บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองพบว่าในสารตัวอย่างผงโลหะแทนทาลัม มีธาตุเจือปนอยู่ 6 ชนิดคือ อะลูมิเนียม ซิลิกอน เหล็ก โพแทสเซียม ไนโอเบียม และทังสเตน ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 292.84 ± 8.03, 157.48 ± 14.53, 1307.94 ± 81.16 1225 ± 134, 191.14 ± 13.83 และ 44280 ± 665 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนในสารประกอบฟลูออไรด์ของแทนทาลัม พบธาตุเจือปน 4 ชนิดคือ อะลูมิเนียม ไนโอเบียม และทังสเตน ซึ่งมีปริมาณเท่ากับ 1015 ± 77, 254.91 ± 15.97 และ46800 ± 68 ไมโครกรัมต่อกรัม ส่วนธาตุอื่นๆไม่พบว่ามีเจือปนอยู่ และเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่ 2.5 พบว่าสิ่งเจือปนในสารตัวอย่างทั้งสองมีปริมาณสูงกว่าข้อกำหนดที่ตั้งไว้

ค่าขีดจำกัดการวัดที่ได้จากการคำนวณของธาตุทั้ง 6 ชนิดที่พบในสารตัวอย่างแทนทาลัม ที่เวลาวัดรังสีต่างๆดังนี้ อะลูมิเนียมและเหล็ก ใช้เวลาวัดรังสี 3600 วินาที ซิลิกอนใช้เวลาวัดรังสี 150วินาที โพแทสเซียมใช้เวลาวัดรังสี 600วินาที ไนโอเบียมและทังสเตนใช้เวลาวัดรังสี 72000 วินาที ซึ่งมีค่าเท่ากับ 55, 126, 2526, 79, 19 และ 13296 ไมโครกรัม สำหรับอะลูมิเนียม ซิลิกอน เหล็ก โพแทสเซียม ไนโอเบียมและทังสเตน ตามลำดับ ธาตุที่มีค่าขีดจำกัดการวัดต่ำที่สุดคือ ไนโอเบียม ส่วนธาตุที่มีค่าขีดจำกัดการวัดสูงสุดคือ ทังสเตน และเมื่อเปรียบเทียบกับตารางที่2.5 พบว่าค่าขีดจำกัดการวัดที่ได้จากการทดลองครั้งนี้ มีค่าต่ำกว่าข้อกำหนดที่ให้ไว้ ยกเว้นทังสเตน

5.2 วิจารณ์ผลการวิจัย

ปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ได้จากการอาบรังสีนิวตรอนพลังงานสูงจากเครื่องกำเนิดนิวตรอน มีหลายชนิด ทำให้สามารถเลือกปฏิกิริยาที่เหมาะสมสำหรับการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลที่ถูกต้องและน่าเชื่อถือ โดยธาตุแต่ละชนิดและแต่ละไอโซโทป สามารถเกิดปฏิกิริยาได้หลายชนิด เช่น อะลูมิเนียมมีปฏิกิริยาที่เกิดจากนิวตรอนพลังงาน 14 MeV 2 ปฏิกิริยาคือ (n,p) และ (n, α) จะได้ไอโซโทปใหม่ที่เป็นไอโซโทปรังสีคือ ^{27}Mg และ ^{24}Na ตามลำดับ ซึ่งไอโซโทปทั้งสองมีคุณลักษณะที่แตกต่างกัน และเมื่อไอโซโทปใดไอโซโทปหนึ่งถูกรบกวนจากไอโซโทปรังสีอื่นที่มีรังสีแกมมาพลังงานใกล้เคียงกัน หรือเกิดจากธาตุอื่นทำปฏิกิริยากับนิวตรอนพลังงานสูงแล้วให้ไอโซโทปที่เหมือนกัน(interference) และถ้าไอโซโทปที่เหลือไม่ถูกรบกวนแล้ว ทำให้สามารถยืนยันได้ว่าในสารตัวอย่างมีธาตุนั้นเจือปนอยู่จริง และสามารถหาปริมาณของธาตุนั้นๆได้ จากไอโซโทปที่ไม่ถูกรบกวน นับว่าเป็นข้อดีข้อหนึ่งของการวิเคราะห์โดยวิธีแอกติเวชันด้วยนิวตรอนพลังงานสูงจากเครื่องกำเนิดนิวตรอน

ค่าขีดจำกัดการวัดของธาตุต่างๆที่พบในงานวิจัยครั้งนี้ ส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในระดับไมโครกรัม ยกเว้นโพแทสเซียมและทังสเตน ที่มีค่าอยู่ในระดับมิลลิกรัม เนื่องจากโพแทสเซียมมีค่าเปอร์เซนต์ abundance ของไอโซโทป ^{41}K เท่ากับ 6.7 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นไอโซโทปที่เกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์กับนิวตรอนพลังงานสูงจะให้ไอโซโทปรังสีที่สลายตัวให้รังสีแกมมาคือ ^{41}Ar ส่วนไอโซโทป ^{39}K ซึ่งมีเปอร์เซนต์ abundance เมื่อเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์กับนิวตรอนพลังงานสูงจะให้ ^{40}Ar ซึ่งเป็นไอโซโทปเสถียรหรือ ^{36}Cl ซึ่งสลายตัวให้รังสีเบต้าอย่างเดียว

สำหรับทังสเตนนั้นปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่ใช้วิเคราะห์คือ ^{182}W (n,p) ^{182}Ta ซึ่งมีค่าภาคตัดขวางของนิวตรอน (neutron cross section) ต่ำกว่าธาตุอื่นๆที่พบในสารตัวอย่าง ส่วนปฏิกิริยานิวเคลียร์ที่มีค่าภาคตัดขวางของนิวตรอนสูงของไอโซโทปอื่นๆของทังสเตนนั้น ให้ไอโซโทปรังสีที่มีค่าครึ่งชีวิตสั้นเช่นปฏิกิริยา ^{186}W(n,2n)^{185m}W ที่มีค่าภาคตัดขวางนิวตรอนเท่ากับ 642 mb ซึ่งครึ่งชีวิตเพียง 1.6 นาทีเท่านั้น หรือให้ไอโซโทปที่มีเปอร์เซนต์การสลายตัวให้รังสีแกมมาต่ำ เช่น ปฏิกิริยา ^{180}W (n,2n) ^{179m}W ที่มีค่าภาคตัดขวางนิวตรอนเท่ากับ 490 mb ซึ่ง ^{179m}W มีเปอร์เซนต์การสลายตัวของรังสีแกมมาพลังงาน 222 keV เพียง 3 เปอร์เซนต์ ดังนั้นการวิเคราะห์ธาตุทั้งสองชนิดนี้ ด้วยวิธีแอกติเวชันด้วยนิวตรอนพลังงานสูงอาจไม่เหมาะสม ส่วนธาตุอื่นๆนอกเหนือจากนี้ที่ไม่พบนั้น อาจเป็นเพราะมีปริมาณน้อยมากหรือเกิดปฏิกิริยานิวเคลียร์แล้วได้ไอโซโทปที่ไม่ให้

รังสีแกมมาออกมา หรือได้ไอโซโทปที่มีค่าครึ่งชีวิตสั้นมาก ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ไม่สามารถตรวจสอบได้

ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากไอโซโทปรังสีที่พิจารณาในการทดลองครั้งนี้เป็นไอโซโทปที่ค่าครึ่งอายุอยู่ในช่วงตั้งแต่10นาทีขึ้นไป ยกเว้นซิลิกอน เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการนำตัวอย่างมาวัดรังสีหลังการแอกติเวชันนานประมาณ3นาที ทำให้ไม่สามารถวัดความแรงรังสีของไอโซโทปรังสีที่มีค่าครึ่งอายุสั้นๆได้ ดังนั้นควรใช้ระบบท่อลม (pneumatic transfer system) เพื่อส่งตัวอย่างเข้าแอกติเวชันและส่งตัวอย่างกลับมาวัดรังสีในเวลาที่รวดเร็ว และขนาดของท่อลมควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ1นิ้วเพื่อที่ให้ส่งที่บรรจุสารตัวอย่าง(sample holder,rabbit)ขนาดใหญ่ได้

การลดค่าขีดจำกัดการวัดของวิธีวิเคราะห์โดยวิธีแอกติเวชันด้วยนิวตรอนพลังงานสูงจากเครื่องกำเนิดนิวตรอน สามารถทำได้โดยเพิ่มระยะเวลาแอกติเวชันให้นานขึ้น หรือใช้เป้าตริเตียมที่มีปริมาณตริเตียมสูงกว่าเดิม ซึ่งจะได้ฟลักซ์นิวตรอนที่สูงขึ้นด้วย

เพื่อให้ได้ผลการทดลองที่ดีขึ้น ควรใช้วิธีเปรียบเทียบกับสารมาตรฐานของธาตุแต่ละชนิดที่พบในสารตัวอย่าง โดยเตรียมสารมาตรฐานให้มีปริมาณหรือความเข้มข้นต่างๆกัน แล้วนำไปอาบรังสีและวัดรังสี แล้วนำค่าที่วัดได้ไปหาความสัมพันธ์กับปริมาณหรือความเข้มข้นของสารมาตรฐาน และใช้ความสัมพันธ์นั้นไปวิเคราะห์ผลต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย