

การวิเคราะห์ปริมาณโลหะในผ้าไหมโดยเทคนิคทางนิวเคลียร์

วรรณภา วัฒนภักดี¹ อรพรรณ ลีลานพัฒน์¹ วุฒิชัย จันทระโชติ¹ และ สัญญา เทศทอง²

¹สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)

²สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ

ผ้าไหมไทยเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความเป็นเอกลักษณ์โดดเด่นในเรื่องของความสวยงามและคุณภาพ เป็นที่รู้จักและยอมรับกันมานานในประเทศทั่วโลกมาเป็นเวลานาน ซึ่งนอกจากจะเป็นสินค้าส่งออกที่สร้างรายได้แก่ประชาชนคนไทยแล้ว ยังนับเป็นสินค้าทางวัฒนธรรมที่สร้างชื่อเสียงให้แก่ประเทศไทยตลอดมา อย่างไรก็ตาม ในปัจจุบันการแข่งขันทางเศรษฐกิจและการกีดกันทางการค้าสูงขึ้นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะในตลาดทางทวีปยุโรป ซึ่งมีข้อกำหนดเรื่องปริมาณสารอินทรีย์และโลหะหนักในมาตรฐานกำหนด ซึ่งมีผลกระทบถึงการตรวจสอบสินค้าผ้าส่งออกยังประเทศยุโรปหลายประเทศ รวมทั้งผ้าไหมจากประเทศไทย

โดยที่สถาบันหม่อนไหมแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ เกี่ยวข้องกับการสนับสนุนการส่งออกผ้าไหมไทย และตระหนักถึงความสำคัญที่จะต้องมีการตรวจวิเคราะห์ผ้าไหมก่อนการส่งออก อย่างไรก็ตามการส่งตัวอย่างผ้าไหมไปตรวจในห้องปฏิบัติการทั่วไป มีค่าใช้จ่ายสูงมากถึงประมาณ 30,000 บาทต่อตัวอย่าง เห็นว่าไม่สามารถจะเป็นไปได้ในทางปฏิบัติสำหรับชาวบ้านที่ทอผ้าทั่วไป จึงขอความร่วมมือมายังสถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (สทน.) ในการตรวจสอบวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในผ้าไหม สทน. เล็งเห็นถึงประโยชน์ของโครงการวิจัยเชิงบูรณาการนี้ โดยสถาบันหม่อนไหมแห่งชาติฯ เป็นผู้จัดหาตัวอย่างและนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ และสทน. เป็นผู้ดำเนินงานวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก โดยพิจารณาการนำเทคนิคการวิเคราะห์เชิงก่อกัมมันตภาพรังสีด้วยนิวตรอน หรือ เอ็นเอเอ (Neutron Activation Analysis : NAA) มาประยุกต์ใช้ในงานนี้

เทคนิคเอ็นเอเอเป็นเทคนิคที่มีสภาพไวในการวิเคราะห์สูงมากเมื่อเทียบกับวิธีวิเคราะห์อื่น ๆ สามารถใช้วิเคราะห์ปริมาณธาตุที่มีความเข้มข้นในตัวอย่างในระดับหนึ่งส่วนในล้านส่วน ถึงหนึ่งส่วนในพันล้านส่วนได้ (ppm-ppb) โดยไม่จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างปริมาณมาก และโดยทั่วไปสามารถวิเคราะห์ธาตุได้กว่า 20 ธาตุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของตัวอย่าง ทั้งนี้มีการนำเทคนิคเอ็นเอเอนี้มาใช้วิเคราะห์ปริมาณธาตุในตัวอย่างหลายประเภท ทั้งที่เป็นตัวอย่างจากสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างชีวภาพ ตัวอย่างชีวเวช รวมทั้งตัวอย่างอาหาร จากการค้นคว้าเบื้องต้นพบว่า มีการนำเอาเทคนิคเอ็นเอเอ มาใช้ในการวิเคราะห์หาสารประกอบโลหะ ที่ใช้เป็นตัวให้น้ำหนักในผ้าไหม⁽¹⁾ (metallic weighting agents) โดยวิเคราะห์พบธาตุต่าง ๆ ได้แก่ อะลูมิเนียม (Al) สารหนู (As) แบเรียม (Ba) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) และ ดีบุก (Sn) อย่างไรก็ตาม งานวิจัยเรื่องการวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในผ้าไหมไทยโดยเทคนิคเอ็นเอเอยังไม่พบว่ามีผู้ทำวิจัยมาก่อน

ขอบเขตงานวิจัยนี้ทำการทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสม ของเทคนิคการวิเคราะห์เชิงก่อกัมมันตภาพรังสีด้วยนิวตรอน เชิงวิชาการเครื่องมือ หรือ ไอเอ็นเอเอ (Instrumental Neutron Activation Analysis : INAA) ซึ่งเป็นวิธีวิเคราะห์ที่ไม่ทำลายสารตัวอย่าง ไม่อาศัยกรรมวิธีทางเคมีหรือสารเคมีในกระบวนการวิเคราะห์ ดังนั้นจะลดปัญหาความผิดพลาดหรือการปนเปื้อน อนึ่ง งานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นการวิเคราะห์เชิงปริมาณของโลหะหนักในผ้าไหม ซึ่งข้อมูลมีความสำคัญต่อคุณภาพผ้าไหมและการส่งออกได้แก่ เงิน (Ag) สารหนู (As) ทอง (Au) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe)ปรอท (Hg) โพแทสเซียม (K) พลวง (Sb) และสังกะสี (Zn) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากวิธีไอเอ็นเอเอ ไม่สามารถวิเคราะห์โลหะหนักบางตัวที่น่าสนใจ ได้แก่ แคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb) จึงใช้วิธี ICP-AES (Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry) เสริมงานวิเคราะห์ดังกล่าว ตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์เป็นตัวอย่างผ้าไหมโซลสตรี⁽²⁾ จากจังหวัดสุรินทร์ ร้อยเอ็ด และบุรีรัมย์ ในงานประกวดผ้าไหมโครงการศูนย์ศิลปาชีพ

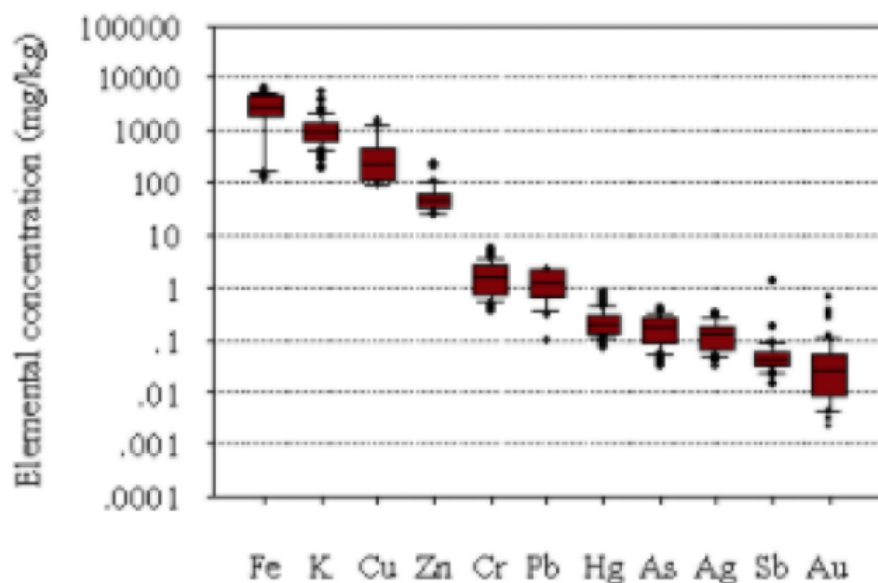
ผลการทดลอง

1. การทดสอบหาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ธาตุในตัวอย่างผ้าไหม ด้วยเทคนิคไอเอ็นเอเอ

ผลการทดสอบหาเงื่อนไขที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ธาตุในผ้าไหมแสดงว่า การใช้ตัวอย่างผ้าขนาดเพียงประมาณ 1.5x5 เซนติเมตร (น้ำหนักประมาณ 75 มิลลิกรัม) สามารถวิเคราะห์ได้ถึง 21 ธาตุ ได้แก่ อะลูมิเนียม (Al) เงิน (Ag) สารหนู (As) ทอง (Au) โบรมีน (Br) แคลเซียม (Ca) คลอรีน (Cl) โคบอลต์ (Co) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe)ปรอท (Hg) ไอโอดีน (I) โพแทสเซียม (K) แมกนีเซียม (Mg) แมงกานีส (Mn) โซเดียม (Na) พลวง (Sb) สแกนเดียม (Sc) ไทเทเนียม (Ti) และสังกะสี (Zn) ทั้งนี้ธาตุ/โลหะที่พบในแต่ละตัวอย่างอาจแตกต่างกันไป ยิ่งไปกว่านั้นยังมีข้อสังเกตว่า ผลวิเคราะห์ธาตุบางธาตุอาจไม่น่าเชื่อถือ ได้แก่ โซเดียม (Na) และคลอรีน (Cl) เนื่องจากตัวอย่างผ้ามีโอกาสสัมผัสมือและอาจมีการปนเปื้อนโซเดียม (Na) และคลอรีน (Cl) (เกลือจากเหงื่อ) ในทุกขั้นตอนการผลิต ก่อนมาถึงห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้สำหรับบางธาตุ เช่น เงิน (Ag) และปรอท (Hg) เป็นโลหะที่น่าสนใจแต่สามารถวิเคราะห์ได้ในบางตัวอย่างเท่านั้นและค่าที่ได้มีความไม่แน่นอนสูง

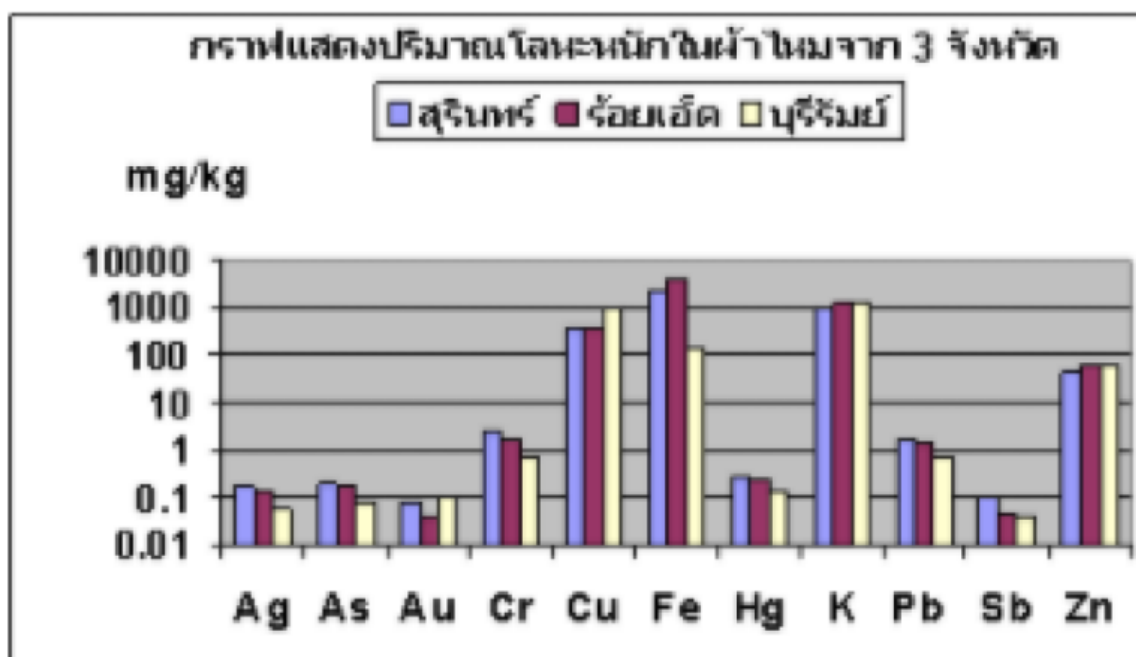
2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณของโลหะในผ้าไหมโสลสตรี

ธาตุที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิคไอเอ็นเอเอรวม 10 ธาตุ ได้แก่ เงิน (Ag) สารหนู (As) ทอง (Au) โครเมียม (Cr) ทองแดง (Cu) เหล็ก (Fe) ปรอท (Hg) โพแทสเซียม (K) พลวง (Sb) และสังกะสี (Zn) สำหรับแคดเมียม (Cd) และตะกั่ว (Pb) ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ในผ้าไหมทุกตัวอย่างเนื่องจากมีปริมาณต่ำกว่าขีดต่ำสุดของการวิเคราะห์ คือ 0.1 มิลลิกรัม/กิโลกรัมจึงวิเคราะห์โดยใช้เทคนิค ICP-AES จากผลการทดลองนำมาสร้างกราฟกล่อง (box and whisker plot) แสดงค่ามัธยฐาน และค่าที่ 10 25 75 และ 90 เปอร์เซ็นไทล์ (รูปที่ 1) ซึ่งจะช่วยให้เห็นได้ชัดเจนว่าโลหะในผ้าไหมอาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีอยู่ในปริมาณมาก (major elements) ได้แก่ เหล็ก (Fe) โพแทสเซียม (K) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) และกลุ่มที่มีอยู่ในปริมาณน้อยมาก (trace elements) ซึ่งประกอบด้วยโลหะที่จัดว่ามีพิษ (Toxic metals) ได้แก่ โครเมียม (Cr) ตะกั่ว (Pb) ปรอท (Hg) สารหนู (As) และโลหะมีค่า (valuable metals) ได้แก่ เงิน (Ag) พลวง (Sb) และทอง (Au) ตามลำดับ



กราฟรูปกล่อง (box and whisker plot) แสดงค่ามัธยฐานและค่า 10 25 75 และ 90 เปอร์เซ็นไทล์

รูปที่ 2 แสดงค่าทางสถิติโดยเปรียบเทียบระหว่างผ้าไหมจากจังหวัดสุรินทร์ ร้อยเอ็ด และบุรีรัมย์ พบว่าปริมาณโลหะต่าง ๆ ในผ้าไหมจากทั้ง 3 จังหวัดอยู่ในช่วงเดียวกัน และมีค่าเฉลี่ยต่างกันเพียงเล็กน้อย โดยส่วนใหญ่จะมีค่าเฉลี่ยในผ้าไหมจังหวัดสุรินทร์สูงที่สุด และมีค่าต่ำสุดในผ้าไหมจากจังหวัดบุรีรัมย์ ยกเว้น ทอง (Au) และโพแทสเซียม (K) ซึ่งมีค่าสูงสุดในผ้าไหมจากจังหวัดบุรีรัมย์ ส่วนผ้าไหมจากจังหวัดร้อยเอ็ดพบว่ามีปริมาณเหล็ก (Fe) สูงกว่าจังหวัดอื่นมาก อย่างไรก็ตาม จำนวนตัวอย่างผ้าจากจังหวัดบุรีรัมย์มีเพียง 3 ตัวอย่าง จึงควรต้องทำการวิเคราะห์เพิ่มเติม ก่อนสรุปคุณลักษณะองค์ประกอบโลหะของผ้าไหมจากจังหวัดต่าง ๆ



รูปที่ 2 กราฟเปรียบเทียบปริมาณโลหะในผ้าไหมของจังหวัดสุรินทร์ ร้อยเอ็ด และ บุรีรัมย์

สรุป

การประยุกต์ใช้เทคนิคไอเอ็นเอเอสำหรับงานวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักในผ้าไหมไทย เป็นการเปิดแนวทางการใช้ประโยชน์ ของเทคโนโลยีเชิงนิวเคลียร์อีกสาขาหนึ่ง รวมทั้งสามารถก่อให้เกิดการให้บริการวิเคราะห์โลหะหนัก ในผลิตภัณฑ์ไหมเพื่อการส่งออกในอนาคต

สำหรับงานวิจัยนี้ ได้ทำการทดลองหาเงื่อนไขที่เหมาะสม สามารถใช้วิเคราะห์หาธาตุในผ้าไหมได้กว่า 20 ธาตุ และได้เลือกเงื่อนไขที่เหมาะสมเฉพาะ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เชิงปริมาณของโลหะ ในผ้าไหมประกวดของโครงการศูนย์ศิลปาชีพ ซึ่งข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้ในการจัดกลุ่มระดับคุณภาพผ้าไหม รวมทั้งใช้เป็นข้อมูลประกอบสินค้าผ้าไหมส่งออกได้ นอกจากนี้ จากการศึกษาเบื้องต้น ในการเปรียบเทียบผ้าไหมจากจังหวัดสุรินทร์ ร้อยเอ็ด และบุรีรัมย์ พบว่ามีปริมาณโลหะต่าง ๆ อยู่ในช่วงเดียวกัน ซึ่งหากได้ทำการวิเคราะห์เพิ่มเติม อาจสามารถศึกษาถึงคุณลักษณะองค์ประกอบที่เด่นชัดของผ้าไหมจากจังหวัดต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

1. Miller, J. E. and Reagan, B. M. Degradation in weighted and unweighted historic silks. Journal of the American Institute for Conservation. (1989), Vol.2, 2: 97-115.
2. อัจฉรา ภาณุวัตร และคณะ, ผ้าไหมวิถีชีวิตไทยกุ่มและไทยเขมร.