

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยนี้เป็นการประดิษฐ์ยาสีร่อนสำหรับงานเครื่องประดับจากการใช้วัตถุดิบหลัก (แร่ควอตซ์) ที่พบในแหล่งตำบลเขาบายศรี อำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและค้นคว้าสัดส่วนของวัตถุดิบที่เหมาะสมในการประดิษฐ์ยาสีร่อนขึ้นมาใช้เองภายในประเทศ และเพื่อศึกษาและประดิษฐ์ยาสีร่อนจากการใช้แหล่งวัตถุดิบภายในประเทศ ที่เป็นองค์ประกอบหลักของยาสีร่อน โดยมีคุณภาพเทียบเคียงยาสีร่อนที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ สำหรับการดำเนินการวิจัยสามารถสรุปผลและอภิปรายผลได้ ดังนี้

สรุปผล

การศึกษาและค้นคว้าสัดส่วนของวัตถุดิบที่เหมาะสมในการประดิษฐ์ยาสีร่อนขึ้นมาใช้เองภายในประเทศ

การศึกษาและค้นคว้าสัดส่วนของวัตถุดิบหรือสารตั้งต้นที่เหมาะสมในการประดิษฐ์ยาสีร่อนขึ้นมาใช้เองนั้น จะเริ่มจากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี และการวิเคราะห์ทางความร้อนของยาสีร่อนสีเขียวที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ โดย บริษัท รจนาเจียรไน จังหวัดจันทบุรี เพื่อให้ได้ข้อมูลของสารตั้งต้น โดยพบว่ายาสีร่อนสีเขียวที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบหลัก มากกว่า 70 %w/w จึงจัดได้ว่ายาสีร่อนสีเขียวที่นำเข้ามาจากต่างประเทศเป็นแก้วตะกั่ว และมีซิลิกาเป็นองค์ประกอบหลักเพื่อทำหน้าที่เป็นตัวฟออร์เมอร์หรือตัวที่ทำให้เกิดเป็นแก้ว โดยยาสีร่อนสีเขียวมีองค์ประกอบของโครเมียมออกไซด์และคอปเปอร์ออกไซด์เป็นสารทำหน้าที่ให้สีเขียว คณะผู้วิจัยจึงได้นำข้อมูลดังกล่าวประกอบกับการศึกษาและค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (กมลพรรณ เฟื่องพัด และอโนชา หมั่นภักดี, 2558) มาใช้ในการปรับสูตรและสัดส่วนของวัตถุดิบทั้งหมด จำนวน 7 สูตร เพื่อประดิษฐ์ยาสีร่อนสีเขียวขึ้นมาภายในประเทศ ดังรายละเอียดในตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 สารตั้งต้นที่แตกต่างกันในการประดิษฐ์ยาสีร่อนสีเขียว จำนวน 7 สูตร

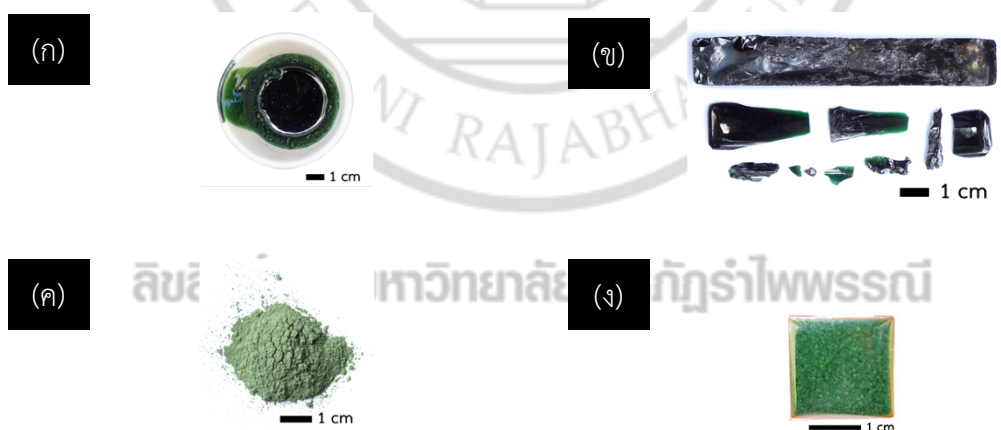
สูตรที่	สารตั้งต้นในการประดิษฐ์ยาสีร่อนสีเขียว (%w/w)					
	Pb ₃ O ₄ ความบริสุทธิ์ 95%	SiO ₂ ความบริสุทธิ์ 99%	Fe ₂ O ₃ ความบริสุทธิ์ 95%	Cr ₂ O ₃ ความบริสุทธิ์ 95%	CuO ความบริสุทธิ์ 95%	CoO ความบริสุทธิ์ 95%
1	73.214	22.229	0.193	0.650	3.715	-
2	76.038	23.087	0.200	0.675	-	-

ตารางที่ 5.1 สารตั้งต้นที่แตกต่างกันในการประดิษฐ์ยาสีร้อนสีเขียว จำนวน 7 สูตร (ต่อ)

สูตร ที่	สารตั้งต้นในการประดิษฐ์ยาสีร้อนสีเขียว (%w/w)					
	Pb ₃ O ₄ ความบริสุทธิ์ 95%	SiO ₂ ความบริสุทธิ์ 99%	Fe ₂ O ₃ ความบริสุทธิ์ 95%	Cr ₂ O ₃ ความบริสุทธิ์ 95%	CuO ความบริสุทธิ์ 95%	CoO ความบริสุทธิ์ 95%
3	76.207	23.138	-	0.634	-	0.021
4	76.054	23.092	0.200	0.633	0	0.021
5	73.692	22.374	0.194	0	3.739	-
6	74.453	22.605	0.196	0	2.746	-
7	73.437	22.297	0.193	0	4.072	-

การศึกษาและประดิษฐ์ยาสีร้อนจากการใช้แหล่งวัตถุดิบภายในประเทศ ที่เป็นองค์ประกอบหลักของยาสีร้อน

จากการประดิษฐ์ยาสีร้อนสีเขียวด้วยส่วนผสมสารตั้งต้นที่แตกต่างกัน ทั้งหมดจำนวน 7 สูตร ดังแสดงองค์ประกอบในตารางที่ 5.1 ผลการทดลองพบว่า การวิจัยนี้สามารถประดิษฐ์ยาสีร้อนสีเขียวที่มีเฉดสีเขียวเข้มและสว่างได้จากสัดส่วนวัตถุดิบตั้งต้นหรือสารตั้งต้น สูตรที่ 5 โดยมีเหล็กออกไซด์และคอปเปอร์ออกไซด์เป็นสารให้สีเขียว ทำให้เกิดแก้วที่มีสีเขียวได้ นอกจากนี้ ยังสามารถนำมาเคลือบลงยาสีร้อนบนแผ่นโลหะทองแดงได้ โดยไม่เกิดการแตกร้าวและไม่หลุดออกจากตัวแผ่นโลหะทองแดง ดังแสดงในภาพที่ 5.1



ภาพที่ 5.1 ลักษณะเฉดสีของยาสีร้อนสีเขียวที่ประดิษฐ์ได้ สูตรที่ 5 (ก) ลักษณะของเฉดสีที่ปรากฏในถ้วยอะลูมินา (ข) ชิ้นงานยาสีร้อนสีเขียว (ค) ผงยาสีร้อนสีเขียวบดละเอียด และ (ง) ลักษณะเฉดสีของยาสีร้อนหลังเคลือบลงบนแผ่นโลหะทองแดง

แม้ว่ายาสีร่อนสีเขียวที่ประดิษฐ์ได้จะมีเฉดสีที่เข้มกว่าเฉดสีเขียวของยาสีร่อนที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ แต่ผลการวิจัยนี้สามารถประดิษฐ์ยาสีร่อนสีเขียวเข้มที่เป็นเฉดสีเขียวทางเลือกให้กับการนำไปประยุกต์สร้างสีสันบนตัวเรือนเครื่องประดับได้ โดยเมื่อเทียบเคียงคุณภาพในด้านสมบัติทางกายภาพและสมบัติทางความร้อนของยาสีร่อนสีเขียวที่ประดิษฐ์ได้กับยาสีเขียวที่นำเข้ามาจากต่างประเทศนั้น ถือว่ามีคุณสมบัติที่ใกล้เคียงกันดังแสดงในตารางที่ 5.2 และยาสีร่อนสีเขียวที่ประดิษฐ์ได้ก็ยังสามารถนำมาเคลือบลงยาสีร่อนบนแผ่นโลหะทองแดงได้ โดยไม่เกิดการแตกร้าวและไม่หลุดออกจากตัวแผ่นโลหะทองแดงได้เช่นเดียวกับยาสีร่อนสีเขียวที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ

ตารางที่ 5.2 เปรียบเทียบสมบัติความหนาแน่นและสมบัติทางความร้อนของยาสีร่อนสีเขียวที่นำเข้ามาจากต่างประเทศและยาสีร่อนสีเขียวที่ประดิษฐ์ได้จากสูตรที่ 5

ประเภทของยาสีร่อนสีเขียว	ความหนาแน่น (g/cm ³)	อุณหภูมิการเปลี่ยนโครงสร้างแก้ว (°C)	อุณหภูมิจุดอ่อนตัว (°C)	อุณหภูมิหลอมเหลว (°C)
นำเข้ามาจากต่างประเทศ	3.649	430.83	558.65	700.59
ประดิษฐ์ได้สูตรที่ 5	4.155	367.24	534.10	717.33

อภิปรายผล

ผลการทดลองการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของยาสีร่อนสีเขียวที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยบริษัท รจนาเจียรไน จันทบุรี ด้วยเทคนิคเอ็กซ์เรย์ฟลูออเรสเซนซ์ ผลการตรวจสอบพบว่า ยาสีร่อนที่นำเข้ามาจากต่างประเทศสีเขียว มีตะกั่วออกไซด์เป็นองค์ประกอบหลัก มากกว่า 70 %w/w จึงจัดได้ว่ายาสีร่อนสีเขียวที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ โดยบริษัท รจนาเจียรไน จันทบุรี เป็นแก้วตะกั่ว (ปริมาณตะกั่วออกไซด์มากกว่า 24 %w/w) โดยยาสีร่อนสีเขียว ประกอบด้วยตะกั่วออกไซด์ (PbO) 73.6 %w/w ซิลิกา (SiO₂) 21.9 %w/w เหล็กออกไซด์ (Fe₂O₃) 0.19 %w/w โครเมียมออกไซด์ (Cr₂O₃) 0.64 %w/w และคอปเปอร์ออกไซด์ 3.66 %w/w (CuO) ซึ่งจะมีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกับยาสีร่อนสีเขียวที่ได้จากการศึกษาและการวิจัยยาสีร่อนชนิดก่อนที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ (Cookson Precious Metals Ltd. ประเทศอังกฤษ) จากงานวิจัย ปฐมาภรณ์ ประพิศพงศ์วานิช (ปฐมาภรณ์ ประพิศพงศ์วานิช, 2557) ซึ่งพบว่า ยาสีร่อนสีเขียวจัดเป็นแก้วตะกั่ว เนื่องจากมีปริมาณของตะกั่วเป็นองค์ประกอบมากกว่า 24 %w/w และมีองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ตะกั่ว (Pb)

28.08 %w/w ซิลิกอน (Si) 19.49 %w/w โซเดียม (Na) 8.71 %w/w โพแทสเซียม (K) 2.81 %w/w แมงกานีส (Mn) 1.98 %w/w ไทเทเนียม (Ti) 1.51 %w/w โครเมียม (Cr) 0.84 %w/w เหล็ก (Fe) 0.77 %w/w อะลูมิเนียม (Al) 0.39 %w/w แคลเซียม (Ca) 0.11 %w/w และเซอร์โคเนียม (Zr) 0.07 wt%

ผลการประดิษฐ์ยาสีร้อนสีเขียวที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถประดิษฐ์ยาสีร้อนสีเขียวจากการใช้วัตถุดิบภายในประเทศที่เป็นองค์ประกอบหลัก คือ ซิลิกา จากแหล่งแร่ควอตซ์ในตำบลเขาบายศรี อำเภอนาทม จังหวัดจันทบุรี ได้สำเร็จ โดยผลการวิจัยสามารถประดิษฐ์ยาสีร้อนสีเขียวที่มีเฉดสีเขียวเข้มและสว่างได้จาก สัดส่วนวัตถุดิบตั้งต้นที่ประกอบด้วย ประกอบด้วยตะกั่วออกไซด์ (Pb_3O_4) 73.692 %w/w ซิลิกา (SiO_2) 22.374 %w/w เหล็กออกไซด์ (Fe_2O_3) 0.196 %w/w และคอปเปอร์ออกไซด์ (CuO) 3.739 %w/w นอกจากนี้ ยังสามารถนำมาเคลือบลงยาสีร้อนบนแผ่นโลหะทองแดงได้ โดยไม่เกิดการแตกร้าวและไม่หลุดออกจากตัวแผ่นโลหะทองแดง ต้นแบบยาสีร้อนเขียวที่ได้จากงานวิจัยนี้ จะมีเฉดสีที่แตกต่างจากยาสีร้อนสีเขียวที่ประดิษฐ์ได้จากงานวิจัยของ ปฐมาภรณ์ ประพิศพงค์วานิช (ปฐมาภรณ์ ประพิศพงค์วานิช, 2557) ซึ่งต้นแบบยาสีร้อนสีเขียวที่ได้จะมีเฉดสีเขียวนอ่อน เมื่อนำไปเคลือบลงบนตัวเรือนเครื่องประดับเงิน โดยยาสีร้อนสีเขียวดังกล่าวจะประดิษฐ์จากสารตั้งต้นที่ประกอบด้วยตะกั่วออกไซด์ (Pb_3O_4) ซิลิกา (SiO_2) โพแทสเซียมออกไซด์ (K_2O) โซเดียมออกไซด์ (Na_2O) แคลเซียมออกไซด์ (CaO) อะลูมิเนียมออกไซด์ (Al_2O_3) แมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) เซอร์โคเนียมออกไซด์ (ZrO) และโคบอลต์ออกไซด์ (CoO) ดังนั้น จึงทำให้เฉดสีของยาสีร้อนสีเขียวที่ประดิษฐ์ได้จากงานวิจัยทั้งสองปรากฏสีเขียวที่มีเฉดสีที่ต่างกัน

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการวิจัยและพัฒนาสูตรการประดิษฐ์ยาสีร้อนที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ โดยยังคงรักษาสมบัติต่าง ๆ ของยาสีร้อนให้คงเดิม
2. งานวิจัยนี้สามารถประดิษฐ์ยาสีร้อนสีเขียวเข้ม ด้วยวิธีการหลอมแก้วแบบดั้งเดิมได้ เพื่อเป็นทางเลือกให้กับการนำไปประยุกต์สร้างสีบนตัวเรือนเครื่องประดับ ทั้งนี้ ควรมีการวิจัยและพัฒนาสีร้อนสีน้ำเงิน หรือสีที่สำคัญอื่น ๆ เพิ่มเติมในโครงการวิจัยเฟสต่อไป
3. ควรมีการต่อยอดการนำต้นแบบยาสีร้อนสีเขียวที่ผลิตได้ไปทดลองเคลือบลงยาสีร้อนบนเซรามิกหรือแผ่นโลหะเงิน เพื่อเปรียบเทียบเฉดสีของชิ้นเคลือบยาสีร้อนสีเขียวที่จะปรากฏบนแผ่นเซรามิกหรือโลหะเงินเทียบกับการเคลือบยาสีร้อนบนแผ่นโลหะทองแดง