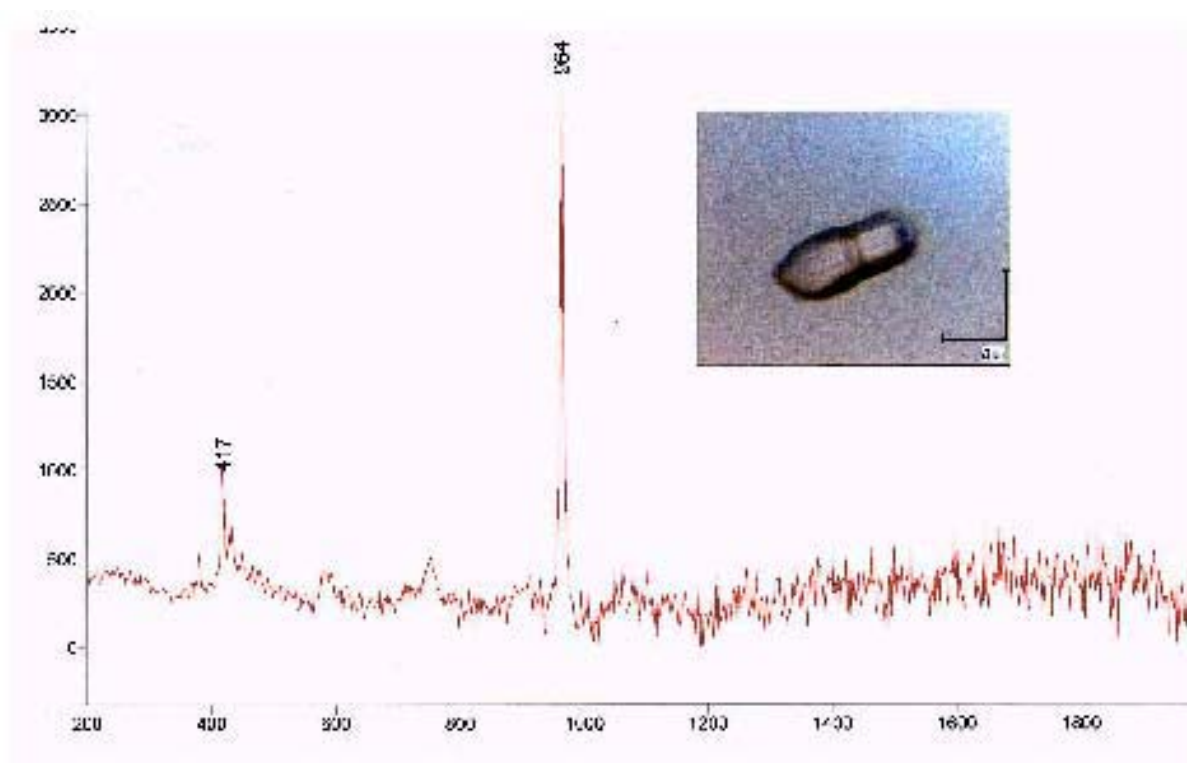
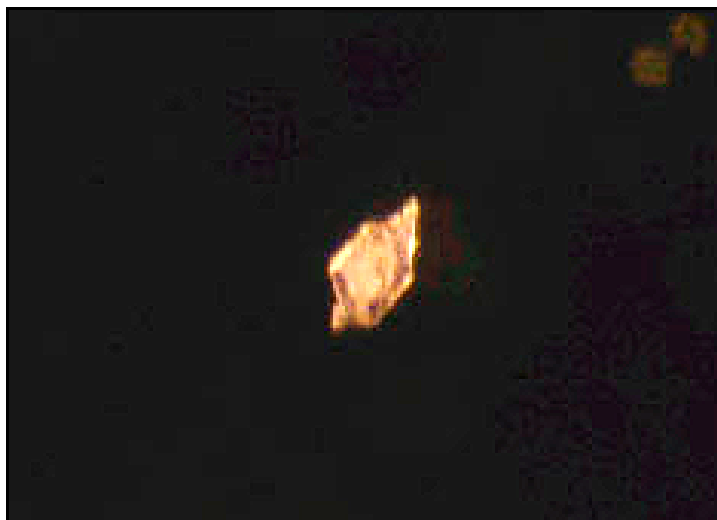




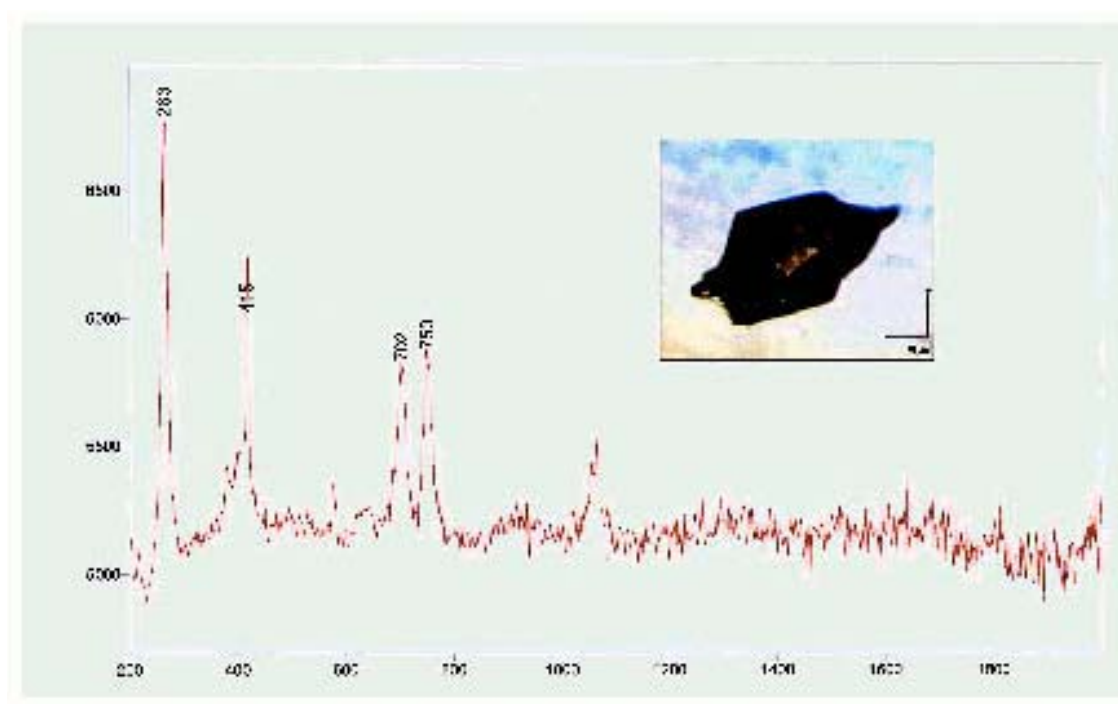
รูปที่ 3.12 มลทินผลึกแร่อะพาไทต์ในกลุ่มพลอยสีน้ำเงิน (SPI-B)



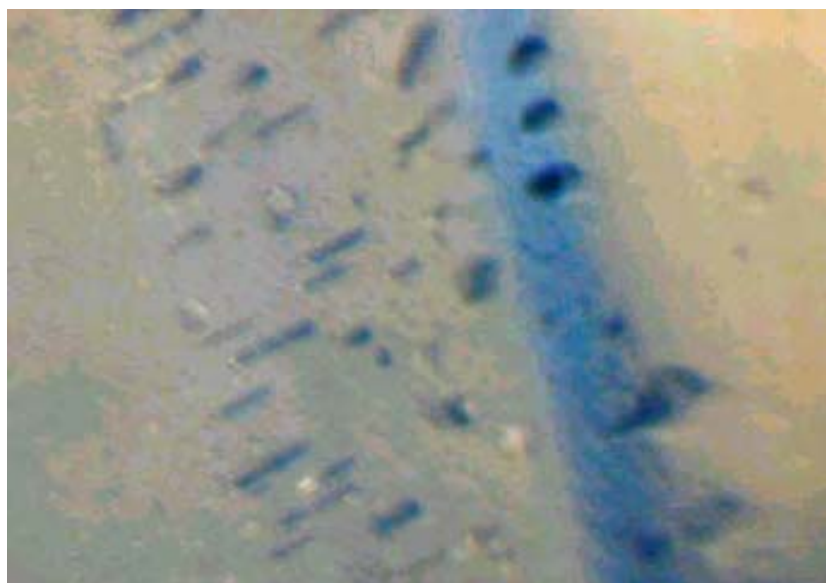
รูปที่ 3.13 รามานสเปกตรัมของมลทินแร่อะพาไทต์ในพลอยกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B) ภาพแทรกคือมลทินแร่อะพาไทต์ที่ทำการตรวจสอบ



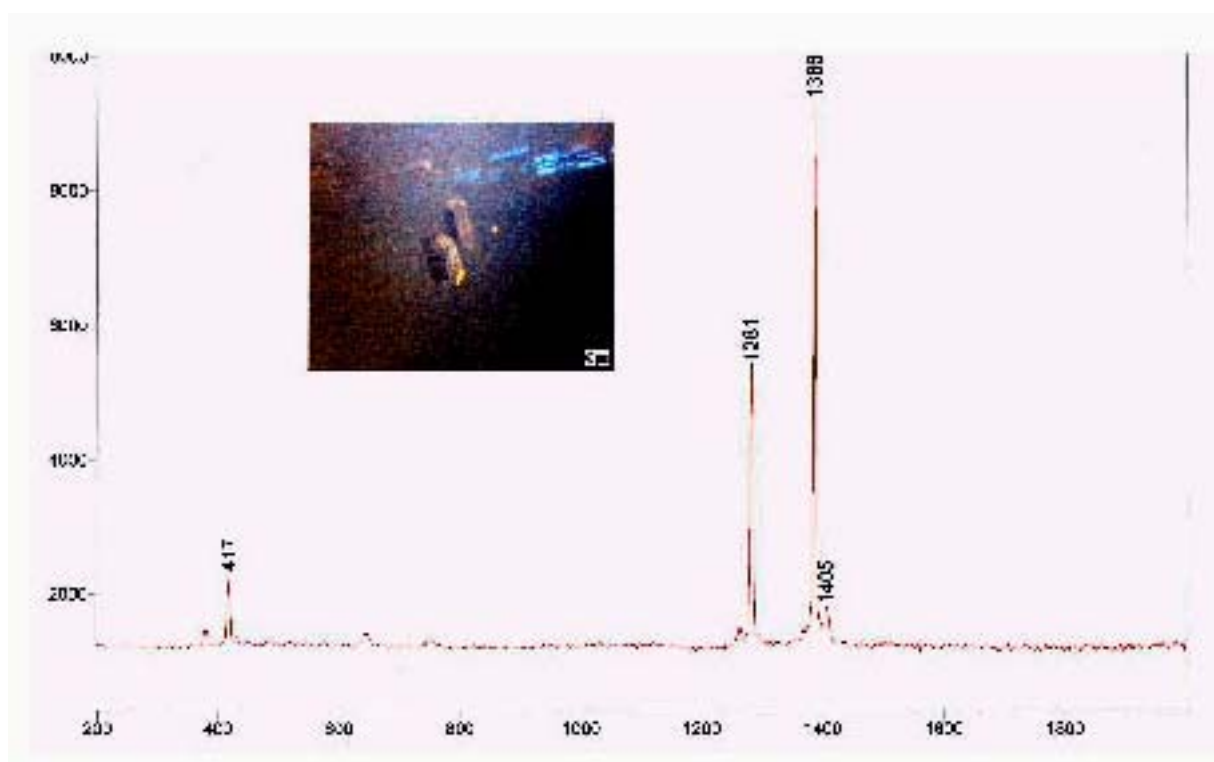
รูปที่ 3.14 มลทินผลึกแร่พาราโกไนต์ ในกลุ่มพลอยสีน้ำเงิน (SPI-B) ที่มีลักษณะเป็นแผ่นขนาดเล็ก



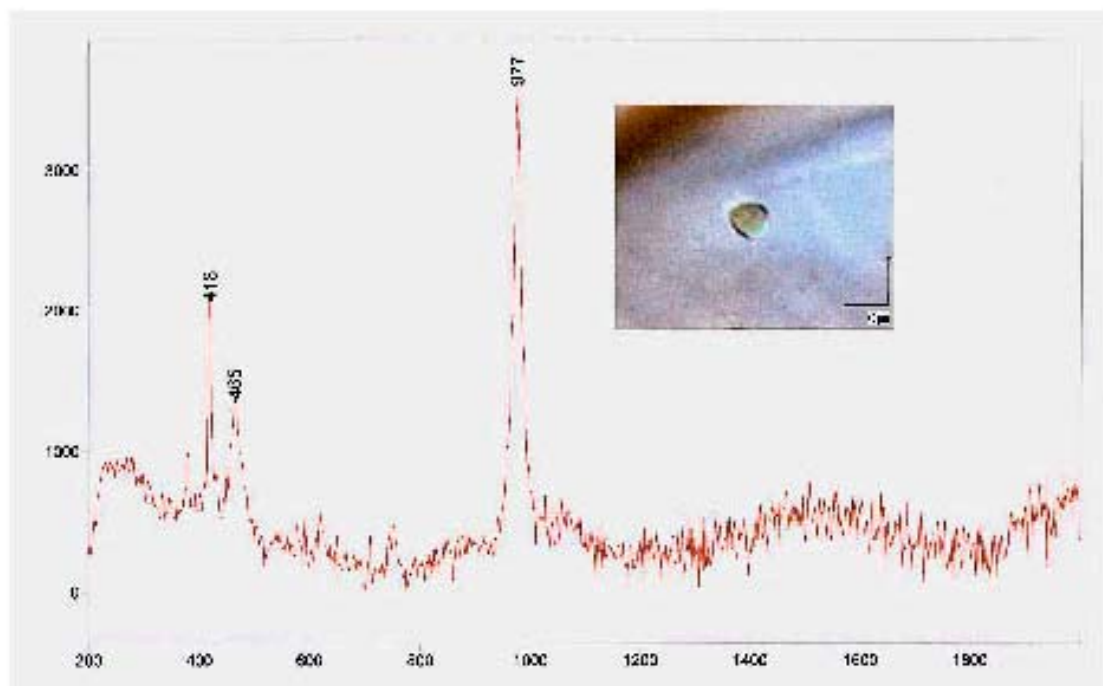
รูปที่ 3.15 รามานสเปกตรัมของมลทินแร่พาราโกไนต์ในพลอยกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B)
ภาพแทรกคือมลทินแร่พาราโกไนต์ที่ทำการตรวจสอบ



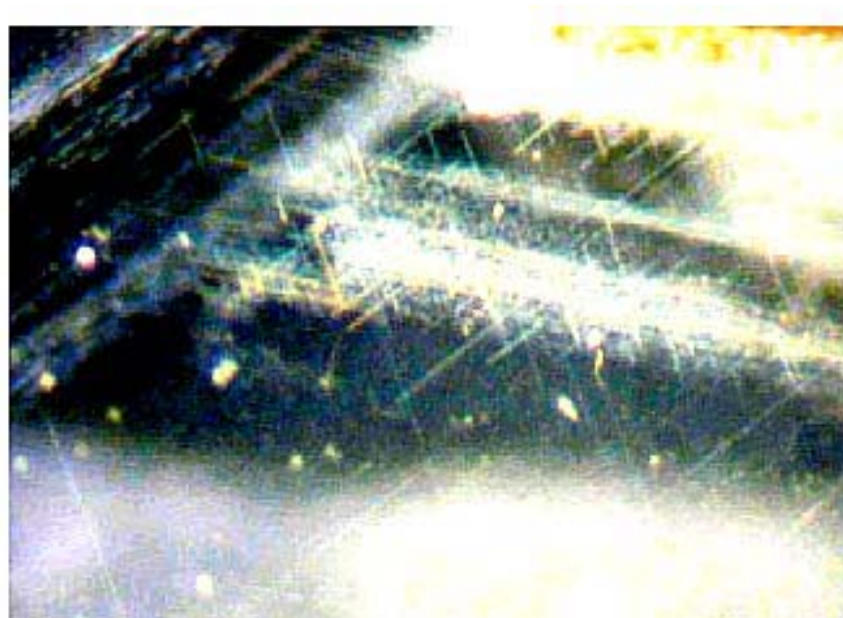
รูปที่ 3.16 มลทินผลึกกลางทุติยภูมิที่เรียงตัวกันตามระนาบในพอลอยกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B)



รูปที่ 3.17 รามานสเปกตรัมของมลทินของไหลคาร์บอนไดออกไซด์ที่บรรจุอยู่ในมลทินผลึกกลางรูปแทรก) ในพอลอยกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B)



รูปที่ 3.18 รามานสเปกตรัมของมลทินผลึกแร่โมนาไซต์ (รูปแทรก)
ที่พบในพลอยกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B)



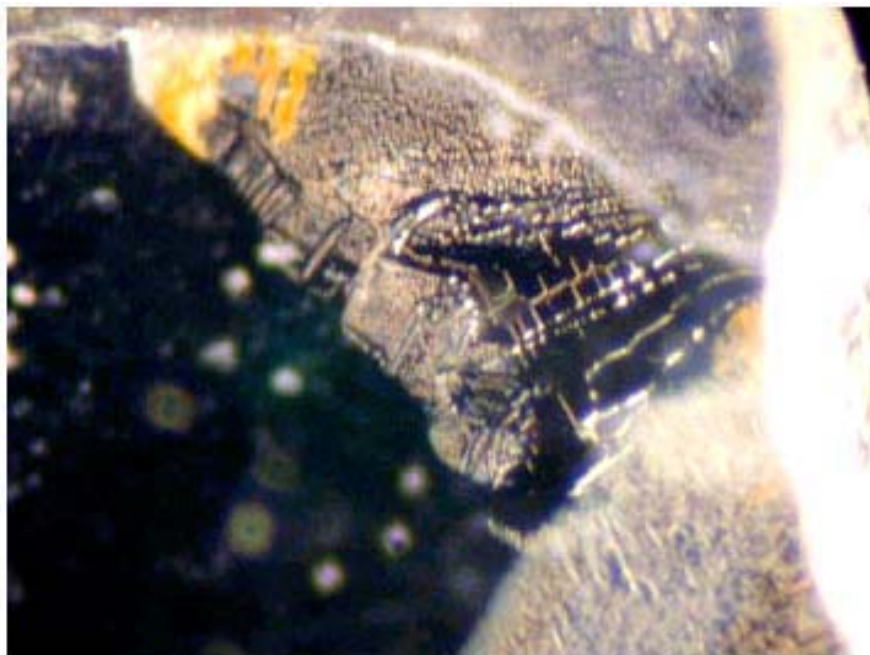
รูปที่ 3.19 มลทินเส้นเข็มรูไทล์ วางตัวตัดกันด้วยมุม 60/120 องศา
พบในพลอยกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B)



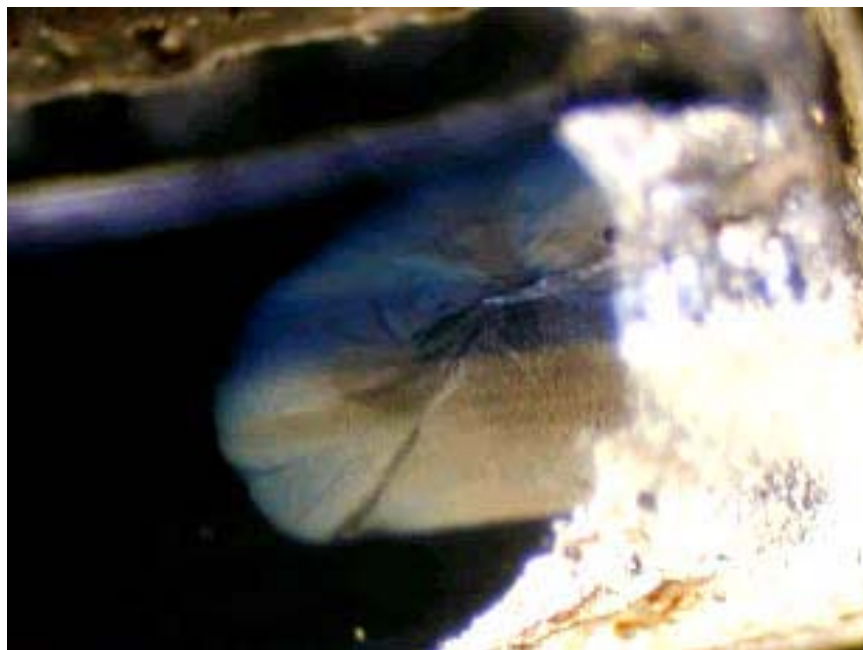
รูปที่ 3.20 มลทินรอยแตกสมานรูปจาน (disc-like healed fractures)
พบในพลอยกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B)



รูปที่ 3.21 มลทินรอยแตกสมานรูปรอยนิ้วมือ (fingerprint-like healed fractures)
มลทินผลึกกลวงที่เรียงตัวไปตามรอยแตกสมาน และเหล็กออกไซด์
สีน้ำตาลเหลือง พบในพลอยกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B)



รูปที่ 3.22 มลทินรอยแตกสมานรูปรอยนิ้วมือ (fingerprint-like healed fractures)
พบในพลอยกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B)



รูปที่ 3.23 มลทินรอยแตกสมานรูปขนนก (feather-like healed fractures)
พบในพลอยกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B)



รูปที่ 3.24 มลทินท่อกลวง (Long tubes) วางตัวขนานกับแนวการเติบโตของ
ผลึกแร่คอร์ันดัมในกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B)



รูปที่ 3.25 มลทินผลึกแร่แพทายที่มีลักษณะขอบมน อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม
พบในพลอยกลุ่มสีม่วง (SPI-V)

มี relief และ birefringence ที่สูง มักเกิดรวมตัวกันเป็นกลุ่ม บ่อยครั้งแสดงลักษณะรัศมี ที่เกิดจากการทำลายของธาตุกัมมันตภาพรังสี ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของมลทินแร่เพทาย ลักษณะ ภายใต้อื่น ๆ ที่พบมี แนวการเติบโตของผลึก ที่ทำมุม 120 องศา (รูปที่ 3.26) ท่อกลวงยาวที่วาง ตัวขนานกัน (รูปที่ 3.27)

กลุ่มที่ 3 แชนไพร์ซมพู (SPI-P)

แชนไพร์กลุ่มนี้มีเพียง 4 ตัวอย่าง เช่นเดียวกับในกลุ่มที่ 2 ลักษณะภายในที่พบ จึงไม่แตกต่างไปจากกลุ่มสีม่วงมากนัก แร่เพทายจะเป็นมลทินผลึกแร่ที่พบบ่อยและกระจายอยู่ทั่วไป (รูปที่ 3.28) เป็นที่น่าสังเกตว่ามลทินผลึกแร่เพทายเป็นลักษณะเด่นของพลอยจากแหล่งนี้

กลุ่มที่ 4 แชนไพร์ไรสี (SPI-CL)

จากการศึกษาตัวอย่างแชนไพร์ของกลุ่มไรสีจำนวน 7 ตัวอย่าง พบว่ามีลักษณะภายใน ที่เหมือนกับกลุ่มสีอื่น ๆ มลทินผลึกแร่ที่พบบ่อยที่สุดคือ แร่เพทาย ที่มีกรวมตัวกันเป็นกระจุก (รูปที่ 3.29) มลทินผลึกกลวง ที่มีหางยาวคล้ายดาวหาง (รูปที่ 3.30) มลทินผลึกกลวง 2 สถานะ (รูปที่ 3.31) และมลทินเส้นเข็มยาวของแร่รูไทล์ ที่ตัดกันด้วยมุม $60^{\circ}/120^{\circ}$ (รูปที่ 3.32) ลักษณะภายในอื่น ๆ ที่พบ เช่นรอยแตกสมานคล้ายรอยนิ้วมือ แนวการเติบโตของผลึกท่อกลวงยาว ที่ขนานกัน (รูปที่ 3.33) และมลทินฝุ่น

3.7 การวิเคราะห์ทางเคมี (Chemical Analysis)

การวิเคราะห์ทางเคมีได้ดำเนินการโดยใช้วิธี standardless fundamental parameter analysis ด้วยเครื่องมือ EDXRF ที่ สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ ผลวิเคราะห์ของพลอยทั้ง 4 กลุ่มได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.2

จากผลวิเคราะห์ที่ได้ พบว่าปริมาณ Fe_2O_3 และ TiO_2 ของพลอยสีน้ำเงิน มีค่าไม่แตกต่างจากกลุ่มพลอยไรสี ลักษณะเช่นนี้บ่งชี้ว่า กลุ่มพลอยไรสีบางส่วน น่าจะสามารถเผาเป็นสีน้ำเงินได้ สำหรับกลุ่มพลอยสีม่วงและสีชมพู พบว่ามีปริมาณ Cr_2O_3 และ V_2O_5 สูงกว่ากลุ่มสีอื่น ซึ่งเป็นลักษณะปกติสำหรับพลอยสีชมพูถึงม่วงทั่วไป ข้อที่น่าสังเกตคือ พลอยกลุ่มสีม่วง และสีชมพู เหล่านี้มีปริมาณ Fe_2O_3 ค่อนข้างต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับ ลักษณะการเรืองแสง ที่กล่าวมาข้างต้น และสนับสนุนสมมุติฐานที่ว่า พลอยเหล่านี้จะมีกำเนิดมาจากกระบวนการแปรสภาพของหินแปร มากกว่ากระบวนการเกิดหินภูเขาไฟปะชอลต์

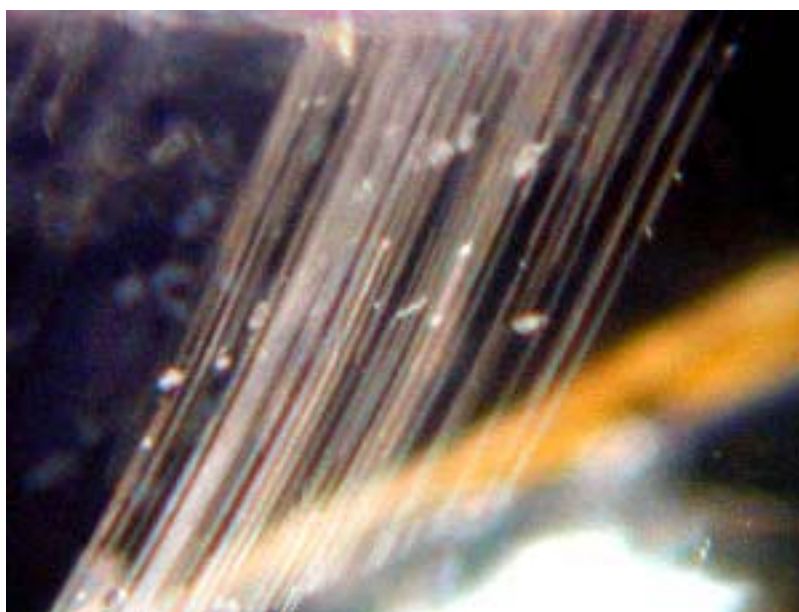
3.8 การศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอินฟราเรด (Infra Red)

พลอยทั้ง 4 กลุ่มได้ทำการตรวจสอบการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงกลางและไกล (mid and far IR) ด้วยเครื่องมือ Nicolet FTIR spectrophotometer (Model Nexus 670) ที่สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณี และเครื่องประดับแห่งชาติ ผลการตรวจสอบพลอยทั้ง 4 กลุ่ม (รูปที่ 3.34 ถึง 3.37) ลักษณะสเปกโตรแกรมของพลอยทั้ง 4 กลุ่ม ปรากฏออกมาเหมือนกัน ทุกประการ ซึ่งเป็นรูปแบบเฉพาะการดูดกลืนแสงของแร่พลอยคอร์ันดัม โดยพบว่าการ ดูดกลืนแสงทั้งหมดตั้งแต่ช่วง 2000 เวฟนัมเบอร์ (wave number) ขึ้นไป นอกจากนี้ยังพบ Peaks การดูดกลืน อันเนื่องมาจากความชื้นในอากาศ (H_2O) ในช่วง 3400-3900 เวฟนัมเบอร์ จากคาร์บอนไดออกไซด์ใน

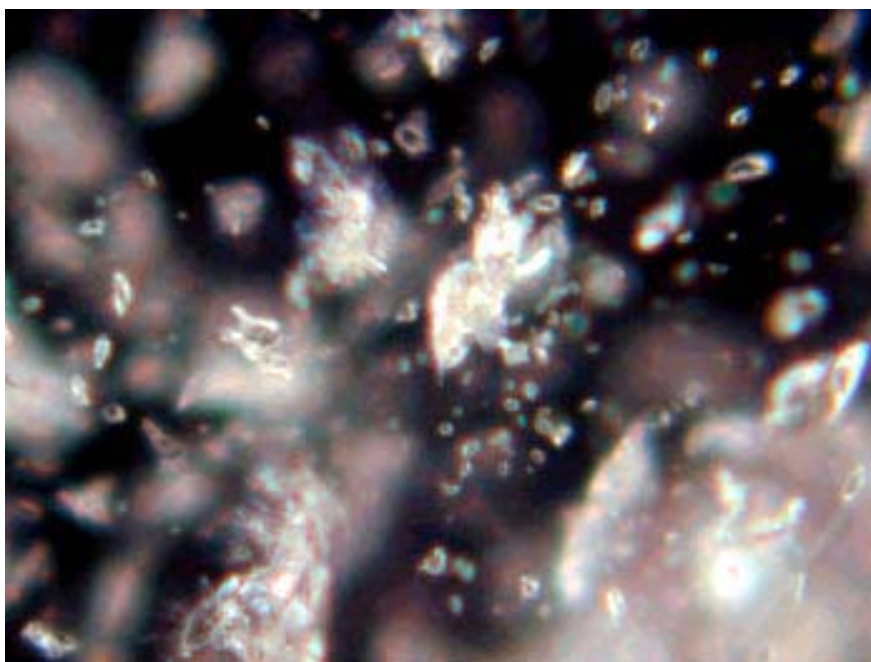
อากาศ (CO_2) ที่ตำแหน่งประมาณ 2340 2360 เวฟนัมเบอร์ และ C-H Stretching ที่ตำแหน่งประมาณ 2954 2920 2850 เวฟนัมเบอร์ ที่อาจเนื่องมาจาก ความสกปรก ของสารไฮโดรคาร์บอนบนผิว หรือภายในรอยแตก สำหรับ Peaks การดูดกลืน ที่เกิดจาก O-H Stretching ของอนุมูลน้ำอิสระ (free OH) ที่ตำแหน่ง 3309 3232 และ 3183 เวฟนัมเบอร์ พบว่าไม่สามารถตรวจวัดได้ หรือตรวจวัดได้ในปริมาณที่น้อยมาก ซึ่งเป็นผลปกติ สำหรับแร่พลอยคอร์ันดัมที่ไม่ผ่านการเผา



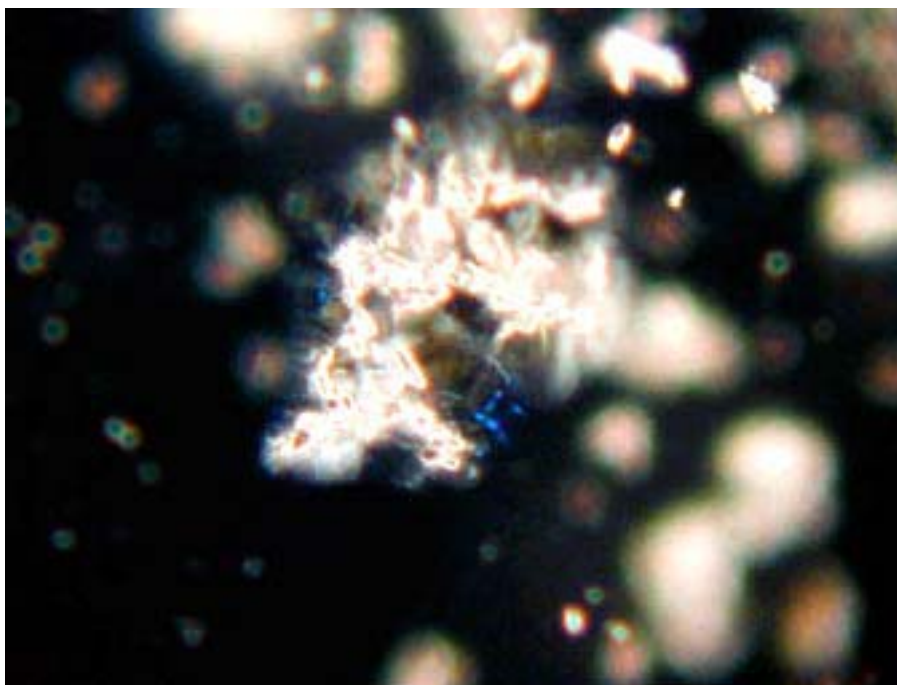
รูปที่ 3. 26 ตัวอย่างพลอยอิลากาในกลุ่มสีม่วง (SP-V) ที่แสดงแนวการเจริญเติบโตของผลึกพลอย ทำมุม 120 องศา



รูปที่ 3.27 มลทินที่ตกลงที่วางตัวขนานกัน พบในพลอยกลุ่มสีม่วง (SP-V)



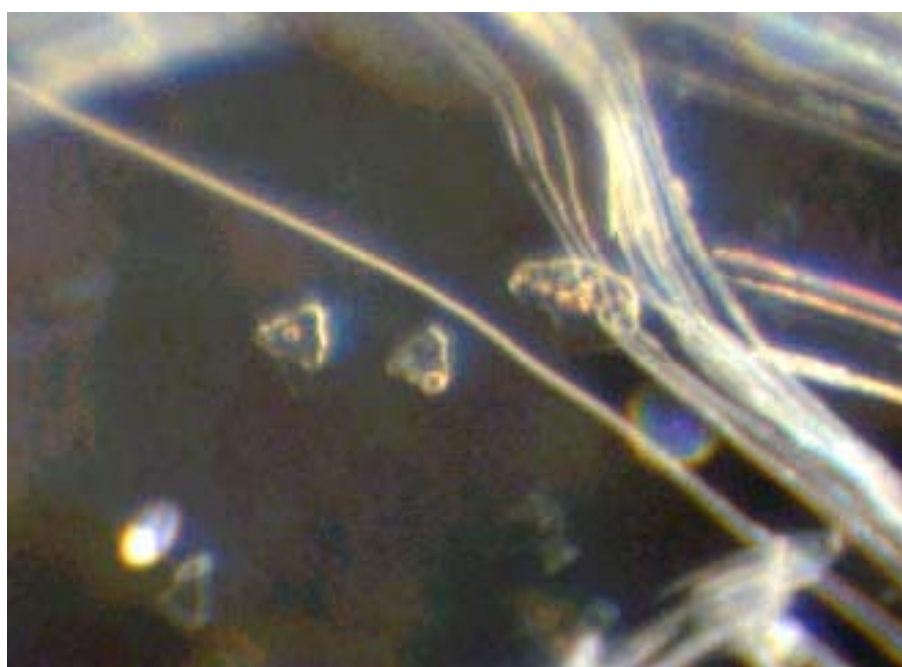
รูปที่ 3.28 มลทินแร่เพทาย ที่มีลักษณะขอบมน พบกระจายอยู่ทั่วไปในเนื้อพลอย ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของพลอยกลุ่มสีชมพู (SPI-P)



รูปที่ 3.29 มลทินแร่เพทาย ที่รวมตัวอยู่กันเป็นกลุ่ม พบในพลอยกลุ่มไร้สี (SPI-CL)



รูปที่ 3.30 มลทินผลึกกลวงยาวคล้ายดาวหาง พบในกลุ่มพลอยไร้สี (SPI-CL)



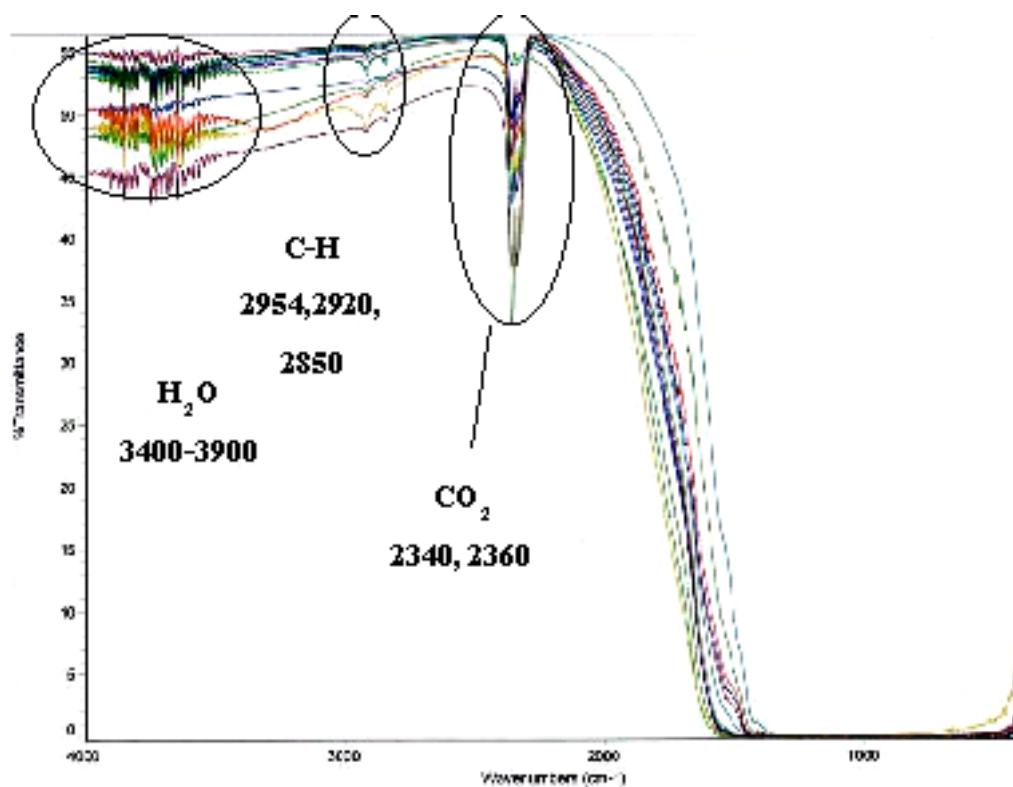
รูปที่ 3.31 มลทินผลึกกลวงที่บรรจุด้วยของไหลสองสถานะ พบในกลุ่มพลอยไร้สี (SPI-CL)



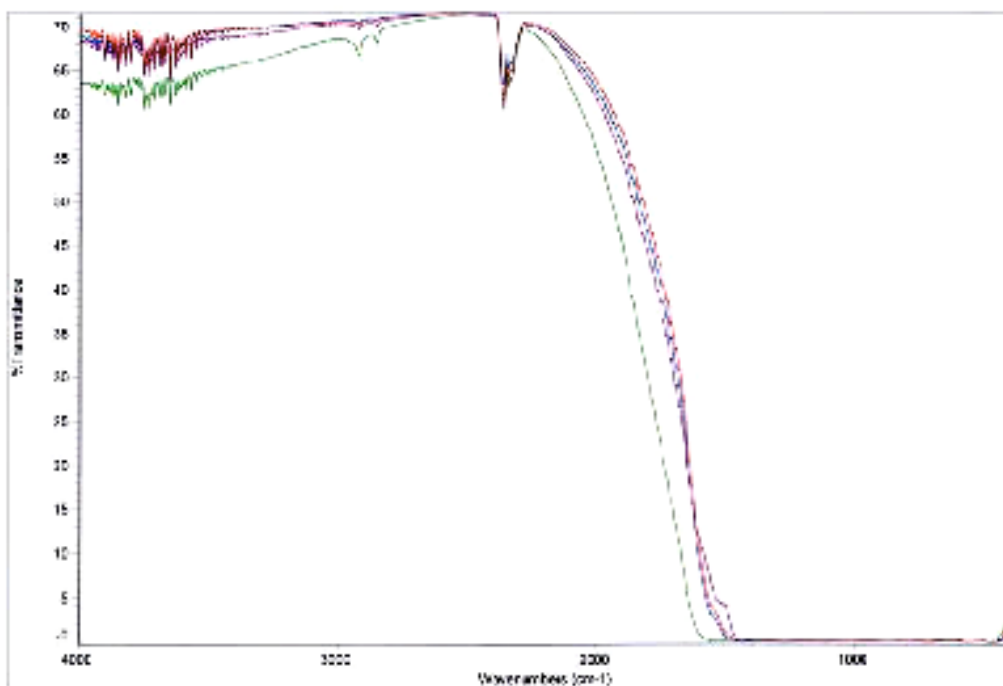
รูปที่ 3.32 มลทินเชื่อมยาวของแร่รูไทล์ พบในกลุ่มพลอยไร้สี SPI-CL)



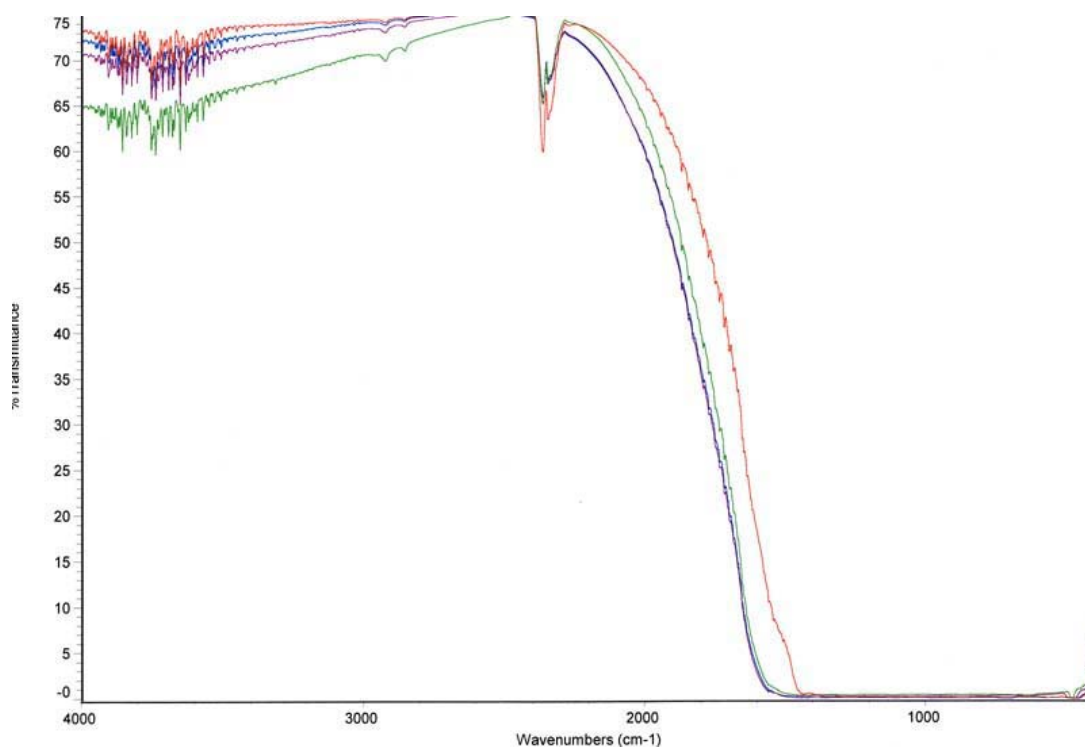
รูปที่ 3.33 มลทินท่อกวาง ในบางส่วนของท่อจะมีเหล็กออกไซด์สีน้ำตาลแดงบรรจุอยู่



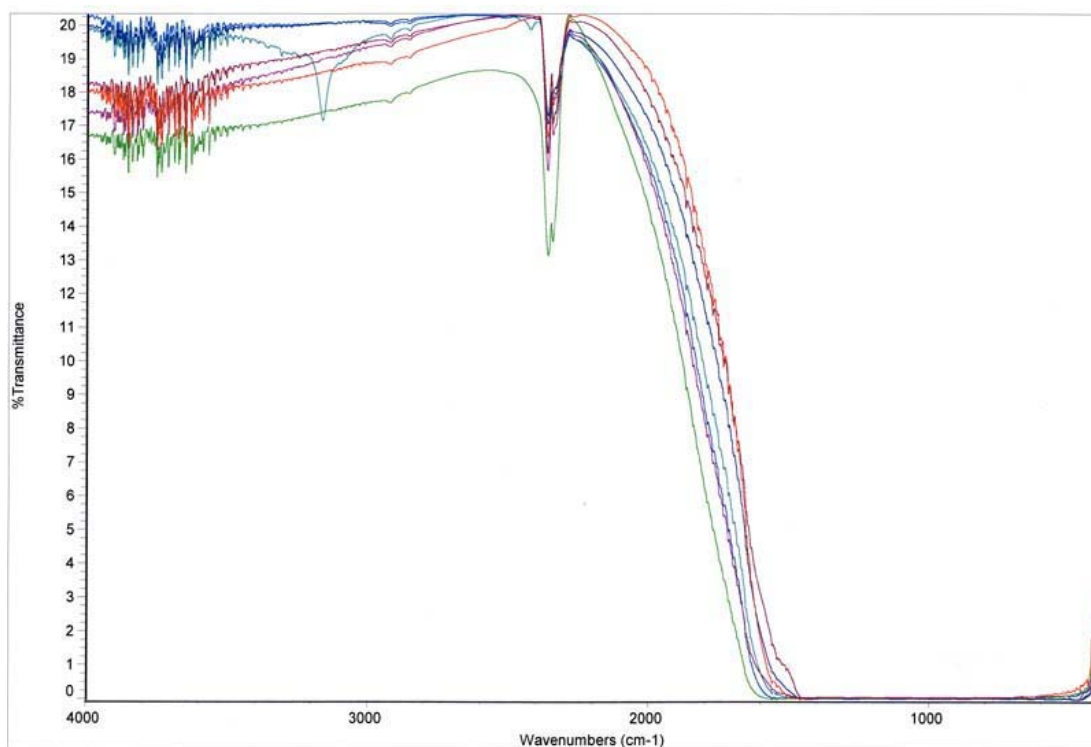
รูปที่ 3.34 สเปกโตรแกรม (FTIR Spectrograms) ของการดูดกลืนคลื่นแสงอินฟราเรดในช่วงกลางและไกล (Mid-Far IR) ของพลอยในกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B) ทั้ง 14 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.35 สเปกโตรแกรม (FTIR Spectrograms) ของการดูดกลืนคลื่นแสงอินฟราเรดในช่วงกลางและไกล (Mid-Far IR) ของพลอยในกลุ่มสีม่วง (SPI-V) ทั้ง 4 ตัวอย่าง



รูปที่ 3.36 สเปกโตรแกรม (FTIR spectrograms) ของการดูดกลืนคลื่นแสงอินฟราเรดในช่วงกลางและไกล (Mid to Far) ของพลอยในกัมพูชา (SPI-P) ทั้ง 4 ตัวอย่าง

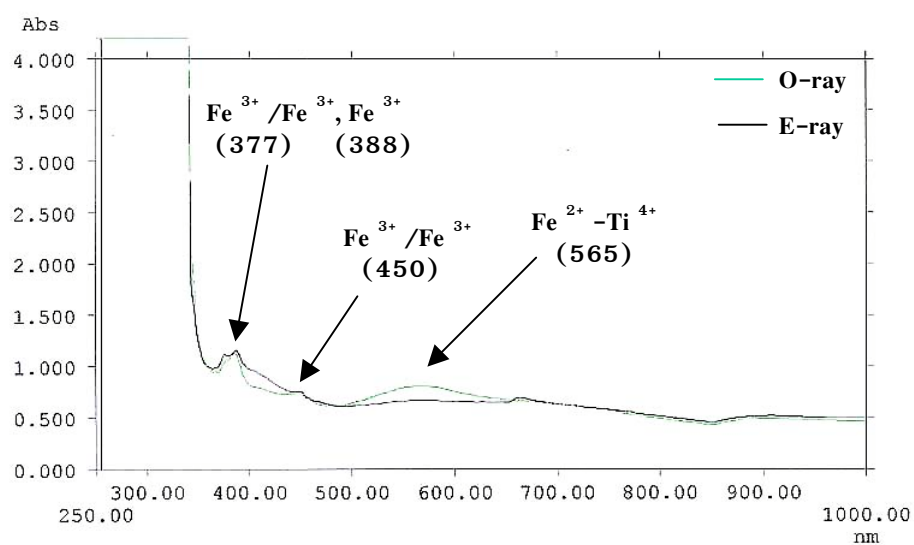
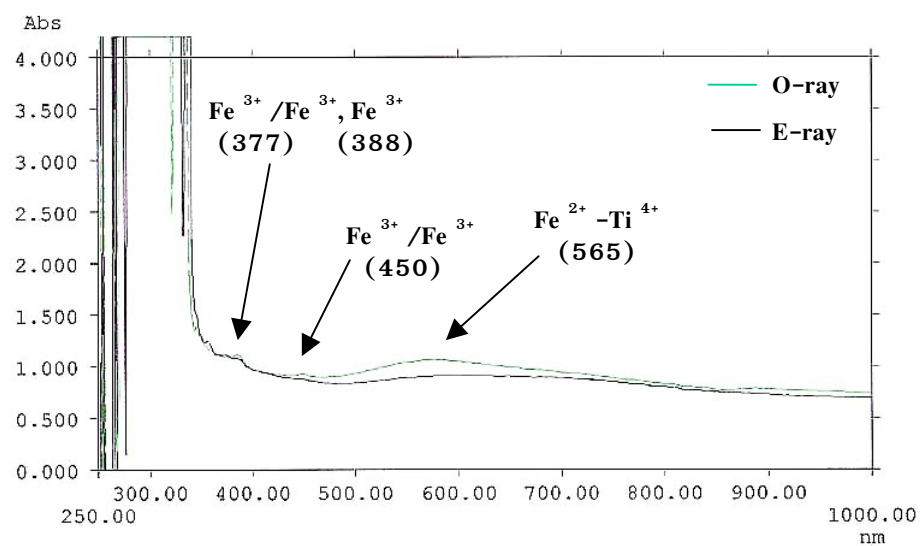
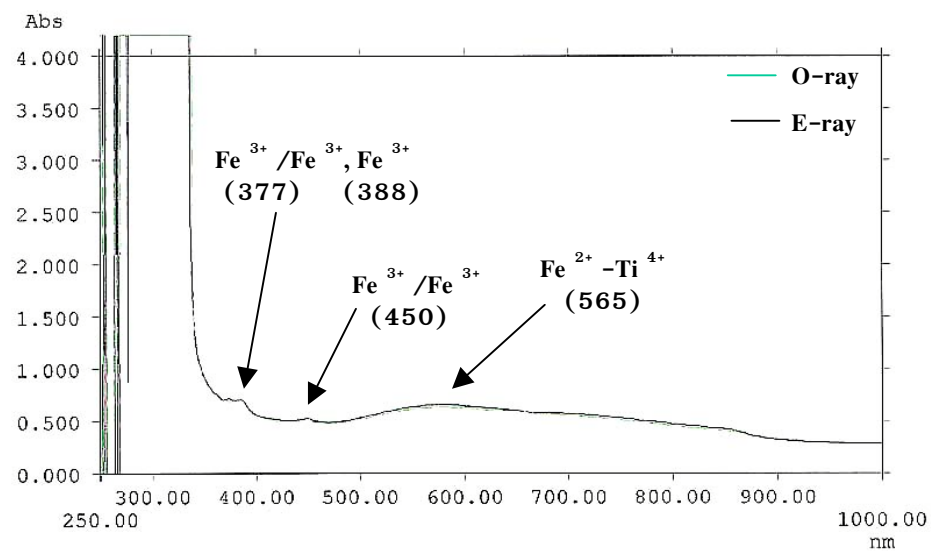


รูปที่ 3. 37 สเปกโตรแกรม (FTIR spectrograms) ของการดูดกลืนคลื่นแสงอินฟราเรดในช่วงกลางและไกล (Mid to Far IR) ของพลอยในกลุ่มไรรี่ (SPI-CL) ทั้ง 7 ตัวอย่าง

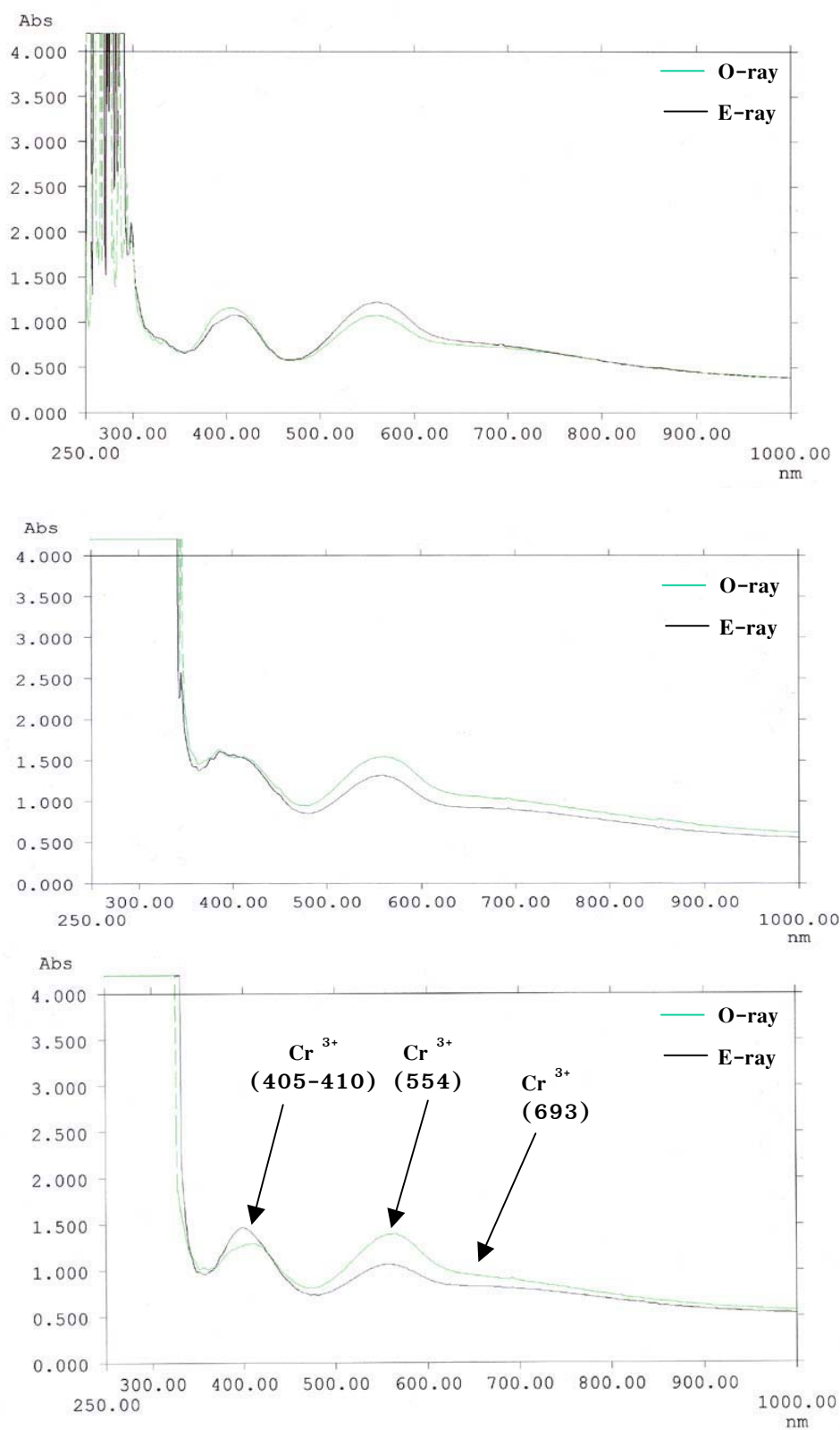
3.9 การศึกษาการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UV-VIS-NIR

พลอยทั้ง 4 กลุ่ม ได้ทำการตรวจสอบการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วงอัลตราไวโอเล็ต ช่วงสเปกตรัมที่ตามองเห็น และช่วงอินฟราเรดระยะใกล้ (UV-VIS-NIR) ด้วยเครื่องมือ Hitachi UV-VIS-NIR spectrophotometer (Model U4001) ที่สถาบันวิจัยและพัฒนาอัญมณีและเครื่องประดับแห่งชาติ ผลการตรวจสอบพลอยทั้ง 4 กลุ่ม ได้จัดแสดงในรูปที่ 3.38 ถึง 3.41 พลอยในกลุ่มสีน้ำเงินแสดงการดูดกลืนอันเนื่องมาจาก $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ion pairs ที่มียอดที่ตำแหน่ง 377 และ 450 นาโนเมตร Fe^{3+} ion ที่มียอดที่ตำแหน่ง 388 นาโนเมตร และการดูดกลืน อันเนื่องมาจาก $\text{Fe}^{2+}-\text{Ti}^{4+}$ intervalence charge transfer (IVCT) ที่มีจุดสูงสุดที่ 565 นาโนเมตร (รูปที่ 3.38) จะเห็นว่าพลอยกลุ่มสีน้ำเงินจากแหล่งอิราากา ประเทศมาดากัสการ์ มีรูปแบบ การดูดกลืนที่คล้ายกับพลอยสีน้ำเงินจากประเทศศรีลังกา (รูปที่ 3.42) ซึ่งจะแตกต่างกับ รูปแบบของการดูดกลืนแสง ของพลอยสีน้ำเงินจากแหล่งหินภูเขาไฟแอลคาไลน์บะซอลต์ ที่โดยทั่วไปมียอดการดูดกลืนสูงสุดที่ประมาณ 850 นาโนเมตร และเป็นที่ทราบกันดีว่า พลอยศรีลังกานั้นมีกำเนิดที่สัมพันธ์กับกระบวนการหินแปร ดังนั้นการดูดกลืนแสงที่เหมือนกัน ของพลอยสีน้ำเงินจากแหล่งอิราากา นั้นน่าจะสามารสรูปในเบื้องต้นได้ว่าการกำเนิด ที่สัมพันธ์กับกระบวนการหินแปร เช่นเดียวกันกับพลอยในกลุ่มสีม่วงและสีชมพู ที่แสดงการ ดูดกลืนแสงอันเนื่องมาจาก Cr^{3+} ค่อนข้างชัดเจน (รูปที่ 3.39 และ 3.40) ซึ่งสอดคล้องกับ ปริมาณธาตุ Cr และ V ที่ค่อนข้างสูงในพลอยทั้งสองกลุ่ม (ตารางที่ 3.2) นอกจากนี้ พลอยในกลุ่มสีม่วงยังแสดงการดูดกลืนอันเนื่องมาจากธาตุเหล็กค่อนข้างชัดเจน (รูปที่ 3.40) จากรูปแบบการดูดกลืนของพลอยสีม่วงและชมพู จากแหล่งอิราากา สามารถสรุปผลได้เช่นเดียว กับกลุ่มพลอยสีน้ำเงินในแหล่งเดียวกันว่า น่าจะมีการกำเนิดที่สัมพันธ์กับกระบวนการหินแปร มากกว่าจากกระบวนการเกิดหินแอลคาไลน์บะซอลต์ (รูปที่ 3.43)

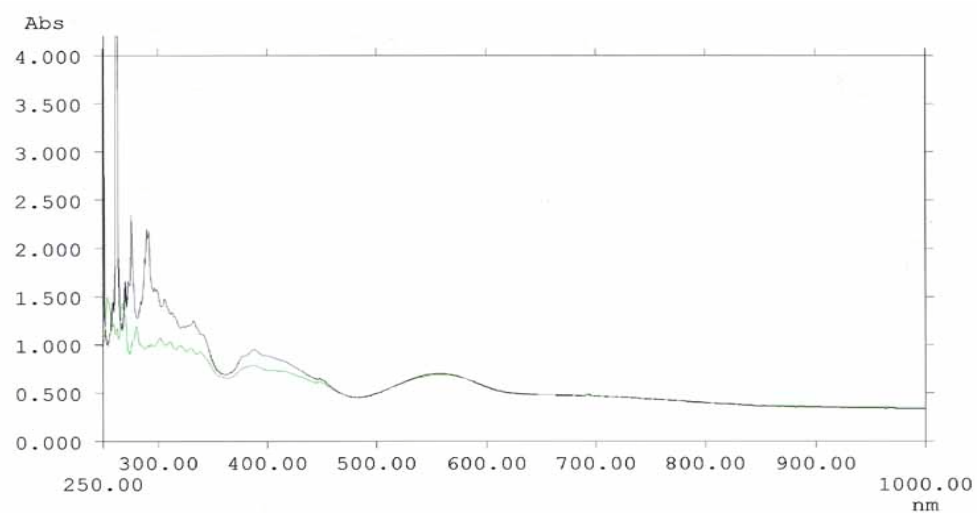
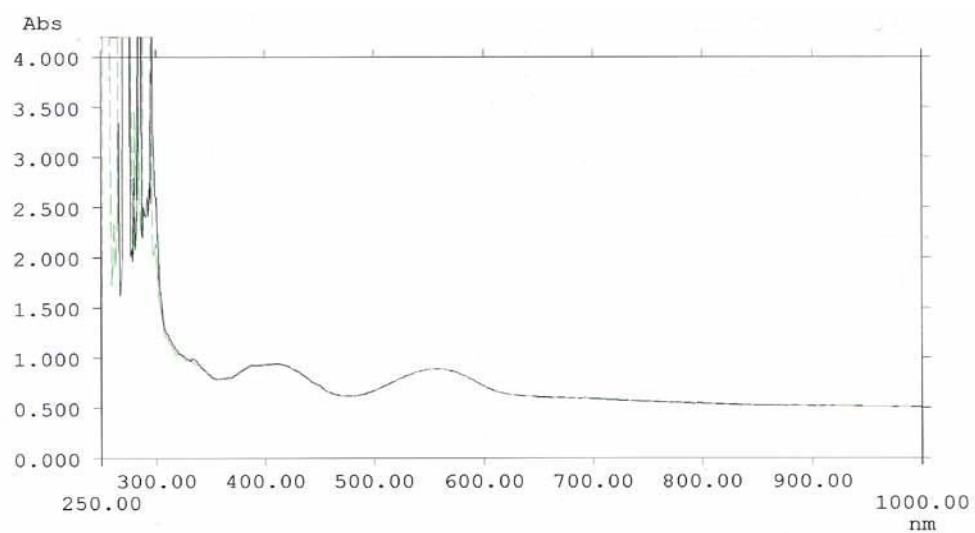
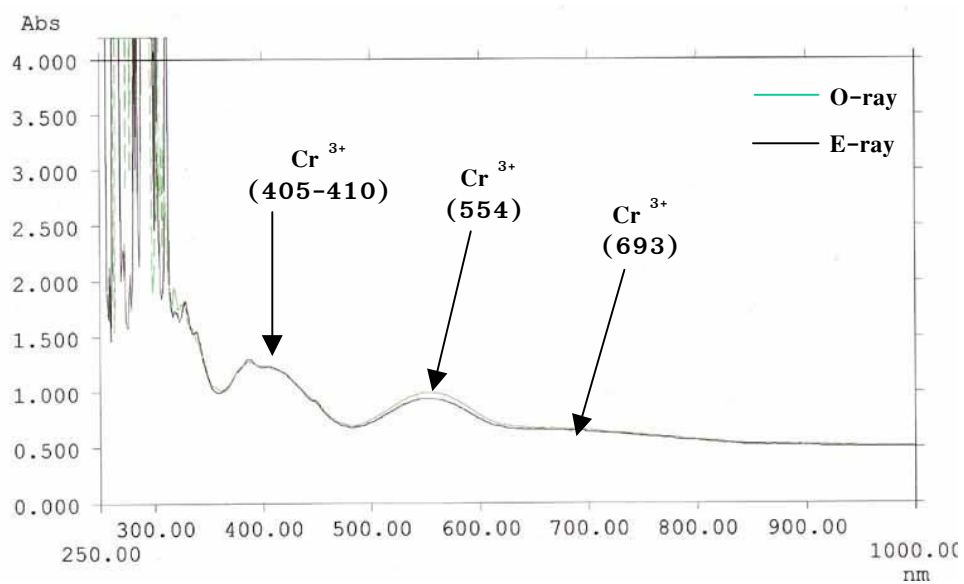
สำหรับพลอยในกลุ่มไร้สี พบว่าไม่มีการดูดกลืนที่เด่นชัด ยกเว้น อาจพบการดูดกลืน อันเนื่องมาจากธาตุเหล็กที่มีอยู่ในบางตัวอย่าง



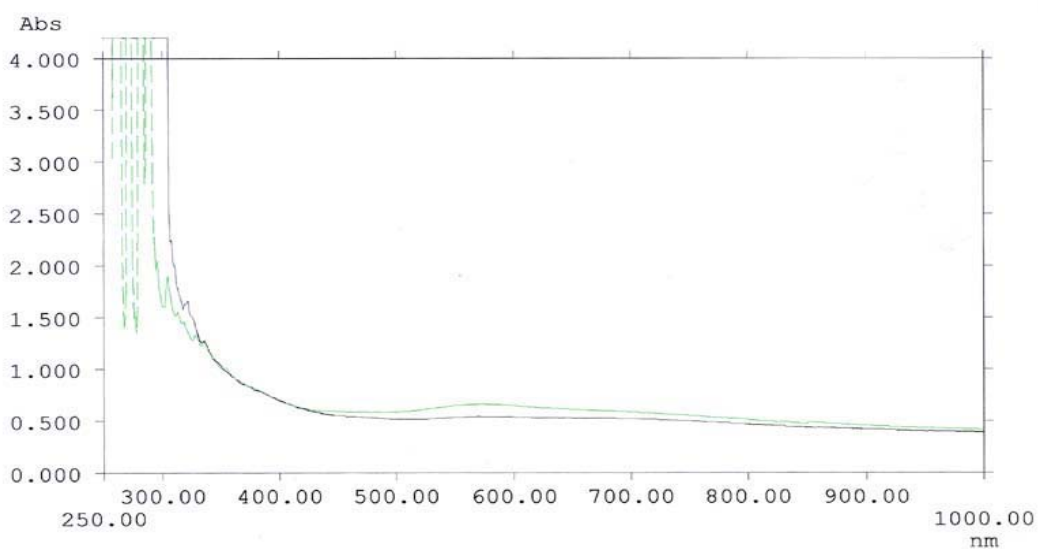
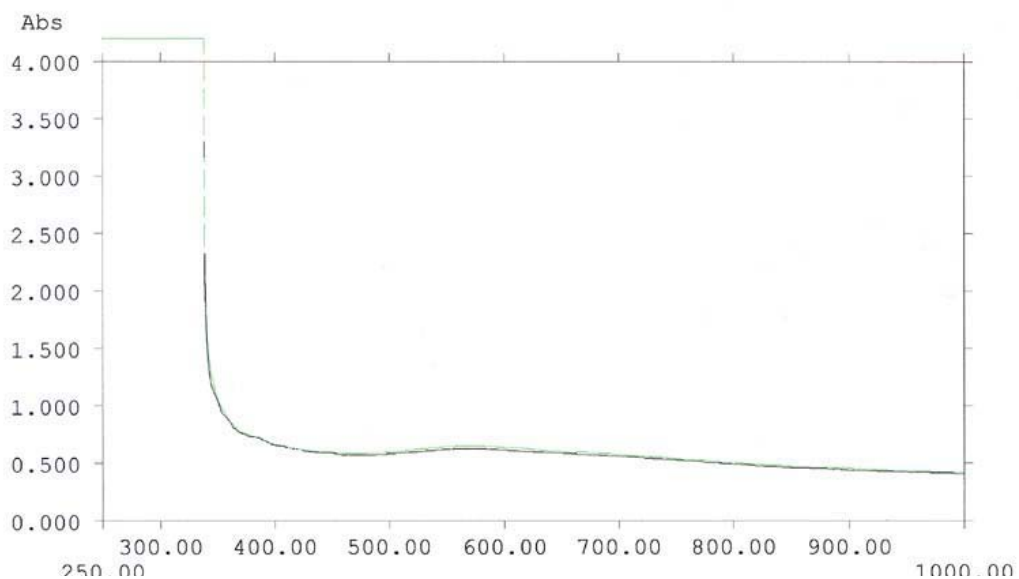
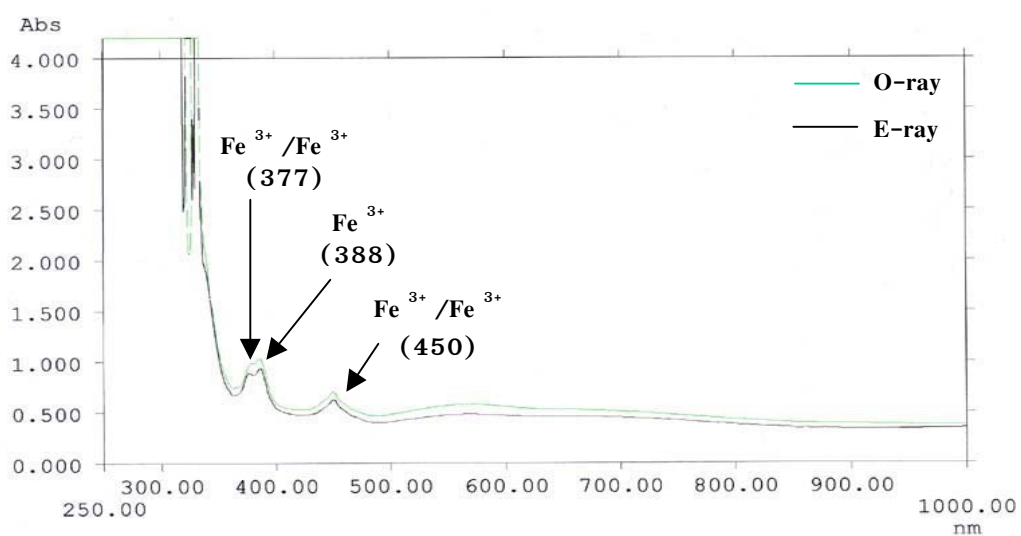
รูปที่ 3.38 แสดงสเปกโตรแกรมของการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UV-VIS-NIR ของพลอยในกลุ่มสีน้ำเงิน (SPI-B) บางตัวอย่าง



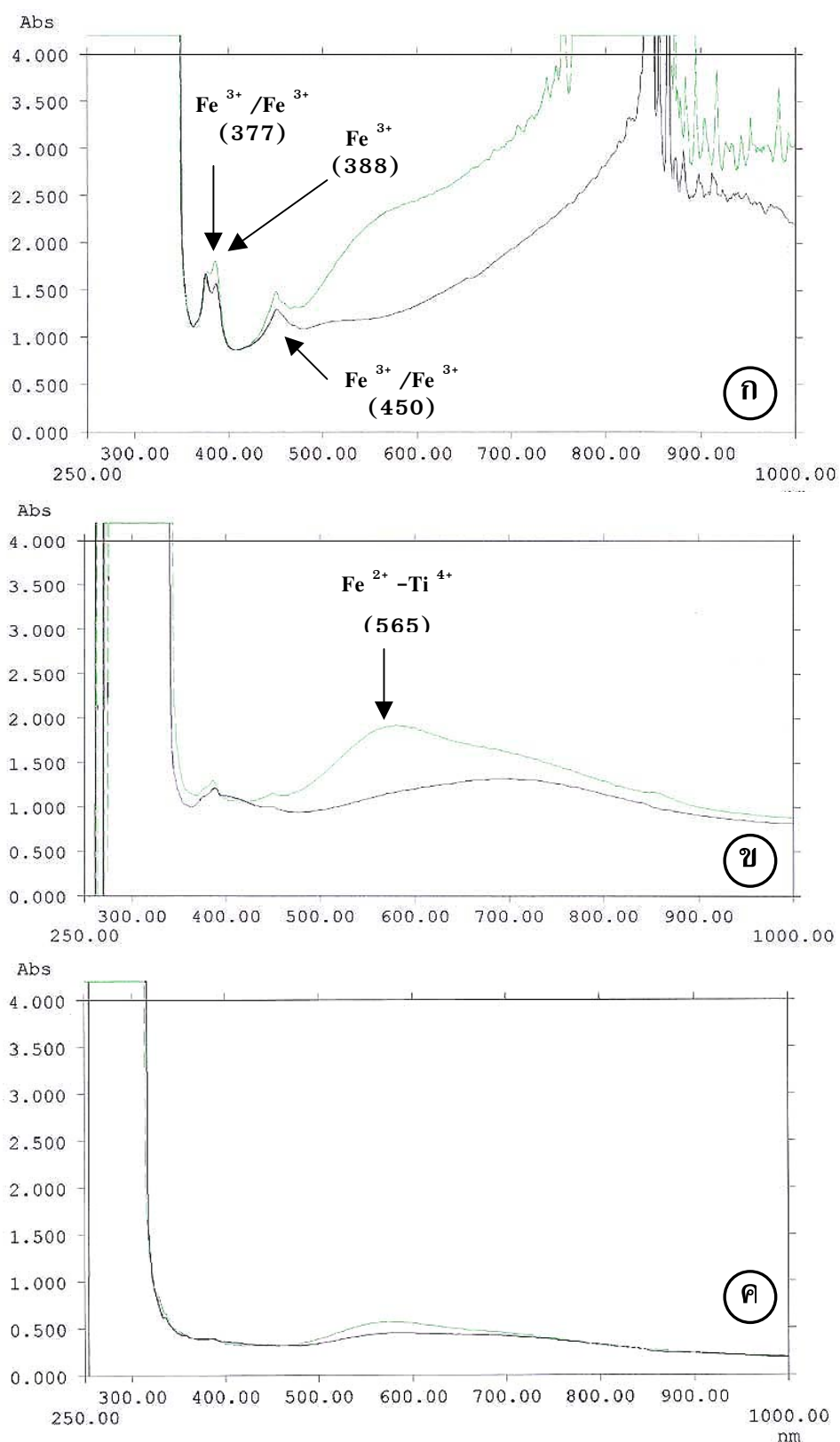
รูปที่ 3.39 แสดงสเปกโตรแกรมของการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UV-VIS-NIR ของพลอยในกลุ่มสีม่วง (SPI-V) บางตัวอย่าง



รูปที่ 3.40 แสดงสเปกโตรแกรมของการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UV-VIS-NIR ของพลอยในกลุ่มสีชมพู (SPI-P) บางตัวอย่าง

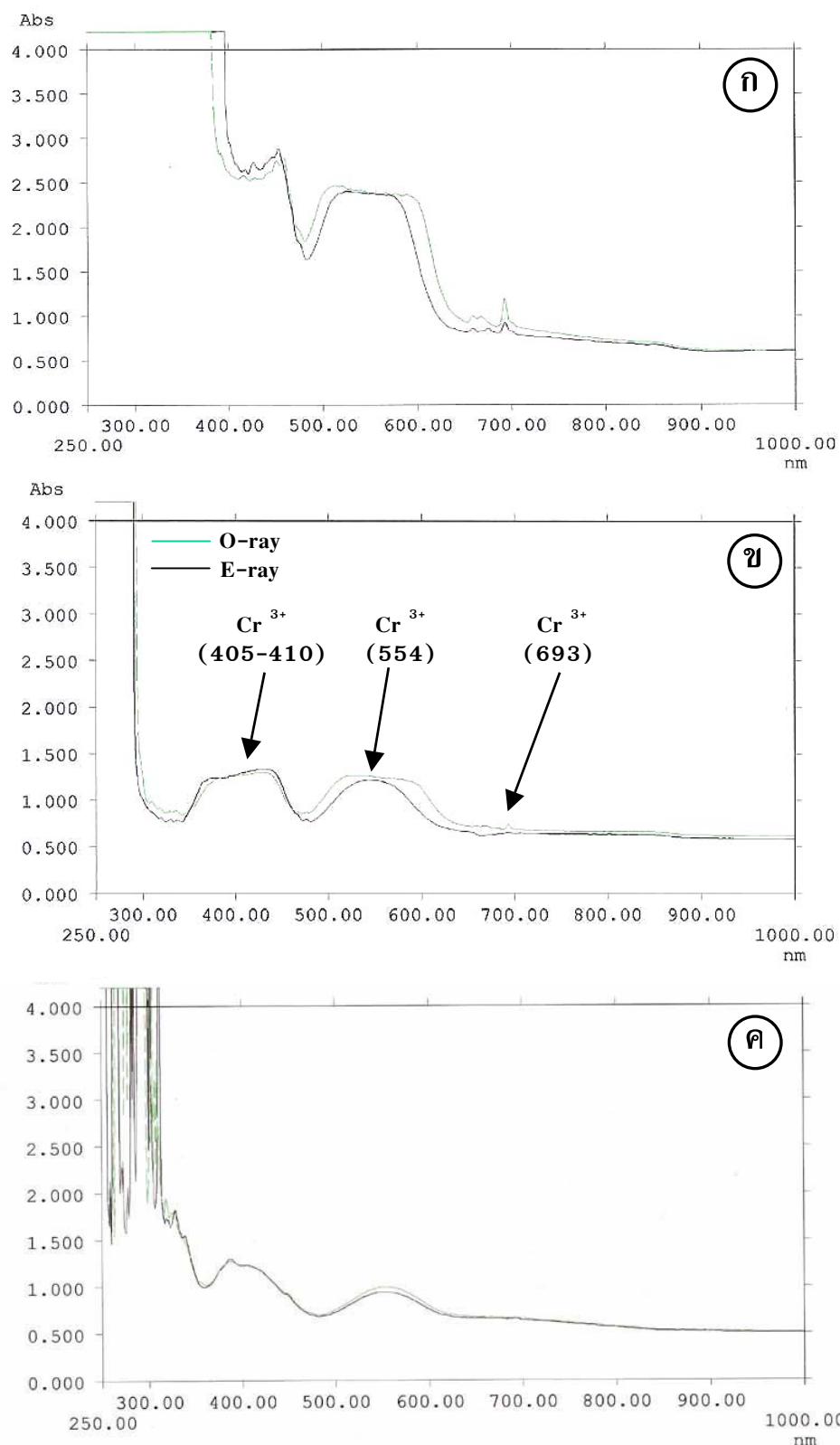


รูปที่ 3.41 แสดงสเปกโตรแกรมของการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UV-VIS-NIR ของพลอยในกลุ่มไรรี่ (SPI-CL) บางตัวอย่าง



รูปที่ 3.42 แสดงการเปรียบเทียบสเปกโตรแกรมของการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UV-VIS-NIR ของพลอยสีน้ำเงินจาก

- (ก) กาญจนบุรี ประเทศไทยที่มีกำเนิดสัมพันธ์กับหินบะซอลต์
- (ข) ศรีลังกา ที่มีกำเนิดจากกระบวนการหินแปร
- (ค) (SPI-B) อีลาากา ประเทศมาดากัสการ์



รูปที่ 3.43 แสดงการเปรียบเทียบสเปกโตรแกรมของการดูดกลืนคลื่นแสงในช่วง UV-VIS-NIR ของพลอย

- (ก) ทับทิม จาก ประเทศไทย ที่มีกำเนิดสัมพันธ์กับหินบะซอลต์
- (ข) ทับทิม จากโมกก ประเทศเมียนมาร์ ที่มีกำเนิดจาก กระบวนการหินแปร
- (ค) สีชมพู (SPI-P) จาก อีลาากา ประเทศมาดากัสการ์

ตารางที่ 3.2 แสดงผลวิเคราะห์ของพลอย แชนไฟร์ 4 กลุ่ม จากแหล่งพลอยอิลากากา

Sample No.	Al ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Sum
SPI-B2	99.8886	0.0032	0.0254	0.0032	0.0001	0.0795	100
SPI-B5	99.7077	0.0135	0.0647	0.0061	0.0038	0.2042	100
SPI-B7	99.7077	0.0088	0.0068	0.0040	0.0044	0.2053	100
SPI-B8	99.7173	0.0101	0.0980	0.0066	0.0006	0.1673	99.9999
SPI-B9	99.7697	0.0140	0.0640	0.0051	0.0018	0.1454	100
SPI-B11	99.7164	0.0202	0.0257	0.0023	0.0014	0.2358	100
SPI-B12	99.8112	0.0075	0.0625	0.0081	0.0004	0.1103	100
SPI-B13	99.8943	0.0078	0.0028	0.0028	0.0023	0.0900	100
SPI-B16	99.6344	0.0089	0.0330	0.0088	0.0078	0.3072	100
SPI-B17	99.7540	0.0116	0.1213	0.0098	0.0000	0.1033	100
SPI-B19	99.7374	0.0050	0.1731	0.0057	0.0005	0.0782	99.9999
SPI-B20	99.8725	0.0101	0.0104	0.0014	0.0009	0.146	99.9999
SPI-B24	99.8807	0.0097	0.0091	0.0032	0.0009	0.0964	100
SPI-B25	99.8121	0.0051	0.1227	0.0104	0.0010	0.0487	100
SPI-V1	99.691	0.0092	0.0155	0.0155	0.10830	0.1606	100
SPI-V2	99.7975	0.0062	0.0136	0.0136	0.0819	0.0871	99.9999
SPI-V3	99.5525	0.0098	0.0181	0.0080	0.0794	0.3321	99.9999
SPI-V4	99.3564	0.0116	0.0638	0.0134	0.1725	0.3823	100
SPI-P1	99.9031	0.0103	0.0086	0.0086	0.0114	0.0598	100
SPI-P3	99.5362	0.0128	0.0128	0.0021	0.0956	0.3405	100
SPI-P4	99.6026	0.0124	0.0148	0.0105	0.1426	0.2170	99.9999
SPI-P5	99.6128	0.0077	0.0099	0.0044	0.0622	0.3029	99.9999
SPI-CL1	99.3981	0.0144	0.0169	0.0039	0.0060	0.5606	99.9999
SPI-CL2	99.7273	0.0158	0.00756	0.0101	0.0001	0.1712	100
SPI-CL3	99.5777	0.0142	0.2028	0.0111	0.0000	0.1942	100
SPI-CL4	99.9381	0.0063	0.0122	0.0062	0.0009	0.0364	100
SPI-CL5	99.4339	0.0323	0.2133	0.0172	0.0013	0.3019	99.9999
SPI-CL6	99.8581	0.204	0.0387	0.0096	0.0007	0.0726	100
SPI-CL7	99.4472	00.0255	0.0080	0.0000	0.0061	0.5132	100

บทที่ 4

การจัดทำผลวิเคราะห์ต้นแบบ

การศึกษาวิจัยในช่วง 6 เดือนของปีที่ 3 ของโครงการ “การศึกษามลทินในพลอยคอร์ันดัม เพื่อการจัดแบ่งแหล่งกำเนิดและมาตรฐาน” นั้น ได้ทำการศึกษาวเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมี นำผลวิเคราะห์มาคำนวณทางสถิติ ศึกษาลักษณะเฉพาะตัวของสเปกตรัม Infra-red และ UV-VIS-NIR รวบรวมชนิดและมลทินแร่ มลทินของไหลจากแหล่งต่างๆ โดยมีรายละเอียดของ การปฏิบัติงาน ดังนี้

1. ศึกษา วิเคราะห์ตัวอย่างเพิ่มเติมจากแหล่งต่างๆ 7 แหล่งดังนี้

- แหล่งแพร่
- แหล่งโมกก พม่า
- อุมบา (Umba) แทนซาเนีย
- อิลากากา (Ilakaka) มาดากัสการ์
- แอนท์ซิริรานานา (Antsiranana) มาดากัสการ์
- ตามาตาฟ (Tamatave) มาดากัสการ์
- แอนดิลามินา (Andilamena) มาดากัสการ์

2. วิเคราะห์ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างจาก 7 แหล่งนี้ ด้วยเครื่องเอนเนอียดิส เปอร์ ซิปเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรมิเตอร์ โดยแสดงผลวิเคราะห์ที่ได้เป็นช่วงของปริมาณ ของ ธาตุร่องรอย 5 ธาตุ คือ Cr, Ti, V, Ga, และ Fe

3. ศึกษา รวบรวมลักษณะเฉพาะตัวของสเปกตรัมจาก Infra-red (FT-IR) และ UV-VIS-NIR เพื่อนำมาใช้เป็นตัวช่วยสนับสนุนการจัดแบ่งแหล่งกำเนิด

4. รวบรวมชนิดและมลทินแร่ มลทินของไหลจากแหล่งต่างๆ

5. นำผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างทั้งหมด ตั้งแต่เริ่มแรกโครงการ และตัวอย่างที่ ศึกษาเพิ่มเติมอีก 7 แหล่ง มาทำการศึกษาปรับปรุงข้อมูลทางสถิติ เพื่อใช้เป็นค่าที่ถูกต้องและ เชื่อถือได้ทางสถิติ ทำให้ได้รูปแบบที่สมบูรณ์ในการวิเคราะห์จัดแบ่งแหล่งกำเนิด ของพลอยคอร์ันดัม

6. จัดทำชุดผลวิเคราะห์ต้นแบบสำหรับไว้ใช้เป็นกุญแจสำคัญของการจัดแบ่งแหล่งกำเนิด พลอยคอร์ันดัม

7. ทดสอบชุดผลวิเคราะห์ต้นแบบ โดยใช้ชุดตัวอย่างที่ทราบแหล่งแน่นอน

8. ทดลองชุดผลวิเคราะห์ต้นแบบ โดยใช้ชุดตัวอย่างที่ไม่ทราบแหล่งที่มา

4.1 ผลการศึกษาวเคราะห์

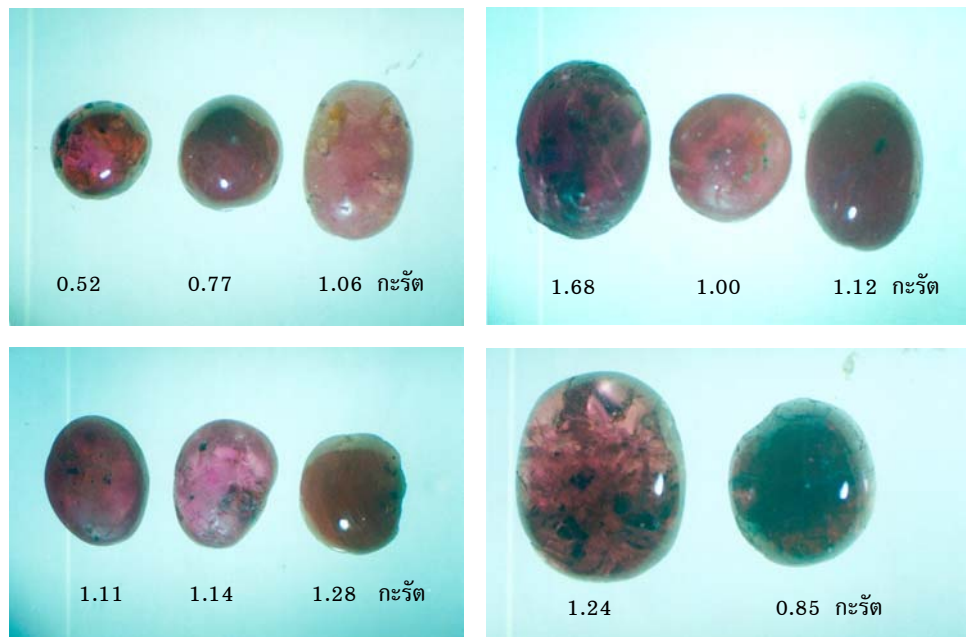
ตัวอย่างพลอยคอร์ันดัมจากแหล่งแพร่ โมกก ประเทศพม่า อุมบา ประเทศแทนซาเนีย และ จากแหล่งอิลากากา แอนท์ซิริรานานา ตามาตาฟ และ แอนดิลามินา จากประเทศมาดากัสการ์ ถูกนำมา วิเคราะห์ด้วยเครื่องเอนเนอียดิสเปอร์ซิปเอกซเรย์ฟลูออเรสเซนส์สเปกโตรมิเตอร์ และใช้ Coefficient file ที่ได้จัดทำไว้ มาคำนวณหาปริมาณร้อยละของธาตุร่องรอยต่างๆ ดังแสดง ในตารางที่ 4.1-



รูปที่ 4.1 ลักษณะปรากฏของตัวอย่างไพลิน จังหวัดแพร่

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุร่องรอยในตัวอย่างแซปไฟร์ จังหวัดแพร่

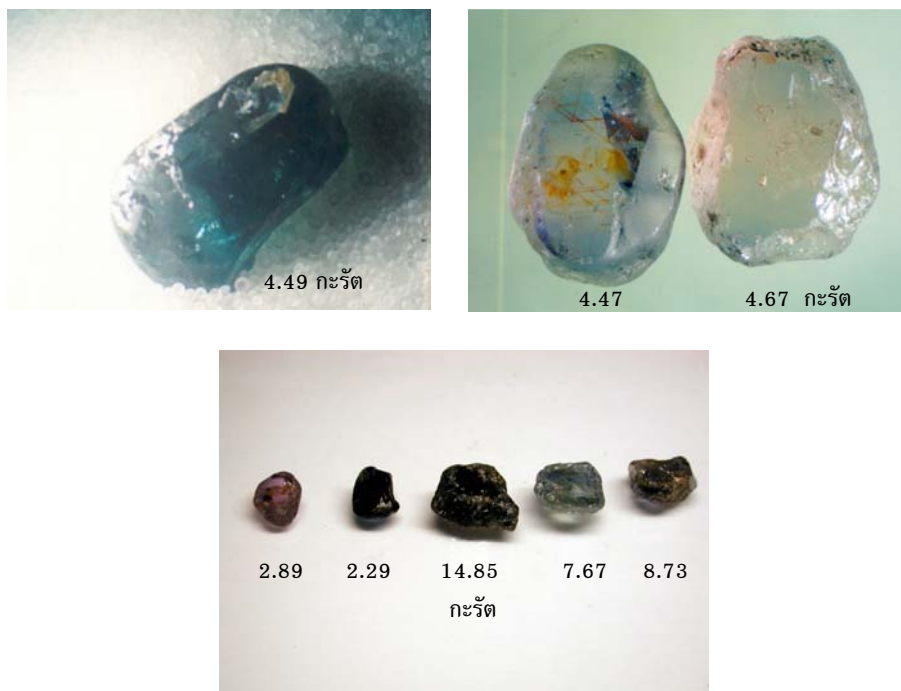
หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะ	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	รวม
PR_BS1 0.3365 ct	Dk blue semi TP oval mix	0.088	0.014	0.000	0.460	0.013	0.575
PR_BS2 0.7975 ct	Dk blue semiTP oval mix	0.017	0.005	0.000	0.344	0.016	0.381
PR_BS3 0.897 ct	Dk blue semiTP oval mix	0.028	0.005	0.000	0.440	0.018	0.490
PR_BS4 1.38 ct	V. dk blue semiTP oval mix	0.054	0.007	0.000	0.529	0.016	0.605
PR_BS5 0.7665 ct	Dk blue semiTP oval mix	0.038	0.012	0.000	0.399	0.023	0.472
PR_BS6 2.3905 ct	V. dk blue semiTP oval mix	0.055	0.013	0.000	0.336	0.013	0.418
ช่วงต่ำสุด-สูงสุด		0.017-0.088	0.005-0.014	0.000	0.336-0.529	0.013-0.023	0.381-0.575



รูปที่ 4.2 ลักษณะปรากฏของตัวอย่างทับทิมแหล่งโมกก ประเทศเมียนมาร์

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุร่องรอยของ ทับทิม แหล่งโมกก ประเทศพม่า

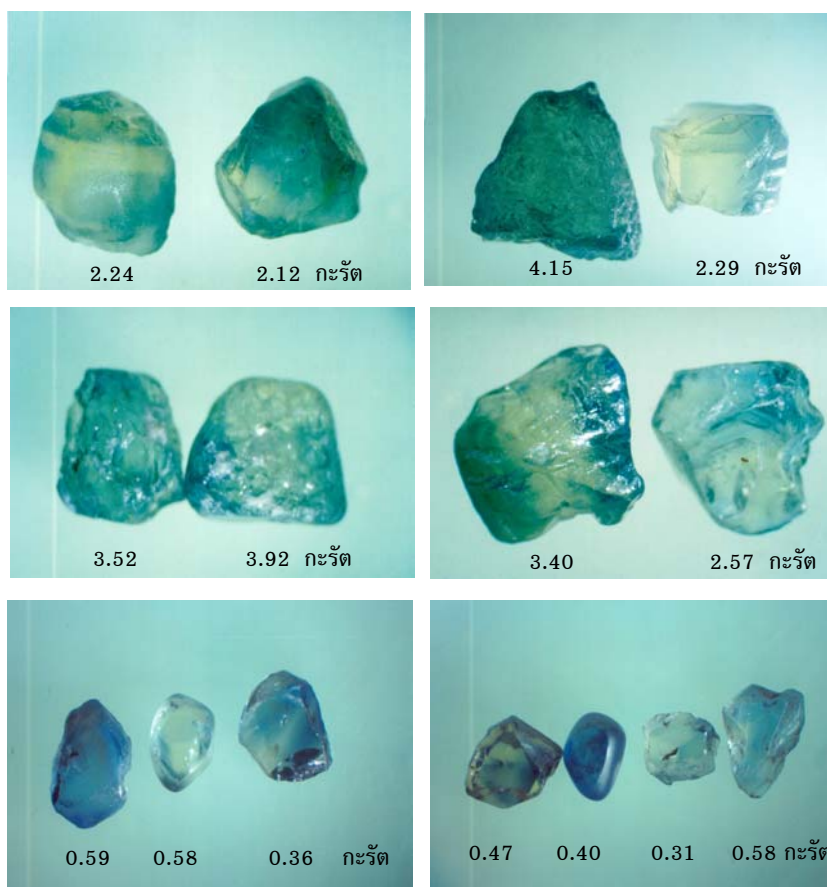
หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะ	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	รวม
RMGPT001 0.855 cts	Dk red S-TL oval cab unheat	0.019	0.036	0.213	0.016	0.008	0.292
RMGPT002 1.1145 cts	pinkish red ruby S-TL oval cab unheat	0.013	0.019	0.080	0.010	0.005	0.127
RMGPT003 1.064 cts	M. L. pinkish red S-TL oval cab unheat	0.010	0.048	0.095	0.012	0.007	0.171
RMGPT004 1.240 cts	Med purplish red ruby S-TL oval cab unheat	0.068	0.017	0.119	0.007	0.004	0.215
RMGPT005 1.1420 cts	M. purplish red S-TL oval cab unheat	0.017	0.021	0.102	0.022	0.012	0.174
RMGPT006 1.2145 cts	M. purplish red S-TL oval cab unheat	0.025	0.026	0.186	0.031	0.010	0.278
RMGPT007 1.618 cts	M. dk purplish red S-TL oval cab unheat	0.024	0.026	0.222	0.062	0.004	0.338
RMGPT008 1.1735 cts	M. dk purplish red S-TL oval cab unheat	0.010	0.014	0.109	0.011	0.005	0.150
RMGPT009 1.4225 cts	M. purplish red S-TL oval cab unheat	0.018	0.047	0.282	0.006	0.008	0.361
RMGPT010 1.4165 cts	M. dk purplish red S-TL oval cab	0.016	0.031	0.159	0.016	0.010	0.231
RMGPT011 1.9855 cts	M. È.t pinkish red S-TL oval cab unheat	0.021	0.016	0.045	0.018	0.007	0.107
RMGPT012 1.212 cts	L. pinkish red S-TL oval cab unheat	0.016	0.022	0.046	0.004	0.006	0.094
RMGPT013 1.007 cts	M. purplish red S-TL oval cab unheat	0.013	0.005	0.172	0.007	0.007	0.203
RMGPT014 1.2850 cts	M. dk purplish red S-TL oval cab unheat	0.019	0.058	0.194	0.020	0.009	0.301
RMGPT015 1.2505 cts	M. dk purplish red S-TL oval cab unheat	0.010	0.066	0.243	0.018	0.015	0.352
RMGPT016 0.775 cts	M. dk purplish red S-TL oval cab unheat	0.014	0.046	0.315	0.012	0.004	0.391
RMGPT017 1.6825 cts	M. dk purplish red S-TL oval cab unheat	0.117	0.024	0.172	0.009	0.006	0.328
RMGPT018 0.965 cts	M. purplish red S-TL oval cab unheat	0.025	0.033	0.089	0.065	0.009	0.221
RMGPT019 3.404 cts	M. purplish red S-TL oval cab	0.006	0.031	0.218	0.062	0.012	0.330
RMGPT020 0.5230 cts	M. dark purplish red S-TL oval cab	0.016	0.034	0.046	0.017	0.007	0.120
ช่วงต่ำสุด-สูงสุด		0.006-0.117	0.005-0.066	0.045-0.315	0.004-0.065	0.004-0.015	0.094-0.391



รูปที่ 4.3 ลักษณะปรากฏของตัวอย่างแซปไฟร์ จากแหล่งอุมบา ประเทศแทนซาเนีย

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุร่องรอยของ แซปไฟร์ จากแหล่งอุมบา ประเทศแทนซาเนีย

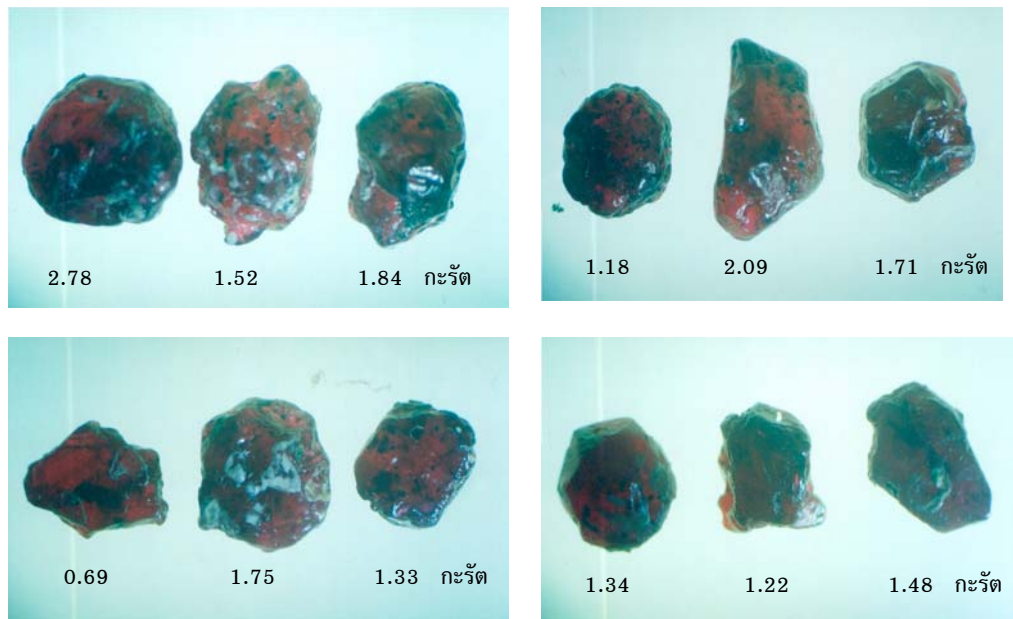
หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะ	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	รวม
SUMBA1 3.64 cts	L. purple/blue TP rough	0.015	0.015	0.000	0.089	0.004	0.123
SUMBA2 3.51 cts	M. L. purplish blue TP rough	0.016	0.015	0.000	0.356	0.010	0.396
SUMBA3 3.41 cts	M. L. purple/blue TP rough	0.019	0.016	0.000	0.270	0.008	0.312
SUMBA4 8.43 cts	Dk purple TP rough	0.019	0.018	0.009	0.807	0.008	0.860
SUMBA5 4.67 cts	M. L. purple TP rough	0.017	0.016	0.014	0.424	0.008	0.478
SUMBA6 4.47 cts	M. purple TP rough	0.015	0.011	0.000	0.361	0.005	0.393
SUMBA7 4.49 cts	V. dk greenish blue TP rough	0.027	0.005	0.114	0.760	0.008	0.913
SUMBA8 14.85 cts	Dk blue with brown stain TP rough	0.016	0.014	0.000	0.674	0.005	0.710
SUMBA9 9.67 cts	L. greenish blue with brown stain TP rough	0.018	0.017	0.000	0.354	0.009	0.398
SUMBA10 8.73 cts	L. purplish blue TP rough	0.018	0.016	0.000	0.505	0.008	0.547
SUMBA11 6.30 ct	L. greenish blue TP rough	0.022	0.011	0.000	0.442	0.007	0.481
SUMBA12 4.19 cts	Dk. purplish blue TP rough	0.018	0.012	0.000	0.580	0.010	0.620
SUMBA13 6.82 cts	Dk greenish blue TP rough	0.017	0.012	0.000	0.510	0.005	0.544
SUMBA15 2.89 cts	L. purple TP rough	0.022	0.012	0.000	0.541	0.005	0.579
SUMBA16 6.09 cts	M. L. purplish blue TP rough	0.017	0.015	0.000	0.305	0.010	0.348
SUMBA17 4.15 cts	Dk. violetish blue TP rough	0.027	0.016	0.000	0.498	0.006	0.547
SUMBA18 2.29 cts	L. greenish blue TP oval mix cut	0.012	0.013	0.000	0.394	0.010	0.429
ช่วงต่ำสุด-สูงสุด		0.012-0.027	0.005-0.018	0.000-0.114	0.089-0.807	0.005-0.010	0.123-0.913



รูปที่ 4.4 ลักษณะปรากฏของตัวอย่างแซปไฟร์แหล่งเดียโก จังหวัดแอณฑ-
ซึรานานา ประเทศมาดากัสการ์

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุร่องรอยของไพไลนจากแหล่งเตี้ยโก จังหวัด
แอนทซึรานานา (DIAGO ANTISIRANANA) ประเทศมาดากัสการ์

หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะ	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ca ₂ O ₃	รวม
SGC001 0.6400 ct	L. blue TP rough	0.041	0.011	0.000	0.459	0.030	0.541
SGC002 0.8315 ct	Greenish blue TP rough	0.028	0.011	0.000	0.605	0.017	0.661
SGC003 0.7535 ct	Dk blue TP rough	0.058	0.009	0.000	0.798	0.023	0.889
SGC004 0.5850 ct	L. greenish yellow TP rough	0.035	0.012	0.000	0.663	0.029	0.738
SGC005 0.6420 ct	Dk greenish blue TP rough	0.031	0.008	0.000	0.481	0.027	0.547
SGC006 0.7270 ct	Dk greenish blue TP rough	0.018	0.014	0.000	0.627	0.019	0.678
SGC007 0.8185 ct	L.greenish blue TP rough	0.051	0.013	0.000	0.538	0.026	0.628
SGC008 0.5665 ct	M. greenish blue TP rough	0.017	0.014	0.000	0.626	0.017	0.674
SGC009 0.6430 ct	M. dk blue TP rough	0.022	0.014	0.000	0.685	0.024	0.745
SGC010 0.6305 ct	Dk blue TP rough	0.033	0.012	0.000	0.736	0.030	0.811
SGC011 0.6025 ct	M. greenish yellow TP rough	0.016	0.006	0.018	0.515	0.021	0.576
SGC012 0.4990 ct	L. greenish yellow TP rough	0.056	0.013	0.000	0.623	0.026	0.717
SGC013 0.5215 ct	L. greenish blue TP rough	0.035	0.010	0.000	0.632	0.022	0.699
SGC014 0.4845 ct	L. yellowish green TP rough	0.035	0.007	0.000	0.741	0.032	0.815
SGC015 0.4380 ct	M. blue TP rough	0.015	0.023	0.000	0.625	0.019	0.682
SGC016 0.5760 ct	L. yellow green TP rough	0.087	0.013	0.000	0.552	0.021	0.673
SGC017 0.5630 ct:	L. yellow green TP rough	0.023	0.010	0.000	0.604	0.022	0.659
SGC018 0.5550 ct	Dk blue TP rough	0.023	0.010	0.000	0.513	0.024	0.571
SGC019 0.3035 ct	L. yellowish green TP rough	0.029	0.011	0.000	0.786	0.046	0.871
SGC020 0.3750 ct	L. greenish blue TP rough	0.011	0.005	0.000	0.666	0.027	0.709
SGC021 0.4675 ct	Blue TP rough	0.018	0.011	0.000	0.683	0.027	0.739
SGC022 0.5365 ct	L. greenish blue TP rough	0.048	0.014	0.000	0.487	0.010	0.558
SGC023 0.5475 ct	L. yellowish green TP rough	0.026	0.005	0.000	0.667	0.015	0.713
SGC024 0.5945 ct	L. greenish yellow TP rough	0.017	0.014	0.000	0.784	0.018	0.833
SGC025 0.5810 ct	Blue TP rough	0.029	0.010	0.000	0.361	0.040	0.441
SGC026 0.3630 ct	L. yellowish green TP rough	0.013	0.015	0.000	0.388	0.018	0.433
SGC027 0.6340 ct	Dk greenish blue TP rough	0.038	0.007	0.000	0.749	0.033	0.826
SGC028 0.6510 ct	M. greenish blue TP rough	0.017	0.009	0.000	0.716	0.019	0.761
SGC029 0.5125 ct	M. L.greenish blue TP rough	0.033	0.012	0.000	0.653	0.023	0.722
SGC030 0.3445 ct	Dk greenish blue TP rough	0.018	0.011	0.000	0.652	0.023	0.703
SGC031 0.5125 ct	Dk blue TP rough	0.039	0.009	0.000	0.527	0.020	0.595
SGC032 0.4230 ct	L. bluish green TP rough	0.035	0.009	0.000	0.678	0.014	0.737
SGC033 0.5025 ct	M. greenish blue TP rough	0.024	0.014	0.000	0.839	0.034	0.910
SGC034 0.5180 ct	M. bluish green TP rough	0.175	0.013	0.000	0.769	0.073	1.030
SGC035 0.7370 ct	M. bluish green TP rough	0.013	0.007	0.000	0.377	0.012	0.408
SGC036 0.4720 ct:	L. bluish green TP rough	0.023	0.010	0.000	0.560	0.013	0.606
SGC037 0.6120 ct	M. greenish blue TP rough	0.047	0.015	0.000	0.662	0.014	0.738
SGC038 0.4050 ct	Dk blue TP rough	0.012	0.009	0.000	0.285	0.012	0.317
SGC039 0.3095 ct	M. L greenish blue TP rough	0.027	0.012	0.000	0.794	0.035	0.869
SGC040 0.5845 ct	M. dk greenish blue TP rough	0.018	0.007	0.000	0.662	0.037	0.724
SGC041 2.548 ct	M.greenish blue TP rough	0.014	0.015	0.000	0.697	0.023	0.749
SGC042 3.15 ct	M. greenish blue TP rough	0.013	0.011	0.000	0.777	0.027	0.829
SGC043 3.1445 ct	M. greenish blue TP rough	0.019	0.010	0.000	0.708	0.027	0.764
SGC044 2.216 ct	M. yellowish greenish blue TP rough	0.006	0.005	0.000	0.892	0.035	0.938
SGC045 1.921 ct	M. greenish blue TP rough	0.016	0.011	0.000	0.836	0.025	0.888
SGC046 2.66 ct	M. greenish blue TP rough	0.024	0.012	0.000	1.336	0.052	1.423
SGC047 2.8250 ct	M.yellowish greenish blue TP rough	0.023	0.011	0.000	0.947	0.031	1.013
SGC048 2.6685 ct	M. yellowish greenish blue TP rough	0.016	0.011	0.000	0.792	0.027	0.846
ช่วงต่ำสุด-สูงสุด		0.011- 0.175	0.005- 0.023	0.000	0.285- 1.336	0.010- 0.073	0.317- 1.423



รูปที่ 4.5 ลักษณะปรากฏของตัวอย่างทับทิม จากแหล่งแอนดิลามินา ประเทศมาดากัสการ์

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุร่องรอยของทับทิม (เผา) จากแหล่งแอนดิลามินาประเทศมาดากัสการ์

หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะ	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	รวม
RMDP001 1.761 cts	Dk purplish red S-TL rough heat	0.031	0.015	1.009	0.431	0.010	1.495
RMDP002 1.881 cts	Dk purplish red S-TL rough heat	0.020	0.013	0.929	0.500	0.008	1.470
RMDP003 1.5145 cts	M. purplish red ruby S-TL rough heat	0.054	0.015	0.156	0.655	0.008	0.889
RMDP004 1.7015 cts	Dk purplish red S-TL rough heat	0.116	0.018	0.719	0.340	0.008	1.201
RMDP005 1.3165 cts	M dk purplish red S-TL rough heat	0.027	0.005	0.548	0.295	0.005	0.879
RMDP006 1.450 cts	Dk purplish red S-TL rough	0.024	0.120	0.953	0.417	0.009	1.523
RMDP007 1.7725 cts	Dk purplish red S-TL rough heat	0.068	0.013	0.539	0.327	0.004	0.950
RMDP008 1.582 cts	Dk purplish red S-TL rough heat	0.270	0.147	0.651	0.636	0.007	1.710
RMDP009 1.685 cts	Dk purplish red S-TL rough heat	0.138	0.017	0.481	0.281	0.007	0.924
RMDP010 1.427 cts	Dk purplish red S-TL rough heat	0.396	0.021	0.645	0.481	0.007	1.549
RMDP011 1.977 cts	Dk purplish red S-TL rough heat	0.033	0.025	0.406	0.599	0.004	1.067
RMDP012 2.232 cts	Dk purplish red S-TL rough heat	0.021	0.013	0.644	0.521	0.004	1.203
RMDP013 1.643 cts	M. dk purplish red S-TL rough heat	0.015	0.005	0.246	0.283	0.006	0.554
RMDP014 1.003 cts	M. purplish red S-TL rough heat	0.026	0.009	0.463	0.251	0.005	0.755
RMDP015 1.550 cts	M. dk purplish red S-TL rough heat	0.080	0.015	0.387	0.282	0.007	0.771
RMDP016 0.9905 cts	M. dk purplish red S-TL rough heat	0.026	0.019	0.766	0.512	0.009	1.332
RMDP017 2.9675 cts	M. L. pinkish red ruby S-TL rough heat	0.022	0.014	0.069	0.166	0.003	0.274
RMDP018 1.962 cts	M. dk purplish red S-TL rough heat	0.103	0.016	0.472	0.424	0.007	1.022
RMDP019 1.611 cts	M. pinkish red S-TL rough heat	0.526	0.025	0.090	0.226	0.007	0.873
RMDP020 0.8715 cts	M. L pinkish red S-TL rough heat	0.334	0.012	0.093	0.269	0.006	0.714
ช่วงต่ำสุด-สูงสุด		0.015-0.526	0.005-0.147	0.069-1.009	0.166-0.655	0.003-0.010	0.274-1.710

ตารางที่ 4.5 (ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุร่องรอยของทับทิม (ไม่เผา) จากแหล่ง
แอนดิลามินา ประเทศมาดากัสการ์

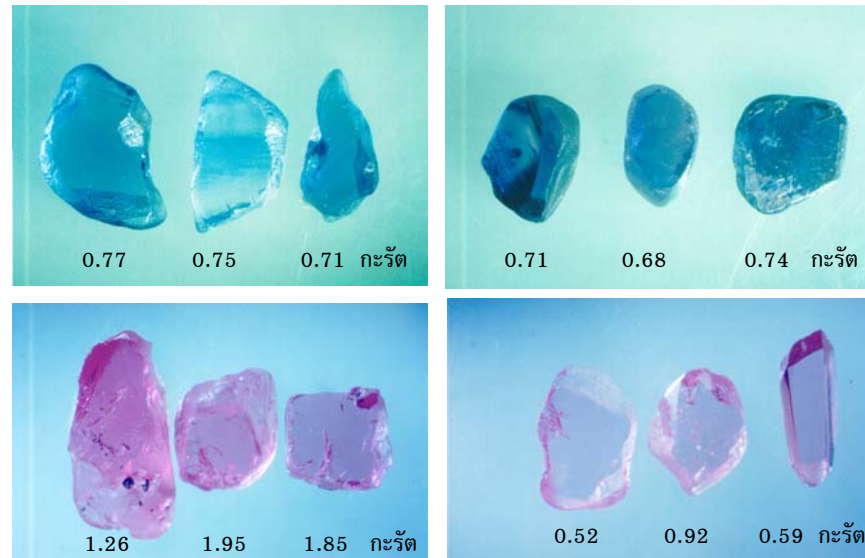
หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะ	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	รวม
RMDP001R 2.8365 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.027	0.014	1.708	0.536	0.011	2.296
RMDP002R 1.823 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.912	0.042	0.353	0.294	0.006	1.606
RMDP003R 1.8445 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.511	0.014	0.364	0.252	0.006	1.147
RMDP004R 1.5195 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	1.404	0.026	0.762	0.533	0.011	2.736
RMDP005R 2.787 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.599	0.017	0.588	0.408	0.009	1.622
RMDP006R 1.714 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.156	0.016	0.470	0.285	0.008	0.935
RMDP007R 2.0895 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.345	0.015	0.782	0.398	0.010	1.550
RMDP008R 1.186 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.797	0.025	0.625	0.622	0.005	2.074
RMDP009R 1.421 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	1.142	0.014	0.661	0.423	0.007	2.246
RMDP010R 1.145 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.070	0.018	1.360	0.362	0.008	1.818
RMDP011R 1.0105 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.057	0.017	1.680	0.418	0.006	2.178
RMDP012R 1.201 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	1.546	0.019	1.197	0.458	0.007	3.227
RMDP013R 1.9425 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.071	0.016	0.849	0.537	0.008	1.481
RMDP014R 0.9235 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.041	0.012	0.592	0.176	0.005	0.826
RMDP015R 1.334 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.036	0.015	0.669	0.341	0.005	1.065
RMDP016R 1.750 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	1.377	0.043	0.429	0.675	0.009	2.533
RMDP017R 0.690 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.531	0.019	1.045	0.457	0.006	2.059
RMDP018R 1.481 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.372	0.018	0.725	0.491	0.005	1.610
RMDP019R 1.2255 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	0.022	0.014	0.632	0.287	0.004	0.959
RMDP020R 1.347 cts	V. dk purplish red S-TL rough unheat	1.447	0.052	0.661	0.521	0.008	2.689
ช่วงต่ำสุด-สูงสุด		0.022- 1.546	0.012- 0.052	0.353- 1.708	0.176- 0.675	0.004- 0.011	0.826- 3.227



รูปที่ 4.6 ลักษณะปรากฏของตัวอย่างทับทิมจากแหล่งตามาตาฟ ประเทศมาดากัสการ์

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุร่องรอยของทับทิม จากแหล่งตามาตาฟ
ประเทศมาดากัสการ์

หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะ	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	รวม
TAMA01 2.072 cts	Dark red ruby rough crystal	0.036	0.014	0.350	0.549	0.006	0.955
TAMA02 1.0395 cts	Dark red ruby rough crystal	0.088	0.015	0.408	0.382	0.009	0.902
TAMA03 0.835 cts	Dark red ruby rough crystal	0.060	0.017	0.658	0.694	0.010	1.439
TAMA04 1.2735 cts	Dark red ruby rough crystal	0.083	0.018	0.221	0.467	0.006	0.795
TAMA05 0.8595 cts	Dark red ruby rough crystal	0.049	0.020	0.209	0.338	0.008	0.623
TAMA06 0.7865 cts	Dark red ruby rough crystal	0.113	0.014	0.165	0.598	0.013	0.902
TAMA07 0.5245 cts	Med purplish red ruby rough crystal	0.105	0.015	0.127	0.331	0.009	0.587
TAMA08 0.9765 cts	Dark red ruby rough crystal	0.293	0.014	0.134	0.713	0.007	1.161
TAMA09 0.4945 cts	Dark red ruby rough crystal	0.289	0.007	0.471	0.418	0.008	1.194
ช่วงต่ำสุด-สูงสุด		0.036- 0.293	0.007- 0.020	0.127- 0.658	0.331- 0.713	0.006- 0.013	0.587-1.439



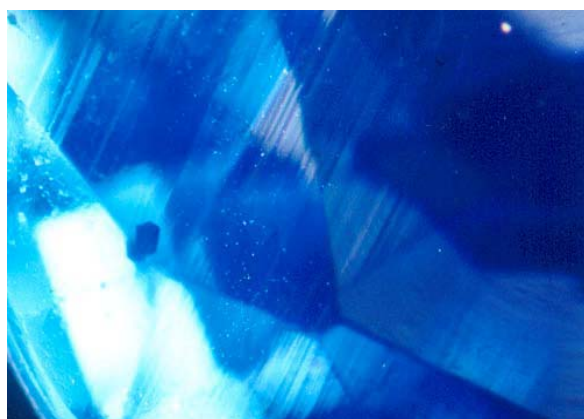
รูปที่ 4.7 ลักษณะปรากฏของตัวอย่างแซปไฟร์แหล่งอิลากากาและ ซาคาราฮา ประเทศมาดากัสการ์

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุร่องรอยของแซปไฟร์จากแหล่งอิลากากา และซาคาราฮา ประเทศมาดากัสการ์

หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะ	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	รวม
IDB1 0.717 ct (Tei)	Dark purplish blue sapphire TP rough	0.054	0.015	0.005	0.179	0.006	0.259
IDB2 0.685 ct (Tei)	Dark purplish blue sapphire TP rough	0.028	0.022	0.011	0.227	0.009	0.297
IDB3 0.748 ct (Tei)	Dark purplish blue sapphire TP rough	0.032	0.029	0.043	0.441	0.009	0.553
IDB4 0.672 ct (Tei)	Dark blue sapphire TP rough	0.042	0.016	0.000	0.188	0.010	0.256
IDB5 0.951 ct (Tei)	Dark blue sapphire TP rough	0.080	0.021	0.000	0.149	0.015	0.265
IDB6 0.449 ct (Tei)	Dark blue sapphire TP rough	0.035	0.010	0.000	0.101	0.016	0.163
IMB1 0.773 ct (Tei)	Med dark blue sapphire TP rough	0.021	0.013	0.000	0.392	0.020	0.445
IMB2 0.757 ct (Tei)	Med blue sapphire TP rough	0.028	0.013	0.000	0.119	0.009	0.168
IMB3 0.716 ct (Tei)	Med dark blue sapphire TP rough	0.018	0.011	0.000	0.630	0.016	0.675
IMB4 0.788 ct (Tei)	Med blue sapphire TP rough	0.019	0.012	0.000	0.157	0.017	0.206
IMB5 0.730 ct (Tei)	Med blue sapphire TP rough polish flat	0.037	0.018	0.000	0.127	0.010	0.193
IVLB1 0.730 ct (Tei)	Very light blue sapphire TP rough	0.032	0.013	0.000	0.057	0.007	0.109
IVLB2 0.543 ct (Tei)	Very light blue sapphire TP rough	0.020	0.005	0.000	0.268	0.009	0.301
IVLB4 0.438 ct (Tei)	Very light blue sapphire TP rough	0.037	0.007	0.000	0.214	0.013	0.271
IVLB5 0.643 ct (Tei)	Light blue sapphire TP rough	0.037	0.016	0.000	0.111	0.006	0.171
LP1 0.524 ct (Tei)	Light purplish pink sapphire TP rough	0.026	0.012	0.026	0.385	0.008	0.457
LP2 0.919 ct (Tei)	Light purplish pink sapphire TP rough	0.019	0.012	0.066	0.083	0.010	0.190
LP3 0.589 ct (Tei)	Light purplish pink sapphire TP rough	0.019	0.010	0.029	0.064	0.009	0.131
LP4 0.546 ct (Tei)	Light purplish pink sapphire TP rough	0.026	0.007	0.004	0.049	0.012	0.098
LP5 0.536 ct (Tei)	Light purplish pink sapphire TP rough	0.074	0.007	0.000	0.225	0.009	0.315
LP6 0.458 ct (Tei)	Light purplish pink sapphire TP rough	0.024	0.005	0.023	0.503	0.005	0.559
LP7 0.650 ct (Tei)	Light purplish pink sapphire TP rough	0.017	0.010	0.027	0.073	0.011	0.138
LP8 0.583 ct (Tei)	Light purplish pink sapphire TP rough	0.012	0.012	0.019	0.321	0.006	0.370
LP9 0.558 ct (Tei)	Light purplish pink sapphire TP rough	0.021	0.005	0.029	0.260	0.011	0.326

ตารางที่ 4.7(ต่อ) แสดงผลการวิเคราะห์ปริมาณธาตุร่องรอยของแซปไฟร์แหล่งอิลากา และ
ชาคาราฮา ประเทศมาดากัสการ์

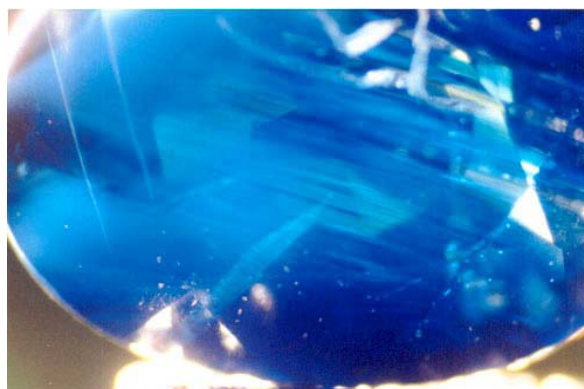
หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะ	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Ga ₂ O ₃	รวม
MB1 0.314 ct (Tei)	Med light blue sapphire skaraha TP rough	0.020	0.018	0.000	0.354	0.008	0.399
MB2 0.225 ct (Tei)	Light blue sapphire skaraha TP rough	0.026	0.014	0.000	0.091	0.007	0.138
MB3 0.561 ct (Tei)	Med light blue sapphire skaraha TP rough	0.014	0.009	0.000	0.088	0.012	0.122
MB4 0.337 ct (Tei)	Light blue sapphire skaraha TP rough	0.033	0.016	0.000	0.075	0.009	0.132
MB8 0.688 ct (Tei)	Med light blue sapphire skaraha TP rough	0.019	0.014	0.000	0.101	0.004	0.138
MLV1 0.643 ct (Tei)	Very light blue sapphire TP rough	0.027	0.009	0.000	0.059	0.010	0.105
MLV2 0.318 ct (Tei)	Very light milky blue sapphire TP rough	0.036	0.013	0.000	0.121	0.023	0.193
MLV3 0.322 ct (Tei)	Very light blue sapphire TP rough	0.062	0.016	0.000	0.120	0.007	0.205
MVLB1 0.875 ct (Tei)	Very light blue sapphire TP rough	0.046	0.014	0.000	0.173	0.024	0.257
MVLB2 0.888 ct (Tei)	Very light milky blue sapphire TP rough	0.034	0.013	0.000	0.144	0.008	0.199
MVLB3 0.991 ct (Tei)	Very light yellowish blue sapphire TP rough	0.213	0.012	0.000	0.073	0.010	0.309
MVLB4 0.780 ct (Tei)	Very light yellowish blue sapphire TP rough	0.063	0.013	0.000	0.123	0.004	0.203
MVLB5 0.699 ct (Tei)	Very light yellowish blue sapphire TP rough	0.033	0.017	0.000	0.113	0.013	0.177
P1 2.676 ct (Tei)	Med purple sapphire TP rough	0.019	0.015	0.034	0.090	0.009	0.167
P2 2.313 ct (Tei)	Med purple sapphire TP rough	0.013	0.013	0.020	0.262	0.005	0.313
P3 2.002 ct (Tei)	Med purple sapphire TP rough	0.025	0.013	0.026	0.566	0.011	0.641
P4 0.912 ct (Tei)	Med purple sapphire TP rough	0.024	0.007	0.026	0.290	0.010	0.356
P5 0.546 ct (Tei)	Med light purple sapphire TP rough	0.017	0.009	0.000	0.098	0.006	0.130
P6 1.045 ct (Tei)	Med purple sapphire TP rough	0.024	0.011	0.014	0.257	0.005	0.311
P7 0.498 ct (Tei)	Med light purple sapphire TP rough	0.020	0.011	0.039	0.065	0.011	0.146
PP1 1.263 ct (Tei)	Med purplish pink sapphire TP rough	0.016	0.015	0.042	0.029	0.046	0.148
PP2 1.957 ct (Tei)	Med purplish pink sapphire TP rough	0.022	0.009	0.023	0.068	0.006	0.129
PP3 1.856 ct (Tei)	Med purplish pink sapphire TP rough	0.026	0.005	0.104	0.058	0.010	0.202
PP4 1.283 ct (Tei)	Med light purplish pink sapphire TP rough	0.006	0.005	0.041	0.059	0.012	0.122
PP5 0.909 ct (Tei)	Med purplish pink sapphire TP rough	0.019	0.017	0.010	0.025	0.004	0.075
PP6 1.327 ct (Tei)	Med purplish pink sapphire TP rough	0.019	0.012	0.023	0.045	0.010	0.109
PP7 0.739 ct (Tei)	Med dark purplish pink sapphire TP rough	0.016	0.011	0.041	0.080	0.010	0.157
PP8 0.391 ct (Tei)	Med light purplish pink sapphire TP rough	0.026	0.010	0.041	0.082	0.009	0.168
PP9 0.426 ct (Tei)	Light purplish pink sapphire TP rough	0.019	0.016	0.008	0.066	0.008	0.117
VLB1 0.381 ct (Tei)	Very light blue sapphire skaraha TP rough	0.020	0.017	0.000	0.073	0.008	0.118
VLB2 0.5925 ct (Tei)	Very light blue sapphire skaraha TP rough	0.039	0.017	0.000	0.103	0.006	0.164
VLB6 0.324 ct (Tei)	Light blue sapphire skaraha TP rough	0.011	0.012	0.000	0.065	0.005	0.092
VLB7 0.261 ct (Tei)	Very light blue sapphire skaraha TP rough	0.016	0.016	0.000	0.084	0.012	0.128
ช่วงต่ำสุด-สูงสุด		0.006- 0.213	0.005- 0.029	0.000- 0.104	0.025- 0.630	0.004- 0.046	0.075- 0.553



ผลึกแร่สีดำ (เฟอร์โรโคลัมไบต์) และแอมบีส (68x)



มลทินของไหล และผลึกแร่ (60x)



แอมบีส โซนีส และมลทินผลึกเข็มยาว (30x)

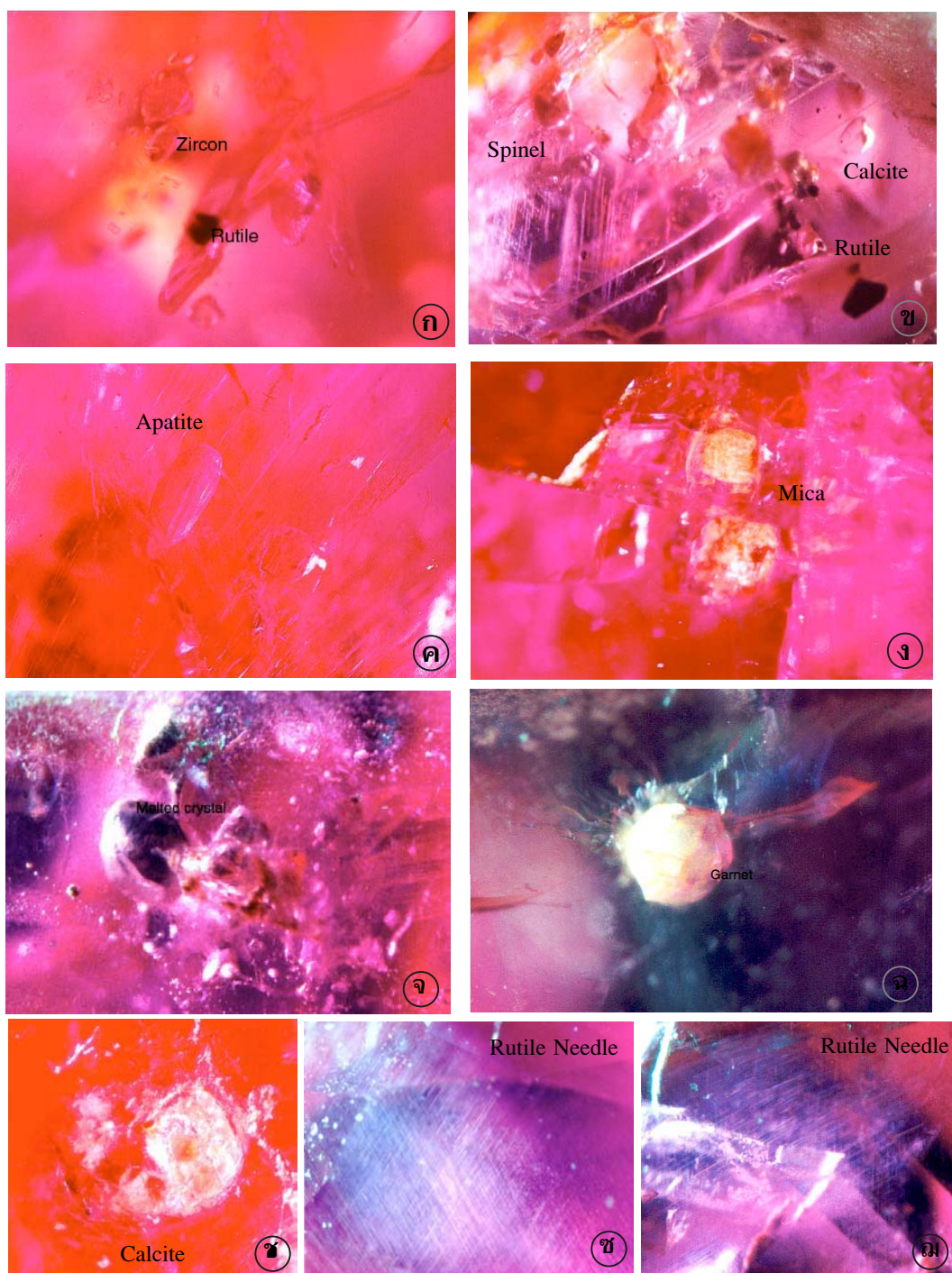


ผลึกเข็มตัดกัน มลทินของไหลรูปร่างคล้ายขนนก และมลทินฝุ่น (35x)



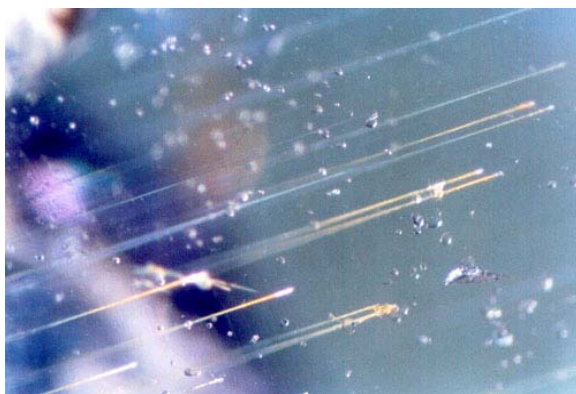
ผลึกกลวง (Negative crystal) และผลึกแร่สีดำ (60x)

รูปที่ 4.8 มลทินภายในตัวอย่างพลอยไฟลิน จากแหล่งจังหวัดแพร่

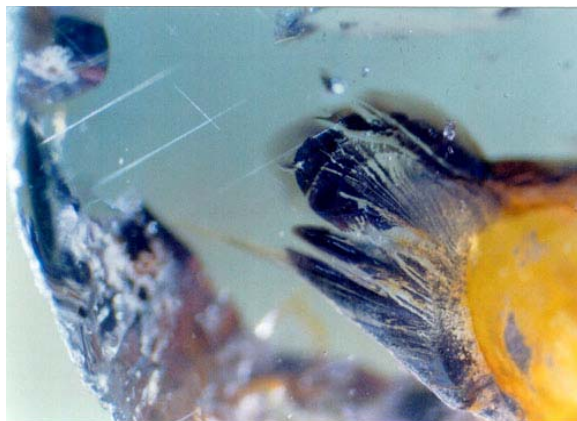


รูปที่ 4.9 มลทินผลึกแร่ชนิดต่างๆและมลทินของไหล ที่พบในทับทิมจากแหล่งโมกก ประเทศพม่า

- | | |
|--|---|
| ก. ผลึกแร่เซอร์คอน และรูไทล์ (65x) | ข. สปิเนล แคลไซต์ รูไทล์ และผลึกเข็มยาว (33x) |
| ค. ผลึกแร่อะพาไทต์ (50x) | ง. ผลึกแร่ไมกา (65x) |
| จ. ผลึกแร่ที่ถูกหลอม (70x) | ฉ. ผลึกแร่การ์เนต (70x) |
| ฉ. ผลึกแร่แคลไซต์ (60x) | ช. ผลึกแร่แคลไซต์ |
| ซ. แร่รูไทล์รูปร่างแท่งเข็มตัดกัน และอนุภาคคล้ายฝุ่น (50x) | |
| ณ. มลทินของไหล และลักษณะผลึกเข็มวางตัวตัดกัน (70x) | |



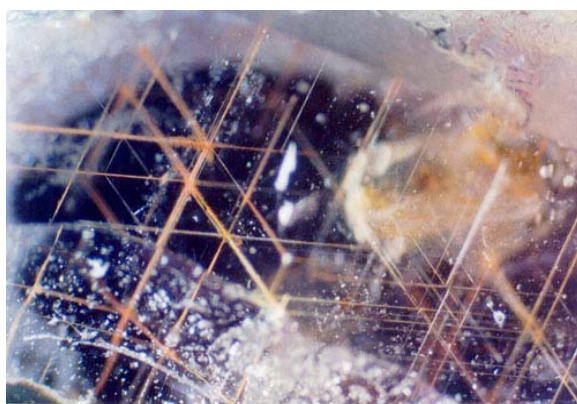
มลทินผลึกเข็มยาว และผลึกเข็มเล็กๆของ
แร่อะพาไทต์ (70x)



รอยแตกที่ถูกสมานด้วยของไหล และผลึกเข็มยาวที่
ตัดกัน (25x)



มลทินผลึกแร่อะพาไทต์ และมลทินผลึกกลาง
(Negative Crystal; 45x)

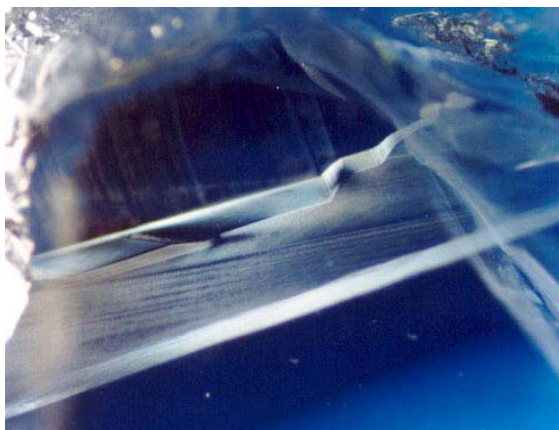


มลทินผลึกเข็มยาวตัดกันสามทิศทาง และกลุ่มของ
ผลึกแร่ขนาดเล็ก (25x)



มลทินผลึกเข็มขนาดเล็ก และเข็มแท่งสั้น กระจายอยู่ทั่วไป (30x)

รูปที่ 4.10 มลทินภายในพลอยจากแหล่งอุมบา ประเทศแทนซาเนีย



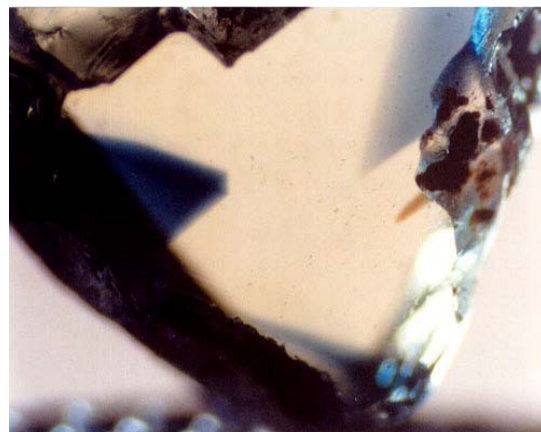
การเจริญเติบโตที่ไม่สม่ำเสมอ (Irregular growth)
และแอสทิตที่มีมลทินคล้ายฝุ่นบรรจุอยู่ (45x)



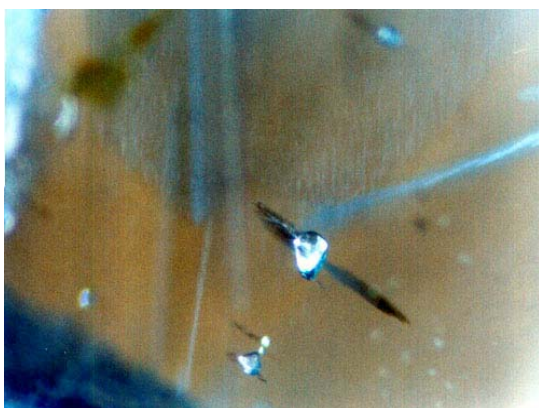
รอยแตกที่ถูกสมานด้วยของไหล
(Healing Fracture 70x)



ระนาบผลึกแอสทิต มีมลทินคล้ายฝุ่นบรรจุอยู่ (40x)



หย่อมสีน้ำเงิน และผลึกแร่รูไทล์
(Rutile crystal; 38x)



มลทินผลึกแร่ และผลึกเชื่อมขนาดเล็ก (70x)



รอยแตกที่ถูกสมานด้วยของไหล และโซนสี
(Healing Fracture 40x)

รูปที่ 4.11 มลทินภายในพลอยจากแหล่งเดียโก (Diego) ประเทศมาดากัสการ์



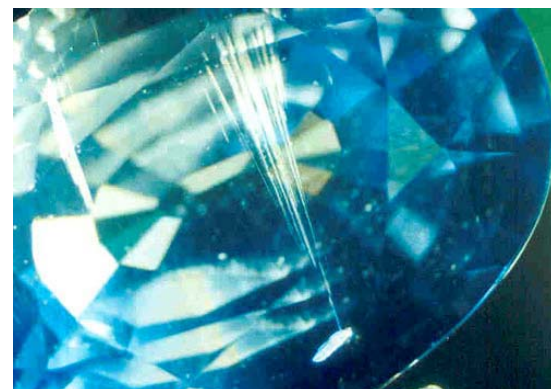
มลทินผลึกแร่รูไทล์และผลึกเข็ม (50x)



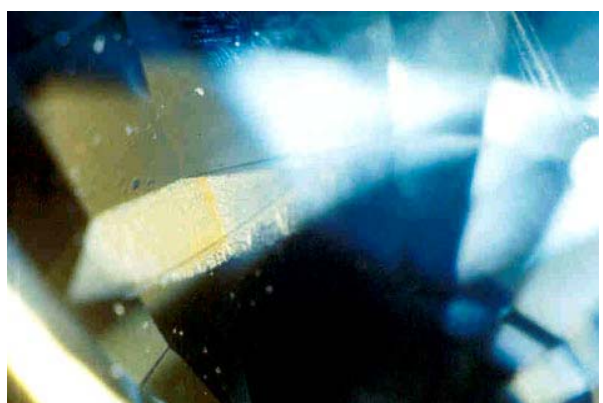
รอยแตกที่ถูกสมานด้วยของไหล และร่องรอยที่ถูกแรงอัด (Stress fracture: 30x)



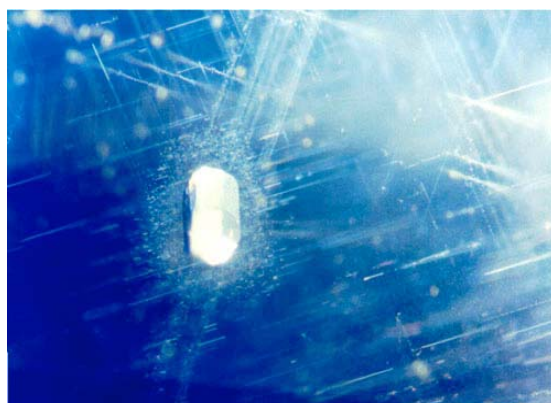
ผลึกเข็มยาว และผลึกเข็มเล็ก ๆ (45x)



มลทินท่อยาว มีฝุ่นขนาดเล็กบรรจุอยู่(15x)



รอยแตกที่ถูกสมานด้วยของไหล มีคราบเหล็กออกไซด์ และฝุ่นขนาดเล็กเรียงตัวเป็นสาย (35x)

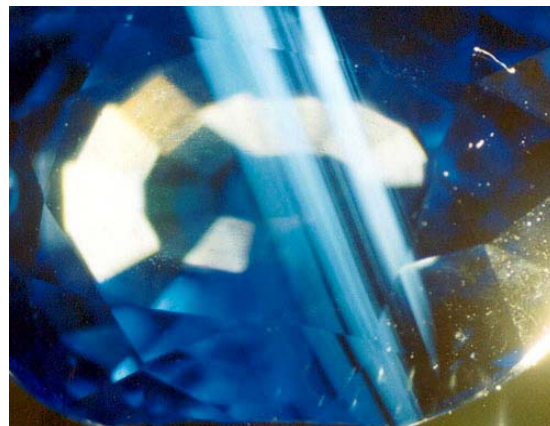


ผลึกแร่เฟลด์สปาร์วางตัวอยู่บนกลุ่มของผลึกเข็มเล็ก ๆ และผลึกเข็มยาวตัดกันสามทิศทาง (70x)

รูปที่ 4.12 มลทินภายในพลอยจากแหล่งอิลากากา (Ilakaka) ประเทศมาดากัสการ์



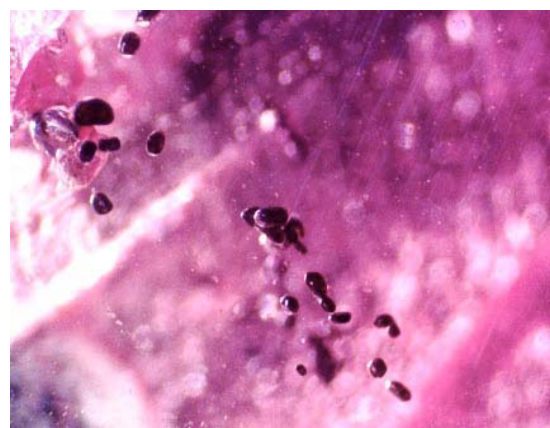
สายของมลทินของไทล และฝุ่นขนาดเล็ก (30x)



ระนาบผลึกแผ่นที่มีฝุ่นขนาดเล็กบรรจุอยู่ (18x)

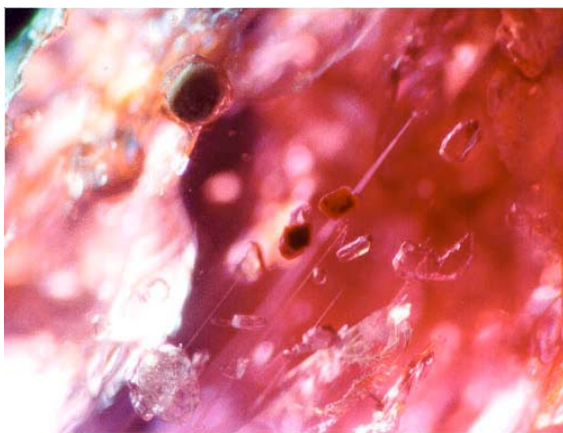


ลักษณะของการเจริญเติบโตที่ไม่เรียบสม่ำเสมอ
(Irregular growth; 23x)



มลทินผลึกแร่รูไทล์ มักพบอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม
(Rutile crystals; 35x)

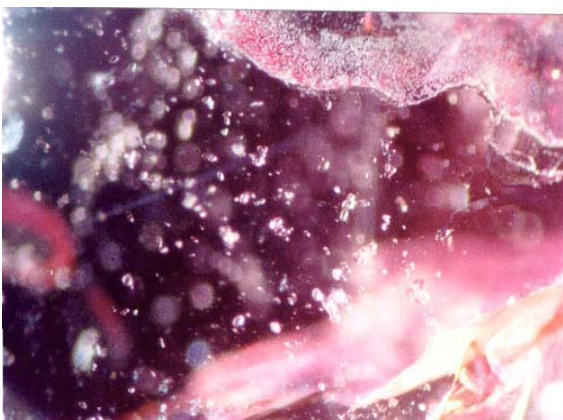
รูปที่ 4.13 มลทินภายในพลอยจากแหล่งอีลาากา (Ilakaka) ประเทศมาดากัสการ์



ผลึกแร่รูไทล์ อะพาไทต์ และเซอร์คอน (60x)



รอยแตกที่มีคราบเหล็กออกไซด์ และผลึกแร่รูไทล์ (35x)

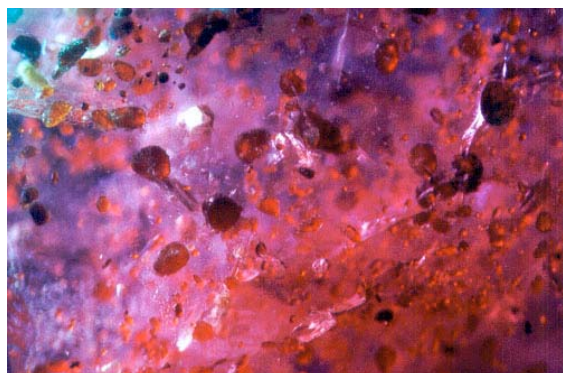


กลุ่มของผลึกแร่เซอร์คอน (70x)



ผลึกแร่รูไทล์ เป็นแท่งยาว และรูปผลึกมน (70x)

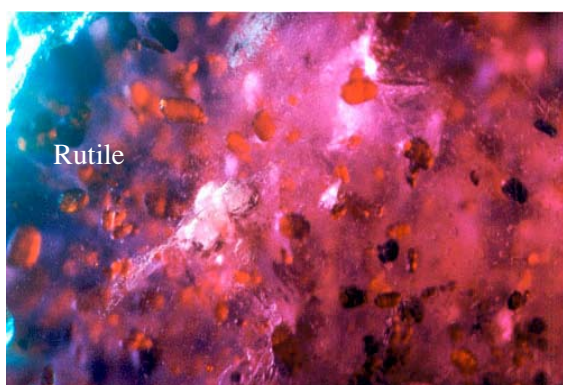
รูปที่ 4.14 มลทินภายในตัวอย่างพลอยจากแหล่งตามาตาฟ (Tamatav) ประเทศมาดากัสการ์



กลุ่มของผลึกแร่รูไทล์ สีน้ำตาล รูปร่างกลมมน (40x)



ผลึกแร่รูไทล์ สีดำ และผลึกเข็ม (30x)

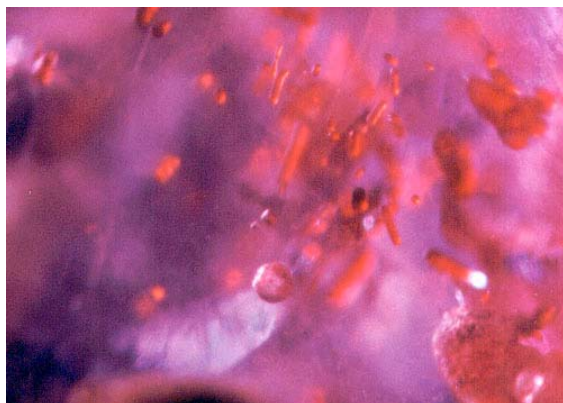


ผลึกแร่รูไทล์ สีน้ำตาลแดง และผลึกที่ถูกหลอม (50x)

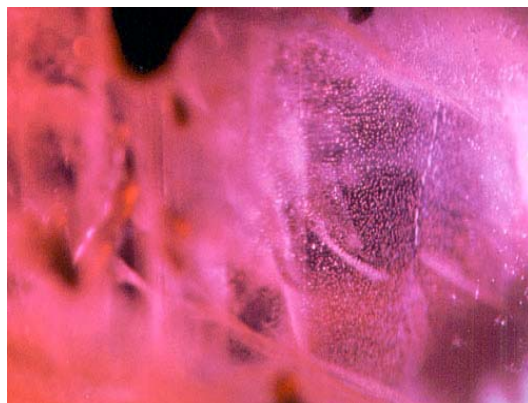


รอยแตกที่ถูกสมานด้วยของไหล และผลึกแร่เซอร์คอน (70x)

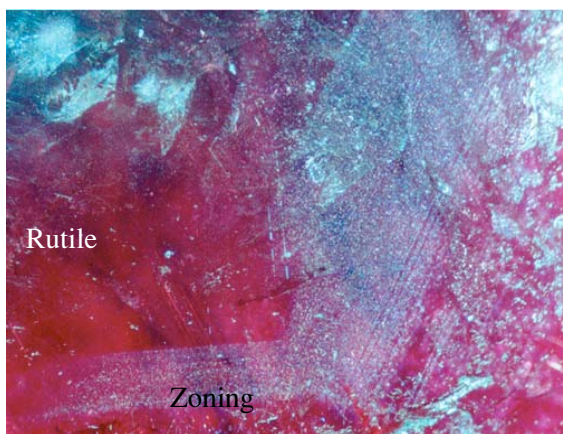
รูปที่ 4.15 มลทินผลึกแร่ชนิดต่างๆและมลทินของไหล ในตัวอย่างทับทิมจากแหล่งแอนดิลามินา ประเทศมาดากัสการ์



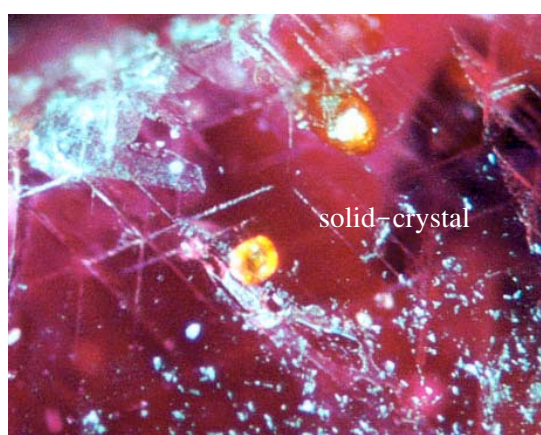
ผลึกแร่การ์เนต และผลึกแร่รูไทล์ (70x)



รอยแตกที่ถูกสมานด้วยของไหล
สองสถานะ (70x)



แถบสีที่บรรจุด้วยผลึกเข็มขนาดเล็ก และผลึก
เข็มไม่สมบูรณ์ (Dotted needles; 45x)



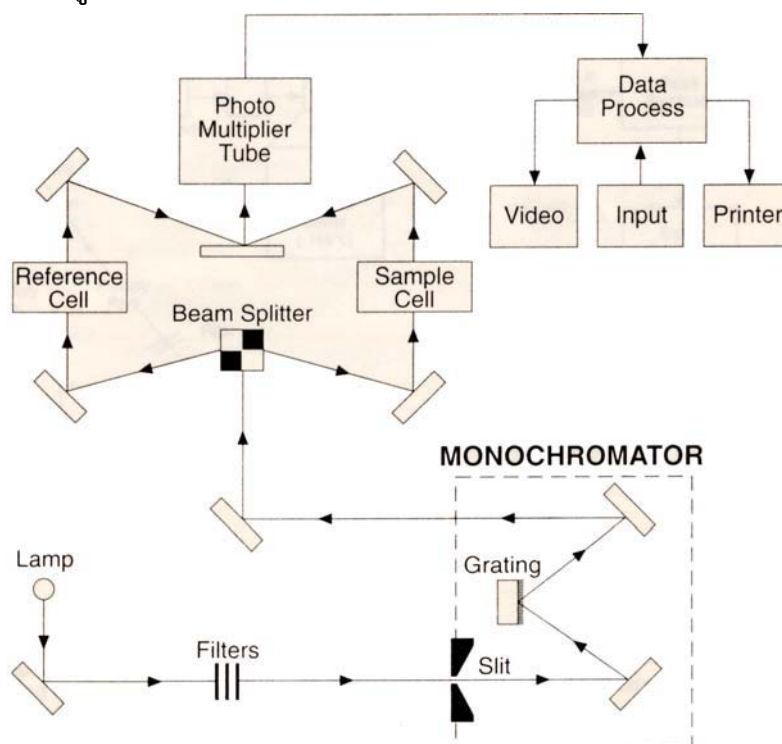
ผลึกแร่สี่สั้ม และผลึกเข็มไม่สมบูรณ์ (Dotted
needles) ตัดกันสามทิศทาง (70x)

รูปที่ 4.16 มลทินผลึกแร่ชนิดต่างๆและมลทินของไหล ในตัวอย่างทับทิมจากแหล่งแอนดิลามินา ประเทศมาดากัสการ์

4.2 การดูดกลืนแสงอินฟราเรดในช่วงคลื่น UV-VIS-NIR ของพอลอยคอร์ันดัม

ในการศึกษาหลักการดูดกลืนแสงของแร่พอลอยคอร์ันดัมนั้น ต้องอาศัยเครื่องมือที่เรียกว่า UV-VIS-NIR Spectrophotometer ซึ่งเป็นเครื่องมือแบบลำแสงคู่ (Double-beam Instrument) โดยที่ลำแสงหนึ่งผ่านตัวอย่างอ้างอิง อีกลำแสงหนึ่งผ่านตัวอย่างแร่รัตนชาติที่ต้องการวิเคราะห์ จากนั้นจะเปรียบเทียบความเข้มของลำแสงทั้งสองโดยการวัดที่พร้อมกัน เป็นการวัดอัตราส่วนของความเข้มแสง ที่ได้จากตัวอย่างอ้างอิงกับตัวอย่างแร่ในช่วงเวลาใกล้เคียงกันมาก ทำให้ปัญหาของการเปลี่ยนแปลง ความเข้มแสงจากแหล่งกำเนิดแสงตามเวลาที่เปลี่ยนไป และช่วงเวลาการตอบสนองของเครื่องวัดความเข้มแสง ไม่มีผลต่อการวัดการดูดกลืนแสง เครื่องมือนี้มีส่วนประกอบพื้นฐานดังนี้ (รูปที่ 4.17)

1. หลอดดิวทีเรียม (Deuterium Lamp) เป็นแหล่งของคลื่นแสงช่วงคลื่น UV
2. หลอดฮาโลเจน (Halogen Lamp) เป็นแหล่งของคลื่นแสงช่วงคลื่น VIS-NIR
3. Monochromator เป็นตัวแยกคลื่นแสงออกเป็นคลื่นเดี่ยว
4. เครื่องแยกลำแสง ผ่านตัวอย่างอ้างอิง และผ่านตัวอย่างแร่ที่ต้องการตรวจสอบ
5. อุปกรณ์จับยึดตัวอย่าง
6. เครื่องวัดความเข้มของคลื่นแสงช่วง UV-VIS และ NIR
7. เครื่องอ่านหรือแปลสัญญาณ
8. ชุดประมวลผลข้อมูล



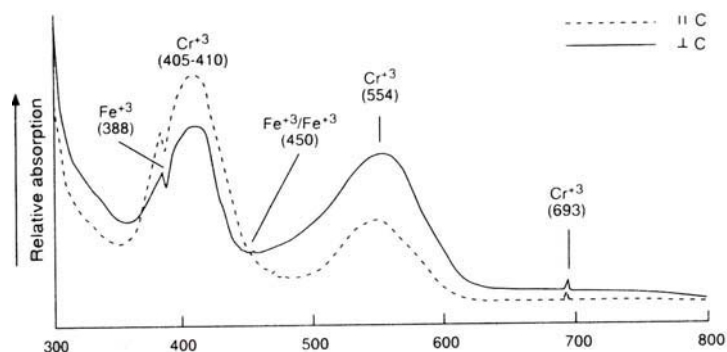
รูปที่ 4.17 Schematic diagram of UV-VIS Spectrophotometer (Themalis, 1992)

หลักการการทำงานของเครื่องมือ

หลักการการทำงานของเครื่องมือนี้ คือการใช้แหล่งกำเนิดแสงที่ทำให้เกิดคลื่นแสงในช่วงคลื่นแสงอัลตราไวโอเล็ต ถึงอินฟราเรด ช่วงใกล้ในลักษณะ Optical Absorption Spectroscopy ของแสงในช่วงความยาวคลื่น 240–2600 นาโนเมตร โดยมีปริซึม Monochromator ชนิด Prism-grating double beam monochromator ทำหน้าที่เป็นตัวแยกคลื่นแสงออกเป็นคลื่นเดี่ยวที่ต่อเนื่องทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนคลื่นแสงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า และมีหลอด Photomultiplier Tube เป็นตัววัดความเข้มแสงช่วง UV-VIS และใช้หลอด Cooled PbS วัดความเข้มแสงช่วงคลื่น NIR เครื่องแปลสัญญาณจะทำหน้าที่ บันทึกสเปกตรัมต่อเนื่องกันโดยอัตโนมัติ และอ่านสัญญาณออกมาในรูปของกราฟ Transmittance (%T) หรือ Absorbance (Abs) ดังแสดงในรูปที่ 4.18 และ 4.19

ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องมือ (รัก หรรษาเวก, ติดต่อบุคคล)

1. สามารถวิเคราะห์แร่รัตนชาติโดยไม่ต้องทำลายตัวอย่าง ทั้งตัวอย่างที่เจียระไนแล้ว และ ที่ยังไม่ได้เจียระไน
2. วิเคราะห์ตัวอย่างแร่ประเภท Anisotropic ได้ทั้ง 2 ทิศทางคือในทิศทางที่ตั้งฉาก และขนานกับแนวแกน C ของผลึก เนื่องจากมี Polarizer filter
3. สามารถจำแนกชนิดของแร่รัตนชาติได้ โดยการเปรียบเทียบสเปกตรัมของแร่กับ สเปกตรัมของแร่ที่ทราบชนิดแร่แล้ว
4. สามารถตรวจสอบอิมพริ้นท์ของธาตุโลหะที่ทำให้เกิดสีในตัวอย่างแร่รัตนชาติ โดยศึกษาจากตำแหน่งและรูปร่างกราฟของการดูดกลืนแสงของอิมพริ้นท์ ซึ่งจะมีตำแหน่งที่คงที่ เช่น
 - Cr^{3+} เป็นธาตุมลทินในแร่โครันดัม ที่สามารถดูดกลืนแสงในระดับพลังงานช่วง VIS ทำให้เกิดการบิดเบี้ยวไปของโครงสร้างผลึก ทำให้เกิดสีแดงในทับทิม จากนั้นจึงปล่อยพลังงานที่เหลือออกมาในรูปของพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้า ธาตุ Cr^{3+} มีตำแหน่งสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงอยู่ที่ความยาวคลื่นที่ 405–410, 554 และที่ 693 นาโนเมตร
 - $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{3+}$ pair และ Fe^{3+} จะเกิดการแลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนพร้อมๆกันระหว่างอิมพริ้นท์ ๒ ตัว หรือระหว่างอิมพริ้นท์ที่เป็นคู่ ทำให้เกิดสีเหลืองในบุษราคัม สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของธาตุนี้นี้จะมีตำแหน่งที่ความยาวคลื่น 377, 388 และ 450 นาโนเมตร
 - $\text{Fe}^{2+}/\text{Ti}^{4+}$ pair ทำให้เกิดสีน้ำเงินในไพไลน จะมีตำแหน่งสเปกตรัมการดูดกลืนแสงอยู่ที่ ความยาวคลื่น 565 นาโนเมตร
5. สามารถวิเคราะห์จำแนกสีของแร่รัตนชาติได้โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (Colour Analysis Software) ช่วยในการวิเคราะห์



รูปที่ 4.18 ลักษณะกราฟของการดูดกลืนแสง UV-VIS-NIR ของพลอยคอร์ันดัม

การประยุกต์ใช้ลักษณะการดูดกลืนแสง UV-VIS-NIR ในตัวอย่างพลอยคอร์ันดัม

ในการศึกษาวิเคราะห์การดูดกลืนแสงในตัวอย่างพลอยคอร์ันดัมนี้ มีวัตถุประสงค์ที่จะตรวจ สอบหาวิเคราะห์การดูดกลืนแสงที่เป็นลักษณะเด่นเฉพาะของแต่ละแหล่ง (significant characteristic of UV-VIS-NIR absorption spectrum) ที่สามารถนำมาใช้เป็น คุณสมบัติอย่างหนึ่งในหลายๆ คุณสมบัติมาประกอบในการระบุแหล่งกำเนิด เนื่องจากพลอย คอร์ันดัมในแต่ละแหล่ง อาจจะมีสีที่เป็นตัวแทนของแหล่งที่แตกต่างกัน ซึ่งทั้งนี้สามารถตรวจสอบ ได้จากตำแหน่งและลักษณะสเปกตรัม ของการดูดกลืนแสงที่เกิดจากธาตุมลทินที่มีอยู่ในปริมาณที่ แตกต่างกันในตัว อย่างของแต่ละแหล่ง

การศึกษาของโครงการนี้เป็นลักษณะของการศึกษาการดูดกลืนแสง (Absorption band) ในรูปแบบ Valence specific ของแร่รัตนชาติชนิดแร่คอร์ันดัม การดูดกลืนแสงในช่วงคลื่น ที่แตกต่างกันนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากปรากฏการณ์ในตัวอย่งแร่รัตนชาติดังนี้คือ

1. แร่เกิดการแลกเปลี่ยนประจุระหว่าง Ligand-Metal Charge Transfer หรือ Interband Transition จะทำให้ได้การดูดกลืนแสงที่มีความเข้มมากในช่วงคลื่นแสงอัลตราไวโอเล็ต
2. แร่เกิดการแลกเปลี่ยนประจุระหว่างอออนของธาตุโลหะ (Metal-Metal Charge Transfer หรือ Intervalence Charge Transfer; IVCT) จะได้การดูดกลืนแสงที่มี Broad peak ในช่วงคลื่นแสง VIS เช่นที่เกิด Fe^{2+} - Ti^{4+} intervalence charge transfer ในตัวอย่างไพไลน เป็นต้น (รูปที่ 4.18 และ 4.19)
3. เกิดปรากฏการณ์แลกเปลี่ยนอิเล็กตรอนในระดับพลังงาน D-orbital หรือ F-orbital ในสนามผลึก (DD-Electron Transition หรือ FF-Electron Transition) เนื่องจาก อิเลคตรอนของอออนเดี่ยวอิสระที่กระจายอยู่ (Dispersed metal ions) นั้นเกิดการ เปลี่ยนระดับพลังงาน (transitions between atomic sub-energy levels) ภายใน Electron Cloud ของอะตอม จะได้การดูดกลืนแสงที่มีความเข้มต่ำกว่าปรากฏการณ์ที่ 1 และ 2 มาก
4. เกิดปรากฏการณ์ Electron-Hole Centers หรือ Colour Center หรือ F-Center จะได้การดูดกลืนแสงที่มีความเข้มน้อยมาก เช่น ในพลอยบุษราคัมที่สีเหลืองเกิดจาก Colour

Center นั้นจะแสดงสเปกตรัมการดูดกลืนแสงในช่วงของธาตุเหล็กต่ำมาก หรือไม่ ปรากฏสเปกตรัมในช่วงนั้นเลย

เมื่อแสงผ่านไปยังตัวอย่างแร่รัตนชาติ แสงในบางช่วงคลื่นจะถูกดูดกลืนไว้ โดยอออนภายในแร่รัตนชาตินั้น ปริมาณการดูดกลืนคลื่นแสง และช่วงคลื่นแสงที่ถูกดูดกลืน จะขึ้นอยู่กับปริมาณและชนิดของอออนนั้นๆตามลำดับ เช่น การดูดกลืนแสงในตัวอย่างไพลินที่มีสีน้ำเงินเข้มนั้น เกิดจากการดูดกลืนของอออน Fe^{3+} , และ $\text{Fe}^{2+}/\text{Ti}^{4+}$ ซึ่งเป็นอออนที่มีอยู่ในไพลิน และเป็นตัวที่ทำให้เกิดสีน้ำเงิน ดังนั้นลักษณะการดูดกลืนแสงในช่วงคลื่นอัลตราไวโอเล็ต-คลื่นแสงที่มองเห็นได้-คลื่นแสงอินฟราเรดช่วงใกล้ (UV-VIS-NIR) จะปรากฏเป็นสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงในช่วงคลื่นอันเนื่องมาจาก $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{3+}$ ion pairs ที่มียอดที่ตำแหน่ง 377 และ 450 นาโนเมตร Fe^{3+} ion ที่มียอดที่ตำแหน่ง 388 นาโนเมตร และการดูดกลืนอันเนื่องมาจาก $\text{Fe}^{2+}-\text{Ti}^{4+}$ intervalence charge transfer (IVCT) ที่มีจุดสูงสุดที่ 565 นาโนเมตร (รูปที่ 4.18 และ 4.19)

นอกจากนี้ผลการศึกษาการดูดกลืนแสงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ ในการระบุแหล่งกำเนิดทาง ธรณีวิทยาได้ โดยดูจากสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงที่แตกต่างกัน ระหว่างพลอย ที่มีกำเนิดสัมพันธ์กับการเกิดหินแปร และที่มีการกำเนิดสัมพันธ์กับหินภูเขาไฟบะซอลต์ ตัวอย่างเช่นพลอยกลุ่มสีน้ำเงินจากแหล่งอิรากาา ประเทศมาดากัสการ์ มีรูปแบบการดูดกลืนที่คล้ายกับพลอยสีน้ำเงิน จากประเทศศรีลังกาที่มีกำเนิดที่สัมพันธ์กับกระบวนการหินแปร แต่จะแตกต่างกับรูปแบบของการดูดกลืนแสงของพลอยสีน้ำเงิน จากแหล่งหินภูเขาไฟแอลคาไลน์บะซอลต์ในประเทศไทยโดยที่ สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของไพลินจากแหล่งจังหวัดแพร่ จันทบุรี และกาญจนบุรี นั้น จะแสดงความเข้มของการดูดกลืนของ $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{3+}$ pairs โดยมียอดของกราฟอยู่ที่ตำแหน่ง 377 และ 450 nm และของ Fe^{3+} อออนที่ 388 nm อย่างชัดเจน ในขณะที่ไพลินที่มีการกำเนิดสัมพันธ์ กับหินแปร เช่นที่ โมกก ประเทศพม่า แหล่งศรีลังกา และแหล่งอิลากาา ประเทศมาดากัสการ์นั้น แสดงสเปกตรัมการดูดกลืนที่ 377 388 และ 450 nm ของ $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{3+}$ pairs และ Fe^{3+} อออน ที่ไม่ชัดเจน (low intensity of absorbtion) ลักษณะสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงช่วงคลื่น UV-VIS-NIR ของแร่พลอย ทับทิมและแซปไฟร์ จากแหล่งต่างๆ ที่ทำการศึกษาในปีที่ 3 ได้แสดงไว้ในรูปที่ 4.20 และ 4.21

นอกจากนี้ลักษณะสเปกตรัมของการดูดกลืนแสง UV-VIS-NIR ยังช่วยในเรื่องของการตรวจสอบตัวอย่างพลอยว่าเป็นตัวอย่าง ที่ผ่านหรือไม่ผ่านการเพิ่มคุณภาพด้วยความร้อน โดยเฉพาะพลอยแซปไฟร์สีน้ำเงิน พลอยไพลินที่ผ่านการเผาหรือหุงจะมีรูปร่างของสเปกตรัม การดูดกลืนแสง ในทิศทางที่ตั้งฉากกับแกน C ของผลึกแร่ ของอออน $\text{Fe}^{2+}-\text{Ti}^{4+}$ pairs เป็นแบบ ไหล่ลาดขึ้นไป (shoulder) ที่ตำแหน่ง 565 nm ส่วนพลอยที่ไม่ผ่านการเพิ่มคุณภาพด้วยความร้อน จะมีรูปร่างสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของ $\text{Fe}^{2+}-\text{Ti}^{4+}$ pairs ณ ตำแหน่ง 565 nm เป็นแบบ เนินกว้าง (Broad spectrum)