



กรณีศึกษา การพิสูจน์สร้อยทองคำ

Case study: The verification of gold jewelry

ดวงกมล เซาว์ศรีหมุด*
วรรณภา ตันยีนยงค์ *

๑ บทคัดย่อ

ห้องปฏิบัติการโครงการเคมี ได้รับตัวอย่างสร้อยทองคำ จำนวน 3 ตัวอย่าง จากกรณีร้องเรียนเรื่องทองคำปลอม เนื่องจากมีรอยสีเงินเกิดที่บริเวณผิวสร้อยทองคำปลอม เนื่องจากมีรอยสีเงินเกิดที่บริเวณผิวสร้อยทองคำปลอม เนื่องจากมีรอยสีเงินเกิดที่บริเวณผิวสร้อยทองคำปลอม เนื่องจากมีรอยสีเงินเกิดที่บริเวณผิวสร้อยทองคำปลอม

๑ Abstract

According to the argument of spurious gold jewelry that some silvered color spots occurred on jewelry's surface, Chemistry Program's laboratory was requested to analyse 3 samples of gold necklaces. So the purity of gold and elements in those spots were determined. As the results, percentages of gold in all samples were 95.1, 94.0 and 92.3, respectively. While gold, silver and mercury were detected in silvered color spot. Those spots might be amalgam alloy between gold and mercury.

๑ บทนำ

เดือนตุลาคม 2553 กลุ่มโลหะและธาตุปริมาณน้อยโครงการเคมี ได้รับตัวอย่างสร้อยข้อมือทองคำ จำนวน 2 ตัวอย่างและสร้อยคอทองคำ จำนวน 1 ตัวอย่างจากร้านทองแห่งหนึ่ง กรณีเกิดการร้องเรียนจากผู้ซื้อโดยผู้ซื้อแจ้งว่าหลังจากซื้อทองคำจากร้านทองดังกล่าวไปนานประมาณสองสัปดาห์ พบรอยสีเงินเกิดขึ้นที่บริเวณผิวสร้อย ผู้ซื้อจึงได้นำมาเปลี่ยน ซึ่งทางร้านได้เปลี่ยนให้ใหม่ หลังจากนั้นก็มีรอยสีเงินเกิดขึ้นอีก ซึ่งทางผู้ซื้อคิดว่าสร้อยดังกล่าวเป็นของปลอมและสีเงินที่เกิดขึ้นเกิดจากการลอกของทองที่บริเวณผิว และมีการออกข่าวว่าร้านทองดังกล่าวจำหน่ายทองปลอม ดังนั้นทางร้านทองจึงได้ส่งตัวอย่างดังกล่าวมาทดสอบความบริสุทธิ์ของทองรวมทั้งทดสอบรอยสีเงินว่าคืออะไร

ทางกลุ่มโลหะและธาตุปริมาณน้อย ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. การทดสอบความบริสุทธิ์ทองคำตามวิธีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 303- 2548 อ้างอิงตาม ISO 11426-1997
2. การทดสอบรอยสีเงินที่บริเวณผิวสร้อยโดยเอกซเรย์จุลภาควิเคราะห์ (X-ray microanalysis)

* นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ โครงการเคมี



๑ ส่วนที่ 1 การทดสอบความบริสุทธิ์ทองคำตาม
วิธีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 303-2548
อ้างอิงตาม ISO 11426-1997

เครื่องมือ

1. เครื่องชั่งความละเอียด 5 ตำแหน่งแบบ 2 จาน
2. เตาเผา (Furnace)
3. เครื่องรีด
4. เตาหลอม

สารมาตรฐานและสารเคมี

1. โลหะทองคำมาตรฐาน ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.99
2. โลหะเงิน ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9
3. โลหะตะกั่ว ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9
4. โลหะทองแดง ความบริสุทธิ์ร้อยละ 99.9
5. กรดไนตริก

ตัวอย่างทดสอบ

1. สร้อยข้อมือทองคำ 2 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่ 1 และตัวอย่างที่ 2)

2. สร้อยคอทองคำ 1 ตัวอย่าง (ตัวอย่างที่ 3)

ขั้นตอนการทดสอบ

1. เตรียมตัวอย่างทดสอบ

สุ่มตัวอย่างทดสอบโดยการตัดเป็นชิ้นเล็ก
ให้ได้น้ำหนักแต่ละตัวอย่างประมาณ 1.5 กรัม

2. การเตรียมทองคำมาตรฐานและตัวอย่าง
สำหรับหลอม

ชั่งทองคำมาตรฐานและตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่
แน่นอนประมาณ 0.5 กรัม เติมโลหะเงินประมาณ 2 - 2.5
เท่าของน้ำหนักทองคำ ถ้าไม่มีทองแดงในตัวอย่าง ให้เติม
ทองแดงประมาณ 0.05 กรัม เพื่อลดจุดหลอมของทองคำ
ให้ต่ำลง ใช้แผ่นตะกั่วหนัก 4 กรัม ท่อทองคำมาตรฐาน
และตัวอย่างแล้วบีบให้เป็นเม็ดกลมๆ

3. การหลอม

วางเข้าหลอมในเตาหลอม จนกระทั่งอุณหภูมิขึ้น
ถึง 1000 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นวางท่อเม็ดตะกั่ว

บนเข้าโดยใช้คีมขนาดยาว หลอมนานประมาณ 25 นาที
ที่อุณหภูมิ 1050-1150 องศาเซลเซียส ปลดปล่อยให้เย็น
ในเตาหลอม ใช้ปากคีมหยิบเม็ดหลอมออกจากเบ้า
ปิดให้สะอาดด้วยแปรงแข็ง ทูบและรีดจนได้แผ่นทอง
ที่มีความหนาประมาณ 0.15 มิลลิเมตร ม้วนให้มี
ลักษณะแบบทองม้วน

4. การดัดกับกรด

- นำทองม้วนใส่ในภาชนะสำหรับใช้ในการแยก
เอาเงินและทองแดงออก โดยต้มในกรดไนตริกความ
เข้มข้นร้อยละ 33 นานประมาณ 15 นาที นำออกจาก
กรด ล้างด้วยน้ำร้อน

- ต้มในกรดไนตริกความเข้มข้นร้อยละ 49
นาน 15 นาที นำออกจากกรด ล้างด้วยน้ำร้อน

- นำไปเผาในเตาที่อุณหภูมิ 700 - 750 องศา-
เซลเซียส นานประมาณ 5 นาที

- ทิ้งให้เย็น แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก

5. การคำนวณผลการทดสอบ

คำนวณปริมาณทองคำในตัวอย่างโดยการ
ปรับเทียบกับน้ำหนักของทองคำมาตรฐานที่เพิ่มขึ้นหรือ
ลดลงจากน้ำหนักทองคำมาตรฐานเริ่มต้น

ผลการทดสอบ

ปริมาณร้อยละของทองคำในตัวอย่างที่ 1 ตัวอย่าง
ที่ 2 และตัวอย่างที่ 3 เท่ากับ 95.1 94.0 และ 92.3
ตามลำดับ

๑ ส่วนที่ 2 การทดสอบรอยสีเงินที่บริเวณผิวสร้อย
โดยเทคนิคเอกซเรย์จุลภาควิเคราะห์ (X-ray micro-
analysis)

เอกซเรย์จุลภาควิเคราะห์ เป็นเทคนิครังสีเอกซ์
ฟลูออเรสเซนซ์แบบกระจายพลังงาน ซึ่งสามารถปรับ
พลังงานที่ใช้และขนาดของรังสีเอกซ์จากแหล่งกำเนิด
โดยการปรับขนาดของ Guide tube ทำให้สามารถตรวจวัด



ชิ้นงานที่มีขนาดเล็กในระดับไมครอนได้ สัญญาณที่รวบรวมได้ในรูปสเปกตรัมเป็นกราฟระหว่างปริมาณรังสีเอกซ์ (x-ray intensity) กับพลังงาน สามารถวิเคราะห์ผลทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ นอกจากนี้ยังสามารถทดสอบตัวอย่างโดยวิธีการระบุตำแหน่งของธาตุต่าง ๆ (mapping) ได้

เครื่องมือ

เครื่องเอกซเรย์จุลภาควิเคราะห์ (X-ray micro-analysis)

ขั้นตอนการทดสอบ

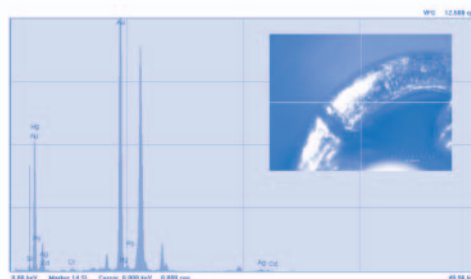
1. วางตัวอย่างทดสอบบนที่วางตัวอย่างภายในเครื่อง
2. ทดสอบแบบปริมาณวิเคราะห์ ใช้สภาวะการทดสอบดังนี้
 - คักย์ไฟฟ้าสำหรับหลอดรังสีเอกซ์ 50 KV
 - ปรับกระแสแบบอัตโนมัติ ระยะเวลาทดสอบ 500 วินาที
 - Guide tube ขนาด 100 ไมครอน
3. ทดสอบตัวอย่างโดยวิธีการระบุตำแหน่งใช้สภาวะการทดสอบดังนี้
 - คักย์ไฟฟ้าสำหรับหลอดรังสีเอกซ์ 50 KV
 - กระแส 1.000 มิลลิแอมแปร์ Guide tube ขนาด 100 ไมครอน

ผลการทดสอบ

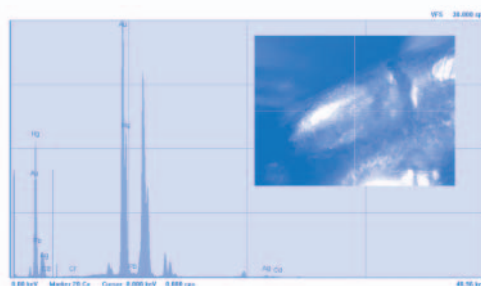
1. การทดสอบแบบปริมาณวิเคราะห์

ภาพขยายบริเวณทดสอบและภาพเอ็กซ์เรย์สเปกตรัมของตัวอย่างที่ 1 - ตัวอย่างที่ 3 แสดงดังภาพที่ 1 - ภาพที่ 4 สำหรับการทดสอบปริมาณธาตุด้วยเทคนิคเอกซเรย์จุลภาควิเคราะห์ เป็นการทดสอบเฉพาะจุดซึ่งปริมาณธาตุที่ตรวจพบในแต่ละจุดทดสอบของแต่ละตัวอย่าง คำนวณโดยวิธี fundamental parameter method ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะธาตุที่มีปริมาณมากกว่าร้อยละ 1 ได้แก่ ทองคำ เงินและปรอท ซึ่งการทดสอบนี้

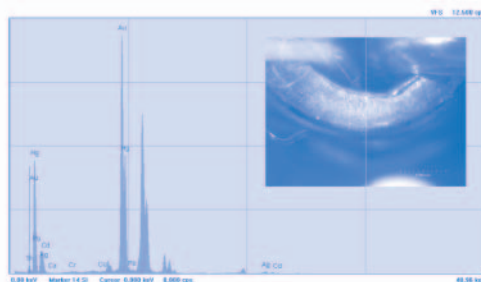
ได้เลือกตัวอย่างที่ 1 เพื่อเปรียบเทียบชนิดและปริมาณของธาตุบริเวณที่ไม่พบรอยสีเงิน กับบริเวณที่พบรอย (ภาพที่ 1 และภาพที่ 2)



ภาพที่ 1 เอ็กซ์เรย์สเปกตรัมและภาพขยายตัวอย่างที่ 1 ทดสอบบริเวณไม่มีรอยสีเงิน ปริมาณร้อยละของทองคำและเงินที่ตรวจพบ เท่ากับ 96.8 และ 2.1 ตามลำดับ และไม่พบปริมาณปรอท

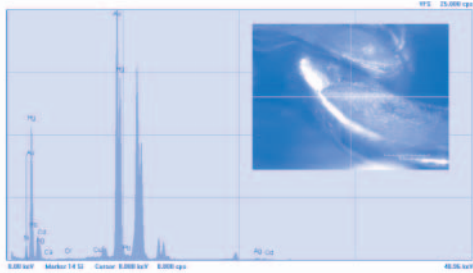


ภาพที่ 2 เอ็กซ์เรย์สเปกตรัมและภาพขยายตัวอย่างที่ 1 ทดสอบบริเวณพบรอยสีเงิน ปริมาณร้อยละของทองคำ ปรอท และเงินที่ตรวจพบ เท่ากับ 64.0 30.4 และ 2.2 ตามลำดับ



ภาพที่ 3 เอ็กซ์เรย์สเปกตรัมและภาพขยายตัวอย่างที่ 2 ทดสอบบริเวณพบรอยสีเงิน ปริมาณร้อยละของทองคำ ปรอท และเงินที่ตรวจพบ เท่ากับ 64.4 31.6 และ 1.7 ตามลำดับ





ภาพที่ 4 เอ็กซ์เรย์สเปกตรัมและภาพขยายตัวอย่างที่ 3 ทดสอบ บริเวณพบรอยสีเงิน ปริมาณร้อยละของทองคำ โปรท และเงินที่ตรวจพบ เท่ากับ 56.0 38.0 และ 2.0 ตามลำดับ

2. การทดสอบโดยวิธีระบุตำแหน่ง

การทดสอบวิธีนี้ทั้ง 3 ตัวอย่าง ได้ผลการทดสอบในลักษณะเดียวกัน ดังนั้นจึงขอแสดงผลการทดสอบเฉพาะตัวอย่างที่ 1



ภาพที่ 5 ผลการทดสอบโดยวิธีระบุตำแหน่ง สีแดง แสดงการกระจายตัวของโปรท และสีเขียวแสดงการกระจายตัวของทองคำ

สรุปผลการทดสอบ

1. ความบริสุทธิ์ของทองคำในทั้ง 3 ตัวอย่าง ได้แก่ สร้อยข้อมือทองคำตัวอย่างที่ 1 สร้อยข้อมือทองคำตัวอย่างที่ 2 สร้อยคอทองคำตัวอย่างที่ 3 ตามวิธีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 303 - 2548 อ้างอิงตาม ISO 11426-1997 มีปริมาณทองคำเท่ากับ 95.1 94.0 และ 92.3 ตามลำดับ ทั้งนี้ค่าที่ได้ผ่านเกณฑ์กำหนดหรือไม่ขึ้นอยู่กับฉลากที่ติดบนสินค้าแต่ละตัวอย่าง

2. ธาตุที่ตรวจพบบริเวณรอยสีเงินที่ผิวสร้อยในทั้ง 3 ตัวอย่าง คือ ทองคำ โปรทและเงิน ซึ่งน่าจะเป็นสารประกอบโลหะเจือระหว่างทองคำและโปรท โดยทั่วไปแล้วธาตุทั้งสองชนิดสามารถเกิดเป็นสารประกอบดังกล่าวได้ง่าย

เอกสารอ้างอิง



American Society for Testing and Materials. **Standard guide for selecting components for energy dispersive X-Ray Fluorescence (XRF) system. C982-03.** West Conshohocken : ASTM, 2003, p. 252 - 255.

Hosakawa, Yoshinori, et.al. An X-Ray guide tube and desk-top scanning X-Ray analytical microscope, **X-Ray Spectrometry**, November/December, 1997, vol. 26, issue 6, p. 380-387.

International organization for Standardization. Determination of gold jewelry alloys- Cupellation method (fire assay). **ISO 11426**, 1997.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทองรูปพรรณ. **มอก.303-2548** หน้า 2.

