# การพัฒนาสีย้อมเนื้อเยื่อพืชจากกระเจี๊ยบแดง

สุวัฒน์ หอมสุข, สุพิชฌาย์ บัวแก้ว และธีรารัตน์ แช่มชัยพร*

สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
*teerarat@webmail.npru.ac.th

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสีจากกระเจี๊ยบแดงสำหรับย้อมเนื้อเยื่อพืชโดยใช้ตัวทำละลายทั้งหมด 6 ชนิด คือ เมทานอล 100% เอทานอล 95% น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 25 50 70 และ 90 องศาเซลเซียส โดยใช้อัตราส่วน 1:1 [น้ำหนักพืช(กรัม) : ปริมาตรตัวทำละลาย (มิลลิลิตร)] จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงที่สกัดด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สามารถย้อมติดสีเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนได้ชัดเจนที่สุดโดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจเท่ากับ 4.31 และเมื่อนำสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงที่สกัดด้วยตัวทำละลายน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อัตราส่วน 1:1 ผสมกับสารมอลโทเดกซ์ทริน (maltodextrin) ในอัตราส่วน 100:30 และ 100:40 [ปริมาตร (มิลลิลิตร) : น้ำหนัก (กรัม)] ตามลำดับ เพื่อนำไปคงสภาพสีด้วยเทคนิคการทำให้แห้งแบบใช้ความเย็น (freeze dryer) พบว่าจะได้สีกระเจี๊ยบแดงที่เป็นผงและละลายน้ำได้ และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสีย้อมในการย้อมเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนพบว่า ยังคงสามารถย้อมติดสีเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนได้ดีแต่คุณภาพของสีย้อมที่ได้จะมีสีที่อ่อนกว่าเดิม

**คำสำคัญ**: กระเจี๊ยบแดง สีย้อมเนื้อเยื่อพืช แอนโทไซยานิน ผงสีย้อม

# Development of Plant Tissue Staining Dye Extracted from Roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.)

Suwat homsug, Supitcha Buakaew and Teerarat Chaemchaiyaporn*

Program Study of Biology, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Pathom Rajabhat University
*teerarat@webmail.npru.ac.th

**Abstract**

The objective of this research was to select suitable solvents to extract pigments from roselle (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) for use in plant tissue dyeing. with 6 solvent types, 100% methanol, 95% ethanol, distilled water at temperatures 25, 50, 70 and 90 °C with the ratio of 1:1 (plant weight (gram): quantity of solvent (milliliter)). The results showed that roselle was extracted with distilled water at temperatures 70 ℃ can clearly stain plant tissue. The average satisfaction value was 4.31. The roselle extract was extracted with a 1:1 ratio of distilled water at temperatures 70 ℃ mixed with maltodextrin at the ratio of 100: 30 and 100: 40 (volume (ml): weight (g)), respectively, to maintain the color by freeze-drying technique. The extract will be powdered and water soluble. When comparing the dye efficiency in plant tissue dyeing, it was found that it was able to dye the plant tissue well but the dye quality was lighter than the original color.

**Keywords:** roselle, plant tissue staining, anthocyanin, powder dye

**1. บทนำ**

การศึกษาในรายวิชาชีววิทยา สีย้อมเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องใช้สำหรับการย้อมสี เพื่อที่จะสามารถศึกษาโครงสร้างเนื้อเยื่อพืช สารสีกลุ่มแอนโทไซยานินเป็นสารสีที่มีรายงานว่าสามารถนำมาย้อมสีเพื่อศึกษาโครงสร้างเนื้อเยื่อพืชได้ โดยสารกลุ่มแอนโทไซยานินเป็นสารประเภท flavonoid phenolic compounds ซึ่งจะมีสีแดงเข้ม พบมากในเฉพาะพืช ผัก ผลไม้ ที่มีสีแดงเข้ม [1] ในการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชเพื่อใช้ในการศึกษา จำเป็นต้องย้อมสีเพื่อให้เห็นโครงสร้างที่ชัดเจนและสีที่ใช้ในปัจจุบันส่วนใหญ่เป็นสีสังเคราะห์ ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงสนใจการใช้สีย้อมจากธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้สีสังเคราะห์ ซึ่งมีราคาถูก สามารถหาซื้อได้ง่าย และมีความปลอดภัยต่อผู้ศึกษา เช่นพบว่า การใช้สารสกัดสีจากราสเบอร์รี่ ข้าวเหนียวดำ และกะหล่ำปลีม่วงสามารถนำมาใช้ย้อมสีเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนได้ [2], [3]

ในการสกัดสารแอนโธไซยานินในพืชแต่ละชนิดขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ (ชนิดพืชและส่วนของพืช) ชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ อัตราส่วนระหว่างวัตถุดิบต่อตัวทำละลายที่ใช้สกัด ปริมาณของตัวทำละลายที่ใช้และเวลาในการสกัด ความคงตัวของสีแอนโทไซยานิน ความเป็นกรดด่าง และอุณหภูมิ เป็นต้น [4] ตัวอย่างเช่น การสกัดสารสีจากพืช 4 ชนิดได้แก่ เปลือกมังคุด ดอกอัญชัน ใบกะหล่ำปลีสีม่วง และผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ โดยใช้ตัวทำละลาย 5 ชนิด คือ น้ำกลั่น กรดอะซิติก 20% กรดไฮโดรคลอริก 20% แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70% และแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95% ในอัตราส่วน 1:1 (กรัม/มิลลิลิตร) มาสกัดสารสี พบว่า สารสกัดจากผลมะม่วงหาวมะนาวโห่ที่สกัดด้วยแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95% สามารถย้อมติดสีโครโมโซมจากปลายรากหอมได้ดีที่สุด [5] นอกจากนี้การสกัดสารสีจากฝักมะขามแดงโดยใช้ตัวทำละลาย 5 ชนิด ได้แก่ น้ำกลั่น เอทานอล เมทานอล กรดอะซิติก และกรดไฮโดรคลอริก 0.1 % ในเมทานอล ที่อัตราส่วน 1:3 (กรัม/มิลลิลิตร) พบว่า สารสกัดจากมะขามแดงที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก 0.1 % ในเมทานอล สามารถย้อมติดสีเนื้อเยื่อลำต้นหมอน้อยได้อย่างชัดเจน [6] เป็นต้น

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงสนใจดอกของกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* Linn.) ซึ่งดอกกระเจี๊ยบแดงจัดเป็นพืชมีสีแดงเข้มอยู่ในกลุ่มแอนโทไซยานินที่หาได้ง่าย ราคาถูก และเคยมีรายงานว่า สารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงสามารถนำมาย้อมติดสีโครโมโซมของรากหอมได้ [7] แต่ยังไม่มีรายงานการนำสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงมาพัฒนาเป็นสีย้อมเนื้อเยื่อพืช ซึ่งหากถ้าสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงสามารถย้อมสีของเนื้อเยื่อพืชได้ดี จะสามารถนำมาใช้ทดแทนสีสังเคราะห์และเป็นการลดค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อสารเคมีอีกด้วย

**2. วัตถุประสงค์งานวิจัย**

1. เพื่อคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการนำมาสกัดสารสีจากกระเจี๊ยบแดง
2. เพื่อศึกษาวิธีการคงสภาพสีย้อมจากกระเจี๊ยบแดงให้อยู่ในรูปแบบผงเพื่อนำไปใช้ในการย้อมสีเนื้อเยื่อพืช

**3. วิธีดำเนินการวิจัย**

ศึกษาการสกัดสีย้อมจากกระเจี๊ยบแดงด้วยตัวทำละลาย 6 ชนิด คือ เอทอนอล 95% เมทานอล 100% น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 25 50 70 และ 90 องศาเซลเซียส โดยนำมาทดสอบการย้อมสีกับเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขน โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมสารสกัดสีจากกระเจี๊ยบแดง

นำดอกกระเจี๊ยบแดงล้างให้สะอาดและปั่นให้ละเอียด แล้วนำไปชั่งน้ำหนักก่อนบรรจุลงในบีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จากนั้นเติมสารที่ใช้เป็นตัวทำละลายชนิดต่าง ๆ ได้แก่ เมทานอล เอทานอล 95 % น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 25 50 70 และ 90 องศาเซลเซียส ลงในแต่ละบีกเกอร์ โดยใช้อัตราส่วน 1:1 [น้ำหนักพืช (กรัม) : ตัวทำละลาย (มิลลิลิตร)] แล้วนำไปกรองด้วยผ้าขาวบางและกระดาษกรอง what man เบอร์ 1 ก่อนนำไปย้อมเนื้อเยื่อพืชเพื่อคัดเลือกตัวทำละลายที่ดีที่สุดสำหรับการย้อมเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขน โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจจากการติดสีย้อมเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนภาพตัดขวางที่ย้อมด้วยสารสกัดกระเจี๊ยบแดงจากตัวทำละลาย 6 ชนิด จำนวน 63 ชุด โดยเลือกกลุ่มตัวอย่างผู้ตอบแบบสอบถามแบบเจาะจง (Purposive sampling) คือ นักศึกษาสาขาชีววิทยา ชั้นปีที่ 1-4 คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม และแบ่งระดับความพึงพอใจออกเป็น 5 ระดับ คือ 5 หมายถึง สีที่สกัดได้สามารถย้อมติดเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนได้ดีมาก 4 หมายถึง สีที่สกัดได้สามารถย้อมติดเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนได้ดี 3 หมายถึง สีที่สกัดได้สามารถย้อมติดเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนได้ปานกลาง 2 หมายถึง สีที่สกัดได้สามารถย้อมติดเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนได้น้อย และ 1 หมายถึง สีที่สกัดได้ไม่สามารถย้อมติดเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนได้ แล้วนำค่าความพึงพอใจที่ได้มาวิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยความพึงพอใจ และแปลผลข้อมูล ตามลำดับ

2. การพัฒนาสีย้อมแบบผงจากกระเจี๊ยบแดง

คัดเลือกตัวทำละลายที่ดีที่สุด หลังจากนั้นนำสารสกัดที่คัดเลือกมาพัฒนาสีย้อมให้อยู่ในรูปแบบของสีผงโดยใช้กระบวนการทำให้แห้งแบบใช้ความเย็น (freeze drying) โดยนำมาเติมสารมอลโทเดกซ์ทรินในอัตราส่วน 100:30 และ 100:40 [ปริมาตร (มิลลิลิตร) : น้ำหนัก (กรัม)] ตามลำดับ คนให้ละลายและนำไปแช่แข็งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปผ่านกระบวนการทำให้แห้งแบบใช้ความเย็น อีก 3 วัน หลังจากนั้นนำมาบดเป็นผงด้วยโกร่ง และนำสีผงที่ได้ไปทดสอบการย้อมสีเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขน พร้อมบันทึกภาพถ่าย

**4. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย**

**4.1 ผลการคัดเลือกตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสีย้อมจากกระเจี๊ยบแดง ต่อการติดสีของเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขน**

การสกัดสีจากกระเจี๊ยบแดงด้วยตัวทำละลายน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส สามารถย้อมติดสีเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนได้ดีที่สุด (ภาพที่ 1) โดยมีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจรวมของการย้อมติดสีเท่ากับ 4.31 รองลงมาคือ น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (3.77) น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (3.74) น้ำกลั่นที่อุณหภูมิปกติ (25 องศาเซลเซียส) (3.73) เอทานอล 95 % (3.11) และเมทานอล (2.75) ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จากการทดลองจะเห็นได้ว่า ตัวทำละลายที่เหมาะสมและสามารถสกัดสารสีจากกระเจี๊ยบแดงได้ดีที่สุดคือ น้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แสดงว่าสารสีจากดอกกระเจี๊ยบแดงมีองค์ประกอบทางเคมีส่วนใหญ่เป็นสารที่มีขั้ว จึงสามารถสกัดสารสีโดยใช้ตัวทำละลายที่มีขั้วแบบน้ำกลั่นได้ดีกว่าตัวทำละลายชนิดอื่น และควรต้อง

ใช้อุณหภูมิที่เหมาะสมถึงจะสกัดสารสีออกมาได้มากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของกาญจนา นาคประสม และคณะ [8] พบว่า การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดงที่ช่วงอุณหภูมิ 65-85 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมที่สกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดงได้มากที่สุดคือ อุณหภูมิที่ 70 องศาเซลเซียส โดยจะต้องใช้ระยะเวลาในการสกัด 50 นาที และหากใช้ความร้อนมากเกินไปความร้อนที่สูงจะไปทำลายสารแอนโทไซยานินได้ทำให้ประสิทธิภาพการย้อมสีลดลงได้

**4.2 ผลของการพัฒนาสีย้อมจากกระเจี๊ยบแดงให้อยู่ในรูปของสีผงและทดสอบประสิทธิภาพของสีย้อม**

สารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส อัตราส่วน 1:1 ที่ผสมสารมอลโทเดกซ์ทรินผ่านกระบวนการทำให้แห้งแบบใช้ความเย็น เพื่อคงสภาพสีและบดด้วยโกร่งให้เป็นสีผง เมื่อนำผงของสารสกัดมาผสมกับน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:2 แล้วนำไปย้อมสีเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขน พบว่า สารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงที่สกัดด้วยน้ำกลั่นผสมกับมอลโทเดกซ์ทรินในทุกอัตราส่วนสามารถนำมาใช้ในการย้อมสีเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนได้ สามารถเห็นรายละเอียดของโครงสร้างของเนื้อเยื่อพืชได้ แต่คุณภาพของสีย้อมจะมีสีที่อ่อนกว่าเดิม (ภาพที่ 2) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานการนำสารสกัดจากผลราสเบอร์รี่ที่สกัดด้วยตัวทำละลายน้ำกลั่นที่อัตราส่วน 1:1 ผสมกับสารมอลโทเดกซ์ทรินในอัตราส่วน 100:30, 100:35 และ 100:40 พบว่า จะได้สีราสเบอร์รี่ที่เป็นผงและละลายน้ำได้ แต่ประสิทธิภาพของสีย้อมกลับลดลง [2] ดังนั้นการพัฒนาสีผงโดยการใช้มอลโทเดกซ์ทรินอาจไม่เหมาะสมกับการนำมาใช้ในการพัฒนาสีย้อมแบบนี้เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินเป็นสารกลุ่มคาร์โบไฮเดรตชนิดที่ได้จากการย่อยสตาร์ช (Starch hydrolysate) ซึ่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตมอลโทเดกซ์ทริน ได้แก่ แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง เป็นต้น ซึ่งมอลโทเดกซ์ทรินมีลักษณะเป็นผงสีขาวและละลายน้ำได้ [9] ดังนั้นสีของมอลโทเดกซ์ทรินที่ละลายน้ำเมื่อผสมกับสีของสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดง จะทำให้สีเปลี่ยนจากสารละลายสีแดงสดกลายเป็นสีชมพูส่งผลทำให้คุณภาพของสีย้อมลดลง ดังนั้นหากจะพัฒนาสีย้อมจากกระเจี๊ยบให้อยู่ในรูปแบบผง ควรใช้วิธีอื่นเช่น การทำให้แห้งแบบใช้ความเย็นโดยไม่ต้องเติมสารมอลโทเดกซ์ทริน การทำแห้งแบบพ่นฝอย (Spray drying) และการใช้เครื่องอบแห้งแบบลมร้อน เป็นต้น เพื่อรักษาคุณภาพของสีย้อมให้เหมือนเดิม

(ก) (ข) (ค)

(ง) (จ) (ฉ)

**ภาพที่ 1** สีเนื้อเยื่อท่อลำเลียงของลำต้นหญ้าขนที่ย้อมด้วยสีจากการสกัดจากกระเจี๊ยบแดงด้วยตัวทำละลาย เมทานอล (ก), เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ (ข), น้ำกลั่นอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส (ค), น้ำกลั่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส (ง), น้ำกลั่นอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส (จ) และน้ำกลั่นอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส (ฉ) เมื่อส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ที่กำลังขยาย 100 เท่า

**ตารางที่ 1** ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจของการติดสีย้อมเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนด้วยสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงโดยใช้ตัวทำละลายทั้ง 6 ชนิด ในอัตราส่วน 1:1 (กรัม/มิลลิลิตร)

| ตัวทำละลาย | ระดับการติดสี | | | | | รวม (ร้อยละ) | เฉลี่ย | แปลผล |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ติดสีดีมาก (ร้อยละ)[1/] | ติดสีดี (ร้อยละ) | ติดสีปานกลาง (ร้อยละ) | ติดสีน้อย (ร้อยละ) | ไม่ติดสี (ร้อยละ) | | | |
| เมทานอล | 5 (7.8) | 10 (15.6) | 18 (28.1) | 27 (42.2) | 4 (6.3) | 64 (100.0) | 2.75 | ติดสีปานกลาง |
| เอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ | 6 (9.4) | 13 (20.3) | 23 (35.9) | 21 (32.8) | 1 (1.6) | 64 (100.0) | 3.11 | ติดสีปานกลาง |
| น้ำกลั่นอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส | 14 (21.9) | 26 (40.6) | 19 (29.7) | 5 (7.8) | 0 (0.0) | 64 (100.0) | 3.73 | ติดสีดี |
| น้ำกลั่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส | 13 (20.3) | 31 (48..4) | 13 (20.3) | 7 (10.9) | 0 (0.0) | 64 (100.0) | 3.77 | ติดสีดี |
| น้ำกลั่นอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส | 31 (48.4) | 23 (35.9) | 9 (14.1) | 1 (1.6) | 0 (0.0) | 64 (100.0) | 4.31 | ติดสีดีมาก |
| น้ำกลั่นอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส | 14 (21.9) | 27 (42.2) | 17 (26.6) | 6 (9.4) | 0 (0.0) | 64 (100.0) | 3.74 | ติดสีดี |

[1/]ร้อยละของจำนวนผู้แสดงความพึงพอใจต่อการย้อมติดสีในระดับต่าง ๆ

(ก) (ข)

**ภาพที่ 2** ผลของการย้อมสีเนื้อเยื่อลำต้นหญ้าขนด้วยสารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงที่เก็บรักษาให้อยู่ในรูปของผง ที่ความเข้มข้นของสารมอลโทเดกซ์ทรินในอัตราส่วน 100:30 (ก) และ 100:40 (ข) เมื่อบันทึกภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์กำลังขยาย 100 เท่า

**5. สรุปผลการวิจัย**

สารสกัดจากกระเจี๊ยบแดงที่ได้จากการสกัดด้วยตัวทำละลายน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยความพึงพอใจการย้อมติดสีมากที่สุด เมื่อนำไปผสมกับมอลโทเดกซ์ทรินผ่านกระบวนการทำให้แห้งแบบใช้ความเย็น จะได้สารสกัดที่แห้งกรอบ แตกง่าย มีสีชมพูแดง แต่คุณภาพของสีย้อมจะมีสีที่อ่อนกว่าเดิมเล็กน้อย

**6. อ้างอิง**

[1] Cooper-Driver, G. A. (2001). Contributions of Jeffrey Harborne and co-workers to the study of anthocyanins. **Journal of Phytochemistry**, 56(3), 229-236.

[2] ณัฐกาญจน์ เอี่ยมสอาด, บุษบา รักช้อน และธีรารัตน์ แช่มชัยพร. (2563). **การประยุกต์ใช้สีจากราสเบอร์รี่ (*Rubus idaeus* L.) สำหรับการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและโครโมโซมจากปลายรากหอม.** ประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 13. นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

[3] สุกัญญา แย้มสรวล. (2558). **การศึกษาคุณสมบัติการเป็นสีย้อมธรรมชาติจากพืชเพื่อการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชสำหรับห้องปฏิบัติการชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.** การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 7. นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

[4] ยุภาพร ผลาขจรศักดิ์. (2547). **การสกัดและความคงตัวของแอนโทไซยานินที่สกัดจากเปลือกมังคุด**. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร.

[5] จิดาภา บุญพันธ์, อิสรีย์ ปั้นก้อง และธีรารัตน์ แช่มชัยพร. (2562). การสกัดสารสีจากพืชกลุ่มแอนโทไซยานิน เพื่อใช้ในการย้อมสีโครโมโซมจากปลายรากหอม. **งานประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 11 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม**.นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

[6] ธีรารัตน์ แช่มชัยพร, อมรรัตน์ บุญนา, จุฑารัตน์ อ่อนน่วม และอนัญญา ทองสิมา. (2563). การสกัดสีจากมะขามแดง (*Tamarindus indica* L.) เพื่อนำไปใช้ในการย้อมสีเนื้อเยื่อพืชและโครโมโซมจากปลายรากหอม. **การประชุมวิชาการระดับชาติ ม.เกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน** ครั้งที่ 17.นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน.

[7] วันเพ็ญ แก้วพุก. (2558). **การศึกษาสารสกัดสีธรรมชาติจากพืชเพื่อการย้อมสีโครโมโซม สำหรับห้องปฏิบัติการชีววิทยา คณะวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม**. การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม ครั้งที่ 7. นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.

[8] กาญจนา นาคประสม, นฤมล บุญมี, วรัญญา แก้ววงษา, นักรบ นาคประสม และหยาดฝน ทนงการกิจ. (2559). **สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.).** การประชุมวิชาการวิจัยและนวัตกรรมสร้างสรรค์ ครั้งที่ 3: 1-6.

[9] นิธิยา รัตนาปนนท์ และพิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมวงศ์. (ม.ป.ป.). **มอลโทเดกซ์ทริน.**ค้นเมื่อ 26 พฤษภาคม 2565 จาก http://www.foodnetworksolution. com/wiki/word/1914/maltodextrin.