

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษาวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาทับทิมจากแหล่งต่างๆ ที่มีการซื้อขายในท้องตลาด จำนวน 7 แหล่ง ได้แก่ พม่า มาดากัสการ์ โมซัมบิก ไทย แทนซาเนีย และเวียดนาม ทับทิมที่ศึกษาเป็นพลอยธรรมชาติที่ยังไม่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ หรือผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยความร้อน ซึ่งไม่รวมถึงผ่านปรับปรุงคุณภาพด้วยการย้อมสี เผาซ่านสี หรือการเผาด้วยสารเบริลเลียม รวมจำนวนตัวอย่างที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ 212 ตัวอย่าง

ผลจากการนำตัวอย่างทับทิมไปวิเคราะห์ข้อมูลสี โดยการนำไปเปรียบเทียบกับตัวเทียบสีในระบบสีมันเชลล์ และ Gemset ภายใต้ผู้แสงมาตรฐาน Gretag Macbeth ซึ่งใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีอุณหภูมิสีระหว่าง 5,000-5,500 องศาเคลวิน พบว่า ในระบบสีมันเชลล์ ทับทิมแสดงเลขสีคาบเกี่ยวกัน โดยมีสีสันอยู่ระหว่าง 7.5RP ถึง 5R ระดับความสว่างของทับทิมมีตั้งแต่ 2-6 และระดับความอิ่มตัวสีมีค่าระหว่าง 6-10 ขณะที่ในระบบสี Gemset ทับทิมแสดงสีสันระหว่าง stpR-oR ระดับความสว่าง 3-8 และความอิ่มตัวสี 3-6 เมื่อพิจารณาสีแยกตามแหล่งกำเนิดสามารถสรุปดังตาราง 5.1

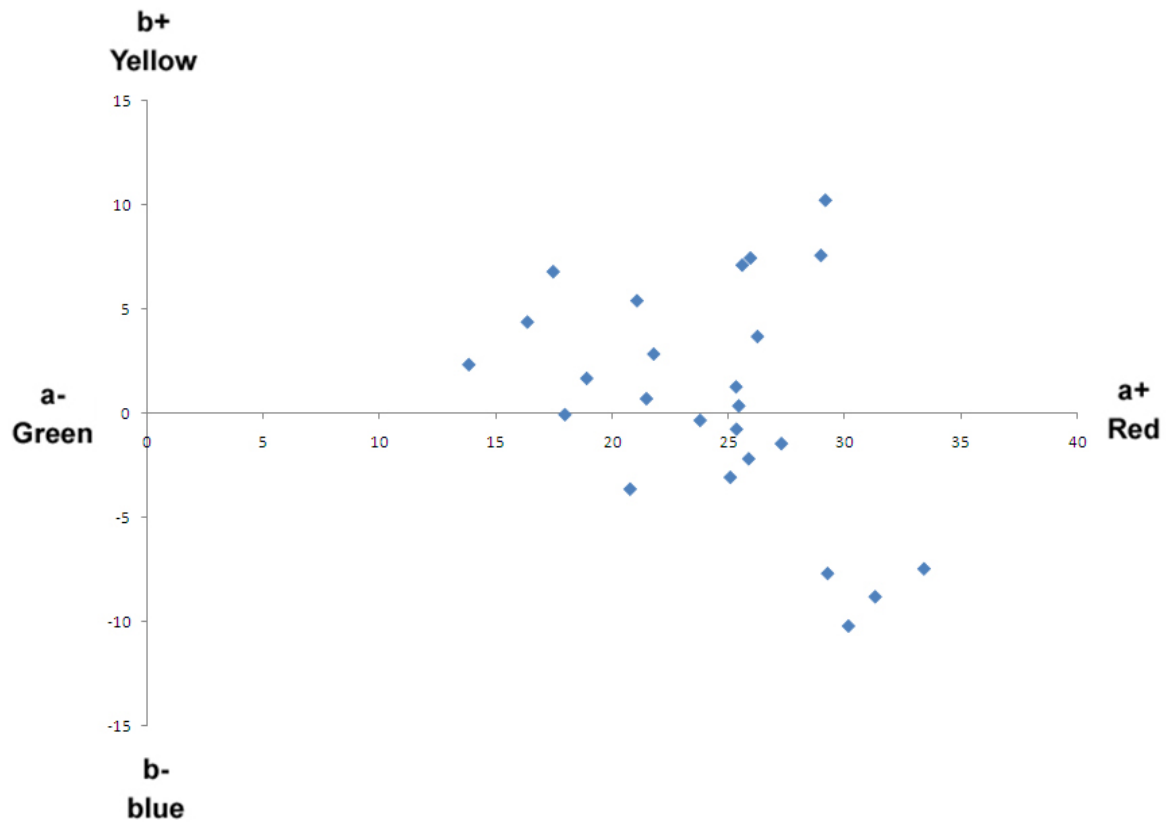
ตาราง 5.1 แสดงการเปรียบเทียบสีของทับทิมแหล่งต่างๆ ในระบบสีมันเชลล์และ Gemset

แหล่งทับทิม	ระบบสีมันเชลล์			ระบบสี Gemset		
	สีสัน	ความสว่าง	ความอิ่มตัวสี	สีสัน	ความสว่าง	ความอิ่มตัวสี
พม่า	10RP-5R	3-5	8-10	stpR-slpR	3-6	3-6
มาดากัสการ์	7.5RP-5R	2-6	6-10	stpR-oR	3-7	3-6
โมซัมบิก	7.5RP-5R*	2-6	8-14	RP/PR-oR*	3-8	3-6
ทาจิกิสถาน	7.5RP-2.5R	3-5	8-10	stpR	5-6	4
แทนซาเนีย	7.5RP-5R	3-6	6-10	stpR-oR	3-6	3-6
ไทย	7.5RP-5R	2-5	6-10	stpR-oR	4-7	3-6
เวียดนาม	7.5RP-2.5R	4-6	8-10	stpR-slpR	3-6	3-6

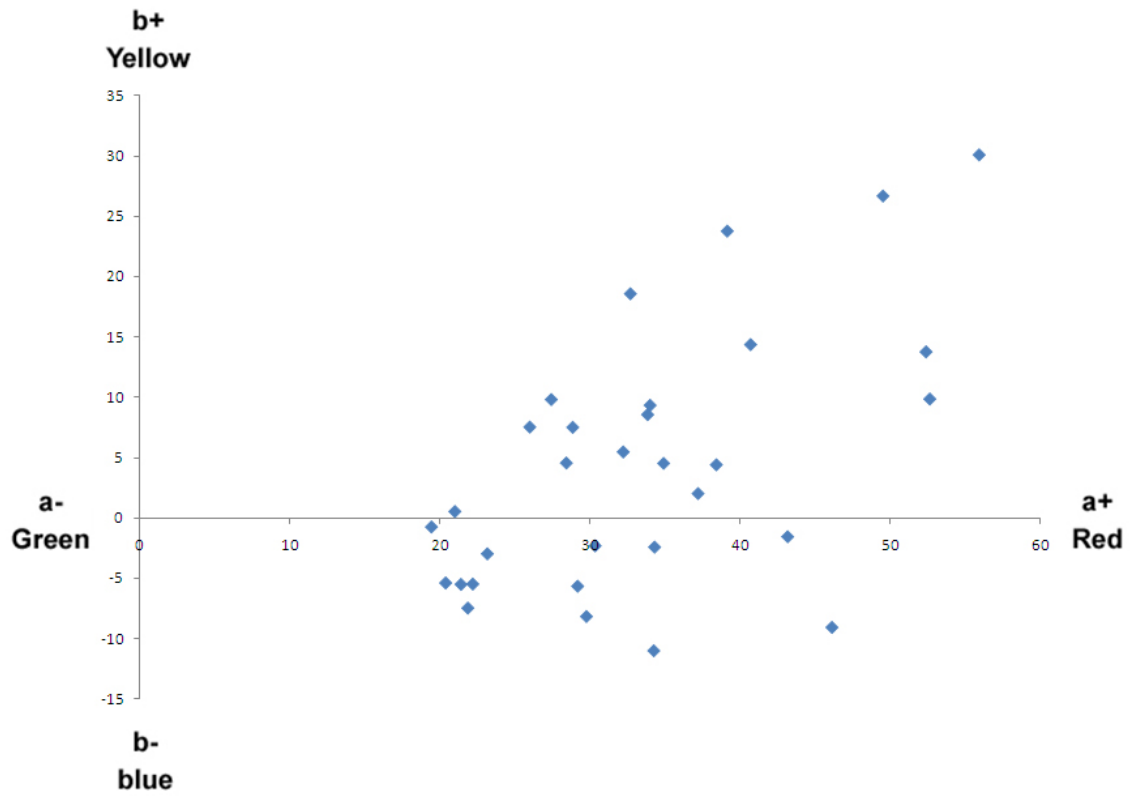
หมายเหตุ: ทับทิมโมซัมบิก รหัส MOZ055 แสดงสี 10P (มันเชลล์) และ P (Gemset) ซึ่งแตกต่างจากตัวอย่างอื่นชัดเจน

จากตาราง 5.1 แสดงให้เห็นว่าระบบสีมันเชลล์และระบบ Gemset ไม่สามารถจำแนกแหล่งทับทิมได้ชัดเจน แต่ทั้งนี้ข้อมูลดังกล่าวสามารถเห็นขอบเขตสีของทับทิมที่ค่อนข้างชัดเจน ข้อมูลดังกล่าวจึงอาจนำมาใช้ประโยชน์ในเรื่องของการแบ่งขอบเขตสีระหว่างสีแดงของทับทิมและสีชมพูของแซปไฟร์สีชมพูได้

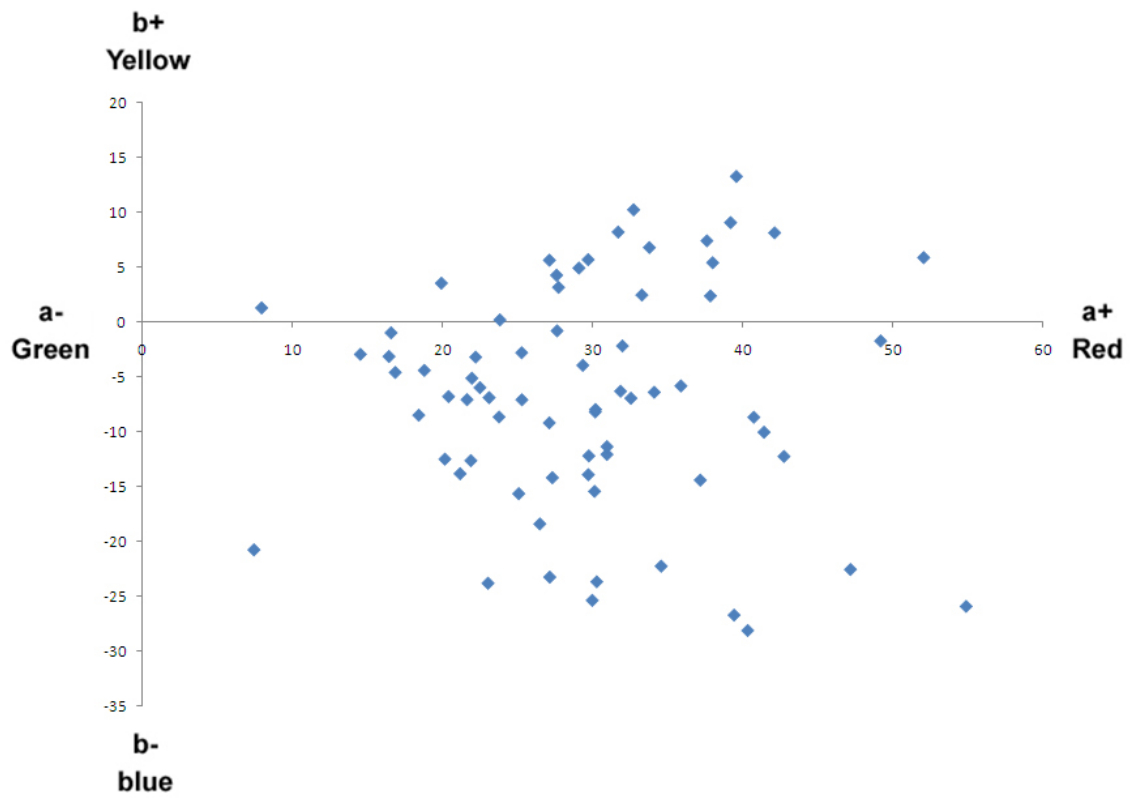
ผลจากวิเคราะห์วัดสีตัวอย่างทับทิมจากแหล่งต่างๆ ในระบบสี CIELAB ด้วยเครื่อง UV-Vis spectrophotometer เมื่อนำมาวาดลงกราฟได้ผลดังรูปที่ 5.1-5.7 และเมื่อนำข้อมูลมารวมกันได้ผลดังรูป 5.8 ทั้งนี้จะเห็นได้ว่า ทับทิมที่ศึกษาจะมีช่วงสีครอบคลุมระหว่างสีแดงแกมส้มถึงแดงแกมม่วง โดยทับทิมแต่ละแหล่งสามารถมีสีแดงได้หลายเฉดสี แต่ก็ไม่สามารถที่จะใช้จำแนกแหล่งทับทิมได้



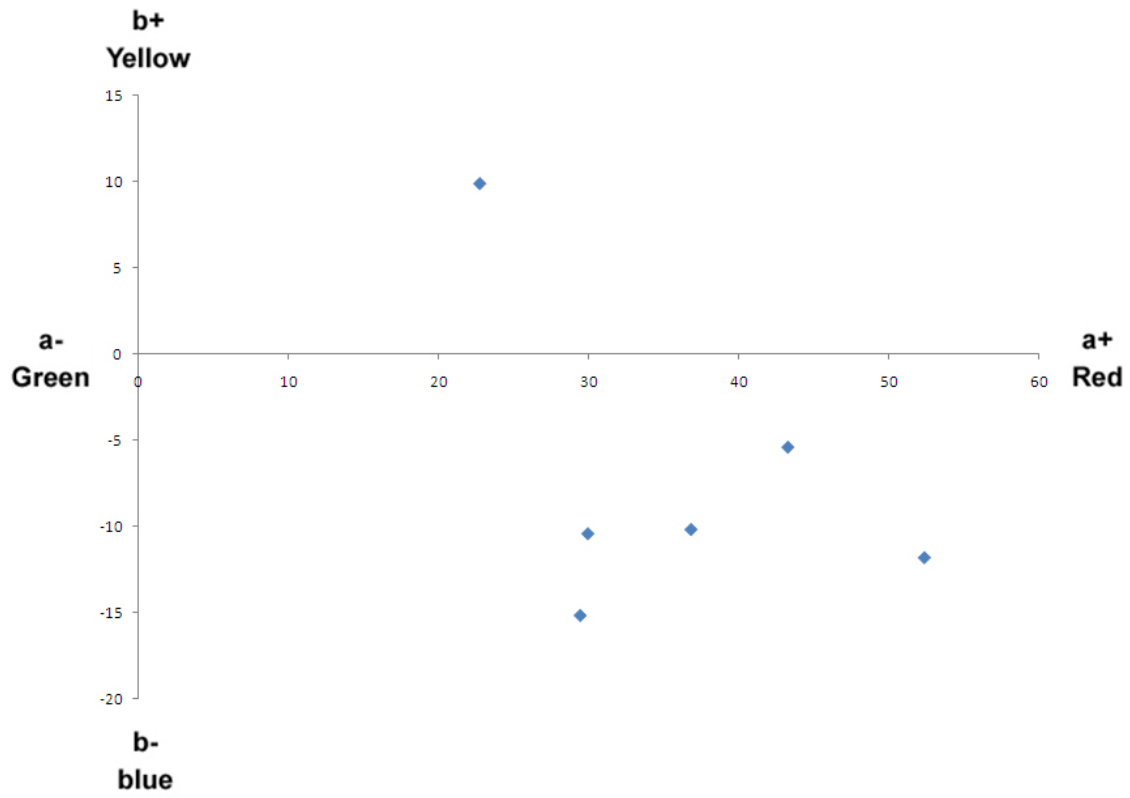
รูปที่ 5.1 แสดงพิกัดสีในระบบ CIELAB ของทับทิมจากพม่า



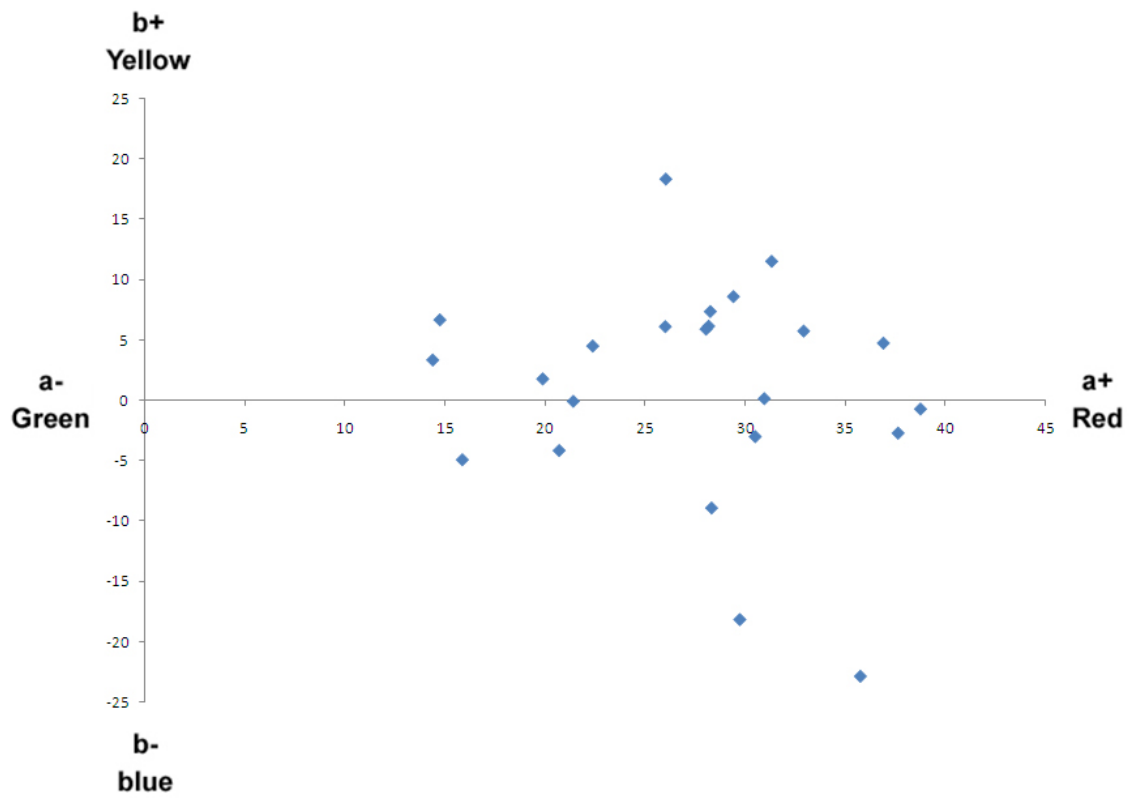
รูปที่ 5.2 แสดงพิกัดสีในระบบ CIELAB ของทับทิมจากมาดากัสการ์



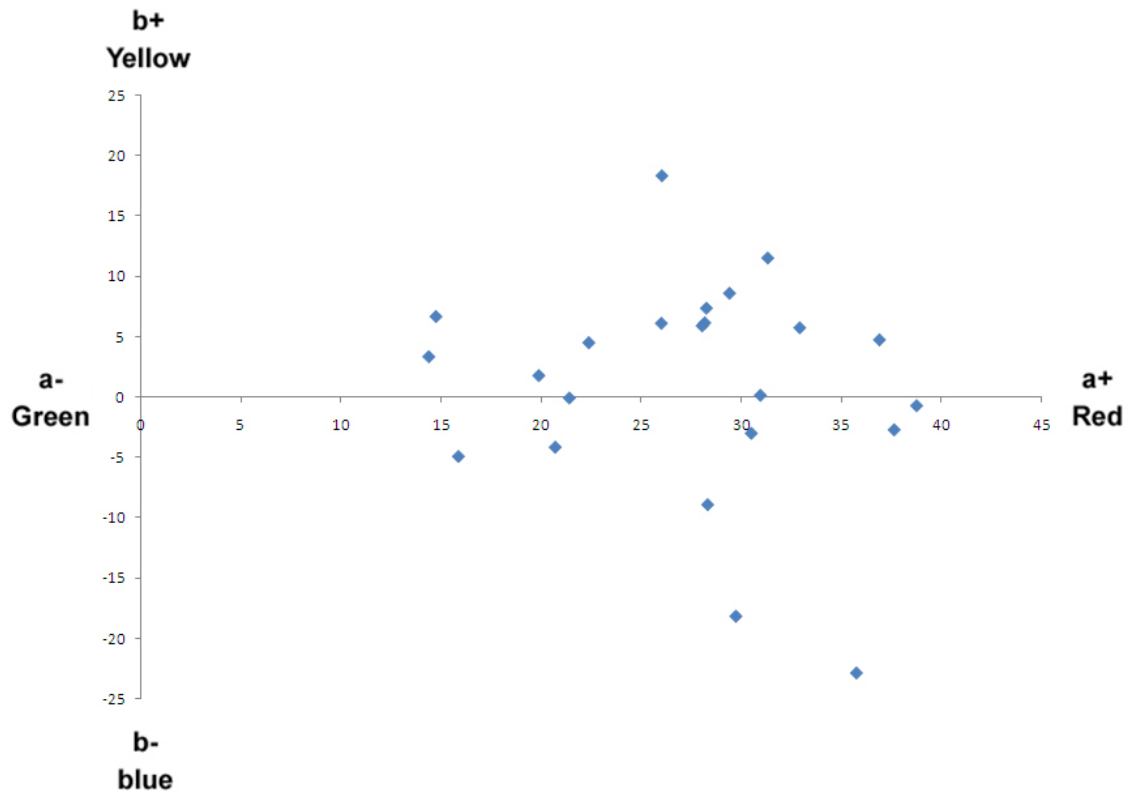
รูปที่ 5.3 แสดงพิกัดสีในระบบ CIELAB ของทับทิมจากโมซัมบิก



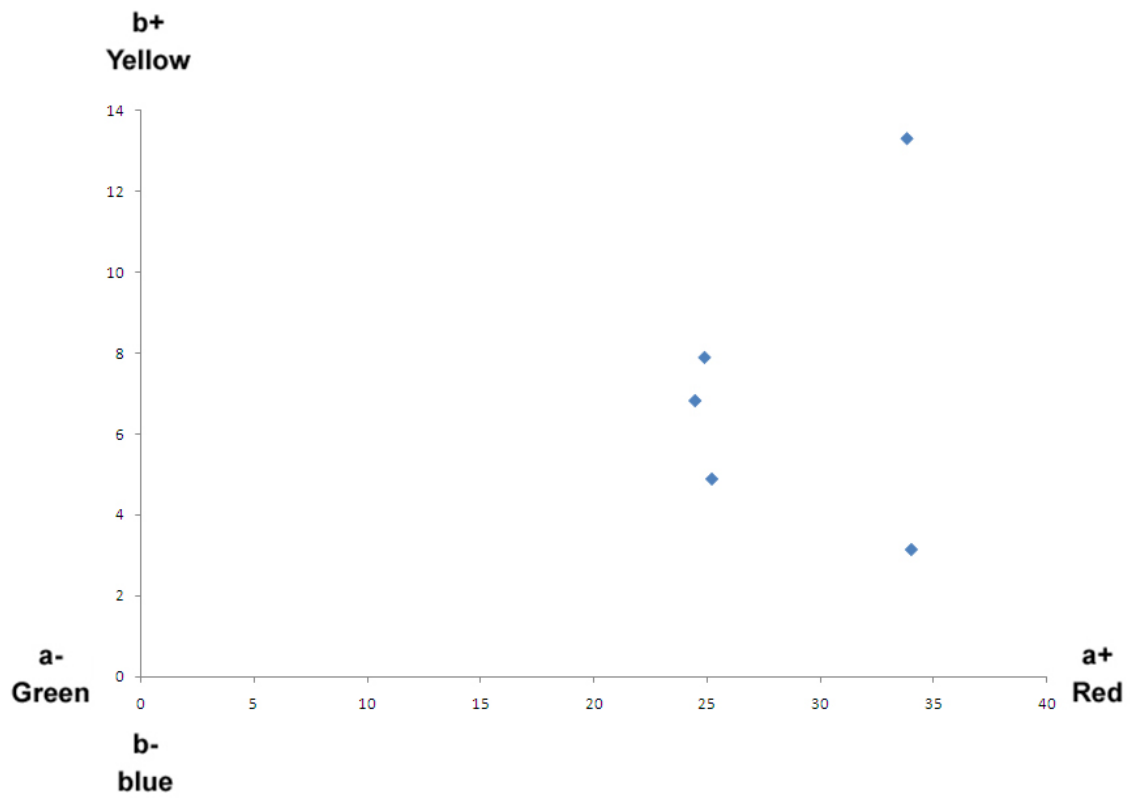
รูปที่ 5.4 แสดงพิกัดสีในระบบ CIELAB ของทับทิมจากทางจิกิสถาน



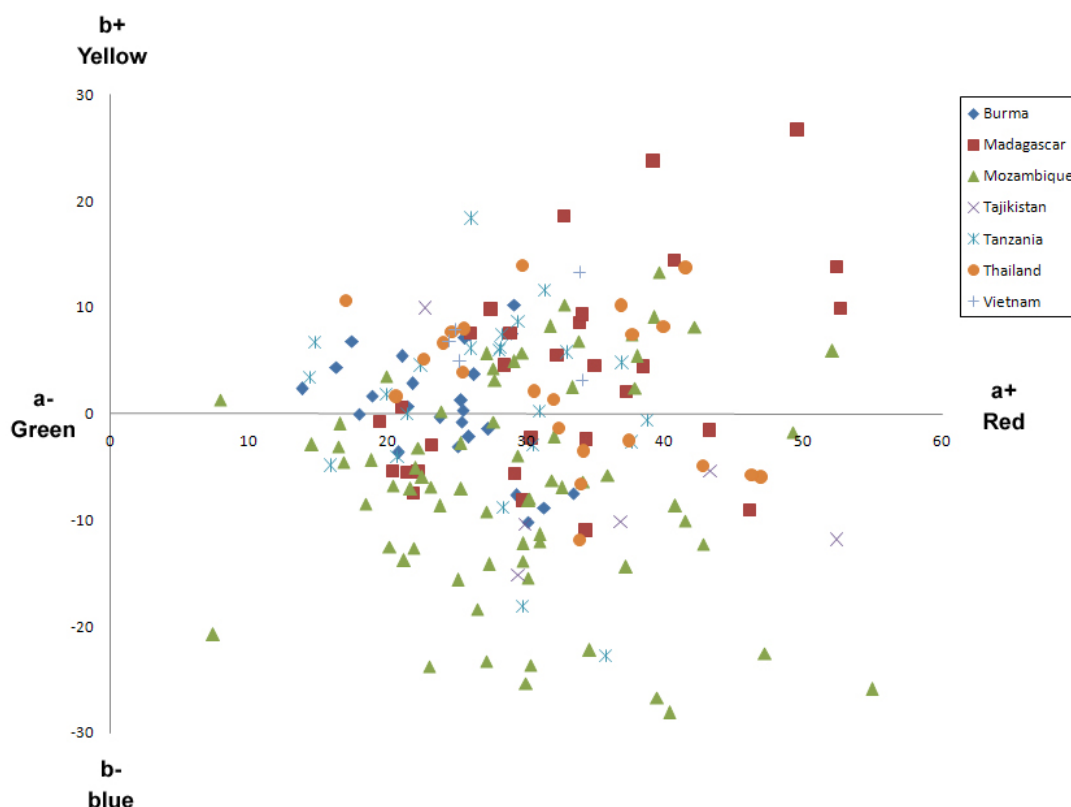
รูปที่ 5.5 แสดงพิกัดสีในระบบ CIELAB ของทับทิมจากแทนซาเนีย



รูปที่ 5.6 แสดงพิกัดสีในระบบ CIELAB ของทับทิมจากไทย



รูปที่ 5.7 แสดงพิกัดสีในระบบ CIELAB ของทับทิมจากเวียดนาม



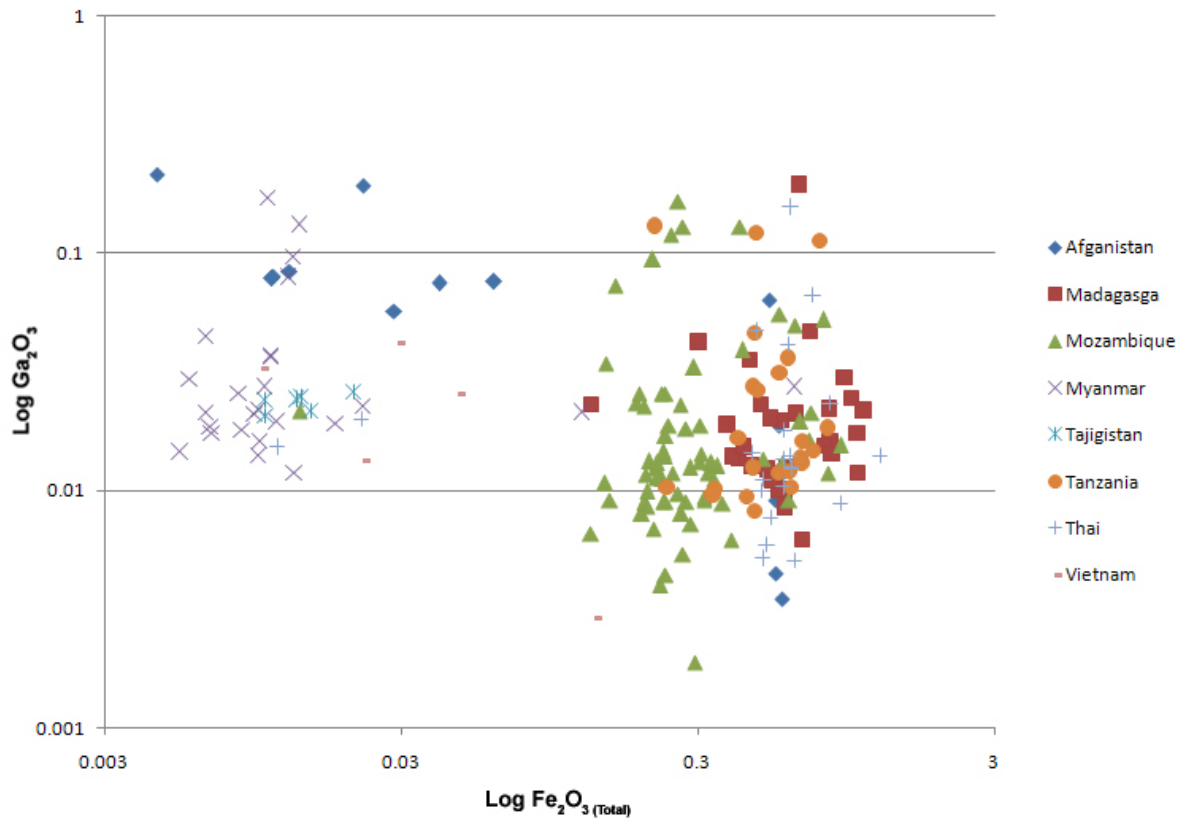
รูปที่ 5.8 แสดงพิกัดสีในระบบ CIELAB ของทับทิมจากแหล่งต่างๆ

ผลการวิเคราะห์การดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Vis-NIR spectrometer พบว่า ทับทิมทุกแหล่งแสดงการดูดกลืนแสงของ Cr^{3+} ที่ตำแหน่ง 405-411, 476-477, 540-541, 552-560 และ 693 nm การดูดกลืนของ Fe^{3+} ที่ตำแหน่ง 324, 379 และ 387-388 nm และแสดงการดูดกลืนของ $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{3+}$ ที่ตำแหน่ง 450 nm

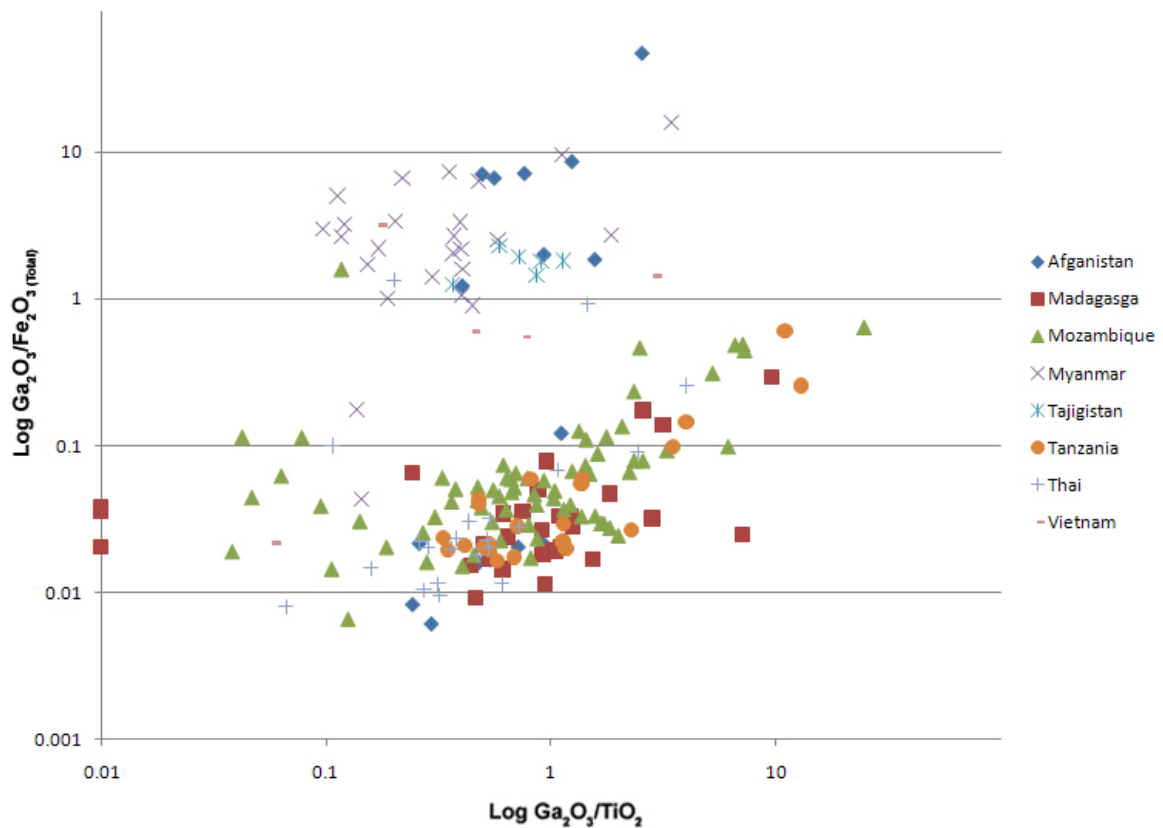
ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบเคมีด้วยเครื่อง X-ray fluorescence spectrometer ข้อมูลผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของทับทิมจากแหล่งต่างๆ ดังตาราง 5.2 และรูป 5.9-5.10 พบว่า ทับทิมจากแหล่งประเทศพม่า เวียดนาม และอัฟกานิสถาน มีปริมาณธาตุเหล็กต่ำกว่าทับทิมจากแหล่งอื่นๆ ชัดเจน

ตารางที่ 5.2 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของทับทิมจากแหล่งต่างๆ

แหล่ง	Oxide (wt.%)					
	Al_2O_3	TiO_2	V_2O_5	Cr_2O_3	Fe_2O_3 (Total)	Ga_2O_3
พม่า	96.3442-99.4286	0.0100-0.2725	0.0246-0.1932	0.2363-3.5927	0.0054-0.6334	0.0119-0.1705
มาดากัสการ์	97.1992-99.4459	n.d.-0.1939	n.d.-0.0940	0.1563-1.9004	0.1312-1.0843	0.0062-0.1939
โมซัมบิก	98.0614-99.5778	0.0044-0.7850	n.d.-0.9050	0.0729-1.4121	0.0136-0.9084	0.0019-0.1645
ทาจิกิสถาน	99.2189-99.5607	0.0214-0.0709	0.0144-0.0313	0.3627-0.6841	0.0104-0.0208	0.0206-0.0260
แทนซาเนีย	98.4378-99.5521	0.0055-0.4910	n.d.-0.6774	0.1120-0.6136	0.2152-0.8235	0.0082-0.1300
ไทย	97.6530-99.4512	0.0137-0.4412	n.d.-0.0443	0.3396-1.6892	0.0115-1.2319	0.0051-0.1569
เวียดนาม	98.7024-99.7855	0.0144-0.1891	0.0047-0.0689	0.1443-1.173	0.0102-0.1345	0.0029-0.0416



รูปที่ 5.9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\text{Log Ga}_2\text{O}_3$ และ $\text{Log Ga}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (total) ของทับทิมจากแหล่งต่างๆ



รูปที่ 5.10 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\text{Log Ga}_2\text{O}_3/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (total) และ $\text{Log Ga}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ ของทับทิมจากแหล่งต่างๆ