



บทที่ 4

อภิปรายผลการวิจัย

สารละลายค่าแอสดและลูกพุดคุดกลืนแสงสูงสุด เมื่อใช้ 50% เอทานอล เป็นตัวเทียบ (blank) ที่มีความยาวคลื่น 460 และ 440 นาโนเมตรตามลำดับ ส่วนสารละลายครึ่ง เมื่อใช้น้ำเป็นตัวเทียบจะดูดกลืนแสงได้สูงสุดที่ความยาวคลื่น 490 นาโนเมตร โดยใช้ Spectrophotometer

การหาปริมาณสารตัวอย่างที่ให้ประสิทธิภาพในการสกัดสูงสุดโดยการใช้ค่าแอสด, ลูกพุด และครึ่งหนักตัวอย่างละ 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 กรัม แล้วสกัดด้วยสารสกัดจำนวน 100 มิลลิลิตร นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 460, 440 และ 490 นาโนเมตร สำหรับค่าแอสด, ลูกพุด และครึ่ง ตามลำดับ ได้ค่าดังแสดงในตารางที่ 3 จากค่าที่ได้หาช่วงที่มีประสิทธิภาพการสกัดสูงสุดโดยพิจารณาจากค่าการดูดกลืนแสงที่เพิ่มขึ้นเมื่อน้ำหนักตัวอย่างเพิ่มขึ้น 5 กรัม และทำให้ความเข้มข้นของสารละลายสีเพิ่มขึ้นมากกว่าในช่วงอื่น พบว่าเมื่อใช้ค่าแอสดหนัก 5 กรัม สกัดด้วยสารสกัด 100 มิลลิลิตร จะให้ประสิทธิภาพการสกัดสูงสุด เมื่อใช้ลูกพุด 30 กรัม และครึ่ง 20 กรัม สกัดในสารสกัด 100 มิลลิลิตร ก็จะให้ประสิทธิภาพการสกัดสูงสุดเช่นกัน

เมื่อนำสารละลายสีมาพ่นแห้งเป็นสีผงโดยใช้มอลโทเด็กซ์ทริน แป้ง เจลาติน หรือส่วนผสมของสารเจือจางทั้ง 3 แล้วคุณลักษณะสีผง, การละลายและผลได้ (yield) เพื่อพิจารณาว่าสีผงสูตรใดเป็นสูตรที่ดีที่สุด ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

ค่าแอสด สูตรที่ให้ผลได้สูงและการละลายดีคือ สูตรที่ 1 (ตารางที่ 5) ซึ่งใช้เจลาตินเป็นสารเจือจาง (diluent) ให้ผลได้ถึงร้อยละ 95 และการละลายน้ำดีมาก ลูกพุด สูตรที่ให้ผลได้สูง และการละลายดีคือ สูตรที่ 2 (ตารางที่ 6) ซึ่งใช้ 10% มอลโทเด็กซ์ทริน, 3% เจลาติน และ 7% แป้ง เป็นสารเจือจาง ให้ผลได้ถึงร้อยละ 97 แต่เมื่อเทียบคุณการละลายพบว่าสูตรที่ 4 ซึ่งใช้ 5% เจลาตินแม้จะให้ผลได้เพียงร้อยละ 95 แต่การละลายดีกว่า ดังนั้นสูตรที่ 4 จึงเป็นสูตรที่ดีที่สุดในการพ่นแห้งสารละลายลูกพุด

จากหนังสือคู่มือการพ่นแห้ง Buchi Mini Spray Information No.1 ได้แนะนำว่าสารเจือจางที่เหมาะสมในการพ่นแห้งสีกลุ่มคาโรทีนอยส์คือ เจลาติน จากการทดลองพบว่าปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการใช้พ่นแห้งค่าแสดงคือ 10% และปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมในการพ่นแห้งสารละลายลูกพุด คือ 5% เจลาติน ถ้าใช้เจลาตินปริมาณมากเกินไปในการเป็นสารเจือจางในการพ่นแห้ง จะทำให้สีผงที่ได้เป็นโม่เป็นขุยมุมนุ่ม ๆ ไม่เป็นผง ครั้ง พบว่าเมื่อใช้เจลาตินเป็นสารเจือจางในการพ่นแห้งจะทำให้สารละลายครั้งเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีม่วงซีด ๆ เนื่องจาก Laccatic acid เป็นสารพวก mordant dye และละลายตัวได้ง่าย (Thomson, 1971) จึงไม่ได้ใช้เจลาตินเป็นสารเจือจางสำหรับครั้งคงใช้แต่มอลโทเด็กซ์ทริน และแป้งเท่านั้น และสูตรที่ให้ผลได้ และการละลายน้ำดีกว่าสูตรอื่น คือ สูตรที่ 3 (ตารางที่ 7) ซึ่งใช้ 15% มอลโทเด็กซ์ทริน และ 5% แป้งเป็นสารเจือจาง

สำหรับสีผงที่ได้จากการพ่นแห้งทั้ง 3 สี พบว่าเมื่อนำไปเทียบกับสีมาตรฐานในหนังสือ Munsell Book of Color ไม่สามารถบอกถึงความแตกต่างของสีของแต่ละสูตรได้ (ตารางที่ 8) จึงใช้วิธีดูด้วยตาเปล่าให้คะแนนสีผงจากเข้ม → อ่อน มีคะแนนเท่ากับ 4 → 1 ซึ่งจากการสังเกตพบว่าสีผงที่ได้จากสูตรที่มีมอลโทเด็กซ์ทรินผสมอยู่เป็นส่วนใหญ่จะมีความเข้มของสีมากกว่าสูตรอื่น ทั้งนี้เนื่องจากมอลโทเด็กซ์ทรินดูดความชื้นได้ง่ายจึงดูดความชื้นสู่สีผงบ้าง ทำให้สีผงที่ได้เข้มกว่าในสูตรอื่น

สีผงเมื่อนำมาละลายและเติมลงในสารละลายพีเอชต่าง ๆ (ตารางที่ 9, 10, 11) พบว่าสีจากค่าแสดงและลูกพุดซึ่งเป็นสีกลุ่มคาโรทีนอยส์มีความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอชได้ดี แต่สีจะอ่อนลงบ้างในพีเอชที่เป็นค่าต่างมาก (ระดับพีเอช 12) สำหรับค่าแสดงในพีเอชกรดมาก (พีเอช 2) สีจะเปลี่ยนเป็นส้มมากขึ้น (2.5 YR 7/12) (Bauernfeind, 1981)

สำหรับสีจากครั้งซึ่งเป็นสีในกลุ่มแอนโทควินโนนจะเปลี่ยนแปลงตามพีเอชของอาหารได้ง่าย พบว่าในช่วงพีเอช 5-6 สีจะเป็นสีแดง (10 R 5/12) ส่วนช่วงพีเอช 7-9 สีจะเริ่มเปลี่ยนเป็นสีแดงอมม่วง (7.5 R 6/12) และในช่วงพีเอชที่เป็นค่าที่พีเอช 12 สีจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงแดง (10 R 5/12) ดังนั้นการจะใช้สีผงจากครั้งแต่งสีอาหาร

จึงต้องพิจารณาถึงพีเอชของอาหารด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าสีจากผงครั่ง เมื่อละลายในน้ำประปา จะได้สีชมพูอมม่วง ซึ่งน้ำประปามีพีเอช 6.8 เท่านั้น ดังนั้นสีที่เกิดขึ้นนี้คงไม่ได้ขึ้นกับพีเอชของน้ำประปา แต่เกิดจากปฏิกิริยาของสี กับสารส้มในน้ำประปาเกิดเป็นสาร Laccarmines ซึ่งมีสีชมพูอมม่วง (วิเชียร จีระวงส์, 2525)

เมื่อนำสารละลายสีในพีเอชต่าง ๆ เก็บในตู้เย็นนาน 1 สัปดาห์ พบว่าสีส่วนใหญ่ของคำแสดและลูกพุดคงเดิม แต่สีจากครั่งจะซีดไปบ้าง เนื่องจากสีจากครั่งเป็นสารพวก Laccic acid ซึ่งเป็น hydroxy anthraquinone carboxylic acid ซึ่งสลายตัวได้ง่าย (The wealth of India Raw Materials, 1962)

ในการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและสารหนู แม้ปัจจุบันกระทรวงสาธารณสุขได้อนุญาตให้ใช้สีจากธรรมชาติเป็นสีผสมอาหารได้ แต่ก็ยังไม่มีมาตรฐานเพื่อควบคุมคุณสมบัติของสีในแง่นี้ ดังนั้นการพิจารณาว่าสีผงที่ได้มีคุณสมบัติใช้เป็นสีผสมอาหารที่ปลอดภัยได้หรือไม่ จึงใช้มาตรฐานของคณะกรรมการอาหารและยาประเทศสหรัฐอเมริกา (FDA) (ภาคผนวกตารางที่ 21) ซึ่งในสีสกัดจากคำแสด (Annatto extract) ปริมาณสารหนูต้องไม่เกิน 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ppm) และปริมาณตะกั่วต้องไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (Bauernfeind, 1981) สำหรับสีจากลูกพุดและครั่งไม่มีข้อกำหนดดังกล่าวจึงยึดมาตรฐานเดียวกันในการพิจารณา

จากการวิเคราะห์ตะกั่วและสารหนูในสีผงที่ได้จากคำแสด, ลูกพุด และครั่ง พบว่ามีปริมาณตะกั่วและสารหนูน้อยกว่าข้อกำหนดมาก (ตารางที่ 12) จึงสรุปได้ว่าสีผงที่ได้มีความปลอดภัยจากตะกั่วและสารหนู

เมื่อนำสีผงที่ได้บรรจุในภาชนะต่าง ๆ คือ ซองอลูมิเนียม, ขวดแก้วสีชา และขวดพลาสติก เก็บไว้ 3 เดือน แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและสารหนูอีกครั้ง พบว่าปริมาณตะกั่วและสารหนูจากสีผงที่บรรจุในภาชนะต่าง ๆ มีปริมาณที่ไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 13) ทั้งนี้เนื่องจากภาชนะบรรจุทุกชนิดโดยเฉพาขวดพลาสติกบรรจุอาหารและยา มีมาตรฐานกำหนดปริมาณตะกั่วและสารหนู (มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ฉบับที่ 655, 2529) ซึ่งสารเหล่านี้จะละลายออกมาสู่อาหารได้โดยใช้ตัวทำละลายที่มีอุณหภูมิเฉพาะเช่น

สำหรับภาชนะและเครื่องใช้พลาสติกประเภทธรรมดา ใช้แก้วทำลายที่มีอุณหภูมิ 60 °C เป็นต้น สำหรับสีผงมีลักษณะเป็นของแข็งเป็นผง และเก็บที่อุณหภูมิห้อง จึงไม่ทำให้สารปนเปื้อนเหล่านี้ละลายจากภาชนะมาสู่สีผงได้

ภาชนะบรรจุที่ดีที่สุดในการเก็บสีผงคือ ขงอลูมิเนียม รองลงมาคือ ขวดแก้ว ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันความชื้น ออกซิเจน ก๊าซ และกลิ่นได้ดีสมบูรณ์ เนื่องจากขงอลูมิเนียมสามารถปิดสนิทได้สามารถป้องกันความชื้นได้ดีกว่าขวดแก้ว สำหรับขวดพลาสติกไม่เหมาะที่จะนำมาเก็บสีผง เนื่องจากความชื้นสามารถซึมผ่านผนังของภาชนะพลาสติกได้ โดยเฉพาะขวดพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนจะยอมให้อิอน้ำและก๊าซต่าง ๆ ซึมผ่านได้มาก (การุณี ฤทธิมนต์, 2529)

ความชื้นที่เพิ่มขึ้นในสีผงซึ่งเก็บในช่วงระยะเวลาที่ต่างกันจะแตกต่างกัน พบว่าเดือนแรกปริมาณความชื้นจะเพิ่มมากกว่าเดือนที่สอง และมากกว่าเดือนที่สาม เนื่องจากในเดือนแรกสีผงจะแห้งกว่าในเดือนอื่น ๆ จึงดูดความชื้นได้มากกว่าเดือนอื่น ๆ

ในการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อสีในอาหาร พบว่าผู้บริโภคยอมรับในสี กลิ่น รส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมของขนมลูกชุบ ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งได้ผลเช่นเดียวกับการศึกษาของสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย เกี่ยวกับการใช้สีค่าแสดงในขนมเค้ก โดยเปรียบเทียบกับสีสังเคราะห์ (มยุรี ภาคลำเจียก และ สุภัทรา มั่นสกุล, 2522) แต่สำหรับขนมพาย พบว่าการยอมรับของผู้บริโภคในเรื่องสีและความชอบรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยผู้บริโภคนิยมขนมพายแต่งสีจาก Tartarazine, ค่าแสดงมากที่สุด รองลงมาคือ Sunset yellow, ลุกพุด Carmoisine และขนมพายไม่ใส่สี ผู้บริโภคนิยมขนมพายแต่งสีครั้งน้อยที่สุด ส่วนการยอมรับในกลิ่น รส เนื้อสัมผัสของผู้บริโภคต่อขนมพายแต่งสีไม่พบความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95