การศึกษาผลของการเจือโคบอลต์ออกไซด์ร่วมกับโครเมียมออกไซด์ในแก้วจากขี้เถ้าแกลบในจังหวัดสุพรรณบุรี

พรนภา มั่งทอง[1,2*] , ณัฏฐณิชา จีนหลี[1,2] และ ณัฐพล ศรีสิทธิโภคกุล[1,2]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
[2]ศูนย์วิจัยแห่งความเป็นเลิศทางด้านแก้วและวัสดุศาสตร์
*Nattapon2004@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำเพื่อศึกษาผลของการเจือสีของโคบอลต์ออกไซด์ร่วมกับสีของโครเมียมออกไซด์ที่ได้จากขี้เถ้าแกลบ เหลือใช้ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 และเตรียมแก้วจากสูตร $(39.99\text{-}x)SiO_2 : 20B_2O_3 : 25Na_2O : 15CaO: 0.01CoO: xCr_2O_3$ (เมื่อ x = 0.00 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05 ร้อยละโดยโมล) (SiBNaCaCo:Cr) ถูกเตรียมขึ้นด้วยเทคนิคการหลอมที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมงแล้วทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว โดยงานวิจัยได้ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และทางแสงของแก้วที่เจือสีของโคบอลต์ออกไซด์ร่วมกับสีของโครเมียมออกไซด์ ผลที่ได้พบว่าค่าความหนาแน่นและปริมาตรเชิงโมลของแก้วมีค่า 2.6095 ± 0.0000 ถึง 2.6612 ± 0.0001 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร และ 25.6447 ถึง 27.5188 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อโมล ตามลำดับ เมื่อวัดสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของแก้วในช่วงความยาวคลื่น 200 ถึง 1,100 นาโนเมตร พบพีคของการดูดกลืนแสงจำนวนสามแถบที่ความเข้มข้น 537, 595 และ 640 นาโนเมตร โดยจะมีระดับพลังงานที่ตำแหน่ง $^4T_{1g}(F) \rightarrow {}^2T_{1g}(H)$, $^4A_2(4F) \rightarrow {}^4T_1(4P)$ และ $^2T_2 \rightarrow {}^2T$ ตามลำดับ การวิเคราะห์สีในระบบ CIE L*a*b* พบว่าแนวโน้มการเกิดสีของแก้วตัวอย่างจะมีค่าความสว่าง (L*) จะอยู่ระหว่าง 22.8273 ถึง 38.4125 โดยค่า a* จะมีค่าอยู่ระหว่าง -7.2878 ถึง -0.1646 และส่วนค่า b* จะมีค่าอยู่ระหว่าง 37.3246 ถึง -1.8626

คำสำคัญ: แก้วสี ขี้เถ้าแกลบ สมบัติทางกายภาพ สมบัติทางแสง

Study on the effect of cobalt oxide doped with chromium oxide in glass from rice husk ash in Suphanburi Province.

Pornnapha Mangthong[1,2*], Natthanicha Chinli [1,2] and Nattapon Srisittipokakun[1,2]

[1]Physics Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University
[2]Center of Excellence in Glass Technology and Materials Science (CEGM),
Nakhon Pathom Rajabhat University
* Nattapon2004@gmail.com

Abstract

The purpose of this research is to investigate the effects of cobalt oxide doped with chromium oxide in a glass made from rice husk ash from Suphanburi Province, doped with Cr_2O_3. The glass samples were prepared using the composition (39.99-x) SiO_2: $20B_2O_3$: $25Na_2O$: 15CaO: 0.01CoO: xCr_2O_3, where x represents the concentration of Cr_2O_3 (0.00, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, and 0.05 mol%). The glass samples were synthesized using the conventional melt quenching technique at a temperature of 1,200 degrees Celsius for 3 hours and then rapidly cooled. The research focused on studying the physical and optical properties of the glass samples doped with cobalt oxide and chromium oxide. The results revealed that the density and molar volume of the glass samples ranged from 2.6095 ± 0.0000 to 2.6612 ± 0.0001 g/cm^3 and 25.6447 to 27.5188 cm^3/mol, respectively. The optical absorption spectra of the glasses were measured in the wavelength range of 200 to 1,100 nm. The absorption intensity of the absorption bands increased with a higher concentration of Cr_2O_3, exhibiting three broad bands at 537 nm ($^4T_{1g}(F) \longrightarrow {}^2T_{1g}(H)$), 595 nm ($^4A_2(4F) \longrightarrow {}^4T_1(4P)$), and 640 nm ($^2T_2 \longrightarrow {}^2T$). The color analysis in the CIE Lab* color space indicated that the glass samples exhibited a luminance value (L*) ranging from 22.8273 to 38.4125, a* values ranging from -7.2878 to -0.1646, and b* values ranging from 37.3246 to -1.8626.

Keywords: Color glass, rice husk ash, physical properties, Optical properties

1.บทนำ

จังหวัดสุพรรณบุรีเป็นแหล่งการผลิตผลทางด้านการเกษตรที่สำคัญของประเทศ โดยเฉพาะข้าวที่มีพื้นที่การปลูกข้าวมากที่สุดแห่งหนึ่งเป็นอันดับต้น ๆ ของประเทศ [1] อย่างไรก็ตามผลผลิตที่ได้นอกจากข้าวแล้วมักมีสิ่งเหลืออยู่คือแกลบ ซึ่งกลุ่มเกษตรกร และโรงสีส่วนใหญ่มักจะใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิงในการอบข้าวไม่ให้ชื้นเพื่อให้มีราคาขายที่ดี ดังนั้นสิ่งที่เหลืออยู่เป็นขยะปริมาณมหาศาลในแต่ละปี คือ ขี้เถ้าจากการเผาแกลบ ขี้เถ้าแกลบเป็นผลพลอยได้อุตสาหกรรมการสีข้าวเปลือกเป็นข้าวสาร วัสดุดังกล่าวมีธาตุซิลิกอน (Si) ซึ่งหากทิ้งไว้ก็จะฟุ้งและลอยกระจายไปในอากาศ ส่งผลต่อทั้งสภาพแวดล้อมทางอากาศ และสุขอนามัยของประชาชนในชุมชน และเป็นสาเหตุของโรคทางเดินหายใจที่พบได้บ่อย คือ มะเร็งปอด โรคซิลิโคซิส

และโรคติดเชื้อ นิวโมเนีย (ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่สัมผัส ปริมาณและชนิดของอนุภาคซิลิกา) ดังนั้นหากมีแนวทางเพื่อใช้ขี้เถ้าแกลบดังกล่าว โดยเฉพาะสามารถพัฒนาเป็นวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่สะท้อนเอกลักษณ์ของท้องถิ่น ก็จะทำให้ช่วยแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าวข้างต้น และยังช่วยเพิ่มอาชีพและรายได้ให้แก่คนในชุมชนด้วยความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอีกด้วย [2-4]

แก้วสี (Colored glass) เป็นแก้วที่มีการเติมสารให้สี (Coloring agent) ลงไปขณะทำการหลอมแก้ว ซึ่งส่วนใหญ่เป็นออกไซด์ของโลหะทรานซิชัน (Transition metal oxides) เช่น เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) โครเมียมออกไซด์ (Cr_2O_3) แมงกานีสไดออกไซด์ (MnO_2) ไททาเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) โคบอลต์ออกไซด์ (CoO) คอปเปอร์ออกไซด์ (CuO) เป็นต้น โดย จะเติมเพียงชนิดเดียวหรือหลายชนิดพร้อมกันได้ ซึ่งจะทำให้เกิดสีในแก้วได้หลากหลายขึ้นกับชนิด และปริมาณของออกไซด์ นิยมนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์มากมาย เช่น อัญมณี และเครื่องประดับ เนื่องจากมีราคาไม่แพง มีขั้นตอนในการเตรียมที่ไม่ยุ่งยาก เป็นต้น [5]

โดยงานวิจัยนี้เป็นนำขี้เถ้าแกลบที่เหลือใช้ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีมาพัฒนาเป็นแก้วสีด้วยวิธีการเจือร่วม ซึ่งจะนำขี้เถ้าแกลบที่ทราบถึงคุณภาพ และปริมาณมาศึกษากระบวนการเตรียมเป็นวัสดุแก้ว โดยจะมีการออกแบบสูตรแก้ว หาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการเตรียม และศึกษาสมบัติทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งได้แก่ ความหนาแน่น ดรรชนีหักเห การดูดกลืนแสง และค่าสีในระบบ CIE L*a*b* เมื่อได้สูตรที่เหมาะสมในการเตรียมแก้วจากขี้เถ้าแกลบแล้วจะนำไปพัฒนาเป็นแก้วสีต่าง ๆ ที่สามารถควบคุมคุณภาพได้ โดยแก้วทั้งหมดจะเตรียมจากวัตถุดิบ คือ ขี้เถ้าแกลบเหลือใช้จากภาคการเกษตรในจังหวัดสุพรรณบุรี เพื่อเพิ่มมูลค่าของขยะขี้เถ้าแกลบ สร้างรายได้ และยังช่วยลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของการฟุ้งของขยะขี้เถ้าในอากาศอีกทางหนึ่งด้วย

2.วิธีการทดลอง

งานวิจัยนี้ทำเพื่อศึกษาผลการเจือสีของแก้วจากสูตร $(39.99\text{-}x)SiO_2 : 20B_2O_3 : 25Na_2O : 15CaO: 0.01CoO: xCr_2O_3$ (เมื่อ x = 0.00 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05 ร้อยละโดยโมล) (SiBNaCaCo:Cr) ที่ได้จากขี้เถ้าแกลบของจังหวัดสุพรรณบุรี โดยหลอมที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส อัตราการเพิ่มอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสต่อนาที ใช้เวลาในการรักษาอุณหภูมิ 3 ชั่วโมง จากนั้นนำเบ้าหลอมออกจากเตาไฟฟ้าอุณหภูมิสูง เพื่อทำให้แก้วเหลวได้เย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว โดยเทน้ำแก้วลงบนแบบพิมพ์แกรไฟต์ นำแก้วที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง จากนั้นปิดเตาให้อุณหภูมิลดลงจนถึงอุณหภูมิห้อง จึงนำแก้วออกจากเตา นำแก้วที่เย็นตัวแล้วไปขัดให้มีขนาด 1.0 เซนติเมตร × 1.5 เซนติเมตร × 0.3 เซนติเมตร หลังจากนั้นจึงมาศึกษาสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางแสง ได้แก่ ความหนาแน่น ปริมาตรเชิงโมล ดัชนีหักเห การดูดกลืนแสง และค่าสีในระบบ CIE L*a*b*

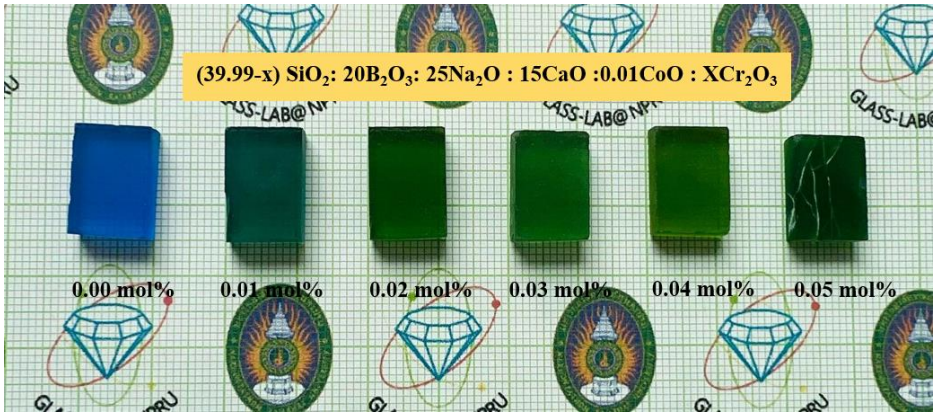
3.ผลการวิจัย

ผู้วิจัยดำเนินการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการเปลี่ยนสถานะของขี้เถ้าแกลบเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเตรียมขี้เถ้าแกลบก่อนนำมาใช้ในการพัฒนาแก้ว โดยจะทำการอบขี้เถ้าที่อุณหภูมิ 200 400 600 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากันทุกอุณหภูมิ แล้วนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 1 จากการศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อการเปลี่ยนสถานะของขี้เถ้าแกลบ พบว่าเมื่อทำการเผาขี้เถ้าแกลบที่อุณหภูมิสูงขึ้น อัตราส่วนของซิลิกอนมีค่าเพิ่มมากขึ้น อันเนื่องมาจากการสูญเสียองค์ประกอบของคาร์บอนในระหว่างกระบวนการเผา โดยการเผาส่งผลทำให้อัตราส่วนของซิลิกอนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเผาถึงร้อยละ 8 เป็นอย่างน้อย โดยเฉพาะการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส จะทำให้อัตราส่วนของซิลิกอนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเผาถึงร้อยละ 9.653 สามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิการเผามีผลต่อสมบัติทางองค์ประกอบอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นผู้วิจัยจะเลือกตัวอย่างขี้เถ้าแกลบที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มาดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาสูตรแก้วต่อไป

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของขี้เถ้าแกลบที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 200 400 600 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส

องค์ประกอบธาตุ	ร้อยละขององค์ประกอบธาตุ (ร้อยละโดยน้ำหนัก) ที่อุณหภูมิการเผาต่าง ๆ					
	Raw	200°C	400°C	600°C	800°C	1000°C
Si	83.231	92.115	92.115	92.115	92.524	92.884
23K	12.442	5.744	5.744	5.744	5.233	4.572
Ca	3.463	1.540	1.540	1.540	1.604	1.724
Mn	0.570	0.232	0.232	0.232	0.251	0.281
Fe	0.207	0.325	0.325	0.325	0.340	0.479
Cu	0.027	0.009	0.009	0.009	0.010	0.014

จากการทดลองหลอมแก้ว SiBNaCaCo ที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ปริมาณความเข้มข้น 0.00 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05 ร้อยละโดยโมล ตามลำดับ พบว่าแก้วที่ความเข้มข้น 0.00 และ 0.01 สีฟ้าปนเขียว ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้น 0.02 ถึง 0.05 มีสีเขียวโดยสีของแก้วจะเข้มขึ้นตามความเข้มข้นของ Cr_2O_3 ลักษณะของแก้วที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ลักษณะของแก้วที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3

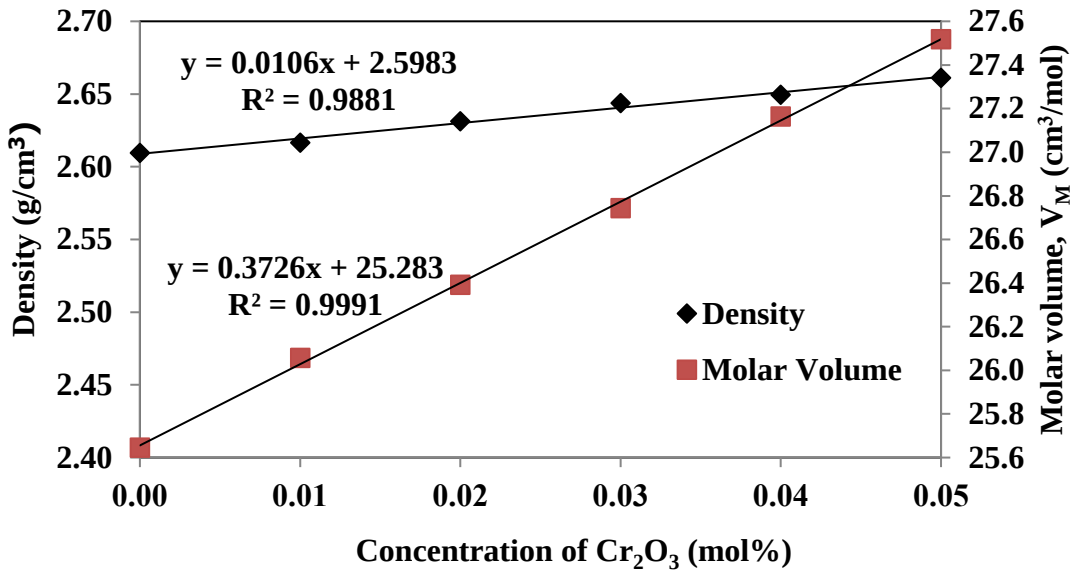
ผลการวิเคราะห์ความหนาแน่นและปริมาตรเชิงโมล

จากการวิเคราะห์หาค่าความหนาแน่นของแก้ว SiBNaCaCo ที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ปริมาณความเข้มข้น 0.00 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05 ร้อยละโดยโมล โดยใช้หลักการของอาร์คิมีดิส พบว่าค่าความหนาแน่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของ Cr_2O_3 ที่เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 2.6095 ± 0.0000 ถึง 2.6612 ± 0.0001 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ทั้งนี้เนื่องจากออกไซด์ของ Cr_2O_3 (151.99 กรัมต่อโมล) ซึ่งมีมวลโมเลกุลมากกว่าเข้าไปแทนที่ออกไซด์ของ SiO_2 (60.08 กรัมต่อโมล) และเมื่อนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ความหนาแน่นกับความเข้มข้นของแก้วที่เติมออกไซด์ของ Cr_2O_3 สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2 กราฟที่ได้จะมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.9881 คือมีความคาดเคลื่อนในข้อมูลของตัวแปรตามได้ประมาณ 98.81 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าปริมาตรเชิงโมลได้จากการคำนวณ ตามอัตราส่วนระหว่างมวลโมเลกุลต่อความหนาแน่นของแก้ว ซึ่งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของ Cr_2O_3 ที่เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 25.6447 ถึง 27.5188 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อโมล นั่นสามารถสันนิฐานได้ว่า Cr_2O_3 ได้เข้าไปทำลายสะพานเชื่อมออกซิเจน (non-bridging

oxygen) ในโครงสร้างแก้วมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาตรเชิงโมลของแก้วตัวอย่างเพิ่มขึ้น และเมื่อนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าปริมาตรเชิงโมลกับความเข้มข้นของแก้วที่เติม Cr_2O_3 ดังแสดงในภาพที่ 2 [6].

ตารางที่ 2 ค่าความหนาแน่น และปริมาตรเชิงโมลของแก้วที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้น Cr_2O_3 (mol%)	ความหนาแน่น (g/cm^3)	ปริมาตรเชิงโมล (cm^3/mol)
0.00	2.6095 ± 0.0000	25.6447
0.01	2.6116 ± 0.0002	26.0570
0.02	2.6312 ± 0.0001	26.3928
0.03	2.6439 ± 0.0001	26.7438
0.04	2.6495 ± 0.0002	27.1639
0.05	2.6612 ± 0.0001	27.5188



ภาพที่ 2 ค่าความหนาแน่นและปริมาตรเชิงโมลของแก้วที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ที่ความเข้มข้นต่างๆ

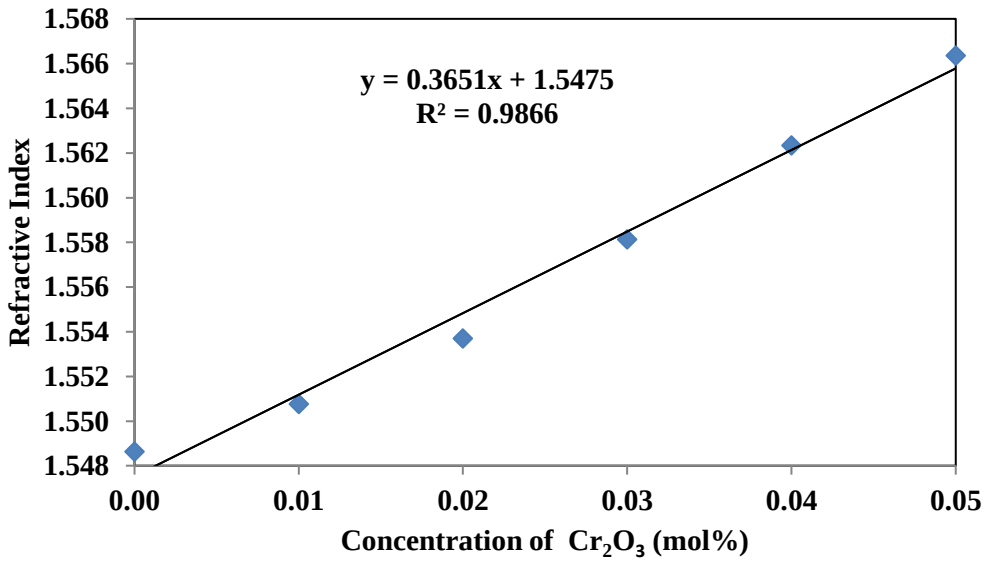
ผลการวิเคราะห์หาค่าดัชนีหักเห (Refractive index)

จากผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีหักเหของแก้ว SiBNaCaCo ที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ปริมาณความเข้มข้น 0.00 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05 ร้อยละโดยโมล โดยใช้เครื่อง Abbe refractometer ที่ความยาวคลื่น 589 นาโนเมตร พบว่าค่าดัชนีหักเหมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณความเข้มข้นของ Cr_2O_3 ที่เพิ่มมากขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.5486 ± 0.0001 ถึง 1.5664 ± 0.0001 โดยมีลักษณะเช่นเดียวกับความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่น ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีไดอิเล็กตริกแบบดั้งเดิมที่ว่าค่าดรรชนีหักเหจะขึ้นอยู่กับค่าความหนาแน่น และสภาพการเกิดขั้วได้ของอะตอมในวัสดุ เมื่อสภาพการเกิดขั้วได้ของอะตอมเปลี่ยนแปลงจะส่งผลให้ค่าดัชนีการหักเหของแสงเปลี่ยนแปลงด้วย โดยทั่วไปแล้ว อะตอมที่มีสภาพการเกิดขั้วได้สูงจะทำให้ค่าดัชนีการหักเหของแสงเพิ่มขึ้น ในทางกลับกันอะตอมที่มีสภาพการเกิดขั้วได้ต่ำจะทำให้ค่าดัชนีการหักเหของแสงลดลง และเมื่อนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีหักเหกับ

ความเข้มข้นของแก้วที่เติม Cr_2O_3 ดังแสดงในรูปที่ 3 กราฟที่ได้จะมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้น โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.9866

ตารางที่ 3 ค่าดัชนีหักเหของแก้วที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

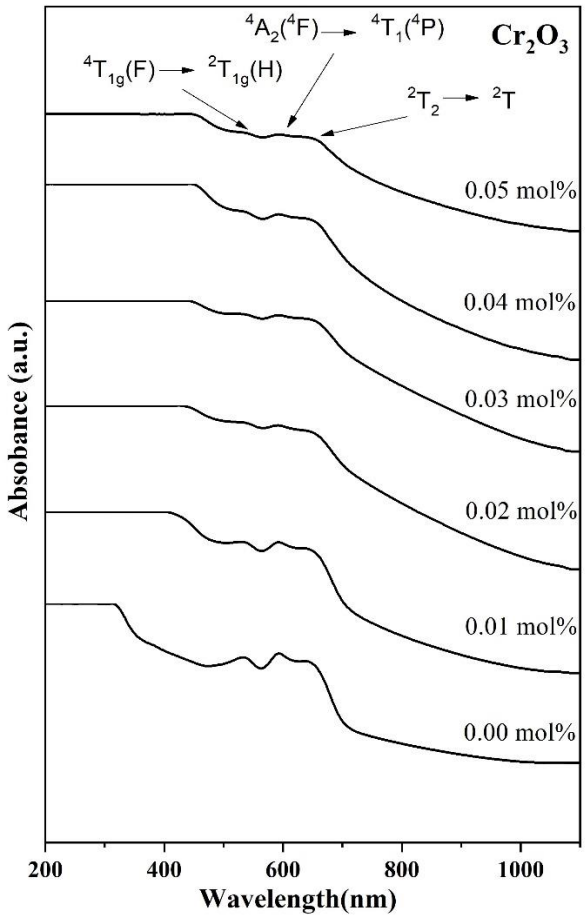
ความเข้มข้น Cr_2O_3 (mol%)	ดัชนีหักเห
0.00	1.5486 ± 0.0001
0.01	1.5508 ± 0.0001
0.02	1.5537 ± 0.0001
0.03	1.5581 ± 0.0001
0.04	1.5623 ± 0.0001
0.05	1.5664 ± 0.0001



ภาพที่ 3 ค่าดัชนีหักเหของแก้วที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสง (absorption spectra)

จากการวิเคราะห์ค่าการดูดกลืนแสงจะถูกบันทึกในช่วงความยาวคลื่น 200 – 1,100 นาโนเมตร SiBNaCaCo ที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ปริมาณความเข้มข้น 0.00 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05 ร้อยละโดยโมล แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่อุณหภูมิห้อง พบว่าความเข้มของพีคการดูดกลืนมีค่าเพิ่มขึ้นตามเจือปริมาณ Cr_2O_3 ที่เพิ่มมากขึ้น โดยจะแสดงพีคของค่าการดูดกลืนในช่วงแสงที่ตามองเห็นของ CoO ที่ความยาวคลื่นประมาณ 537 595 และ 640 นาโนเมตร เกิดการซ้อนทับของพีค CoO และ Cr_2O_3 ทำให้ความเข้มข้นของพีคลดต่ำลง โดยมีระดับพลังงานที่ตำแหน่ง $^4T_{1g}(F) \longrightarrow {}^2T_{1g}(H)$, $^4A_2(4F) \longrightarrow {}^4T_1(4P)$ และ $^2T_2 \longrightarrow {}^2T$ ตามลำดับ การดูดกลืนดังกล่าวทำให้เกิดสีฟ้าเขียวในแก้วซึ่งส่งผลให้สีของแก้วมีความเข้มมากขึ้นตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 4



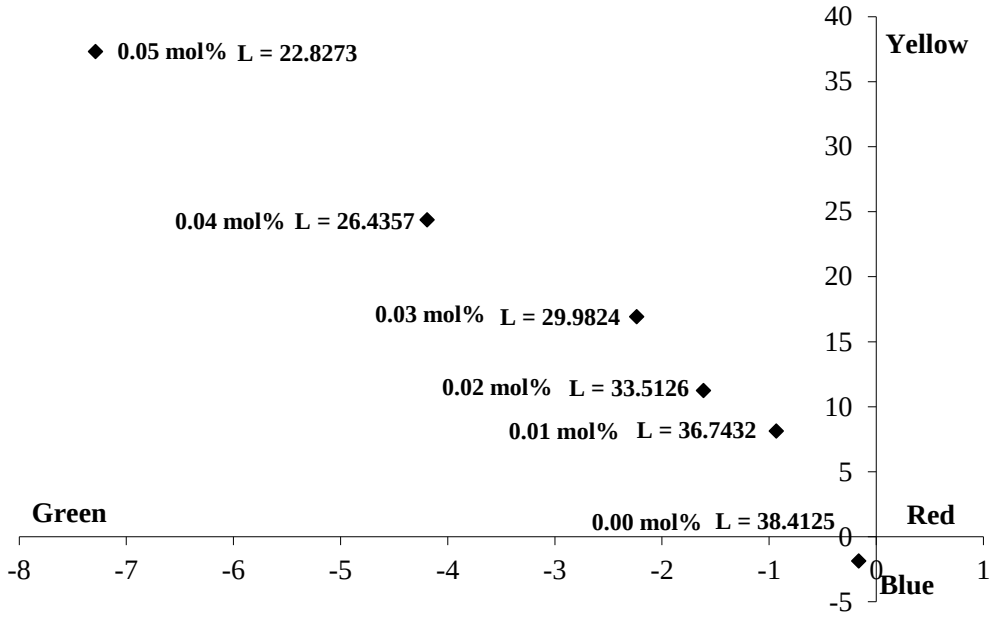
ภาพที่ 4 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของแก้วที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ผลการวิเคราะห์สีในระบบ CIE L*a*b*

การวิเคราะห์สีในระบบ CIE L*a*b* พบว่าแนวโน้มการเกิดสีของแก้วตัวอย่างจะมีค่าความสว่าง (L*) จะอยู่ระหว่าง 22.8273 ถึง 38.4125 โดยค่า a* จะมีค่าอยู่ระหว่าง -7.2878 ถึง -0.1646 และส่วนค่า b* จะมีค่าอยู่ระหว่าง 37.3246 ถึง -1.8626 แสดงดังตารางที่ 4 และสีที่เกิดขึ้นจะมีสีตั้งแต่ฟ้าอ่อนและ เพิ่มขึ้นตามแนวแกน -a* ไปในทางสีเขียว และเมื่อนำค่าที่ได้มาสร้างกราฟค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า L*, a* และ b* จะได้กราฟแสดงดังภาพที่ 5

ตารางที่ 4 ค่าสีของแก้วที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

ความเข้มข้นของ Cr_2O_3 (ร้อยละโดยโมล)	Color measurement		
	L*	**a***	**B***
0.00	38.4125	-0.1646	-1.8626
0.01	36.7432	-0.9324	8.1377
0.02	33.5126	-1.6126	11.2467
0.03	29.9824	-2.2372	16.9310
0.04	26.4357	-4.1924	24.3829
0.05	22.8273	-7.2878	37.3246



ภาพที่ 5 กราฟแสดงค่าสีระบบ CIE L*a*b* ของแก้วที่ได้จากขี้เถ้าแกลบซึ่งเจือด้วย Cr_2O_3 ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

4.สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ และทางแสงของแก้วเพื่อศึกษาผลของการเจือสีของโคบอลต์ออกไซด์ร่วมกับสีของโครเมียมออกไซด์ที่ได้จากขี้เถ้าแกลบเหลือใช้ในเขตของจังหวัดสุพรรณบุรี จะนำไปพัฒนาเป็นแก้วสีต่าง ๆ ที่สามารถควบคุมคุณภาพได้ และนำไปประยุกต์ใช้งานทางด้านอุตสาหกรรมทำอัญมณี และเครื่องประดับ โดยจะทำการอบขี้เถ้าที่อุณหภูมิ 200 400 600 800 และ 1,000 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เท่ากันทุกอุณหภูมิ พบว่าการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส จะทำให้อัตราส่วนของซิลิกอนเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับก่อนเผาถึงร้อยละ 9.653 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกใช้ตัวอย่างขี้เถ้าแกลบที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 1,000 องศาเซลเซียส มาดำเนินการวิจัยเพื่อพัฒนาสูตรแก้ว จากสูตร $(39.99\text{-}x)SiO_2 : 20B_2O_3 : 25Na_2O : 15CaO: 0.01CoO: xCr_2O_3$ (เมื่อ x = 0.00 0.01 0.02 0.03 0.04 และ 0.05 ร้อยละโดยโมล) จากนั้นทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพ และทางแสงของแก้วที่ได้พัฒนาคุณภาพของสี พบว่าแก้วมีลักษณะสีฟ้าเขียว จะเพิ่มขึ้นตามความเข้มของ Cr_2O_3 จากการวิเคราะห์ค่าความหนาแน่น ปริมาตรเชิงโมล และดัชนีหักเหมีแนวโน้มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของ Cr_2O_3 ที่เพิ่มมากขึ้น ค่าการดูดกลืนแสงของแก้ว ในช่วงความยาวคลื่น 200 ถึง 1,100 นาโนเมตร สังเกตเห็นสเปกตรัมการดูดกลืนแสงโดยจะแสดงบอร์ดแบนด์สามแถบที่ความเข้มข้น 537 595 และ 640 นาโนเมตร โดยจะมีระดับพลังงานที่ตำแหน่ง $^4T_{1g}(F) \longrightarrow {}^2T_{1g}(H)$, $^4A_2(4F) \longrightarrow {}^4T_1(4P)$ และ $^2T_2 \longrightarrow {}^2T$ ตามลำดับ การวิเคราะห์สีในระบบ CIE L*a*b* พบว่าแนวโน้มการเกิดสีของแก้วที่เกิดขึ้นจะมีสีตั้งแต่ฟ้าอ่อนและ เพิ่มขึ้นตามแนวแกน -a* ไปในทางสีเขียว

5.กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ที่ให้การสนับสนุนงบรายได้จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ประจำปีงบประมาณ 2566 ภายใต้โครงการวิจัยบูรณาการนักศึกษาและอาจารย์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและความเป็นเลิศทางวิชาการ ปีงบประมาณ 2566

6.เอกสารอ้างอิง

[1] Chonthicha Chitpaiboon, Puntip Jongkroy and Suphanika Koeysin. (2013). Farmer's Livelihood and the Existence of Agricultural Sector in Bang Pla Ma District, Suphan Buri Province,Graduate Research Conference, pages 1137-1147. (in Thai)

[2] Thanarat Chitchanwichai. (2558). Rice husk ash instead of silica for ceramic products, temperature 1,200 degrees Celsius, Research and Development Journal Valaya Alongkorn under the Royal Patronage science and Technology, Vol. 10 (No. 3), pp. 85-94. (in Thai)

[3] Danusorn Kanchanawong and Khemapat Yenpiam. (2022). Safe Rice Production Patterns Aiming for GAP Standards in Suphanburi Province, Journal of Buddhist Social Sciences and Anthropology, Vol. 7 (No. 8)., pages 67-81. (in Thai)

[4] Sakorn Phongpan, Arwin R. Mosier, Janwit Sukthongsa. (2004). Effects of rice straw and ash application on the efficiency of urea fertilizer sowing in rice fields, Journal of Agriculture, Vol. 22 (No. 1), pp. 9-23. (in Thai)

[5] Jakkaphong Koomsub. (2016). Improvement of glass clarity by bleaching process using erbium oxide and selenium [Master's Degree Program]. Suranaree University of Technology. (in Thai)

[6] Patarawagee Yasaka, Pornnapha Mangthong, Suwimon Ruengsri and Jakrapong Kaewkhao. (2017). Physical, optical and luminescence properties of zinc aluminum barium borate glasses doped with chromium oxide, Journal of Thai Interdisciplinary Research, Vol. 12 No. 5, pages 23-28.