

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

6.1.1 สรุปผลการหาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์แบบระบบ EDX

6.1.1.1 การเก็บตัวอย่างอากาศ เพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณแมงกานีสบนกระดาษกรอง ถ้าใช้กระดาษกรองชนิดเมมเบรนและกระดาษกรองชนิดเซลลูโลส (ตามรายละเอียดในหัวข้อ 4.1.1.1.1 และ 4.1.1.1.2) เก็บตัวอย่างอากาศแล้วนำมาวิเคราะห์โดยใช้ Pu-238 30mCi, Am-241 30mCi และ Cd-109 20mCi จะได้ว่าถ้าวิเคราะห์ด้วย Pu-238 30mCi จะต้องใช้ระยะห่างระหว่างแหล่งกำเนิดรังสีกับตัวอย่างในการวิเคราะห์ 7 มม. ถ้าวิเคราะห์ด้วย Am-241 30mCi จะต้องใช้ระยะห่าง 7 มม. เช่นกัน ส่วนการวิเคราะห์ด้วย Cd-109 20mCi จะต้องใช้ระยะห่างแค่ 5 มม. และในการจัดระบบการวิเคราะห์ จะจัดแบบ coaxial geometry ซึ่งระยะต่าง ๆ ดังกล่าวจะเป็นระยะที่ทำให้ได้ค่าความเข้มของรังสีเอกซ์เรื่องต่อหน่วยเวลามีค่าสูงที่สุดนั่นเอง

6.1.1.2 เวลาที่จะใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง ถ้าเลือกใช้กระดาษกรองชนิดเมมเบรนเก็บตัวอย่าง เมื่อวิเคราะห์ด้วย Pu-238 30mCi, Am-241 30mCi และ Cd-109 20mCi พร้อมกับได้มีการจัดระบบการวิเคราะห์ ดังที่ได้สรุปแล้วในหัวข้อ 6.1.1.1 เมื่อเลือกใช้เวลาในการวิเคราะห์ตัวอย่าง 2000 วินาที จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนของข้อมูลในการวิเคราะห์เป็น 0.813, 0.859 และ 0.900 ตามลำดับ ซึ่งถ้าเลือกใช้เวลาในการวิเคราะห์ตัวอย่างนานกว่านี้ ค่าเปอร์เซ็นต์ความเบี่ยงเบนของข้อมูลก็ยิ่งจะลดลง ทำให้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ตัวอย่างเดียวกัน หลายๆ ครั้งมีค่าใกล้เคียงกันมากขึ้น ผลของข้อมูลก็ยิ่งจะเพิ่มความเชื่อถือได้กว่า ข้อมูลที่ใช้เวลาในการวิเคราะห์น้อยๆ

6.1.1.3 เวลาที่จะใช้ในการวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยการเลือกใช้กระดาษกรองชนิดเซลลูโลส เมื่อวิเคราะห์ด้วย Pu-238 30mCi, Am-241 30mCi และ Cd-109 20mCi พร้อมกับการจัดระบบการวิเคราะห์ แบบ

coaxial geometry ระยะต่างๆตามที่ได้ในสรุปไว้ในหัวข้อ 6.1.1.1 ใช้เวลา 2000 วินาที ในการวิเคราะห์ตัวอย่างแต่ละตัวอย่าง จะมีค่าความเบี่ยงเบนของข้อมูลเท่ากับ 0.645, 0.508 และ 0.975 ตามลำดับ

6.1.2 สรุปผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ ที่เก็บจากโรงงานด้านไฟฉายที่เลือกศึกษาโดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์แบบระบบ EDX

จากตัวอย่างอากาศ ที่เก็บมาวิเคราะห์หาปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 83 ตัวอย่าง โดยแบ่งออกเป็นแผนกบด 17 ตัวอย่าง แผนกผสม 50 ตัวอย่าง และแผนกอัด 16 ตัวอย่าง

6.1.2.1 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศโดยใช้ Pu-238 30mCi พบว่าค่าความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศจากตัวอย่างในแผนกบดมีค่าสูงสุดคือ 41.13 มก./ลบ.ม. รองลงมา คือ แผนกผสม มีค่า 20.29 มก./ลบ.ม. ส่วนในแผนกอัดนั้นตัวอย่างอากาศมีปริมาณ แมงกานีสน้อย

6.1.2.2 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศโดยใช้ Am-241 30mCi พบว่าค่าความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศจากตัวอย่างในแผนกบดมีค่าสูงสุดคือ 38.00 มก./ลบ.ม. รองลงมา คือ แผนกผสม มีค่า 22.30 มก./ลบ.ม. ส่วนในแผนกอัดนั้นตัวอย่างอากาศพบค่าสูงสุดมีเพียง 0.62 มก./ลบ.ม.

6.1.2.3 ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศโดยใช้ Cd-109 20mCi พบว่าค่าความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศจากตัวอย่างในแผนกบดมีค่าสูงสุดคือ 47.50 มก./ลบ.ม. รองลงมา คือ แผนกผสม มีค่า 13.06 มก./ลบ.ม. ส่วนในแผนกอัดนั้นตัวอย่างอากาศมีปริมาณแมงกานีสน้อย

จากผลการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศที่เก็บจากโรงงานด้านไฟฉายที่เลือกศึกษาโดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ แบบระบบ EDX ในหัวข้อ 6.1.2.1, 6.1.2.2 และ 6.1.2.3 นั้นค่าความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศมีค่าเกินค่ามาตรฐานกำหนดคือ 5 มก./ลบ.ม. นอกจากนี้ ในแผนกอัดเมื่อใช้ Am-241 30mCi วิเคราะห์ตัวอย่างจะพบค่าสูงสุดคือ 0.62 มก./ลบ.ม. ได้ผลไม่ตรงกับเมื่อใช้ Pu-238 30mCi และ Cd-109 20mCi อาจจะเป็นองมาจากเกินความคลาดเคลื่อนระหว่างการวิเคราะห์ แต่อย่างไรก็ตามเมื่อใช้สถิติทดสอบแบบ

t-test มาทดสอบค่าต่าง ๆ ผลที่ได้ออกมายืนยันว่า เมื่อใช้ Pu-238 30mCi, Am-241 30mCi และ Cd-109 20mCi วิเคราะห์ตัวอย่างจะให้ผลทัดเทียมกัน (ดูรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ข.2) เมื่อเปรียบเทียบต้นกำเนิดรังสีปรมูมิ ทั้ง 3 ชนิด พบว่า Pu-238 30 mCi มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากว่าค่า L X-ray ของ Pu-238 มีค่าสูงกว่า K absorption edge ของ Mn เล็กน้อย

6.1.3 สรุปผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ เพื่อหาปริมาณความเข้มข้นของแอมกานีสจากตัวอย่าง ที่เก็บจากโรงงานถ่านไฟฉายที่เลือกศึกษา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบต่าง ๆ

ตัวอย่างอากาศที่ได้นำมาวิเคราะห์แบบต่าง ๆ กันนี้มีทั้งสิ้น 32 ตัวอย่างด้วยกันโดยเป็นตัวอย่างจากแผนกบด แผนกผสม และแผนกอัด รวมทั้งมีตัวอย่างที่เป็นกระดาษกรองชนิดเมมเบรนกับกระดาษกรองชนิดเซลลูโลส

6.1.3.1 ผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ ระหว่างการใช้ Pu-238 30mCi กับวิธี AAS เมื่อนำค่าที่ได้ไปทดสอบทางสถิติโดย t-test ใช้ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการทดสอบทำให้ทราบว่าค่าการวิเคราะห์ของตัวอย่างทั้ง 2 วิธีนี้ให้ผลทัดเทียมกัน ดังรูปที่ 5.10

6.1.3.2 ผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ ระหว่างการใช้ Am-241 30mCi กับวิธี AAS เมื่อนำค่าที่ได้ไปทดสอบทางสถิติโดย t-test ใช้ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการทดสอบทำให้ทราบว่าค่าการวิเคราะห์ของตัวอย่างทั้ง 2 วิธีนี้ให้ผลทัดเทียมกัน ดังรูปที่ 5.11

6.1.3.3 ผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ ระหว่างการใช้ Cd-109 20mCi กับวิธี AAS เมื่อนำค่าที่ได้ไปทดสอบทางสถิติโดย t-test ใช้ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการทดสอบทำให้ทราบว่าค่าการวิเคราะห์ของตัวอย่างทั้ง 2 วิธีนี้ให้ผลทัดเทียมกัน ดังรูปที่ 5.12

6.1.3.4 ผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ ระหว่างการใช้ระบบ WDX กับวิธี AAS เมื่อนำค่าที่ได้ไปทดสอบทางสถิติโดย t-test ใช้ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการทดสอบทำให้ทราบว่าค่าการวิเคราะห์ของตัวอย่างทั้ง 2 วิธีนี้ให้ผลทัดเทียมกัน ดังรูปที่ 5.13

6.1.3.5 ผลการเปรียบเทียบการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ

โดยใช้ Pu-238 30mCi, Am-241 30mCi, Cd-109 20 mCi และ WDX เมื่อนำค่าที่ได้ไปทดสอบทางสถิติโดย t-test ใช้ระดับนัยสำคัญ 0.01 ผลการทดสอบพบว่าค่าการวิเคราะห์ที่ได้จาก 4 วิธีนี้ให้ผลทัดเทียมกัน (ดูรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ข.3)

6.1.4 สรุปผลการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศจากตัวอย่าง ที่เก็บโดยใช้กระดาศกรองชนิดเมมเบรนและกระดาศกรองชนิดเซลลูโลสเก็บตัวอย่างแบบติดกับบุคคลในบริเวณเดียวกันและเวลาเดียวกัน

6.1.4.1 จากการวิเคราะห์โดยระบบ WDX ได้ค่าต่างๆ นำมาทดสอบทางสถิติ โดย t-test ใช้ระดับนัยสำคัญ 0.01 ได้ค่าเท่ากับ 0.091 สรุปว่าไม่ว่าจะเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้กระดาศกรองชนิดใดก็ตาม ค่าวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสที่ได้จะใกล้เคียงกัน

6.1.4.2 จากการวิเคราะห์โดยวิธี AAS ได้ค่า t-test เท่ากับ 0.034 ก็ยังคงมั่นใจได้ว่าปริมาณแมงกานีสที่วิเคราะห์จากกระดาศกรองต่างชนิดกัน ให้ผลใกล้เคียงกันได้ (ดูรายละเอียดการคำนวณในภาคผนวก ข.4)

การวิจัยนี้ถึงแม้ว่าจะใช้กระดาศกรองที่ต่างกัน เก็บตัวอย่างอากาศแล้ววัดค่าที่ได้ใกล้เคียงกัน อาจจะเป็นเพราะว่าในบริเวณที่เก็บตัวอย่าง ขนาดของแมงกานีสที่ฟุ้งกระจายอยู่คงจะมีขนาดค่อนข้างใหญ่เป็นจำนวนมาก ความแตกต่างของรูกระดาศกรองชนิดเมมเบรนกับกระดาศกรองชนิดเซลลูโลสจึงไม่มีผล แต่ถ้าขนาดของแมงกานีสมีขนาดเล็กกว่านี้ กระดาศกรองที่มีรูของกระดาศเล็กกว่าจะต้องวัดค่าปริมาณของแมงกานีสได้มากกว่านั่นเอง

6.1.5 สรุปผลการเปรียบเทียบค่าสารมาตรฐานที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการที่ภาควิชานิวเคลียร์ เทคโนโลยี กับห้องปฏิบัติการของสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ผลการเปรียบเทียบเมื่อนำค่าต่างๆที่ได้มาเขียนกราฟดูถึงความสัมพันธ์กัน ได้ค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ (correlation coefficient, r) สำหรับกระดาษกรองชนิดเมมเบรน เท่ากับ 0.99741400 และกระดาษกรองชนิดเซลลูโลสเท่ากับ 0.99747071 ซึ่งแสดงว่าค่าการวิเคราะห์ทั้งสองแห่งนี้มีความสัมพันธ์กัน

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ในด้านการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศ ควรจะได้มีการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ตัวอย่างจากเทคนิคการวิเคราะห์แบบต่างๆ เพิ่มขึ้นอีกถ้าเป็นไปได้ เช่น วิธีนิวตรอนแอคติเวชัน (NAA) เป็นต้น และถ้าตัวอย่างไหนพบว่าค่าการวิเคราะห์ผิดพลาดไปก็ควรจะนำกลับไปวิเคราะห์ใหม่อีกครั้งถ้าเทคนิคการวิเคราะห์นั้นเป็นแบบไม่ทำลายตัวอย่าง

6.2.2 ในเรื่องเกี่ยวกับความถูกต้องเชื่อถือได้ของวิธีการ ค่าใช้จ่าย ความสะดวกรวดเร็วระหว่างเทคนิคการวิเคราะห์แบบ การเรืองรังสีเอกซ์กับ วิธีอะตอมมิคแอบсорบชันสเปกโตรโฟโตเมตรี สำหรับการวิจัยที่อาจจะมีในอนาคตควร จะเลือกใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบการเรืองรังสีเอกซ์

6.2.3 การที่จะเลือกใช้แหล่งกำเนิดรังสีในการวิเคราะห์ แบบระบบ EDX ควรจะเลือกใช้แหล่งกำเนิดรังสีที่มีครึ่งชีวิต (half life) ยาว เพราะค่าการวิเคราะห์ที่จะต้องใช้เวลาในการวิเคราะห์ติดต่อกันนานๆ จะได้ไม่แตกต่างกัน และความแรงรังสีก็ควรจะมากพอสมควร แต่ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ทำการวิเคราะห์เองด้วย

6.2.4 ในการวิเคราะห์โดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ที่จะต้องใช้ vacuum ควรจะใช้กระดาษกรองชนิดเซลลูโลสเพราะว่าจะทนทานกว่ากระดาษกรองชนิดเมมเบรน

6.2.5 การวิเคราะห์โดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์แบบระบบ WDX นั้น ไม่ควรจะใช้กระดาษกรองชนิดเมมเบรน เพราะว่ามันนอกจากจะมีราคาค่อนข้างแพงแล้ว ยังชำรุดได้ง่าย กันเนื่องมาจากความร้อนจากหลอดรังสีเอกซ์ของระบบการวิเคราะห์นั่นเอง

6.2.6 การเก็บตัวอย่างอากาศควรจะต้องเปิดลิ้นชักของกระดาศกรองออก เพราะว่าปริมาณของแมงกานีสจะได้ติดกระจายไปทั่วผิวหน้าของกระดาศกรองได้สม่ำเสมอ เมื่อต้องการวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศโดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์

6.2.7 ถ้าปริมาณความเข้มข้นของแมงกานีสในอากาศ ในบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่างอากาศนั้น มีค่าความเข้มข้นประมาณ 0.1 mg/m^3 ขึ้นไปสามารถจะวิเคราะห์ตัวอย่างอากาศโดยใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์แบบระบบ EDX ซึ่งจะให้ความถูกต้องเชื่อถือได้