

อิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก

Influence of Heat Treatment on the Color Change of Green Tourmaline from Mozambique

วรฉัตร อังคะหิรัญ¹*, วิโรจน์ อิมเอิบ² และ ปัทธบดี พิมพ์ที¹
Worachat Angkahiran¹, Virot Imerb² and Pattarabordee Pimki¹

Received: 2 พ.ย. 2563
Revised: 20 ธ.ค. 2563
Accepted: 29 ธ.ค. 2563

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก โดยใช้ทัวร์มาลีนสีเขียวจำนวน 27 ตัวอย่าง แบ่งเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัวอย่างผ่านกรรมวิธีทางความร้อนด้วยเทคนิคเผาที่อุณหภูมิ 350, 400 และ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6, 12 และ 18 ชั่วโมง วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพด้วยเครื่องมือวิเคราะห์คุณสมบัติขั้นพื้นฐาน และวิเคราะห์การเปลี่ยนสีด้วยภาพถ่าย ผลการวิจัยพบว่าตัวอย่างมีค่าความถ่วงจำเพาะอยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.10 ค่าดัชนีหักเห n_e มีค่า 1.620 ถึง 1.630 และ n_w มีค่าอยู่ที่ 1.640 ถึง 1.644 การเปรียบเทียบสีและความใสของตัวอย่างก่อนเผาและหลังเผานั้นพบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสีแต่มีความใสเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยมีกลุ่มตัวอย่างที่มีการเปลี่ยนแปลงที่น่าสนใจคือ กลุ่มตัวอย่างที่ 3, 8 และ 9 มีสีเหลืองเพิ่มขึ้นและมีความใสเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

คำสำคัญ: ทัวร์มาลีน, โมซัมบิก, การเผาผลาย

Abstract

The objective of this article is to study the influence of heat treatment on the color change of green tourmaline from Mozambique. The 27 samples of green tourmaline were separated into 9 groups, 3 samples in each group. The green tourmaline was heat treatment process via quenching technique at 350, 400, and 450 °C for 6, 12, and 18 h. The Physical properties were examined via the basic gemological instruments. The color was analyzed using an image of green tourmaline.

The results showed that, the specific gravity value of green tourmaline presented between 2.99 and 3.10. The range of refractive index for n_e and n_w of green tourmaline was 1.620–1.630 and 1.640–1.644. The color and transparency comparison of green tourmaline samples between before and after heat treatment, it was found that the color was unchanged but the transparency was increased in most green tourmaline samples after heat treatment.

The group of samples No. 3, 8, and 9 were interesting due to an increase of yellow color and a slight increase in transparency.

Keyword: tourmaline, Mozambique, Heated Gems

¹อาจารย์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

²ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะอัญมณีศาสตร์และประยุกต์ศิลป์ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

¹Faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University

²Virot Imerb, Faculty of Gemological Sciences and Applied Arts, Rambhai Barni Rajabhat University

*Corresponding Author Email: noodelpiero@hotmail.com

บทนำ

การค้าพลอยสีในจันทบุรีเริ่มมีมาตั้งแต่ในสมัยรัชกาลที่ 5 และตลาดเป็นที่รู้จักมากขึ้นในปี พ.ศ. 2523 เริ่มมีพ่อค้าจากต่างประเทศเข้ามาซื้อพลอยสีจากพ่อค้าจันทบุรี โดยมีพ่อค้าจากกรุงเทพฯ เป็นผู้นำมาและพ่อค้าจากกรุงเทพฯ เป็นผู้ซื้อเองด้วย ต่อมาเริ่มมีพ่อค้าชาวยุโรป จีน อินเดีย และญี่ปุ่น พยายามเดินทางเข้าไปซื้อพลอยสีที่จันทบุรีมากขึ้น ทำให้ตลาดพลอยจันทบุรีมีความคึกคักมากขึ้น นอกจากการค้าพลอยจากแหล่งผลิตในจังหวัดจันทบุรีแล้ว พ่อค้าพลอยจากส่วนต่างๆ ของประเทศไทยไม่ว่าจะเป็นอำเภอแม่สอด จังหวัดตาก และจังหวัดกาญจนบุรี ต่างก็นำพลอยสีมาจำหน่ายในตลาดแห่งนี้ด้วย (ศูนย์ข้อมูลอัญมณีและเครื่องประดับ, 2562) ปัจจุบันในจังหวัดจันทบุรีมีชาวแอฟริกันจำนวนมากนำพลอยดิบหลากหลายชนิดทั้งพลอยเนื้อแข็งและพลอยเนื้ออ่อนเข้ามาขายให้กับผู้ประกอบการด้านอัญมณีเพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตพลอยสำเร็จจำหน่ายต่อไป นอกจากชาวแอฟริกันที่ขายพลอยดิบแล้ว ยังมีพ่อค้าพลอยชาวต่างชาติที่เข้ามาซื้อพลอยสำเร็จเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะชาวอินเดียนกับชาวจีน ส่งผลให้การค้าขายพลอยในจังหวัดจันทบุรีมีปริมาณมากขึ้น โดยเฉพาะในกลุ่มพลอยเนื้ออ่อนที่มีความต้องการของตลาดเป็นปริมาณมาก แต่ความต้องการของตลาดและราคาในแต่ละชนิดและแต่ละช่วงเวลามีความผันผวนไม่แน่นอน ส่งผลให้บางครั้งผู้ประกอบการประสบปัญหาขาดทุนหรือสินค้าค้างสต็อกมากขาดเงินทุนหมุนเวียน ทำให้ผู้ประกอบการต้องปรับตัวโดยการปรับเปลี่ยนชนิดพลอยที่ทำการผลิตให้สอดคล้องกับตลาดและสถานการณ์ หรือพยายามคิดค้นการวิธีการเผาพลอยทำให้มีความสวยงามมากขึ้น ซึ่งในปัจจุบันการเผาพลอยได้ทำทั้งในพลอยเนื้อแข็งและเนื้ออ่อนบางชนิด โดยมีการทดลองเผาหลากหลายชนิดหลากหลายวิธี มีทั้งได้ผลและไม่ได้ผล

ทัวร์มาลีน (tourmaline) เป็นพลอยอีกชนิดที่ถูกนำมาเข้ามาค้าขายในจังหวัดจันทบุรี ทัวร์มาลีน มาจากคำว่า ทูรามาลี ซึ่งเป็นภาษาสิงหลมีความหมายว่า หินหลายสี ซึ่งสีในทัวร์มาลีนเกิดจากธาตุเพียงเล็กน้อยเข้าไปแทนที่ในโครงสร้างผลึก เช่น รูเบลไลท์ (rubellite) มีสีแดงหรือสีชมพูเนื่องจากมีธาตุแมงกานีส ทัวร์มาลีนสีเขียว (green tourmaline) มีสีเขียวเนื่องจากธาตุเหล็กและวานาเดียม อินดิโคไลท์ (Indicolite) มีสีน้ำเงิน สีน้ำเงินอมม่วงหรืออมเขียวเนื่องจากมีธาตุเหล็ก ทัวร์มาลีนเป็นพลอยตระกูลใหญ่ในกลุ่มซิลิเกต มีความแข็ง 7 ถึง 7.5 ความถ่วงจำเพาะ 3.01 ถึง 3.12 ค่าดัชนีหักเห 1.162 ถึง 1.660 การเกิดของทัวร์มาลีนมักเกิดเป็นแร่ประกอบหินรองในหินอัคนีชนิดแพกมาไทต์และแกรนิต และหินแปรชนิดหินชีสต์ หินไนต์ และหินอ่อน แหล่งกำเนิดที่สำคัญของทัวร์มาลีนได้แก่ รัสเซีย พม่า ศรีลังกา บราซิล สหรัฐอเมริกา อาฟกานิสถาน โมซัมบิก และมาดากัสการ์ (กฤษณะ เวชพร, 2548)

ปัจจุบันการปรับปรุงคุณภาพทัวร์มาลีนนิยมใช้วิธีการฉายรังสี และการเผา เพื่อให้ได้สีและความใสดีขึ้น ซึ่งการปรับปรุงคุณภาพด้วยการเผานั้นเป็นที่ยอมรับและนิยมในการเพิ่มมูลค่าของอัญมณี แต่กระบวนการเผานั้นมีความซับซ้อน หลากหลายวิธีในแต่ละชนิดของทัวร์มาลีน และไม่มีการเปิดเผยอย่างชัดจากนักเผาพลอย พลอยทัวร์มาลีนสีเขียวเป็นพลอยอีกชนิดที่น่าสนใจ เนื่องจากเป็นที่ต้องการของตลาดโดยเฉพาะพ่อค้าชาวจีนที่ซื้อทัวร์มาลีนสีเขียวสดใสที่มีความสว่างของเนื้อพลอยมากและซื้อขายกันในราคาสูง แต่ในธรรมชาติแล้วทัวร์มาลีนสีเขียวสดใสน้อย ส่วนใหญ่จะมีสีเขียวที่มีด่างเกิดดำ ซ้ำขายกันในราคาต่ำ เนื่องจากในเนื้อพลอยทัวร์มาลีนสีเขียวมีด่างจะมีมลทินแร่สีดำเล็กๆ หรือมลทิน 2 สถานะ ส่งผลให้สีของพลอยมีด่าง คณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะทดลองปรับปรุงคุณภาพทัวร์มาลีนสีเขียวมีด่างด้วยความร้อนโดยประยุกต์เทคนิคการเผาในการเผาพลอยเนื้อแข็งมาใช้กับการเผาทัวร์มาลีนสีเขียวมีด่าง เพื่อให้สีพลอยสวยขึ้น และเนื้อพลอยมีความใสขึ้นเป็นการเพิ่มมูลค่าพลอยต่อ

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาค่าความถ่วงจำเพาะและค่าดัชนีหักเหของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก
2. เพื่อศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีและความใสของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศ

โมซัมบิก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ใช้ตัวรามาลินสีเซียจากประเทศโมซัมบิก นำไปเจียรไนเป็นแผ่น ขนาด 5x5 มิลลิเมตรหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร จำนวน 27 ตัวอย่าง แล้วทำการแบ่งเป็น 9 กลุ่ม กลุ่มละ 3 ตัวอย่างโดยมีรายละเอียดคือกลุ่มที่ 1 มีตัวอย่างที่ T350/6_01, T350/6_02 และ T350/6_03 กลุ่มที่ 2 มีตัวอย่างที่ T350/12_01, T350/12_02 และ T350/12_03 กลุ่มที่ 3 มีตัวอย่างที่ T350/18_01, T350/18_02 และ T350/18_03 กลุ่มที่ 4 มีตัวอย่างที่ T400/6_01, T400/6_02 และ T400/6_03 กลุ่มที่ 5 มีตัวอย่างที่ T400/12_01, T400/12_02 และ T400/12_03 กลุ่มที่ 6 มีตัวอย่างที่ T400/18_01, T400/18_02 และ T400/18_03 กลุ่มที่ 7 มีตัวอย่างที่ T450/6_01, T450/6_02 และ T450/6_03 กลุ่มที่ 8 มีตัวอย่างที่ T450/12_01, T450/12_02 และ T450/12_03 กลุ่มที่ 9 มีตัวอย่างที่ T450/18_01, T450/18_02 และ T450/18_03

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

นำตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียในแต่ละกลุ่มตัวอย่างไปปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อนในอุณหภูมิ 350, 400 และ 450 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6, 12 และ 18 ชั่วโมง ภายใต้สภาวะออกซิเดชันด้วยเตาเผาฟลอยแบบไฟฟ้า หลังจากนั้นเมื่อครบตามเวลาที่กำหนดให้นำตัวอย่างออกจากเตาทันที โดยอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกลุ่มมีรายละเอียดคือกลุ่มที่ 1 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง กลุ่มที่ 2 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง กลุ่มที่ 3 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง กลุ่มที่ 4 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง กลุ่มที่ 5 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง กลุ่มที่ 6 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง กลุ่มที่ 7 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง กลุ่มที่ 8 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 ชั่วโมง กลุ่มที่ 9 นำไปเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลน้ำหนักในอากาศและน้ำหนักในน้ำของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียด้วยเครื่องชั่งความถ่วงจำเพาะเพื่อนำข้อมูลดังกล่าวไปคำนวณหาความถ่วงจำเพาะของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซีย เก็บข้อมูลค่าดัชนีหักเหของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียด้วยเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ และเก็บข้อมูลสีของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียก่อนเผาและหลังเผาด้วยกล้องโทรศัพท์มือถือรุ่น Samsung A50 ในโหมดถ่ายภาพปกติภายใต้แสงขาว 5,000 K

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

หาความถ่วงจำเพาะด้วยการคำนวณข้อมูลน้ำหนักในอากาศและน้ำหนักในน้ำของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียที่หาได้จากเครื่องชั่งหาความถ่วงจำเพาะ หาค่าดัชนีหักเหของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียจากเครื่องรีแฟรคโตมิเตอร์ เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงสีและความใสของตัวอย่างตัวรามาลินสีเซียก่อนเผาและหลังเผาจากภาพถ่ายที่บันทึกได้

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. ผลการตรวจวัดความถ่วงจำเพาะของตัวรามาลินสีเซียจากประเทศโมซัมบิก

ตารางที่ 1 ค่าความถ่วงจำเพาะของตัวรามาลินสีเซียจากประเทศโมซัมบิก

Sample codes	Weight in air	Weight in air	S.G.
T350/6_01	1.938	1.305	3.06
T350/6_02	0.999	0.673	3.06
T350/6_03	1.715	1.148	3.02
T350/12_01	2.127	1.430	3.05
T350/12_02	1.456	0.983	3.07

ตารางที่ 1 (ต่อ)

Sample codes	Weight in air	Weight in air	S.G.
T350/12_03	1.192	0.804	3.07
T350/18_01	1.311	0.880	3.04
T350/18_02	1.485	0.999	3.00
T350/18_03	2.120	1.430	3.07
T400/6_01	1.828	1.225	3.03
T400/6_02	1.216	0.810	2.99
T400/6_03	0.922	0.622	3.07
T400/12_01	1.504	1.013	3.06
T400/12_02	0.999	0.672	3.05
T400/12_03	1.101	0.740	3.04
T400/18_01	1.758	1.182	3.05
T400/18_02	1.301	0.868	3.00
T400/18_03	1.510	1.007	3.00
T450/6_01	1.366	0.911	3.00
T450/6_02	1.308	0.884	3.08
T450/6_03	2.019	1.356	3.04
T450/12_01	1.897	1.284	3.09
T450/12_02	1.322	0.880	2.99
T450/12_03	0.751	0.502	3.01
T450/18_01	1.942	1.295	3.00
T450/18_02	2.228	1.494	3.03
T450/18_03	0.954	0.642	3.05

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าความถ่วงจำเพาะของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิกอยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.09 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลในหนังสืออัญมณีวิทยาของ กฤษณะ เวชพร ที่มีค่าความถ่วงจำเพาะของทัวร์มาลีนอยู่ในช่วง 3.01 ถึง 3.12 และหัวข้อวิทยานิพนธ์เรื่องวิทยาแร่ของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ โมแซมบิกและแทนซาเนีย โดยเมธิณี เขียวทิพย์ (2558) พบว่า มีค่าความถ่วงจำเพาะของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์อยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.11 จากประเทศโมซัมบิกอยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.12 และจากประเทศแทนซาเนียอยู่ในช่วง 2.97 ถึง 3.15

2. ผลการตรวจสอบค่าดัชนีหักเหของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก

ตารางที่ 2 ค่าดัชนีหักเหของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก

Sample codes	n_{ϵ}	n_{ω}	birefringence
T350/6_01	1.625	1.642	0.017
T350/6_02	1.622	1.641	0.019
T350/6_03	1.622	1.642	0.020
T350/12_01	1.620	1.640	0.020
T350/12_02	1.620	1.640	0.020
T350/12_03	1.624	1.642	0.018
T350/18_01	1.624	1.644	0.020
T350/18_02	1.621	1.642	0.021
T350/18_03	1.620	1.640	0.020
T400/6_01	1.622	1.641	0.019
T400/6_02	1.621	1.641	0.020
T400/6_03	1.624	1.642	0.018
T400/12_01	1.630	1.643	0.013
T400/12_02	1.621	1.640	0.019
T400/12_03	1.622	1.641	0.019
T400/18_01	1.622	1.642	0.020
T400/18_02	1.628	1.642	0.014
T400/18_03	1.629	1.644	0.015
T450/6_01	1.620	1.640	0.020
T450/6_02	1.623	1.640	0.017
T450/6_03	1.624	1.643	0.019
T450/12_01	1.629	1.642	0.013
T450/12_02	1.621	1.640	0.019
T450/12_03	1.630	1.640	0.010
T450/18_01	1.622	1.644	0.020
T450/18_02	1.624	1.640	0.016
T450/18_03	1.623	1.640	0.017

จากตารางที่ 2 พบว่าค่าดัชนีหักเหของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิกของงานวิจัยนี้ ค่า n_e อยู่ในช่วง 1.620 ถึง 1.630 ค่า n_w อยู่ในช่วง 1.640 ถึง 1.644 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลวิทยานิพนธ์เรื่องวิทยาแร่ของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ โมแซมบิกและแทนซาเนียของเมธิณี เขียวทิพย์ (2558) พบว่า มีค่าดัชนีหักเหของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ค่า n_e อยู่ในช่วง 1.620 ถึง 1.625 ค่า n_w อยู่ในช่วง 1.640 ถึง 1.645 จากประเทศโมซัมบิกค่า n_e อยู่ในช่วง 1.620 ถึง 1.625 ค่า n_w อยู่ในช่วง 1.640 ถึง 1.643 และจากประเทศแทนซาเนียค่า n_e อยู่ในช่วง 1.621 ถึง 1.625 ค่า n_w อยู่ในช่วง 1.640 ถึง 1.644

3. ผลการเทียบสีก่อนและหลังเผาของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก

ตารางที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 1 ก่อนและหลังเผา

T350/6_01		T350/6_02		T350/6_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 1 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 6 ชั่วโมง พบว่าทุกตัวอย่างมีความใสสว่างขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 2 ก่อนและหลังเผา

T350/12_01		T350/12_02		T350/12_03	
before	after	before	after	before	after
					

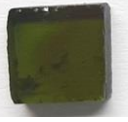
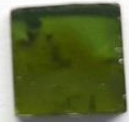
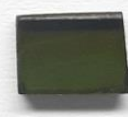
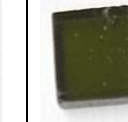
จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 2 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 12 ชั่วโมง พบว่าทุกตัวอย่างไม่เปลี่ยนแปลง

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 3 ก่อนและหลังเผา

T350/18_01		T350/18_02		T350/18_03	
before	after	before	after	before	after
					

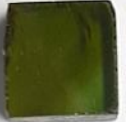
จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 3 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 18 ชั่วโมง พบว่าทุกตัวอย่างมีความใสสว่างขึ้นเล็กน้อยและมีสีอมเหลืองมากขึ้น

ตารางที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 4 ก่อนและหลังเผา

T400/6_01		T400/6_02		T400/6_03	
before	after	before	after	before	after
					

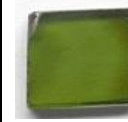
จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 4 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 6 ชั่วโมงพบว่าทุกตัวอย่างมีความใสสว่างขึ้นเล็กน้อยและมีสีอมเหลืองมากขึ้น

ตารางที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 5 ก่อนและหลังเผา

T400/12_01		T400/12_02		T400/12_03	
before	after	before	after	before	after
					

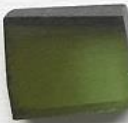
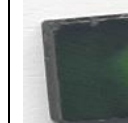
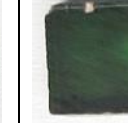
จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 5 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 12 ชั่วโมงพบว่าทุกตัวอย่างมีความใสสว่างขึ้นเล็กน้อยและมีสีอมเหลืองมากขึ้น

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 6 ก่อนและหลังเผา

T400/18_01		T400/18_02		T400/18_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 6 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 18 ชั่วโมง พบว่าทุกตัวอย่างใสขึ้นเล็กน้อยและไม่มีการเปลี่ยนแปลงสี

ตารางที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 7 ก่อนและหลังเผา

T450/6_01		T450/6_02		T450/6_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 7 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 6 ชั่วโมง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก โดยมีบางตัวอย่างที่ใสขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 10 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 8 ก่อนและหลังเผา

T450/12_01		T450/12_02		T450/12_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 8 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 12 ชั่วโมง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยมีบางตัวอย่างที่สีขึ้นเล็กน้อยและสีเหลืองขึ้นเล็กน้อย

ตารางที่ 11 แสดงการเปรียบเทียบสีของกลุ่มที่ 9 ก่อนและหลังเผา

T450/18_01		T450/18_02		T450/18_03	
before	after	before	after	before	after
					

จากการเปรียบเทียบภาพถ่ายตัวอย่างก่อนเผาและหลังของกลุ่มที่ 9 ซึ่งใช้อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ยืนเวลาในการเผา 18 ชั่วโมง พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยมีบางตัวอย่างที่สีขึ้นเล็กน้อยและสีเหลืองขึ้นเล็กน้อย

จากผลการทดลองเผาตัววัสดุสีเขียวจากประเทศโมซัมบิกในกลุ่มตัวอย่างทั้ง 9 กลุ่ม พบว่า การใช้อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 18 ชั่วโมง, 400 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 6 ชั่วโมง, 400 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 12 ชั่วโมง, 450 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 12 ชั่วโมง และ 450 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 18 ชั่วโมง ส่งผลให้ตัววัสดุสีเขียว มีสีเขียวที่ลดลงและสีเหลืองเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์ทอง ทองนพคุณ และจิราเจต บำรุงพล (2560) ที่ทดลองเผาตัววัสดุสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ที่ใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และ 500 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 1 ชั่วโมง

จากการวิเคราะห์ผลการทดลองการปรับปรุงคุณภาพตัววัสดุสีเขียวจากแหล่งโมซัมบิกด้วยความร้อนร่วมกับเทคนิคการเผาแบบเผาแยกในอุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆตามที่ได้ออกแบบการทดลองไว้ นั้น คณะผู้วิจัยเห็นว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการปรับปรุงคุณภาพกรีนตัววัสดุจากแหล่งโมซัมบิกด้วยเตาไฟฟ้าคือ อุณหภูมิ 350 องศาเซลเซียส ยืนเวลาที่ 18 ชั่วโมง เพราะตัวอย่างในกลุ่มดังกล่าวมีความใสเพิ่มมากขึ้น มีสีเขียวลดลงและสีเหลืองเพิ่มขึ้น มีการเปลี่ยนแปลงมากกว่ากลุ่มอื่นๆซึ่งมีแนวโน้มสอดคล้องกับงานวิจัยของพิมพ์ทอง ทองนพคุณ และจิราเจต บำรุงพล (2560) ที่ทดลองเผาตัววัสดุสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ที่ใช้อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และ 500 องศาเซลเซียส ยืนเวลา 1 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตามมีตัวอย่างบางกลุ่มมีผลการตรวจความใสที่ไม่ได้เพิ่มขึ้นตามสมมุติฐานการเผาใสด้วยเทคนิคการเผาแบบแยก โดยคณะผู้วิจัยคาดว่าอาจเป็นเพราะผลหินบางชนิดภายในตัวอย่างอาจมีจุดหลอมเหลวที่สูงกว่าอุณหภูมิที่ทดลองเผา ในส่วนของการเปลี่ยนแปลงสี ยังมีผลการเปลี่ยนแปลงสียังไม่เป็นที่น่าพึงพอใจนัก เนื่องจากตัววัสดุสีเขียวที่มีราคาสูงและเป็นที่ต้องการของตลาดต้องมีสีเขียวเข้มสดใส แต่ผลการทดลองของตัวอย่างในงานวิจัยมีสีเขียวอมเหลืองอยู่ ซึ่งเป็นโทนสีที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างก่อนเผานั้นเอง

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาอิทธิพลของกรรมวิธีทางความร้อนต่อการเปลี่ยนแปลงสีของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิก พบว่า ค่าความถ่วงจำเพาะของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศโมซัมบิกอยู่ในช่วง 2.99 ถึง 3.09 และค่าดัชนีหักเห ค่า n_g อยู่ในช่วง 1.620 ถึง 1.630 ค่า n_w อยู่ในช่วง 1.640 ถึง 1.644 ผลการเปลี่ยนแปลงความใส ทุกกลุ่มตัวอย่างมีความใสเพิ่มขึ้น ยกเว้นกลุ่มที่ 1 ที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง ผลการเปลี่ยนแปลงสี กลุ่มที่ 3, 4, 5, 8 และ 9 มีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจน โดยตัวอย่างในกลุ่มดังกล่าวมีสีเขียวที่ลดลงและมีสีเหลืองที่เพิ่มขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณกองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณีที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัย คณะอำนวยการและประยุกต์ศิลป มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี และห้องปฏิบัติการอำนวยการ คณะอำนวยการมหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรีที่ให้การสนับสนุนในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ พื้นที่ ในการทำงานวิจัยครั้งนี้ได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้ประกอบการด้านการผลิตอัญมณีสำเร็จ ควรให้ความสำคัญในการเลือกซื้อพลอยดิบ โดยควรเลือกพลอยดิบที่มีโทนสีเขียวเข้มไม่มีสีเหลืองปน อาจเป็นสีเขียวเข้มที่มีดได้ เนื่องจากในการปรับปรุงคุณภาพทัวร์มาลีนสีเขียวขึ้น เราสามารถทำให้พลอยดังกล่าวมีความใสเพิ่มมากขึ้นได้ง่ายกว่าการที่จะทำให้สีเหลืองในทัวร์มาลีนสีเขียวลดลง

2. ข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจในการศึกษาและทดลองปรับปรุงคุณภาพทัวร์มาลีนสีเขียวจากแหล่งโมซัมบิกหรือแหล่งอื่นๆ อาจนำผลการทดลองและข้อสรุปของงานวิจัยนี้ไปเป็นแนวทางในการศึกษาทดลองพัฒนาการเพิ่มคุณภาพทัวร์มาลีนสีเขียวต่อไป แต่ควรระมัดระวังเรื่องอุณหภูมิที่ทดลองเผา เพราะหากใช้อุณหภูมิที่สูงเกินไปอาจส่งผลให้ตัวอย่างเกิดการแตกร้าวได้

เอกสารอ้างอิง

- กฤษณะ เวชพร. (2548). อัญมณีวิทยา. เชียงใหม่: นพรัตน์การพิมพ์.
พิมพ์ทอง ทองนพคุณ และจิราเจต บำรุงพล. (2560). การเปลี่ยนแปลงสีของทัวร์มาลีนสีเขียวจากแหล่งมาดากัสการ์ ด้วยการปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อน. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา, 22 (ฉบับพิเศษ), 299-308.
เมธิณี เขียวทิพย์. (2558). วิจัยแร่ของทัวร์มาลีนสีเขียวจากประเทศมาดากัสการ์ โมแซมบิกและแทนซาเนีย. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาธรณีวิทยา. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
ศูนย์ข้อมูลอัญมณีและเครื่องประดับ. (2562). ศูนย์กลางการค้าและผลิตพลอยสีของไทย. สืบค้นเมื่อ 18 ตุลาคม 2562, จาก https://infocenter.git.or.th/GemDB_BE/upload