



ผลการวิจัย

เมื่อนำสารละลายเมล็ดคำแสด, ลูกพุด และครึ่งมาวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ ด้วยเครื่อง Ultraviolet spectrophotometer (PYE UNICAM SP 1800) พบว่าสารละลายทั้งสามจะดูดกลืนแสงมากที่สุดที่ความยาวคลื่น 460, 440 และ 490 นาโนเมตร ตามลำดับ

เมื่อนำคำแสด, ลูกพุด และครึ่ง ปริมาณต่าง ๆ กันมาสกัดด้วยสารละลาย สกัด 100 มิลลิลิตร จะได้สีที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กัน นำสารละลายที่ได้มาอย่างละ 1 หยด เจือจางให้เป็น 25 มิลลิลิตร ในขวดปริมาตรด้วยสารละลายสกัด ใช้ 50% เอทานอล เป็นตัวเทียบ (blank) สำหรับสารละลายคำแสด และลูกพุด ส่วนสารละลาย ครึ่งนั้นใช้น้ำกลั่นเป็นตัวเทียบ (blank) นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 460, 440 และ 490 นาโนเมตร ตามลำดับ จะได้ค่าการดูดกลืนแสงดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงค่าการดูดกลืนแสงของคำแสด, ลูกพุดและครึ่ง เมื่อนำมาสกัดด้วย สารละลายสกัด

น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้สกัด	ค่าการดูดกลืนแสง		
	คำแสด (460 nm)	ลูกพุด (440 nm)	ครึ่ง (490 nm)
5 กรัม	0.260 [*]	0.038	0.026
10 กรัม	0.335	0.062	0.044
15 กรัม	0.455	0.088	0.055
20 กรัม	0.560	0.108	0.118 [*]
25 กรัม	0.610	0.132	0.149
30 กรัม	0.615	0.190 [*]	0.154

* ความเข้มข้นที่สกัดสีออกมาได้ประสิทธิภาพสูงสุด

เมื่อนำค่าแสด 5 กรัม เติม 100 มิลลิลิตร 3% โนแทสเชื่อมไฮดรอกไซด์ ใน 50% เอทธานอล เขย่าให้เข้ากันทุก 15 นาที นาน 1 ชั่วโมง แล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อให้การสกัดสมบูรณ์ กรองผ่านผ้าขาวบาง เติม 2% คินเบาเป็น สารช่วยกรอง กรองผ่านกรวยกรองโดยใช้กระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 ได้สารละลายสีน้ำตาลเข้ม นำไปทำให้เป็นสีผงโดยนำไปผสมกับสารเจือจาง (diluent) ชนิดต่าง ๆ ตามตารางที่ 5

เนื่องจากปริมาณสารสีที่มีอยู่ในธรรมชาติจะมีปริมาณน้อยมาก ประมาณ 1-5% โดยน้ำหนัก (อุคม กาญจนปกรณ์ชัย และธีรารมณ รางแดง, 2524) ดังนั้นการคำนวณผลได้จึงไม่นำค่านี้มาคิด คงคิดจากปริมาณสีผงที่ได้ ต่อปริมาณสารเจือจางที่เติมลงไป

เมื่อนำลูกหุด 30 กรัม เติม 100 มิลลิลิตร 50% เอทธานอล เขย่าทุก 15 นาที นาน 1 ชั่วโมง ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง เพื่อให้การสกัดสมบูรณ์ กรองผ่านผ้าขาวบางแล้ว กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 โดยใช้ Buchner funnel แล้วนำสารละลายสีที่ได้มา เติมสารเจือจางชนิดต่าง ๆ ในความเข้มข้นต่าง ๆ แล้วนำไปพ่นแห้งได้ผลดังตารางที่ 6

เมื่อนำผงครึ่ง 20 กรัม เติมน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร ต้มให้เดือด กรองผ่านผ้าขาวบาง แล้วกรองผ่านกรวยกรองโดยใช้กระดาษกรองเบอร์ 1 ได้สารละลายสีแดง นำไประเหยให้เหลือปริมาตร 1 ใน 3 โดยเครื่องระเหยแบบหมุน ที่อุณหภูมิ 70 °ซ ได้สารละลายสีแดงเข้ม นำไปผสมสารเจือจางในอัตราส่วนต่าง ๆ กันนำไปพ่นแห้งได้สีผงดังตารางที่ 7

สีผงที่ได้เมื่อนำไปเทียบสีกับสีมาตรฐานใน Munsell Book of Color ซึ่งเป็นวิธีการวัดสีที่รายงานค่าของสีเป็น Hue Value/Chroma ดังแสดงในตารางที่ 8 โดย Hue บอกเป็นตัวเลขและอักษรของสีต่าง ๆ เรียก Hue Symbol Value เป็นตัวเลขแสดงสีจากสีแก่ไปสีอ่อน มีตัวเลขตั้งแต่ 2.5 ไปจนถึง 9 Chroma เป็นตัวเลขแสดงความเข้มข้นของสี มีตัวเลขจาก 1 ไปถึง 16

ตารางที่ 5 ลักษณะสีผงจากการพ่นแห้งสารละลายค่าผลซึ่งผสมสารเจือจางต่าง ๆ

สูตร	ส่วนผสมของ สารเจือจาง	ลักษณะสีผง	การละลาย	ผลได้* (yield)
1	10% เจลาติน	ผงสีส้มฟูเมื่อพ่นออกมา ไม่ติดเครื่องพ่น ไม่ติด ไซโคลน	ดีมาก	95%
2	7.5% มอลโทเด็คซ์- ทริน 5% แป้ง 7.5% เจลาติน	ผงสีส้มแห้งละเอียดขึ้นง่าย ติดเครื่องพ่นเล็กน้อย ติดไซโคลนเล็กน้อย	ละลายน้ำเย็น ดีพอควร มีผงลอยเล็กน้อย และละลายได้ดีใน น้ำอุ่น	58.5%
3	5% เจลาติน 5% แป้ง 10% มอลโทเด็คซ์- ทริน	ผงแห้งละเอียดสีส้มขึ้นง่าย ติดเครื่องพ่นเล็กน้อย ไม่ติดไซโคลน	ละลายดีในน้ำอุ่น มีผงลอยอยู่บ้าง คนก็ละลายใน น้ำเย็น	62.5%
4	7.5% เจลาติน 2.5% แป้ง 10% มอลโทเด็คซ์ทริน	ผงสีส้มแห้งละเอียด ขึ้นง่าย ติดเครื่องพ่น ติดไซโคลนเล็กน้อย	ละลายดีใน น้ำเย็น และละลาย ดีมากในน้ำอุ่น	55.5%

$$* \text{ yield (ผลได้) } = \frac{\text{ปริมาณสีผงที่ได้}}{\text{ปริมาณสารเจือจางที่เติมลงไป}}$$

ตารางที่ 6 ลักษณะสีผงจากการพ่นแห้งสารละลายลูกนุ้ซึ่งผสมสารเจือจางต่าง ๆ

สูตร	ส่วนผสมของสารเจือจาง	ลักษณะสีผง	การละลาย	ผลได้*
1	10% มอลโทเด็คซ์ทรีน 10% แป้ง	ผงสีเหลืองสด แห้งละเอียด ติดไซโคลนและ เครื่องพ่น	ละลายได้ดีมากใน น้ำอุ่น แต่ในน้ำเย็น มีผงลอยอยู่บ้าง	86%
2	10% มอลโทเด็คซ์ทรีน 3% เจลาติน 7% แป้ง	ผงละเอียด เล็กน้อย ไม่ติด ไซโคลนและ เครื่องพ่น	ละลายน้ำดี	97%
3	10% แป้ง 3% เจลาติน 7% มอลโทเด็คซ์ทรีน	ผงละเอียด เล็กน้อย ไม่ติด ไซโคลน แต่ติด เครื่องพ่น	ละลายได้ดี ในน้ำอุ่น แต่ใน น้ำเย็นมีผง ลอยอยู่	76.5%
4	5% เจลาติน	ผงละเอียดมาก ไม่ติดไซโคลน	ละลายน้ำดีมาก	95%

$$* \text{ yield (ผลได้) } = \frac{\text{ปริมาณสีผงที่ได้}}{\text{ปริมาณสารเจือจางที่เติมลงไป}}$$

ตารางที่ 7 ลักษณะสีผงจากการพ่นแห้งสารละลายครึ่งซึ่งผสมสารเจือจางต่าง ๆ

สูตร	ส่วนผสมของสารเจือจาง	ลักษณะสีผง	การละลาย	ผลได้*
1	10% มอลโทเด็ทซ์ทริน 10% แป้ง	ผงสีปนแดง ไม่ติด ไซโคลน ติดเครื่อง พ่นบ้าง	ละลายน้ำดี แต่ มีผงสีบางส่วน ลอย	54%
2	15% แป้ง 5% มอลโทเด็ทซ์ทริน	ผงสีแดงอ่อนกว่า ไม่ติดไซโคลน ติดเครื่องพ่นบางส่วน	ละลายน้ำช้า มี ผงสีลอยตัวมาก	49%
3	15% มอลโทเด็ทซ์ทริน 5% แป้ง	ผงสีปนแดง ไม่ติด ไซโคลน ติดเครื่อง พ่นเล็กน้อย	ละลายน้ำดีมาก	61%

$$* \text{ (yield) ผลได้} = \frac{\text{ปริมาณสีผงที่ได้}}{\text{ปริมาณสารเจือจางที่เติมลงไป}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 8 แสดงค่าสีของสีผงตามสัญลักษณ์ Munsell และความสว่างของสี
เมื่อคู่ด้วยตาเปล่า *

แหล่งสี	การวัดสี	
	Munsell	ตาเปล่า
ค่าแสดง		
สูตร 1	7.5 YR 7/12	+3
2	7.5 YR 7/12	+2
3	7.5 YR 7/12	+2
4	7.5 YR 7/12	+4
ลูกพูด		
สูตร 1	2.5 Y 8/12	+2
2	2.5 Y 8/12	+4
3	2.5 Y 8/12	+2
4	2.5 Y 8/12	+3
ครึ่ง		
สูตร 1	5 R 6/6	+3
2	5 R 6/6	+2
3	5 R 6/6	+4

* การคู่ด้วยตาเปล่า ให้คะแนนความสว่างและมืดของสีผง โดยให้คะแนนจาก
สว่าง → มืด มีค่าเท่ากับ 4 → 1

การเก็บสีผงในซองอลูมิเนียมและเก็บในเคซิเคเตอร์เป็นเวลา 3 เดือน ไม่พบความแตกต่างของสีในสีผง โดยสีผงจากค่าแสดงทั้ง 4 สูตร มีค่าของสีเป็น 7.5 YR 7/12 สีของลูกฟุตบอลทั้ง 4 สูตรมีค่าของสีเป็น 2.5 Y 8/12 และสีจากครั้ง ทั้ง 3 สูตรมีค่าของสีเป็น 5 R 6/6

ความคงตัวของสีผงเมื่อนำมาละลายในสารละลายพีเอชต่าง ๆ แล้วเก็บ ในตู้เย็น 1 สัปดาห์ พบว่าพีเอชที่เป็นกรดมาก และต่างมากจะมีผลกับสีผงทั้ง 3 ชนิด โดยเฉพาะสีจากครั้งพบว่าค่อนข้างไวต่อการเปลี่ยนแปลงพีเอช ดังแสดงในตารางที่ 9, 10 และ 11

ส่วนผลการวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและสารหนูในสีผง ได้แสดงค่าตาม ตารางที่ 12

เมื่อนำสีผงทั้ง 3 บรรจุในภาชนะบรรจุต่าง ๆ คือ ซองอลูมิเนียมฟลอยด์, ขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน และขวดแก้วสีชา เก็บไว้ 3 เดือน นำไปวิเคราะห์ หาปริมาณตะกั่ว และสารหนู ได้ค่าตามตารางที่ 13

สำหรับการหาภาชนะบรรจุสีผงที่เหมาะสมว่าสามารถกันความชื้นได้ดีเพียงใด ดูจากปริมาณความชื้นที่เพิ่มขึ้นในสีผง โดยวิธี Hot Air Oven Method ได้ผลดังแสดง ในตารางที่ 14, 15 และ 16

เมื่อนำสีผงทั้งสามมาบรรจุในภาชนะบรรจุ ซองอลูมิเนียม ขวดแก้ว และขวด พลาสติก เก็บไว้นาน 3 เดือน นำมาดูการเปลี่ยนแปลงลักษณะและสีของสีผงทั้งสามโดย การเทียบจากหนังสือ Munsell Book of Color (ตารางที่ 17) และดูความแตกต่าง ของสีซึ่งไม่สามารถเทียบจากหนังสือด้วยตาเปล่า (ตารางที่ 18) พบว่าสีที่เก็บในซองอลูมิ นีเนียมและในขวดแก้วจะยังคงเป็นผงละเอียด สีที่เก็บในขวดพลาสติกพบว่าสีจากครั้งทุกสูตร ยังคงเป็นผงเหมือนเดิม แต่สีจากค่าแสดงและลูกฟุตบอลจะจับกันเป็นก้อน และเมื่อนำสีผงไปเทียบ สีใน Munsell book ก็จะไม่พบว่ามีสีต่างไปจากสีเดิม (ตามตารางที่ 17)

เมื่อนำสีค่าแสดง, ลูกฟุตบอล และครั้ง มาผสมในอาหารขนมลูกชุบและขนมปุยฝ้าย การยอมรับในสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของผู้บริโภค แสดงในตารางที่ 19-20

ในการหาภาชนะบรรจุที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการเก็บสีผง โดยพิจารณา จากความสามารถในการป้องกันความชื้น ซึ่งนอกจากตัวภาชนะบรรจุเองแล้ว ได้

พิจารณาถึงปัจจัยร่วมอื่น ๆ ด้วย คือ ส่วนผสมของสารเจือจางที่ต่างกัน (สูตรต่างกัน) ภาชนะบรรจุที่ต่างกัน และระยะเวลาการเก็บที่ต่างกัน โดยใช้ Analysis of Variance พบว่า

ค่าแสดง จากข้อมูลน้ำหนัก(ความชื้น)ของสีผงจากค่าแสดงที่เพิ่มขึ้นเมื่อบรรจุในภาชนะต่าง ๆ แล้วเก็บเป็นเวลา 1,2 และ 3 เดือน (ตารางที่ 14) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยพิจารณาปัจจัยเดียวพบว่าสีที่แตกต่างกันทั้ง 4 สูตร และระยะเวลาการเก็บที่ต่างกันไม่มีผลทำให้สีผงดูดความชื้นเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน (ภาคผนวกตารางที่ 22 และ 23) แต่พบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้สีผงดูดความชื้นเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 24) เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างสูตรและระยะเวลาที่เก็บ, สูตรและภาชนะบรรจุ, ภาชนะบรรจุและระยะเวลาที่เก็บสีผง พบว่าการดูดความชื้นของสีผงไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 25,26 และ 27)

ลูกพูด จากข้อมูลน้ำหนัก(ความชื้น) ของสีผงจากลูกพูดที่เพิ่มขึ้นเมื่อเก็บสีในภาชนะต่าง ๆ แล้วเก็บเป็นเวลา 1,2 และ 3 เดือน (ตารางที่ 15) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยพิจารณาจากปัจจัยเดียวพบว่าส่วนประกอบของสีที่แตกต่างกัน 4 สูตร และระยะเวลาที่เก็บสีผงไม่มีผลทำให้สีผงดูดความชื้นเพิ่มขึ้นแตกต่างกัน (ภาคผนวกตารางที่ 28 และ 29) แต่พบว่าภาชนะบรรจุมีผลทำให้สีผงดูดความชื้นเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 30) เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างสูตรและระยะเวลาที่เก็บ, สูตรและภาชนะบรรจุ พบว่าการดูดความชื้นของสีผงไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 31 และ 32) แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างภาชนะบรรจุและระยะเวลาที่เก็บสีผง พบว่าสีผงดูดความชื้นเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 33)

สีครึ่ง จากข้อมูลน้ำหนัก(ความชื้น)ของสีผงจากครึ่งที่เพิ่มขึ้นเมื่อบรรจุในภาชนะต่าง ๆ แล้วเก็บเป็นเวลา 1,2 และ 3 เดือน (ตารางที่ 16) เมื่อนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยพิจารณาจากปัจจัยเดียว พบว่าส่วนประกอบที่แตกต่างกันของสีผงจากครึ่งไม่มีผลทำให้สีผงดูดความชื้นเพิ่มขึ้นแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 34)

แต่ภาษาบรรจุที่แตกต่างกันและระยะเวลาที่แตกต่างกันนั้นมิผลทำให้สีผงจากครั้งดูดความชื้นเพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 35 และ 36) และเมื่อพิจารณาจากปัจจัยร่วมระหว่างสูตรและระยะเวลาที่เก็บ, สูตรและภาษาบรรจุ พบว่าการดูดความชื้นของสีผงไม่แตกต่างกันทั้งระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 37, 38) แต่เมื่อพิจารณาปัจจัยร่วมระหว่างภาษาบรรจุ และระยะเวลาที่เก็บสีผง พบว่าสีผงดูดความชื้นเพิ่มขึ้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 39)

ในการศึกษาความยอมรับของผู้บริโภคต่อการใช้สีในอาหาร เนื่องจากใช้อาสาสมัครเพียง 10 คน และการแจกแจงไม่ถือว่าเป็นการแจกแจงแบบปกติทางสถิติ เนื่องจากอาจมีอคติ (bias) ในกลุ่มอาสาสมัครทำให้การให้คะแนนคาดเคลื่อนไปบ้าง การทดลองทางสถิติที่เหมาะสมจึงเป็นแบบ non-parametric แบบ Kruskal-Wallis 1-Way Anova (วัชรภรณ์ สุริยาภิวัฒน์, 2529) ซึ่งพบว่า

1. ผู้บริโภคยอมรับสีที่ใช้ผสมในลูกชุบไม่ว่าจะเป็นสีธรรมชาติคือ สีคำแสด สีลูกพุด และครั่ง หรือสีสังเคราะห์ซึ่งในการวิจัยนี้ใช้สี Sunset Yellow, Tartarazine และ Carmoisine ไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 40)
2. การยอมรับรวมของผู้บริโภคต่อขนมลูกชุบไม่แตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 41)
3. การยอมรับในสีของคำแสด, ลูกพุด, ครั่ง ซึ่งเป็นสีธรรมชาติกับสี Sunset Yellow, Tartarazine และ Carmoisine ซึ่งเป็นสีสังเคราะห์ในขนมปุยฝ้ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 42) ซึ่งเมื่อนำไปศึกษาต่อโดย ANOVA และ LSD และพิจารณาจากค่าเฉลี่ยจะพบว่าผู้บริโภคนิยมสีคำแสด และ Tartarazine มากที่สุด รองลงมาคือ สี Sunset Yellow, ลูกพุด, Carmoisine, ไม่ใส่สี และนิยมสีครั่งน้อยที่สุด (ภาคผนวกตารางที่ 43)
4. การยอมรับรวมต่อขนมปุยฝ้ายแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 44) ซึ่งเมื่อนำไปศึกษาโดย ANOVA และ LSD และพิจารณาจากค่าเฉลี่ยจะพบว่า ผู้บริโภคนิยมขนมปุยฝ้ายสี Tartrazine มากที่สุด รองลงมาคือ สีคำแสด Sunset Yellow, ลูกพุด, Carmoisine, ปุยฝ้ายไม่ใส่สีและนิยมสีครั่งน้อยที่สุด (ภาคผนวกตารางที่ 45)

5. การยอมรับต่อกลิ่นรส และเนื้อสัมผัสของขนมปุยฝ้ายทุกสี ไม่แตกต่างกันที่ระดับความชื้นร้อยละ 95 (ภาคผนวกตารางที่ 46-48)



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 9 สีของค่าแสดในสารละลายพีเอชต่าง ๆ เมื่อเตรียมใหม่ ๆ และหลังจากเก็บในตู้เย็น 1 สัปดาห์

พีเอชของสารละลาย	เตรียมใหม่ ๆ	หลังจากเก็บ 1 สัปดาห์
พีเอช 2 (กรดมาก)	สีส้ม 2.5 YR 7/12	2.5 YR 7/12 สีอ่อนลง
5	สีส้ม 7.5 YR 7/12	7.5 YR 7/12
6	7.5 YR 7/12	7.5 YR 7/12
7	7.5 YR 7/12	7.5 YR 7/12
8	7.5 YR 7/12	7.5 YR 7/12
9	7.5 YR 7/12	7.5 YR 7/12
12 (ต่างมาก)	7.5 YR 7/12 สีอ่อนลง	7.5 YR 7/12 สีอ่อนลงมาก

ตารางที่ 10 สีของลูปนุคในสารละลายพีเอชต่าง ๆ เมื่อเตรียมใหม่ ๆ และหลังจากเก็บในตู้เย็น 1 สัปดาห์

พีเอชของสารละลาย	เตรียมใหม่ ๆ	หลังจากเก็บ 1 สัปดาห์
พีเอช 2 (กรดมาก)	สีเหลือง 5Y 8.5/12 สีจาง	สีคงเดิม
5	5Y 8.5/12	"
6	5Y 8.5/12	"
7	5Y 8.5/12	"
8	5Y 8.5/12	"
9	5Y 8.5/12	"
12 (ต่างมาก)	5Y 8.5/12 สีจาง	"

ตารางที่ 11 สีของครึ่งในสารละลายพีเอชต่าง ๆ เมื่อเตรียมใหม่ ๆ และหลังจากเก็บในตู้เย็น 1 สัปดาห์

พีเอชของสารละลาย	เตรียมใหม่ ๆ	หลังจากเก็บ 1 สัปดาห์
พีเอช 2 (กรดมาก)	สีส้ม 2.5 YR 7/12	สีซีดลงเล็กน้อย
5	สีแดง 10R 5/12	"
6	10R 5/12	"
7	7.5R 6/12	"
8	7.5R 6/12	"
9	7.5R 6/12	"
12 (ต่างมาก)	10R 5/12	"

ตารางที่ 12 ผลวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูในสีผง

สีผง	ตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	สารหนู (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
คำมสด	ไม่พบ	0.11
ลูกพูด	ไม่พบ	0.13
ครึ่ง	ไม่พบ	0.17

ตารางที่ 13 ปริมาณตะกั่วและสารหนูในสีผงคำแสด ลูกพุด และครึ่ง เมื่อเก็บในภาชนะบรรจุต่าง ๆ เป็นเวลา 3 เดือน

ภาชนะบรรจุ	ปริมาณตะกั่ว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ปริมาณสารหนู (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
สีผงคำแสด		
ขวดแก้ว	ไม่พบ	๐.11
ขวดพลาสติก	๐.๐1	๐.12
ซองอลูมิเนียม	ไม่พบ	๐.11
สีผงลูกพุด		
ขวดแก้ว	ไม่พบ	๐.14
ขวดพลาสติก	ไม่พบ	๐.12
ซองอลูมิเนียม	ไม่พบ	๐.11
สีผงครึ่ง		
ขวดแก้ว	ไม่พบ	๐.17
ขวดพลาสติก	ไม่พบ	๐.19
ซองอลูมิเนียม	ไม่พบ	๐.15

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 14 น้ำหนักร้อยละที่เพิ่มขึ้นของสิ่งพองตัวเมื่อเก็บในภาชนะบรรจุต่าง ๆ กัน เป็นเวลา 1, 2 และ 3 เดือน

ภาชนะบรรจุ	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
<u>ซองอลูมิเนียม</u>			
คำแสดสูตร 1	0.01	0.10	0.15
2	0.00	0.18	0.23
3	0.02	0.02	0.02
4	0.00	0.00	0.02
<u>ขวดพลาสติก</u>			
คำแสด สูตร 1	5.29	6.03	1.95
2	5.91	7.74	3.73
3	6.71	5.23	1.60
4	5.55	5.65	1.84
<u>ขวดแก้วสีชา</u>			
คำแสด สูตร 1	1.76	2.66	1.70
2	0.31	1.42	1.49
3	0.65	0.45	0.34
4	2.99	0.47	0.38

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 15 น้ำหนักร้อยละที่เพิ่มขึ้นของสิ่งพวงจากลูกพุดเมื่อเก็บในภาชนะบรรจุต่าง ๆ
เป็นเวลา 1, 2 และ 3 เดือน

ภาชนะบรรจุ	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
ของออลูมิเนียม			
ลูกพุดสูตร 1	0.00	0.20	0.87
2	0.24	0.32	0.23
3	0.16	0.25	0.38
4	0.00	0.61	0.41
ขวดพลาสติก			
ลูกพุดสูตร 1	4.85	3.41	0.80
2	4.82	4.25	0.97
3	13.72	4.02	0.09
4	6.37	4.93	0.09
ขวดแก้วสีชา			
ลูกพุดสูตร 1	0.02	0.07	0.05
2	0.79	0.03	0.05
3	0.16	0.09	0.03
4	1.54	2.04	1.54

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 16 น้ำหนักร้อยละที่เพิ่มขึ้นของสิ่งงจากครั้ง เมื่อเก็บในภาชนะบรรจุต่าง ๆ
เป็นเวลา 1, 2 และ 3 เดือน

ภาชนะบรรจุ	เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3
ซองอคูมิเนียม			
ครั้งสุตร 1	0.13	0.29	0.34
2	0.23	0.42	0.46
3	0.10	0.48	0.37
ขวดพลาสติก			
ครั้งสุตร 1	5.80	3.90	0.86
2	6.23	3.81	0.80
3	5.59	3.06	0.86
ขวดแก้วสีขาว			
ครั้งสุตร 1	0.65	1.35	1.14
2	6.19	3.66	0.07
3	6.24	2.36	0.54

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 17 สิของสิวงเมื่อเก็บไว้ 3 เดือน ในภาชนะบรรจุต่าง ๆ โดยสัญลักษณ์ Munsell

หลังจากเก็บในภาชนะบรรจุ 3 เดือน

แหล่งสิวง	สีที่เตรียมใหม่ ๆ	ซองอลูมิเนียม	ขวดพลาสติก	ขวดแก้ว
ค้ำเสด				
สูตร 1	7.5YR 7/12	7.5YR 7/12	5YR 6/12	7.5YR 7/12
2	7.5YR 7/12	7.5YR 7/12	2.5YR 3/2	7.5YR 7/12
3	7.5YR 7/12	7.5YR 7/12	2.5YR 4/4	7.5YR 7/12
4	7.5YR 7/12	7.5YR 7/12	5YR 6/12	7.5YR 7/12
ลูกพูด				
สูตร 1	2.5Y 8/12	2.5Y 8/12	2.5Y 8/12	2.5Y 8/12
2	2.5Y 8/12	2.5Y 8/12	7.5YR 6/10	2.5Y 8/12
3	2.5Y 8/12	2.5Y 8/12	7.5YR 8/10	2.5Y 8/12
4	2.5Y 8/12	2.5Y 8/12	7.5YR 6/10	2.5Y 8/12
กริ่ง				
สูตร 1	5R 6/6	2.5R 6/8	2.5R 6/10	2.5R 6/8
2	5R 6/6	2.5R 6/8	2.5R 6/8	2.5R 6/8
3	5R 6/6	2.5R 6/8	2.5R 6/10	2.5R 6/8

ศูนย์วิทยุทัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 18 การให้คะแนนความเข้มของสีผงหลังจากเก็บไว้ 3 เดือน โดยตาเปล่า

แหล่งสีผง	ของอลูมิเนียม	ภาวะบรรจุ	
		ขวดพลาสติก	ขวดแก้ว
ค่าผล (ผงสีเหลืองส้ม)			
สูตร 1	+3	สีน้ำตาล (+1)	+3
2	+2	" (+4)	+2
3	+2	" (+3)	+2
4	+4	" (+2)	+4
ลูกผูก (ผงสีเหลืองสด)			
สูตร 1	+2	สีน้ำตาล (+2)	+2
2	+4	" (+4)	+4
3	+2	" (+3)	+2
4	+3	" (+3)	+3
ครึ่ง (ผงสีแดง)			
สูตร 1	+3	สีแดง (+3)	+3
2	+2	" (+2)	+2
3	+4	" (+4)	+4

* ให้คะแนนความเข้มของสีจากสีเข้ม → สดชื่น มีค่าเท่ากับ +4 → +1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ยของผู้บริโภคในการยอมรับค่าสีและการยอมรับรวมของขนมลูกชุบแต่งสีธรรมชาติเปรียบเทียบกับสีสังเคราะห์

สีขนมลูกชุบ	การยอมรับค่าสี (colour)	การยอมรับรวม (acceptability)
สีธรรมชาติ		
ครึ่ง	7.2 \pm 0.9	6.5 \pm 2.3
ลูกพูด	7.2 \pm 0.9	7.4 \pm 1.1
คำแสด	6.6 \pm 1.4	6.7 \pm 1.7
สีสังเคราะห์		
Carmoisine	6.4 \pm 2.1	6.6 \pm 2.2
Tartarazine	6.8 \pm 1.7	7.1 \pm 2.1
Sunset Yellow	6.2 \pm 2.0	5.9 \pm 2.7
ไมใส่สี	6.9 \pm 1.6	5.6 \pm 1.8

- ค่าเฉลี่ยของผู้ชิม 10 คน (ค่าเฉลี่ย+ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
ให้คะแนนการยอมรับจากมาก \rightarrow น้อย มีค่าเท่ากับ 9 \rightarrow 1
สำหรับสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสของขนมลูกชุบแต่งสีทั้ง 7 ได้คะแนนเท่ากันหมด

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยของผู้บริโภคต่อสี, กลิ่น, รส, เนื้อสัมผัสและการยอมรับรวมของผู้บริโภคต่อขนมพายต่างสีต่าง ๆ *

สีขนมพาย	การยอมรับของผู้บริโภคต่อ				การยอมรับรวมของผู้บริโภคต่อขนมพาย
	สี	กลิ่น	รส	เนื้อสัมผัส	
<u>สีธรรมชาติ</u>					
ครึ่ง	4.3±1.4	5.2±1.3	5.4±1.1	5.1±1.6	4.5±1.8
ลูกมุด	6.1±1.5	5.5±1.4	6.6±0.9	6.2±1.2	6.0±1.0
คำแสด	7.3±1.6	5.3±1.3	6.1±1.1	6.6±1.0	6.4±1.0
<u>สีสังเคราะห์</u>					
Carmoisine	5.9±1.1	5.7±1.1	6.1±1.0	5.2±1.8	5.3±1.2
Tartarazine	7.3±0.6	5.5±0.9	6.9±0.5	6.7±1.1	7.1±0.9
Sunset Yellow	6.7±1.6	5.4±0.9	6.2±1.0	6.1±1.2	6.1±1.4
<u>ไม่ใส่สี</u>	5.3±1.6	5.2±0.9	5.6±1.4	5.4±1.6	4.8±1.3

* ค่าเฉลี่ยของผู้ชิม 10 คน (ค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)
ให้คะแนนการยอมรับจากมาก → น้อย มีค่าเท่ากับ 9 → 1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย