



## บทคัดย่อ

ทัวร์มาลีนจากแหล่งโมซัมบิกและไม่ทราบแหล่งจากแอฟริกาจัดเป็นชนิดเอลเบอไรต์ จากการวิเคราะห์ข้อมูลของ EDXRF, PL, Raman และ UV-Vis เป็นหลักในการแยก นอกจากนี้ทัวร์มาลีนจากแหล่งโมซัมบิกมีปริมาณตะกั่วค่อนข้างสูง เมื่อเทียบกับทัวร์มาลีนไม่ทราบแหล่งจากแอฟริกาที่มีปริมาณตะกั่วต่ำกว่าแต่มีปริมาณบิสมีท์สูงกว่า ในการอาบรังสีแกมมาที่ความเข้มรังสี 50 100 200 และ 400 Mrad พบว่า ทัวร์มาลีนสีชมพูจากแหล่งโมซัมบิกและทัวร์มาลีนสีชมพูไม่ทราบแหล่งจากแอฟริกามีสีชมพูเข้มมากขึ้นตั้งแต่ 100 Mrad ขึ้นไปจนถึงความเข้มรังสี 400 Mrad ซึ่งมีสีชมพูแกมแดงเพิ่มขึ้นมากที่สุด ทัวร์มาลีนเขียวไม่ทราบแหล่งจากแอฟริกามีการเปลี่ยนแปลงของสีไม่แน่นอน มีสีชมพูจืดเล็กน้อยที่ความเข้มรังสี 50 Mrad จนเป็นสีชมพูแกมน้ำตาลปนเขียวที่ 100 Mrad และอาจเปลี่ยนเป็นสีชมพูหรือยังมีสีเขียวปนสีชมพูอยู่ แม้ว่าเป็นความเข้มรังสี 400 Mrad ข้อมูลของ UV-Vis พบว่า ทัวร์มาลีนอาบรังสีจะแสดงพีกที่ 392 และ 516 nm จากการดูดกลืนของ  $Mn^{3+}$  เด่นชัดมากขึ้นตั้งแต่ พีกที่ 675 nm จากการดูดกลืนของ  $Fe^{2+}$  ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตาม อิทธิพลจากการอาบรังสีแกมมา ที่ใช้ไม่มีรังสีตกค้างและไม่มีผลกระทบต่อลักษณะภายในหรือมลทินของทัวร์มาลีนแต่ละกลุ่มสี รวมทั้ง FTIR, Raman และ PL สเปกตรัมของทัวร์มาลีนทุกกลุ่มสีที่ทำการศึกษานี้ก็ไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงที่เด่นชัด ในการอาบรังสีแกมมา กับเบริลสีเขียวจากแหล่งต่างๆที่ ความเข้มรังสี 50 100 200 และ 400 Mrad พบว่า เบริลสีเขียวจากแหล่งจีนและโคลอมเบียไม่ได้เปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากนัก ขณะที่เบริลสีเขียวจากแหล่งรัสเซียมีสีเหลืองปนตั้งแต่ความเข้มรังสี 100 Mrad ขึ้นไป เบริลสีเขียวจากแหล่งบราซิลมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นแต่การเปลี่ยนแปลงของสีไม่แน่นอนอาจเป็นสีเหลืองชัดเจนหรือมีสีเหลืองแกมเขียวหรือเขียวแกมเหลือง ส่วนเบริลสีเขียวจากแหล่งแซมเบียมีสีเหลืองเด่นชัดมากตั้งแต่ความเข้มรังสี 50 Mrad ขึ้นไปและที่ความเข้มรังสี 400 Mrad มีสีเหลืองเข้มชัดที่สุด ส่วน มลทินภายในของเบริลหลังการอาบรังสีไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงใดๆรวมทั้ง ข้อมูลของ Raman และ PL ของเบริลจากแหล่งต่างๆหลังการอาบรังสีแกมมาไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน แต่ข้อมูลของ UV-Vis พบว่าเบริลแสดงการเปลี่ยนแปลงการดูดกลืนของธาตุเหล็ก ระหว่าง  $Fe^{2+}$  และ  $Fe^{3+}$  ที่ตำแหน่ง 427 nm โดยเบริลมีประจุ  $Fe^{2+}$  ลดลง ดังนั้นจึงทำให้มีสีเหลืองเพิ่มขึ้นจากการดูดกลืนของ  $Fe^{3+}$  ที่เหลืออยู่ และข้อมูลของ FTIR พบว่า เบริลทุกแหล่งมีโมเลกุลของน้ำทั้งชนิดหนึ่งและสองอยู่ในโครงสร้าง แต่การดูดกลืนที่สัมพันธ์กับโมเลกุลของน้ำทั้งสองชนิดไม่แสดงการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนหลังการอาบรังสี อย่างไรก็ตามในทุกตัวอย่างที่ตำแหน่งการดูดกลืนในช่วงประมาณ 3235 ถึง 3520  $cm^{-1}$  ตัวกราฟจะแสดงลักษณะยกตัวที่สูงขึ้นมา ซึ่งยังไม่ทราบสาเหตุของการเกิดนี้แต่อาจใช้เป็นลักษณะบ่งชี้ความแตกต่างระหว่างเบริลธรรมชาติและเบริลอาบรังสี



## Abstract

In this study, tourmalines from Mozambique and unknown sources from Africa can be classified as Elbaite by using EDXRF, PL, Raman and UV-Vis techniques. Tourmalines from Mozambique have higher lead (Pb) contents but are less in bismuth (Bi) content than those from unknown source. After gamma irradiation with the intensity of 50, 100, 200 and 400 Mrad respectively, pink tourmalines from both Mozambique and unknown source of Africa show the change of color from pale pink to dark pink or reddish pink corresponding to the irradiated intensity from 100 to 400 Mrad. Green tourmaline from unknown source of Africa has uncertain change of color. They may be slightly pink tint at the intensity of 50 Mrad or brownish pink and green at 100 Mrad. Some turn to pink and the others still have green and pink at the intensity of 400 Mrad. The UV-Vis spectra show that irradiated tourmaline will shows remarkably peaks at 392 and 516 nm due to  $Mn^{3+}$  absorption but the peak at 675 nm due to  $Fe^{2+}$  absorption did not change with the increasing of radiation intensity. However, the influence of gamma irradiation which is no residual radiation and is not affected to characteristic inclusions of studied tourmalines in each color group. The infrared, Raman and photoluminescent spectra of the tourmaline of all colors in this study are also shows no distinction before and after irradiation.

Gamma irradiation of green beryls from various sources with the intensity of 50, 100, 200 and 400 Mrad respectively is present. Green beryls from China and Colombia have slightly changed of color after irradiation. Green beryls from Russia have yellow tint after the intensity at 100 Mrad. Green beryls from Brazil also show yellow tint but the change in color is probably undetermined. It may be yellow or yellowish green or greenish yellow after irradiation. Green beryls from Zambia display very pronounced yellow color after intensity of 50 Mrad and at the intensity of 400 Mrad, the color of all studied stones are completely changed to yellow. After gamma irradiation, the inclusions of beryls did not show any changes as well as the Raman and PL data of beryls from all sources did not show significant change. The UV-Vis data showed that the iron absorption between  $Fe^{2+}$  and  $Fe^{3+}$  at 427 nm was changed due to the decreasing of  $Fe^{2+}$  while  $Fe^{3+}$  remain unchanged that make it more yellow. FTIR data showed that beryls from all sources contain both I and II type water molecules in the structure but their absorption do not show significant change after irradiation. However, all studied samples have the IR absorption about 3235 to 3520  $cm^{-1}$  that showed higher lifting characteristics. The cause of this absorption pattern still not known yet but it may be used as a clue to distinguish between natural and irradiated beryl.

งานบริหารงานวิจัย ฝ่ายบริการข้อมูลวิชาการ  
สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ (องค์การมหาชน)  
ตุลาคม 2556