

ข้อสรุป วิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 ข้อสรุป และวิจัยผลการวิจัย

ผลการวิจัยที่ผ่านมาแสดงให้เห็นว่าวิธีการวิเคราะห์ก้ามะถัน ในลักษณะโดย  
ใช้เครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์เรืองแสง EDX ที่ใช้หัววัดพรอพอร์ชันนัลสามารถกระทำได้  
สะดวก โดยมีขั้นตอนไม่ยุ่งยาก วิธีที่ได้ทำการศึกษา มีอยู่ 2 วิธี

วิธีแรกเป็นวิธีวิเคราะห์โดยทางอ้อม โดยการวิเคราะห์ปริมาณ เหล็ก แล้วนำ  
ค่าปริมาณ เหล็ก ที่วิเคราะห์ได้ไปอ่านกราฟหาปริมาณก้ามะถัน ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน (ดัง  
แสดงในรูปที่ 4.5) จากการทดลองวิเคราะห์ตัวอย่างลักษณะ 10 ตัวอย่าง และ ตัว  
อย่าง กำหนดมาตรฐาน 2 ตัวอย่าง ก็ให้ผลเป็นที่น่าพอใจ ส่วนความถูกต้องในการนำ  
ไปใช้งานนั้นขึ้นอยู่กับธรรมชาติของลักษณะในแหล่งนั้น ๆ กล่าว คือ ขึ้นอยู่กับรูป (form)  
ของก้ามะถัน และเหล็ก ที่อยู่ในลักษณะ วิเคราะห์โดยทางอ้อมนี้มีความสะดวก รวด  
เร็วกว่าวิธีวิเคราะห์โดยตรงมาก เพราะใช้เวลาวิเคราะห์สั้น คือในการวิจัยนี้ใช้  
เวลาวิเคราะห์เหล็ก และ แบคกราวด์ เท่ากับ 100 วินาที รวมเป็นใช้เวลาเท่ากับ  
200 วินาที นอกจากนี้การวัดความเข้มรังสีเอกซ์ของเหล็กก็ยิ่งง่ายกว่าการวัดรังสีเอกซ์  
ของก้ามะถัน เพราะรังสีเอกซ์ของก้ามะถันมีพลังงานต่ำ ในการนำไปใช้งานนั้น  
กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็ก กับ ก้ามะถัน นับว่ามีความสำคัญมาก ต้องได้ข้อ  
มูลจากตัวอย่างจำนวนมากพอ สำหรับแต่ละแหล่ง และควรมีการเปรียบเทียบเป็นระยะ ๆ  
ซึ่งแน่นอนเมื่อต้องใช้ในการเปรียบเทียบมาก การเปรียบเทียบแต่ละครั้งก็ต้องใช้เวลา

วิธีวิเคราะห์โดยตรงอาศัยหลักการเทียบความเข้มรังสีเอกซ์เรืองแสงของก้ามะถัน  
ของตัวอย่างลักษณะ กับ กำหนดมาตรฐานที่ทราบปริมาณก้ามะถัน และส่วนประกอบใกล้เคียงกัน หลักการนี้เป็นหลักการทั่วไปของวิธีเรืองรังสีเอกซ์ ในการวิเคราะห์แบบเปรียบเทียบ

เทียบกับสารมาตรฐาน ซึ่งจะให้ผลถูกต้องที่สุดเมื่อตัวอย่างกับสารมาตรฐานมีส่วนประกอบเหมือนกัน สำหรับการนำมาใช้ในการวิเคราะห์กัมมันต์ในลิแกนด์นั้น จากข้อมูลการวิจัยพบว่า มีตัวแปรหลักเพียง 3 ตัวคือ ปริมาณแก้ว แคลเซียม และ เหล็ก ส่วนตัวอื่น ๆ นั้นมีปริมาณต่ำ (ยกเว้นอะลูมิเนียม และ ซิลิคอนเมื่อลิแกนด์มีปริมาณแก้วสูง) ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติได้สะดวกขึ้น วิธีนี้มีปัจจัยที่จะต้องพิจารณาในหลาย ๆ ด้านเช่นกัน ในด้านเวลาในการวิเคราะห์ต้องใช้เวลาานกว่าเนื่องจากกัมมันต์เป็นธาตุเบา และ มีการดูดกลืนรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของกัมมันต์สูง นอกจากนี้ยังต้องวัดปริมาณ แคลเซียม เหล็ก และ แก้วด้วย ในทางปฏิบัติกัมมันต์ และ แคลเซียม วิเคราะห์ได้พร้อมกัน ส่วนเหล็ก และ แก้วก็สามารถวิเคราะห์ไปพร้อมกันได้ ในการวิจัยนี้ใช้เวลาทั้งสิ้น 2,200 วินาทีต่อ 1 ตัวอย่าง (รวมเวลาวัดแบบคราวด์ด้วย) อย่างไรก็ตามหากใช้ตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่จะสามารถลดเวลาในการวัดรังสีลงได้อีก การวิจัยนี้ใช้หัววัดรังสีบรรจุทังสเตนในการวัดกัมมันต์ และ แคลเซียม และหัววัดรังสีบรรจุทังสเตน ในการวัดเหล็กและรังสีเอกซ์กระเจิงกลับ เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่ซับซ้อนซึ่งมีเพียงเล็กน้อยเท่านั้นในการใช้งานจริงสามารถใช้หัววัดบรรจุทังสเตนอย่างเดี่ยวได้ทั้ง 2 กรณี ความถูกต้องของ วิธีวิเคราะห์โดยตรงนั้นขึ้นอยู่กับ ตัวอย่างลิแกนด์มาตรฐานที่นำมาเทียบเพื่อคำนวณหาปริมาณกัมมันต์ซึ่งจะต้องเลือกให้มี ปริมาณแก้ว แคลเซียม และ เหล็กใกล้เคียงกันมากที่สุด ดังนั้นจึงต้องมีการสะสมตัวอย่างที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ กันไว้มาก ๆ เพื่อไว้สำหรับเลือก ปัญหาที่จะพบในการวิเคราะห์ก็คือเมื่อตัวอย่างมีปริมาณอะลูมิเนียม และ/หรือ ซิลิคอน ต่างกันจะมีผลต่อการวิเคราะห์มากเพราะธาตุทั้งสองอยู่ต่ำกว่า absorption edge ของกัมมันต์เพียงเล็กน้อย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ซิลิคอนสามารถดูดกลืนรังสีเอกซ์เฉพาะตัวของกัมมันต์ได้มาก ทั้งอะลูมิเนียมและซิลิคอนในปริมาณที่มีอยู่ในลิแกนด์ที่ทำการวิจัย ไม่สามารถวัดได้โดยหัววัดรังสีพรอพอร์ชันนัล ข้อดีของวิธีนี้ก็คือไม่ต้องมีการทำกราฟเปรียบเทียบเพียงแต่เลือกตัวอย่างมาตรฐานที่เหมาะสมมาเทียบและถ้ามีองค์ประกอบใกล้เคียงกันจะให้ผลถูกต้องกว่า

อนึ่งจากการตรวจสอบผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก และ แคลเซียมของถ่านหินมาตรฐาน SRM 2683 และ SRM 2685 พบว่าได้ผลใกล้เคียงกับค่าที่ถูกต้อง กล่าวคือ ปริมาณเหล็กในถ่านหินมาตรฐานมีค่า 0.76 % และ 2.9 % ผลการวิจัยนี้ได้ค่า 1.07 %



และ 2.92 % ตามลำดับ ปริมาณแคลเซียมมีค่า 0.20 % และ 0.52 % ผลการวิจัย  
นี้ได้ค่า 0.23 % และ 0.57 % ตามลำดับ

การนำวิธีการทั้งสองไปใช้ในการวิเคราะห์กัมมันต์ในลิกไนต์ สามารถออกแบบอุปกรณ์ ให้มีขนาดเล็ก และใช้งานได้ง่ายสะดวก เช่นใช้เครื่องวิเคราะห์แบบช่องเดี่ยว (single channel analyzer, SCA) แทนการใช้เครื่องวิเคราะห์แบบหลายช่อง (multichannel analyzer, MCA) สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาเฉพาะตัวอย่างลิกไนต์แห้ง การนำไปใช้งานกับตัวอย่างลิกไนต์ที่มีความชื้นยังต้องมีการศึกษาวิจัยเพิ่มเติม เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้ถูกต้องต่อไป

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ภาชนะที่ใช้ใส่ตัวอย่างควรมีขนาดโตกว่าหัววัดเพื่อให้ได้ค่าความเข้มรังสีเอกซ์เรย์ได้มากที่สุด โดยใช้ตัวอย่างไม่น้อยกว่า 50 มิลลิกรัม ต่อ ตารางเซนติเมตร (เพราะความหนาวิกฤตสำหรับการวัดความเข้มรังสีเอกซ์ของเหล็กมีค่าประมาณ 50 มิลลิกรัม ต่อ ตารางเซนติเมตร)

5.2.2 ทดสอบตัวอย่างมากกว่านี้ และ ตัวอย่างที่มีส่วนประกอบต่างๆกัน เพื่อใช้เป็นตัวเปรียบเทียบกับตัวอย่างลิกไนต์ที่ต้องการหาปริมาณกัมมันต์ โดยเลือกตัวที่มีองค์ประกอบใกล้เคียงกันมากที่สุดมาเป็นตัวเปรียบเทียบ

5.2.3 ศึกษาการวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีความชื้นต่าง ๆ กันเพื่อการใช้งานโดยไม่ต้องการอบตัวอย่างให้แห้งก่อน เพื่อศึกษาผลกระทบของความชื้นที่มีต่อการหาปริมาณกัมมันต์

5.2.4 ศึกษาการใช้วิธีคำนวณแก้การรบกวนของแคลเซียม เหล็ก และปริมาณ แก๊ส ต่อ กัมมันต์ เพื่อใช้แทนวิธีการเปรียบเทียบกับกำหนดมาตรฐานที่มีส่วนประกอบใกล้เคียงกัน สำหรับวิธีวิเคราะห์โดยตรง