บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของสีย้อมต่าง ๆ 42 ชนิดซึ่งใช้กันกว้างขวางในประเทศไทย และเป็นสีที่ไม่อนุญาตให้ใช้ผสมในอาหาร เนื่องจากมีพิษต่อร่างกาย สำหรับเทคนิคทางเปเปอร์โครมาโตกราฟีศึกษาโดยใช้ระบบตัวทำละลาย 12 ชนิด คือ

ชนิดที่ 1 สารละลายแอมโมเนียซึ่งเตรียมได้จากการใช้สารละลายแอมโมเนียเข้มข้น (ความถ่วงจำเพาะ 0.91) 1 ลูกบาศก์เซนติเมตรละลายน้ำแล้วทำให้ครบ 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ชนิดที่ 2 สารละลายโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2.5% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในน้ำ

ชนิดที่ 3 สารละลายโซเดียมคลอไรด์ร้อยละ 2% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในสารละลายเอทานอล 50% โดยปริมาตร

ชนิดที่ 4 สารละลายที่ประกอบด้วย 2-เมทิลโพรเพน-1-ออล (ไอโซบิวทานอล), เอทานอล และน้ำ ผสมกันในอัตราส่วน 1:2: 1 โดยปริมาตร

ชนิดที่ 5 สารละลายที่ประกอบด้วย 1-บิวทานอล,กรดอะซิติก เกลเยียล และน้ำ ผสมกันในอัตราส่วน 20: 5: 1 โดยปริมาตร

ชนิดที่ 6 สารละลายที่ประกอบด้วย 2-เมทิลโพรเพน-1-ออล (ไอโซบิวทานอล), เอทานอล และน้ำ ผสมกันในอัตราส่วน 3: 2: 2 โดยปริมาตร แล้วนำสารละลายนี้มา 99 ลูกบาศก์เซนติเมตร เติมสารละลายแอมโมเนียเข้มข้น(ความถ่วงจำเพาะ 0.91) 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ชนิดที่ 7 สารละลายของฟีนอล 80 กรัมในน้ำ 20 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ชนิดที่ 8 สารละลายที่ประกอบด้วย 2-บิวทาโนน (เมทิลเอทิลคีโตน),อะซีโตน,น้ำ และแอมโมเนียเข้มข้น(ความถ่วงจำเพาะ 0.91) ผสมกันในอัตราส่วน 350:150:150:1 โดยปริมาตร

ชนิดที่ 9 สารละลายที่ประกอบด้วย 2-บิวทาโนน (เมทิลเอทิลคีโตน),อะซีโตน และน้ำ ผสมกันในอัตราส่วน 7: 3: 3 โดยปริมาตร

ชนิดที่ 10 สารละลายที่ประกอบด้วยเอทิลอะซีเตต,พิริดีน และน้ำ ผสมกันในอัตราส่วน 11: 5: 4 โดยปริมาตร

ชนิดที่ 11 สารละลายไตรโซเดียมซีเตรต 2% (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในสารละลายแอมโมเนีย 5 % โดยปริมาตร

ชนิดที่ 12 สารละลายที่ประกอบด้วยน้ำ และกรดไฮโดรคลอริก (ความถ่วงจำเพาะ 1.18) ผสมกันในอัตราส่วน 30: 6.5 โดยปริมาตร

ปรากฏว่าระบบตัวทำละลายที่ใช้ได้ดีสำหรับสีย้อมเหล่านี้คือระบบตัวทำละลายชนิดที่ 4,5,6, 8,9,10 เพราะให้โครมาโตแกรมที่จุดแยกของสีย้อมมีขนาดเล็ก ซึ่งทำให้สามารถแยกและพิสูจน์สารได้ผลดี ตลอดจนใช้เวลาในการแยกไม่นานจนเกินไป สำหรับสีไดเรค การใช้ระบบตัวทำละลายเหล่านี้ไม่ได้ผลเพราะให้ค่า R_f ต่ำมาก เนื่องจากสีไดเรคสามารถดูดซับ (absorb) ได้อย่างดีบนกระดาษซึ่งเป็นเซลลูโลส จึงควรใช้ระบบตัวทำละลายชนิดอื่น หรือทำโครมาโตกราฟีของสีไดเรคด้วยวิธีอื่น เช่นใช้ทินแลร์โครมาโตกราฟีแทน จากการเปรียบเทียบการใช้กระดาษ 2 ชนิดคือ กระดาษโครมาโตกราฟีเบอร์ 1 ของ Whatman และกระดาษกรองธรรมดาในการทำโครมาโตกราฟี ปรากฏว่ากระดาษโครมาโตกราฟีเบอร์ 1 ให้ผลดีกว่า กระดาษกรองธรรมดาจะให้โครมาโตแกรมที่จุดแยกของสีย้อมใหญ่กว่า เพราะมีการกระจายตัวของสีบนเซลลูโลสมากกว่า แต่จากค่า R_f ที่ได้ก็สามารถใช้กระดาษกรองธรรมดาในการทำเปเปอร์โครมาโตกราฟีของสีย้อมได้ โดยสามารถใช้ในการแยกและพิสูจน์สีย้อมจากตัวอย่างอาหาร และลิปสติคได้ ถึงแม้ว่าการแยกจะได้ผลไม่ดีเท่ากระดาษโครมาโตกราฟี จากการวิจัยนี้จึงทำให้ทราบว่าสามารถใช้กระดาษกรองธรรมดาซึ่งมีราคาถูกกว่ากระดาษโครมาโตกราฟีเบอร์ 1 ของ Whatman ในการวิเคราะห์สีในอาหารและลิปสติคได้ จึงใคร่ขอแนะนำให้ใช้เพราะจะเป็นการประหยัดได้มาก

สำหรับเทคนิคทางวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมตรี ได้บันทึกสเปกตราของสารละลายสีย้อมที่มี pH ต่าง ๆ กัน และรายงานค่าความยาวคลื่นที่แสงถูกดูดกลืนได้ดีของสีย้อมแต่ละชนิดในสารละลาย pH ต่าง ๆ กันไว้ ปรากฏว่าสีย้อมส่วนใหญ่มีความยาวคลื่นที่แสงถูกดูดกลืนได้มากที่สุดคงที่เมื่อ pH เปลี่ยนแปลงไป นอกจากเมื่อ pH สูงมาก ๆ (pH ประมาณ 13) หรือ pH ต่ำมาก ๆ (pH ประมาณ 1) แต่สีบางชนิดเช่น คองโก เรด,อิริโอโครม เรด จี,ออเรนจ์ จีที,ลานาเพิล ฟาสท์ เยลโลว์ จีอาร์ มีความยาวคลื่นที่แสงถูกดูดกลืนได้มากที่สุดเปลี่ยนแปลงไปมากเมื่อ pH เปลี่ยนไป

เทคนิคทางอินฟราเรดสเปกโตรโฟโตเมตรี ได้บันทึกอินฟราเรดสเปกตราของสีย้อมในช่วง 4000-650 เซนติเมตร$^{-1}$ ปรากฏว่าสีย้อมแต่ละชนิดให้อินฟราเรดสเปกตรัมต่างกันโดยเฉพาะใน

ช่วงของ fingerprint (2000-650 เซนติเมตร $^{-1}$) นอกจากนี้สีย้อมแต่ละชนิดยังมีคุณสมบัติในการเกิดปฏิกิริยาเคมีกับสารต่าง ๆ แตกต่างกันอีกด้วย

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ของสีย้อมที่ศึกษาในการวิจัยนี้ได้นำมาใช้ในการแยกและวิเคราะห์สีย้อมในอาหาร,สีบรรจุซอง และสีย้อมในลิปสติก จากการวิเคราะห์สีในอาหาร 200 ชนิด พบว่าเป็นสีย้อมร้อยละ 42.5 โดยในอาหารหวาน 156 ชนิด พบสีย้อมร้อยละ 39.1 และในอาหารคาว 44 ชนิด พบสีย้อมร้อยละ 55.5 สีย้อมที่พบส่วนใหญ่คือ โรดามีน บี ในอาหารที่มีสีชมพู นอกจากนี้พบ ออเรนจ์ II,ออรามีน,มาลาไคท์ กรีน,ออเรนจ์ อาร์เอน และสีย้อมอื่น ๆ

จากการวิเคราะห์สีบรรจุซองซึ่งเรียกว่าสีเยอรมัน พบว่าส่วนใหญ่เป็นสีย้อม ซึ่งได้แก่ โรดามีน บี,ออรามีน,มาลาไคท์ กรีน,ออเรนจ์ II,และสีย้อมอื่น ๆ มีเพียงตัวอย่างเดียวเท่านั้นที่เป็นสีที่อนุญาตให้ใช้ผสมในอาหารได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้สีเหล่านี้ในการปรุงแต่งสีสันของอาหาร

สำหรับการวิเคราะห์ลิปสติกซึ่งเป็นเครื่องสำอางที่สามารถจะเข้าสู่ร่างกายโดยทางปาก และสามารถให้ผลต่อร่างกายได้เช่นเดียวกับสีที่ผสมในอาหาร พบว่าลิปสติกประกอบด้วยสี 1-4 ชนิด การวิเคราะห์สีในลิปสติกด้วยเทคนิคทางเปเปอร์โครมาโตกราฟี โดยใช้ระบบตัวทำละลาย 12 ชนิด นี้ได้ผลดีพอสมควร แต่เนื่องจากสีในลิปสติกที่ทำการวิเคราะห์ 30 ตัวอย่างใช้สีย้อมที่ต่างไปจากสีย้อม 42 ชนิดที่ศึกษา จึงไม่สามารถพิสูจน์สีย้อมในลิปสติกได้ นอกจากลิปสติก 2 ตัวอย่าง พบโรดามีน บี ซึ่งเป็นสีที่อนุญาตให้ใช้ในเครื่องสำอาง (D&C Red No.19) ดังนั้นจึงควรศึกษาคุณสมบัติของสีย้อมอื่น ๆ ที่ยังไม่ได้ศึกษาให้มากขึ้นไปอีก เพื่อให้สามารถพิสูจน์สีในลิปสติกได้

จากการวิเคราะห์สีย้อมในอาหาร จะเห็นว่าในปัจจุบันยังมีการใช้สีย้อมซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย และทำให้เสียสุขภาพ มาปรุงแต่งสีสันของอาหารให้สวยงามสะดุดตา และจูงใจผู้บริโภคอีกมาก ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการบริโภคอาหารผสมสี และสำหรับผู้ผลิตก็ควรเลือกใช้สีผสมอาหารให้ถูกต้องหรือไม่ใส่สีเลย โดยเฉพาะอาหารคาวนั้นไม่ควรใช้สี ซึ่งในขณะนี้กระทรวงสาธารณสุขก็ได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 55 (พ.ศ.2524) [64] ไม่ให้ใช้สีทุกชนิดในอาหารคาวต่าง ๆ ผลไม้ และผักดอง นอกจากนี้ในลิปสติกก็ตรวจพบสีย้อมซึ่งถึงแม้ว่าจะเป็นสีที่อนุญาตให้ใช้ผสมในเครื่องสำอาง (D&C Colors) ก็เป็นอันตรายต่อร่างกายได้เช่นเดียวกัน ฉะนั้นน่าที่ผู้รับผิดชอบต่อการควบคุมการใช้สีย้อมควรจะมีมาตรการที่ดีกว่านี้ และทำการประชาสัมพันธ์ถึงโทษการใช้สีผิด ๆ ให้ประชาชนทราบ โดยเฉพาะผู้แทนจำหน่ายส่งและปลีกทั้งหลายให้ช่วยแนะนำการใช้ให้แก่ผู้ซื้อด้วย