2}	7.29×10^{-2}	2.54×10^{-1}	1.13×10^{-4}
นู้ด	ยี่ห้อ 1	5.84×10^{-3}	2.51×10^{-2}	1.82×10^{-2}	4.43×10^{-1}	6.92×10^{-3}	1.14×10^{-2}	1.68×10^{-2}	1.42×10^{-1}	6.69×10^{-3}
	ยี่ห้อ 2	3.71×10^{-3}	3.43×10^{-2}	1.67×10^{-2}	5.33×10^{-1}	7.21×10^{-3}	7.64×10^{-3}	2.61×10^{-2}	1.62×10^{-1}	5.93×10^{-3}
ม่วง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	2.97×10^{-1}	2.04×10^{-2}	2.00×10^{-2}	2.81×10^{-2}	1.42×10^{-1}	1.13×10^{-4}
	ยี่ห้อ 2	4.74×10^{-3}	-	1.16×10^{-2}	3.33×10^{-1}	1.57×10^{-2}	2.17×10^{-2}	2.79×10^{-2}	1.42×10^{-1}	2.11×10^{-4}

ตารางที่ 4.8 ความเสี่ยงแบบไม่ก่อมะเร็งในรูปค่า HI (Hazaed Index) ของตัวอย่างลิปสติกลอกเลียนแบบ

สี ลิปสติก	ยี่ห้อ	$HI_{dermal+ingestion}$								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
แดง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	$6.98x10^{-2}$	$2.26x10^{-3}$	$1.55x10^{-3}$	-	-	$5.49x10^{-4}$
	ยี่ห้อ 2	-	-	-	-	$3.85x10^{-3}$	$1.46x10^{-3}$	-	-	$2.10x10^{-4}$
ชมพู	ยี่ห้อ 1	$4.24x10^{-3}$	-	-	-	$7.74x10^{-3}$	$6.86x10^{-4}$	$6.85x10^{-3}$	-	$5.05x10^{-4}$
	ยี่ห้อ 2	$3.66x10^{-3}$	-	-	$6.98x10^{-2}$	$2.62x10^{-3}$	$1.73x10^{-3}$	$6.85x10^{-3}$	$1.44x10^{-1}$	$7.05x10^{-4}$
ส้ม	ยี่ห้อ 1	$4.00x10^{-3}$	$8.38x10^{-2}$	-	$2.18x10^{-1}$	$1.43x10^{-3}$	$6.86x10^{-4}$	-	-	$1.36x10^{-3}$
	ยี่ห้อ 2	$3.73x10^{-3}$	$5.56x10^{-2}$	-	$2.19x10^{-1}$	$4.23x10^{-3}$	$1.49x10^{-3}$	$1.94x10^{-2}$	$6.60x10^{-1}$	$1.41x10^{-3}$
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	-	-	$1.43x10^{-1}$	$5.19x10^{-1}$	$7.73x10^{-3}$	$5.49x10^{-3}$	$3.49x10^{-2}$	$2.02x10^{-1}$	$1.27x10^{-4}$
	ยี่ห้อ 2	-	-	$3.09x10^{-1}$	**2.27**	**2.02**	$1.25x10^{-2}$	$7.34x10^{-2}$	$2.57x10^{-1}$	$1.14x10^{-4}$
นู้ด	ยี่ห้อ 1	$5.85x10^{-3}$	$2.77x10^{-2}$	$1.46x10^{-1}$	$4.87x10^{-1}$	$6.99x10^{-3}$	$1.31x10^{-2}$	$1.69x10^{-2}$	$1.44x10^{-1}$	$6.75x10^{-3}$
	ยี่ห้อ 2	$3.71x10^{-3}$	$3.77x10^{-2}$	$1.34x10^{-1}$	$5.86x10^{-1}$	$7.28x10^{-3}$	$8.80x10^{-3}$	$2.63x10^{-2}$	$1.64x10^{-1}$	$5.99x10^{-3}$
ม่วง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	$3.27x10^{-1}$	$2.06x10^{-2}$	$2.31x10^{-2}$	$2.84x10^{-2}$	$1.44x10^{-1}$	$1.14x10^{-4}$
	ยี่ห้อ 2	$4.75x10^{-3}$	-	$9.27x10^{-2}$	$3.66x10^{-1}$	$1.59x10^{-2}$	$2.50x10^{-2}$	$2.81x10^{-2}$	$1.44x10^{-1}$	$2.13x10^{-4}$

4.7 การประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอาง (MoS) เป็นอัตราส่วนระหว่างค่า NOAEL ซึ่งเป็นปริมาณของสารเคมีที่มากที่สุดซึ่งได้รับทุกวันแล้วไม่ทำให้เกิดความเป็นพิษหรือผลเสียใด ๆ ต่อร่างกาย (หาได้จากค่า Reference dose) กับค่าความเข้มข้นของโลหะหนักเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัส (ADD) (Chukwujindu et al., 2016) ทำให้ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอาง (MoS) มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็ง (HQ) โดยองค์การอนามัยโลก (WHO) แนะนำค่า MoS ควรมากกว่า 100 เครื่องสำอางจึงปลอดภัยต่อการใช้งาน

ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้อายแชโดว์ลอกเลียนแบบ แสดงดังตารางที่ 4.9 พบว่าอายแชโดว์ทุกตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 100) มีค่า MoS มากกว่า 100 แสดงว่า อายแชโดว์ดังกล่าวมีความปลอดภัยในการใช้งาน

ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้ลิปสติกลอกเลียนแบบ (การรับผัสทางผิวหนัง) แสดงดังตารางที่ 4.10 พบว่าลิปสติกทุกตัวอย่าง (คิดเป็นร้อยละ 100) มีค่า MoS มากกว่า 100 สำหรับส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้ลิปสติกลอกเลียนแบบ (การรับสัมผัสทางการรับประทาน) แสดงดังตารางที่ 4.11 พบว่าลิปสติกร้อยละ 92 มีค่า MoS มากกว่า 100 โดยมีเพียง 1 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 8 ที่มีค่า MoS ของโครเมียม และทองแดงน้อยกว่าค่าที่แนะนำ แสดงว่าลิปสติกดังกล่าวไม่ปลอดภัยในการใช้งาน โดยลิปสติกสีน้ำตาลมีส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอางน้อยที่สุด

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตารางที่ 4.9 ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้อายแชโดว์ลอกเลียนแบบ

สี	ยี่ห้อ	MoS								
อายแชโดว์		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
ม่วง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	$9.01x10^{4}$	-	$1.87x10^{5}$	-	$3.01x10^{5}$	$1.47x10^{8}$
	ยี่ห้อ 2	$9.08x10^{7}$	$2.20x10^{5}$	-	$5.82x10^{4}$	-	$2.11x10^{5}$	$1.13x10^{7}$	-	$2.68x10^{7}$
ขาว	ยี่ห้อ 1	$2.88x10^{7}$	-	-	$8.78x10^{4}$	$4.72x10^{7}$	$1.71x10^{5}$	$1.13x10^{7}$	$3.01x10^{5}$	$8.19x10^{7}$
	ยี่ห้อ 2	$2.12x10^{7}$	-	-	$7.04x10^{4}$	$4.72x10^{7}$	$1.71x10^{5}$	$1.13x10^{7}$	-	$1.83x10^{8}$
ชมพู	ยี่ห้อ 1	$9.08x10^{7}$	-	-	$9.01x10^{4}$	$4.72x10^{7}$	$1.98x10^{5}$	$1.13x10^{7}$	-	$8.01x10^{6}$
	ยี่ห้อ 2	$9.08x10^{7}$	-	-	$6.51x10^{4}$	$4.72x10^{7}$	$1.43x10^{5}$	$1.13x10^{7}$	$3.01x10^{5}$	$3.61x10^{6}$
ส้ม	ยี่ห้อ 1	$9.08x10^{7}$	$7.33x10^{4}$	$6.86x10^{3}$	$1.78x10^{4}$	$1.89x10^{7}$	$8.18x10^{4}$	$6.27x10^{6}$	$1.42x10^{5}$	$9.79x10^{6}$
	ยี่ห้อ 2	$9.08x10^{7}$	$7.17x10^{4}$	$7.04x10^{3}$	$1.70x10^{4}$	$4.62x10^{7}$	$1.43x10^{5}$	$7.89x10^{6}$	$2.99x10^{4}$	$1.13x10^{7}$
เขียวขี้ม้า	ยี่ห้อ 1	$5.23x10^{7}$	$8.20x10^{4}$	$4.97x10^{3}$	$1.67x10^{4}$	$3.45x10^{6}$	$1.19x10^{5}$	$5.67x10^{6}$	$2.78x10^{5}$	$8.75x10^{7}$
	ยี่ห้อ 2	$4.99x10^{7}$	$1.03x10^{5}$	$7.04x10^{3}$	$1.86x10^{4}$	$2.90x10^{6}$	$1.12x10^{5}$	$4.81x10^{6}$	$2.70x10^{5}$	$2.92x10^{7}$
น้ำเงิน	ยี่ห้อ 1	$8.63x10^{7}$	$2.20x10^{5}$	$7.04x10^{3}$	$9.01x10^{4}$	$5.74x10^{5}$	$2.91x10^{5}$	$1.13x10^{7}$	$3.01x10^{5}$	$1.28x10^{7}$
	ยี่ห้อ 2	$8.70x10^{7}$	-	$7.04x10^{3}$	$2.99x10^{4}$	$5.71x10^{4}$	$3.08x10^{5}$	$9.77x10^{6}$	$2.58x10^{5}$	$2.99x10^{7}$
เทา	ยี่ห้อ 1	$9.08x10^{7}$	$2.20x10^{5}$	$7.04x10^{3}$	$2.78x10^{4}$	$9.51x10^{6}$	$2.18x10^{5}$	$1.13x10^{7}$	$3.01x10^{5}$	$4.38x10^{7}$
	ยี่ห้อ 2	$6.12x10^{7}$	$1.85x10^{5}$	$7.04x10^{3}$	$9.01x10^{4}$	$1.19x10^{7}$	$2.56x10^{5}$	$8.11x10^{6}$	$3.01x10^{5}$	$1.14x10^{8}$
ดำ	ยี่ห้อ 1	$9.08x10^{7}$	-	-	$6.36x10^{4}$	$4.72x10^{7}$	$3.42x10^{5}$	$1.13x10^{7}$	$3.01x10^{5}$	$6.72x10^{7}$
	ยี่ห้อ 2	$3.89x10^{7}$	$1.14x10^{5}$	$5.76x10^{3}$	$2.60x10^{4}$	$4.72x10^{7}$	$9.06x10^{4}$	$3.58x10^{6}$	$2.73x10^{5}$	$8.32x10^{7}$
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	$5.29x10^{7}$	$9.98x10^{4}$	$3.92x10^{3}$	$3.13x10^{3}$	$2.62x10^{6}$	$4.64x10^{4}$	$2.15x10^{6}$	$4.54x10^{4}$	$9.39x10^{6}$
	ยี่ห้อ 2	$4.19x10^{7}$	$2.01x10^{5}$	$3.14x10^{3}$	$3.16x10^{3}$	$2.45x10^{6}$	$7.07x10^{4}$	$3.18x10^{6}$	$3.47x10^{4}$	$1.12x10^{7}$

ตารางที่ 4.10 ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้ลิปสติกลอกเลียนแบบ (การรับสัมผัสทางผิวหนัง)

สีลิปสติก	ยี่ห้อ	MoS_{dermal}								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
แดง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	$1.58x10^{4}$	$4.47x10^{6}$	$4.88x10^{5}$	-	-	$1.84x10^{7}$
	ยี่ห้อ 2	-	-	-	-	$2.62x10^{6}$	$5.19x10^{5}$	-	-	$4.80x10^{7}$
ชมพู	ยี่ห้อ 1	$1.18x10^{7}$	-	-	-	$1.30x10^{6}$	$1.10x10^{6}$	$1.99x10^{6}$	-	$2.00x10^{7}$
	ยี่ห้อ 2	$1.37x10^{7}$	-	-	$1.58x10^{4}$	$3.86x10^{6}$	$4.36x10^{5}$	$1.99x10^{6}$	$5.27x10^{4}$	$1.43x10^{7}$
ส้ม	ยี่ห้อ 1	$1.25x10^{7}$	$1.31x10^{4}$	-	$5.05x10^{3}$	$7.07x10^{6}$	$1.10x10^{6}$	-	-	$7.41x10^{6}$
	ยี่ห้อ 2	$1.34x10^{7}$	$1.98x10^{4}$	-	$5.02x10^{3}$	$2.39x10^{6}$	$5.07x10^{5}$	$7.01x10^{5}$	$1.15x10^{4}$	$7.16x10^{6}$
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	-	-	$8.00x10^{2}$	$2.12x10^{3}$	$1.31x10^{6}$	$1.38x10^{5}$	$3.90x10^{5}$	$3.76x10^{4}$	$7.96x10^{7}$
	ยี่ห้อ 2	-	-	$3.70x10^{2}$	$4.84x10^{2}$	$5.00x10^{3}$	$6.05x10^{4}$	$1.85x10^{5}$	$2.95x10^{4}$	$8.84x10^{7}$
นู้ด	ยี่ห้อ 1	$8.56x10^{6}$	$3.98x10^{4}$	$7.83x10^{2}$	$2.26x10^{3}$	$1.44x10^{6}$	$5.78x10^{4}$	$8.06x10^{5}$	$5.27x10^{4}$	$1.50x10^{6}$
	ยี่ห้อ 2	$1.35x10^{7}$	$2.91x10^{4}$	$8.54x10^{2}$	$1.88x10^{3}$	$1.39x10^{6}$	$8.60x10^{4}$	$5.17x10^{5}$	$4.64x10^{4}$	$1.69x10^{6}$
ม่วง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	$3.36x10^{3}$	$4.91x10^{5}$	$3.28x10^{4}$	$4.80x10^{5}$	$5.27x10^{4}$	$8.89x10^{7}$
	ยี่ห้อ 2	$1.06x10^{7}$	-	$1.23x10^{3}$	$3.00x10^{3}$	$6.37x10^{5}$	$3.03x10^{4}$	$4.84x10^{5}$	$5.27x10^{4}$	$4.74x10^{7}$

ตารางที่ 4.11 ส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้ลิปสติกลอกเลียนแบบ (การรับสัมผัสทางการรับประทาน)

สีลิปสติก	ยี่ห้อ	$MoS_{ingestion}$								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
แดง	**ยี่ห้อ 1**	-	-	-	$1.58x10^{3}$	$4.47x10^{4}$	$7.43x10^{4}$	-	-	$1.84x10^{5}$
	ยี่ห้อ 2	-	-	-	-	$2.62x10^{4}$	$7.90x10^{4}$	-	-	$4.80x10^{5}$
ชมพู	**ยี่ห้อ 1**	$2.36x10^{4}$	-	-	-	$1.30x10^{4}$	$1.68x10^{5}$	$1.47x10^{4}$	-	$2.00x10^{5}$
	ยี่ห้อ 2	$2.74x10^{4}$	-	-	$1.58x10^{3}$	$3.86x10^{4}$	$6.64x10^{4}$	$1.47x10^{4}$	$7.02x10^{2}$	$1.43x10^{5}$
ส้ม	**ยี่ห้อ 1**	$2.50x10^{4}$	$1.31x10^{3}$	-	$5.05x10^{2}$	$7.07x10^{4}$	$1.68x10^{5}$	-	-	$7.41x10^{4}$
	ยี่ห้อ 2	$2.68x10^{4}$	$1.98x10^{3}$	-	$5.02x10^{2}$	$2.39x10^{4}$	$7.72x10^{4}$	$5.19x10^{3}$	$1.53x10^{2}$	$7.16x10^{4}$
น้ำตาล	**ยี่ห้อ 1**	-	-	$5.61x10^{3}$	$2.12x10^{2}$	$1.31x10^{4}$	$2.10x10^{4}$	$2.89x10^{3}$	$5.01x10^{2}$	$7.96x10^{5}$
	ยี่ห้อ 2	-	-	$2.60x10^{3}$	**48.38**	**50.01**	$9.20x10^{3}$	$1.37x10^{3}$	$3.94x10^{2}$	$8.84x10^{5}$
นู้ด	**ยี่ห้อ 1**	$1.71x10^{4}$	$3.98x10^{3}$	$5.49x10^{3}$	$2.26x10^{2}$	$1.44x10^{4}$	$8.80x10^{3}$	$5.97x10^{3}$	$7.02x10^{2}$	$1.50x10^{4}$
	ยี่ห้อ 2	$2.70x10^{4}$	$2.91x10^{3}$	$5.99x10^{3}$	$1.88x10^{2}$	$1.39x10^{4}$	$1.31x10^{4}$	$3.83x10^{3}$	$6.19x10^{2}$	$1.69x10^{4}$
ม่วง	**ยี่ห้อ 1**	-	-	-	$3.36x10^{2}$	$4.91x10^{3}$	$4.99x10^{3}$	$3.55x10^{3}$	$7.02x10^{2}$	$8.89x10^{5}$
	ยี่ห้อ 2	$2.11x10^{4}$	-	$8.65x10^{3}$	$3.00x10^{2}$	$6.37x10^{3}$	$4.62x10^{3}$	$3.58x10^{3}$	$7.02x10^{2}$	$4.74x10^{5}$

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

เครื่องสำอางเป็นสิ่งที่ใช้ในชีวิตประจำวัน โดยปัจจุบันผู้คนให้ความสำคัญกับความสวยความงามมากขึ้น ทำให้มีผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางหลากหลายรูปแบบเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค รวมถึงมีเครื่องสำอางลอกเลียนแบบซึ่งเลียนแบบเครื่องสำอางยี่ห้อที่มีราคาสูงวางขายทั่วไปตามห้างสรรพสินค้า ซุปเปอร์มาร์เก็ต และตลาดนัด โดยจำหน่ายในราคาถูกกว่าของแท้ ทำให้ผู้บริโภคหลงเชื่อและซื้อมาใช้งาน จึงได้รับสัมผัสโลหะหนักที่ปนเปื้อนโดยไม่ตั้งใจ การศึกษานี้ได้ศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนัก ได้แก่ เงิน แคดเมียม โคบอลต์ โครเมียม ทองแดง แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสีในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ พบว่าความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์และลิปสติกลอกเลียนแบบแต่ละสีมีค่าแตกต่างกันตามชนิดของเม็ดสีที่ใช้ ได้แก่ การตรวจพบเงินสูงในอายแชโดว์สีขาวและลิปสติกสีอ่อน พบแคดเมียมสูงในเครื่องสำอางสีส้ม พบโคบอลต์ โครเมียม และนิกเกิลสูงในเครื่องสำอางสีน้ำตาล พบทองแดงสูงในอายแชโดว์สีน้ำเงินและลิปสติกสีน้ำตาล พบแมงกานีสสูงในอายแชโดว์สีน้ำตาลและลิปสติกสีม่วง พบตะกั่วสูงทั้งในเครื่องสำอางสีส้มและสีน้ำตาล ส่วนสังกะสีพบในเครื่องสำอางที่มีโทนสีอ่อน

เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษากับมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559 และมาตรฐานของสหภาพยุโรปตาม Council Directive 76/768/EEC (2008) พบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่มีความเข้มข้นของโครเมียมและนิกเกิลเกินมาตรฐาน สำหรับแคดเมียมพบว่าความเข้มข้นของทุกตัวอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศไทยไม่เกินค่ามาตรฐาน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของสหภาพยุโรป พบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่เกินค่ามาตรฐาน ในส่วนของตะกั่วพบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของประเทศไทยมีจำนวนตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานของสหภาพยุโรป เนื่องจากกฎหมายของสหภาพยุโรปมีความเข้มงวดมากกว่ากฎหมายของประเทศไทย โดยสหภาพยุโรปไม่อนุญาตให้มีการปนเปื้อนของแคดเมียมและตะกั่วในผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสำเร็จรูปโดยเด็ดขาด

วิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบแต่ละสีโดยใช้สถิติ One-Way ANOVA พบว่าเครื่องสำอางแต่ละสีมีความเข้มข้นของโลหะหนักแตกต่างกัน

อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่าประเภทของเม็ดสีที่ใช้ในเครื่องสำอางมีผลต่อความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางแต่ละสี โดยอายแชโดว์และลิปสติกสีน้ำตาล (สีเข้ม) มีการปนเปื้อนของโลหะหนักสูงที่สุด

นอกจากนี้เมื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งและประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้งาน พบว่าอายแชโดว์ทุกตัวอย่างและลิปสติกส่วนใหญ่ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็ง และมีความปลอดภัยในการใช้งาน ยกเว้นลิปสติกสีน้ำตาลที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพอันเนื่องมาจากโครเมียมและทองแดง ดังนั้นการใช้ลิปสติกสีดังกล่าวจึงไม่ปลอดภัยในการใช้งาน

ถึงแม้ว่าเครื่องสำอางลอกเลียนแบบส่วนใหญ่ที่ใช้ในการศึกษานี้จะไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ แต่ก็ยังพบว่ามีเครื่องสำอางบางส่วนที่มีความเข้มข้นของโลหะหนักเกินกว่าที่กฎหมายกำหนด โดยเครื่องสำอางลอกเลียนแบบเหล่านี้ไม่ได้ผ่านการตรวจสอบและควบคุมจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ทำให้มีการใช้วัตถุดิบ สารเคมี สารให้สี และกระบวนการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน ดังนั้นทาง อย. ควรมีการบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวดต่อผู้ผลิตและนำเข้าเครื่องสำอางและมีการสุ่มตรวจเครื่องสำอางที่วางจำหน่ายอยู่เสมอ ในส่วนของผู้บริโภคเองควรเลือกซื้อเครื่องสำอางที่มีคุณภาพ แสดงฉลากภาษาไทยที่มีข้อมูลครบถ้วน เช่น แสดงชื่อและที่ตั้งของบริษัทผู้ผลิตหรือนำเข้า ส่วนประกอบในเครื่องสำอาง วันเดือนปีที่ผลิต เลขที่จดแจ้งกับ อย. เป็นต้น และนำเลขที่จดแจ้งไปตรวจสอบในเว็บไซต์ของ อย. เนื่องจากมีการปลอมแปลงเลขที่จดแจ้งในผลิตภัณฑ์ของบางบริษัท เพื่อเป็นการการันตีเบื้องต้นได้ว่าเครื่องสำอางดังกล่าวผ่านขั้นตอนการตรวจสอบทั้งสถานที่ผลิต กระบวนการผลิต อุปกรณ์ในการผลิต ส่วนผสมในเครื่องสำอาง ตลอดจนการบำรุงรักษาและการทำความสะอาดให้เป็นไปตามมาตรฐานการผลิตที่ดี (Good Manufacturing Practice; GMP) ไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงและผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในอนาคต

1. อาจเพิ่มการศึกษาเครื่องสำอางราคาถูกที่มียี่ห้อเป็นของตนเอง เช่น Sivanna odbo เป็นต้น รวมถึงอาจศึกษาเปรียบเทียบกับเครื่องสำอางราคาปานกลาง เช่น Maybelline L'Oreal เป็นต้น และเครื่องสำอางราคาแพง เช่น Dior Chanel เป็นต้น

2. อาจเพิ่มการศึกษาในเครื่องสำอางชนิดอื่น ๆ ที่มีการใช้เม็ดสี และได้รับสัมผัสทางการหายใจ เช่น สีทาเล็บ น้ำยาเปลี่ยนสีผม เป็นต้น

3. การย่อยแบบระบบปิด ช่วยป้องกันการระเหยของโลหะหนัก และมีความปลอดภัยต่อผู้ทดลองเนื่องจากไม่ต้องสัมผัสกับไอระเหยของสารโดยตรง

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมควบคุมโรค. (2557). **โรคจากแมงกานีส**. เข้าถึงเมื่อ http://envocc.ddc.moph.go.th/contents/view/63

กระทรวงสาธารณสุข [สธ]. (2555). **คู่มือวิชาการ เรื่อง แนวทางการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพประเภทการผลิต การบรรจุเครื่องสำอาง**. กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

เขมชิต ธนากิจชาญเจริญ นงนาถ เมฆรังสิมันต์ และสุรชัย ศิลามณีโชติ. (2551). **ประโยชน์และความเป็นพิษของแคดเมียม**. เข้าถึงได้จาก http://www.dss.go.th/images/starticle/cp_4_2551_Cadmium.pdf

ชลิดา เถาว์ชาลีตันติพิภพ. (2562). **ลิปสติกสีเข้ม "มีสารปนเปื้อน" มากกว่าลิปสติกสีอ่อน**. เข้าถึงได้จาก https://www.health-society.com/2015/08/contaminant/

ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. (2562). **สารานุกรมธาตุ Silver (Ag) เงิน**. เข้าถึงได้จาก https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet5/topic2/Ag.html

ชุลีกร ธนธิติกร. (2554). **Chromium**. เข้าถึงได้จาก http://www.summacheeva.org/index_thaitox_chromium.html

ณพัฐอร บัวฉุน. (2559). "การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในลิปสติก ด้วยเทคนิคอินดักทีฟลี่ คับเป้ิล พลาสมาออฟติคอล อิมิสชั่น สเปกโตรเมทรี (ไอซีพี–โออีเอส)." **วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์**, 11, 2: 85-95.

ดวงพร เหลี่ยวไชยพันธุ์. (2528). **สีผสมเครื่องสำอาง**. เชียงใหม่: ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นีระนารถ แจ้งทอง และปัทมา นพรัตน์. (2562). **การควบคุมภายในสำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ**. เข้าถึงได้จาก www.dss.go.th/images/st-article/cp_2_2546_iqc.pdf

บริษัท กันตาร์ เวิร์ลพาแนล (ไทยแลนด์). (2561). **ส่องตลาดผลิตภัณฑ์เพื่อความงามที่ต้องจับตามอง**. เข้าถึงได้จาก http://www.brandage.com/article/4274/-THAILAND-BEAUTY-MARKET

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง กำหนดสีที่อาจใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559. (2559). **ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 133, ตอนพิเศษ 254 ง (27 ตุลาคม)**.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อวัตถุที่ห้ามใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตเครื่องสำอาง พ.ศ. 2559. (2559). **ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 133, ตอนพิเศษ 114 ง (17 พฤษภาคม).**

พงศ์เทพ วิวรรธนะเดช. (2547). **การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ (Health Risk Assessment)**. เชียงใหม่: ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัย เชียงใหม่.

พระราชบัญญัติเครื่องสำอาง. (2558). **ราชกิจจานุเบกษา § เล่ม 132, ตอนที่ 86 ก**.

พฤหัส จันทร์นวล. (2550). **การปนเปื้อนของโลหะหนักที่มีในดิน น้ำ และตะกอนดิน**. เข้าถึงได้จาก http://eresearch.library.ssru.ac.th/bitstream/123456789/329/5/ird_286_56%20%284%29.pdf

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. (2561). **Cobalt 60 / โคบอลต์ 60**. เข้าถึงได้จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1524/cobalt-60โคบอลต์-60

โพสต์ทูเดย์. (2561). **พบเครื่องสำอางเกาหลี 8 ยี่ห้อปนเปื้อน "โลหะหนัก"**. เข้าถึงได้จาก https://www.posttoday.com/world/545322

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง (มอก.152-2555). (2555). **ราชกิจจานุเบกษา § เล่ม 129, ตอนพิเศษ 185ง**.

ราชบัณฑิตยสถาน. (2554). **พจนานุกรมฉบับบราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554**. เข้าถึงได้จาก http://www.royin.go.th/dictionary/

ศิริราช. (2562). **อันตรายจากแมงกานีส**. เข้าถึงได้จาก https://www.si.mahidol.ac.th/th/division/ophs/knowledge_detail.asp?id=21

ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2562). **ความเป็นพิษของทองแดง**. เข้าถึงได้จาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=296

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ. (2555ก). **ภัยร้ายจากโลหะหนัก ไม่รู้ไม่ได้แล้ว**. เข้าถึงได้จาก http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/chemical-hazards/item/91-ภัยร้ายจากโลหะหนัก-ไม่รู้ไม่ได้แล้ว

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการป้องกันและจัดการภัยพิบัติ. (2555ข). **พิษจากโลหะหนักที่ชื่อว่า แคดเมียม**. เข้าถึงได้จาก http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/chemical-hazards/item/

สยามเคมี. (2562ก). **โครเมียม (Chromium : Cr) ประโยชน์ และพิษโครเมียม**. เข้าถึงได้จาก https://www.siamchemi.com/โครเมียม/

สยามเคมี. (2562ข). **นิกเกิล (Ni) ประโยชน์ และพิษนิกเกิล**. เข้าถึงได้จาก https://www.siamchemi.com/นิกเกิล/

สยามเคมี. (2562ค). **ตะกั่ว (Lead : Pb) ประโยชน์ และพิษตะกั่ว**. เข้าถึงได้จาก https://www.siamchemi.com/ตะกั่ว/

สยามเคมี. (2562ง). **สังกะสี (Zn) ประโยชน์ และพิษสังกะสี**. เข้าถึงได้จาก

https://www.siamchemi.com/สังกะสี/

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา [อย]. (2562). **กฎหมายเกี่ยวกับเครื่องสำอาง**. เข้าถึงได้จาก http://www.fda.moph.go.th/sites/Cosmetic/SitePages/Laws.aspx

อรัญญา มโนสร้อย. (2529). **เครื่องสำอาง**. เชียงใหม่: คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

อุมาพร สุขม่วง. (2555). **สาระน่ารู้ การใช้ประโยชน์จากความสัมพันธ์เชิงเส้น**. เข้าถึงได้จาก http://blpd.dss.go.th/knowledge_el/knowledge_uma.pdf

ภาษาอังกฤษ

Airin, Z., and Yu, B. H. (2015). "Heavy metals contamination in lipsticks and their associated health risks to lipstick consumers." **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, 73: 191-195.

Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. (2002). **AOAC Guidelines for Single Laboratory Validation of Chemical Methods for Dietary Supplements and Botanicals**. Available from https://www.aoac.org/aoac_prod_imis/AOAC_Docs/StandardsDevelopment/SLV_Guidelines_Dietary_Supplements.pdf

Beatrice, B., Anna, P., Alessandro, A., and Giovanni, F. (2014). "Toxic metals contained in cosmetics: A status report." **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, 68: 447–467.

Bellinger, D. C. (2008). "Very low lead exposure and children's neurodevelopment." **Current Opinion in Pediatrics**, 20: 172–177.

Bruce, B. (2009). **Written communication from Clinical Assistant Professor of Dermatology**. University of Pennsylvania.

Campaign for Safe Cosmetics [CSC]. (2009). **No More Toxic Tub: Getting Contaminants Out of Children's Bath & Personal Care Products**. Available from http://www.safecosmetics.org/article.php?id=223

Canadian Med Health Supplies. (2019). **FD&C BLUE No.1 Aluminum Lake**. Available from https://canadianmedhealthsupplies.ca/products/fd-c-blue-no-1-aluminum-lake

Canwest News Service [CNS]. (2008). **Tories Won't List Leaded Lipsticks**. Available

from http://www.canada.com/topics/news/national/story.html?id=4b8f58b0-c225-4925-8e6e-3b41a3687626

Center for Disease Control and Prevention [CDC]. (2013). **Childhood Lead Poisoning Prevention Program**. Available from http://www.cdc.gov/nceh/lead/

Chauhan, A. S., Bhadauria, R., Singh, A. K., Lodhi, S. S., Chaturvedi, D. K., and Tomar, V. S. (2010). "Determination of lead and cadmium in cosmetic products." **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, 6: 92-97.

ChemFine International Co., L. (2019). **CAS 482-89-3 Indigo Blue Dyes/94% Vat Blue 1**. Available from https://www.alibaba.com/product-detail/CAS-482-89-3-Indigo-blue_62078256351.html

Chemistry Connection. (2018). **FD&C RED no 40 Aluminum Lake 1 Oz**. Available from https://www.saveoncitric.com/fdredno40all1.html

Chemistry Learner. (2019). **Barium Sulfate**. Available from http://www.chemistrylearner.com/barium-sulfate.html

Choi, C. M., Hwang, Y. S., Park, A. S., Jung, S. J., Kim, H. J., and Kim, J. H. (2014). "A Study on Heavy Metal Concentrations of Color Cosmetics in Korea Market." **Journal of the Society of Cosmetic Scientists of Korea**, 40, 3: 269-278. doi:10.15230/SCSK.2014.40.3.269

Chukwujindu, M. A., Francisca, I. B., Grace, O., Godswill, O. T., and Bice, S. M. (2016). "Concentrations and exposure risks of some metals in facial cosmetics." **Nigeria Toxicology Reports**, 3: 464–472.

Ekrem, P., Husein, N., Huska, J., and Aldina, A. (2019). "Determination of Heavy Metals in Hair Dyes by the Atomic Absorption Spectrophotometry. New Technologies." **Development and Application**: 561-567. doi:10.1007/978-3-319-90893-9_65

Environmental Working Group [EWG]. (2004). **Exposures Add Up – Survey Results**. Available from <http://www.ewg.org/skindeep/2004/06/15/exposures-add-up survey-results/HC-SC

Essentially Natural. (2019). **Iron Oxide - Black (Organic)**. Available from https://essentiallynatural.co.za/products/iron-oxide-lavanya-black

EUR-Lex.europa.eu. (2010). **Council Directive of 27 July 1976 on the approximation of the laws of the Member States relating to cosmetic products**

(76/768/EEC). Available from https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1976L0768:20100301:en:PDF

Exim India Corporation. (2019a). **High Quality Tartrazine (CAS No.1934-21-0), FD&C Yellow 5, E102 in India**. Available from https://www.alibaba.com/product-detail/High-quality-Tartrazine-CAS-No-1934_50030059029.html

Exim India Corporation. (2019b). **Top Grade FD&C Blue No 2 / Indigo Carmine Used For Food Industries in India**. Available from https://eximindiacorporation.trustpass.alibaba.com/product/50039771332-231624712/Top_grade_FD_C_blue_No_2_Indigo_Carmine_Used_For_Food_Industries_in_India.html

Florilegius. (2019). **Dactylopius Coccus**. Available from https://www.alamy.com/ stock-photo-cochineal-beetle-dactylopius-coccus-coccus-cacti-on-a-prickly-pear-91140722.html

Food and Drug Administration [FDA]. (2009). **Lipstick and Lead: Questions and Answers**. Available from http://www.fda.gov/Cosmetics/

Ghaderpoori, M., Kamarehie, B., Jafari, A., Alinejad, A. A., Hashempour, T., Saghi, M. H., and Ferrante, M. (2019). "Health risk assessment of heavy metals in cosmetic products sold in Iran: the Monte Carlo simulation." **Environmental Science and Pollution Research**, 27: 7588–7595.

Godt, J., Scheidig, F., Grosse-Siestrup, C., Esche, V., Brandenburg, P., Reich, A., and Gronenberg, D. A. (2006). "The toxicity of cadmium and resulting hazards for human health." **Journal of Occupational Medicine and Toxicology**, 1: 1–6. doi:10.1186/1745-6673-1-22

Greening Ingredients Naturals & Services. (2018). **Cochineal Extract**. Available from https://www.green-ingredients.com/en/produit/cochineal-extract/

Hadrup, N., Sharma, A. K., and Loeschner, K. (2018). "Toxicity of silver ions, metallic silver, and silver nanoparticle materials after in vivo dermal and mucosal surface exposure: A review." **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, 98: 257-267. doi:10.1016/j.yrtph.2018.08.007

Hamed, N., Majid, S., Omid, M. M., Jafar, A., Katayoun, M. S., Raouf, A., . . . Mahgol, T. (2016). "Evaluation of heavy metal content of some lipsticks in Iran market."

Pharmaceutical and Biomedical Research, 2, 3: 31-37. doi:10.18869/acadpub.pbr.2.3.3

Health Canada-Sante Canada [HC-SC]. (2012). **Guidance on Heavy Metal Impurities in Cosmetics**. Available from http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/indust/heavy_metals-metaux_lourds/index-eng.php

Helmenstine, A. M. (2018). **Aqua Regia Acid Solution**. Available from https://www.thoughtco.com/making-aqua-regia-acid-solution-603641

Hogeling, M., and Pratt, M. (2008). "Dermatitis." 19, 2: 86-89.

In-cosmetics. (2019). **D&C Red No. 30**. Available from https://latinamerica.in-cosmetics.com/en/Exhibitors/5555946/Neelikon-Food-Dyes-And-Chemicals-Ltd/Products/1495516/DC-Red-No-30

India Mart. (2019a). **Pigment Orange 5**. Available from https://www.indiamart.com/proddetail/pigment-orange-5-14849707712.html

India Mart. (2019b). **Pigment Red 4**. Available from https://www.indiamart.com/proddetail/pigment-red-4-19683752755.html

India Mart. (2019c). **Basic Rhodamine B / Basic Violet 10, Packaging Type: Drum**. Available from https://www.indiamart.com/proddetail/basic-rhodamine-b-basic-violet-10-21087488788.html

India Mart. (2019d). **Carbon Black Powder**. Available from https://www.indiamart.com/proddetail/carbon-black-powder-14382145897.html

India Mart. (2019e). **Magnesium Carbonate Powder**. Available from https://www.indiamart.com/proddetail/magnesium-carbonate-powder-14254526873.html

Indotrading. (2018). **Talcum Powder Jenis Micro Talc Untuk Bahan Campuran Pigment TiO2**. Available from https://www.indotrading.com/product/harga-talcum-powder-p509278.aspx

Insight, A. (2020). **Nickel free makeup**. Available from https://www.allergy-insight.com/nickel-free-makeup/

International Agency for Research on Cancer [IARC]. (2018). **Agents Classified by the IARC Monographs, Volumes–1–124**. Available from https://monographs.iarc.fr/list-of-Classifications

Jena, A. (2019). **novAA 800D**. Available from https://www.ajindia.com/products/analytical-instrumentation/atomic-absorption-spectrometry/flame-graphite-furnac e-technique/novaar-800-d.html?L=1

JQ Chemicals. (2019a). **D&C Red 17 Oil Soluble Dyes Cosmetics Powders**. Available from https://jqchemicals.en.alibaba.com/product/60770088484-806455392/CI_26100_D_C_Red_17_Oil_Soluble_dye_cosmetic_pigment_powder.html

JQ Chemicals. (2019b). **CI 15880 D&C Red 34 Ca Lake (C24-012) Cosmetic Pigment for Lipstick**. Available from https://www.alibaba.com/product-detail/CI-15880-D-C-Red-34_60756345511.html

JQ Chemicals. (2019c). **D&C Orange 4**. Available from https://www.alibaba.com/product-detail/D-C-Orange-4_60755791066.html

JQ Chemicals. (2019d). **Cosmetic Oil Doluble Dye D&C Green 6 CI 61565**. Available from https://jqchemicals.en.alibaba.com/product/60755799879-806601296/Cosmetic_oil_soluble_dye_D_C_Green_6_CI_61565.html

JQ Chemicals. (2019e). **Acid Yellow 1 CI 10316 Hair Dye**. Available from https://www.alibaba.com/product-detail/acid-yellow-1-CI-10316-hair_60769188296.html

Khalid, A., Bukhari, I., Riaz, M., Rehman, G., AIN, Q. U., BOKHARI, T. H., and MUNIR, S. (2013). "Determination of Lead, Cadmium, Chromium, and Nickel in Different Brands of Lipsticks." **IJBPAS**, 2, 5: 1003-1009.

LabMakelaar Benelux B.V. (N.d.). **Carbolite CSF 11/7 Ashing-/Chamber/Muffle Furnace Max. 1100°C.** Available from https://www.labmakelaar.com/eng/detail/ovens-incubators-climate-/muffle-furnace/9143-carbolite-csf-11-7-verassingsoven-kameroven-moffeloven-max1100c/9143

Lansdown, A. B., and Sampson, b. (1996). "Dermal toxicity and percutaneous absorption of cadmium in rats and mice." **Lab Anim Sci**, 46, 5: 549-554.

Lim, D. S., Roh, T. H., Kim, M. K., Kwon, Y. C., Choi, S. M., Kwack, S. J., and Lee, B. M. (2018). "Non-cancer, cancer, and dermal sensitization risk assessment of heavy metals in cosmetics." **Journal of Toxicology and Environmental Health**, 81, 11: 1-21.

Lim, J. S. J., Ho, Y. B., and Hamsan, H. (2017). "Heavy metals contamination in eye

shadows sold in Malaysia and user's potential health risks." **Annals of Tropical Medicine and Public Health**, 10, 1: 56-64.

Loreal Paris. (N.d.). **Lipstick**. Available from https://www.loreal-paris.co.th/search?searchKeyWords=lipstick

Martins, N. N., Osamu, I. L., and Kolawole, A. J. (2016). "Evaluation of heavy metals in some cosmetics products in Lagos Nigeria. International." **Journal of Science and Society YABATECH**, 4, 1: 16-24.

Masterpigments. (2021). **Azurite Pigments**. Available from https://www.masterpigments.com/azurite-pigments/

Mathap, G., Limchawfar, B., Sujaritvanichpong, S., Booncharoentaweesuk, P., Chutimatorn, N., and Thanawadee, R. (2011). "Direct Determination of Heavy Metal (Pb, Cd, Mn, Cr, Cu, Ni) Contaminants in Lipsticks in Thai Market." **Malaysian Journal of Chemistry**, 13, 1: 023 – 025.

Mildsoapandcosmetic. (2021). **Lake brown**. Available from http://www.mildsoapandcosmetic.com/product/1915

Mineral Makeup Ingredients. (2015a). **Ultramarine Blue Pigment**. Available from http://www.mineralmakeupingredients.co.uk/Buy-Ultramarine-Pigment

Mineral Makeup Ingredients. (2015b). **Ultramarine Pink Pigment**. Available from http://www.mineralmakeupingredients.co.uk/epages/BT3899.sf/en_GB/?ObjectPath=/Shops/BT3899/Products/300ULTAPK/SubProducts/002OXIDE-0001%5B2%5D

Mineral Makeup Ingredients. (2015c). **Chromium Oxide Green**. Available from http://www.mineralmakeupingredients.co.uk/Chromium-Dioxide-Green

Mineral Makeup Ingredients. (2015d). **Titanium Dioxide**. Available from http://www.mineralmakeupingredients.co.uk/epages/BT3899.sf/en_GB/?ObjectID=8974139

Mineral Makeup Ingredients. (2015e). **Zinc Oxide**. Available from http://www.mineralmakeupingredients.co.uk/epages/BT3899.sf/en_GB/?ObjectID=9013018

New Zealand Candle Supplies. (2019). **D&C Lake Red**. Available from https://nzcandlesupplies.nz/products/d-c-lake-red-6

Omolaoye, J. A., Uzairu, A., and Gimba, C. E. (2012). "Heavy metal assessment of some eye shadow products imported into Nigeria from China." **Scholars Research**

Library, 2, 5: 76-84.

Orisakwe, O. E., and Otaraku, J. O. (2013). "Metal concentrations in cosmetics commonly used in Nigeria." **The Scientific World Journal**. doi:10.1155/2013/959637

Paopincerna1882. (2019). **D&C Violet No 2 (Insoluble Pigment) (ci60725) Lake Powder 25g Oil Soluble Vivid**. Available from https://www.ebay.com/itm/D-C-Violet-No-2-insoluble-pigment-ci60725-Lake-Powder-25g-Oil-Soluble-Vivid-/264193254339

Raina Abd, E. A., Mostafa, M. S. A., and Gihan, H. (2017). "Health risk assessment of some heavy metals in cosmetics in common use." **International Journal of Environmental Science and Toxicology Research**, 5, 3: 53-62.

Reade International Corp. (2018a). **Yellow Iron Oxide Powder / Pigment**. Available from https://www.reade.com/products/yellow-iron-oxide-powder-pigment

Reade International Corp. (2018b). **Alumina Powder (Al2O3)**. Available from https://www.reade.com/products/alumina-powder-al2o3

Reade International Corp. (2018c). **Calcium Carbonate Ca(CO3) Powder**. Available from https://www.reade.com/products/calcium-carbonate-ca-co3-powder

Regulation (EC) No 1223/2009. (2009). **The European Parliament and of the Council of 30 November 2009 on Cosmetic Products**.

Sabah, E. A. E., Hassan, M. A., and Almoeiz, Y. H. (2013). "The hazards of hidden heavy metals in face make-ups." **British Journal of Pharmacology and Toxicology**, 4, 5: 188-193.

Sani, A., Gaya, M. B., and Abubakar, F. A. (2016). "Determination of some heavy metals in selected cosmetic products sold in kano metropolis, Nigeria." **Toxicology Reports**, 3: 866-869. doi:10.1016/j.toxrep.2016.11.001

SCCS/1501/12. (2012). **The SCCS Notes of Guidance for the Testing of Cosmetic Ingredients and Their Safety Evaluation**. Available from https://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_s_006.pdf

SCCS/1564/15. (2016). **The SCCS Notes of Guidance for the Testing of Cosmetic Ingredients and Their Safety Evaluation**. Available from http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/consumer_safety/docs/sccs_o_190.pdf

Secret Weapon. (2019). **Weathering Pigment – Clay Brown**. Available from http://www.secretweaponminiatures.com/index.php?main_page=product_info&products_id=68

Seeds Gallery. (N.d.). **Annatto, Lipstick Tree Seeds (Bixa Orellana)**. Available from https://www.seeds-gallery.shop/en/home/annatto-lipstick-tree-seeds-bixa-orellana.html

Sephora. (2019). **Editors' Picks**. Available from https://www.sephora.com/

Shoprho. (2019). **1 oz Mica – Carmine Red Powder ~ Natural Soap Cosmetics Pigment Colorant**. Available from https://www.ebay.com/itm/1-oz-MICA-CARMINE-RED-Powder-Natural-Soap-Cosmetics-Pigment-Colorant-/162459695159

Simmons, M. (2017). **Yellow 11 — Toxicity, Side Effects, Diseases and Environmental Impacts**. Available from https://www.chemicals.news/2017-11-16-yellow-11-toxicity-side-effects-diseases-and-environmental-impacts.html

Soapmaker. (2019). **Annatto Powder**. Available from <https://soapmakers-store.com/shop /soap-making-ingredients/natural-colours/annatto-powder/

SPW Industrial. (2019). **Thermolyne Type 2200**. Available from https://cdn11.bigcommerce.com/s-46jufh/images/stencil/608x608/products/705422/534255/262453297802__76287.1466810309.jpg?c=2

Steiling, W., Buttgereit, P., Hall, B., O'Keeffe, L., Safford, B., Tozer, S., and Coroama, M. (2012). "Skin exposure to deodorants / antiperspirants in aerosol form." **Food and Chemical Toxicology**, 50, 6: 2206-2215.

Swierczek, L., CieSlik, B., Matysiak, A., and Konieczka, P. (2019). "Determination of heavy metals in eyeshadows from China." **Monatshefte für Chemie - Chemical Monthly**. doi:10.1007/s00706-019-02467-7

The Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ASTDR]. (2017). **ATSDR's Substance Priority List**. Available from https://www.atsdr.cdc.gov/SPL/

Thompson, L. (2011). **Cobalt in Cosmetics: Is it safe?** Available from https://feelgoodstyle.com/articles/cobalt-in-cosmetics/

Thyssen, J. P., and Menne, T. (2010). "Metal allergy – a review on exposures, penetration, genetics, prevalence, and clinical implications." **Chemical Research**

in Toxicology, 23, 2: 309-318. doi:10.1021/tx9002726

TKB Trading. (2019a). **Carmine**. Available from https://tkbtrading.com/products/carmine-powdered

TKB Trading. (2019b). **D&C Green #5 Pure Dye (90%)**. Available from https://tkbtrading.com/products/dc-green-5-pure-dye-90

TKB Trading. (2019c). **D&C Yellow 10 Alum Lake**. Available from https://tkbtrading.com/products/dc-yellow-10-alum-lake

United States Environmental Protection Agency [US EPA]. (1989). **Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part A). EPA/540/1-9/002.**

United States Environmental Protection Agency [US EPA]. (1997). **Exposure factors handbook. Washington, DC, USA : Office of Research and Development**.

United States Environmental Protection Agency [US EPA]. (2003). **IRIS Database for Risk Assessment**. Available from http://www.epa.gov/iris

United States Environmental Protection Agency [US EPA]. (2011). **IRIS Database for Risk Assessment**. Available from http://www.epa.gov/iris

University of Minnesota. (N.d.). **FD&C Green No. 3**. Available from https://sites.google.com/a/umn.edu/phar6157s13/home/fd-c-green-no-3

Uter, W., Aberer, W., Armario-Hita, J. C., Fernandez-Vozmediano, J. M., Ayala, F., Balato, A., and Bauer, A. (2012). "Current patch test results with the European baseline series and extensions to it from the 'European Surveillance System on Contact Allergy' network, 2007–2008." **Contact Dermatitis**, 67: 9–19.

WebMD. (2020). **What Is Argyria?** Available from https://www.webmd.com/skin-problems-and-treatments/argyria-overview#1

Weifang Tansen Yiang International Trading co., L. (N.d.). **Vat Blue 6 of High Quality CAS NO.130-20-1**. Available from https://tsya.lookchem.com/products/Cas No-130-20-1-Vat-Blue-6-of-high-quality-CAS-NO-130-20-1-23217359.html

Wuhan Hengheda Pharm Co., L. (2019). **Orange Dye Citrus Red 2 Solvent Red 80 CAS 6358-53-8**. Available from https://www.alibaba.com/product-detail/Orange-dye-Citrus-Red-2-Solvent_1407748321.html

Ziarati, P., Moghimi, S., Arbabi-Bidgoli, S., and Qomi, M. (2012). "Risk Assessment of

heavy metal contents (lead and cadmium) in lipsticks in Iran." **International Journal of Chemical Engineering and Applications**, 3, 4: 450-452.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

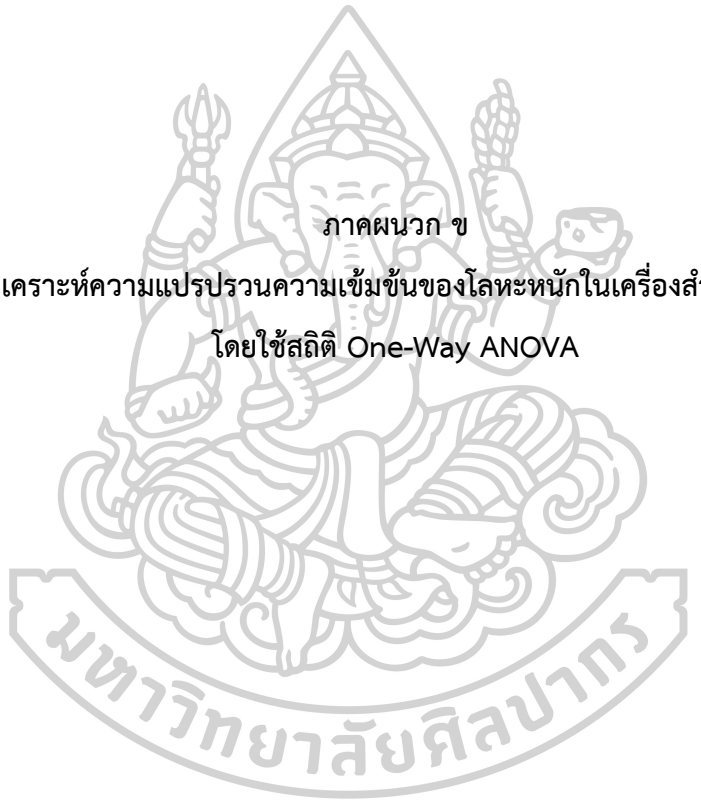
ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

ตารางที่ ก.1 ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์ลอกเลียนแบบ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

สี	ยี่ห้อ	ชนิดโลหะหนัก								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
ม่วง	ยี่ห้อ 1	ND	ND	ND	<4.84	ND	71.38±1.62	ND	<12.68	2.96±0.21
	ยี่ห้อ 2	<0.40	<0.33	ND	7.49±0.19	ND	63.40±1.18	<3.46	ND	16.24±0.54
ขาว	ยี่ห้อ 1	1.26±0.06	ND	ND	4.97±0.32	<1.23	77.99±0.64	<3.46	<12.68	5.32±0.20
	ยี่ห้อ 2	1.71±0.08	ND	ND	6.19±0.38	<1.23	77.99±0.60	<3.46	ND	2.38±0.32
ชมพู	ยี่ห้อ 1	<0.40	ND	ND	<4.84	<1.23	67.57±3.41	<3.46	ND	54.44±4.35
	ยี่ห้อ 2	<0.40	ND	ND	6.70±0.18	<1.23	93.58±1.98	<3.46	<12.68	120.66±4.26
ส้ม	ยี่ห้อ 1	<0.40	0.99±0.07	6.04±0.36	24.51±1.03	3.07±0.31	163.49±2.78	6.25±0.43	26.94±1.36	44.53±4.17
	ยี่ห้อ 2	<0.40	1.01±0.03	<5.88	25.60±1.11	1.26±0.15	93.73±1.17	4.97±0.40	127.40±3.40	38.62±3.27
เขียว	ยี่ห้อ 1	0.69±0.08	0.89±0.08	8.34±0.20	26.10±0.38	16.83±0.48	112.19±2.05	6.92±0.19	13.72±0.87	4.98±0.53
ขี้ม้า	ยี่ห้อ 2	0.73±0.08	0.71±0.06	<5.88	23.40±0.33	20.02±0.62	119.30±3.12	8.15±0.32	14.12±1.52	14.92±2.12
น้ำเงิน	ยี่ห้อ 1	0.42±0.10	<0.33	<5.88	<4.84	101.20±3.21	45.94±1.32	<3.46	<12.68	33.93±3.28
	ยี่ห้อ 2	0.42±0.08	ND	<5.88	14.58±0.14	1,017.05±39.71	43.44±1.66	4.01±0.11	14.78±0.48	14.57±0.45
เทา	ยี่ห้อ 1	<0.40	<0.33	<5.88	15.70±0.17	6.11±0.22	61.21±2.25	<3.46	<12.68	9.95±0.89
	ยี่ห้อ 2	0.59±0.04	0.39±0.06	<5.88	<4.84	4.90±0.17	52.22±1.74	4.84±0.06	<12.68	3.82±0.42
ดำ	ยี่ห้อ 1	<0.40	ND	ND	6.85±0.55	<1.23	39.06±1.38	<3.46	<12.68	6.49±0.16
	ยี่ห้อ 2	0.93±0.05	0.64±0.03	7.19±0.32	16.74±0.30	<1.23	147.59±2.69	10.96±0.32	13.95±0.25	5.24±0.39
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	0.69±0.01	0.73±0.10	10.57±0.18	139.18±5.35	22.22±0.28	287.78±2.89	18.28±0.13	84.08±2.43	46.41±1.95
	ยี่ห้อ 2	0.87±0.07	0.36±0.02	13.19±0.64	137.73±3.43	23.74±0.27	189.01±1.13	12.35±0.08	109.98±3.80	38.81±1.37
LOQ		0.40	0.33	5.88	4.84	1.23	2.12	3.46	12.68	0.74
LOD		0.13	0.11	1.96	1.62	0.48	0.71	1.15	4.22	0.19

ตารางที่ ก.2 ผลวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกลอกเลียนแบบ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

สี	ยี่ห้อ	ชนิดโลหะหนัก								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
แดง	ยี่ห้อ 1	ND	ND	ND	<2.42	1.14±0.11	2.40±0.17	ND	ND	2.07±0.06
	ยี่ห้อ 2	ND	ND	ND	ND	1.94±0.37	2.25±0.26	ND	ND	0.79±0.07
ชมพู	ยี่ห้อ 1	0.27±0.01	ND	ND	ND	3.90±0.06	<1.06	<1.73	ND	1.91±0.09
	ยี่ห้อ 2	0.23±0.01	ND	ND	<2.42	1.32±0.25	2.68±0.38	<1.73	<6.34	2.66±0.49
ส้ม	ยี่ห้อ 1	0.25±0.01	0.48±0.05	ND	7.55±0.76	<0.72	<1.06	ND	ND	5.15±0.42
	ยี่ห้อ 2	0.24±0.07	0.32±0.01	ND	7.60±0.65	2.13±0.07	2.31±0.19	4.90±0.13	29.01±0.99	5.33±0.23
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	ND	ND	4.53±0.19	18.00±1.04	3.89±0.31	8.49±0.32	8.81±0.60	8.88±0.59	0.48±0.22
	ยี่ห้อ 2	ND	ND	9.80±0.32	78.87±3.74	1,017.24±7.43	19.35±0.76	18.54±0.09	11.31±0.48	0.43±0.11
นู้ด	ยี่ห้อ 1	0.37±0.06	0.16±0.02	4.63±0.32	16.89±1.46	3.52±0.20	20.24±1.10	4.26±0.35	<6.34	25.51±0.10
	ยี่ห้อ 2	0.24±0.04	0.22±0.03	4.25±0.17	20.34±1.06	3.67±0.07	13.60±0.90	6.64±0.46	7.19±0.64	22.65±0.79
ม่วง	ยี่ห้อ 1	ND	ND	ND	11.35±1.65	10.35±1.04	35.70±2.97	7.16±0.75	<6.34	0.43±0.12
	ยี่ห้อ 2	0.30±0.02	ND	<2.94	12.70±1.85	7.99±0.23	38.58±2.65	7.10±0.90	<6.34	0.81±0.07
LOQ		0.20	0.16	2.94	2.42	0.72	1.06	1.73	6.34	0.37
LOD		0.07	0.06	0.98	0.81	0.24	0.35	0.58	2.11	0.10



ภาคผนวก ข

ผลวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางแต่ละสี

โดยใช้สถิติ One-Way ANOVA

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดในอายแชโดว์ลอกเลียนแบบยี่ห้อที่ 1 แต่ละสี

ชนิดโลหะหนัก	ความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์ยี่ห้อ 1 (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)								
	ม่วง	ขาว	ชมพู	ส้ม	เขียวขี้ม้า	น้ำเงิน	เทา	ดำ	น้ำตาล
Ag	ND^{a}	1.26^{f}	<LOQ^{bc}	<LOQ^{b}	0.69^{e}	0.42^{d}	<LOQ^{bc}	<LOQ^{c}	0.69^{e}
Cd	ND^{a}	ND^{a}	ND^{a}	0.99^{f}	0.89^{e}	<LOQ^{b}	<LOQ^{c}	ND^{a}	0.73^{d}
Co	ND^{b}	ND^{ab}	ND^{a}	6.04^{e}	8.34^{f}	<LOQ^{c}	<LOQ^{d}	ND^{b}	10.57^{g}
Cr	<LOQ^{a}	4.97^{ab}	<LOQ^{a}	24.51^{d}	26.10^{d}	<LOQ^{ab}	15.70^{c}	6.85^{b}	139.18^{e}
Cu	ND^{a}	<LOQ^{a}	<LOQ^{a}	3.07^{b}	16.83^{d}	101.20^{f}	6.11^{c}	<LOQ^{a}	22.22^{e}
Mn	71.38^{e}	77.99^{f}	67.57^{d}	163.49^{h}	112.19^{g}	45.94^{b}	61.21^{c}	39.06^{a}	287.78^{i}
Ni	1.10^{a}	<LOQ^{d}	<LOQ^{b}	6.25^{e}	6.92^{f}	<LOQ^{bc}	<LOQ^{d}	<LOQ^{cd}	18.28^{g}
Pb	<LOQ^{a}	<LOQ^{bc}	ND^{a}	26.94^{e}	13.72^{d}	<LOQ^{c}	<LOQ^{ab}	<LOQ^{c}	84.08^{f}
Zn	2.96^{a}	5.32^{a}	54.44^{e}	44.53^{d}	4.98^{a}	33.93^{c}	9.95^{b}	6.49^{ab}	46.41^{d}

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดในอายแชโดว์ลอกเลียนแบบยี่ห้อที่ 2 แต่ละสี

ชนิดโลหะหนัก	ความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์ยี่ห้อ 2 (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)								
	ม่วง	ขาว	ชมพู	ส้ม	เขียวขี้ม้า	น้ำเงิน	เทา	ดำ	น้ำตาล
Ag	<LOQ^{a}	1.71^{f}	<LOQ^{b}	<LOQ^{a}	0.73^{d}	0.42^{b}	0.59^{c}	0.93^{e}	0.87^{e}
Cd	<LOQ^{b}	ND^{a}	ND^{ab}	1.01^{f}	0.71^{e}	ND^{ab}	0.39^{c}	0.64^{d}	0.36^{c}
Co	ND^{a}	ND^{a}	ND^{a}	<LOQ^{b}	<LOQ^{c}	<LOQ^{b}	<LOQ^{b}	7.19^{d}	13.19^{e}
Cr	7.49^{b}	6.19^{ab}	6.70^{b}	25.60^{f}	23.40^{e}	14.58^{c}	<LOQ^{a}	16.74^{d}	137.73^{g}
Cu	ND^{a}	<LOQ^{b}	<LOQ^{b}	1.26^{c}	20.02^{c}	1,017^{d}	4.90^{c}	<LOQ^{b}	23.74^{c}
Mn	63.40^{c}	77.99^{d}	93.58^{e}	93.73^{e}	119.30^{f}	43.44^{a}	52.22^{b}	147.59^{g}	189.01^{h}
Ni	<LOQ^{b}	<LOQ^{ab}	<LOQ^{a}	4.97^{d}	8.15^{e}	4.01^{c}	4.84^{d}	10.96^{f}	12.35^{g}
Pb	ND^{a}	ND^{a}	<LOQ^{ab}	127.40^{e}	14.12^{c}	14.78^{c}	<LOQ^{b}	13.95^{c}	109.98^{d}
Zn	16.24^{b}	2.38^{a}	120.66^{d}	38.62^{c}	14.92^{b}	14.57^{b}	3.82^{a}	5.24^{a}	38.81^{c}

ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดในลิปสติกลอกเลียนแบบยี่ห้อ 1 แต่ละสี

ชนิดโลหะหนัก	ความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกยี่ห้อ NARS (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)					
	แดง	ชมพู	ส้ม	น้ำตาล	นู้ด	ม่วง
Ag	ND^{a}	0.27^{b}	0.25^{b}	ND^{a}	0.37^{c}	ND^{a}
Cd	ND^{a}	ND^{a}	0.48^{c}	ND^{a}	0.16^{b}	ND^{a}
Co	ND^{a}	ND^{a}	ND^{a}	4.53^{b}	4.63^{b}	ND^{a}
Cr	<LOQ^{a}	ND^{a}	7.55^{b}	18.00^{d}	16.89^{d}	11.35^{c}
Cu	1.14^{a}	3.90^{b}	<LOQ^{a}	3.89^{b}	3.52^{b}	10.35^{c}
Mn	2.40^{a}	<LOQ^{a}	<LOQ^{a}	8.49^{b}	20.24^{c}	35.70^{d}
Ni	ND^{a}	<LOQ^{a}	ND^{a}	8.81^{d}	4.26^{b}	7.16^{c}
Pb	ND^{a}	ND^{b}	ND^{ab}	8.88^{e}	<LOQ^{d}	<LOQ^{c}
Zn	2.07^{b}	1.91^{b}	5.15^{c}	0.48^{a}	25.51^{d}	0.43^{a}

ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดในลิปสติกลอกเลียนแบบยี่ห้อ 2 แต่ละสี

ชนิดโลหะหนัก	ความเข้มข้นของโลหะหนักในลิปสติกยี่ห้อ 3CE (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)					
	แดง	ชมพู	ส้ม	น้ำตาล	นู้ด	ม่วง
Ag	ND^{a}	0.23^{b}	0.24^{b}	ND^{a}	0.24^{b}	0.30^{c}
Cd	ND^{a}	ND^{a}	0.32^{c}	ND^{a}	0.22^{b}	ND^{a}
Co	ND^{a}	ND^{a}	ND^{a}	9.80^{d}	4.25^{c}	<LOQ^{b}
Cr	ND^{a}	<LOQ^{a}	7.60^{b}	78.87^{e}	20.34^{d}	12.70^{c}
Cu	1.94^{a}	1.32^{a}	2.13^{a}	1,017^{c}	3.67^{ab}	7.99^{b}
Mn	2.25^{a}	2.68^{a}	2.31^{a}	19.35^{c}	13.60^{b}	38.58^{d}
Ni	ND^{a}	<LOQ^{a}	4.90^{b}	18.54^{d}	6.64^{c}	7.10^{c}
Pb	ND^{a}	<LOQ^{b}	29.01^{e}	11.31^{d}	7.19^{c}	<LOQ^{b}
Zn	0.79^{a}	2.66^{b}	5.33^{c}	0.43^{a}	22.65^{d}	0.81^{a}

ภาคผนวก ค
การประเมินการได้รับสัมผัสทางผิวหนัง และการได้รับสัมผัสทางการรับประทาน (เฉพาะลิปสติก)

ตารางที่ ค.1 ความเข้มข้นของโลหะหนักเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัสทางผิวหนังจากการใช้อายแชโดว์ลอกเลียนแบบ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)

สี	ยี่ห้อ	ADD_{dermal}								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
ม่วง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	$6.66x10^{-8}$	-	$9.83x10^{-7}$	-	$1.75x10^{-7}$	$4.08x10^{-8}$
	ยี่ห้อ 2	$5.51x10^{-9}$	$4.54x10^{-9}$	-	$1.03x10^{-7}$	-	$8.73x10^{-7}$	$4.76x10^{-8}$	-	$2.24x10^{-7}$
ขาว	ยี่ห้อ 1	$1.74x10^{-8}$	-	-	$6.84x10^{-8}$	$1.69x10^{-8}$	$1.07x10^{-6}$	$4.76x10^{-8}$	$1.75x10^{-7}$	$7.33x10^{-8}$
	ยี่ห้อ 2	$2.36x10^{-8}$	-	-	$8.52x10^{-8}$	$1.69x10^{-8}$	$1.07x10^{-6}$	$4.76x10^{-8}$	-	$3.27x10^{-8}$
ชมพู	ยี่ห้อ 1	$5.51x10^{-9}$	-	-	$6.66x10^{-8}$	$1.69x10^{-8}$	$9.30x10^{-7}$	$4.76x10^{-8}$	-	$7.49x10^{-7}$
	ยี่ห้อ 2	$5.51x10^{-9}$	-	-	$9.22x10^{-8}$	$1.69x10^{-8}$	$1.29x10^{-6}$	$4.76x10^{-8}$	$1.75x10^{-7}$	$1.66x10^{-6}$
ส้ม	ยี่ห้อ 1	$5.51x10^{-9}$	$1.36x10^{-8}$	$8.31x10^{-8}$	$3.37x10^{-7}$	$4.22x10^{-8}$	$2.25x10^{-6}$	$8.61x10^{-8}$	$3.71x10^{-7}$	$6.13x10^{-7}$
	ยี่ห้อ 2	$5.51x10^{-9}$	$1.40x10^{-8}$	$8.09x10^{-8}$	$3.52x10^{-7}$	$1.73x10^{-8}$	$1.29x10^{-6}$	$6.84x10^{-8}$	$1.75x10^{-6}$	$5.32x10^{-7}$
เขียว	ยี่ห้อ 1	$9.55x10^{-9}$	$1.22x10^{-8}$	$1.15x10^{-7}$	$3.59x10^{-7}$	$2.32x10^{-7}$	$1.54x10^{-6}$	$9.53x10^{-8}$	$1.89x10^{-7}$	$6.85x10^{-8}$
ขี้ม้า	ยี่ห้อ 2	$1.00x10^{-8}$	$9.71x10^{-9}$	$8.09x10^{-8}$	$3.22x10^{-7}$	$2.76x10^{-7}$	$1.64x10^{-6}$	$1.12x10^{-7}$	$1.94x10^{-7}$	$2.05x10^{-7}$
น้ำเงิน	ยี่ห้อ 1	$5.79x10^{-9}$	$4.54x10^{-9}$	$8.09x10^{-8}$	$6.66x10^{-8}$	$1.39x10^{-6}$	$6.32x10^{-7}$	$4.76x10^{-8}$	$1.75x10^{-7}$	$4.67x10^{-7}$
	ยี่ห้อ 2	$5.74x10^{-9}$	-	$8.09x10^{-8}$	$2.01x10^{-7}$	$1.40x10^{-5}$	$5.98x10^{-7}$	$5.52x10^{-8}$	$2.03x10^{-7}$	$2.01x10^{-7}$
เทา	ยี่ห้อ 1	$5.51x10^{-9}$	$4.54x10^{-9}$	$8.09x10^{-8}$	$2.16x10^{-7}$	$8.41x10^{-8}$	$8.43x10^{-7}$	$4.76x10^{-8}$	$1.75x10^{-7}$	$1.37x10^{-7}$
	ยี่ห้อ 2	$8.17x10^{-9}$	$5.40x10^{-9}$	$8.09x10^{-8}$	$6.66x10^{-8}$	$6.75x10^{-8}$	$7.19x10^{-7}$	$6.66x10^{-8}$	$1.75x10^{-7}$	$5.26x10^{-8}$
ดำ	ยี่ห้อ 1	$5.51x10^{-9}$	-	-	$9.43x10^{-8}$	$1.69x10^{-8}$	$5.38x10^{-7}$	$4.76x10^{-8}$	$1.75x10^{-7}$	$8.93x10^{-8}$
	ยี่ห้อ 2	$1.28x10^{-8}$	$8.75x10^{-9}$	$9.90x10^{-8}$	$2.30x10^{-7}$	$1.69x10^{-8}$	$2.03x10^{-6}$	$1.51x10^{-7}$	$1.92x10^{-7}$	$7.21x10^{-8}$
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	$9.45x10^{-9}$	$1.00x10^{-8}$	$1.45x10^{-7}$	$1.92x10^{-6}$	$3.06x10^{-7}$	$3.96x10^{-6}$	$2.52x10^{-7}$	$1.16x10^{-6}$	$6.39x10^{-7}$
	ยี่ห้อ 2	$1.19x10^{-8}$	$4.97x10^{-9}$	$1.82x10^{-7}$	$1.90x10^{-6}$	$3.27x10^{-7}$	$2.60x10^{-6}$	$1.70x10^{-7}$	$1.51x10^{-6}$	$5.34x10^{-7}$

ตารางที่ ค.2 ความเข้มข้นของโลหะหนักเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัสทางผิวหนังจากการใช้ลิปสติกลอกเลียนแบบ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)

สี	ยี่ห้อ	ADD_{dermal}								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
แดง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	$3.81x10^{-7}$	$1.79x10^{-7}$	$3.77x10^{-7}$	-	-	$3.26x10^{-7}$
	ยี่ห้อ 2	-	-	-	-	$3.05x10^{-7}$	$3.54x10^{-7}$	-	-	$1.25x10^{-7}$
ชมพู	ยี่ห้อ 1	$4.23x10^{-8}$	-	-	-	$6.13x10^{-7}$	$1.67x10^{-7}$	$2.72x10^{-7}$	-	$3.00x10^{-7}$
	ยี่ห้อ 2	$3.65x10^{-8}$	-	-	$3.81x10^{-7}$	$2.07x10^{-7}$	$4.22x10^{-7}$	$2.72x10^{-7}$	$9.97x10^{-7}$	$4.19x10^{-7}$
ส้ม	ยี่ห้อ 1	$3.99x10^{-8}$	$7.62x10^{-8}$	-	$1.19x10^{-6}$	$1.13x10^{-7}$	$1.67x10^{-7}$	-	-	$8.09x10^{-7}$
	ยี่ห้อ 2	$3.73x10^{-8}$	$5.05x10^{-8}$	-	$1.20x10^{-6}$	$3.35x10^{-7}$	$3.63x10^{-7}$	$7.71x10^{-7}$	$4.56x10^{-6}$	$8.38x10^{-7}$
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	-	-	$7.13x10^{-7}$	$2.83x10^{-6}$	$6.12x10^{-7}$	$1.33x10^{-6}$	$1.39x10^{-6}$	$1.40x10^{-6}$	$7.54x10^{-8}$
	ยี่ห้อ 2	-	-	$1.54x10^{-6}$	$1.24x10^{-5}$	$1.60x10^{-4}$	$3.04x10^{-6}$	$2.92x10^{-6}$	$1.78x10^{-6}$	$6.78x10^{-8}$
นู้ด	ยี่ห้อ 1	$5.84x10^{-8}$	$2.51x10^{-8}$	$7.28x10^{-7}$	$2.66x10^{-6}$	$5.54x10^{-7}$	$3.18x10^{-6}$	$6.70x10^{-7}$	$9.97x10^{-7}$	$4.01x10^{-6}$
	ยี่ห้อ 2	$3.71x10^{-8}$	$3.43x10^{-8}$	$6.68x10^{-7}$	$3.20x10^{-6}$	$5.77x10^{-7}$	$2.14x10^{-6}$	$1.04x10^{-6}$	$1.13x10^{-6}$	$3.56x10^{-6}$
ม่วง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	$1.78x10^{-6}$	$1.63x10^{-6}$	$5.61x10^{-6}$	$1.13x10^{-6}$	$9.97x10^{-7}$	$6.75x10^{-8}$
	ยี่ห้อ 2	$4.74x10^{-8}$	-	$4.62x10^{-7}$	$2.00x10^{-6}$	$1.26x10^{-6}$	$6.07x10^{-6}$	$1.12x10^{-6}$	$9.97x10^{-7}$	$1.27x10^{-7}$

ตารางที่ ค.3 ความเข้มข้นของโลหะหนักเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัสทางการรับประทานจากการใช้ลิปสติกลอกเลียนแบบ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน)

สี	ยี่ห้อ	$ADD_{ingestion}$								
		Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
แดง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	1.90×10^{-4}	8.95×10^{-5}	1.88×10^{-4}	-	-	1.63×10^{-4}
	ยี่ห้อ 2	-	-	-	-	1.52×10^{-4}	1.77×10^{-4}	-	-	6.25×10^{-5}
ชมพู	ยี่ห้อ 1	2.12×10^{-5}	-	-	-	3.07×10^{-4}	8.33×10^{-5}	1.36×10^{-4}	-	1.50×10^{-4}
	ยี่ห้อ 2	1.83×10^{-5}	-	-	1.90×10^{-4}	1.04×10^{-4}	2.11×10^{-4}	1.36×10^{-4}	4.98×10^{-4}	2.09×10^{-4}
ส้ม	ยี่ห้อ 1	2.00×10^{-5}	3.81×10^{-5}	-	5.93×10^{-4}	5.66×10^{-5}	8.33×10^{-5}	-	-	4.05×10^{-4}
	ยี่ห้อ 2	1.86×10^{-5}	2.53×10^{-5}	-	5.98×10^{-4}	1.68×10^{-4}	1.81×10^{-4}	3.85×10^{-4}	2.28×10^{-3}	4.19×10^{-4}
น้ำตาล	ยี่ห้อ 1	-	-	3.56×10^{-4}	1.42×10^{-3}	3.06×10^{-4}	6.67×10^{-4}	6.93×10^{-4}	6.98×10^{-4}	3.77×10^{-5}
	ยี่ห้อ 2	-	-	7.70×10^{-4}	6.20×10^{-3}	8.00×10^{-2}	1.52×10^{-3}	1.46×10^{-3}	8.89×10^{-4}	3.39×10^{-5}
นู้ด	ยี่ห้อ 1	2.92×10^{-5}	1.26×10^{-5}	3.64×10^{-4}	1.33×10^{-3}	2.77×10^{-4}	1.59×10^{-3}	3.35×10^{-4}	4.98×10^{-4}	2.01×10^{-3}
	ยี่ห้อ 2	1.85×10^{-5}	1.72×10^{-5}	3.34×10^{-4}	1.60×10^{-3}	2.88×10^{-4}	1.07×10^{-3}	5.22×10^{-4}	5.66×10^{-4}	1.78×10^{-3}
ม่วง	ยี่ห้อ 1	-	-	-	8.92×10^{-4}	8.14×10^{-4}	2.81×10^{-3}	5.63×10^{-4}	4.98×10^{-4}	3.38×10^{-5}
	ยี่ห้อ 2	2.37×10^{-5}	-	2.31×10^{-4}	9.99×10^{-4}	6.28×10^{-4}	3.03×10^{-3}	5.58×10^{-4}	4.98×10^{-4}	6.33×10^{-5}

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามข้อมูลการใช้เครื่องสำอางของกลุ่มผู้บริโภควัยเรียนและวัยทำงาน

แบบสอบถาม

การใช้เครื่องสำอางในชีวิตประจำวันของกลุ่มวัยเรียนและกลุ่มวัยทำงาน

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งในการศึกษาวิจัย เรื่อง การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยดังนี้ 1) เพื่อศึกษาความเข้มข้นของโลหะหนักในอายแชโดว์และลิปสติกลอกเลียนแบบ 2) เพื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบแต่ละชนิดและแต่ละสี 3) เพื่อประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบ 4) เพื่อประเมินส่วนเผื่อเพื่อความปลอดภัยในการใช้เครื่องสำอางลอกเลียนแบบ

ผู้วิจัยจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านในการให้ข้อมูลที่เป็นจริง เพื่อนำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพแบบไม่ก่อมะเร็งจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบตามวิธีการของ US EPA สำหรับข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมจากท่าน ผู้วิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลดังกล่าวไว้เป็นความลับและใช้ประโยชน์เพื่อศึกษาวิจัย เรื่อง การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการได้รับสัมผัสโลหะหนักในเครื่องสำอางลอกเลียนแบบเท่านั้น

แบบสอบถามฉบับนี้แบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลการใช้เครื่องสำอาง

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านในการตอบแบบสอบถามครั้งนี้เป็นอย่างดี ขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

สุญาดา กาศยปนันทน์

นักศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยศิลปากร

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ .....ปี

3. น้ำหนักตัว .....กิโลกรัม

4. อาชีพ ☐ นักเรียน/นักศึกษา ☐ พนักงานบริษัทเอกชน ☐ ข้าราชการ
☐ ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย/อาชีพอิสระ ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

ตอนที่ 2 ข้อมูลการใช้เครื่องสำอาง

2.1 ท่านเลือกซื้อเครื่องสำอางจากแหล่งใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ตลาดนัด

☐ ซูเปอร์มาร์เก็ต เช่น Big C โลตัส (เคาน์เตอร์แบรนด์ในซูเปอร์มาร์เก็ต เช่น Maybelline Cutepress *L'Oréal*)

☐ ห้างสรรพสินค้า (เคาน์เตอร์แบรนด์ในห้างสรรพสินค้า เช่น M·A·C Estee lauder Innisfree)

☐ ร้านขายยาและเครื่องสำอาง เช่น Watsons Boots

☐ ซื้อออนไลน์ เช่น Lazada Shopee

☐ อื่น ๆ .....

2.2 ท่านเลือกซื้อเครื่องสำอางโดยคำนึงถึงปัจจัยใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ คุณภาพ ☐ ราคา

☐ ยี่ห้อ ☐ ความปลอดภัย (เช่น อย.)

☐ โปรโมชั่น ☐ อื่น ๆ (โปรดระบุ) .....

2.3 ราคาเครื่องสำอางที่ซื้ออยู่ในช่วงราคาใดมากที่สุด

☐ ต่ำกว่า 100 บาท ☐ 100 – 500 บาท

☐ 500 – 1,000 บาท ☐ มากกว่า 1,000 บาท

2.4 ท่านใช้เครื่องสำอางต่อไปนี้หรือไม่

อายแชโดว์ ☐ ใช้ (ตอบข้อ 2.5.1) ☐ ไม่ใช้

ลิปสติก ☐ ใช้ (ตอบข้อ 2.5.2) ☐ ไม่ใช้

2.5 ท่านใช้เครื่องสำอางความถี่เท่าใด

2.5.1 อายแชโดว์

- ท่านใช้อายแชโดว์มาแล้ว.....ปี
- ท่านใช้อายแชโดว์.....วัน/สัปดาห์
- ท่านมีการเติมอายแชโดว์ระหว่างวันหรือไม่
  - ☐ ไม่มี
  - ☐ มีการเติมระหว่างวันประมาณ.....ครั้ง
- สีของอายแชโดว์ที่ท่านนิยมใช้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ขาว ☐ ชมพู ☐ ส้ม ☐ เขียว ☐ น้ำเงิน
☐ ม่วง ☐ น้ำตาล ☐ เทา ☐ ดำ ☐ อื่น ๆ

2.5.2 ลิปสติก

- ท่านใช้ลิปสติกมาแล้ว.....ปี
- ท่านใช้ลิปสติก.....วัน/สัปดาห์
- ท่านมีการเติมลิปสติกระหว่างวันหรือไม่
  - ☐ ไม่มี
  - ☐ มีการเติมระหว่างวันประมาณ.....ครั้ง
- สีของลิปสติกที่ท่านนิยมใช้ (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ นู้ด ☐ ชมพู ☐ ส้ม
☐ แดง ☐ ม่วง ☐ น้ำตาล ☐ อื่น ๆ .....

2.6 ท่านคิดว่าเครื่องสำอางที่ท่านใช้มีความปลอดภัยหรือไม่

☐ ปลอดภัยแน่นอน
☐ ไม่แน่ใจ เนื่องจาก.....
☐ ไม่ปลอดภัย เนื่องจาก.....

**********ขอบคุณสำหรับความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามค่ะ**********

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	สุญาดา กาศยปนันทน์	
วัน เดือน ปี เกิด	21 เมษายน พ.ศ. 2535	
สถานที่เกิด	จังหวัดนครปฐม	
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2557	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารเพื่อสุขภาพ คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (เกียรตินิยมอันดับ 1)
ที่อยู่ปัจจุบัน	88/60 หมู่ 4 ตำบลสามควายเผือก อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม 73000	

มหาวิทยาลัยศิลปากร