การเตรียมแก้วด้วยดินสอพองจากจังหวัดลพบุรี

Glass Preparation with Marly Limestone from Lopburi

วราวุธ สอาดสิน[1*], สรายุทธ์ พานเทียน[2]

Warawut Sa-adsin[1*], Sarayut Pantian[2]

[1,2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี อำเภอเมืองลพบุรี จังหวัดลพบุรี 15000

[1,2]Faculty of Science and Technology, Thepsatri Rajabhat University, Meung, Lopburi province 15000

***Corresponding author E-mail: warawut.s@lawasri.tru.ac.th**

(Received: Oct19, 2022; Revised: Dec14, 2022; Accepted: Dec14, 2022)

บทคัดย่อ

ผู้วิจัยได้เตรียมตัวอย่างแก้วโซดาไลม์ซิลิเกต โดยใช้ดินสอพองที่เก็บตัวอย่างมาจากจังหวัดลพบุรี เป็นส่วนประกอบแทนสารแคลเซียมออกไซด์ สัดส่วนของสารประกอบเป็นไปตาม (75-x) SiO_2: xCaO: 25Na_2O โดย x คือ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ร้อยละเชิงโมล สารวัตถุดิบถูกผสมเข้าด้วยกันและหลอมในเตาไฟฟ้าด้วยอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 ชั่วโมง จากนั้นเทให้เย็นตัวในแม่พิมพ์ที่อยู่ในเตาอบอุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส 3 ชั่วโมง เพื่อลดความเครียดเนื่องจากการสูญเสียความร้อนในเนื้อวัสดุ ตัวอย่างแก้วถูกนำไปวัดค่าความหนาแน่นแล้วคำนวณค่าปริมาตรเชิงโมล และ วัดค่าดัชนีหักเห พบว่าค่าความหนาแน่นและดัชนีหักเหของตัวอย่างแก้วลดลงตามความเข้มข้นของดินสอพองที่เติมเข้าไป ตรงข้ามกับค่าปริมาตรเชิงโมลที่เพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาจากคุณสมบัติทางกายภาพและทางแสงของตัวอย่างแก้วที่เตรียมได้ ทำให้สรุปได้ว่าดินสอพองที่เก็บตัวอย่างจากท้องถิ่นมีศักยภาพที่จะนำไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตแก้วและอัญมณีสังเคราะห์ได้

คำสำคัญ : ดินสอพอง ดินมาร์ล หินปูน แก้ว สมบัติทางกายภาพ ท้องถิ่น ลพบุรี

Abstract

Soda lime silicate glass samples were prepared using marly limestone collected from Lopburi as the replacement of calcium oxide. The glass compositions were consistent with (75-x) SiO_2: xCaO: 25Na_2O where x is 5, 10, 15, 20, 25 and 30 mol%. The raw materials were homogenously stirred and melted in an electrical furnace with the temperature of 1,200 °C for 3 hours. Each batch of the melted materials was poured into the mold and then placed in an annealing oven with the temperature of 600 °C for 3 hours to reduce its thermal strain. The glass samples were weighted for their density and in turn calculated molar volume. The refractive index was furthermore investigated. The results show that density and refractive index of the glass samples decrease with the increment of marly limestone while the molar volume increases. Considering for the physical and optical properties of the prepared glass samples, marly limestone collected from local area has a potential to be raw materials for colored glass and artificial gems.

Keywords : Marly Limestone, marl, limestone, glass, physical properties, locality, Lopburi

บทนำ

ดินสอพองเป็นหนึ่งในอัตลักษณ์ที่โดดเด่นของจังหวัดลพบุรี ซึ่งเป็นแหล่งดินมาร์ลที่ผ่านกระบวนการจนเป็นสินค้าที่เรียกว่าดินสอพอง [1] โดยมีองค์ประกอบทางเคมีเป็นแร่ดินเหนียวร้อยละ 65-35 และแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 65-35 [2] มีการนำดินสอพองไปปรับปรุงและประยุกต์ใช้ในหลาย ๆ ด้าน เช่น เครื่องสำอางค์ สารปรับปรุงดิน ปฏิมากรรม เครื่องหอม รวมไปถึงวัสดุเตรียมอาหาร [3] ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าการเพิ่มมูลค่าของดินสอพองสามารถยกระดับเศรษฐกิจของชุมชนได้ โดยสนใจศึกษาศักยภาพในการนำดินสอพองมาผลิตเป็นวัสดุแก้ว ซึ่งสามารถพัฒนาเป็นแก้วสีและอัญมณีต่อไปได้ ซึ่งแก้วที่มีคุณสมบัติน่าสนใจ ได้แก่ แก้วซิลิเกตที่ได้รับความนิยมใช้ในระดับอุตสาหกรรม โดยเฉพาะแก้วโซดาไลม์ที่มีสมบัติที่ในด้านทนความร้อนและทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิได้พอสมควร ต้นทุนในการผลิตต่ำ และทนสารเคมี โดยทั่วไป แก้วโซดาไลม์ไม่มีสี และเมื่อเติมสารออกไซด์บางอย่างเข้าไปจะทำให้เกิดสีในแก้วได้ [4] ผู้วิจัยจึงได้เลือกผลิตตัวอย่างแก้วโซดาไลม์ตามสัดส่วน (75-x) SiO_2: xCaO: 25Na_2O โดย x คือ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ร้อยละเชิงโมล และตรวจวัดค่าความหนาแน่นและดัชนีหักเห พร้อมทั้งคำนวณหาค่าปริมาตรเชิงโมล เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นแก้วสีและอัญมณีที่ผลิตจากวัตถุดิบซึ่งเป็นอัตลักษณ์ท้องถิ่นอย่างดินสอพองต่อไป

วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเริ่มต้นด้วยการสุ่มเก็บตัวอย่างจากร้านค้าที่ผลิตดินสอพองจำหน่ายในตำบลทะเลชุบศร อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี จากนั้นนำไปชั่งมวลและผสมเข้ากับวัตถุดิบต่าง ๆ ตามสัดส่วนจากการคำนวณดังนี้ (75-x) SiO_2: xCaO: 25Na_2O โดย x คือ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 เปอร์เซนต์โดยโมล โดยปริมาณของ CaO เป็นตัวกำหนดปริมาณดินสอพองที่ใช้ โดยหาได้จากการเทียบสัดส่วนโดยโมลของ $CaCO_3$ ที่เป็นองค์ประกอบหลักในดินสอพอง จากนั้นหลอมที่อุณหภูมิ 1,200 °C เป็นเวลา 3 ชม. และทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วในอากาศ จากนั้นนำสารที่หลอมเหลวแล้วเทลงในแม่พิมพ์เหล็กสเตนเลสที่อุณหภูมิห้อง เมื่อเนื้อสารขึ้นรูปแล้วจึงนำไปอบความร้อนที่อุณหภูมิ 600 °C เป็นเวลา 3 ชม. เพื่อลดความเครียดที่เกิดขึ้นจากการสูญเสียความร้อนในเนื้อแก้ว นำตัวอย่างแก้วไปขัดให้มีขนาด 1.0 × 1.5 × 0.3 cm^3 โดยตัดด้วยใบตัดทองแดงและขัดด้วยกระดาษทรายเบอร์ 300, 700, และ 1200 ตามลำดับ แล้วนำไปตรวจวัดสมบัติทางกายภาพและทางแสง ได้แก่ ความหนาแน่น และ ดัชนีหักเหของแสง

การวัดค่าความหนาแน่นของตัวอย่างแก้วใช้หลักการของอาร์คิมิดีส (Archimedes principle) โดยใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียดทศนิยมสี่ตำแหน่ง (AND, HR-200) จากนั้นนำค่าความหนาแน่นที่วัดได้ไปคำนวณหาปริมาตรเชิงโมล (molar volume) ตามสมการ

$$V_m = \frac{M}{\rho} \quad (1)$$

โดย V_m คือ ปริมาตรเชิงโมล

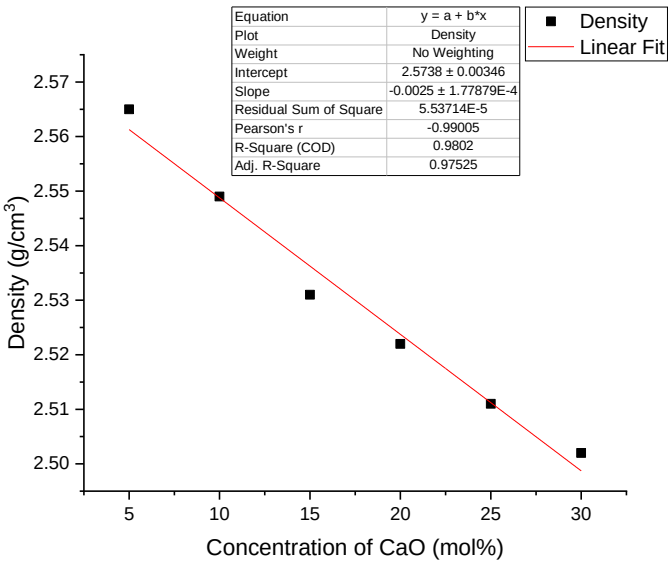
M คือ มวลโมเลกุลรวม

ρ คือ ความหนาแน่น

ส่วนการวัดค่าดรรชนีหักเหของแก้ว ผู้วิจัยใช้เครื่อง Abbe refractometer รุ่น 3T ของบริษัท ATAGO ประเทศญี่ปุ่น

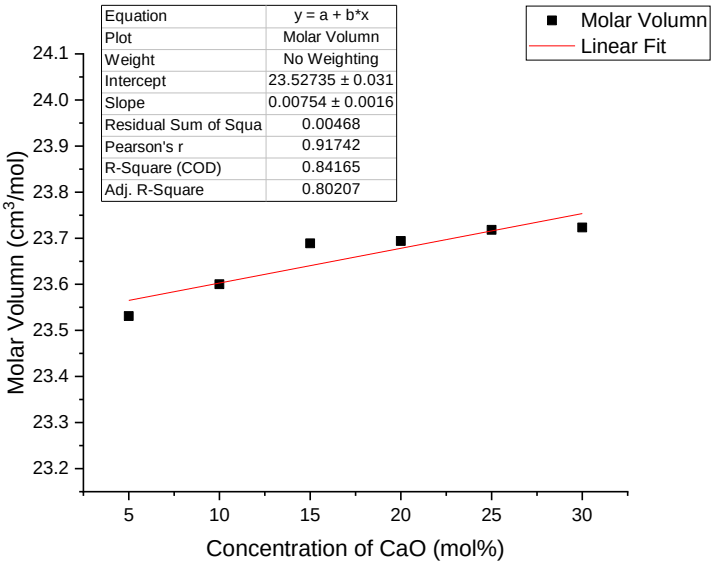
ผลการวิจัย

จากผลการวัดค่าความหนาแน่น พบว่าตัวอย่างแก้วที่ผลิตโดยใช้ดินสอพองเป็นส่วนประกอบ เพื่อให้เกิดสาร CaO ในกระบวนการหลอม มีแนวโน้มของความหนาแน่นเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ CaO ที่เกิดขึ้น อันเป็นผลมาจากการเข้าไปแทนที่ SiO_2 ของ CaO เป็นผลให้ค่ามวลโมเลกุลเฉลี่ยลดลง ดังแสดงในภาพที่ 1 เมื่อคำนวณปริมาตรเชิงโมลแล้วพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ CaO อันเป็นผลมาจากการเพิ่มขึ้นของออกซิเจนที่ไม่มีพันธะ (non-bridging oxygen) ในโครงสร้างแก้ว ดังแสดงในภาพที่ 2 [5]

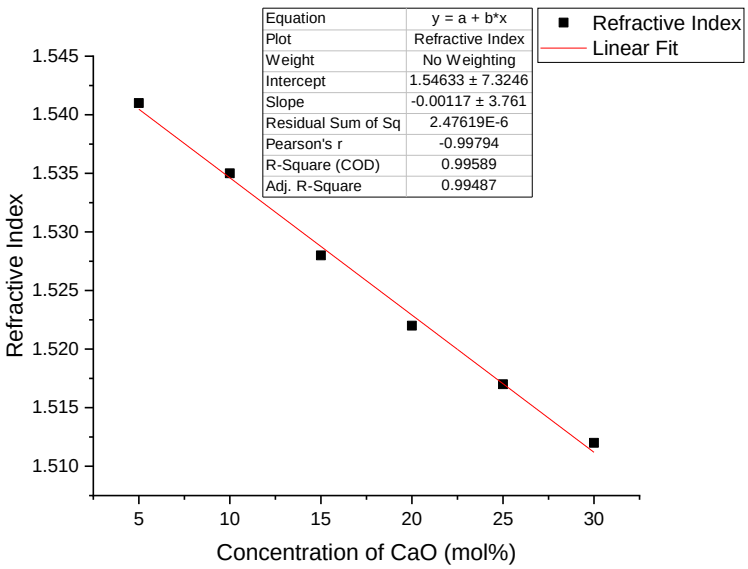


ภาพที่ 1 ความหนาแน่นของแก้วโซดาไลม์ซิลิเกตที่เติมดินสอพองเพื่อให้ได้ CaO ในเนื้อแก้วที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ค่าดัชนีหักเหของตัวอย่างแก้วลดลงตามความเข้มข้นของ CaO ดังแสดงในภาพที่ 3 ซึ่งเป็นไปตามหลักทฤษฎีไดอิเล็กตริกแบบดั้งเดิม โดยค่าดรรชนีหักเหขึ้นกับค่าความหนาแน่น และสภาพการเกิดขั้วได้ของอะตอมในวัสดุ [6]



ภาพที่ 2 ปริมาตรเชิงโมลของแก้วโซดาไลม์ซิลิเกตที่เติมดินสอพองเพื่อให้ได้ CaO ในเนื้อแก้วที่ความเข้มข้นต่าง ๆ



ภาพที่ 3 ดัชนีหักเหของแก้วโซดาไลม์ซิลิเกตที่เติมดินสอพองเพื่อให้ได้ CaO ในเนื้อแก้วที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์

ตัวอย่างแก้วโซดาไลม์ซิลิเกตซึ่งใช้ดินสอพองที่เก็บตัวอย่างมาจากจังหวัดลพบุรีเป็นส่วนประกอบเพื่อให้ได้สารแคลเซียมออกไซด์ในเนื้อแก้วตามสัดส่วน (75-x) SiO_2: xCaO: 25Na_2O โดย x คือ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 ร้อยละเชิงโมล ถูกเตรียมขึ้นด้วยเทคนิคปล่อยให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วในอากาศ และนำไปวัดค่าความหนาแน่นแล้วคำนวณค่าปริมาตรเชิงโมล และวัดค่าดัชนีหักเห พบว่าค่าความหนาแน่นและดัชนีหักเหของตัวอย่างแก้วลดลงตามความเข้มข้นของแคลเซียมออกไซด์ที่เกิดจากดินสอพองที่เติมเข้าไป ตรงข้ามกับค่าปริมาตรเชิงโมลที่เพิ่มขึ้น คุณสมบัติทางกายภาพและทางแสงของตัวอย่างแก้วที่เตรียมได้มีค่าอยู่ในช่วงปกติของแก้วและอัญมณีสังเคราะห์ทั่วไป ทำให้สรุปได้ว่าดินสอพองที่เก็บตัวอย่างจากท้องถิ่น มีศักยภาพที่จะนำไปเป็นวัตถุดิบ ในการผลิตแก้วและอัญมณีสังเคราะห์ได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในทุกด้าน และ ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางด้านแก้วและวัสดุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมที่ได้เอื้อเฟื้อวัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นต่องานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

[1] Arunee Charoensup. (2553). *Development of Marl for Contemporary Art Design*. Lopburi: Thepsatri Rajabhat University.

[2] Pettijohn, F. J., Harper & Brothers. (1957). *Sedimentary Rocks*. New York, 410

[3] Zhao, G., Tian, Y., Fan, H., & Zhang, J. (2013). Properties and Structures of Bi2O3-B2O3-TeO2 Glass. *J. Mater. Sci. Technol*, *29*(3), 209-214.

[4] Terczyn´ ska-Madej, A., & Cholewa-Kowalska, K. (2011). Coordination and valence state of transition metal ions in alkali-borate glasses. *Optical Materials, 33*(12), 1984–1988.

[5] Kaewkhao, J., Srisittipokakun, N., Kirdsiri, K., Kedkaew, C., & Limsuwan, P. (2012). Optical and Physical Investigation of Fe2O3 Doped in Soda-Lime Silicate Glass at Different Melting Temperature. *Applied Mechanics and Materials*, *103*, 97-101.

[6] Ruangtaweep, Y., Kaewkhao, J., Kirdsiri, K., Kedkaew, C. & Limsuwan, P. (2011). Properties of CoO doped in Glasses Prepared from Rice Hush Fly Ash in Thailand. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, *18*, 112008. DOI 10.1088/1757-899X/18/11/112008