# บทที่ 5
# สรุปและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุป

1. จากการวิเคราะห์ส่วนประกอบทางแร่และส่วนประกอบทางเคมีของ $SiO_2$ Silica HP และกากดิน พบว่า ทั้ง $SiO_2$ และ Silica HP ต่างก็เป็น $\alpha$ - quartz แม้ว่าใน Silica HP จะมีปริมาณสิ่งเจือปน เช่น $Al_2O_3$ $Fe_2O_3$ $TiO_2$ CaO MgO KgO และ $Na_2O$ แต่ก็ยังคงอยู่ในปริมาณที่ยอมรับได้ ในขณะที่กากดินมีส่วนประกอบทางแร่เป็น $\alpha$ - quartz เช่นกัน แต่จะมีส่วนประกอบทางแร่อื่นคือ Muscovite และ Aluminium silicate hydrate และจากผลวิเคราะห์ทางเคมีแสดงให้เห็นว่ากากดินมีสิ่งเจือปนปะปนอยู่ในปริมาณที่สูง ซึ่งมีอิทธิพลต่อการเกิดสี

2. การเตรียมแก้วระบบเลดอัลคาไลซิลิเกตจากส่วนผสมของ $PbO - K_2CO_3 - SiO_2$ $PbO - K_2CO_3$ – Silica HP และ $PbO - K_2CO_3$ – กากดิน โดยการหลอมที่อุณหภูมิ 1100 $^0$ซ และรักษาอุณหภูมิ 2 ชั่วโมง พบว่า บริเวณที่เกิดแก้วของส่วนผสม $PbO - K_2CO_3 - SiO_2$ และ $PbO - K_2CO_3$ – Silica HP อยู่ในย่านของสัดส่วนผสมเดียวกัน โดยตัวอย่างแก้วที่เตรียมได้ส่วนใหญ่มีลักษณะโปร่งใส ไม่มีสี ยกเว้นส่วนผสมที่มีปริมาณ PbO สูงกว่าร้อยละ 65โดยน้ำหนัก (ดูรูปที่ 4.2 และ 4.3) ในขณะที่ส่วนผสม $PbO - K_2CO_3$ – กากดิน สามารถทำให้เกิดแก้วได้บางส่วนผสมเท่านั้น และตัวอย่างแก้วที่เตรียมจากส่วนผสมนี้จะมีสี เนื่องจากอิทธิพลของสิ่งเจือปนที่มีอยู่ในกากดิน (ดูรูปที่ 4.4)

3. ความหนาแน่นของตัวอย่างแก้วทั้งหมดที่เตรียมโดยการเทลงน้ำมีค่าระหว่าง 3.0 ถึง 6.5 กรัมต่อลูกบาศ์กเซนติเมตร ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของส่วนผสม ความหนาแน่นที่วัดได้มีแนวโน้มสอดคล้องกับความหนาแน่นที่คำนวณจากอัตราส่วนของส่วนผสมโดยอาศัย Appen facter ตามสมการที่ (4.1)

4. ดรรชนีหักเหของตัวอย่างแก้วทั้งหมดที่เตรียมโดยการเทลงบนเบ้าโลหะมีค่าเฉลี่ยระหว่าง 1.57 ถึง 1.79 ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของส่วนผสม ดรรชนีหักเหที่วัดได้มีแนวโน้มสอดคล้องกับดรรชนีหักเหที่คำนวณจากอัตราส่วนของส่วนผสมโดยอาศัย Appen facter ตามสมการที่ (4.2)

5. จากการวิเคราะห์ผลของความร้อนที่มีผลต่อผงแก้วด้วยเทคนิค DTA ไม่สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่สอดคล้องกับ $T_g$ และ $T_m$ ได้อย่างชัดเจน แต่สามารถพบการเปลี่ยนแปลงที่เป็น $T_c$ ได้

6. จากการหาค่าคงที่ไดอิเลคตริกสัมพัทธ์ในช่วงความถี่ 1kHz ถึง 20 kHz พบว่า ตัวอย่างแก้วที่เตรียมจากส่วนผสมของ $PbO–K_2CO_3–SiO_2$ มีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างแก้วที่เตรียมจากส่วนผสมของ $PbO–K_2CO_3$–Silica HP และส่วนผสมของ $PbO–K_2CO_3$–กากดิน ค่าคงที่ไดอิเลคตริกสัมพัทธ์ของตัวอย่างแก้วที่เตรียมจาก $PbO–K_2CO_3$–กากดิน แม้ว่าจะมีค่าสูงกว่า แต่จะมีความไม่สม่ำเสมอของค่าที่วัดตลอดช่วงความถี่ที่ใช้วัดอย่างชัดเจน อย่างไรก็ตามค่าคงที่ไดอิเลคตริกสัมพัทธ์ใที่วัดได้ยังคงไม่สามารถนำมาประมาณดรรชนีหักเห $n_D$ เนื่องจากไม่ใช่ความถี่เดียวกัน และค่าคงที่ไดอิเลคตริกสัมพัทธ์ใที่วัดในช่วงความถี่ต่ำจะมีค่าขึ้นอยู่กับชนิดของขั้วไฟฟ้า รวมถึงลักษณะการเตรียมผิวหน้าตัวอย่างด้วย

7. มีความเป็นไปได้ที่จะเตรียมแก้วระบบเลดอัลคาไลซิลิเกต โดยใช้กากดินเป็นวัตถุดิบตั้งต้นร่วมกับเลดออกไซด์ และโพแทสเซียมคาร์บอเนต

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากการที่กากดินมีส่วนประกอบทางเคมีที่จัดว่าไม่สม่ำเสมอจึงควรมีการเก็บข้อมูลตัวอย่างกากดินอย่างเป็นระบบ เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบทางเคมี

2. สัดส่วนผสมบางสูตรอาจทำเป็นแก้วได้หากเพิ่มอุณหภูมิการหลอมให้สูงกว่า 1100 $^0$ซ

3.น้ำสามารถทำปฏิกิริยากับตัวอย่างแก้วได้ แม้ว่าจะขึ้นอยู่กับชนิดของแก้วและปัจจัยอื่น เช่น อุณหภูมิ ความเป็นกรด–ด่าง ดังนั้นการหาความหนาแน่นโดยใช้น้ำเป็นตัวกลางจึงอาจไม่ใช่วิธีที่เหมาะสมสำหรับแก้วระบบเลดอัลคาไลซิลิเกต

4. ตัวอย่างแก้วที่เตรียมโดยการเทลงบนเบ้าโลหะยังคงมีฟองอากาศ และลักษณะที่แสดงถึงความไม่สม่ำเสมอของเนื้อแก้ว รวมทั้งยังคงมีความเครียดที่เกิดจากการเย็นตัวไม่พร้อมกัน การลดฟองอากาศสามารถทำโดยการเติม Refining agent เช่น $As_2O_3$ หรือ $Sb_2O_3$ ในปริมาณที่เหมาะสม สำหรับการลดความเครียดทำได้โดยการนำตัวอย่างแก้วมาเผาซ้ำ (Annealing) ที่อุณหภูมิเหมาะสมต่ำกว่า $T_g$ แต่เนื่องจากการตรวจสอบด้วยเทคนิค DTA ไม่อาจบอกตำแหน่ง $T_g$ ได้ชัดเจน ดังนั้นการเลือกอุณหภูมิที่จะทำ Annealing อาจต้องใช้การลองผิดลองถูก หรือใช้เทคนิคการวัดอื่น เช่น การวัดการขยายตัวเชิงเส้น หรือการวัดความหนืด เป็นต้น

5. การวัดสมบัติเพียงความหนาแน่น ดรรชนีหักเห ยังไม่สามารถบอกถึงความเหมาะสมในการนำมาใช้ ควรวัดสมบัติทางฟิสิกส์อื่นเนื่องจากสมบัติต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กัน เช่น แก้วที่มีส่วนผสมของตะกั่วสูงจะมีจุดหลอมเหลว ความหนืดและความแข็งต่ำ แต่จะมีความหนาแน่น ดรรชนีหักเห และสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นสูง รวมทั้งควรวัดสมบัติทางเคมีร่วมด้วย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University