บทที่ 5

บทสรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย

5.1.1 การจัดระบบวัดรังสีแกมมาและระบบอาบรังสีนิวตรอน ในการออกแบบและสร้างระบบวิเคราะห์ไนโตรเจนโดยวิธีการวัดพรอมต์แกมมานั้น ปัญหาที่สำคัญส่วนใหญ่เป็นเรื่องเกี่ยวกับแบคกราวด์ของรังสีแกมมาพลังงาน 4.43 MeV ซึ่งมาจากต้นกำเนิดรังสีพลูโทเนียม-238/เบริลเลียม เนื่องจากมีความเข้มรังสีสูงมาก แต่เมื่อจัดวางให้ต้นกำเนิดรังสีอยู่ห่างจากหัววัดรังสีมากพอ ประกอบกับการให้กำบังรังสีแกมมา ทำให้สามารถลดแบคกราวด์จากต้นกำเนิดรังสีได้มาก ในการวิจัยนี้ได้วางต้นกำเนิดรังสีห่างจากระดับหัววัดรังสีลงไปราว 50 ซม. โดยที่หัววัดรังสีวางอยู่บนตะกั่วหนา 10 ซม. เพื่อกันรังสีแกมมา และกรดบอริกหนา 2 ซม. เพื่อกันรังสีนิวตรอน การออกแบบระบบอาบรังสีนิวตรอนในการวิจัยนี้ได้เลือกวางหัววัดรังสีทำมุม 90 องศา กับลำของนิวตรอนที่ตกกระทบตัวอย่าง เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงจากการที่หัววัดรังสีถูกรังสีแกมมาและนิวตรอนโดยตรง ซึ่งหมายความว่าเลือกวางหัววัดรังสีไว้ด้านข้างของภาชนะใส่ตัวอย่าง โดยวางห่างจากผิวภาชนะใส่ตัวอย่างไป 10 ซม. เพื่อลดแบคกราวด์ให้น้อยลงอีก การพิจารณาตำแหน่งที่เหมาะสมนั้น ได้พิจารณาจากอัตราส่วนของความเข้มรังสีสุทธิของพีคไนโตรเจนต่อแบคกราวด์ที่มีค่าสูงสุดในเรื่องเกี่ยวกับขนาดของภาชนะใส่ตัวอย่าง และความหนาของตัวอย่าง ในการวิจัยนี้ได้ทดลองกับยูเรียและสารละลายของยูเรียเท่านั้น ซึ่งก็พบว่าขนาดของภาชนะและความหนาของตัวอย่างมีผลต่อความเข้มรังสีพรอมต์แกมมาของไนโตรเจนมาก อย่างไรก็ตาม การที่จะใช้ตัวอย่างขนาดเท่าใดขึ้นอยู่กับความเหมาะสมเป็นกรณี ๆ ไป การใช้ตัวอย่างน้อยจะทำให้ความไวในการวัดรังสีไม่ดี ในทางกลับกัน ถ้าใช้ตัวอย่างมากอาจมีความไวดีแต่เปลืองตัวอย่างมาก

ในการวิจัยนี้ใช้ถังเหล็กใส่น้ำที่ใช้เป็นตัวหน่วงนิวตรอน ประกอบกับใช้ตะกั่วเป็นกำบังรังสีแกมมา จึงมีการรบกวนจากรังสีพรอมต์แกมมาของทั้งสองธาตุซึ่งมีพลังงานค่อนข้างสูง กล่าวคือมีพลังงานเท่ากับ 9.298 MeV และ 7.646 MeV สำหรับเหล็ก ส่วนตะกั่วมีรังสีพรอมต์แกมมาพลังงาน 6.858 MeV รังสีแกมมาของธาตุทั้งสองนี้ถ้ามีความเข้มสูงก็สามารถรบกวนพีค 10.82 MeV ของไนโตรเจนได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งรังสีพรอมต์แกมมาพลังงาน 9.29 MeV ของเหล็ก ถ้าสามารถเปลี่ยนถังเหล็กไปเป็นพลาสติก และใช้กำบังรังสีชนิดอื่น เช่น ทังสะเตน บิสมัธ จะทำให้แก้ปัญหาเกี่ยวกับการรบกวนจากเหล็กและตะกั่วได้มาก อันจะเป็นผลให้เทคนิคนี้มีความไวสูงขึ้น อย่างไรก็ตามทั้งทังสเตน และบิสมัธ ก็มีราคาสูงกว่าตะกั่วมาก

จากการวิจัยนี้สามารถกล่าวโดยสรุปได้ว่าเทคนิคการวิเคราะห์พรอมต์แกมมาเป็นวิธีที่สามารถใช้ในการหาปริมาณไนโตรเจนปริมาณสูงในตัวอย่างขนาดใหญ่ได้ แต่การนำไปใช้ประโยชน์

ต้องมีการปรับเทียบที่เหมาะสม เพราะตัวอย่างที่มีส่วนประกอบต่างกันมีผลทำให้การแพร่กระจายของนิวตรอนในตัวอย่างต่างกัน ดังนั้นโอกาสที่จะเกิดพรอมต์แกมมากับไนโตรเจนจะแตกต่างกันตามส่วนประกอบด้วย ถึงแม้ว่ามีความเข้มข้นของไนโตรเจนเท่ากัน ดังจะเห็นได้จากผลการวิจัยที่ใช้ตัวอย่างปุ๋ยบางชนิด อย่างไรก็ตาม หากมีการปรับเทียบที่เหมาะสมประกอบกับการพิจารณาระบบอาบรังสี การกำบังรังสีและใช้ต้นกำเนิดรังสีที่ให้ความเข้มนิวตรอนได้สูง จะทำให้สามารถใช้เทคนิคนี้ในการหาปริมาณไนโตรเจนได้รวดเร็วยิ่งขึ้น และจะมีขีดจำกัดในการวิเคราะห์ต่ำกว่านี้มาก เทคนิคนี้จึงเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งสำหรับการหาปริมาณไนโตรเจน ส่วนการใช้ประโยชน์ในการตรวจหาวัตถุระเบิดเท่าที่ได้ทดลองในการวิจัยนี้พบว่ายังต้องใช้เวลานับรังสีนาน เพราะต้นกำเนิดรังสีมีความแรงต่ำ ประกอบกับมีข้อจำกัดในด้านการใช้วัสดุกำบังรังสี แต่ถ้ามีการปรับปรุงให้มีความไวสูงขึ้นก็จะเป็นวิธีที่น่าจะนำไปใช้ประโยชน์ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การเลือกวัสดุกำบังรังสีแกมมาเพื่อลดแบคกราวด์ ในการวิเคราะห์หาปริมาณธาตุด้วยเทคนิคพรอมท์แกมมามีข้อเสียคือ แบคกราวด์ในระบบวัดจะสูงกว่าการวัดด้วยเทคนิคอื่น เพราะเป็นการวัดรังสี ณ ตำแหน่งที่ทำการอาบรังสีนิวตรอน การที่สามารถลดแบคกราวด์ให้น้อยลง ก็จะมีผลทำให้ระบบวัดแบบพรอมท์แกมมามีความถูกต้องมากขึ้น และมี Detection limit ลดลงด้วย ดังนั้น ในการออกแบบระบบกันรังสีควรเลือกวัสดุที่กำบังรังสีแกมมาจากแบคกราวด์ได้ดีและที่มีรังสีไปรบกวนพลังงานที่สนใจน้อย ในกรณีของไนโตรเจนถ้าเลือกใช้ทังสเตนและบิสมัธจะกำบังรังสีแกมมาได้ดี และไม่มีรังสีพรอมต์แกมมารบกวนพีคไนโตรเจน (แต่มีราคาแพง)

5.2.2 การเลือกใช้ภาชนะบรรจุสารทดสอบในการอาบรังสีนิวตรอน ควรจะใช้วัสดุที่มีธาตุเบาเป็นองค์ประกอบ เช่น ถังโพลีเอธิลีน ถังอะลูมิเนียม ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการดูดกลืนรังสีนิวตรอนและรังสีแกมมาได้น้อย

5.2.3 ควรมีการศึกษาการใช้เทคนิคพรอมต์แกมมาในการหาปริมาณธาตุอื่น ๆ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมบางประเภทเช่น เหมืองแร่

5.2.4 ควรมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาในการใช้เทคนิคพรอมต์แกมมาในการตรวจหาวัตถุระเบิดในกระเป๋าสัมภาระและหีบห่อ เพื่อเป็นข้อมูลในการนำไปใช้ประโยชน์อย่างจริงจัง

5.2.5 ควรทดลองใช้ต้นกำเนิดรังสีคาลิฟอร์เนียม-252 เนื่องจากให้นิวตรอนความเข้มสูง และไม่มีรังสีแกมมาพลังงานสูงเป็นแบคกราวด์อย่างเช่นที่พบในต้นกำเนิดรังสีแบบ (α,n) ที่ใช้เบริลเลียม-9 เป็นเป้า (target)