

ผลของอุณหภูมิในการอบต่อองค์ประกอบทางเคมีไบออยเพื่อใช้ในการเตรียมแก้ว

นทีกานต์ กาญจนพันธ์^{1,2} และวัชรินทร์ ราชนิยม^{1,2*}

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีแก้วและเซรามิก คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม, นครปฐม
²ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางด้านแก้วและวัสดุศาสตร์, นครปฐม
*watcharinratniyom601@hotmail.com

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบไบออยต่อองค์ประกอบทางเคมีเพื่อใช้ในการเตรียมแก้ว โดยเก็บตัวอย่างไบออยจากพื้นที่ทำการเกษตรในพื้นที่จังหวัดนครปฐม จากนั้นทำการเตรียมซีเมนต์ไบออยด้วยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ (400, 600, 800, 1000 องศาเซลเซียส) แล้วทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าองค์ประกอบทางเคมีหลักของไบออย คือ สารซิลิกา (SiO_2) ซึ่งมีปริมาณ 68.87 ร้อยละโดยน้ำหนัก ทั้งนี้ยังพบสารปนเปื้อนที่มีผลต่อการเกิดสีในแก้ว ได้แก่ MnO Fe_2O_3 CuO เป็นต้น เมื่อทำการอบที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นกลับไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณของซิลิกา (SiO_2) อย่างมีนัยยะ จากนั้นทำการพัฒนาสูตรแก้วโดยใช้ซีเมนต์ไบออยแทนสาร SiO_2 ตามอัตราส่วนของสารดังนี้ $55\text{SiO}_2 : 13\text{B}_2\text{O}_3 : 20\text{Na}_2\text{O} : 6.3\text{CaO} : 4.5\text{BaO} : 1\text{Al}_2\text{O}_3 : 0.2\text{Sb}_2\text{O}_3$ ร้อยละโดยโมล จากนั้นทำการหลอมแก้วโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องจนถึงอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำแก้วที่เย็นตัวแล้วไปขัดให้มีขนาด $1.0 \times 1.5 \times 0.3$ ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติ ได้แก่ ค่าความหนาแน่น ค่าดัชนีหักเห ค่าการดูดกลืนแสง ค่าสี และค่าความแข็งของแก้วตัวอย่าง พบว่าแก้วตัวอย่างที่ได้ทุกอุณหภูมิมีลักษณะใส มีสีเหลืองอ่อน ๆ ทั้งนี้สีของแก้วตัวอย่างไม่ขึ้นกับอุณหภูมิในการอบที่สูงขึ้นอย่างมีนัยยะ ค่าความแข็งของตัวอย่างแก้วมีค่าประมาณ 5.5 โมห์สเกล ซึ่งเทียบได้กับความแข็งของอะพาไทต์ และยังพบอีกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบซีเมนต์ไบออยไม่มีผลต่อค่าความแข็งของแก้ว ค่าความหนาแน่น และค่าดัชนีหักเหมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการอบที่เพิ่มมากขึ้น การวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 200 - 1100 นาโนเมตร พบว่าพีคของค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 200 - 1100 นาโนเมตร เกิดขึ้นช่วงความยาวคลื่นประมาณ 1,048 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนชั้นพลังงานจากชั้น $^5\text{E(D)}$ ไปยังชั้น $^5\text{T}_2(\text{D})$ ของไอออน Fe^{2+}

คำสำคัญ: ไบออย องค์ประกอบทางเคมี อุณหภูมิในการอบ สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางแสง

Effect of heat treatment temperature of sugarcane leaves on chemical composition for use in glass preparation

Nathikan Kanjanaphan^{1,2} and Watcharin Rachniyom^{1,2*}

¹Glass and Ceramic Technology Program, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, 73000, Thailand

²Center of Excellence in Glass Technology and Materials Science (CEGM),
Nakhon Pathom Rajabhat University, Nakhon Pathom, 73000, Thailand

*watcharinratniyom601@hotmail.com

Abstract

The purpose of this experiment was to study the effect of heat treatment temperature of sugarcane leaves on chemical composition for use in glass preparation. Sugarcane leaf samples were collected from agricultural areas in Nakhon Pathom Province. Then, sugarcane leaf ashes were prepared by heating them at various temperatures (400, 600, 800, 1000 °C) and then analyzed for their chemical composition. It was found that the main chemical component of sugarcane leaves is silica (SiO₂), which has an amount of 68.87 wt%. Additionally, contaminants known to influence color formation in glass, such as MnO, Fe₂O₃ and CuO, were detected. When baked at an increased temperature, it did not significantly affect the amount of silica (SiO₂). Following this, a glass formula was developed using sugarcane leaf ash instead of SiO₂ at the following mole ratios: 55SiO₂ : 13B₂O₃ : 20Na₂O : 6.3CaO : 4.5BaO : 1Al₂O₃ : 0.2Sb₂O₃ mol%. The glass was then melted continuously at a temperature of 1200 °C for 6 hours, followed by anneal at 500 °C for 3 hours. The cooled glass was then polished to dimensions of 1.0 × 1.5 × 0.3 cm³ for property analysis, including density, refractive index, absorbance, color, and hardness. It was found that the glass samples obtained at all temperatures were clear. It has a light-yellow color. The color of the glass samples is not significantly dependent on the higher heating temperature. The hardness of the glass sample is approximately 5.5 on the Mohs scale, which is comparable to the hardness of apatite. It was also found that the temperature used in heating sugarcane leaf ash had no effect on the hardness of the glass. Density value and the refractive index tends to increase as the heating temperature increases. Analysis of the absorbance value in the wavelength range of 200 - 1100 nm found that the peak of the absorbance value in the wavelength range of 200 - 1100 nm occurs at a wavelength of approximately 1,048 nm, which is caused by the change of energy level from ⁵E(D) to ⁵T₂(D) of Fe²⁺ ions.

Keywords: Sugarcane leaves, Chemical composition, Heat treatment temperature, physical properties, Optical properties

1. บทนำ

พื้นที่ภาคตะวันตกมีการปลูกอ้อยในหลายจังหวัด เช่น จังหวัดกาญจนบุรี สุพรรณบุรี ราชบุรี และนครปฐม ซึ่งนับพื้นที่ที่มีการปลูกอ้อยรวมกันมากกว่า 1,685,000 ไร่ จากที่ผ่านมามีการเก็บเกี่ยวอ้อยสามารถทำได้ 2 วิธี วิธีแรก คือ การตัดอ้อยสด และวิธีที่สอง คือ การเผาอ้อยก่อนเก็บเกี่ยว หรือที่เรียกกันว่า “อ้อยไฟไหม้” ซึ่งมีสัดส่วนประมาณร้อยละ 60 ของปริมาณอ้อยทั้งหมด แรงจูงใจที่ทำให้เกิดการเผาอ้อยพบว่ามีอยู่อย่างน้อย 3 ประการด้วยกัน

ประการแรก คือ อ้อยไฟไหม้ตัดง่ายกว่าและรายได้ดีกว่า การที่แรงงานเผาอ้อยก่อนตัดทำให้สามารถตัดอ้อยได้ง่าย ไม่ต้องเสียเวลาลอกกาบใบ จึงตัดได้ในปริมาณที่มากกว่าอ้อยสดประมาณ 2 เท่า ส่งผลให้โดยรวมแล้วหากแรงงานเลือกตัดอ้อยไฟไหม้จะมีรายได้สูงกว่าตัดอ้อยสดประมาณ 100 บาท/วัน ประกอบกับปัญหาขาดแคลนแรงงาน ยิ่งส่งผลให้แรงงานมีอำนาจต่อรองในการตัดอ้อยไฟไหม้เพิ่มขึ้น

ประการที่สอง คือ รถตัดอ้อยมีน้อยและไม่เหมาะสมกับพื้นที่ เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนการเก็บเกี่ยวโดยใช้รถตัดและแรงงานพบว่า การเช่ารถตัดอ้อยมีต้นทุนที่สูงกว่าการจ้างแรงงานประมาณ 1,000-1,400 บาท/ไร่ เนื่องจากรถตัดอ้อยมีจำนวนน้อย เพราะมีราคาสูงถึง 6-12 ล้านบาท ซึ่งเป็นต้นทุนที่สูงมากสำหรับการลงทุนของเกษตรกร โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อย นอกจากนี้ยังพบว่า การใช้รถตัดอ้อยอาจไม่เหมาะสมกับกรณีไร้อ้อยในไทย เนื่องจากระยะห่างในไร่ที่เกษตรกรรายย่อยส่วนใหญ่ปลูก มีความกว้างน้อยกว่าขนาดหน้ากว้างของตัวรถ

ประการสุดท้าย คือ โรงงานน้ำตาลให้คิ้ออ้อยไฟไหม้ก่อนอ้อยสด เนื่องจากหากโรงงานไม่รีบซื้อภายใน 48 ชั่วโมง ค่าความหวานและน้ำหนักของอ้อยไฟไหม้จะลดลงเร็วกว่าอ้อยสด โดยหากทิ้งไว้ 2 สัปดาห์ อ้อยสดจะมีน้ำหนักลดลงร้อยละ 14 ในขณะที่อ้อยไฟไหม้จะมีน้ำหนักลดลงถึงร้อยละ 20

มลพิษจากการเผาอ้อยจะมากหรือน้อยจะแตกต่างกันไปในแต่ละสถานที่ โดยทั่วไปมลพิษจากการเผาไหม้ประกอบด้วย ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ อนุภาคของแข็งขนาดเล็กและฝุ่นละออง ซึ่งจะกระจายไปในอากาศทำให้สภาพการมองเห็นลดลง เกิดการระคายต่อจมูกและลำคอแล้วถ้าประสบสภาวะนี้อยู่นาน ๆ จะเป็นผลเสียต่อการหายใจ เมื่อเกิดการเผาไหม้จะเกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ซึ่งจะทำให้ความสามารถในการขนถ่ายออกซิเจนของเลือดลดลง นอกจากนี้สารประกอบอินทรีย์ที่ระเหยได้ ซึ่งมีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ เช่น เบนซิน โทลูอิน เมทิลลีนคลอไรด์ และเมทิลคลอโรฟอร์ม จะมีผลกระทบต่อพืชและมนุษย์อีกด้วย [1-2]

จากงานวิจัยที่ผ่านมาความเป็นไปได้ในการนำขี้เถ้าจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตรมาใช้เป็นองค์ประกอบในการเตรียมแก้ว [3-7] ดังนั้นโครงการวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของอุณหภูมิต่อองค์ประกอบทางเคมีในการอบใบอ้อยเพื่อใช้ในการเตรียมแก้ว โดยมีขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้ เก็บตัวอย่างใบอ้อยเหลือทิ้งมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (ด้วยเครื่อง X-Rays fluorescence spectrometer) และศึกษาโครงสร้างผลึก (ด้วยเครื่อง X-rays diffractometer) จากนั้นนำใบอ้อยเหลือทิ้งมาพัฒนาเป็นแก้ว โดยจะมีการออกแบบสูตรแก้ว หาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเตรียม และศึกษาสมบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้แก่ ความหนาแน่น ดรรชนีหักเห การดูดกลืนแสง และค่าสีในระบบ CIE L*a*b*

2.วิธีการทดลอง

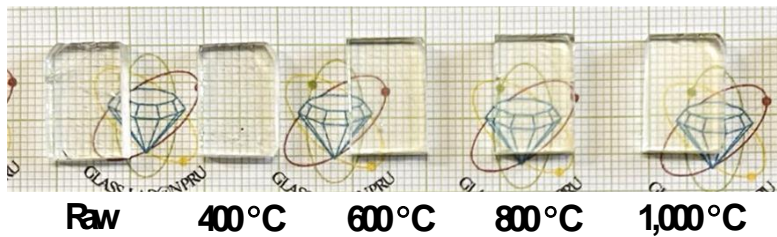
งานวิจัยนี้ทำเพื่อผลของอุณหภูมิในการอบใบอ้อยต่อองค์ประกอบทางเคมีเพื่อใช้ในการเตรียมแก้ว โดยเริ่มจากการลงพื้นที่เก็บใบอ้อยเหลือทิ้งในพื้นที่จังหวัดนครปฐม จากนั้นนำใบอ้อยมาอบที่อุณหภูมิต่างๆ โดยไล่อุณหภูมิให้สูงขึ้นดังต่อไปนี้ 400, 600, 800, 1000 องศาเซลเซียส เพื่อดูความเป็นไปได้ในการเพิ่มความบริสุทธิ์ของสารซิลิกา ทำการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของขี้เถ้าใบอ้อยทุกตัวอย่างที่กล่าวมาโดยใช้ XRF จากนั้นออกแบบสูตรแก้วใสที่มีขี้เถ้าใบอ้อยที่อบด้วยอุณหภูมิต่างๆเป็นองค์ประกอบ ตามอัตราส่วน $55\text{SiO}_2 : 13\text{B}_2\text{O}_3 : 20\text{Na}_2\text{O} : 6.3\text{CaO} : 4.5\text{BaO} : 1\text{Al}_2\text{O}_3 : 0.2\text{Sb}_2\text{O}_3$ โดยหลอมที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสต่อนาที ใช้เวลาในการค้าง 3 ชั่วโมง จากนั้นนำแก้วหลอมออกจากเตาไฟฟ้าอุณหภูมิสูง เพื่อให้แก้วเหลวได้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว โดยเทน้ำแก้วลงบนแบบพิมพ์แกรไฟต์ นำแก้วที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นปิดเตาให้อุณหภูมิลดลงจนถึงอุณหภูมิห้อง จึงนำแก้วออกจากเตา นำแก้วที่เย็นตัวแล้วไปขัดให้มีขนาด $1.0 \times 1.5 \times 0.3$ ลูกบาศก์เซนติเมตร หลังจากนั้นจึงมาศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางแสง ได้แก่ ความหนาแน่น ปริมาตรเชิงโมล ดรรชนีหักเห การดูดกลืนแสง และค่าสีในระบบ CIE L*a*b*

3.ผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณองค์ประกอบทางเคมีของขี้เถ้าทุกตัวอย่างที่กล่าวมาโดยใช้เครื่องสเปกโตรมิเตอร์รังสีเอ็กซ์แบบกระจายพลังงาน (Energy Dispersive X-Ray Fluorescence-EDXRF) ของบริษัท Panalytical รุ่น Minipal-4 ซึ่งพบว่า องค์ประกอบทางเคมีหลักของใบอ้อย คือ สารซิลิกา (SiO_2) ซึ่งมีปริมาณ 68.87 ร้อยละโดยน้ำหนัก อีกทั้งยังพบสารปนเปื้อนที่มีผลต่อการเกิดสีในแก้ว ได้แก่ MnO Fe_2O_3 CuO เป็นต้น ทั้งนี้เมื่อทำการอบที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น กลับไม่ส่งผลต่อปริมาณของซิลิกา (SiO_2) อย่างมีนัยยะ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของซีเมนต์ที่ทำกรอบไล่อุณหภูมิให้สูงขึ้น (400, 600, 800, 1000 องศาเซลเซียส)

องค์ประกอบทางเคมี	อุณหภูมิการอบ (องศาเซลเซียส)				
	ไม่อบ	400	600	800	1,000
SiO ₂	68.87	69.15	69.70	68.65	69.00
P ₂ O ₅	2.15	2.08	1.91	2.20	2.69
MgO	2.00	2.60	2.40	2.70	2.50
SO ₃	2.64	2.95	3.13	3.54	1.08
K ₂ O	4.65	4.63	4.40	3.20	3.72
CaO	18.98	17.95	17.88	18.78	20.06
TiO ₂	0.07	0.06	0.06	0.11	0.09
MnO	0.08	0.08	0.08	0.09	0.10
Fe ₂ O ₃	0.54	0.48	0.44	0.70	0.73
CuO	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04
รวม	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00



ภาพที่ 1 แก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเมนต์ไปอ้อยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ

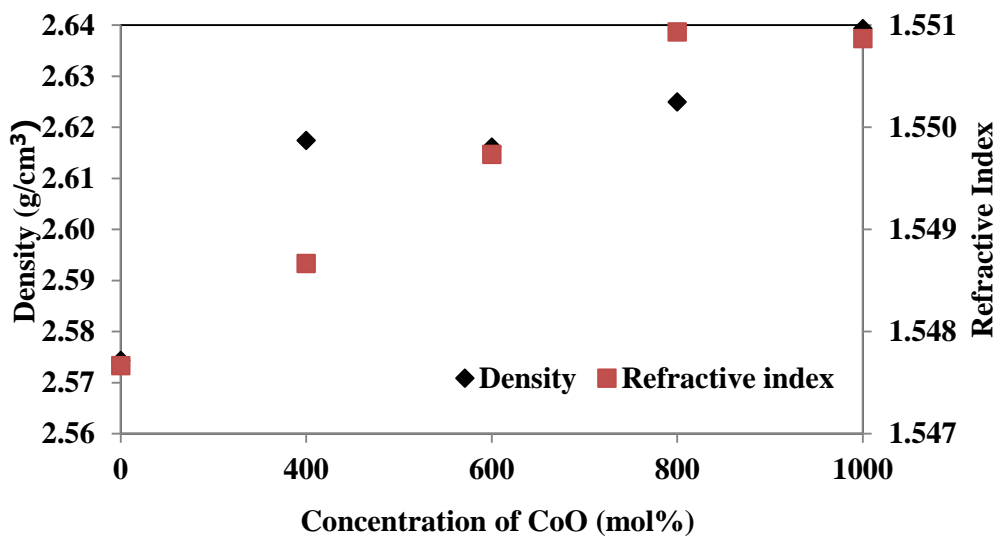
จากผลการทดลองหลอมแก้วตามอัตราส่วน $55\text{SiO}_2 : 13\text{B}_2\text{O}_3 : 20\text{Na}_2\text{O} : 6.3\text{CaO} : 4.5\text{BaO} : 1\text{Al}_2\text{O}_3 : 0.2\text{Sb}_2\text{O}_3$ ร้อยละโดยโมล โดยแทนที่ SiO₂ ด้วยซีเมนต์ไปอ้อยที่ทำการอบไล่อุณหภูมิให้สูงขึ้น (400, 600, 800, 1000 องศาเซลเซียส) พบว่าแก้วตัวอย่างที่ได้ทุกอุณหภูมิมีลักษณะใส มีสีเหลืองอ่อน ๆ ทั้งนี้สีของแก้วตัวอย่างไม่ขึ้นกับอุณหภูมิในการอบที่สูงขึ้นอย่างมีนัยยะ ดังภาพที่ 1

ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นและค่าดัชนีหักเห

จากการวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเมนต์ไปอ้อยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าค่าความหนาแน่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการอบที่เพิ่มมากขึ้น ดังภาพที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากการอบที่อุณหภูมิสูงขึ้นทำให้องค์ประกอบของสารประกอบไฮโดรคาร์บอนเกิดการแตกตัว และเปลี่ยนสถานะกลายเป็นแก๊สแล้วลอยออกไปจากเนื้อแก้ว ส่งผลทำให้โครงสร้างของแก้วมีความกระชับมากขึ้น ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 3.2462 ± 0.0003 ถึง 3.3648 ± 0.0005 ใกล้เคียงกับค่าดัชนีหักเหของแก้วใสธรรมดา ดังแสดงในตารางที่ 2 จากการวิเคราะห์หาค่าดัชนีหักเหของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเมนต์ไปอ้อยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าค่าดัชนีหักเหมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการอบที่เพิ่มมากขึ้น ดังภาพที่ 2 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5477 ± 0.0001 ถึง 1.5509 ± 0.0001 ดังแสดงในตารางที่ 2 โดยมีลักษณะเช่นเดียวกับความสัมพันธ์ของความหนาแน่น เป็นไปตามทฤษฎีเป็นไปตามหลักทฤษฎีไดอิเล็กทริกแบบดั้งเดิม ซึ่งค่าดัชนีหักเหจะขึ้นอยู่กับค่าความหนาแน่นและสภาพการเกิดข้อได้ของอะตอมในวัสดุ

ตารางที่ 2 ค่าความหนาแน่นและค่าดัชนีหักเหของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเมนต์ไอบอ้อยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ

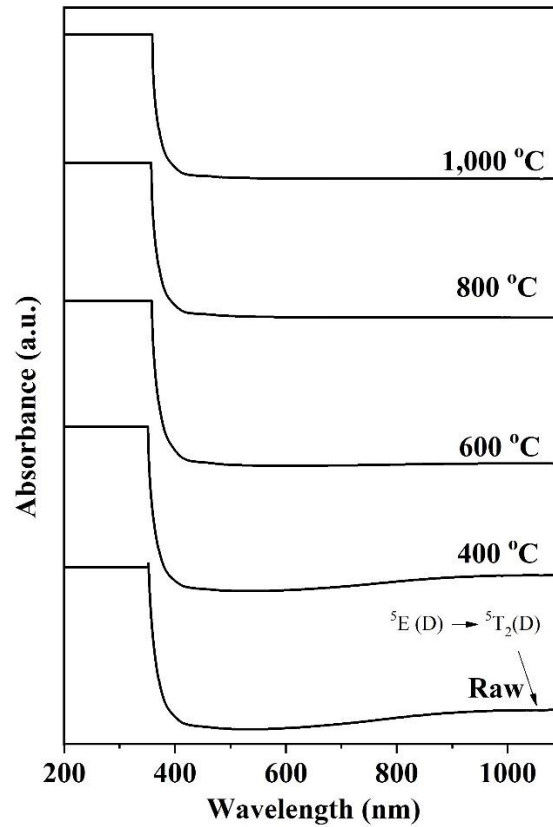
อุณหภูมิการอบ (องศาเซลเซียส)	ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)	ค่าดัชนีหักเห
Raw	2.5743 ± 0.0009	1.5477 ± 0.0001
400	2.6173 ± 0.0033	1.5487 ± 0.0001
600	2.6161 ± 0.0015	1.5497 ± 0.0001
800	2.6249 ± 0.0020	1.5509 ± 0.0001
1,000	2.6393 ± 0.0012	1.5509 ± 0.0001



ภาพที่ 2 ค่าความหนาแน่นและค่าดัชนีหักเหของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเมนต์ไอบอ้อยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ผลการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง (absorption spectra)

จากการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 200 - 1100 นาโนเมตร ของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเมนต์ไอบอ้อยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าพีคของค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 200 - 1100 นาโนเมตร เกิดขึ้นช่วงความยาวคลื่นประมาณ 1,048 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนชั้นพลังงานจากชั้น ⁵E(D) ไปยังชั้น ⁵T₂(D) ของไอออน Fe²⁺ ดังภาพที่ 3



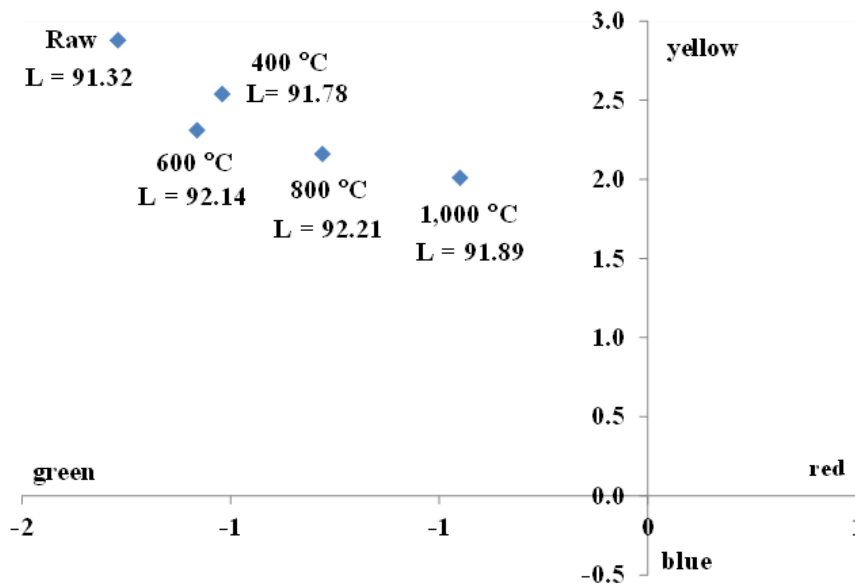
ภาพที่ 3 สเปกตรัมการดูดกลืนของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเมนต์ไอบอ้อยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ผลการวิเคราะห์สีในระบบ CIE L*a*b*

จากการวิเคราะห์สีในระบบ CIE L*a*b* ของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเมนต์ไอบอ้อยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าค่าความสว่าง (L*) ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิที่ใช้ในการอบซีเมนต์ไอบอ้อยที่เพิ่มขึ้น โดยค่า a* จะมีค่าอยู่ระหว่าง -0.45 ถึง -1.27 ส่วนค่า b* จะมีค่าอยู่ระหว่าง 2.01 ถึง 2.88 ดังแสดงในตารางที่ 3 โดยค่าสีมีพิกัดอยู่ในแกน -a และ +b ซึ่งเป็นพิกัดของแกนสีเหลือง และเขียว จึงทำให้แก้วตัวอย่างมีสีเหลืองอ่อน ๆ จะได้กราฟแสดงดังภาพที่ 4

ตารางที่ 3 ค่าสีของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเมนต์ไอบอ้อยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิการอบ (องศาเซลเซียส)	Color measurement		
	L*	a*	b*
Raw	91.32	-1.27	2.88
400	91.78	-1.02	2.54
600	92.14	-1.08	2.31
800	92.21	-0.78	2.16
1,000	91.89	-0.45	2.01



ภาพที่ 4 ค่าสีระบบ CIE L*a*b* ของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเถ้าไบออยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ผลการวิเคราะห์ค่าความแข็งในระบบโมห์สเกล

จากการวิเคราะห์หาค่าความแข็งของแก้วตัวอย่างที่เตรียมโดยใช้ซีเถ้าไบออยซึ่งทำการอบที่อุณหภูมิต่าง ๆ พบว่าค่าความแข็งของตัวอย่างแก้วมีค่าประมาณ 5.5 โมห์สเกล ซึ่งเทียบได้กับความแข็งของอะพาไทต์ และยังพบอีกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบซีเถ้าไบออยไม่มีผลต่อค่าความแข็งของแก้ว

4.สรุปผลการวิจัย

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบไบออยต่อองค์ประกอบทางเคมีเพื่อใช้ในการเตรียมแก้ว โดยเก็บตัวอย่างไบออยจากพื้นที่ทำการเกษตรในพื้นที่จังหวัดนครปฐม จากนั้นทำการเตรียมซีเถ้าไบออยด้วยการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่าง ๆ (400, 600, 800, 1000 องศาเซลเซียส) แล้วทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าองค์ประกอบทางเคมีหลักของไบออย คือ สารซิลิกา (SiO_2) ซึ่งมีปริมาณ 68.87 ร้อยละโดยน้ำหนัก ทั้งนี้ยังพบสารปนเปื้อนที่มีผลต่อการเกิดสีในแก้ว ได้แก่ MnO Fe_2O_3 CuO เป็นต้น เมื่อทำการอบที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นกลับไม่ส่งผลต่อปริมาณของซิลิกา (SiO_2) อย่างมีนัยยะ จากนั้นทำการพัฒนาสูตรแก้วโดยใช้ซีเถ้าไบออยแทนสาร SiO_2 ตามอัตราส่วนของสารดังนี้ $55\text{SiO}_2 : 13\text{B}_2\text{O}_3 : 20\text{Na}_2\text{O} : 6.3\text{CaO} : 4.5\text{BaO} : 1\text{Al}_2\text{O}_3 : 0.2\text{Sb}_2\text{O}_3$ ร้อยละโดยโมล จากนั้นทำการหลอมแก้วโดยให้ความร้อนอย่างต่อเนื่องจนถึงอุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง นำแก้วที่เย็นตัวแล้วไปขัดให้มีขนาด $1.0 \times 1.5 \times 0.3$ ลูกบาศก์เซนติเมตร เพื่อนำไปวิเคราะห์สมบัติ ได้แก่ ค่าความหนาแน่น ค่าดัชนีหักเห ค่าการดูดกลืนแสง ค่าสี และค่าความแข็งของแก้วตัวอย่าง พบว่าแก้วตัวอย่างที่ได้ทุกอุณหภูมิมีลักษณะใส มีสีเหลืองอ่อน ๆ ทั้งนี้สีของแก้วตัวอย่างไม่ขึ้นกับอุณหภูมิในการอบที่สูงขึ้นอย่างมีนัยยะ ค่าความแข็งของตัวอย่างแก้วมีค่าประมาณ 5.5 โมห์สเกล ซึ่งเทียบได้กับความแข็งของอะพาไทต์ และยังพบอีกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการอบซีเถ้าไบออยไม่มีผลต่อค่าความแข็งของแก้ว ค่าความหนาแน่น และค่าดัชนีหักเหมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิการอบที่เพิ่มมากขึ้น การวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 200 - 1100 นาโนเมตร พบว่าพีคของค่าการดูดกลืนแสงในช่วงความยาวคลื่น 200 - 1100 นาโนเมตร เกิดขึ้นช่วงความยาวคลื่นประมาณ 1,048 นาโนเมตร ซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนชั้นพลังงานจากชั้น $^5\text{E(D)}$ ไปยังชั้น $^5\text{T}_2(\text{D})$ ของไอออน Fe^{2+} ทั้งนี้การเตรียมแก้วโดยใช้ไบออยนั้นมีข้อจำกัด คือ สามารถเตรียมได้ในเวลาที่มีการเก็บเกี่ยวอ้อยเท่านั้น และองค์ประกอบทางเคมีของอ้อยจะขึ้นอยู่กับพื้นที่ในการเพาะปลูกด้วย

5.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ให้การสนับสนุนงบรายได้จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ประจำปีงบประมาณ 2567 ภายใต้โครงการวิจัยบูรณาการนักศึกษาและอาจารย์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและความเป็นเลิศทางวิชาการ ปีงบประมาณ 2567

6.เอกสารอ้างอิง

- [1] Sittiporn Khatjoi, Worrachat Thasa, Satcharak Raisanguan. (2021). *Impacts from burning sugarcane leaves that cause PM 2.5 pollution in Mueang Subdistrict Wiang Kao District Khon Kaen Province*, Journal of Buddhist Education and Research : JBER, Vol.7, No.1, January - April 2021. (In Thai)
- [2] Nikhom Singsoi. (2013). *Measures to reduce air pollution problems due to sugarcane burning in Kamphaeng Phet Province*, Provincial Office of Natural Resources and Environment Kamphaeng Phet. (In Thai)
- [3] Sue, R., Xin, T., Xiaohui, M., Jiachen, L., Haiyan, D., Anran, G., Jun, X., Jun, L., Shaohua, C., Jingran, G. (2018). *Fabrication of fly ash cenospheres-hollow glass microspheres /borosilicate glass composites for high temperature application*, Ceramics International, Vol 400, 1147-1155.
- [4] Taveri, G., Tousek, J., Bernardo, E., Toniolo, N., Boccaccini, A. R., Dlouhy, R. (2017). *Proving the role of boron in the structure of fly-ash/borosilicate glass based geopolymers*, Materials Letters, Vol 200, 105-108.
- [5] Aremo, B., Isadare, D. A., Akinduro, O. E., Bello, O. E., Adeoye, M. O., Ayodeji, S. A., Abass G. F., & Oluwasegun, K. M. (2024). *Production of glass ceramic from rice husk and periwinkle shells*, Discover Materials, Vol. 4 (8), <https://doi.org/10.1007/s43939-024-00078-6>
- [6] Mahingsa, N., Deeying, S., Siristtipokakun, N., Kirdsiri, K. (2023). *Glass preparation for investigation and study with Suphan Buri province rice husk ash instead of silicon dioxide doped with praseodymium*, Proceedings of the 15th NPRU National Academic Conference, 214.
- [7] Fernandes, F. A. A., Arcaro, Tochtrop, E. F. Serra, J. C. V., Bergmann, C. P. (2019). *Process Safety and Environmental Protection*, Vol. 128, pp. 77-84.