บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองเตรียม TLD ชนิด $CaSO_4(Dy)$ โดยจัดระบบการเตรียมออกเป็น 2 แบบ คือแบบเตรียมที่ความดันบรรยากาศ และแบบเตรียมที่ความดัน 280 มิลลิเมตรปรอท ผลปรากฏว่า ได้ผลึก $CaSO_4(Dy)$ ที่มีคุณสมบัติความไวในการตอบสนองต่อรังสีสูงเช่นเดียวกัน แต่การเตรียมแบบให้ความดันต่ำ ใช้เวลาในการเตรียมน้อยกว่า ทั้งยังมีความปลอดภัยต่อผู้เตรียมมากกว่าการเตรียมแบบที่ความดันปกติ

5.1.1 การศึกษา glow curve

5.1.1.1 จากการศึกษาลักษณะของ glow curve ของผลึกที่ได้จากการเตรียมโดยจัดระบบการเตรียมทั้ง 2 แบบ พบว่าแสงที่ออกมาจาก $CaSO_4(Dy)$ มีพีคแรกอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 165 องศาเซลเซียส และมีพีคหลัก (main glow peak) อยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 205 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าพีคหลักของ $CaSO_4(Dy)$ ที่ผลิตโดยบริษัท Harshaw เล็กน้อย (จากตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก) จากการทดลองเตรียมผลึกหลายครั้งพบว่าได้ตำแหน่งอุณหภูมิของพีคหลักคงที่ แสดงว่าผลึกที่เตรียมได้มีความลึกของกับดักสม่ำเสมอ ถือได้ว่ามีคุณสมบัติเป็น TLD ที่ดีได้

5.1.1.2 ผลจากการศึกษา ลักษณะ glow curve ที่ได้จากรังสีเอกซ์และรังสีแกมมา พบว่าตำแหน่งอุณหภูมิของพีคหลัก ไม่มีความแตกต่างกัน

5.1.2 จากผลของข้อมูลใน ตารางที่ 4.5 และรูปที่ 4.8 พบว่า ที่ปริมาณความเข้มข้นของดิสโพรเซียม 0.10 , 0.22 , 0.33 , 0.44 และ 0.65 wt%Dy (หรือ 0.08 , 0.18 , 0.28 , 0.36 , 0.55 mole%Dy ตามลำดับ) ให้ค่าการตอบสนองต่อรังสีแกมมาสูง และจะลดลงที่ปริมาณความเข้มข้นของดิสโพรเซียมที่ต่ำกว่า หรือมากกว่านี้

ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ที่ปริมาณความเข้มข้นของดิสโพรเซียม ที่ต่ำกว่า 0.10 wt%Dy มีปริมาณน้อยเกินกว่า ที่จะทำให้เกิดผลึกที่มีคุณสมบัติเป็น TL ได้ และที่ปริมาณความเข้มข้น ของดิสโพรเซียมที่มากกว่า 0.65 wt%Dy อาจทำให้เกิดการทับแสงขึ้น จึงทำให้ได้ค่าการตอบสนองต่อรังสีแกมมาลดลง ดังนั้น ช่วงปริมาณความเข้มข้นของดิสโพรเซียมที่เหมาะสม ที่จะนำมาใช้งานคือ ช่วง 0.08 หรือ 0.18 mole%Dy ถึงแม้ที่ 0.28 , 0.36 , 0.55 mole%Dy จะให้การตอบสนองต่อรังสีแกมมาได้สูงเช่นเดียวกันแต่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน ทั้งนี้เพราะ เป็นการสิ้นเปลือง Dy_2O_3 ซึ่งมีราคาแพง

5.1.3 จากข้อมูลในตารางที่ 4.6 พบว่าที่ขนาดของผลึก -100+120 mesh ให้ค่าการตอบสนองต่อรังสีแกมมาสูงสุด แต่ไม่เหมาะสมที่จะเลือกนำมาใช้งาน ทั้งนี้เพราะปริมาณที่เตรียมได้ในแต่ละครั้งน้อย คิดเป็น 15.08 % ของน้ำหนักผลึกที่เตรียมได้ทั้งหมด และเมื่อพิจารณาที่ขนาดของผลึก -80+100 , -100+120 , -120+140 -140+170 และ -170+200 mesh ให้ค่าการตอบสนองต่อรังสีสูงไม่ต่างกันมากนัก และจะลดลงที่ขนาดของผลึกต่ำกว่า หรือมากกว่านี้ ดังนั้น ช่วงขนาดของผลึก -80+200 mesh จึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้งาน เพราะให้ค่าการตอบสนองต่อรังสีสูงและให้ปริมาณที่เตรียมได้ในแต่ละครั้งถึง 61.45 เปอร์เซนต์ของน้ำหนักผลึกที่เตรียมได้ทั้งหมด ซึ่งการเลือกใช้ขนาดของผลึก -80+200 mesh นี้ สอดคล้องกับการเลือกใช้ของ $CaSO_4$(Dy) ที่เตรียมโดย Yamashita และคณะ

5.1.4 มีความเป็นเชิงเส้น (linearity) ระหว่างปริมาณรังสี กับสัญญาณแสงในช่วงปริมาณรังสี exposure dose ระหว่าง 50 - $1x10^5$ mR ดีมาก

5.1.5 จากการหาค่าปริมาณรังสีแกมมาต่ำสุดที่ $CaSO_4$ (Dy) สามารถวัดได้ (minimum detectable dose) พบว่า สามารถวัดปริมาณรังสีแกมมา ได้ต่ำถึง 157.903 μR โดยมีค่าความเชื่อมั่น 99.87 เปอร์เซนต์ ซึ่งสอดคล้องกับ $CaSO_4$(Dy) ที่เตรียมโดย Yamashita และคณะ

5.1.6 มีความไวในการตอบสนองรังสี (sensitivity) สูงสุดที่พลังงานของโฟตอนประมาณ 45 keV และสูงเป็นประมาณ 9 เท่า เมื่อเทียบกับ sensitivity ที่

พลังงานโฟตอน 1250 keV จากโคบอลต์-60

5.1.7 มีความไวในการตอบสนองต่อรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 10 R สูงกว่า TLD ชนิด LiF (TLD 700) ซึ่งผ่านการใช้งานมาแล้ว 1 ครั้ง ของบริษัท Harshaw ประมาณ 18 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับ ตาราง ก.1 ในภาคผนวก ก พบว่า จะต่ำกว่าค่าในตารางเล็กน้อย ทั้งนี้ในตารางมิได้ระบุปริมาณรังสีที่ให้กับ TLD และ LiF(TLD 700)ที่นำมาใช้เปรียบเทียบนี้ ได้ผ่านการใช้งานมาแล้ว 1 ครั้ง ผลการทดลองในข้อนี้ถือได้ว่า $CaSO_4$(Dy) ที่เตรียมได้ มีคุณสมบัติ ใกล้เคียงกับ $CaSO_4$(Dy) ที่ผลิตโดยบริษัท Harshaw

5.1.8 การนำ $CaSO_4$(Dy) ที่ฉายรังสีแล้วไป anneal ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที มีผลทำให้พีคแรกของ glow curve ลดลง แต่พีคหลักยังคงที่ ถ้าต้องการจะทำให้พีคแรกหมดไป อาจจะต้องเพิ่มเวลาในการ anneal อีกเล็กน้อย เนื่องจาก พีคแรกเป็นพีคที่ไม่มีความคงที่ และ มี half life สั้น อาจกำจัดได้โดยทิ้ง $CaSO_4$(Dy) ที่ฉายรังสีไว้แล้ว 1 วัน จึงนำมาอ่านค่าสัญญาณแสง

ในทางปฏิบัติเนื่องจากแคปซูลที่ใส่ TLD เป็นแคปซูลพลาสติก ที่ไม่ทนความร้อนจึงไม่สะดวกที่จะต้องเทออกเพื่อ anneal ก่อนอ่าน ดังนั้นจึงไม่ใช้วิธีลดพีคแรกด้วยการ anneal ก่อนอ่าน แต่ใช้วิธีทิ้งTLD ที่ฉายรังสีแล้วไว้ 1 วันจึงนำมาอ่าน ซึ่งวิธีนี้ต้องมีการควบคุมความเหมือน และอ่านพร้อม ๆกันทุกแคปซูล จึงจะตัดปัญหาความไม่คงที่ของพีคแรกได้

5.1.9 จากการศึกษา fading พบว่า $CaSO_4$(Dy) ที่เตรียมได้ มี fading 1.29 เปอร์เซนต์ต่อเดือน ซึ่งใกล้เคียงกับ $CaSO_4$(Dy) ที่ผลิตจากต่างประเทศ

ในการเตรียม $CaSO_4$(Dy) แต่ละครั้งจะได้ $CaSO_4$(Dy) 15 - 20 กรัม คิดเป็นราคาต้นทุนทั้งหมด 5,000 บาท / 100 กรัม ราคาที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ ประมาณ 37,000 บาท / 100 กรัม

จากคุณสมบัติที่ได้ทดสอบดังกล่าวมาแล้วข้างต้น นับว่า $CaSO_4$(Dy) ที่เตรียมขึ้นใช้เองนี้ เป็น TLD ที่มีคุณสมบัติเทียบเท่ากับที่ผลิตจากต่างประเทศ สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องวัดรังสีประจำบุคคล เพื่อเฝ้าระวังอันตรายจากรังสีได้เป็นอย่างดี ทั้งยังมีราคาถูกกว่าสั่งซื้อจากต่างประเทศมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ควรทดลองเปลี่ยนแปลงค่าความดัน ของกระบวนการ ในการเตรียม TLD หลาย ๆ ค่า อาจจะมีข้อแตกต่างที่ได้ TLD ดีขึ้น หรืออาจจะเหมาะที่จะเตรียมครั้งละมาก ๆ

5.2.2 ขั้นตอนการเตรียมผลึก ต้องใช้ glasswool หุ้มที่คอ round bottle flask เพื่อลดปัญหา การควบแน่นของไอกรดกลับภาชนะเดิม เนื่องจากคุณสมบัติของ glasswool มีอันตรายแก่อวัยวะภายในร่างกาย ดังนั้นผู้ทดลองจึงควร สวมถุงมือ ป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจาก glasswool หรืออาจใช้ เชือก asbestos แทน เพราะไม่หลุดร่วงออกมา

5.2.3 ผงผลึก $CaSO_4$(Dy)ที่ได้จากการทดลองนี้สามารถนำไปอัดเป็นเม็ด โดยผสมกับตัวประสานที่สามารถทนอุณหภูมิได้สูงกว่า 400 องศาเซลเซียส และต้องใช้เทคนิคในการอัด ให้ทุก ๆ เม็ดมีคุณสมบัติทางรังสีเหมือนกัน นอกจากนี้ยังสามารถพัฒนา โดยนำบรรจุลงใน card เพื่อสะดวกในการนำไปใช้เป็น เครื่องวัดรังสีประจำบุคคล ต่อไป