



สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Staining Cell Dye Extracted from
Jamaica Sorrel Flowers (*Hibiscus sabdariffa* L.)

โดย

ฉันทนา รุ่งพิทักษ์ไชย
ลักขณา รักขพันธ์
อลภา ทองไชย

ได้รับทุนอุดหนุนจากงบบำรุงการศึกษา ประจำปีงบประมาณ 2555
คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

งานวิจัยเรื่อง สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.)

ชื่อผู้วิจัย ฉันทนา รุ่งพิทักษ์ไชย

ลักขณา รักขพันธ์

อลภา ทองไชย

ปีงบประมาณ 255 5

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสกัดสีจาก กลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงทั้งดอกสดและดอกแห้ง และศึกษาคุณสมบัติของสีเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น ซึ่งมีระยะเวลาในการเก็บ 1 วัน 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ในการทดแทนสีย้อมเซลล์สังเคราะห์ที่มีอันตรายและมีราคาแพง โดยศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพบางประการ ประสิทธิภาพของสีย้อมจากดอกสดและดอกแห้งเมื่อใช้ย้อมเซลล์ ปลาวยรากหอม และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสีย้อมจากดอกกระเจี๊ยบแดงกับสีย้อมสำเร็จรูป คาร์มิน ในกรด อะซิติก ได้ผลการวิจัยดังนี้ สีที่ สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงสด และแห้ง ทั้งที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและในตู้เย็น มีค่าความเป็นกรดสูงอยู่ในช่วง 3.0-3.3 นำสีที่สกัดได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสง ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สีที่เก็บที่อุณหภูมิห้องให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดเท่ากับ 0.026 สูงกว่าสีที่เก็บในตู้เย็น สำหรับการเกิดตะกอนของสีที่ สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงสด และแห้ง พบว่าเริ่มมีตะกอนเกิดขึ้นหลังจากเก็บรักษาเพียง 1 วันและเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา แต่สีที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเกิดตะกอนมากกว่าที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมื่อนำสีย้อมที่ได้ ย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง ทั้งที่เก็บไว้ในอุณหภูมิห้องและในตู้เย็น พบว่าสีย้อมมีประสิทธิภาพดีที่สุดคือสีย้อมเก็บรักษา 1 วัน และมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้น แต่เมื่อเก็บตั้งแต่ 90 วันสีเสื่อมสภาพไม่สามารถใช้ย้อมเซลล์ได้ สำหรับการเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน กับสีสำเร็จรูป คาร์มินในกรดอะซิติก พบว่าเซลล์รากหอมที่ย้อมด้วยสีทั้ง 3 ชนิด เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์สามารถมองเห็นขอบเขตของเซลล์ ลักษณะของโครโมโซมภายในเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ชัดเจนดีมาก แต่เซลล์ที่ย้อมด้วยสีย้อมสำเร็จรูปให้ภาพที่คมชัดมากกว่า สีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง

คำสำคัญ: สีย้อมเซลล์ กระเจี๊ยบแดง

Title Staining Cell Dye Extracted from Jamaica Sorrel Flowers
 (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Researcher Mrs. Chanthana Rungphithakchai
 Miss Lakkhana Rakkhaphan
 Miss Alapa Thongchai

Year 2012

ABSTRACT

The purpose of this research study was extract dye from fresh and dried sepal of Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) and Staining cell storage at room temperature in refrigerator for the difference period of time, 1 day, 30 days, 60 days and 90 days to replace the expensive and hazardous chemical synthetic dye. Some physical and chemical properties of plant dye extracts were studied; efficiency of dye extracts from fresh and dried sepal of Rosella in staining onion root tip cells and compared with chemical synthetic dye's effectiveness (acetic carmine solution). The research revealed that all plant dye extracts were strongly acidic with pH of 3.0 to 3.3. The absorbance value of each plant dye extracts were measured using spectrometer. Absorbance spectrum of the dye preserved at room temperature was the highest value of 0.026, which higher than absorbance value of dye kept in refrigerator. In addition, the precipitate of both fresh and dried sepal Rosella dye extracts were found after one day and increased by the time of preservation while amount of found precipitate in dye at room temperature was more than extract kept in refrigerator's. Moreover, the onion cells stained with both fresh and dried sepal of Rosella extracts (at room temperature and in refrigerator) showed that the most efficient one was the dye preserved for 1 day but staining ability was decreased by more over time and deteriorated after 90 days. Comparative study of onion cell staining efficiency between extracts from both fresh and dried (1 day) sepal Rosella and acetic carmine solution through microscopic observation indicated that stained onion root tip cells with all dye solution displayed the cell boundaries. It was obviously to see chromosome in mitosis division. But synthetic dye staining provided better image

Keywords: cell staining, Rosella

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณเงินบำรุง
การศึกษาประจำปี 2555 คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
ขอขอบคุณอาจารย์ประจำสาขาวิชาชีววิทยา และผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ
ให้คำปรึกษาคำแนะนำ และข้อคิดต่าง ๆ จนทำให้โครงการวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี

ฉันทนา รุ่งพิทักษ์ไชย และคณะ
เมษายน 2556

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
นิยามศัพท์เฉพาะ	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
พืชให้สี	4
สีย้อมเซลล์พืช	6
สีย้อมเซลล์จากพืชท้องถิ่นในประเทศไทย	8
กระเจี๊ยบแดง (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	12
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	14
เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี	14
วิธีการ	15
บทที่ 4 ผลการวิจัย	18
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	23
สรุป	23
อภิปรายผล	23
ข้อเสนอแนะ	24
บรรณานุกรม	25
ภาคผนวก	28
ประวัติผู้วิจัย	29

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.1	พืชท้องถิ่นในประเทศไทยบางชนิดที่ให้สีและการใช้ประโยชน์
ตารางที่ 2.2	สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากพืชท้องถิ่นบางชนิด
ตารางที่ 2.3	สีย้อมเซลล์จากพืชให้สีในท้องถิ่นที่ใช้แทนสีสำเร็จรูปบางชนิด
ตารางที่ 2.4	ข้อจำกัดของสีย้อมเซลล์จากพืชท้องถิ่นบางชนิด
ตารางที่ 4.1	ประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอก กระเจี๊ยบแดงซึ่งมีระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน
ตารางที่ 4.2	ประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของ กระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง กับสีสำเร็จรูปคาร์มินในกรดอะซิติก

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 2.1 ดอกกระเจี๊ยบแดง (<i>Hibiscus sabdariffa</i> L.)	12
ภาพที่ 4.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น	18
ภาพที่ 4.2 ค่าการดูดกลืนแสงของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้งซึ่งมีระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน	19
ภาพที่ 4.3 ระยะเวลาและปริมาณตะกอนของสีย้อมที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบ	20

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

มนุษย์นำสีจากพืชที่อยู่ใกล้ตัวมาใช้ประโยชน์เป็นเวลานานมาก ตั้งแต่ยุคมนุษย์โบราณนีอเดอร์ธัล (Neanderthal) ซึ่งมีหลักฐานเป็นภาพเขียนสีในถ้ำบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศอิรัก⁽¹⁾ สำหรับในประเทศไทย รู้จักนำพืชให้สีมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น นำมาเป็นส่วนผสมของอาหาร ได้แก่ ใบเตยหอม (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) ให้สีเขียวและกลิ่นหอมเฉพาะตัว⁽²⁾ กลีบเลี้ยงดอก กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) ให้สีแดง มีรสเปรี้ยว^(2,3) ย้อมเส้นใยของเครื่องนุ่งห่มต่างๆ ได้แก่ แก่นขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) ย้อมหนังสัตว์ ย้อมอวน ย้อมผมและเป็นเครื่องสำอาง นำมาตกแต่งร่างกาย ได้แก่ ใบเทียนกิ่ง (*Lawsonia inermis* L.)⁽²⁾ ตลอดจนนำมาประยุกต์ใช้ทางการศึกษา เช่น ดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.) นำสีจากกลีบดอกให้สีม่วงอมฟ้า ใช้ทดสอบความเป็นกรด-ด่างของสารละลาย ใช้ย้อมเซลล์พืชเพื่อการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์^(4,5)

สำหรับการศึกษาทางชีววิทยาเรื่องเนื้อเยื่อและโครงสร้างของเซลล์พืชด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง (light microscope) ซึ่งจัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานจนถึงระดับอุดมศึกษา ตัวอย่างพืชที่ศึกษาต้องนำมาตัดให้บางจนแสงส่องผ่านได้เสียก่อน พืชบางชนิดโครงสร้างภายในค่อนข้างใส เมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์แล้ว มองเห็นไม่ชัดเจน การใช้สีย้อมจึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้มองเห็นโครงสร้างของเซลล์ได้ชัดเจนมากขึ้น สีย้อมที่นิยมใช้อาจเป็นสีธรรมชาติหรือสีสังเคราะห์ ซึ่งสีย้อมที่นิยมใช้กันในปัจจุบันมีจำหน่ายตามร้านขายสารเคมีทางวิทยาศาสตร์ สีเหล่านี้ผลิตจากต่างประเทศ การขนส่งใช้เวลานาน ราคาแพง เช่น คาร์มินในกรดอะซิติก (aceto-carmin) ซึ่งเป็นสีโทนแดงที่นิยมใช้ย้อมเซลล์พืช ปริมาณ 5 กรัม ราคา 1,300 บาท⁽⁶⁾ การซื้อแต่ละครั้งต้องซื้อเต็มจำนวนที่บรรจุไว้ไม่แบ่งขาย จึงอาจมีปริมาณมากเกินความต้องการ เนื่องจากการใช้สารแต่ละครั้งใช้ในปริมาณน้อย สารที่เหลือเสื่อมสภาพได้เมื่อเก็บไว้เป็นเวลานาน ทำให้สูญเสียงบประมาณ นอกจากนี้ราคาสีย้อมที่มีราคาแพง มีผลให้สถานศึกษาที่มีงบประมาณสนับสนุนน้อย ไม่สามารถซื้อสีย้อมได้ ทำให้เสียโอกาสในการจัดการศึกษาให้กับนักเรียน อีกทั้งยังมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

จากความสำคัญดังกล่าว การศึกษาสีย้อมจากดอก กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) ซึ่งเป็นพืชให้สีแดงชนิดหนึ่งที่ปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย พบการใช้ประโยชน์ที่นิยม คือ นำกลีบเลี้ยงมาต้มน้ำเป็นเครื่องดื่มรสเปรี้ยว กวนเป็นขนมขบเคี้ยวและเป็นส่วนผสมอาหาร เพื่อศึกษาคุณสมบัติของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดง ด้านเคมี ด้านกายภาพ และประสิทธิภาพเมื่อนำมาย้อม รากหอมเพื่อศึกษาการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสระยะต่างๆ โดยใช้วิธีการที่ไม่ยุ่งยาก เพื่อใช้ทดแทนสีย้อมสำเร็จรูปโทนสีแดง ซึ่งสถานศึกษาในท้องถิ่นสามารถนำผลการศึกษา ทั้งวิธีการสกัดสีจากพืชท้องถิ่นและการย้อมเซลล์พืชไปใช้ประโยชน์ในการเรียนการสอนได้ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่น นอกจากนี้ยังส่งเสริมการพึ่งพาตนเองตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียงอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณสมบัติด้านเคมีและด้านกายภาพบางประการของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของ ดอก กระจี้บแดงสดและแห้งซึ่งมีระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน
2. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการย้อมเซลล์พืชด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของ ดอกกระจี้บแดงสดและแห้ง ซึ่งมีระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการย้อมเซลล์พืชด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของกระจี้บแดงสดและแห้ง กับสีสำเร็จรูปไทนสีแดง

ขอบเขตการวิจัย

1. ระยะเวลาในการทดลอง คือ เดือนมีนาคม-สิงหาคม พ.ศ. 2555
2. พืชที่นำมาสกัดสีคือส่วนกลีบเลี้ยงของ ดอกกระจี้บแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) สดและแห้ง
3. พืชที่นำมาย้อมสี คือ หอม (*Allium ascalonicum* L.) ส่วนปลายรากที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโอซิส
4. ระยะเวลาในการเก็บรักษาสีที่สกัดได้ คือ 1 วัน 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน
5. อุณหภูมิในการเก็บรักษา คือ เก็บรักษาสีที่สกัดจาก กลีบเลี้ยงของ ดอก กระจี้บแดง ที่อุณหภูมิห้อง ระหว่างช่วง 28-35 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในตู้เย็นประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส
6. ตรวจสอบ คุณสมบัติของสีที่สกัดได้ด้านเคมี คือ วัดค่าความเป็นกรดด่าง และคุณสมบัติด้านกายภาพ คือ การดูดกลืนแสง ระยะเวลาในการตกตะกอน และปริมาณตะกอน
7. สีสำเร็จรูปที่นำมาศึกษาเปรียบเทียบกับสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยง ของดอก กระจี้บแดง คือ คาร์มินในกรดอะซิติก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านเคมีและด้านกายภาพบางประการของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของดอกกระจี้บแดงสดและแห้งซึ่งมีระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน
2. ได้ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับ ประสิทธิภาพในการย้อมเซลล์พืชด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของดอกกระจี้บแดงสดและแห้ง ซึ่งมีระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน
3. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับประสิทธิภาพในการย้อมเซลล์พืชด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของกระจี้บแดงสดและแห้ง กับสีสำเร็จรูปไทนสีแดง เพื่อนำสีจากพืชท้องถิ่นมาใช้ทดแทนสีสำเร็จรูปบางชนิดในการย้อมสีเซลล์พืช
4. เพื่อเผยแพร่วิธีการสกัดสีจากพืชท้องถิ่นให้นักเรียนนักศึกษาและครูผู้สอนในสถานศึกษา
5. เพื่อประหยัดงบประมาณในการจัดซื้อสีย้อมเซลล์
6. เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับพืชท้องถิ่น
7. เพื่อส่งเสริมการพึ่งพาตนเองตามแนวทางเศรษฐกิจพอเพียง

นิยามศัพท์เฉพาะ

สีย้อมเซลล์ (dye) หมายถึง สีย้อมที่สกัดจากสิ่งมีชีวิตหรือสีสังเคราะห์ ใช้ย้อมเซลล์พืชในการศึกษาเรื่องลักษณะของเซลล์และเนื้อเยื่อพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง

กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) เป็นพืชให้สีแดงชนิดหนึ่งที่ปลูกได้ทั่วไปในประเทศไทย ลักษณะเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูง 1 –2 เมตร ลำต้นและกิ่งก้านมีสีแดงอมม่วง ใบเป็นใบเดี่ยว กว้างยาว ใกล้เคียงกัน ประมาณ 8–15 เซนติเมตร ก้านใบยาว ขอบใบหยักลึกคล้ายนิ้วมือ 3 หรือ 5 แฉก ดอกเป็นดอกเดี่ยวเกิดบริเวณซอกใบ กลีบดอกสีชมพูหรือสีเหลือง ตรงโคนกลีบด้านในมีสีม่วงแดง เกสรเพศผู้เชื่อมกันเป็นหลอด ดอกที่ได้รับการผสมเกสรแล้วกลีบดอกจะร่วง จากนั้นกลีบเลี้ยง ซึ่งเป็นส่วนที่ให้สี จะขยายใหญ่ หนาและแข็ง สีแดงเข้ม ผลมีสีแดงซึ่งจะมีกลีบเลี้ยงหุ้มไว้ ผลเมื่อแห้งแตกได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เรื่อง สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) ประกอบด้วยเนื้อหาสาระที่เกี่ยวข้องดังนี้

1. พืชให้สี
2. สีย้อมเซลล์พืช
3. สีย้อมเซลล์จากพืชท้องถิ่นในประเทศไทย
4. กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.)

พืชให้สี

สารสีในพืชแบ่งเป็น 4 กลุ่ม คือ คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) แคโรทีนอยด์ (carotenoid) ฟลาโวนอยด์ (flavonoid) และควิโนน (quinone)^(1,2,4,5,7) คลอโรฟิลล์ เป็นกลุ่มรงควัตถุสีเขียว พบในผู้ผลิตทุกชนิด ละลายในไขมัน แคโรทีนอยด์เป็นกลุ่มรงควัตถุสีเหลือง สีส้ม สีแดงจนถึงสีม่วง ละลายในไขมัน ฟลาโวนอยด์ เป็นกลุ่มรงควัตถุที่มีหลากหลายโทนสี ตั้งแต่สีส้ม สีแดง สีส้มจนถึงสีน้ำเงินดำ ละลายในน้ำ จำแนกเป็น 6 กลุ่มย่อย ดังนี้ ชาลโคน (chalcone) ฟลาวาโนน (flavanone) ฟลาโวน (flavone) แอนโธไซยานิน (anthocyanin) ฟลาโวนอล (flavonol) และไอโซฟลาโวนอล (isoflavonol) ควิโนน เป็นกลุ่มรงควัตถุที่มีสีเหลืองไปจนถึงสีแดง ละลายในไขมัน จำแนกเป็น 3 กลุ่มย่อย ดังนี้ เบนโซควิโนน (benzoquinone) แนปโทควิโนน (naphthoquinone) และแอนทราควิโนน (anthraquinone) สีจากพืชจะดูดซับสีที่คลื่นความถี่ของแสง 400-800 นาโนเมตร⁽¹⁾ สารสีบางชนิดสามารถมองเห็นได้ขณะที่พืชยังมีชีวิต เช่น สารสกัดจากเหง้าขมิ้น (*Curcuma longa* L.) ให้สีเหลืองส้ม สารสกัดจากดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.) ให้สีฟ้าอมม่วง สารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) ให้สีแดงอมส้ม แต่พืชให้สีบางชนิดในสภาพธรรมชาติมนุษย์ไม่สามารถเห็นสีได้ เช่น ต้นครามมีสารอินดิแคน (indican) ซึ่งเป็นสารไม่มีสี เมื่อนำมาละลายน้ำจึงจะให้สีน้ำเงินคราม⁽²⁾ เป็นต้น

มนุษย์สกัดสารสีจากพืชมาใช้ประโยชน์ โดยการคั้นหรือ บีบโดยตรงจากส่วนต่างๆ ของพืช เช่น ราก ยาง ลำต้น ใบ ดอก ผลและเมล็ด⁽³⁾ โดยการหมัก การต้ม⁽²⁾ หรือใช้สารสกัดบางชนิด เช่น น้ำ⁽⁸⁾ เหล้าแอลกอฮอล์ อาซิโตน⁽¹⁾ พืชท้องถิ่นที่ให้สีมีจำนวนหลากหลายชนิด แต่ละชนิดให้สีที่แตกต่างกัน แบ่งตามโทนสีได้ 3 กลุ่ม คือ โทนสีเหลือง โทนสีแดง และโทนสีน้ำเงิน⁽⁹⁻¹²⁾ โทนสีเหลืองให้สีตั้งแต่สีเหลืองอ่อน สีเหลือง สีเหลืองเขียว สีส้มตาลอ่อน สีส้มตาลแดงและสีน้ำตาลเข้มจนเกือบดำ โทนสีแดงให้สีตั้งแต่สีชมพูอ่อน สีชมพู สีแดง สีบานเย็นและสีส้ม สำหรับโทนสีน้ำเงินให้สีตั้งแต่สีฟ้า สีน้ำเงิน สีคราม และสีน้ำเงินเข้ม พืชท้องถิ่นที่มีคุณสมบัติให้สีมีหลายชนิดดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 พืชท้องถิ่นในประเทศไทยบางชนิดที่ให้สีและการใช้ประโยชน์^(2,3,9-15)

พืช	ส่วนของพืช	สีที่ได้	การใช้ประโยชน์
กระเจี๊ยบแดง	ดอก	สีแดงอมส้ม	สีอาหาร
กระดังงาป่า	เปลือก	สีดำ	ย้อมผ้า
โกก崗	เปลือก	สีน้ำตาล	สีอาหาร
ขนุน	แก่น	สีน้ำตาลเหลือง	ย้อมผ้า
ขมิ้นชัน	เหง้า	สีเหลือง	สีอาหาร
คราม	ต้น	สีคราม	สีอาหาร
คำแสด	เมล็ด	สีแดง	ย้อมผ้า แห อวน หนึ่ง
ดอกดิน	ดอก	สีน้ำเงินเข้ม	ย้อมผ้า แห อวน หนึ่ง
เตยหอม	ใบ	สีเขียวอ่อน	สีอาหาร
เทียนกิ่ง	ใบ	สีน้ำตาลแดง	ย้อมผม ทาเล็บ
มะเกลือ	ผล	สีดำ	ย้อมผ้าและผสมสี
มะเมี	ผล	สีม่วง	สีอาหาร
ยอ	ราก	สีแดง	ย้อมผ้า
รง	ยาง	สีเหลืองทอง	ย้อมผ้า
สีเสียดเหนือ	เนื้อไม้	สีน้ำตาล	สีอาหาร
หูกวาง	ใบ	สีเขียว	ย้อมผ้า
อัญชัน	กลีบดอก	สีฟ้า	สีอาหาร เขียนคิ้ว
ฮ่อม	ต้น	สีน้ำเงินเข้ม	ย้อมเสื้อฮ่อมฮ่อม
<i>Acasia nilotica</i>	เปลือก	สีดำ/สีน้ำตาล	ฟอกหนัง งานพิมพ์และย้อมผ้า
	ยาง	สีเหลืองอ่อน	
		สีน้ำตาลแดง และ สีเกือบดำ	

สีจากพืชเหล่านี้มีคุณสมบัติเป็นสีย้อม มนุษย์นำมาใช้ประโยชน์ในการปรุงแต่งสีอาหาร ย้อมผ้า ย้อมหนัง ย้อมอวน ย้อมงานจักสานต่างๆ รวมถึงการนำมาใช้ตกแต่งร่างกายมนุษย์ เช่น น้ำแช่ใบเทียนกิ่ง (*Lawsonia inermis* L.) ใช้ย้อมผิวหนัง เส้นผมและเล็บ⁽³⁾ ดอกอัญชันสดสีน้ำเงินใช้เขียนคิ้วให้มีสีเข้ม⁽¹⁶⁾ เมล็ดจากผล annatto plant (*Bixa orellana*) ให้สีน้ำตาล ขนเผ้าที่อยู่แถบกลุ่มน้ำอเมซอนในประเทศเปรูนิยมนำมาระบายสีร่างกาย⁽¹⁾

สีย้อมเซลล์พืช (dyes)

การศึกษาเซลล์หรือเนื้อเยื่อพืชด้วยกล้องจุลทรรศน์ ผู้ศึกษาต้องเตรียมเนื้อเยื่อให้บางจนแสงส่องผ่านได้ เพื่อให้มองเห็นโครงสร้างต่าง ๆ ชัดเจนยิ่งขึ้นจึงต้องย้อมสีเซลล์หรือเนื้อเยื่อ สีย้อมเซลล์พืชที่ใช้ในทางชีววิทยา แบ่งเป็น 2 กลุ่มตามแหล่งที่มา คือ สีสรรรมชาติและสีสังเคราะห์ สีแต่ละกลุ่มมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ดังนี้^(17,18)

1. สีสรรรมชาติ (natural dyes)

สีสรรรมชาติที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรมและมีจำหน่ายอย่างแพร่หลาย จัดเป็นสีพวกแรกที่น่าสนใจ ย้อมวัสดุในการศึกษาทางชีววิทยา เป็นสีย้อมที่สกัดจากต้นไม้บางชนิดหรือจากอวัยวะบางส่วนของแมลงบางชนิด ในปัจจุบันนิยมนิยมน้อยกว่าสีสังเคราะห์ เนื่องจากราคาแพง⁽⁶⁾ คุณภาพของสี การเก็บรักษาและความยุ่งยากในการใช้งาน สีสรรรมชาติที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ได้แก่

1.1 ฮีมาตอกไซลีน (hematoxylin) เป็นสีย้อมที่สกัดด้วยอีเธอร์⁽¹⁹⁾ ได้จากต้นลอกวูด (logwood *Hematoxylon campechianum* L.) ละลายในน้ำ สีย้อมชนิดนี้เป็นสีย้อมที่มีหมู่ไฮดรอกซิล (hydroxyl) มากกว่าหนึ่งหมู่ ปกติแล้วสารละลายของสีย้อมฮีมาตอกไซลีนมักย้อมติดเนื้อเยื่อได้แต่ไม่ค่อยดี นอกจากจะผสมเกลือหรืออลูมิเนียมเป็นสารช่วยให้สีติดเนื้อเยื่อ (mordant) ลงในสารละลายนั้นด้วย ใช้ย้อมโครโมโซม เยื่อหุ้มนิวเคลียส

1.2 คาร์มิน (carmine) เป็นสีสรรรมชาติที่ได้จากการบดแมลงคอสีนีล (cochineal) ตัวเมียตากแห้ง ปกติถือว่าสีย้อมคาร์มินเป็นเกลือแคลเซียมอลูมิเนียม (aluminum calcium salt) หรือกรดคาร์มินิก (carminic acid) ใช้ย้อมสหายได้ดี โดยเฉพาะส่วนโครโมโซมและเยื่อหุ้มนิวเคลียส

1.3 บราซิลลิน (brazilin) เป็นสีสรรรมชาติอีกชนิดหนึ่งที่ไดมาจากต้นไม้หลายชนิด เรียกรวม ๆ กันว่าไดมาจากบราซิลวูด (Brazilwood) ส่วนใหญ่แล้วได้จากต้น *Caesalpinia crista* หรือ *C. rohinata* สีบราซิลลินเป็นสีที่เข้มกว่าและย้อมติดเร็วกว่าฮีมาตอกไซลีน บราซิลลินละลายในเอทิลแอลกอฮอล์ได้ ต้องเตรียมก่อนใช้ประมาณ 1 สัปดาห์ เก็บไว้ในขวดที่มีฝาปิดสนิทไม่ถูกแสงและอากาศ ใช้ย้อมชิ้นส่วนพืชที่ smear แล้ว โดยเฉพาะส่วนโครโมโซม

2. สีสังเคราะห์ (coal tar dyes)

สีสังเคราะห์เป็นสีที่สังเคราะห์จากน้ำมันดำ (tar) หรือถ่านหิน (coal) เรียกว่าสีแอนิลีน สีสังเคราะห์มีสีสดและติดทนนาน นิยมใช้ย้อมเนื้อเยื่อเพื่อนำไปศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ สีสังเคราะห์ที่สำคัญและนิยมใช้กันมากในทางไมโครเทคนิคมีหลายชนิด ได้แก่

2.1 ซาฟรานีนโอ (safranin O) เป็นสีผสมของไดอะมีโนฟีนิลไดโตลาโซเนียมคลอไรด์ (diaminophenylditolazonium chloride) กับไดอะมีโนโอโตลิลไดโตลาโซเนียม (diamino-otolylditolazonium) ละลายในแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นสูงๆ ได้ดีกว่าน้ำ มีคุณสมบัติเป็นเบส สามารถเตรียมและเก็บไว้ใช้เป็นเวลานานได้ ซาฟรานีนโอเป็นสีย้อมที่นักพฤกษศาสตร์นิยมใช้ย้อมเนื้อเยื่อพืช เพื่อดูลักษณะรูปร่างและส่วนประกอบต่าง ๆ ของเซลล์พืช มีคุณสมบัติในการย้อมติดโครโมโซมและเยื่อหุ้มนิวเคลียส ส่วนที่เป็นลิกนิน (lignin) ซูเบอร์ริน (suberin) และคิวทิน (cutin)

2.2 ฟาสกรีน เอฟซีเอฟ (fast green: FCF) มีคุณสมบัติเป็นกรด ละลายในน้ำมันกานพลู (clove oil) และเอทิลแอลกอฮอล์เข้มข้นได้ดีกว่าน้ำกลั่น ต้องเตรียมก่อนใช้ประมาณ 1 สัปดาห์ ใช้ย้อม

โครโมโซม ไฮโทพลาซึม เซลลูโลส ผังเซลล์ของพืช สีนีติดเนื้อเยื่อคงทนและย้อมติดเร็ว มักใช้ควบคู่กับ ซาฟรานีนโอ

2.3 อีโอซิน วาย (eosin Y) มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน ละลายในแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นสูง ๆ ได้ดีกว่าน้ำ สีย้อมชนิดนี้นักพฤกษศาสตร์ใช้กันค่อนข้างน้อย

2.4 ออร์ซิน (orcien) มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน ๆ เมื่อละลายในสารละลาย แอลคาไลจะเป็นสีม่วง ถ้าละลายในสารละลายกรดจะเป็นสีแดง ส่วนที่ติดสีได้ดีคือนิวเคลียส ไฮโทพลาซึม

2.5 เบสิกฟุคซิน (basic fuchsin) มีคุณสมบัติเป็นเบส ละลายได้ดีในน้ำอัมมั่ว ใช้ย้อมนิวเคลียส สีย้อมชนิดนี้นักพฤกษศาสตร์ใช้กันค่อนข้างน้อย

2.6 แอซิดฟุคซิน (acid fuchsin) อาจเป็นเกลือโซเดียมของกรดไตรซัลโฟนิค ละลายได้ดีในน้ำ หรือแอลกอฮอล์ มีคุณสมบัติเป็นกรด ใช้ย้อมไฮโทพลาซึม ไมโทคอนเดรีย คอร์เทกซ์ พิช พาเรงไคมา และผังเซลล์ของพืช

2.7 ฮีมาติน (hematin) ละลายในแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นสูง ๆ เป็นสีที่เตรียมง่าย สะดวก ใช้งานง่ายและย้อมเนื้อเยื่อติดสีได้ผลดีกว่าสีย้อมฮีมาตอกไซลิน

2.8 ไลท์กรีนเอสเอฟ (light green SF) มีคุณสมบัติเป็นกรด และเป็นอนุพันธ์ของไดอะมิโน ไตรฟีนิลมีเทน ละลายได้ดีทั้งในน้ำและแอลกอฮอล์ นิยมใช้ย้อมโครโมโซม เซลลูโลสของผังเซลล์ ลิกนิน ข้อเสียของสีย้อมชนิดนี้คือทำให้เซลล์ทึบ ไม่ควรใช้เมื่อต้องการทำสไลด์ถาวร

2.9 เมทิลกรีน (methyl green) อยู่ในกลุ่มสีย้อมอะมิโนไตรฟีนิลมีเทน มีเมทิลไวโอเลต (methyl violet) ปนอยู่ด้วย บางครั้งสีย้อมจึงเป็นสีม่วง ละลายในน้ำหรือกรดน้ำส้ม นิยมใช้ย้อมเยื่อหุ้ม นิวเคลียส โครมาติน คิวทินและลิกนินของเนื้อเยื่อพืช

2.10 เมธีลีนบลู (methylene blue) เป็นสีย้อมในกลุ่มไทอาซีน (thiazin group) ละลายในน้ำ หรือแอลกอฮอล์ได้ ใช้ย้อมเยื่อหุ้มนิวเคลียสและคิวทิน สีย้อมชนิดนี้นักพฤกษศาสตร์ใช้กันค่อนข้างน้อย

2.11 มาลาไคท์กรีน (malachite green) มีคุณสมบัติเป็นเบสอ่อนๆ อยู่ในกลุ่มสีย้อมไดอะมิโน ไตรฟีนิลมีเทน ละลายในน้ำ น้ำนํ้ากานพลูหรือแอลกอฮอล์ได้ ใช้ย้อมเพื่อศึกษาผังเซลล์ เอนโดเดอร์มิส นิวเคลียส ไซเลม และคิวทินของเนื้อเยื่อพืช

2.12 นิวทรัลเรด (nutral red) มีคุณสมบัติเป็นเบสอ่อนๆ ละลายในน้ำหรือแอลกอฮอล์ได้ ใช้ย้อมเซลล์ที่มีชีวิตเพื่อศึกษาปฏิกิริยาต่างๆ ของสารที่อยู่ภายในเซลล์พืช⁽¹⁹⁾

2.13 ฟลอคซินบี (phloxine B) มีคุณสมบัติเป็นกรดและอยู่ในกลุ่มสีย้อมแซนทิน ละลายในน้ำหรือ แอลกอฮอล์ได้ นิยมใช้ย้อมพวงสาหร่าย

2.14 ออเรนจ์จี (orange G) มีคุณสมบัติเป็นกรดและอยู่ในกลุ่มสีย้อมอาโซ (azo) ละลายในน้ำ หรือแอลกอฮอล์ได้ ใช้ย้อมเพื่อศึกษาไฮโทพลาซึม⁽¹⁹⁾

2.15 ไนโกรซิน (nigrosin) หรืออินดูลินแบลค (indulin black) มีคุณสมบัติเป็นเบส ละลายใน น้ำ นิยมเตรียมเก็บไว้ใช้ได้เป็นเวลานานๆ ใช้ย้อมเพื่อศึกษาไฮโท พลาซึม ไม่นิยมใช้ย้อมเนื้อเยื่อสำหรับ paraffin technique

2.16 คองโกเรด (congo red) เป็นสีย้อมที่จัดอยู่ในกลุ่มอาโซ (azo) ไม่ละลายน้ำ ละลายใน แอลกอฮอล์ได้ นิยมใช้ย้อมไฮโทพลาซึมและผังเซลล์เซลลูโลส

2.17 ไทโอนิน (thionin) มีคุณสมบัติเป็นเบส จัดอยู่ในกลุ่มสีย้อมไทอาซีน (thiazin) ละลายในน้ำ และแอลกอฮอล์ได้ ใช้ย้อมเยื่อหุ้มนิวเคลียส สีย้อมชนิดนี้นักพฤกษศาสตร์ใช้กันค่อนข้างน้อย

2.18 กรดพิกริก (picric acid) มีคุณสมบัติเป็นกรด ละลายในน้ำหรือแอลกอฮอล์ได้ ใช้ย้อมเพื่อศึกษาไซโทพลาซึม และใช้เป็นตัวทำให้สีอื่นชัดเจน (differentiator) ของฮีมาตอกซิไลน์ ซาฟรานีนและฟวกไวโอเลต

2.19 อะลิซารินเรดเอส (alizarin red S) มีคุณสมบัติเป็นกรด อยู่ในสีย้อมกลุ่มออกซีควิโนน (oxyquinone group) ละลายในน้ำหรือแอลกอฮอล์ได้ ใช้ย้อมโครมาทินให้สีตัดกับไมโทคอนเดรีย ซึ่งย้อมด้วยสีย้อมสีย้อมไวโอเลต

2.20 บิสมาร์คบราวน์ไอ (bismark brown Y) เป็นสีย้อมในกลุ่มอาโซ ละลายในน้ำหรือแอลกอฮอล์ได้ ปัจจุบันใช้กันน้อย ใช้สำหรับย้อมนิวซิน โครโมโซม เซลลูโลส ถ้าต้องการย้อมเนื้อเยื่อเพื่อเก็บรักษาไว้นานๆ ต้องย้อมให้ติดสีเข้มกว่าปกติ สีย้อมชนิดนี้ไม่ควรเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิสูง เพราะทำให้ส่วนประกอบของสีเปลี่ยนแปลง

2.21 ไอโอดีนกรีน (iodine green) มีคุณสมบัติเป็นเบส อยู่ในกลุ่มสีย้อมไตรอะมีโนไตรฟีนิล มีเทน ใช้ย้อมโครมาทิน เยื่อหุ้มนิวเคลียสและผนังเซลล์ที่มีลิกนินของพืช

2.22 ออแรนเจีย (aurantia) เป็นสีย้อมในกลุ่มไนโตร ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในแอลกอฮอล์ได้ นิยมใช้ย้อมเพื่อศึกษาโครงสร้างของไมโทคอนเดรีย

2.23 อิริโทรซิน (erythrosin) มีคุณสมบัติเป็นกรด อยู่ในกลุ่มสีย้อมกลุ่มแซนทีน (อนุพันธ์ฟลูออเรน) ละลายในน้ำ น้ำมันกานพลูหรือแอลกอฮอล์ได้ นักพฤกษศาสตร์มักใช้สีย้อมชนิดนี้แทนสีย้อมอีโอซิน ใช้สำหรับย้อมไซโทพลาซึม

2.24 ซูดาน 4 (sudan IV) มีคุณสมบัติเป็นกรดอ่อน อยู่ในสีย้อมกลุ่มอาโซ ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายในแอลกอฮอล์ ใช้สำหรับย้อมไขมัน เลซิทีน ลาเทกซ์ ซูเบอร์ลิน คิวทิเคิล และคลอโรพลาสต์

สีย้อมเซลล์จากพืชท้องถิ่นในประเทศไทย

สีย้อมเซลล์จากพืชท้องถิ่นในประเทศไทย เป็นการนำความรู้เรื่องพืชให้สีที่สืบทอดกันมา โดยทดลองนำพืชให้สีที่ใช้ประโยชน์อื่นๆ เช่น แต่งสีอาหาร ตกแต่งร่างกาย สีย้อมผ้า ย้อมหนัง หรือย้อมขน นำมาทดลองย้อมเซลล์พืช สำหรับการศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์ในห้องปฏิบัติการ พืชให้สีดังกล่าวได้แก่ ใบประดับเพื่องฟ้าสีชมพูและสีแดง^(20,21) เยื่อหุ้มเมล็ดคําสด ดอกเทียนบ้าน ใบหูกวาง⁽²¹⁾ ขมิ้น^(21,22) ใบกระท้อน ดอกเข็ม ใบมังคุด ผลหว่า^(21,23) ข้าวเหนียวดำ กะหล่ำปลีสีม่วง ดอกอัญชัน^(21,23-25) แก้วมังกรหม่อน⁽²³⁾ ใบเทียนกิ่งหรืออินา⁽²⁶⁾ ดอกคําฝอย ดอกขบา ใบเตยหอม⁽²⁷⁾ เพื่อให้มองเห็นโครงสร้างของเซลล์ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

ตารางที่ 2.2 สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากพืชท้องถิ่นบางชนิด^(5,21-29)

พืชให้สีย้อม	สีที่ได้	ส่วนของพืช ที่นำมาย้อมสี	โครงสร้างที่ติดสีได้ดี
กรณีการ์	สีเหลืองสด	ลำต้น	พาราเคมีมา สเคลอเรนคิมา คอล- เลงคิมา เอพิเดอร์มิส ไซเลม และโฟลเอ็ม
ใบอินา	สีน้ำตาล	ลำต้นกระสัง	เอพิเดอร์มิส ไซเลม โฟลเอ็ม
ดอกอัญชัน	สีน้ำเงิน	รากตอยติ่ง	เอพิเดอร์มิส คอรัเทกซ์ เอนโด -

พืชให้สีย้อม	สีที่ได้	ส่วนของพืช ที่นำมาย้อมสี	โครงสร้างที่ติดสีได้ดี
เหง้าขมิ้น	สีเหลือง	ลำต้นกระสัง ลำต้นต้อยติ่ง	เดอร์มิส พิธ ไซเลม โพลเอม เอปีเดอร์มิส คอร์ทิกซ์ วาสคิว - ลาร์บันเดิล พิธ เอปีเดอร์มิส เอนโดเดอร์มิส คอร์ทิกซ์ ไซเลม โพลเอม พิธ
ใบกระท้อน	สีน้ำตาล	ลำต้นกระสัง	เอปีเดอร์มิส คอร์ทิกซ์ ไซเลม โพลเอม พิธ
กลีบดอกเข็มแดง	สีส้ม	ลำต้นกระสัง	เอปีเดอร์มิส คอร์ทิกซ์ ไซเลม โพลเอม พิธ
ใบประดับเฟื่องฟ้าสีชมพู	สีชมพู	ลำต้นกระสัง	เอปีเดอร์มิส คอร์ทิกซ์ ไซเลม โพลเอม พิธ
ใบมังคุด	สีน้ำตาลเข้ม	ลำต้นกระสัง	เอปีเดอร์มิส คอร์ทิกซ์ ไซเลม โพลเอม พิธ
ผลหว่า	สีแดง	ลำต้นกระสัง	เอปีเดอร์มิส คอร์ทิกซ์ ไซเลม โพลเอม พิธ
เยื่อหุ้มเมล็ดคำแสด	สีน้ำตาล-เหลือง	รากหอม	โครโมโซม
กลีบดอกเทียนบ้าน	สีส้ม	ลำต้นกระสัง	ไซเลม โพลเอม
ผลหม่อน	สีแดง	รากหอม	ไซเลม โพลเอม
ดอกคำฝอย	สีแดง	รากหอม	โครโมโซม
ดอกชบา	สีแดง	รากหอม	โครโมโซม
ใบเตยหอม	สีเขียว	รากหอม	โครโมโซม

พืชให้สีในท้องถิ่นที่นำมาสกัดทำสีย้อมเซลล์พืช ให้โทนสีต่างๆ ได้แก่ โทนสีเหลือง เช่น ใบอีน่า เหง้าขมิ้น ใบกระท้อน กลีบดอกเข็มแดง ใบมังคุด เยื่อหุ้มเมล็ดคำแสดและกลีบดอกเทียนบ้าน โทนสีแดง เช่น ใบประดับเฟื่องฟ้าสีชมพู ผลหว่า ผลหม่อน ดอกคำฝอย ดอกชบา โทนสีน้ำเงิน เช่น ดอกอัญชัน และ โทนสีเขียว เช่น ใบเตยหอม

สีจากพืชให้สีในท้องถิ่นที่ใช้แทนสีสำเร็จรูปบางชนิด

สีจากพืชให้สีในท้องถิ่นมีโทนสีที่หลากหลายแตกต่างกัน เมื่อสกัดด้วยตัวทำละลายต่างๆ เช่น น้ำกลั่น อะซิโตน แอลกอฮอล์ สามารถนำมาทดแทนสีสำเร็จรูปบางชนิดได้ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 สีย้อมเซลล์จากพืชให้สีในท้องถิ่นที่ใช้แทนสีสำเร็จรูปบางชนิด^(4,5,24-26)

พืชให้สี	ใช้ทดแทนสีสำเร็จรูป	โทนสี
ดอกอัญชัน (<i>Clitoria ternatea</i> L.)	eosin y, nigrosin, orange G, indigocarmine, methyl orange ⁽²⁶⁾ methylene blue ^(4,5)	สีน้ำเงิน
เมล็ดมะปราง (<i>Bouea macrophylla</i> Griff.)	congo red ⁽²⁴⁾	สีน้ำตาลเข้ม
เปลือกผลมังคุดสุก (<i>Garcinia mangostana</i> L.)	eosin B ⁽²⁴⁾	สีเหลืองอมชมพู
เปลือกผลเงาะสุก (<i>Nephelium lappaceum</i> L.)	congo red ⁽²⁴⁾	สีส้ม
ใบหูกวางแห้ง (<i>Terminalia catappa</i> L.)	congo red ⁽²⁴⁾	สีส้ม
ใบแก้วสด (<i>Murraya paniculata</i> Jack)	fast green ⁽²⁴⁾	สีเขียวตอง
กะหล่ำปลีม่วง (<i>Brassica oleracea</i> var. rubra)	carmine ⁽²³⁾ aceto-orcien ⁽²⁵⁾	สีแดง
ผลหม่อน (<i>Morus alba</i> L.)	carmine ⁽²³⁾ Orcine ⁽²³⁾	สีแดง

จากตารางที่ 2.3 พืชให้สีในท้องถิ่นที่ใช้ทดแทนสีสำเร็จรูป ได้แก่ สีจากดอกอัญชัน ใช้ทดแทนสีสำเร็จรูป eosin y, nigrosin, orange G, indigocarmine, methyl orange และ methylene blue สีจากเมล็ดมะปราง เปลือกผลเงาะสุก ใบหูกวางแห้ง ใช้ทดแทนสีสำเร็จรูป congo red สีจากเปลือกผลมังคุดสุกใช้ทดแทนสีสำเร็จรูป eosin B สีจากใบแก้วสดใช้ทดแทนสีสำเร็จรูป fast green สีจากกะหล่ำปลีม่วงและผลหม่อนใช้ทดแทนสีสำเร็จรูป aceto-orcien และ carmine

ข้อจำกัดของสีย้อมเซลล์จากพืชท้องถิ่น

การใช้สีย้อมเซลล์จากพืชท้องถิ่น มีข้อดีเนื่องจากแต่ละท้องถิ่นมีพืชให้สีหลายชนิด และให้สีในโทนสีต่างๆ ที่แตกต่างกัน หาได้ง่าย ราคาถูก เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับพืชบางชนิดหรือบางส่วนของพืชที่ไม่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ได้แก่ ผลคางะ ใบมังคุด ใบกระท้อน ดอกชบา^(4,5,22-28) แต่สีย้อมเซลล์จากพืชท้องถิ่นก็มีข้อจำกัดในการใช้งาน เช่น การเกิดตะกอน การเก็บรักษา รูปแบบการใช้งาน ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ข้อจำกัดของสีย้อมเซลล์จากพืชท้องถิ่นบางชนิด

พืชให้สี	ข้อจำกัด
ดอกอัญชัน (<i>Clitoria ternatea</i> L.) ^(4,5)	1. สีที่เตรียมได้ต้องนำมาใช้ทันทีจึงจะมีคุณภาพดีที่สุด ไม่เหมาะสำหรับการนำมาย้อมเซลล์เพื่อทำสไลด์ถาวร 2. มีระยะเวลาการเก็บรักษาสีประมาณ 1-2 วัน หลังจากนั้นสีจะเกิดตะกอนและคุณภาพของสีย้อมลดลง ปริมาณตะกอนมากขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา 3. กรองก่อนนำสีย้อมไปใช้ทุกครั้ง
กลีบดอกเข็มแดง (<i>Ixora chinensis</i> Lamk.) ⁽²¹⁾	สีที่เตรียมได้ต้องนำมาใช้ทันทีจึงจะมีคุณภาพดีที่สุด แต่สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 30 วัน หลังจากนั้นสีจะมี ตะกอนเกิดขึ้น
เนื้อหุ้มเมล็ดคำแสด (<i>Bixa orellana</i> L.) ⁽²¹⁾	สีที่เตรียมได้ต้องนำมาใช้ทันทีจึงจะมีคุณภาพดีที่สุด แต่สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 30 วัน หลังจากนั้นสีจะมี ตะกอนเกิดขึ้น
เทียนบ้าน (<i>Impatiens balsamina</i> L.) ⁽²¹⁾	สีที่เตรียมได้ต้องนำมาใช้ทันทีจึงจะมีคุณภาพดีที่สุด แต่สามารถเก็บรักษาได้ไม่เกิน 30 วัน หลังจากนั้นสีจะมี ตะกอนเกิดขึ้น
ผลหว่า (<i>Syzygium cumini</i> L.) ⁽²³⁾	สีย้อมติดโครโมโซมชัดเจนกว่าสำเร็จรูป
ใบอินนา (<i>Lawsonia inermis</i> L.) ⁽²⁶⁾	1. สีที่เตรียมได้ต้องนำมาใช้ทันทีจึงจะมีคุณภาพดีที่สุด 2. ถ้านำสีจากใบอินน่าย้อมเซลล์เพื่อทำสไลด์ถาวร ถ้าเก็บ ไว้นานกว่า 30 วัน สีที่ติดเซลล์บริเวณ epidermis ชัด จางลง ถ้าเก็บไว้นานกว่า 60 วัน นอกจากสีชัดจางลง แล้ว เซลล์บริเวณ epidermis จะมีรูปร่างที่เปลี่ยนแปลง ไปจากเดิม
ใบแก้วสด (<i>Murraya paniculata</i> Jack) ⁽²⁴⁾	1. สีที่เตรียมได้ต้องนำมาใช้ทันทีจึงจะมีคุณภาพดีที่สุด ไม่เหมาะสำหรับการนำมาย้อมเซลล์เพื่อทำสไลด์ถาวร 2. ถ้านำสีจากใบแก้วสดมาย้อมเซลล์เพื่อทำสไลด์ถาวร ถ้าเก็บไว้นานกว่า 30 วัน เซลล์บริเวณ epidermis จะมี รูปร่างที่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม

จากตารางที่ 2.4 การใช้สีย้อมเซลล์พืชจากพืชให้สีในท้องถิ่นส่วนมากต้องใช้สีที่เตรียมได้ทันที ไม่เหมาะกับการย้อมเซลล์พืชเพื่อทำสไลด์ถาวร เพราะสีดังกล่าวเมื่อเก็บรักษาไว้ระยะหนึ่งจะเกิดตะกอน และคุณภาพของสีย้อมลดลง เช่น สีชัดจาง หรือทำให้เซลล์เปลี่ยนแปลงรูปร่าง เป็นต้น

กระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.)^(30,31)

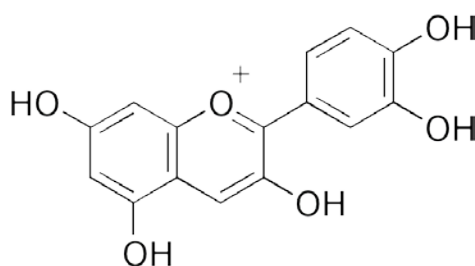
กระเจี๊ยบแดง (Rosella หรือ Jamaica sorrel) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hibiscus sabdariffa* L. เป็นพืชให้สีชนิดหนึ่ง จัดอยู่ในวงศ์ Malvaceae มีชื่อท้องถิ่นที่แตกต่างกัน เช่น กระเจี๊ยบแดง (ภาคกลาง) ผักกึ่งเค็ง (ภาคเหนือ) และส้มปู้ (แม่ฮ่องสอน)⁽³²⁾



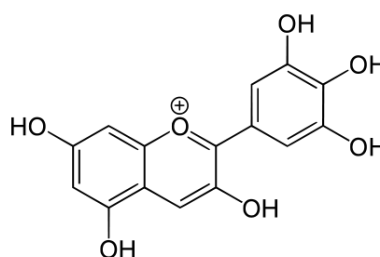
กลีบเลี้ยง

ภาพที่ 2.1 ดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.)⁽³³⁾

กระเจี๊ยบแดงเป็นไม้พุ่มขนาดเล็ก สูง 1–2 เมตร ลำต้นและกิ่งก้านมีสีแดงอมม่วง ใบเป็นใบเดี่ยว กว้างยาวใกล้เคียงกัน ประมาณ 8–15 เซนติเมตร ก้านใบยาว ขอบใบหยักลึกคล้ายนิ้วมือ 3 หรือ 5 แฉก ดอกเดี่ยวเกิดบริเวณซอกใบ กลีบดอกสีชมพูหรือสีเหลือง ตรงโคนกลีบด้านในมีสีม่วงแดง เกสรเพศผู้เชื่อมกันเป็นหลอด ดอกที่ได้รับการผสมเกสรแล้วกลีบดอกจะร่วง จากนั้นกลีบเลี้ยงสีแดงเข้มจะขยายใหญ่หนาและแข็ง ผลเมื่อแห้งแตกได้ สีแดงมีกลีบเลี้ยงหุ้มไว้ ขยายพันธุ์โดยการเพาะเมล็ดและปักชำกิ่ง การใช้ประโยชน์ส่วนใหญ่ใช้สีจากกลีบเลี้ยงซึ่งมีสารสีแดง กลุ่มแอนโทไซยานินที่ละลายน้ำมากกว่าร้อยละ 50 เช่น สารไซยานิดิน (cyanidin) และเดลฟินิดิน (delphinidin) ทำให้มีสีม่วงแดง มีกรดอินทรีย์หลายชนิด เช่น กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) กรดซิตริก (citric acid) กรดมาลิก (malic acid) และกรดทาร์ทาริก (tartaric acid) กรดเหล่านี้ทำให้กระเจี๊ยบแดงมีรสเปรี้ยว นอกจากนี้พบวิตามินเอ เพคติน และแร่ธาตุอื่น ๆ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เป็นต้น^(34,35) สีที่ได้นำไปแต่งสีอาหาร หรือทำเป็นเครื่องดื่ม⁽³⁶⁾



สารไซยานิดิน



สารเดลฟินิดิน

ภาพที่ 2.2 สูตรโครงสร้างของสารไซยานิดิน⁽³⁷⁾ และเดลฟินิดิน⁽³⁸⁾

สีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดง เกิดการเปลี่ยนแปลงตามความเป็นกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษา หมายถึงสีที่สกัดได้จะให้สีแดงที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 1-3 และ

10-12 เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่าง 4-9 จะให้น้ำตาล⁽³⁹⁾ สำหรับอุณหภูมิที่มีผลต่อความคงตัวของสีต้องเป็น อุณหภูมิที่สูงกว่า 80 องศาเซลเซียส⁽⁴⁰⁾ มีผลให้สีเปลี่ยนแปลงจากสีม่วงแดงเป็นสีเหลืองและสีน้ำตาลใน ที่สุด และมีสารพวกโพลิเมอร์เพิ่มขึ้น^(39,40) สีที่สกัดได้สามารถเก็บไว้ในขวดแก้วใสหรือขวดแก้วทึบแสงสี ต่างๆ ได้โดยชนิดของขวดแก้วไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี⁽⁴⁰⁾ ซึ่งสีที่เตรียมได้จะมีคุณภาพดีที่สุดในเมื่อ เตรียมเสร็จใหม่ๆ แต่สามารถเก็บไว้ในขวดแก้วได้ไม่เกิน 15 วัน หลังจากนั้นสีจะเริ่มเสื่อมสภาพ⁽⁴¹⁾

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องสีย้อมเซลล์ที่สกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียมสีที่สกัดจากกลีบกระเจี๊ยบแดง
2. การเตรียมรากหอม
3. การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีบางประการของสีย้อมที่เตรียมได้
4. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของสีย้อมที่เตรียมได้
5. การย้อมสีเซลล์รากหอม

เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

1. พืช : พืชให้สีย้อมเซลล์ คือ ดอกกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.)
พืชที่นำมาย้อม คือ หอม (*Allium ascalonicum* L.)
2. เครื่องมือและอุปกรณ์
 - 2.1 การเตรียมสีย้อม ได้แก่ เครื่องชั่ง ปีกเกอร์ โกร่งบดยา กระบอกตวง ผ้าขาวบาง กรวย กระดาษกรอง ขวดสารเคมี ขวดแก้วสีชา
 - 2.2 การเก็บรักษาสีย้อม โดยเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส
 - 2.3 การเตรียมตัวอย่างชิ้นส่วนรากหอม ได้แก่ ใบมีดโกน ที่วางหลอดทดลอง กรรไกร กระจกนาฬิกา ขวดน้ำกลั่น ฟู่กัน เข็มเขี่ย
 - 2.4 การทดสอบคุณสมบัติทางเคมี คือ เครื่อง docu-pH-meter หลอดทดลอง หลอดหยด
 - 2.5 การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพ คือ
 - 1) การวัดค่าการดูดกลืนแสง ได้แก่ เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ spectronic educator
 - 2) การวัดปริมาณตะกอน ได้แก่ ตลับแก้ว ตู้อบ โถแก้ววัดความชื้น เครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.0001 กรัม เครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.01 กรัม กรวยแก้ว กระดาษกรอง น้ำกลั่น
 - 2.6 การย้อมสีเซลล์รากหอม ได้แก่ กระจกนาฬิกา ขวดใส่สีย้อม แผ่นสไลด์และกระจกปิด - สไลด์ กระดาษทิชชู ฟู่กัน เข็มเขี่ย นาฬิกาจับเวลา
 - 2.7 อุปกรณ์ในการศึกษาและถ่ายภาพ ได้แก่ กล้องจุลทรรศน์พร้อมกล้องดิจิทัลไมโครสโคป ยี่ห้อ dinolice รุ่น AM413X และซอฟต์แวร์การใช้งาน version last update 3.3.0.16 2009/6/9 และ กล้องถ่ายรูปดิจิทัล sony cyber shot รุ่น DSC-S730
3. สารเคมี: น้ำกลั่น เอทิลแอลกอฮอล์ น้ำยาคงสภาพเอฟเอเอ (formalin-acetic acid-alcohol: FAA)

วิธีการ

1. การเตรียมสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดง

1.1 กลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสด

ชั่งกลีบดอกกระเจี๊ยบสด 10 กรัม นำไปบดหรือตำให้ละเอียด ผสมกับเอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร กรองด้วยผ้าขาวบาง (สีที่กรองได้มีความหนืดเล็กน้อย) แล้วกรองด้วยกระดาษกรองอีกครั้ง

1.2 กลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง

นำกลีบดอกกระเจี๊ยบสดมาทำให้แห้ง โดยนำไปอบในตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วบดหรือตำให้ละเอียด ชั่งกลีบดอกกระเจี๊ยบแห้ง 10 กรัม ผสมกับเอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร กรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วกรองด้วยกระดาษกรองอีกครั้ง

2. การเตรียมรากหอม

2.1 นำหัวหอมมาตัดส่วนโคนออกเล็กน้อย เพื่อกระตุ้นให้เกิดราก วางลงบนที่วางหลอดทดลอง แล้วนำไปวางบนถาดอลูมิเนียมที่มีน้ำบรรจุอยู่ โดยให้โคนหอมสัมผัสกับผิวน้ำเล็กน้อย ระวังไม่ให้หัวหอมแช่อยู่ในน้ำเพราะจะทำให้เน่าทิ้งไว้ 3-4 วัน จนกระทั่งมีรากงอกออกมาพอที่จะตัดปลายรากได้

2.2 นำหอมที่มีรากมาตัดส่วนปลายราก โดยใช้กรรไกรตัดปลายรากบริเวณที่มีสีขาวขุ่นยาวประมาณ 0.5 เซนติเมตร จากนั้นนำมาตรึงสภาพเซลล์ โดยแช่ปลายรากในน้ำยารักษาสภาพเซลล์ (fixative) ซึ่งเตรียมจากส่วนผสมของเอทิลแอลกอฮอล์และกรดแกลลิกอะซิติก ในอัตราส่วน 3 : 1 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง (การตัดปลายรากหอมควรทำระหว่างเวลา 11.00-13.00 นาฬิกา เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มียัตราการแบ่งเซลล์ค่อนข้างสูง^(42,43))

2.3 ล้างปลายรากจากข้อ 2.2 ด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง แล้วล้างด้วยเอทิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้นร้อยละ 95 จากนั้นรักษาสภาพปลายรากไว้ในเอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 เก็บไว้ในตู้เย็น

3. การเก็บรักษาสี้อมที่เตรียมได้

สี้อมที่เตรียมได้จากข้อ 1.1 และ 1.2 เมื่อกรองแล้วใส่ในขวดแก้วสีชา แบ่งเป็น 2 ชุด ชุดหนึ่งเก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิประมาณ 4-5 องศาเซลเซียส อีกชุดหนึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องที่อุณหภูมิ 28-35 องศาเซลเซียส เก็บรักษาไว้ 1 วัน 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน

4. การทดสอบคุณสมบัติทางเคมีบางประการของสี้อมที่เตรียมได้

วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสีสกัดที่ได้จากกลีบเลี้ยงของกระเจี๊ยบแดงสดและกลีบเลี้ยงของกระเจี๊ยบแดงแห้ง โดยเก็บรักษาสีไว้ที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ครบ 1 วัน 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน วัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง docu-pH-meter บันทึกข้อมูล

5. การทดสอบคุณสมบัติทางกายภาพบางประการของสี้อมที่เตรียมได้ ได้แก่

5.1 ศึกษาระยะเวลาในการตกตะกอน โดยนำสีที่สกัดได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่นแสง 470 โดยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ ยี่ห้อ spectronic educator ทุก ๆ 7 วัน บันทึกข้อมูล

5.2 วิเคราะห์ปริมาณตะกอน^(44.) เมื่อเก็บรักษาไว้ 1 วัน 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ซึ่งเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น มีวิธีการดังนี้

- 1) ชั่งน้ำหนักขวดที่มีตัวอย่างน้ำ 50 มิลลิลิตร
- 2) พับกระดาษกรองใส่ในตลับแก้ว นำไปอบในตู้อบ ลมร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 110°C เป็นเวลา 1½ ชั่วโมง
- 3) นำตลับแก้วพร้อมกระดาษกรองออกจากตู้อบ ลมร้อน นำไปใส่ในโถแก้วซึ่งมีสารดูดความชื้นบรรจุอยู่
- 4) เมื่อตลับแก้วเย็น ชั่งด้วยเครื่องชั่งชนิดละเอียด 0.0001 กรัม
- 5) เอากระดาษกรองออกจากตลับแก้วใส่ในกรวยซึ่งวางไว้บนขวดเปล่าที่มีความจุ ประมาณ 1 ลิตร
- 6) นำขวดที่มีตะกอนแขวนลอยซึ่งชั่งแล้วจากข้อ 1) นำมาเขย่า ค่อยๆ รินใส่กรวยแก้วระวังอย่าให้พื้นกระดาษกรอง เพราะทำให้ตะกอนหลุดรอดออกไปด้วย ตะกอนแขวนลอยจะค้างบนกระดาษกรอง เมื่อเทตัวอย่างน้ำจนหมดแล้วต้องล้างขวดด้วยน้ำกลั่น หลังจากนั้นชั่งขวดเปล่า
- 7) นำกระดาษกรองที่มีตะกอนแขวนลอยพับใส่ในตลับแก้ว (ตลับที่ใช้ชั่งก่อนการกรอง) นำไปอบใน ตู้อบฯ อุณหภูมิประมาณ 110 °C ประมาณ 1½ ชั่วโมง เมื่อกระดาษกรองแห้งนำออกมาพร้อมตลับแก้ว ใส่ในโถแก้วดูดความชื้นประมาณ ½ ชั่วโมง
- 8) นำตลับแก้วที่มีกระดาษกรองพร้อมกับตะกอนแขวนลอยออกจาก โถแก้วดูดความชื้น ชั่งด้วยเครื่องชั่งละเอียด
- 9) คำนวณหาน้ำหนักน้ำตัวอย่าง และน้ำหนักตะกอนแขวนลอย
- 10) ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย = $\frac{\text{น.น.ตะกอนแขวนลอย}}{\text{น.น.น้ำตัวอย่าง}}$
- 11) จากข้อ 10) เปลี่ยนค่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยเป็น PPM โดยใช้สูตร $\text{PPM} = \text{ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอย} \times 1,000,000$ ซึ่งเป็นความเข้มข้นของตะกอน
- 12) บันทึกข้อมูล

6. การย้อมสีเซลล์รากหอม

6.1 ใช้ปากคีบปลายแหลม คีบรากหอมที่ผ่านการรักษาสภาพแล้ว วางบน กระดาษสไลด์ ตัดเฉพาะปลายรากที่มีสีขาวชุ่มด้วยใบมีดโกน ส่วนที่เหลือใช้กระดาษทิชชูซับออก

6.2 หยดกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้นร้อยละ 5 ลงบนรากหอม 1 หยด ทิ้งไว้ 5-10 นาที ล้างออกด้วยน้ำกลั่น โดยหยदन้ำกลั่นลงบนรากหอม ประมาณ 5 นาที แล้วซับน้ำออกด้วยกระดาษทิชชู ทำซ้ำ 2-3 ครั้ง

6.3 ใช้เข็มเขี่ยรากหอมให้ละเอียด เพื่อให้เซลล์แยกออกจากกัน

6.4 หยดสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงกระเจี๊ยบแดงลงบนรากหอมที่ขยี้แล้ว ปิดด้วยกระจกปิด - สไลด์ ทิ้งไว้ 14 วัน

6.5 วางกระดาษทิชชูทับลงกระจกปิดสไลด์ แล้วใช้หัวแม่มือบดขยี้เบา ๆ หรือใช้ดินสอ ด้านที่มียางลบเคาะเบา ๆ หลาย ๆ ครั้ง เพื่อให้เซลล์แยกออกจากกัน ซึ่งจะทำให้เห็นโครโมโซมแต่ละระยะได้ชัดเจนขึ้น

6.6	นำสไลด์ไปศึกษาการติดสีของเซลล์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กำลังขยาย	40	เท่า
บันทึกภาพ			

บทที่ 4

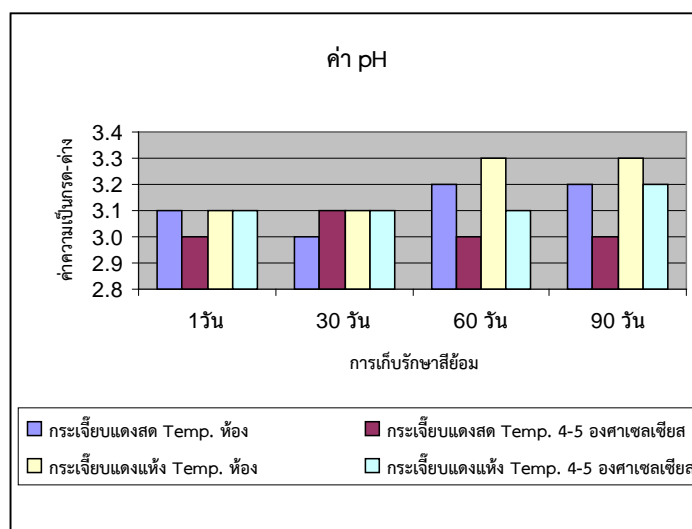
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องสีย้อมเซลล์ รากหอม ที่สกัดจาก กลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดง สดและแห้ง ด้วยสารละลาย เอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 เก็บรักษาไว้ 1 วัน 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น โดยศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ระยะเวลาการเกิดตะกอน ปริมาณตะกอน ประสิทธิภาพของสีย้อมจากดอกสดและดอกแห้ง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสีย้อมจากดอกกระเจี๊ยบแดงกับสีย้อมสำเร็จรูปคาร์มินในกรดอะซิติกได้ผลการวิจัย ดังนี้

คุณสมบัติด้านเคมีและด้านกายภาพบางประการ

คุณสมบัติที่ศึกษาด้านเคมีของสีย้อมเซลล์ที่สกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง สดและแห้ง คือ ค่าความเป็นกรด-ด่าง สำหรับด้านกายภาพ คือ ระยะเวลาการเกิดตะกอน และ ปริมาณตะกอนของสีที่เกิดขึ้น มีรายละเอียดดังนี้

1. คุณสมบัติด้านเคมี ค่าความเป็นกรด-ด่างของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของ ดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง ซึ่งมีระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน ได้ผลการศึกษาดังภาพที่ 4.1



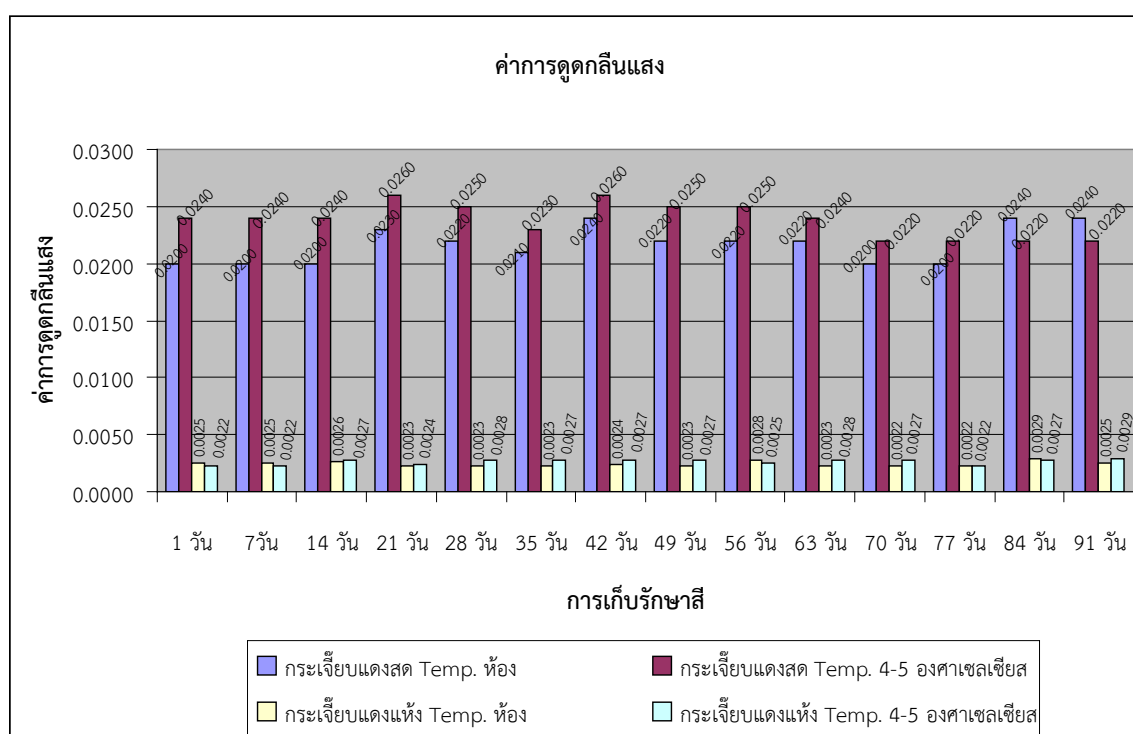
ภาพที่ 4.1 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสีที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น

จากภาพที่ 4.1 พบว่าความเป็นกรด-ด่างของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 1 วันมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.1 คือมีค่าความเป็นกรดสูง เมื่อเก็บรักษาไว้จนถึงวันที่ 30 ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลงจนถึง 3.0 ซึ่งเป็นค่าต่ำสุดหลังจากนั้นความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นถึง 3.2 ซึ่งเป็นค่าสูงสุดเมื่อเก็บไว้ 60 วัน แล้วมีค่าคงที่จนถึงวันที่เก็บรักษาไว้ 90 วัน สำหรับความเป็นกรด-ด่างของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง ที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 1 วันมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 3.1 คือมีค่าความเป็นกรดสูง และคงที่จนถึงวันที่เก็บไว้ 30 วัน เมื่อเก็บรักษาไว้ 60 วัน ค่าความเป็นกรด-ด่างเพิ่มขึ้นจนถึง 3.3 จนถึงวันที่เก็บไว้ 90 วันซึ่งเป็นค่าสูงสุด

แต่ความเป็นกรด-ด่างของสีที่ สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงสด ที่เก็บไว้ในตู้เย็น ซึ่งมี อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น 3.0 แล้วเพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 3.1 เมื่อเก็บไว้ 30 วัน หลังจากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่างค่อยๆ ลดลงจนถึง 3.0 แล้วมีค่าคงที่จนถึงวันที่เก็บรักษาไว้ 90 วัน แต่ความเป็นกรด-ด่างของสีที่ สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง ที่เก็บไว้ในตู้เย็น มีค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น 3.1 และคงที่จนถึงประมาณวันที่เก็บรักษาไว้ 60 วัน แล้วค่าความเป็นกรด-ด่าง เพิ่มขึ้นสูงสุดถึง 3.2 เมื่อวัดในวันที่เก็บรักษาไว้ 90 วัน

2. คุณสมบัติด้านกายภาพ

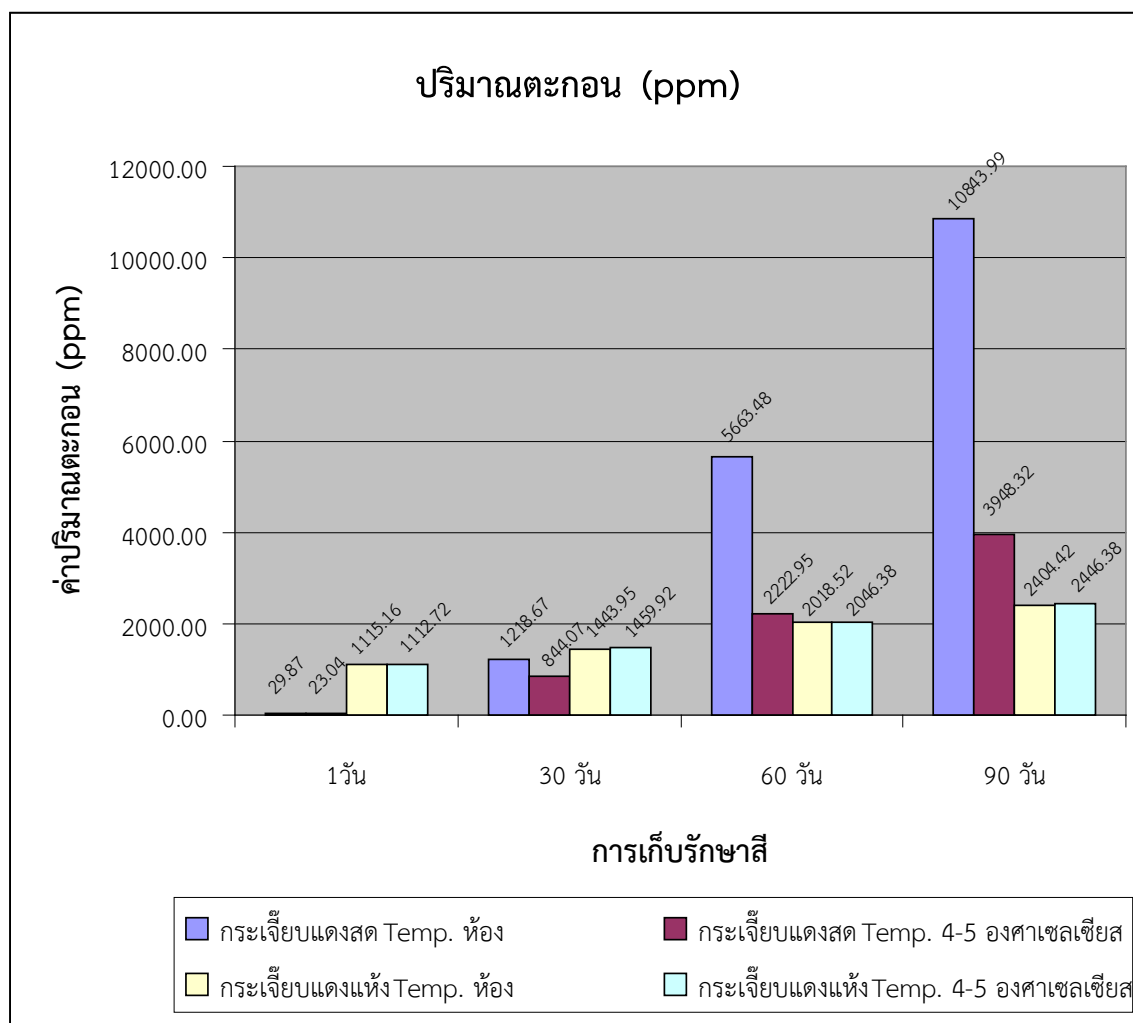
สีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง ซึ่งมี ระยะเวลาและอุณหภูมิในการ เก็บรักษาที่แตกต่างกัน โดยศึกษาระยะเวลาการเกิดตะกอน และปริมาณตะกอนของสีที่เกิดขึ้น ได้ผล การศึกษาดังภาพที่ 4.2 และ 4.3



ภาพที่ 4.2 ค่าการดูดกลืนแสงของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้งซึ่งมีระยะเวลาและอุณหภูมิ ในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

จากภาพที่ 4.2 ค่าการดูดกลืนแสง ของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงสด วัดค่าการดูดกลืนแสงของสีที่เก็บไว้ในตู้เย็นห้อง มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.024 เมื่อวัดในวันที่เก็บรักษาไว้ 42 และ 84 วัน และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.020 เมื่อวัดในวันที่เก็บรักษาไว้ 7 วัน 14 วัน 70 และ 77 วัน แต่ค่าการดูดกลืนแสงของสีที่เก็บไว้ในตู้เย็น ซึ่งมีอุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.026 เมื่อวัดในวันที่เก็บรักษาไว้ 21 และ 42 วัน และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.022 เมื่อวัดในวันที่เก็บรักษาไว้ตั้งแต่ 70 วัน เป็นต้นไป สำหรับค่าการดูดกลืนแสง ของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดง แห้งวัดค่าการดูดกลืนแสงของสีที่เก็บไว้ในตู้เย็นห้อง มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.0029 เมื่อวัดในวันที่เก็บรักษาไว้ 84 วัน และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.0022 เมื่อวัดในวันที่เก็บรักษาไว้ 70 และ 77 วัน แต่ค่าการดูดกลืนแสงของสีที่เก็บไว้ใน

ตู้เย็น ซึ่งมีอุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.0029 เมื่อวัดในวันที่เก็บรักษาไว้ 91 วัน และมีค่าต่ำสุดเท่ากับ 0.0022 เมื่อวัดในวันที่เก็บรักษาไว้ 7 และ 77 วันเป็นต้นไป



ภาพที่ 4.3 ระยะเวลาและปริมาณตะกอนของสีย้อมที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดง

จากภาพที่ 4.3 พบว่าปริมาณตะกอนของสีที่ สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงสด ที่เก็บไว้ในตู้เย็นห้อง เมื่อเก็บรักษาไว้ 1 วันเริ่มเกิดตะกอนวัดได้ 29.87 ppm และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา จนมีค่าสูงสุด 10,843.99 ppm เมื่อเก็บไว้ 90 วัน แต่ปริมาณตะกอนของสีที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมื่อเก็บรักษาไว้ 1 วัน มีปริมาณใกล้เคียงกับที่เก็บไว้ในตู้เย็นห้อง และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา จนถึง 3,948.32 ppm เมื่อเก็บไว้ 90 วัน แต่สีที่ตู้เย็นห้องมีปริมาณตะกอนสูงกว่าถึง 2.7 เท่า

สำหรับปริมาณตะกอนของสีที่ สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง ที่เก็บไว้ในตู้เย็นห้อง เมื่อเก็บรักษาไว้ 1 วัน เริ่มมีตะกอนเกิดขึ้นวัดได้ 1,115.16 ppm และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา จนถึง 2,404.42 ppm เมื่อเก็บไว้ 90 วัน และปริมาณตะกอนของสีที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมื่อผ่านการเก็บรักษาไว้ 1 วัน คือ 1,112.72 ppm และมีปริมาณเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา จนถึง

2,446.38 ppm เมื่อเก็บไว้ 90 วัน ซึ่งปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นตามระยะเวลาและมีปริมาณใกล้เคียงกับที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจียวแดง

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอม ระยะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของดอกกระเจียวแดงสดและแห้ง มีระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28-35 องศาเซลเซียสและเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส ได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 4.1

คำอธิบายสัญลักษณ์ที่แสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2

1. ระยะเวลาในการเก็บรักษาสีย้อม

- 1 วัน = สีย้อมที่นำไปเก็บไว้ 1 วัน แล้วจึงนำไปใช้ย้อมเซลล์พืช
- 30 วัน = สีย้อมที่นำไปเก็บไว้ 30 วัน แล้วจึงนำไปใช้ย้อมเซลล์พืช
- 60 วัน = สีย้อมที่นำไปเก็บไว้ 60 วัน แล้วจึงนำไปใช้ย้อมเซลล์พืช
- 90 วัน = สีย้อมที่นำไปเก็บไว้ 90 วัน แล้วจึงนำไปใช้ย้อมเซลล์พืช

2. ประสิทธิภาพของสีย้อมรากหอม สังเกตการณ์ติดสีของโครโมโซม นิวเคลียสและการมองเห็นขอบเขตของเซลล์ได้ชัดเจน

- **** = สีย้อมติดโครงสร้างต่างๆ เห็นขอบเขตของเซลล์และมองเห็นลักษณะเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ได้ชัดเจนดีมาก
- *** = สีย้อมติดโครงสร้างต่างๆ เห็นขอบเขตของเซลล์และมองเห็นลักษณะเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ชัดเจนดี
- ** = สีย้อมติดโครงสร้างต่างๆ เห็นขอบเขตของเซลล์และมองเห็นลักษณะเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้
- * = สีย้อมติดโครงสร้างต่างๆ เห็นขอบเขตของเซลล์และมองเห็นลักษณะเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสไม่ชัดเจน
- = สีย้อมไม่ติด

ตารางที่ 4.1 ประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอม ด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจียวแดง ซึ่งมีระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษาที่แตกต่างกัน

อุณหภูมิ ในการเก็บรักษาสี	ระยะเวลาการเก็บรักษาสีที่สกัดจาก กลีบเลี้ยงดอกกระเจียวแดงสด				ระยะเวลาการเก็บรักษาสีที่สกัดจาก กลีบเลี้ยงดอกกระเจียวแดงแห้ง			
	1 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน	1 วัน	30 วัน	60 วัน	90 วัน
อุณหภูมิห้อง 28-35 °C	****	*	*	-	****	**	*	-
อุณหภูมิ 4-5 °C	****	*	*	-	****	***	**	-

จากตารางที่ 4.1 ผลการศึกษาประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสด ทั้งที่เก็บไว้ในตู้เย็นเป็นไปในลักษณะเดียวกัน คือสีย้อมมีประสิทธิภาพดีที่สุดหลังจากเตรียมเสร็จใหม่ๆ โดย สีย้อมที่ผ่านการเก็บรักษา 1 วัน ย้อมติดเซลล์รากหอมได้ เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์สามารถมองเห็น ขอบเขตของเซลล์ ลักษณะของโครโมโซมภายในเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ได้ชัดเจน ดีมาก แต่เมื่อนำสีที่ผ่านการเก็บรักษาตั้งแต่ 30 วันจนถึง 60 วัน มาย้อมรากหอม พบว่าสีย้อม ติดเซลล์รากหอมได้ เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์สามารถมองเห็นเพียงขอบเขตของเซลล์ ลักษณะของโครโมโซมภายในเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ได้แต่ไม่ชัดเจน แสดงว่าสีย้อมมีประสิทธิภาพลดลงมาก สำหรับสี ย้อมที่ผ่านการเก็บรักษา 90 วัน เมื่อนำมาย้อมรากหอม พบว่าสีย้อมไม่ติดเซลล์รากหอม

สำหรับประสิทธิภาพของ สีย้อมเซลล์ ที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง ที่เก็บไว้ในตู้เย็นเป็นไปในลักษณะเช่นเดียวกับ สีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสด คือสีย้อมที่ผ่านการเก็บรักษา 1 วันมีประสิทธิภาพในการย้อมดีที่สุด แต่สีย้อมที่เก็บไว้ในตู้เย็น 30 วันจนถึง 60 วัน มีประสิทธิภาพในการย้อมดีกว่าสีย้อมที่เก็บไว้ในตู้เย็นในช่วงเวลาเดียวกัน และสี ย้อมที่ผ่านการเก็บรักษา 90 วัน เมื่อนำมาย้อมรากหอมพบว่าสีย้อมไม่ติดเซลล์รากหอม

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการย้อมเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง กับสีสำเร็จรูปคาร์มินในกรดอะซิติก

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอม ระยะที่มีการแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง มีระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน ซึ่งเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องประมาณ 28-35 องศาเซลเซียสและเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4-5 องศาเซลเซียส กับสีสำเร็จรูปคาร์มินในกรดอะซิติกได้ผลการศึกษาดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพในการย้อมเซลล์ รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงของกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง กับสีสำเร็จรูปคาร์มินในกรดอะซิติก

ชนิดสีย้อม	ประสิทธิภาพในการย้อมเซลล์รากหอม
กลีบดอกกระเจี๊ยบแดงสด	****
กลีบดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง	****
สีสำเร็จรูปคาร์มินในกรดอะซิติก	****

จากตารางที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบ ประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน กับสีสำเร็จรูปคาร์มินในกรดอะซิติก พบว่าเซลล์รากหอมที่ย้อมด้วยสีทั้ง 3 ชนิด เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์สามารถมองเห็นขอบเขตของเซลล์ ลักษณะของโครโมโซมภายในเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิส ได้ชัดเจน ดีมาก แต่การย้อมด้วยสีย้อมสำเร็จรูปให้ภาพที่คมชัดมากกว่าสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่องสีย้อมเซลล์ รากหอม ที่สกัดจาก กลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดง สดและแห้ง ด้วยสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 เก็บรักษาไว้ 1 วัน 30 วัน 60 วัน และ 90 วัน ที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น โดยศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ระยะเวลาการเกิดตะกอน ปริมาณตะกอน ประสิทธิภาพของสีย้อมจากดอกสดและดอกแห้ง และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสีย้อมจากดอกกระเจี๊ยบแดงกับสีสำเร็จรูปคาร์มินในกรดอะซิติก

สรุป

สีที่สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงสด และแห้ง ทั้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น มีค่าความเป็นกรดสูงอยู่ในช่วง 3.0-3.3 นำสีที่สกัดได้มาวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ สีที่เก็บที่อุณหภูมิห้องให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดเท่ากับ 0.026 สำหรับการเกิดตะกอนของสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงสด และแห้ง พบว่าเริ่มมีตะกอนเกิดขึ้นหลังจากเก็บรักษาเพียง 1 วันและเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา แต่สีที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเกิดตะกอนมากกว่าที่เก็บไว้ในตู้เย็น เมื่อนำสีย้อมที่ได้ย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง ทั้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น พบว่าสีย้อมมีประสิทธิภาพดีที่สุดคือ สีย้อม เก็บรักษา 1 วัน และมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษามากขึ้น แต่เมื่อเก็บตั้งแต่ 90 วันสีเสื่อมสภาพไม่สามารถใช้ย้อมเซลล์ได้ สำหรับการเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง ที่มีระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน กับสีสำเร็จรูป คาร์มินในกรดอะซิติก พบว่าเซลล์รากหอมที่ย้อมด้วยสีทั้ง 3 ชนิด เมื่อศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์สามารถมองเห็น ขอบเขตของเซลล์ ลักษณะของโครโมโซมภายในเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ชัดเจนดีมาก แต่เซลล์ที่ย้อมด้วยสีย้อมสำเร็จรูปให้ภาพที่คมชัดมากกว่าสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง

อภิปรายผล

การศึกษาคุณสมบัติของสีที่ใส่ในขวดแก้วสีชา ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็น มีค่าความเป็นกรด-ด่างของสีอยู่ในช่วง 3.0-3.3 แต่สีย้อมจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงจะเกิดการเสื่อมสภาพอย่างรวดเร็วถ้าวางไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส⁽⁴¹⁾ สำหรับระยะเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด-ด่าง ในการเกิดตะกอนของสีที่ สกัดจากกลีบเลี้ยง ดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง พบว่าเริ่มมีตะกอนหลังจากเก็บรักษาเพียง 1 วันและเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษา แต่สีที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเกิดตะกอนมากกว่าที่เก็บไว้ในตู้เย็น เช่นเดียวกับสีจากดอกสดเกิดตะกอนมากกว่าดอกแห้งประมาณ 3 เท่า สำหรับประสิทธิภาพในการย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงสดและแห้ง ทั้งที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องและในตู้เย็นเป็นไปในลักษณะเดียวกันคือสีย้อมมีประสิทธิภาพดีที่สุดหลังจากเตรียมเสร็จใหม่ๆ หรือระยะเวลาการเก็บรักษา 1 วัน ย้อมติดเซลล์รากหอมได้ดีที่สุด เมื่อนำสีที่ผ่านการเก็บรักษาตั้งแต่ 30 วันจนถึง 60 วัน มาย้อมรากหอม พบว่าย้อม

เซลล์รากหอมได้ แต่มีประสิทธิภาพลดลงมาก สำหรับสีย้อมที่ สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง ซึ่งเก็บไว้ในตู้เย็น 30 วันจนถึง 60 วัน มีประสิทธิภาพในการย้อมดีกว่าสีย้อม ที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอก กระเจี๊ยบแดงสดที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องในช่วงเวลาเดียวกัน เพราะเซลล์ที่ย้อมได้สามารถมองเห็นขอบเขต ของเซลล์และลักษณะเซลล์ที่กำลังแบ่งเซลล์แบบไมโทซิสได้ชัดเจนดีกว่า สำหรับสีย้อมที่ผ่านการเก็บรักษา 90 วัน เมื่อนำมาย้อมรากหอม พบว่าสีย้อมไม่ ติดเซลล์รากหอม แสดงว่าสีย้อมมีประสิทธิภาพมากที่สุด หลังการเตรียมเสร็จใหม่⁽⁴⁰⁾

ดังนั้นควรเลือกสกัดสีจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแห้งมากกว่าดอกกระเจี๊ยบสด เพราะเกิด ตะกอนน้อยกว่า ถ้าต้องการเก็บสีย้อมที่เตรียมได้ไว้นานๆ ควรเก็บไว้ในตู้เย็น โดยเก็บในขวดแก้วใสหรือ ขวดแก้วทึบแสงสีต่างๆ ก็ได้ เนื่องจากชนิดของขวดแก้วไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสี⁽⁴⁰⁾ และควรเก็บ ไว้ใช้งานไม่เกิน 15 วัน หลังจากนั้นสีเริ่มเสื่อมสภาพ⁽⁴⁰⁾ และต้องกรองสีที่เก็บไว้ก่อนใช้ทุกครั้ง⁽⁴²⁾

ข้อเสนอแนะ

1. การใช้สีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดง

1.1 ข้อควรคำนึงถึง คือ การใช้งาน เช่น การย้อมเซลล์เพื่อใช้ศึกษาพื้นที่หรือการย้อมเซลล์ เพื่อทำสไลด์ถาวร และระยะเวลาการเก็บรักษา

1.2 การใช้สีย้อมเซลล์จากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดง ควรกรองก่อนใช้ทุกครั้ง

1.3 ควรสกัดสีจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแห้งมากกว่าดอกกระเจี๊ยบสด

2. การศึกษาวิจัยต่อไป

2.1 พืชท้องถิ่นที่เป็นพืชให้สีมีหลายชนิด การนำพืชเหล่านั้นมาประยุกต์ใช้ในการย้อมเซลล์จึง เป็นเรื่องน่าสนใจที่จะศึกษาต่อไป

2.2 การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาประสิทธิภาพของสีย้อมจากพืชท้องถิ่นด้วยวิธีการง่ายๆ ใน กระบวนการย้อมไม่ใช้สารช่วยติดสีแต่อย่างใด ดังนั้นการศึกษาสารช่วยติดสีที่มีในท้องถิ่น เช่น เกลือ น้ำส้ม จึงอาจเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการเพิ่มประสิทธิภาพในการติดสีให้ดียิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

1. Lee D. Nature's Palette: The Science of plant color. Chicago: The University of Chicago Press; 2007.
2. พิรศักดิ์ วรสุนทรโรสถ, สุนทร ดุริยะประพันธ์, ทักษิณ อาชวาคม, สายันต์ ต้นพานิช, ชลธิชา นิवास-ประภคิต, ปริญญานันต์ ศรีสูงเนิน. ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ลำดับที่ 3: พืชที่ให้สี ย้อมและแทนนิน. กรุงเทพมหานคร: โครงการทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้; 2001.
3. เต็ม สมิตินันท์, วีระชัย ณ นคร. พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน. ใน: พฤกษศาสตร์พื้นบ้านในประเทศไทย. แม้นมาส ขวลิขิต, คุณหญิง, บรรณาธิการ. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรม แห่งชาติ; 2545. หน้า 35-40.
4. ฉันทนา รุ่งพิทักษ์ไชย, ลักษณะ รักขพันธ์. สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากพืชท้องถิ่น (อัญชัน: *Clitoria ternatea* L.). ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา; 2552.
5. ฉันทนา รุ่งพิทักษ์ไชย. ลักษณะ รักขพันธ์. สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.) แห่ง. ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา; 2554.
6. Ingo H, Kurt V. Laboratory Chemicals and Analytical Reagents. Bushes: Sigma-Aldrich Analytical Publication; 2008.
7. Thomas LR, Barbour MG, Stocking CR, Murphy TM. Plant Biology. 2nd ed. Belmont: Thomson Brooks; 2006
8. สายใจ โคตรวงศ์, ธนชาติ อิมสมบัติ, จิราภา บุติมาลย์. การสกัดสีผงจากธรรมชาติเพื่อการย้อมเส้น-ไหม. ใน: รวมบทความวิชาการประชุมทางวิชาการระดับชาติ การวิจัยพรรณพืชป่าไม้ของประเทศไทย ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรมป่าไม้ กรมอุทยาน สัตว์-ป่า และพันธุ์พืช กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง; 2551. หน้า 70-71.
9. รวีวรรณ ศรีทอง, อัจลา รุ่งวงศ์. การฟื้นฟูและพัฒนาองค์ความรู้เกี่ยวกับการทอผ้าย้อมสีธรรมชาติ. ใน: รายงานวิจัยในโครงการ BRT 2546. วิสุทธิ ไบไม้, รังสิมา ตันทเลขา, บรรณาธิการ. กรุงเทพ-มหานคร:โครงการ BRT; 2546. หน้า 322-332.
10. พฤกษศาสตร์พื้นบ้าน. ใน: สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่ 21[อินเทอร์เน็ต] กรุงเทพมหานคร: โครงการสารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ. มปป. [เข้าถึงเมื่อ 15 เม.ย. 2556]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.kanchanapisek.or.th/kp6/BOOK21/chapter7/t21-7-m.htm>
11. มูฮำหมัด หะมุขอ. การศึกษาการทำผ้าบาติกที่ได้จากสีของเซลล์พืช. ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏยะลา; 2540.
12. สุวิมล นวลพระลักษณ์. การพัฒนาสีย้อมธรรมชาติในการผลิตผ้าฝ้ายทอมือ. วารสารวิทยาศาสตร์. มปป.; 2547. หน้า 33-8.
13. อิสระ ทับสีสด. ผ้าหม้อห้อม ภูมิปัญญาของชาวจังหวัดแพร่. เชียงใหม่: เครือข่ายงานวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏ กระทรวงศึกษาธิการ; 2548. หน้า 6-10.
14. พันธุ์ทิพย์ ทิมสุกใส, สุนิตยา เคร้าเครือ, พัชราพร จิวยงเจริญ, วิลาวัลย์ แก้วฤทธิ์. การย้อมไหมจาก ใบหูกวางโดยใช้สารช่วยติดสี ตาบลดคลองเมือง อำเภอจักราช จังหวัดนครราชสีมา. ใน: บทความทาง วิชาการ การพัฒนาการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์แบบบูรณาการกับวิถีชีวิต : จากวิทยาศาสตร์

- ห้องถิ่นสู่แหล่งเรียนรู้. ศรีวรรณ ไชยสุข, วิชร นันตะยานา, รณิดา ปิงเมือง, บรรณาธิการ. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย; 2550. หน้า 214-9.
15. อนุรัตน์ สายทอง. ผ้าย้อมสีคราม..สีตกไหม? ...ทำไมจึงแพง. สกลนคร: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร; 2552. หน้า 1-4.
 16. ญาดา อารุณเวช. บทบาทของพรรณไม้ในวรรณคดีที่เกี่ยวข้องกับชีวิตไทยในอดีต. ใน: พฤษศยศาสตร์พื้นบ้านในประเทศไทย. แม้นมาส ชวลิต, คุณหญิง, บรรณาธิการ. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการวัฒนธรรมแห่งชาติ; 2545. หน้า 198.
 17. ธวัช ดอนสกุล. เอกสารคำสอน ชว 581 ไมโครเทคนิค. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วิทยาเขตบางเขน; 2534.
 18. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการเทคนิคการผลิตสไลด์ถาวรของตัวอย่างพืช. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2539.
 19. ภาควิชาพฤกษศาสตร์. ไมโครเทคนิค. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง; มปป. หน้า 94-5.
 20. มนัส สุจิวิพันธ์. ไมโครเทคนิคทางพืช. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2525. หน้า 83.
 21. กาญจนภรณ์ อินทสุวรรณ. การย้อมสีเซลล์พืชด้วยสีที่ได้จากธรรมชาติ. ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏยะลา; 2534.
 22. มะสบอรี กียะ, สนทยา ไสสนุย. การย้อมสีเซลล์พืชด้วยสีที่สกัดจากพืชท้องถิ่น. ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา; 2548.
 23. จินตหรา เล็กประยูร, นวลจันทร์ มัจฉริยกุล, ศิริลักษณ์ เอี่ยมธรรม. สารสกัดแอนโทไซยานินจากพืชเพื่อใช้เป็นสีย้อมโครโมโซม: แหล่งที่มา ความเข้มข้นและโครงสร้างทางเคมี. ใน: รายงานการประชุมวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน ครั้งที่ 7; 6-7 ธ.ค. 2553; นครปฐม. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2553. หน้า 1615-23.
 24. วิลาวัลย์ สุวรรณโชติ. การย้อมสีเซลล์ลำต้นพืชใบเลี้ยงคู่ด้วยสีจากขมิ้น. ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏยะลา; 2542.
 25. ธิตา โชติกเสถียร. การย้อมโครโมโซมด้วยสีธรรมชาติจากพืช. นครปฐม: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม; 2547.
 26. นพดล บากา. การย้อมสีเซลล์พืชด้วยสีที่สกัดจากพืชท้องถิ่น : กรณีศึกษาต้นอีนา (*Lawsonia inermis* L.). ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา; 2552.
 27. ยุพเยาว์ คบพิมาย, ศรัณย์ จินะเจริญ. การย้อมโครโมโซมด้วยสารสีธรรมชาติ. ใน: รายงานการประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2551 4-5 ธันวาคม 2551; เชียงใหม่. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยแม่โจ้; 2551. หน้า 416-22
 28. สุกัญญา หลงสาม๊ะ. การย้อมสีเซลล์รากใบเลี้ยงคู่ด้วยสีดอกอัญชัน. ยะลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏยะลา; 2542.
 29. ฐานิกา สอนดง. คุณสมบัติการเป็นสีย้อมทางชีววิทยาของพืชบางชนิดที่ให้สีในกลุ่มโทนสีเหลือง. มหาสารคาม: สถาบันวิจัยวลัยรุกขเวช มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2544.
 30. โภชนาการ,กอง. ตารางแสดงคุณค่าอาหารไทยในส่วนที่กินได้ 100 กรัม. กรุงเทพมหานคร: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข; 2530.

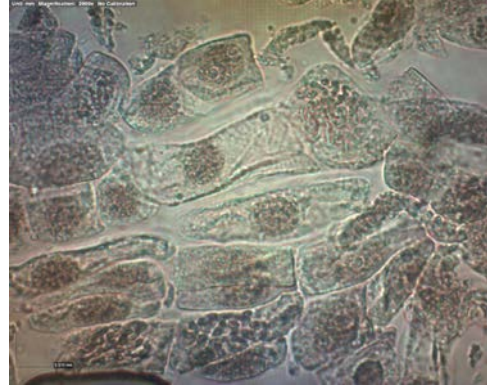
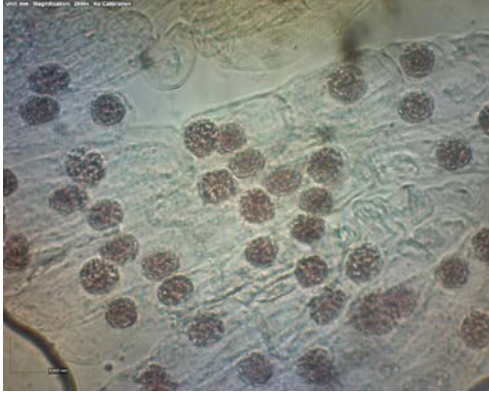
31. มหิตล,มหาวิทยาลัย, มุลินีโตโยต้าประเทศไทย. มหัทศจรย์ผัก 108. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพมหานคร: สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล; 2541.
32. พฤษศยศาสตร์ป่าไม้,ส่วน. ชื่อพรรณไม้แห่งประเทศไทย เต็ม สมิตินันท์ ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม พ.ศ. 2544. พิมพ์ครั้งที่ 2 (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม). กรุงเทพมหานคร: สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้; 2544.
33. ภาพดอกกระเจี๊ยบแดง. [อินเทอร์เน็ต] มปท. มปป. [เข้าถึงเมื่อ 1 ก.พ. 2556] เข้าถึงได้จาก: <http://www.market.bansuanporpeang.com>
34. สถาบันการแพทย์แผนไทย. ผักพื้นบ้านภาคใต้. กรุงเทพมหานคร: กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2542.
35. Prodanov MP, Dominguez JA, Blazquez I, Salinas MR, Alonso DL. Some aspects of the quantitative/qualitative assessment of commercial anthocyanin-rich extracts. *Journal of Food Chemistry* 2004;90:585-96.
36. Gradinaru G, Biliaderis CG, Kallithraka S, Kefalas P, Garcia-Viguera C. Thermal stability of *Hibiscus sabdariffa* L. anthocyanin in solution and in solid state : effect of copigmentation and glass transition. *Journal of Food Chemistry*. 2003;83:423-36.
37. สูตรโครงสร้างของสารไซยานิดิน. [อินเทอร์เน็ต] มปท. มปป. [เข้าถึงเมื่อ 1 ก.พ. 2556] เข้าถึงได้จาก: <http://www.dtam.moph.go.th>
38. Tsuda T, Horio F, Uchida K, Aoki H, Osawa T. Dietary cyanidin 3-O-beta-D-glucoside rich purple corn color prevents obesity and ameliorates hyperglycemia in mice. *J Nutr* [อินเทอร์เน็ต]. 2003. [เข้าถึงวันที่ 24 มีนาคม 2556];133(7):2125-30. เข้าถึงได้จาก: <http://www.ncbi.nih.gov/pubmed?>
39. Tsuyuki S, Fukui S, Watanabe A, Akune S, Tanabe M, Yoshida K. Delphinidin induces autolysosome as well as autophagosome formation and delphinidin-induced autophagy exerts a cell protective role. *J Biochem Mol Toxicol* [อินเทอร์เน็ต]. 2012. [เข้าถึงวันที่ 24 มีนาคม 2556];26(11):445-53. เข้าถึงได้จาก: <http://www.ncbi.nih.gov/pubmed?>
40. จันทิรา วงศ์วิเชียร, ฉัตรชัย สังข์ผุด, จันทร์จิรา เจ๊ะละหวัง. ความคงตัวของสารสีที่สกัดจากกระเจี๊ยบ. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี* 2550;7(1): 55-62.
41. อรุษา เขาวนลิขิต, ศีโรรัตน์ อภิขยารักษ์, สรารัตน์ คงทอง, สุชนา ชูประทุม. ผลกระทบของ pH และอุณหภูมิต่อสีและความคงตัวของสารสกัดจากกระเจี๊ยบและอัญชัน. *วารสารวิทยาศาสตร์* 2552; 40 (3)(พิเศษ): 5-8.
42. บุญวัฒนา บุญธรรม. การทำสไลด์ถาวรเพื่อศึกษาการแบ่งเซลล์. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่; 2551. หน้า 1.
43. วิวัฒน์ ถาวโรฤทธิ์. ปฏิบัติการหลักชีววิทยา 4103102. ยะลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา; 2551.
44. วันดี พัฒนเสถียรพงศ์. การวิเคราะห์ตะกอนแขวนลอย. กรุงเทพมหานคร: ส่วนวิจัยและพัฒนาอุทกวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ; 2010.

ภาคผนวก

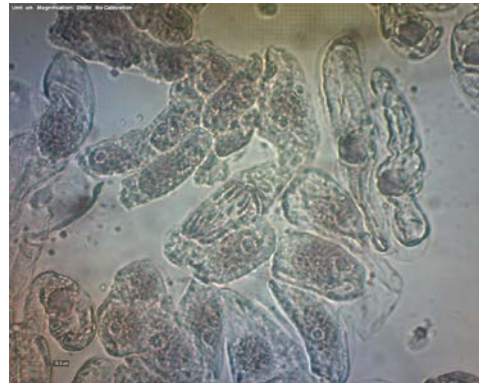
กลีบดอกกระเจี๊ยบแดงแห้ง

กลีบดอกกระเจี๊ยบแดงสด

อุณหภูมิ 4 – 5 องศาเซลเซียส



อุณหภูมิ 28 – 35 องศาเซลเซียส



สีสำเร็จรูปคาร์มินในกรดอะซิติก



ภาพการย้อมสีเซลล์รากหอมด้วยสีที่สกัดจากกลีบเลี้ยงดอกกระเจี๊ยบแดง
กับสีสำเร็จรูปคาร์มินในกรดอะซิติก

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางฉันทนา รุ่งพิทักษ์ไชย

ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา

หน่วยงานและที่อยู่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และอีเมล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
95000

โทรศัพท์ 0-7322-9628 ต่อ 73301 , 08-1598-4247 โทรสาร 0-7322-9628

E-mail: j.chantana@hotmail.com

ประสบการณ์งานวิจัย

- | | |
|------|---|
| 2544 | ความหลากหลายทางชีวภาพของพืชผักพื้นบ้านปักษ์ใต้กับภูมิปัญญาท้องถิ่น |
| 2548 | ความหลากหลายของสาหร่ายน้ำจืดในพื้นที่ ต.ลำพะยา และแนวทางในการอนุรักษ์พันธุ์กรรม |
| 2548 | ความหลากหลายของไม้ดอกไม้ประดับป่าในหุบเขาลำพญา |
| 2549 | ศักยภาพพืชผักพื้นบ้านเพื่อใช้เป็นวัตถุดิบในการประกอบข้าวย่ำ |
| 2550 | ความหลากหลายของไม้ป่ากินได้ในหุบเขาลำพญา |
| 2551 | ความหลากหลายของเฟินในหุบเขาลำพญา |
| 2551 | ความหลากหลายของกล้วยไม้ป่าในหุบเขาลำพญา |
| 2552 | สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากพืชท้องถิ่น (อัญชัน : <i>Clitoria ternatea</i> L.) |
| 2553 | สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากดอกอัญชัน (<i>Clitoria ternatea</i> L.) แห่ง |
| 2554 | ความหลากหลายของเห็ดในหุบเขาลำพญา |
| 2554 | ความหลากหลายของผีเสื้อกลางคืนในหุบเขาลำพญา |

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวลักขณา รักขพันธ์

ตำแหน่งปัจจุบัน

นักวิทยาศาสตร์ (ชีววิทยา)

หน่วยงานและที่อยู่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และอีเมล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
95000

โทรศัพท์ 0-7322-9628 ต่อ 73301, 08-1679-2900 โทรสาร 0-7322-9628

E-mail: hi_nammy@hotmail.com

ประสบการณ์งานวิจัย

- 2546 การแยกและคัดเลือกแบคทีเรียแลคติกจากอาหารหมักดอง
- 2550 บทความวิชาการเรื่อง สเต็มเซลล์ : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 10 ฉบับที่ 1
- 2551 การศึกษาความต้องการการให้บริการทางวิชาการสาขาชีววิทยา และ จุลชีววิทยา
- 2551 ผลของความเข้มข้นน้ำส้มควันไม้ต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของกล้า ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 (*Hevea brasiliensis* Mull.Arg)
- 2552 การศึกษาความพึงพอใจต่อการให้บริการด้านอุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ใน รายวิชาปฏิบัติการหลักชีววิทยา
- 2552 สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากพืชท้องถิ่น (อัญชัน : *Clitoria ternatea* L.)
- 2552 บทความวิชาการเรื่องชิคุนคุนยา (Chikungunya) โรคที่มากับยุงลาย : วารสาร วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 13 ฉบับที่ 1
- 2553 สีย้อมเซลล์ที่สกัดจากดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.) แห่ง
- 2554 ชนิดจุลินทรีย์จากน้ำหมักชีวภาพและความถี่ของการใช้น้ำหมักชีวภาพกับ ผักกวางตุ้ง
- 2554 สันฐานวิทยาลัยของพรรณไม้ป่าชายเลนยะหริ่ง จังหวัดปัตตานี
- 2555 การเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของมอส ซึ่งเกิดขึ้นจากอิทธิพลของช่วงเวลา ได้รับแสง
- 2555 บทความวิชาการเรื่องสีย้อมเซลล์ที่สกัดจากดอกอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.) แห่ง และชนิดจุลินทรีย์จากน้ำหมักชีวภาพและความถี่ของการใช้น้ำหมักชีวภาพกับ ผักกวางตุ้ง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 16 ฉบับที่ 1

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ นางสาว อลภา ทองไชย

ตำแหน่งปัจจุบัน

อาจารย์ สาขาวิชาชีววิทยา

หน่วยงานและที่อยู่ติดต่อได้สะดวกพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ โทรสาร และอีเมล

ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
95000

โทรศัพท์ 0-7322-9628 ต่อ 73301, 08-6967-2037 โทรสาร 0-7322-9628

E-mail: Pimchut@hotmail.com

ประสบการณ์งานวิจัย

- 2554 ความความหลากหลายทางชีวภาพของป่าชายเลนยะหริ่งหลังเกิดพายุดีเปรสชัน
- 2555 การเปรียบเทียบลักษณะโครงสร้างของมอส ซึ่งเกิดขึ้นจากอิทธิพลของช่วงเวลา
- 2555 บทความวิชาการเรื่องชนิดจุลินทรีย์จากน้ำหมักชีวภาพและความถี่ของการใช้น้ำหมักชีวภาพกับผักกวางตุ้ง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 16 ฉบับที่ 1