

การตรวจวัดเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสาร
สกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติ (ดอกอัญชันสีน้ำเงิน)

DETERMINATION OF IRON (III) ION BY COMPLEXATION
WITH NATURAL EXTRACT FROM BUTTERFLY PEA
FLOWER



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DETERMINATION OF IRON (III) ION BY COMPLEXATION
WITH NATURAL EXTRACT FROM BUTTERFLY PEA
FLOWER



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (ENVIRONMENTAL CHEMISTRY)
DEPARTMENT OF CHEMISTRY, SCHOOL OF SCIENCE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ACADEMIC YEAR 2022
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การตรวจวัดเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติ (ดอกอัญชันสีน้ำเงิน)
ชื่อนักศึกษา	นางสาวกนกพร พูลเพิ่ม รหัสนักศึกษา 62050365 นางสาวปุลพร จิตรเย็น รหัสนักศึกษา 62050416
ปริญญา	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เคมีสิ่งแวดล้อม)
ภาควิชา	เคมี
คณะ	วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.กณีนุสคนธ์ สุวรรณรัตน์

บทคัดย่อ

โครงการพิเศษนี้ได้ศึกษาการตรวจวัดเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติจากดอกอัญชันสีน้ำเงิน โดยเตรียมสารสกัดอัญชันจากผงอัญชันที่เตรียมได้ จากนั้น นำสารสกัดอัญชันไปวิเคราะห์ตรวจวัดเหล็ก (III) ไอออน วิเคราะห์ตัวทำละลายที่เหมาะสม และความเสถียร จากนั้นทำการวิเคราะห์ความจำเพาะเจาะจง และวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) โดยใช้สารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันเปรียบเทียบกับกะหล่ำปลีม่วง โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากอัญชันและกะหล่ำปลีม่วง จากผลการศึกษาพบว่า น้ำกลั่นคือตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดผงอัญชัน สำหรับการเปรียบเทียบความจำเพาะเจาะจงระหว่างสารสกัดอัญชันกับกะหล่ำปลีม่วง พบว่า สารสกัดอัญชันไม่จำเพาะเจาะจงกับสารละลายเหล็ก (III) ไอออน ส่วนสารสกัดกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงกับสารละลายเหล็ก (III) ไอออน นอกจากนี้ยังพบว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดธรรมชาติจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของเหล็ก (III) โดยช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ระหว่าง 100-900 ไมโครโมลาร์ และสมการเส้นตรงของสารสกัดอัญชันที่ได้คือ $y = 3E-05x + 0.0121$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.9941 ส่วนสมการเส้นตรงของสารสกัดกะหล่ำปลีม่วงที่ได้คือ $y = 5E-05x + 0.0398$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.9905

คำสำคัญ : สารสกัดธรรมชาติ, แอนโทไซยานิน, เหล็ก (III)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Determination of Iron (III) ion by complexation with natural extract from Butterfly pea flower
Students	Kanokporn Poolperm Student ID 62050365 Punlaphorn Jityen Student ID 62050416
Degree	Bachelor of Science (Environmental Chemistry)
Department	Chemistry
School	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2022
Advisor	Dr. Glinsukol Suwannarat

Abstract

This special project studied the measurement of iron (III) ions. By relying on complex formation with anthocyanin extracts from natural extracts from blue butterfly pea flowers. Prepare butterfly pea extract from butterfly pea powder. Butterfly pea extract was analyzed to measure iron (III) ions and analyzed suitable solvents, and stability. Then specificity and iron (III) content were analyzed using anthocyanin extract from butterfly pea flower compared with purple cabbage. Based on complex formation with anthocyanin extract, butterfly pea and purple cabbage. From the results of the study, it was found that distilled water was the suitable solvent for extracting butterfly pea powder. For the comparison of specificity between butterfly pea extract and purple cabbage, it was found that butterfly pea extract was not specific to iron (III) ion solution. Purple cabbage extract is specific to iron (III) ion solution. It was also found that the absorbance of the natural extract increased with iron (III) concentration with a linear range between 100-900 μM . The linear equation of the pea extract was $y = 3\text{E-}05x + 0.0121$ and the correlation coefficient (r^2) was 0.9941. The linear equation of purple cabbage extract obtained is $y = 5\text{E-}05x + 0.0398$ and the correlation coefficient (r^2) is 0.9905.

Keywords : Natural extract, Anthocyanin, Iron (III) ion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี อันเนื่องมาจากความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษเล่มนี้ ดร.กลั่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ แนวคิดการวางแผนงาน ตลอดจนแก้ไขปัญหาและข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำโครงการพิเศษ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุวรรณี จรรยาพูน และ ผศ.ดร.วิบูลย์ ประดิษฐ์เวียงคำ อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรรมการโครงการพิเศษ ที่ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการพิเศษในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทดลองและเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้การดูแลและความช่วยเหลือด้านจัดหาสารเคมี อุปกรณ์ และเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งให้คำปรึกษา และคำแนะนำตลอดระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการพิเศษนี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา รุ่นพี่และเพื่อนๆ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่คอยให้คำปรึกษา คำแนะนำและกำลังใจในการทำโครงการพิเศษตลอดระยะเวลาดำเนินงาน

กนกพร พูลเพิ่ม
ปุลพร จิตรเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
คำย่อ/สัญลักษณ์.....	ญ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขต.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ดอกอัญชัน.....	3
2.1.1 ลักษณะของดอกอัญชัน.....	3
2.2 แอนโทไซยานิน.....	4
2.2.1 ชนิดของแอนโทไซยานิน.....	5
2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรของแอนโทไซยานิน.....	6
2.2.3 แหล่งที่พบแอนโทไซยานิน.....	7
2.2.4 ประโยชน์และการประยุกต์ใช้.....	8
2.2.5 คุณสมบัติทางเคมีของแอนโทไซยานิน.....	9
2.3 สารเชิงซ้อน.....	9
2.4 เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer.....	11
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	13
2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารสกัดแอนโทไซยานินธรรมชาติจากดอกอัญชัน....	13
2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างโลหะกับแอนโทไซยานิน.....	15
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	18
3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์และสารเคมี..... 18
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์.....	18
3.1.2 สารเคมี.....	18
3.1.3 สารสกัดธรรมชาติ.....	19
3.2 การเตรียมสาร.....	19
3.2.1 การเตรียมผงอัญชัน.....	19
3.2.2 การเตรียมสารสกัดอัญชัน.....	19
3.2.3 การเตรียมผงกะหล่ำปลีม่วง.....	19
3.2.4 การเตรียมสารสกัดกะหล่ำปลีม่วง.....	20
3.2.5 การเตรียมสารละลายกรดไนตริก 0.01 โมลาร์.....	20
3.2.6 การเตรียมสารละลายไอออนเหล็ก (III) 0.1 โมลาร์.....	20
3.2.7 การเตรียมสารละลายไอออนเหล็ก (III) ความเข้มข้น 100, 300, 500, 700, 900 ไมโครโมลาร์.....	20
3.2.8 การเตรียมสารละลายซิงค์คลอไรด์ 0.1 โมลาร์.....	20
3.2.9 การเตรียมสารละลายคอปเปอร์ (II) คลอไรด์ 0.1 โมลาร์.....	20
3.2.10 การเตรียมสารละลายซิงค์คลอไรด์ 0.1 โมลาร์และสารละลายคอปเปอร์ (II) คลอไรด์ 0.1 โมลาร์ ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์.....	20
3.2.11 การเตรียมสารละลายกรดอะซิติก 0.01 โมลาร์.....	21
3.2.12 การเตรียมสารละลายโซเดียมอะซิเตท 0.1 โมลาร์.....	21
3.2.13 การเตรียมสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 0.1 โมลาร์ (พีเอช 4).....	21
3.3 วิธีการทดลอง.....	21
3.3.1 การสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบอัญชันสีน้ำเงิน.....	21
3.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับ สารสกัดแอนโทไซยานิน.....	21
3.3.3 ศึกษาความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน.....	22
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	23
4.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์การสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสีน้ำเงิน.....	23
4.1.1 ผลการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำละลาย.....	23
4.1.2 ผลการศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสม.....	24
4.1.3 ผลการศึกษาความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานิน.....	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูาตเินหาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานิน	25
4.2.1 ผลวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสีน้ำเงิน.....	25
4.2.2 ผลวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วง	26
4.3 ผลการศึกษาวิเคราะห์ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนเปรียบเทียบระหว่างผงดอกอัญชันสีน้ำเงินกับผงกะหล่ำปลีม่วง	27
4.3.1 ผลการศึกษาความจำเพาะเจาะจงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันกับไอออนโลหะต่างๆ.....	27
4.3.2 ผลการศึกษาความจำเพาะเจาะจงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับไอออนโลหะต่างๆ.....	28
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	30
เอกสารอ้างอิง.....	31
ภาคผนวก	33
ภาคผนวก ก	34
ภาคผนวก ข.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชนิดของแอนโทไซยานินและตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิล	5
2.2 พีชที่มีสารแอนโทไซยานิน.....	7
2.3 พีชที่มีสารแอนโทไซยานิน (ต่อ).....	8
2.4 การประยุกต์ใช้พีชที่มีแอนโทไซยานินในการตรวจจับโลหะ	8
2.5 การประยุกต์ใช้พีชที่มีแอนโทไซยานินในการตรวจวัดงานด้านต่างๆ.....	9
2.6 เฉดสีของสารสกัดอัญชันในช่วงพีเอช 1 ถึง พีเอช 14	14
4.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำละลาย ที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร	23
ข-1.1 ANOVA (One-way) ที่คำนวณได้จากโปรแกรม Minitab.....	37
ข-1.2 ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการสกัดอัญชันโดยใช้ระยะเวลาที่ 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์	37
ข-1.3 ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการสกัดอัญชันโดยใช้ระยะเวลาที่ 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที.....	38
ข-2.1 ANOVA (One-way) ที่คำนวณได้จากโปรแกรม Minitab.....	38
ข-2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงของสารสกัดอัญชันโดยใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน คือ น้ำกลั่น, เอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ และเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์.....	38
ข-2.3 ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการดูดกลืนแสงของสารสกัดอัญชันโดยใช้ตัวทำ ละลายต่างชนิดกัน คือ น้ำกลั่น, เอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ และเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์..	38
ข-3.1 ผลของค่าทางสถิติของสารสกัดที่เตรียมใหม่และสารสกัดที่เก็บไว้	39
ข-3.2 ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของสารสกัดที่เตรียมใหม่และสารสกัดที่เก็บไว้ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์.....	39
ข-3.3 Pair T-Test ที่คำนวณได้จากโปรแกรม Minitab.....	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลักษณะของดอกอัญชัน.....	3
2.2 โครงสร้างสารกลุ่มแอนโทไซยานินที่พบในพืช	4
2.3 โครงสร้างของแอนโทไซยานิน	5
2.4 ภาพจำลองแสดงเฉดสีของแอนโทไซยานินที่มีแอนโทไซยานินดินที่แตกต่างกัน	6
2.5 สารเชิงซ้อนระหว่างโลหะและกรดเอทิลีนไดอามีนเตตระอะซิติก.....	10
2.6 โครงสร้างการเกิดสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับโลหะ	10
2.7 วงล้อสี (Color wheel).....	10
2.8 เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer รุ่น UV-1900	12
2.9 องค์ประกอบของเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer.....	13
2.10 การเปลี่ยนแปลงสีของสารแอนโทไซยานินในสภาพกรด-เบส.....	14
2.11 โครงสร้างเทอร์นาทีน เอ 1 ในดอกอัญชันสีน้ำเงิน.....	15
2.12 (ก) ภาพถ่ายสี และ (ข) สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดระหว่าง กะหล่ำปลีม่วงกับไอออนโลหะต่างๆ	16
2.13 (ก) การเปลี่ยนแปลงสี และ (ข) สเปกตรัมจากเทคนิคยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตเมทรีของ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะต่างๆ และสารสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบ แดง.....	17
4.1 (ก) สเปกตรัมของตัวทำละลายชนิดต่างๆ และ (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง ของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงอัญชันและตัวทำละลายต่างๆ.....	24
4.2 กราฟเปรียบเทียบการศึกษาความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงอัญชันระหว่าง การสกัดใหม่ทุกครั้งกับการสกัดแล้วเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส.....	25
4.3 (ก) ภาพถ่ายของสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับเหล็ก และ (ข) สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ของสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก (III) และสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน.....	26
4.4 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ค่าการดูดกลืนแสงของเหล็ก (III) ที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร	26
4.5 (ก) ภาพถ่ายของสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับเหล็ก และ (ข) สเปกตรัมการดูดกลืนแสง ของสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก (III) และสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน.....	27
4.6 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ค่าการดูดกลืนแสงของเหล็ก (III) ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร	27
4.7 (ก) ภาพถ่ายสีของสารเชิงซ้อน และ (ข) สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่าง สารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชันกับสารละลายโลหะต่างๆ.....	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.8 (ก) ภาพถ่ายสีของสารเชิงซ้อน และ (ข) สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับสารละลายโลหะต่างๆ	28
4.9 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับสารละลายเหล็ก (III)	29
4.10 สีของสารละลายในการทดลอง.....	29
ก-1 กราฟแสดงสเปกตรัมค่าการดูดกลืนแสงที่สูงที่สุดของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน	35
ก-2 สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันและเหล็ก (III) ไอออนที่ความเข้มข้นต่างๆ	35
ก-3 สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก (III) ไอออนที่ความเข้มข้นต่างๆ	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อ/สัญลักษณ์

คำย่อ/สัญลักษณ์	คำอธิบาย
AAS	Atomic Absorption Spectroscopy
ICP-AES	Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เหล็กเป็นโลหะหนัก ซึ่งโลหะหนักเป็นธาตุโลหะที่มีคุณสมบัติทางเคมีคือมีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 โลหะหนักต่างจากธาตุทั่วไปคือสลายตัวช้า และมีความคงตัว สะสมในสิ่งแวดล้อมได้ จึงพบการปนเปื้อนโลหะหนักในแหล่งน้ำ ดินตะกอน ดิน ในพืช สะสมในห่วงโซ่อาหาร สาเหตุนี้จึงทำให้มนุษย์มีโอกาสได้รับโลหะหนักปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายได้ และความเป็นพิษของเหล็ก เมื่อได้รับธาตุเหล็ก และสะสมในร่างกายสูง จะทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบต่างๆ ได้แก่ ประสิทธิภาพการย่อยอาหาร ลดลง หลอดเลือดขยายตัว ความดันเลือดลดลง เลือดแข็งตัวได้ช้า การทำงานของตับลดลง ตัวเสื่อมสภาพ ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ (ธีรนาถ, 2019)

จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่าวิธีวิเคราะห์ที่ใช้ในการตรวจหาปริมาณโลหะหนักในปัจจุบัน ได้แก่ Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) (วิชชุดา และสุธา, 2552) Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES) (Ion *et al.*, 2011) นอกจากนี้วิธีวิเคราะห์ทาง spectroscopy แล้ว ยังมีการวิเคราะห์ด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมี คือ Voltammetry (สุดเขต, 2555) แต่เนื่องจากวิธีวิเคราะห์ดังกล่าว เครื่องมือมีความซับซ้อนต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญในการควบคุม ราคาและค่าบำรุงรักษาสูง และมีขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างที่ยุ่งยาก ในโครงการพิเศษนี้จึงสนใจที่จะศึกษาการใช้แอนโทไซยานินในการตรวจวัดเหล็กไอออน

แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่มีคุณสมบัติที่สามารถนำมาใช้ตรวจวัดไอออนโลหะได้ เนื่องจากโครงสร้างของแอนโทไซยานินเหมาะสมที่จะเกิดสารเชิงซ้อนกับโลหะ และโครงสร้างประกอบด้วยวงอะโรมาติกหลายวงทำให้ดูดกลืนแสงได้ดี และมองเห็นสีด้วยตาเปล่าได้อย่างชัดเจน (วรารัศนา, 2557) ผู้วิจัยจึงได้เลือกใช้แอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน เพราะหาได้ง่าย และมีราคาถูก

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆ
2. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) โดยอาศัยปฏิกิริยาเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชันและตรวจวิเคราะห์ด้วยตาเปล่า
3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก (III) และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยตาเปล่าเปรียบเทียบกับการใช้เทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมทรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. การเตรียมสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชัน
 - 1) ศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสม
 - 2) ศึกษาความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกลีบดอกอัญชันสีน้ำเงิน
2. ศึกษาความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินและโลหะไอออนชนิดต่างๆ
3. ศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก (III) และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยตาเปล่าเปรียบเทียบกับเทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี
4. การวิเคราะห์เหล็ก (III) ในน้ำดื่มอย่างจริง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้วิธีวิเคราะห์ไอออนเหล็กที่อาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันซึ่งจัดเป็นวิธีวิเคราะห์ที่สะดวกหรือไม่ก่อให้เกิดมลพิษข้างเคียง
2. สามารถต่อยอดงานวิจัย เพื่อพัฒนาการตรวจวัดไอออนเหล็กโดยใช้สารสกัดจากธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ดอกอัญชัน (Butterfly Pea)

อัญชัน (*Clitoria tematea* Linn) Leguminosae หรือ Papilionaceae ชื่อเรียกตามท้องถิ่น ได้แก่ เอื้องชัน แดงชัน อุปีก้อลิง หล้าลินจัน มีแหล่งกำเนิดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นพันธุ์ไม้เลื้อยเขตร้อน ขึ้นได้ในดินทั่วไป ความชื้นปานกลางและแสงแดดจัด ลำต้นสีเขียว มีขนอ่อน กลีบอัญชันสะสมแอนโทไซยานินหลายชนิด เฉพาะที่มีรายงานพบมากในกลีบอัญชันสีน้ำเงินคือ เทอนาทิน (ternatins) ซึ่งเป็น 15 (poly) acylated delphinidin glucoside เป็นสารหนึ่งในกลุ่มแอนโทไซยานิน [Kazuma, 2003]

2.1.1 ลักษณะของดอกอัญชัน

ดอกอัญชัน (ชื่อสามัญ: Butterfly Pea; ชื่อวิทยาศาสตร์: *Clitoria tematea* L.) เป็นพืชไม้เลื้อย เนื้ออ่อน อายุสั้น ใ้ยอดเลื้อยพัน ลำต้นมีขนปกคลุม ใบประกอบแบบขนนก เรียงตรงข้ามยาว 6-12 เซนติเมตร มีใบย่อยรูปไข่ 5-7 ใบ กว้าง 2-3 เซนติเมตร ยาว 3-5 เซนติเมตร ปลายใบแหลม โคนใบมน ผิวใบด้านล่างมีขนหนาปกคลุม ดอกสีขาว สีฟ้า สีน้ำเงิน และสีม่วง ดอกเดี่ยว รูปทรงคล้ายฝ้ายหอยเชลล์ออกเป็นคู่ตามซอกใบ มีกลีบดอก 5 กลีบ ดอกบานเต็มที่ยาวประมาณ 2-3 เซนติเมตร กลีบคลุมรูปกลมปลายเว้าเป็นแฉ่ง ตรงกลางมีสีเหลือง มีทั้งดอกซ้อนและดอกลา ดอกเดี่ยวกลีบดอกชั้นนอกมีขนาดใหญ่กลางกลีบมีสีเหลือง ส่วนกลีบชั้นในขนาดเล็ก แต่ดอกซ้อนกลีบดอกมีขนาดเท่ากัน ซ้อนเวียนเป็นเกลียว ออกดอกได้เกือบตลอดทั้งปีผลเป็นฝักแบน กว้าง 1.0-1.5 เซนติเมตร ยาว 5-8 เซนติเมตร เมล็ดคล้ายรูปไต มีสีดำ 5-10 เมล็ด สามารถขยายพันธุ์ได้ด้วยการเพาะเมล็ด



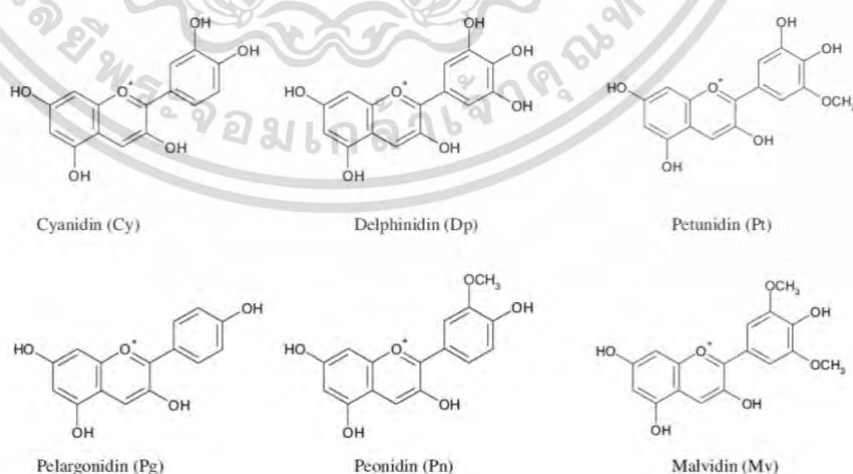
รูปที่ 2.1 ลักษณะของดอกอัญชัน (กาญจนา, 2563)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อเรียกของดอกอัญชันจะเรียกแตกต่างกันออกไปตามแต่ละท้องถิ่น เช่น เอื้องชัน (ภาคเหนือ) แดงชัน (เชียงใหม่) พบได้ทั่วไปตามที่รกร้าง และนิยมปลูกตามบ้านเรือนเพื่อใช้เป็นไม้ประดับ สรรพคุณทางยา พบว่า รากของต้นอัญชันสามารถใช้เป็นยาขับปัสสาวะ บำรุงดวงตา แก้อาการอักเสบ ตา ฟาง ตาและ นอกจากนี้ถ้านำรากมาถูพื้นจะทำให้พื้นคงทนแข็งแรง และแก้อาการปวดฟันได้ดี เมล็ด ใช้เป็นยาระบาย ดอกอัญชันสดนำมาทำสีธรรมชาติเพื่อใช้เป็นยาปลูกผม รักษาอาการผดผื่น แก้ฟกช้ำ ใช้ ในอุตสาหกรรมผลิตแชมพูสระผมและครีมนวดผม เมื่อนำดอกอัญชันมาคั้นด้วยน้ำเปล่า น้ำคั้นดอก อัญชันที่ได้สามารถนำมาใช้แต่งสีอาหารได้ เช่น ขนมเรไร ขนม น้ำดอกไม้ ขนมขี้หนู ใช้หุงข้าว หรือ นำมาทำเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่เรียกกันว่า น้ำดอกอัญชัน เป็นต้น นอกจากนี้สารที่สามารถพบได้ ในดอกอัญชัน คือ สารแอนโทไซยานิน (Anthocyanin) ซึ่งเป็นสารที่ให้สีแดงและสีน้ำเงิน มีคุณสมบัติ ความเป็นอินดิเคเตอร์ (Indicator) เช่นเดียวกับลิตมัส (Litmus) สามารถนำมาใช้เป็นสารบ่งชี้ (Indicator) ได้ (วีณา, 2556)

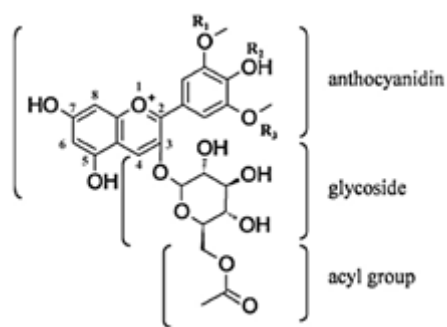
2.2 แอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานิน มีชื่อย่อมาจากรากศัพท์เดิมของกรีกคือ Anthos แปลว่า ดอกไม้และ Kyanos แปลว่า สีน้ำเงิน ดังนั้นแอนโทไซยานินจึงหมายถึงดอกไม้สีน้ำเงินแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำ ได้ จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ปัจจุบันมีการค้นพบแอนโทไซยานิน มากกว่า 300 ชนิดจากสารใน กลุ่มฟลาโวนอยด์ที่ได้พบกว่า 7,000 ชนิด (สำนักห้องสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553) โดยแอนโทไซยานินที่พบมากในพืชได้แก่ Cyanidin (Cy), Delphinidin (Dp), Petunidin (Pt), Pelargonidin (Pg), Peonidin (Pn), Malvidin (Mv) เป็นต้น ซึ่ง แต่ละชนิดมีโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 2.2 แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) โครงสร้างของแอนโทไซยานิน ประกอบด้วยสารประกอบหลัก 2 หรือ 3 ชนิด รูปที่ 2.3 ได้แก่ ชนิดที่ 1: แอนโทไซยานิดิน (Anthocyanidin) หรืออะไกลโคน (Aglycone) ชนิดที่ 2: น้ำตาล ชนิดที่ 3: โครงสร้างที่เป็นกรด



รูปที่ 2.2 โครงสร้างสารกลุ่มแอนโทไซยานินที่พบในพืช (Volodymyr S. F., 2017)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของแอนโทไซยานิน (Barnes *et al.*, 2009)

2.2.1 ชนิดของแอนโทไซยานิน

ชนิดที่ 1 แอนโทไซยานิดิน (Anthocyanidin) แอนโทไซยานิดิน (Anthocyanidin) หรืออะไกลโคโคน (Aglycone) มีโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วย คาร์บอน 6 อะตอม คาร์บอน 3 อะตอม และคาร์บอน 6 อะตอม (C6-C3-C6) เชื่อมต่อกัน (รูปที่ 2.3) โดยแอนโทไซยานินที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่มีทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่ เพลาโกนินิดิน (Pelargonidin) ไซยานิดิน (Cyanidin) เดลฟินิดิน (Delphinidin) พีโอนินิดิน (Peonidin) เพทูนิดิน (Petunidin) และมอลวิดิดิน (Malvidin) ซึ่งแต่ละชนิดของแอนโทไซยานินมีความแตกต่างของหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl) หรือเมธอกซิล (Methoxyl) ในตำแหน่ง R1 R2 และ R3 (รูปที่ 2.3) แสดงดังตารางที่ 2.1

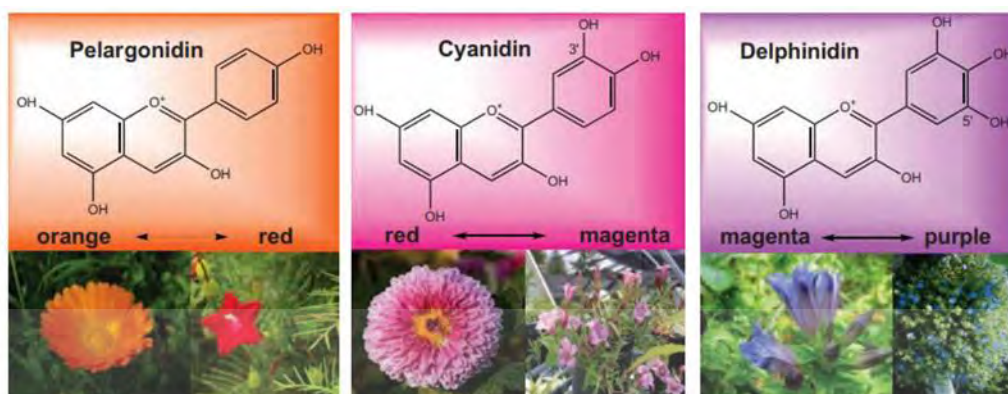
ตารางที่ 2.1 ชนิดของแอนโทไซยานินและตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิล

แอนโทไซยานิดิน	ตำแหน่ง			Glycoside	Acylation
	R1	R2	R3		
เพลาโกนินิดิน	H	OH	H		
ไซยานิดิน	OH	OH	H		
เดลฟินิดิน	OH	OH	OH	Galactose, sambubiose,	Acetyl, malonyl,
พีโอนินิดิน	OCH ₃	OH	H	Glucose, arabinose,	coumaroyl
เพทูนิดิน	OCH ₃	OH	OH	Rutinosyl, xylose	
มอลวิดิดิน	OCH ₃	OH	OCH ₃		

ที่มา: Barnes, Nguyen, Shen and Schug (2009)

การแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิลและหมู่เมธอกซิลที่ต่างกันแอนโทไซยานิดิน ส่งผลให้เห็นสีของแอนโทไซยานินที่ต่างกัน โดยพบว่า การเพิ่มขึ้นของหมู่ไฮดรอกซิลจะทำให้เห็นสีของแอนโทเอกสารนี้ไซยานินเป็นสีเข้มน้ำเงิน รูปที่ 2.4 (สำนักห้องสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ราคาไม่ต่ำกว่า ๑๐๐ บาท) ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553)



รูปที่ 2.4 ภาพจำลองแสดงเฉดสีของแอนโทไซยานินที่มีแอนโทไซยานิดินที่แตกต่างกัน

(Ferreyra *et al.*, 2012)

ชนิดที่ 2 น้ำตาล น้ำตาลจะเกิดพันธะกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 หรือตำแหน่งที่ 3 และ 5 (รูปที่ 2.3) โดยน้ำตาลที่เกิดพันธะได้แก่ น้ำตาลกลูโคส (Glucose) น้ำตาลกาแลคโตส (Galactose) น้ำตาลรูติโนส (Rutinoses) และน้ำตาลแรมโนส (Rhamnose) เป็นต้น (อรุษา, 2554)

ชนิดที่ 3 โครงสร้างที่เป็นกรด โดยโครงสร้างที่เป็นกรดจะเกิดการเอสเทอร์ฟิเคชัน (Esterification) กับน้ำตาล ในตำแหน่งที่ 3 หรือตำแหน่งที่ 3 และ 5 ภายในโครงสร้างของแอนโทไซยานิน (รูปที่ 2.3) แล้วเกิดเป็นพันธะเอสเทอร์กับน้ำตาล ซึ่งทำให้แอนโทไซยานินนั้นมีความคงตัวดีขึ้น โดยเรียกแอนโทไซยานินที่มีโครงสร้างของกรดเป็นองค์ประกอบนี้ว่า อะซิลเลตเทต แอนโทไซยานิน (Acylated anthocyanin) แต่ถ้าไม่มีโครงสร้างของกรดจะเรียกว่า นอนอะซิลเลตเทต แอนโทไซยานิน (Non acylated anthocyanin) ส่วนกรดที่เกิดพันธะเอสเทอร์กับน้ำตาล เช่น กรดเฟอร์รูริก (Ferulic acid) กรดคาร์แฟอิก (Caffeic acid) และกรดคูมาริก (Coumaric) เป็นต้น (อรุษา, 2554; Barnes *et al.*, 2009)

2.2.2 ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรของแอนโทไซยานิน

ความเสถียรของแอนโทไซยานินขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ดังนี้

1. อุณหภูมิ (Temperature): เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น (มากกว่า 100 องศาเซลเซียส) ความเสถียรของแอนโทไซยานินจะลดลง (สำนักห้องสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553)

2. แสง (Light): แสงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลต่อความเสถียรของแอนโทไซยานิน ทั้งนี้เพราะแสงจะทำให้เกิดการสลายตัวของแอนโทไซยานิน ซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลง โครงสร้างของแอนโทไซยานิน (ยุพาพร, 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โครงสร้าง (Structure): ความเสถียรของแอนโทไซยานินจะขึ้นอยู่กับโครงสร้าง โดยขึ้นกับการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิลและหมู่เมธอกซิลในส่วนของแอนโทไซยานินดิน นอกจากนี้ยังขึ้นกับชนิดของน้ำตาล (สำนักห้องสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553)

4. ความเป็นกรด-เบส (Acid-Base): สีของแอนโทไซยานินจะขึ้นอยู่กับสภาพความเป็น กรด-เบสของสารละลาย ถ้าสารละลายอยู่ในสภาวะที่เป็นกรดแอนโทไซยานินจะเป็นสีแดง ในขณะที่ถ้าสารละลายอยู่ในสภาวะที่เป็นเบสแอนโทไซยานินจะเป็นสีน้ำเงิน (เรือนเงิน, 2544)

2.2.3 แหล่งที่พบแอนโทไซยานิน




เนื่องแอนโทไซยานิน เป็นรงควัตถุสีม่วงแดง ดังนั้นจึงพบได้ในพืชหลากหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็น ข้าวเหนียวดำ ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ลูกหว่า ข้าวโพดสีม่วง กะหล่ำปลีม่วง กระจี้บ ดอกชบาแดง เป็นต้น ซึ่งลักษณะสีที่ปรากฏของแอนโทไซยานินในพืชก็แตกต่างกัน ดังตัวอย่างพืชที่มีสารแอนโทไซยานิน แสดงในตารางที่ 2.2 และ 2.3

ตารางที่ 2.2 พืชที่มีสารแอนโทไซยานิน

ชื่อพืช	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ
ชบาแดง	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	
กะหล่ำปลีม่วง	<i>Brassica oleracea</i> L.	
อัญชัน	<i>Clitoria tematea</i> L.	
กล้วยไม้	Orchidaceae	
บานไม่รู้โรย	<i>Gomphrena globosa</i>	
ลูกหว่า	<i>Syzygium cumini</i> (L.) Skeels	
ข้าวไรซ์เบอร์รี่	<i>Oryza sativa</i>	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ที่มา : ัญพรรณ และคณะ, ม.ป.ป.
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ยกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 พืชที่มีสารแอนโทไซยานิน (ต่อ)

ชื่อพืช	ชื่อวิทยาศาสตร์	ลักษณะ
มันม่วง	<i>Ipomoea batatas</i>	
ผลก้างปลา	<i>Phyllanthus reticulatus</i> Poir	
มะหวด	<i>Lepisanthes rubiginosa</i> (Roxb.) Leenh.	

ที่มา : ธิญพรธรณ และคณะ, ม.ป.ป.

2.2.4 ประโยชน์และการประยุกต์ใช้

แอนโทไซยานิน เป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ มีสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ซึ่งช่วยในการป้องกันโรคมะเร็ง โรคภาวะข้ออักเสบ โรคหัวใจ เป็นต้น (ทิพวดีจิตพิศุทธิ์ และคณะ, 2550) และมีสีสันทสวยงามจึงใช้เป็นสีผสมอาหารในหลาย ๆ ประเทศทั่วโลก (Hendry, 1996) นอกจากนี้ แอนโทไซยานินมีสมบัติทางเคมีอย่างหนึ่งคือ สามารถจับกับไอออนบวกของโลหะ ได้โดยสารในกลุ่มที่สามารถจับกับโลหะ เมื่อสารกลุ่มนี้จับกับโลหะหนักมักจะเกิดการเปลี่ยนแปลงสี เกิดขึ้น ทำให้สามารถสังเกตปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ด้วยตาเปล่า ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่ประยุกต์ใช้สารแอนโทไซยานินในการตรวจจับโลหะหนัก ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 การประยุกต์ใช้พืชที่มีแอนโทไซยานินในการตรวจจับโลหะ

พืช	โลหะที่ตรวจ	อ้างอิง
กระเจี๊ยบแดง	เหล็ก	รวิวรรณ วัฒนายน และคณะ (2560)
ดอกชบาแดง	อะลูมิเนียม	สุนันทา ช้องสาย และคณะ (2560)
แก้วมังกร	ทองแดง ตะกั่ว	วารงคณา เชาดี, รัตติกร วงศ์กิติ, สุพัตรา มาแดง (2557)
กะหล่ำปลีม่วง	ทองแดง ตะกั่ว	Warangkha Khaodee. et. al. (2014)
	อะลูมิเนียม และเหล็ก	
ดอกเข็ม	ตะกั่ว	Gokulan, G., et. al. (2019)

เอกสารนี้ที่มาจาก: ธิญพรธรณ และคณะ, ม.ป.ป.งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 การประยุกต์ใช้พืชที่มีแอนโทไซยานินในการตรวจวัดงานด้านต่างๆ

พืช	การประยุกต์ใช้	อ้างอิง
กล้วยไม้	ตรวจวัดปริมาณแอมโมเนียในปุ๋ยเคมี	ธนิกานต์ สุขอร่าม และคณะ (2560)
เมล็ดถั่วดำ	ฟิล์มที่ไวต่อ pH	Prietto, L. (2017)
กะหล่ำปลีม่วง	ตรวจวัดระดับการหมักของกิมจิ	Eun, W. M. (2020)
อัญชัน	ตรวจวัดความเน่าเสียของกุ้ง	Noor Azizah Ahmad (2019)

ที่มา : ธัญพรรณ และคณะ, ม.ป.ป.

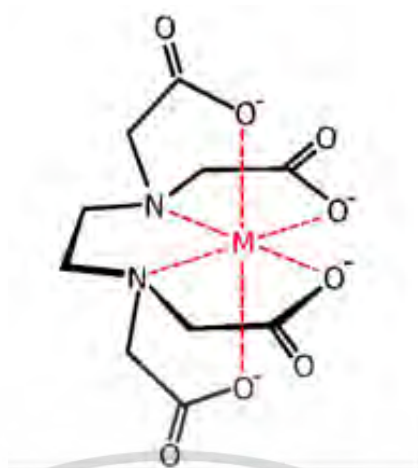
2.2.5 คุณสมบัติทางเคมีของแอนโทไซยานิน

ในสารละลายตัวกลาง (Aqueous Media) แอนโทไซยานินจะทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH indicator) คือ ให้สีแดงที่ pH ต่ำ ให้สีน้ำเงินที่ pH สูง ในสารละลายที่เนกรดและเป็นกลางนั้น มีโครงสร้างของแอนโทไซยานิน 4 โครงสร้างที่อยู่ในสภาวะสมดุล คือ red flavylum cation (AH^+), blue quinonoidal base หรือ red quinonoidal base (A), colorless carinol pseudobase (B) และ colorless chalcone (C) ในสภาวะที่เป็นกรดและ pH ต่ำกว่า 2 จะมี AH^+ เป็นโครงเด่น เมื่อ pH เพิ่มขึ้น AH^+ จะเกิดการสูญเสียโปรตอนเกิดเป็นสารละลาย blue quinonoidal base หรือ red quinonoidal base (A), ซึ่งเป็นโครงสร้างที่เกิดเป็นปกติ แต่การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน (hydration) ของ AH^+ จะทำให้เกิด colorless carbinol pseudobase (B) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความแตกต่างกันของ pH และโครงสร้างของแอนโทไซยานินจึงทำให้ปริมาณของ AH^+ , A, B และ C ที่สภาวะสมดุลมีความแตกต่างกัน เช่น โครงสร้างของ 3-glycoside และ 3,5-diglycoside จะเกิดขึ้นเมื่อ pH เพิ่มขึ้นมากกว่า 3 ซึ่งจะเกิดเป็น colorless carbinol pseudobase (B) อย่างไรก็ตาม ปริมาณเพียงเล็กน้อยของ blue quinonoidal base (A) และ colorless chalcone (C) จะปรากฏให้เห็นและมีปริมาณเพิ่มขึ้นที่ pH สูงขึ้น (pH 4-6)

2.3 สารเชิงซ้อน (Complexes)

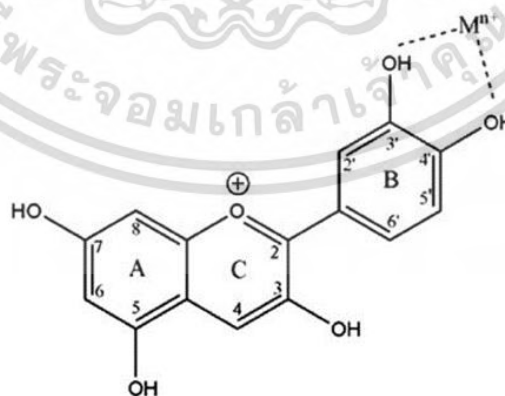
สารเชิงซ้อน คือ สารประกอบที่มีพันธะโคออร์ดิเนตโคเวเลนต์ระหว่างอะตอมกลางของ แคทไอออนและลิแกนด์ ซึ่งแคทไอออนส่วนใหญ่เป็นไอออนของโลหะที่สามารถรับคู่อิเล็กตรอนจากลิแกนด์ได้ (สายใจ, 2560) จากรูปที่ 2.5 แสดงตัวอย่างของสารเชิงซ้อนระหว่างโลหะและกรดเอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซีติก (Ethylenediaminetetraacetic acid: EDTA) โดยกรดเอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซีติกทำหน้าที่เป็นลิแกนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 สารเชิงซ้อนระหว่างโลหะและกรดเอทิลีนไดเอมีนเตตระอะซิติก
(ปัญญา, 2558)

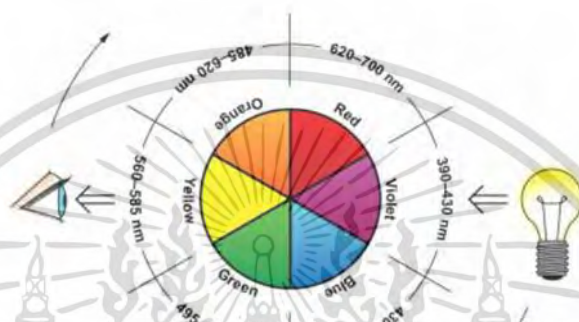
จากเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า แอนโทไซยานินสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะเกิดเป็นสารเชิงซ้อนได้ ตัวอย่างเช่น การศึกษาผลของสารเชิงซ้อนระหว่างโลหะและแอนโทไซยานินร่วมกับรูติน ที่มีผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant activities) โดยโลหะที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ ได้แก่ เหล็ก (III) และแมกนีเซียม (II) (Qian *et al.*, 2017) และยังมี งานวิจัยที่ศึกษาการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างอะลูมิเนียม (III) และสารสกัดเดฟฟินิดินจาก ดอกไฮเดรนเยีย (Hydrangea sepals) ซึ่งเดฟฟินิดินจัดเป็นแอนโทไซยานินชนิดหนึ่ง (Schreiber *et al.*, 2010) นอกจากนี้ยังพบว่า มีการเกิดสารเชิงซ้อนของโลหะชนิดต่างๆ เช่น ทองแดง (II) ตะกั่ว (II) เหล็ก (II) เหล็ก (III) และอะลูมิเนียม (III) กับสารสกัดแอนโทไซยานิน จากกะหล่ำปลีม่วงที่สภาวะต่างๆ เป็นต้น และจากรูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างการเกิดสารเชิงซ้อน ระหว่างโลหะและสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วง (Khaodee *et al.*, 2014) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้น



รูปที่ 2.6 โครงสร้างการเกิดสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน (Khaodee *et al.*, 2014) กรุณาอย่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จะเห็นว่า สารเชิงซ้อนที่เกิดกับปฏิกิริยา ระหว่าง โลหะและแอนโทไซยานินส่วนมากจะเป็นสารเชิงซ้อนที่มีสีและมีการตรวจวิเคราะห์ด้วย เทคนิคยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี โดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างสีของสารละลายที่เห็นและแสงสีที่ถูกดูดกลืน ดังรูปที่ 2.7 และจากรูปที่ 2.7 แสดงให้เห็นว่าสีของสารละลายที่เห็นนั้นจะไม่ใช่แสงสีที่ถูกดูดกลืนแต่เป็นแสงสีที่ผ่านออกมาจากสารละลาย นั้นหมายความว่า แสงที่ส่องผ่าน ออกมาจากสารละลายจึงมีสีตรงข้ามกับแสงที่ถูกดูดกลืน (สายใจ, 2560)



รูปที่ 2.7 วงล้อสี (Color wheel) (Algar *et al.*, 2016)

2.4 เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer

เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer เป็นเครื่องมือที่ได้นำเทคนิค UV-Visible Spectroscopy มาปรับใช้งาน เครื่องมือนี้จะทำหน้าที่ในการตรวจวัดความเข้มแสงที่ส่องผ่านหรือสะท้อนจากตัวอย่าง เปรียบเทียบกับความเข้มแสงจากแหล่งกำเนิด เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer โดยทั่วไปแล้วจะมีส่วนประกอบหลักๆ ที่เหมือนกัน ได้แก่ แหล่งกำเนิดแสง เกรตติ้งหรือโมโนโครเมเตอร์ เซลล์ที่บรรจุสารตัวอย่าง และเครื่องตรวจวัด แหล่งกำเนิดแสงจะต้องให้แสงที่คงที่อย่างต่อเนื่อง ที่นิยมใช้ คือ หลอดทังสเตน-ฮาโลเจน ซึ่งให้แสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 320 - 2,500 นาโนเมตร สำหรับแหล่งกำเนิดแสงในช่วงรังสียูวีนั้นจะใช้หลอดไฮโดรเจนหรือหลอดดิวทีเรียมซึ่งให้แสงในช่วงความยาวคลื่น 160-375 นาโนเมตร แสงที่ได้จากแหล่งกำเนิดนั้นจะมีความยาวคลื่นต่างๆ ดังนั้นจึงต้องใช้โมโนโครเมเตอร์เป็นตัวกระจายแสงออก เพื่อให้แสงที่จะผ่านไปยังตัวอย่างมีความยาวคลื่นเดียวตามที่ต้องการ หลังจากนั้นแสงความยาวคลื่นค่าเดียวจะผ่านไปยังเซลล์ที่บรรจุสารตัวอย่างและสารเปรียบเทียบ ซึ่งมีรูปร่างต่างๆ กันออกไป แต่โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นกล่องทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้างภายใน 1 เซนติเมตร (ค่าระยะทางเดินของแสงที่ผ่านเข้าไปในตัวอย่างตามกฎของ Beer-Lambert's Law) เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer บางรุ่นสามารถใช้หลอดทดลองที่เป็นคิวเวทท์ (Cuvettes) ได้ แต่คิวเวทท์ที่ดีที่สุดนั้นทำมาจากควอตซ์ที่มีคุณภาพสูงไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับคิวเวทท์ที่ทำจากแก้วหรือพลาสติกก็เป็นที่ยอมรับกันทั่วไปแต่สามารถใช้ได้เฉพาะในช่วงแสงขาวเท่านั้นเพราะแก้วและพลาสติกดูดกลืนแสงในช่วงรังสียูวี แสงในส่วนที่ไม่ถูกดูดกลืนจะเดินทางผ่านตัวอย่างมาถึงเครื่องตรวจวัด สำหรับเครื่องตรวจวัดที่ยอมรับได้แก่ PMT (Photomultiplier Tube), Diode arrays และ CCDs (Charge Coupled Devices) เครื่องจะทำการบันทึกค่าความยาวคลื่นร่วมกับค่ามุมของแต่ละความยาวคลื่นที่เกิดการดูดกลืน ผลของสเปกตรัมที่ได้จะแสดงในรูปของกราฟระหว่างค่า Absorbance และค่าความยาวคลื่น

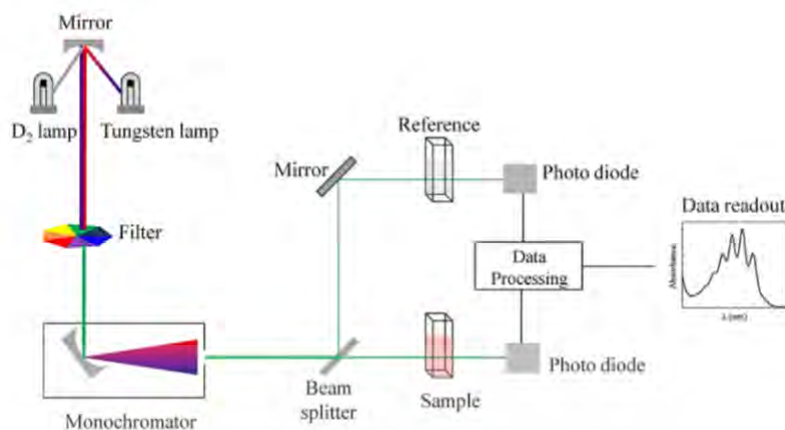
เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ ระบบลำแสงเดี่ยว และระบบลำแสงคู่ สำหรับเครื่องระบบลำแสงเดี่ยว เป็นเครื่องที่ใช้ลำแสงเดี่ยวจากแหล่งกำเนิดผ่านไปยังตัวอย่าง เครื่องมือนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกและมีราคาไม่แพงมากนัก สำหรับเครื่องระบบลำแสงคู่ นั้น แสงจะถูกแยกออกเป็น 2 ลำแสงก่อนที่จะไปตกลงบนตัวอย่าง โดยแสงลำแสงหนึ่งจะใช้เป็นลำแสงอ้างอิง ในขณะที่อีกลำแสงจะผ่านไปยังตัวอย่าง เครื่องมือที่เป็นแบบลำแสงคู่บางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัด 2 ตัว เพื่อที่จะตรวจวัดลำแสงอ้างอิงและลำแสงที่มาจากตัวอย่างได้พร้อมกัน แต่ในบางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัดเพียงตัวเดียว โดยแสงทั้งสองลำจะผ่านตัวตัดแสง (Beam Chopper) ซึ่งจะทำหน้าที่กักลำแสงหนึ่งไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง เครื่องตรวจวัดจึงสามารถตรวจวัดความแตกต่างของแสงทั้งสองลำแสงนี้ได้

โดยหลักการแล้วสเปกตรัมซึ่งเกิดจากการดูดกลืนแสงในช่วงรังสียูวีและแสงขาวของสารตัวอย่าง จะแสดงคุณสมบัติเฉพาะของสารนั้นๆ ทำให้สามารถนำไปใช้วิเคราะห์สารชนิดต่างๆ ได้ แต่ทั้งนี้การวิเคราะห์ด้วยเทคนิคนี้จะให้ผลได้เพียงคร่าวๆ เพราะลักษณะของสเปกตรัมของสารแต่ละชนิดที่ได้จะมีความกว้างมาก และยังมีรายละเอียดอีกมาก จึงต้องใช้เทคนิคอื่นๆ ร่วมวิเคราะห์ด้วย สำหรับการวิเคราะห์สารในเชิงปริมาณด้วยเทคนิค UV-Visible Spectroscopy สามารถทำได้โดยใช้วิธีการทำกราฟมาตรฐานระหว่างค่า Absorbance และค่าความเข้มแสง ดังนั้น เมื่อสามารถวัดค่า Absorbance ของสารได้ก็สามารถวิเคราะห์หาปริมาณของสารจากกราฟมาตรฐานได้เช่นเดียวกัน



รูปที่ 2.8 เครื่อง UV-Visible Spectrophotometer รุ่น UV-1900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของศูนย์วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการค้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 องค์ประกอบของเครื่อง UV-Visible Spectrophotometer

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์เหล็ก (III) ด้วยการเกิดสารเชิงซ้อนกับรีเอเจนท์ธรรมชาติ (แอนโทไซยานิน) โดยการตรวจวัดสีที่ได้จากการเกิดสารเชิงซ้อนของเหล็กกับแอนโทไซยานิน และวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมตรี โดยใช้เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ ผู้จัดทำวิจัยได้แบ่งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องออกเป็น 2 ส่วน คือ สารสกัดแอนโทไซยานินธรรมชาติจากดอกอัญชัน และการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างโลหะกับแอนโทไซยานิน

2.5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารสกัดแอนโทไซยานินธรรมชาติจากดอกอัญชัน

เฉลิมพร และปิยะวัฒน์ (2558) ศึกษาการใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส งานวิจัยนี้ได้นำสารสกัดจากอัญชัน (*Clitoria ternatea* L.) โดยมีน้ำเป็นตัวทำละลายมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์กรด-เบส สารสกัดดอกอัญชันมีการเปลี่ยนแปลงเฉดสีในสารละลายที่มีค่าพีเอชที่แตกต่างกัน สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์ธรรมชาติได้ การเปลี่ยนแปลงเฉดสีนี้ขึ้นอยู่กับความเป็นกรด-เบสของสารที่นำมาทำปฏิกิริยากับสารสกัดดอกอัญชัน สามารถระบุได้ดังต่อไปนี้ เปลี่ยนเป็นสีแดงที่พีเอช 1-2, สีม่วง พีเอช 3-4, สีน้ำเงิน พีเอช 5-8, สีน้ำตาล พีเอช 9-11 และสีเหลืองที่ พีเอชมากกว่า 12 งานวิจัยนี้ได้นำสารสกัดจากดอกอัญชันมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์ กรด-เบส ในกระบวนการไทเทรตกรด-เบส ประกอบไปด้วย การไทเทรตกรดแก่-เบสแก่ การไทเทรตกรดอ่อน-เบสอ่อน การไทเทรตกรดอ่อน-เบสแก่ และการไทเทรตกรดแก่-เบสอ่อน ผลที่ได้พบว่า สารสกัดอัญชันสามารถประยุกต์ใช้กับการไทเทรตได้ทุกประเภท ในการวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับอินดิเคเตอร์สังเคราะห์ได้แก่ ฟีนอล์ฟทาลีน เมธิลเรด และโบโมไทมอลบลู พบว่าอินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่สกัดได้จากดอกอัญชันมีคุณสมบัติที่ดีและสามารถนำมาใช้แทนกรด-เบสอินดิเคเตอร์สังเคราะห์สำหรับการไทเทรตกรด-เบสได้ นอกจากนี้ยังมีราคาถูก เตรียมสารสกัดง่ายและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

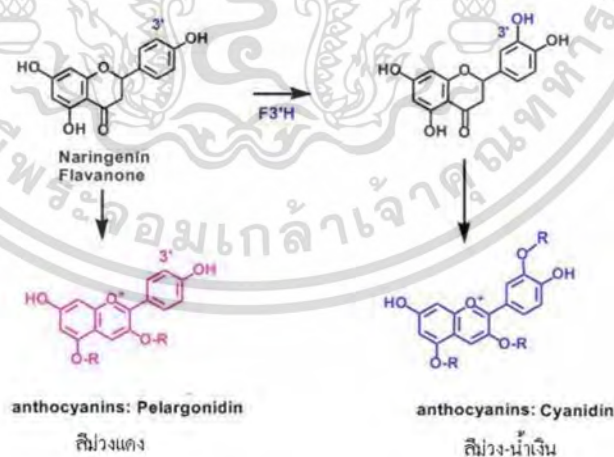
ตารางที่ 2.6 เฉดสีของสารสกัดอัญชันในช่วงพีเอช 1 ถึง พีเอช 14

สารสกัดดอกอัญชัน	สารละลายที่ใช้ปรับค่าพีเอช (pH)	pH	สีของสารละลาย
	กรดไฮโดรคลอริก (1.0 M)	1	แดง
		2	ชมพู
		3	ม่วง
		4	น้ำเงินอมม่วง
	กรดอะซิติก (0.5 M)	5	น้ำเงินอ่อน
		6	น้ำเงิน
		7	น้ำเงินเข้ม
		8	น้ำเงินเข้ม
	แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (0.5 M)	9	น้ำตาลเข้ม
		10	น้ำตาล
		11	น้ำตาลอ่อน
	โซเดียมไฮดรอกไซด์ (1.0 M)	12	เหลืองอ่อน
		13	เหลืองเข้ม
14		ขาวใส	



ที่มา : เฉลิมพร และปิยะวัฒน์, 2558

พิมพ์เพ็ญ (2557) การเปลี่ยนแปลงเฉดสีของแอนโทไซยานินที่มีสารสกัดดอกอัญชันเกิดจากการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซี (OH) และหมู่เมทอกซี (OCH₃) ของวงแหวนฟลิวเวียม (flavylium ring) แอนโทไซยานินเกิดสีที่แตกต่างกัน คือ เมื่อมีการเพิ่มจำนวนของหมู่ไฮดรอกซีจะทำให้เกิดเฉดสีน้ำเงิน (Bluish shade) ส่วนการเพิ่มจำนวนของหมู่เมทอกซีจะทำให้เกิดสีแดง (Redness)



รูปที่ 2.10 การเปลี่ยนแปลงสีของสารแอนโทไซยานินในสภาพกรด-เบส (พิมพ์เพ็ญ, 2557)

นันทิยา และคณะ (ม.ป.ป.) ศึกษาการสกัดแยกแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชันสีน้ำเงิน เอกสารนี้แก่นวิจัยนี้ศึกษาเปรียบเทียบการสกัดแยกแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสีน้ำเงินโดยวัดปริมาณแอนโทไซยานินในเนื้อเยื่อที่สกัดออกมา ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทไซยานินรวม ใช้วิธีการของ AOAC และตรวจสอบเชิงคุณภาพโดยใช้คอลัมน์โครมาโตกราฟีเหลว และยูวีสเปกโตรโฟโตเมตรี พบว่าสัดส่วนระหว่างปริมาณตัวอย่างกับตัวทำละลายที่ใช้สกัดมีผลต่อปริมาณ แอนโทไซยานินรวมจึงกำหนดให้คงที่ในการทดลองนี้ ความร้อนที่ให้ขณะทำการสกัดและพ่นแห้งลด ปริมาณแอนโทไซยานินรวมจากการสกัดได้ กลีบดอกสดให้ปริมาณแอนโทไซยานินรวม 0.24 ± 0.02 mg/g ซึ่งสูงกว่าดอกสดทั้งดอก (0.15 ± 0.04 mg/g) อย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) แต่ไม่แตกต่างจากกลีบดอก แห้ง กลีบดอกแห้งที่เก็บไว้เป็นเวลา 1 ปี ในสภาวะป้องกันแสง อากาศและความชื้นให้ปริมาณแอนโทไซ ยานินรวมไม่แตกต่างจากกลีบสดเมื่อเทียบน้ำหนักตัวอย่างแห้ง ($p < 0.05$) ชนิดและพีเอชของตัวทำ ละลายที่ใช้สกัดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเชิงคุณภาพของสารที่สกัด แอลกอฮอล์มีค่าพีเอชต่ำกว่า 2 ช่วย คัดแยกแอนโทไซยานินได้ ผลการศึกษาเป็นส่วนช่วยในการกำหนดมาตรฐานเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ของวิธีสกัดแอนโทไซยานิน จากดอกอัญชัน



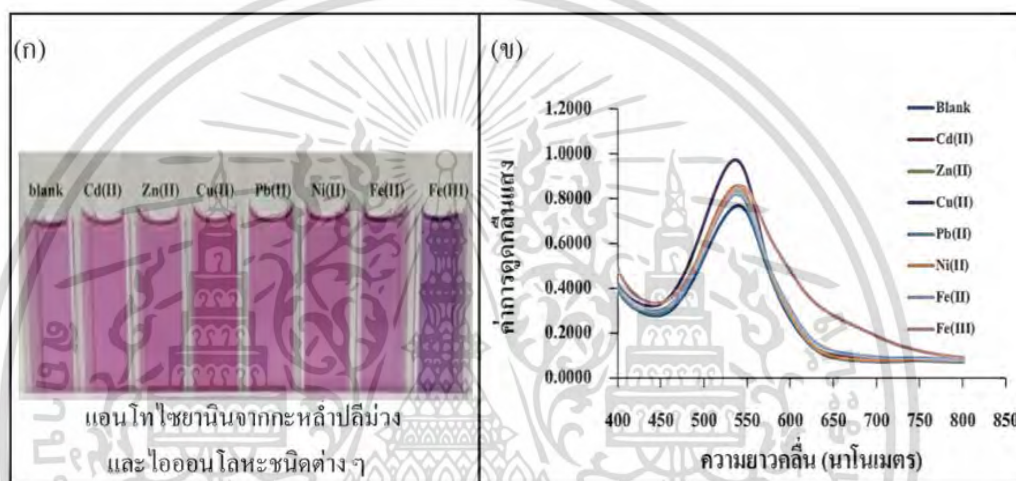
รูปที่ 2.11 โครงสร้างเทอร์นาติน เอ 1 ในดอกอัญชันสีน้ำเงิน (Terahara *et al.*, 1990)

ัญพรรณ และคณะ (ม.ป.ป.) ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีพื้นที่ในเขตร้อนทำให้มีพืช หลากหลายชนิดมากมาย ดังนั้นจึงการศึกษาสารสำคัญต่าง ๆ ในพืชอย่างกว้างขวาง สารสำคัญชนิด หนึ่งที่พบในพืชคือ สารกลุ่มแอนโทไซยานิน ซึ่งพบได้ในพืชหลากหลายชนิดที่มีสีม่วง น้ำเงิน แดง โดย คุณสมบัติที่ต่ออย่างหนึ่งของสารแอนโทไซยานินคือมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้สารแอนโทไซ ยานินยังมีคุณสมบัติเป็นอิตีเคเตอร์กรด-ด่างตามธรรมชาติ นอกจากนี้จากโครงสร้างของสารกลุ่มนี้ ทำให้มีความสามารถในการจับกับโลหะอีกด้วย จากคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้นทำให้มีการประยุกต์นำ สารกลุ่มแอนโทไซยานินไปใช้งานอย่างกว้างขวาง

2.5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างโลหะกับแอนโทไซยานิน

เกศินี (2562) ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออนด้วยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสาร สกัดธรรมชาติโดยใช้สมาร์ทโฟน งานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) โดยอาศัยหลักการ เกิดปฏิกิริยาของ สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก (III) และสารสกัดแอนโทไซยานินจากฝักกะหล่ำปลีม่วง โดยใช้ภาพถ่าย จากสมาร์ทโฟนและตรวจวัดค่าความเข้มสีในระบบ RGB ด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop CS6 จากผลการศึกษา พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการวิเคราะห์ ได้แก่ วิธีการเตรียมฝัก กะหล่ำปลีม่วง ตัวทำละลาย และสภาวะที่เหมาะสมในการถ่ายภาพ เป็นต้น และในงานวิจัยนี้พบว่า ไม่ว่าน้ำกลั่นเป็น ตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดฝักกะหล่ำปลีม่วง สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการ

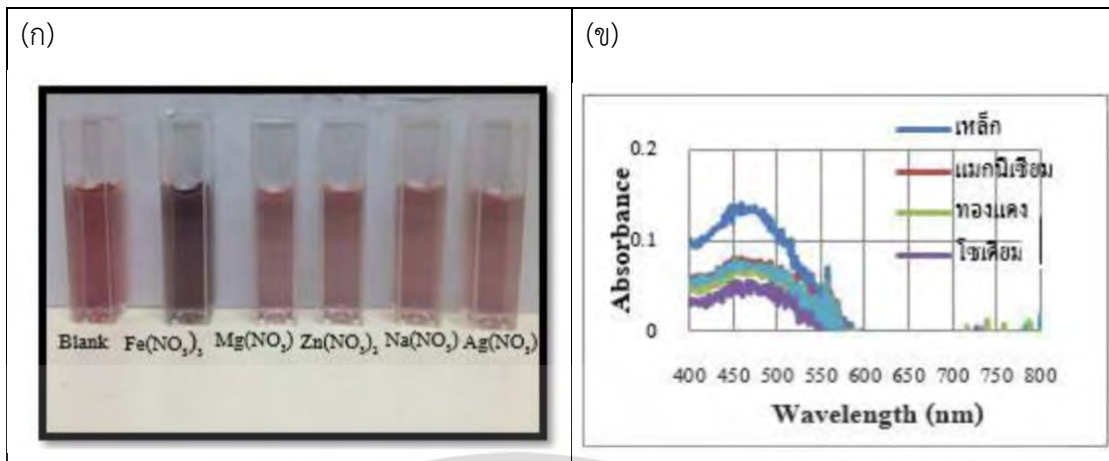
ถ่ายภาพ คือ สีขาวเป็นสีที่เหมาะสมของบล็อกวางคิวเวท และควรถ่ายภาพด้วยระยะโฟกัสที่ 10 เซนติเมตร ภายใต้แสงธรรมชาติ นอกจากนี้ยังพบว่าค่าการดูดกลืนแสงของค่าสีแดง (วิเคราะห์ ภาพถ่ายด้วย ระบบ RGB) จะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของเหล็ก (III) โดยช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ ระหว่าง 100-900 ไมโครโมลาร์ และสมการเส้นตรงที่ได้คือ $y = 5.31 \times 10^{-5}x + 0.0190$ ด้วยค่า สัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.9966 นอกจากนี้ เมื่อนำวิธีที่พัฒนาขึ้นนี้ไปประยุกต์ใช้ในการ วิเคราะห์ ตัวอย่างยาและตัวอย่างที่เตรียมขึ้นในห้องปฏิบัติการ โดยเปรียบเทียบกับเทคนิคยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตเมทรีซึ่งทั้งสองเทคนิคนี้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ ร้อยละ 95 ($t_{\text{stat}} = 0.63, t_{\text{critical}} = 3.18$)



รูปที่ 2.12 (ก) ภาพถ่ายสี และ (ข) สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัด ระหว่างกะหล่ำปลีม่วงกับไอออนโลหะชนิดต่างๆ (เกศินี, 2562)

รวิวรรณ และคณะ (2560) ศึกษาการหาปริมาณเหล็ก (III) โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อน ระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากกระเจี๊ยบแดง ซึ่งสามารถสังเกตการเปลี่ยนสี ได้ด้วยตาเปล่า และตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตเมทรี โดยการศึกษา ความจำเพาะของการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง และไอออนโลหะ ชนิดต่างๆ ซึ่งจากการสังเกต พบว่า สารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากกระเจี๊ยบแดงสามารถเกิด สารเชิงซ้อนกับเหล็ก (III) ที่พีเอช 5 ได้ ดังรูปที่ 2.12 (ก) ซึ่งให้ค่าการดูดกลืน แสงที่ความยาวคลื่น 500 นาโนเมตร เท่ากับ 0.13 ดังรูปที่ 2.12 (ข) และในงานวิจัยนี้ได้นำวิธีนี้ไป ประยุกต์ใช้ในการ วิเคราะห์เหล็ก (III) ในตัวอย่างน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 (ก) การเปลี่ยนแปลงสีและ (ข) สเปกตรัมจากเทคนิคยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตเมตรี ของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะต่างๆ และสารสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง (รวิวรรณ และคณะ, 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ และสารเคมี

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 1) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 2 ตำแหน่ง รุ่น MF ML204/01 บริษัท METTLER TOLEDO ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
- 2) เครื่องชั่งไฟฟ้าทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น ME3002E บริษัท METTLER TOLEDO ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
- 3) เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-Visible spectrophotometer) รุ่น UV-1900i บริษัท SHIMADZU CORPORATION ประเทศญี่ปุ่น
- 4) เครื่องเย้า รุ่น JSOS-500 บริษัท JS Research Inc. ประเทศเกาหลีใต้
- 5) ตู้อบลมร้อน MEMMERT รุ่น UN55 บริษัท Memmert GmbH + Co. KG ประเทศเยอรมนี
- 6) ไมโครปิเปต ขนาด 10-100 ไมโครลิตร บริษัท WITTEG LABORATECHNIK GMBH ประเทศเยอรมนี
- 7) เครื่องกรองลดความดัน รุ่น A-3S บริษัท TOKYO RIKAKIKAI CO.,LTD. ประเทศญี่ปุ่น
- 8) เครื่องวัดพีเอช รุ่น FiveEasy Plus บริษัท METTLER TOLEDO ประเทศสวิตเซอร์แลนด์
- 9) กระดาษกรอง (Whatman No.1) บริษัท GE Healthcare ประเทศสหรัฐอเมริกา
- 10) คิวเวทควอตซ์
- 11) ตะแกรงร่อน
- 12) เดซิเคเตอร์
- 13) กรวยกรองบุชเนอร์
- 14) เครื่องแก้วต่างๆ

3.1.2 สารเคมี

- 1) เฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) AR grade บริษัท CARLO ERBA S.A.S. ประเทศฝรั่งเศส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับใช้ในวงจำกัดเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
 2) กรดไนตริก (HNO_3) บริษัท Loba Chemie ประเทศอินเดีย
 3) กรดอะซิติก (CH_3COOH) บริษัท CARLO ERBA S.A.S. ประเทศฝรั่งเศสไปใช้

- 4) โซเดียมอะซิเตท (CH_3COONa) AR grade บริษัท CARLO ERBA S.A.S. ประเทศฝรั่งเศส
- 5) โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต (NaHCO_3) AR grade บริษัท CARLO ERBA S.A.S. ประเทศฝรั่งเศส
- 6) คอปเปอร์ (II) คลอไรด์ ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) บริษัท CARLO ERBA S.A.S. ประเทศฝรั่งเศส
- 7) ซิงค์คลอไรด์ (ZnCl_2) AR grade บริษัท Loba Chemie ประเทศอินเดีย
- 8) เอทานอล ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) บริษัท Loba Chemie ประเทศอินเดีย

3.1.3 สารสกัดธรรมชาติ

- 1) ดอกอัญชันสีน้ำเงิน
- 2) กะหล่ำปลีม่วง

3.2 การเตรียมสาร

3.2.1 การเตรียมผงอัญชัน

ทำการแยกกลีบเลี้ยง เกสร ออกจากดอกอัญชัน นำกลีบดอกอัญชันสีน้ำเงินที่ได้ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเข้มข้น 0.2% (w/v) โดยแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำกลีบดอกอัญชันใส่ถาด นำเข้าอบที่ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยแบ่งการอบเป็น 2 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง เมื่ออบครบ 3 ชั่วโมงแรกให้นำออกมากลับด้านเพื่อให้โดนความร้อนทั่วกัน จากนั้นนำเข้าอบอีก 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นลงด้วยอุณหภูมิห้อง แล้วทำการบดละเอียดด้วยโกร่งบดยา จากนั้นแยกขนาดด้วยตะแกรงร่อน เก็บผงอัญชันสีน้ำเงินไว้ในเดซิเคเตอร์เพื่อนำไปศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อไป

3.2.2 การเตรียมสารสกัดอัญชัน

ชั่งผงอัญชันหนัก 1.000x กรัม แช่ในน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วเขย่าเป็นเวลา 15 นาที ด้วยเครื่องเขย่า ด้วยความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที กรองสารละลายด้วยเครื่องกรองแบบลดความดัน นำสารละลายที่กรองได้ วัดค่าการดูดแสงที่ 400-800 นาโนเมตร และวัดค่าพีเอช บันทึกผล เพื่อบรรยายวิเคราะห์ต่อไป

3.2.3 การเตรียมผงกะหล่ำปลีม่วง

หั่นกะหล่ำปลีม่วงเป็นชิ้นเล็กๆ นำกะหล่ำปลีม่วงที่ได้ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนตเข้มข้น 0.2% (w/v) โดยแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำกะหล่ำปลีม่วงใส่ถาด นำเข้าอบที่ตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 6 ชั่วโมง โดยแบ่งการอบเป็น 2 ครั้ง ครั้งละ 3 ชั่วโมง เมื่ออบครบ 3 ชั่วโมงแรกให้นำออกมากลับด้านเพื่อให้โดนความร้อนทั่วกัน จากนั้นนำเข้าอบอีก 3 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยอุณหภูมิห้อง แล้วทำการบดละเอียดด้วยโกร่งบดยา จากนั้นแยกขนาดด้วยตะแกรงร่อน เก็บผงกะหล่ำปลีม่วงไว้ในเคซิเคเตอร์เพื่อนำไปศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อไป

3.2.4 เตรียมสารสกัดกะหล่ำปลีม่วง

ชั่งผงกะหล่ำปลีหนัก 1.000x กรัม แช่ในน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วเขย่าเป็นเวลา 15 นาที ด้วยเครื่องเขย่า ด้วยความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาที กรองสารละลายด้วยเครื่องกรองแบบลดความดัน นำสารละลายที่กรองได้ วัดค่าการดูดแสงที่ 400-800 นาโนเมตร และวัดค่าพีเอช บันทึกผล เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

3.2.5 การเตรียมสารละลายกรดไนตริก 0.01 โมลาร์

ปิเปตต์กรดไนตริกเข้มข้นมา 0.8 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1000 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายกรดไนตริก 0.01 โมลาร์

3.2.6 การเตรียมสารละลายไอออนเหล็ก (III) 0.1 โมลาร์

ชั่งเฟอร์ริกคลอไรด์ (FeCl_3) 1.6222 g นำไปละลายด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำใส่ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายไอออนเหล็ก 0.1 โมลาร์

3.2.7 การเตรียมสารละลายไอออนเหล็ก (III) ความเข้มข้น 100, 300, 500, 700, 900 ไมโครโมลาร์

ปิเปตต์สารละลายไอออนเหล็ก (III) ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์ มา 25, 75, 125, 175 และ 225 ไมโครลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลายกรดไนตริก 0.01 โมลาร์ จะได้สารละลายไอออนเหล็ก (III) ที่มีความเข้มข้น 100, 300, 500, 700 และ 900 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ

3.2.8 การเตรียมสารละลายซิงค์คลอไรด์ 0.1 โมลาร์

ชั่งซิงค์คลอไรด์ (ZnCl_2) 1.3628 g นำไปละลายด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำใส่ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายซิงค์คลอไรด์ 0.1 โมลาร์

3.2.9 การเตรียมสารละลายคอปเปอร์ (II) คลอไรด์ 0.1 โมลาร์

ชั่งคอปเปอร์ (II) คลอไรด์ ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 1.7048 g นำไปละลายด้วยน้ำกลั่น จากนั้นนำใส่ขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายคอปเปอร์ (II) คลอไรด์ 0.1 โมลาร์

3.2.10 การเตรียมสารละลายซิงค์คลอไรด์และคอปเปอร์ (II) คลอไรด์ ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์

ปิเปตต์สารละลายซิงค์คลอไรด์ 0.1 โมลาร์ มา 225 ไมโครลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยสารละลายกรดไนตริก 0.01 โมลาร์ จะได้สารละลายซิงค์คลอไรด์ ที่มีความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์ จากนั้นทำซ้ำโดยเปลี่ยนเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารละลายคอปเปอร์ (II) คลอไรด์ 0.1 โมลาร์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.11 การเตรียมสารละลายกรดอะซิติก 0.1 โมลาร์

ปิเปตต์สารละลายกรดอะซิติกเข้มข้นมา 2.86 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 500.00 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายกรดอะซิติก 0.1 โมลาร์

3.2.12 การเตรียมสารละลายโซเดียมอะซิเตท 0.1 โมลาร์

ชั่งโซเดียมอะซิเตทมา 6.8054 กรัม ละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรจนมีปริมาตรเป็น 500.00 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายโซเดียมอะซิเตท 0.1 โมลาร์

3.2.13 การเตรียมสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 0.1 โมลาร์ (พีเอช 4)

ปิเปตต์สารละลายโซเดียมอะซิเตทเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 9 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตต์สารละลายกรดอะซิติกเข้มข้น 0.1 โมลาร์ ปริมาตร 41 มิลลิลิตร ลงในขวดวัดปริมาตร 100 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น จะได้สารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 0.1 โมลาร์

3.3 วิธีการทดลอง

3.3.1 การสกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบอัญชันสีน้ำเงิน

1) ศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำละลาย

ชั่งผงอัญชันที่เตรียมไว้หนัก 0.200x กรัม แช่ในน้ำกลั่น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 10 15 20 25 และ 30 นาที ตามลำดับ จากนั้นกรองสารสกัดด้วยเครื่องกรองแบบลดความดัน นำสารละลายที่กรองได้ วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 400-800 นาโนเมตร บันทึกผล

2) ศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสม

ชั่งผงอัญชันที่เตรียมไว้หนัก 0.200x กรัม แช่ในตัวทำละลายต่างชนิดกัน ได้แก่ น้ำกลั่น เอทานอลเข้มข้นร้อยละ 50 และ 95 โดยปริมาตร มาปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นกรองสารสกัดด้วยเครื่องกรองแบบลดความดัน นำสารละลายที่กรองได้ วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 400-800 นาโนเมตร บันทึกผล

3) ศึกษาความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชัน

ชั่งผงอัญชันที่เตรียมไว้หนัก 0.200x กรัม เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นกรองสารสกัดด้วยเครื่องกรองแบบลดความดัน วัดค่าพีเอชของสารสกัดจากนั้นนำไป วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร ทำซ้ำตามขั้นตอนดังกล่าวโดยการเตรียมสารสกัดใหม่จากผงอัญชันและสารสกัดที่เตรียมจากผงอัญชันแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงทุกๆ 4 วัน จนครบ 1 เดือน (30 วัน)

3.3.2 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เทคนิคสเปกโทรโฟโตเมตรีเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก) ตรวจวัดด้วยแอนโทไซยานินจากผงอัญชัน

ปิเปตต์สารละลายไอออนเหล็ก (III) ที่เตรียมจาก (ข้อ 3.2.7) มา 3 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร แล้วเติมสารสกัดแอนโทไซยานิน ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยบัฟเฟอร์อะซิเตท จากนั้นตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร บันทึกผลการวิเคราะห์

(ข) ตรวจวัดด้วยแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วง

ปิเปตต์สารละลายไอออนเหล็ก (III) ที่เตรียมจาก (ข้อ 3.2.7) มา 3 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิลิตร แล้วเติมสารสกัดแอนโทไซยานิน ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยบัฟเฟอร์อะซิเตท จากนั้นตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร บันทึกผลการวิเคราะห์

2) เทคนิคการตรวจวัดด้วยตาเปล่า

ทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 (ก) และ (ข) แล้วตรวจวัดด้วยตาเปล่า

3.3.3 ศึกษาความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน

ทำการทดลองเช่นเดียวกันกับข้อ 1 (ก) โดยปรับเปลี่ยนชนิดไอออนโลหะจากไอออนเหล็ก (III) เป็นไอออนโลหะดังต่อไปนี้ สังกะสี (II) และทองแดง (II) ที่เตรียมจาก (ข้อ 3.2.10) ที่ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์ แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400-800 นาโนเมตร ด้วยเครื่องยูวี-วิสิเบิล สเปกโทรโฟโตมิเตอร์

บทที่ 4

ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

การตรวจวัดเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติ (ดอกอัญชันสีน้ำเงิน) มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้ ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผงกลีบดอกอัญชันสีน้ำเงิน ศึกษาความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินและโลหะไอออนชนิดต่างๆ ศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก (III) และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยตาเปล่า และการวิเคราะห์เหล็ก (III) ในน้ำตัวอย่าง ผลการทดลองเป็นดังนี้

4.1 ผลการศึกษาวิเคราะห์การสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสีน้ำเงิน

4.1.1 ผลการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำละลาย

ผลการศึกษาเวลาทำละลายที่เหมาะสม โดยการใช้เวลาในการเขย่าเพื่อสกัดแอนโทไซยานินที่แตกต่างกัน คือ 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที แล้วทำการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดที่ได้ โดยใช้เครื่องยูวี-วิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ 400-800 นาโนเมตร พบว่า ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงิน คือ 620 นาโนเมตร โดยค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร ที่เวลา 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที แสดงดังตารางที่ 4.1 พบว่าค่าการดูดกลืนแสงในระยะเวลาที่แตกต่างกัน มีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ One-way ANOVA พบว่าระยะเวลาไม่มีผลต่อการทำละลาย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ดูรายละเอียดในตาราง ข-1.1-1.3 ภาคผนวก ข) จึงเลือกให้ระยะเวลาที่เหมาะสมคือ 15 นาที ในการทำการทดลองต่อไป

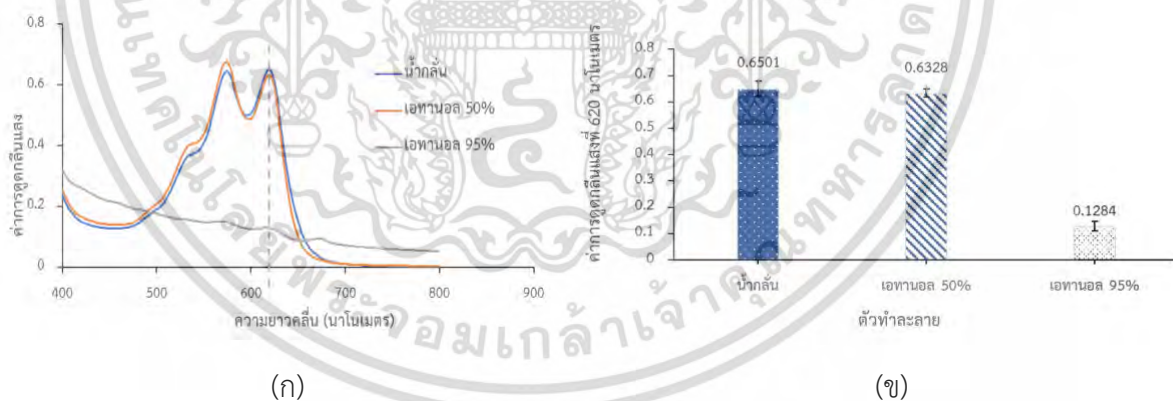
ตารางที่ 4.1 ระยะเวลาที่ใช้ในการทำละลาย ที่ค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร

ระยะเวลา	ค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตร
10	0.5500
15	0.5700
20	0.5648
25	0.6186
30	0.5962

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสม

ผลการศึกษาจากตัวทำละลายต่างชนิดกัน 3 ชนิด ได้แก่ น้ำกลั่น เอทานอลร้อยละ 50 และ เอทานอลร้อยละ 95 ที่ใช้ในการสกัดแอนโทไซยานินจากผงดอกอัญชัน พบว่า น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดแอนโทไซยานินจากผงอัญชันได้ดีที่สุด เนื่องจากมีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร สูงสุด คือ 0.6501 เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตรของตัวทำละลายชนิดอื่นๆ โดยสังเกตได้จากสเปกตรัมของสารสกัดแอนโทไซยานินกับตัวทำละลายต่างๆ ดังรูปที่ 4.1 (ก) ทั้งนี้ เมื่อพิจารณาความเข้มข้นของเอทานอลที่ใช้เป็นตัวทำละลายจากความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงดอกอัญชันและตัวทำละลายต่างๆ รูปที่ 4.1 (ข) พบว่า เมื่อความเข้มข้นของเอทานอลเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพในการสกัดแอนโทไซยานินมีปริมาณลดลง จากรูปที่ 4.2 พบว่า เอทานอลร้อยละ 50 สามารถดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ได้ค่าสูงสุดที่ 0.6328 ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับน้ำกลั่น เนื่องจากในเอทานอลร้อยละ 50 มีส่วนผสมของน้ำเป็นตัวทำละลายในปริมาณมาก เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ One-way ANOVA พบว่าประสิทธิภาพของตัวทำละลายมีผลต่อการสกัดแอนโทไซยานิน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ดูรายละเอียดในตารางที่ ข-1.1-1.3 ภาคผนวก ข) อย่างไรก็ตาม น้ำกลั่น และเอทานอลร้อยละ 50 มีความแตกต่างอย่างไม่มีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเกศินี (2562) ที่พบว่า น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสม จึงเลือกให้ตัวทำละลายที่เหมาะสมคือ น้ำกลั่น ในการทำการทดลองต่อไป

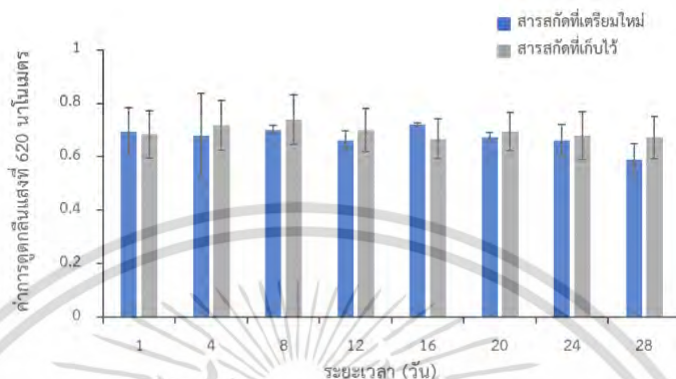


รูปที่ 4.1 (ก) สเปกตรัมของตัวทำละลายชนิดต่างๆ และ (ข) ความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงดอกอัญชันและตัวทำละลายต่างๆ

4.1.3 ผลการศึกษาความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานิน

ผลการศึกษาความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานิน โดยการแยกการศึกษาออกเป็น 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 เตรียมสารสกัดผงอัญชันใหม่ทุกครั้งและกรณีที่ 2 เตรียมสารสกัดแล้วนำไปแช่เอกสารนี้ดูเย็นไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และเมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงทั้งสองกรณีมาพล็อตกราฟว่าไม่มีความสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ตรวจวัด (รูปที่ 4.2) เมื่อนำไปวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้ Paired T-Test

พบว่าค่าการดูดกลืนแสงทั้ง 2 กรณี ไม่มีความแตกต่างกันอย่างนัยสำคัญ ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ดูรายละเอียดในตารางที่ ข-3.1-3.3 ภาคผนวก ข) จึงเลือกใช้สารสกัดที่เตรียมใหม่ในการทำการทดลองต่อไป เนื่องจากสารสกัดที่เก็บไว้ เมื่อเก็บไว้นานกว่า 20 วัน สารสกัดมีกลิ่นเหม็น และมีตะกอน



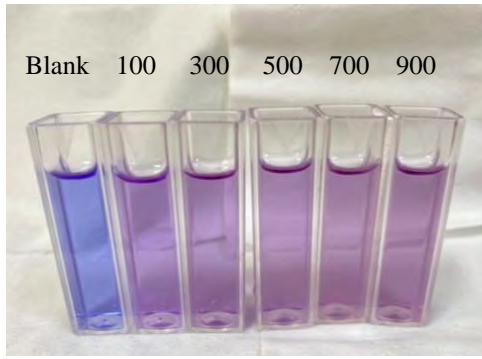
รูปที่ 4.2 กราฟเปรียบเทียบการศึกษาค่าความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงอัญชันระหว่างการสกัดใหม่ทุกครั้งกับการสกัดแล้วเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

4.2 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานิน

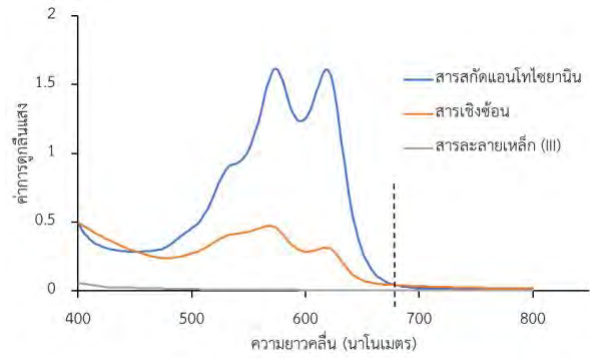
4.2.1 ผลวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสีน้ำเงิน

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน พบว่า สารเชิงซ้อนสามารถวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก (III) ไอออนได้ เกิดการเปลี่ยนสีเมื่อเทียบกับแบล็ค ดังรูปที่ 4.3 (ก) และจากรูปที่ 4.3 (ข) เมื่อสังเกตจากสเปกตรัมของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร ไม่พบค่าการดูดกลืนแสงของเหล็ก (III) ไอออน และพบจุดที่สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนหักกลับกับสเปกตรัมของสารแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร และเมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร มาพลอตกราฟมาตรฐาน ได้ค่ากราฟเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้นที่ 100-900 ไมโครโมลาร์ มีสมการเส้นตรงเท่ากับ $y = 3E-05x + 0.0121$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.9941 ดังภาพที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

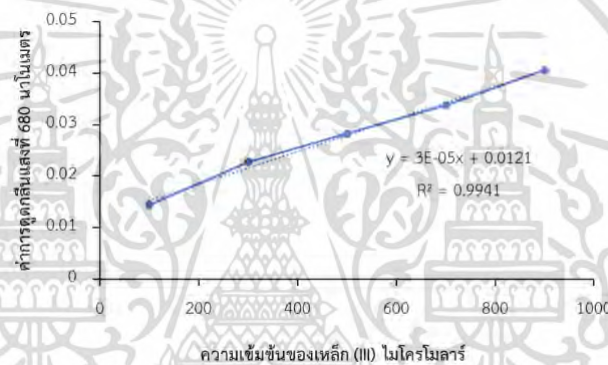


(ก)



(ข)

รูปที่ 4.3 (ก) ภาพถ่ายของสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับเหล็ก และ (ข) สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก (III) และสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน

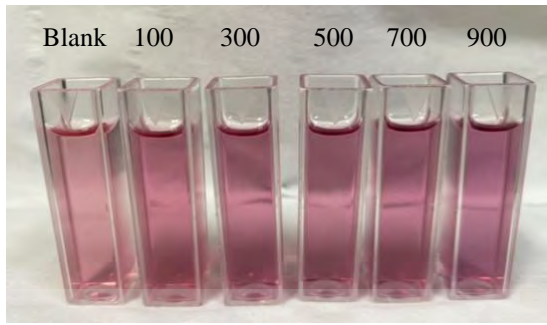


รูปที่ 4.4 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ค่าการดูดกลืนแสงของเหล็ก (III) ที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร

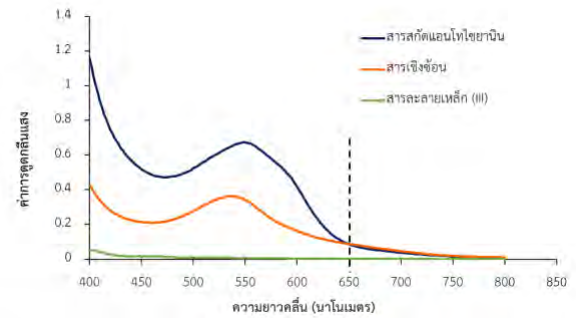
4.2.2 ผลวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วง

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วง พบว่า สารเชิงซ้อนสามารถวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก (III) ไอออนได้ เกิดการเปลี่ยนสีเมื่อเทียบกับแบลนด์ ดังรูปที่ 4.5 (ก) และจากรูปที่ 4.5 (ข) เมื่อสังเกตจากสเปกตรัมของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วง มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 548 นาโนเมตร ไม่พบค่าการดูดกลืนแสงของเหล็ก (III) ไอออน และพบจุดที่สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนหักกลับกับสเปกตรัมของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร และเมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร มาพลอตกราฟมาตรฐาน ได้ค่ากราฟเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้นที่ 100-900 ไมโครโมลาร์ มีสมการเส้นตรงเท่ากับ $y = 5E-05x + 0.0398$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r^2) เท่ากับ 0.9905 ดังภาพที่ 4.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการวิจัยเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

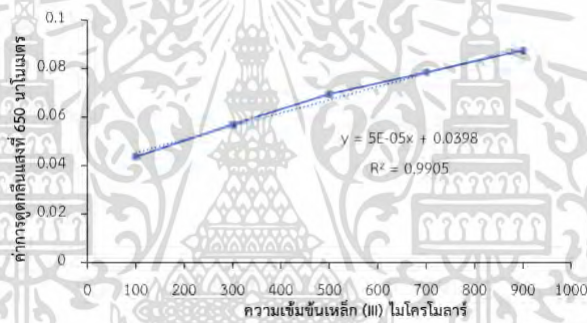


(ก)



(ข)

รูปที่ 4.5 (ก) ภาพถ่ายของสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับเหล็ก และ (ข) สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก (III) และสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน



รูปที่ 4.6 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ค่าการดูดกลืนแสงของเหล็ก (III) ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร

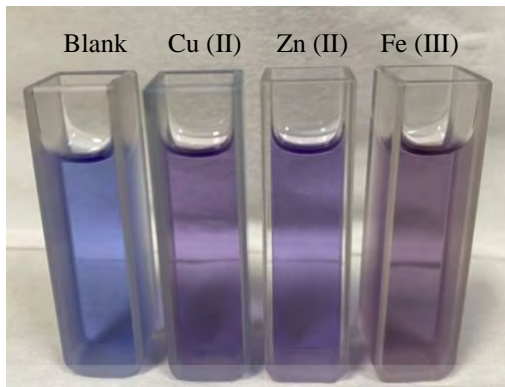
4.3 ผลการศึกษาวิเคราะห์ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนเปรียบเทียบกับผงดอกอัญชันสีน้ำเงินกับผงกะหล่ำปลีม่วง

4.3.1 ผลการศึกษาความจำเพาะเจาะจงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันกับไอออนโลหะต่างๆ

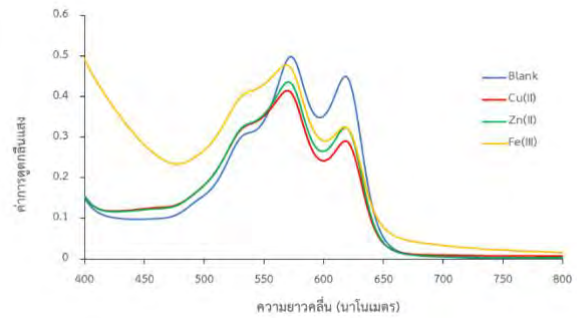
ผลการศึกษาความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินกับไอออนโลหะต่างๆ พบว่า สารเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินและเหล็ก (III) และโลหะไอออนชนิดต่างๆ ที่พีเอช 4 เกิดการเปลี่ยนสีเมื่อเทียบกับแบลนด์ แต่สีเกิดการเปลี่ยนแปลงทุกสารละลายไอออนโลหะ ไม่แสดงสีที่สามารถบอกได้ถึงความจำเพาะเจาะจงที่เกิดสารเชิงซ้อนได้อย่างชัดเจน ดังรูปที่ 4.7 (ก) ซึ่งไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของเกศินี (2562) จึงได้ทำการศึกษาเพิ่มเติมโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า การทำการเปรียบเทียบกับกะหล่ำปลีม่วงตามงานวิจัยของเกศินี (2562)

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

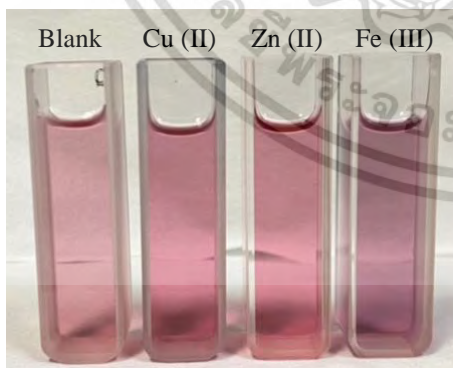


(ข)

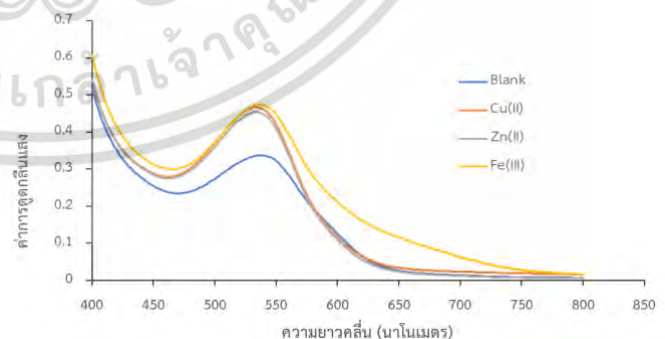
รูปที่ 4.7 (ก) ภาพถ่ายสีของสารเชิงซ้อน และ (ข) สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชันกับสารละลายโลหะต่างๆ

4.3.2 ผลการศึกษาความจำเพาะเจาะจงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับไอออนโลหะต่างๆ

ผลการศึกษาความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินกับไอออนโลหะต่างๆ พบว่า สารเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับเหล็ก (III) ที่มีพีเอช 4 เกิดการเปลี่ยนสี ในขณะที่สีของสารละลายไอออนโลหะชนิดอื่นไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับสารละลายแบลนด์ (รูปที่ 4.8 (ก)) เมื่อสังเกตสเปกตรัมของค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร มีค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นตามลำดับความเข้มข้นของเหล็ก (III) ดังรูปที่ 4.8 (ข) ทราบว่า สารสกัดแอนโทไซยานินมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเหล็ก (III) ที่มีพีเอช 4 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ เกศินี (2562)



(ก)

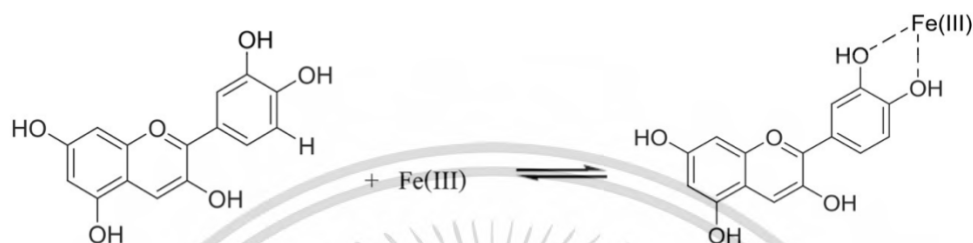


(ข)

รูปที่ 4.8 (ก) ภาพถ่ายสีของสารเชิงซ้อน และ (ข) สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับสารละลายโลหะต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่วางแปลนไว้เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปลี่ยนแปลงสีของสารเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นระหว่างเหล็ก (III) และสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงสามารถเขียนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น ดังสมการรูปที่ 4.9 และรูปที่ 4.8 (ข) แสดงสเปกตรัมของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วง มีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 548 นาโนเมตร และไม่พบค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายเหล็ก (III) ในขณะที่สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่หักกลับกับสเปกตรัมของแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงให้ค่าการดูดแสงคลื่นที่ 650 นาโนเมตร



รูปที่ 4.9 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับสารละลายเหล็ก (III)
(เกศินี, 2562)



สารสกัดแอนโทไซยานิน

สารละลายเหล็ก (III)

สารเชิงซ้อน

รูปที่ 4.10 สีของสารละลายในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการตรวจวัดเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติจากดอกอัญชัน ได้ผลดังนี้

การเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติจากดอกอัญชัน พบว่ามีผลการวิเคราะห์ที่ไม่ชัดเจน สารสกัดจากดอกอัญชันสามารถเกิดสารเชิงซ้อนกับสารละลายเหล็ก (III) ไอออนได้ แต่ไม่สามารถระบุความจำเพาะเจาะจงกับสารละลายเหล็กเพียงชนิดเดียวได้

การเปรียบเทียบกับสารสกัดจากกะหล่ำปลีม่วง พบว่า สารสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงซึ่งเป็นแอนโทไซยานินที่ต่างชนิดกัน สามารถเกิดสารเชิงซ้อนกับสารละลายเหล็กได้ และสามารถตรวจวัดเหล็ก (III) ไอออนได้ โดยมีความจำเพาะเจาะจงกับสารละลายเหล็ก (III) ไอออนเพียงอย่างเดียวเมื่อเทียบกับที่เปลี่ยนแปลงกับสารละลายของสังกะสี และทองแดง

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยต่อยอดควรใช้สารสกัดธรรมชาติอื่นที่มีแอนโทไซยานินมาทดลองตรวจวัดเหล็ก (III) ไอออน หรือทำการเปลี่ยนโลหะที่จะตรวจวัด โดยใช้สารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันในการตรวจวัดเช่นเดิม
2. งานวิจัยควรให้มีการวัดสีด้วยเครื่องวัดสี colorimeter เพื่อจำแนกความแตกต่างของสีที่เกิดให้ชัดเจนยิ่งขึ้น
3. ควรนำน้ำเสียจริงที่ปนเปื้อนโลหะหนักจากชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

เกศินี เสาวงามจันทร์. 2562. การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก (III) ไอออน ด้วยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดธรรมชาติ โดยการใช้สมาร์ทโฟน. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเคมีศึกษา. มหาวิทยาลัยบูรพา

เฉลิมพร ทองพูน และปิยะวัฒน์ ไกรสร. 2558. การใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส. Rajabhat journal of Sciences, Humanities & Social sciences. 16(2): 156-166

ธีรนาถ สุวรรณเรือง. 2563. โลหะหนักปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพ. วารสารวิจัยและพัฒนาระบบสุขภาพ. 1: 76-82

ฉัญพรรณ ฮ่อบรรทัด, ภัทรนันท์ ทวดอาจ และศรีธัญญา มณีทอง. (ม.ป.ป.). แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) : สีม่วง. สาขาวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์

นันทิยา วงศ์แสงตา, ศรีสมพร ปรีเปรม, นาฏศจี นวลแก้ว และอรุณศรี ปรีเปรม. (ม.ป.ป.). การสกัดแยกแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชันสีน้ำเงิน. คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ปิยะวัฒน์ ไกรสร. (ม.ป.ป.). การประยุกต์ใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเพื่อใช้เป็นอินดิเคเตอร์กรด-เบส และการวิเคราะห์ปริมาณกรดอะซิติกในน้ำส้มสายชู โดยใช้เทคนิคโพลีอินเจกชันอะนาลิซิส. [Online]. เข้าถึงได้จาก http://research.psu.ac.th/files/res_che2553/resche_files/613_chapter2.pdf

ปัญญา มณีจักร. 2558. การวิเคราะห์โครเมียม (III) ไอออนโดยการสร้างสารเชิงซ้อนด้วยเทคนิคยูวี-วิสิเบิล สเปกโฟโตเมทรี. สมาคมสถาบันอุดมศึกษาเอกชนแห่งประเทศไทยในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. 4(2): 26-32

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์. 2557. โครงสร้างของสารแอนโทไซยานินชนิดสีแดงและสีม่วง-น้ำเงิน. [Online]. เข้าถึงได้จาก <http://www.foodnetworksolution.com>

ยุพาพร ผลาจรศักดิ์. 2547. การสกัดและความคงตัวของแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากเปลือกมังคุด. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยศิลปากร

รวีวรรณ วัฒนายน, ชูรายา สะตาปอ บิสมิ ยามา, สาธิตา สมานหมาน และปิยาภรณ์ วังศิริกุล. 2560. การตรวจวัดไอออนเหล็กโดยใช้แอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์. 9(2): 97-103

เรือนเงิน สีนุ. 2554. การสกัดและคุณภาพวิเคราะห์ของแอนโทไซยานินสีในลูกหว้า. คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน

วรางคณา เขาคี. 2557. การพัฒนาตัวดูดซับคัดแปลงด้วยสารสกัดจากพืชสำหรับตรวจวัดไอออนโลหะ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า หนักด้วยตาเปล่า. ดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเคมี. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วรางคณา เขาคี, รติกร วงศ์กิติ และสุพัตรา มาแดง. 2560. การตรวจวัดไอออนตะกั่วในน้ำตัวอย่างด้วยตาเปล่า โดยใช้รีเอเจนต์สกัดจากเปลือกแก้วมังกรขาว. วารสารวิทยาศาสตร์ มข. 45(4): 886-895
- วิชชุดา ไชยะโชค และสุธา ขาวเขียว. 2552. การบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนโลหะหนักโดยใช้กากของเหลวจี๋ว. วิศวกรรมมหาบัณฑิต. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- สุดเขต ไชโย. 2555. การพัฒนาวิธีวิเคราะห์ทองแดงและปรอทปริมาณน้อยโดยสทริปปิงโวลแทมเมตรี. ปริญญาพนธ์ สาขาเคมี. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
- สุภาพร พักเงิน และศิริประภา มีรอด. 2560. การสกัดแยกหาปริมาณแอนโทไซยานินจากลูกมะม่วงหาว มะนาวโห่. รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4. สถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร
- สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553. ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้แอนโทไซยานิน. [Online] เข้าถึงได้จาก siweb1.dss.go.th/repack/fulltext/IR21.pdf
- อรุษา เขาวนลิขิต. 2554. การสกัดและวิธีการวิเคราะห์แอนโทไซยานิน. วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี). 3(6): 26-36
- Algar, W.R., Jong, C.A.G.D., Maxwell, E.J., & Atkins, C.G. 2016. Demonstration of the spectrophotometric complementary color wheel using LEDs and indicator dyes. *Journal Chemical Education*. 93: 162-165
- Barnes, J.S., Nguyen, H.P., Shen, S., & Schug, K.A. 2009. General method for extraction of blueberry anthocyanins and identification using high performance liquid chromatography-electrospray ionization-ion trap-time of flight-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 1216: 4728-4735
- Ferreira, M.L.F., Rius, S.P., & Casati, P. 2012. Flavonoids: Biosynthesis biological functions and biotechnological applications. *Frontiers in Plant Science*. 3(222): 1-15
- Ion, T., Violeta, N., & Mira, I. 2011. Determination of Tin in Canned Foods by Inductively Coupled plasma Mass Spectrometry. *Polish Journal of Environmental Studies*. 21: 741-754
- Kohei Kazuma, Naonobu Noda, Masahiko Suzuki. 2003. Flavonoid composition related to petal color in different lines of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry*. 64: 1133-1139
- เอกสารนี้ Khaodee, W., Aeungmaitrepirom, W., and Tuntulani, T. 2014. Effectively simultaneous naked-eye detection of Cu(II), Pb(II), Al(III) and Fe(III) using cyaniding extracted

- from red cabbage as chelating agent. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 98-104.
- Qian, B.J., Wu, C.F., Lu, M.M., Xu, W., & Jing, P. 2017. Effect of complexes of cyanidin-3-diglucoside-5-glucoside with rutin and metal ions on their antioxidant activities. *Food Chemistry*. 232: 545-551
- Schreiber, H.D., Swink, A.M., & Godsey, T.D. 2010. The chemical mechanism for Al^{3+} complexing with delphinidin: A model for the bluing of hydrangea sepals. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 104: 732-739
- Terahara, N., Saito, N., Honda, T., Toki, K., Osajima, Y. 1990. Structure of ternatin A1, the largest ternatin in the major blue anthocyanins from *Clitoria ternatea* flowers. *Tetrahedron Lett*. 31: 2921-2924.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

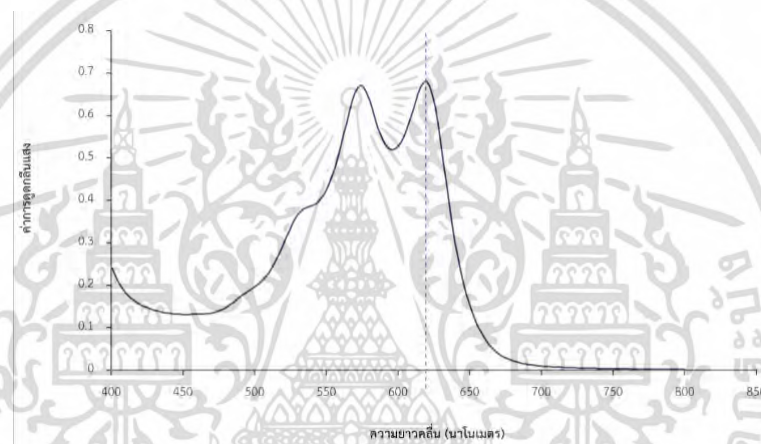
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ผลการศึกษา

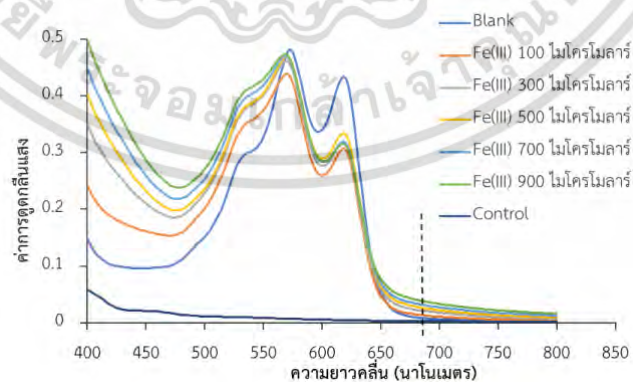
ภาคผนวก ก-1 การวิเคราะห์สารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงิน เพื่อหาค่าการดูดกลืนแสงที่สูงที่สุด (λ_{\max})

จากงานวิจัยนี้ได้ศึกษาการเกิดสารเชิงซ้อนจากสารสกัดแอนโทไซยานินในดอกอัญชันสีน้ำเงิน ทำการตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดก่อนทำการทดลองทุกครั้ง โดยค่าการดูดกลืนแสงจะเกิดที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตร มีค่าการดูดกลืนแสง 0.68002 ดังรูป ก-1



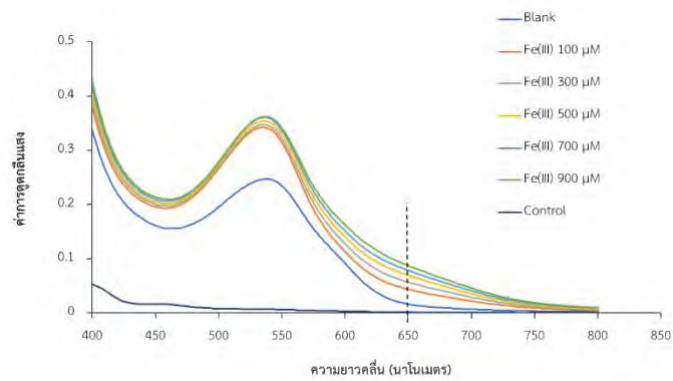
รูป ก-1 กราฟแสดงสเปกตรัมค่าการดูดกลืนแสงที่สูงที่สุดของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน

ภาคผนวก ก-2 ผลการทดลองที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ ก-2 สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน และเหล็ก (III) ไอออนที่ความเข้มข้นต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-3 สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก (II) ไอออนที่ความเข้มข้นต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

การคำนวณทางสถิติโดยโปรแกรม Minitab

ภาคผนวก ข-1 ผลของระยะเวลาที่เหมาะสมในการสกัดอัญชัน

สมมติฐานการทดลอง

H_0 : ระยะเวลาไม่มีอิทธิพลต่อการสกัดของสารสกัดอัญชันอย่างมีนัยสำคัญ

H_1 : ระยะเวลามีอิทธิพลต่อการสกัดของสารสกัดอัญชันอย่างมีนัยสำคัญ

ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05)

p-Value 0.276

เนื่องจากค่า p-Value มีค่ามากกว่า ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นยอมรับ H_0 คือ ระยะเวลาไม่มีอิทธิพลต่อการสกัดของสารสกัดอัญชันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ ข-1.1 ANOVA (One-way) ที่คำนวณได้จากโปรแกรม Minitab

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ระยะเวลา	4	0.008949	0.002237	1.49	0.276
Error	10	0.014978	0.001498		
Total	14	0.023927			

ตารางที่ ข-1.2 ผลวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการสกัดอัญชันโดยใช้ระยะเวลาที่ 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลา	N	Mean	StDev	95% CI
10	3	0.5500	0.0570	(0.5002, 0.5997)
15	3	0.5700	0.0200	(0.5202, 0.6198)
20	3	0.56484	0.00256	(0.51506, 0.61463)
25	3	0.6186	0.0602	(0.5688, 0.6684)
30	3	0.59615	0.01459	(0.54636, 0.64593)

จากการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของอิทธิพลของระยะเวลาต่อการสกัดอัญชันอย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้การทดสอบค่าเฉลี่ยโดย Turkey Pairwise Comparisons ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-1.3 ค่าเฉลี่ยที่ต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการสกัดอัญชันโดยใช้ระยะเวลาที่ 10, 15, 20, 25 และ 30 นาที

ระยะเวลา	N	Mean	Grouping
25	3	0.6186	A
30	3	0.59615	A
15	3	0.5700	A
20	3	0.56484	A
10	3	0.5500	A

ภาคผนวก ข-2 ผลของตัวทำละลายที่เหมาะสม

สมมติฐานการทดลอง

H_0 : ตัวทำละลายไม่มีอิทธิพลต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัดอัญชันอย่างมีนัยสำคัญ

H_1 : ตัวทำละลายมีอิทธิพลต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัดอัญชันอย่างมีนัยสำคัญ

ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05)

p-Value 0.000

เนื่องจากค่า p-Value มีค่าน้อยกว่า ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นปฏิเสธ H_0 คือ ตัวทำละลายมีอิทธิพลต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัดอัญชันอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ ข-2.1 ANOVA (One-way) ที่คำนวณได้จากโปรแกรม Minitab

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ตัวทำละลาย	2	0.526972	0.263486	584.12	0.000
Error	6	0.002706	0.000451		
Total	8	0.529678			

ตารางที่ ข-2.2 ผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยการดูดกลืนแสงของสารสกัดอัญชันโดยใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน คือ น้ำกลั่น, เอทานอลร้อยละ 50 และเอทานอลร้อยละ 95 ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตัวทำละลาย	N	Mean	StDev	95% CI
น้ำกลั่น	3	0.6501	0.0286	(0.6201, 0.6801)
เอทานอลร้อยละ 50	3	0.63281	0.01527	(0.60280, 0.66281)
เอทานอลร้อยละ 95	3	0.12838	0.01731	(0.09837, 0.15838)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลงนามในชื่อการปฏิบัติงานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น มิใช่เอกสารที่ให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของอิทธิพลของตัวทำละลายต่อการดูดกลืนแสงของสารสกัดอัญชันอย่างมีนัยสำคัญ โดยใช้การทดสอบค่าเฉลี่ยโดย Turkey Pairwise Comparisons ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ ข-2.3 ค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในการดูดกลืนแสงของสารสกัดอัญชันโดยใช้ตัวทำละลายต่างชนิดกัน คือ น้ำกลั่น, เอทานอลร้อยละ 50 และเอทานอลร้อยละ 95

ตัวทำละลาย	N	Mean	Grouping
น้ำกลั่น	3	0.6501	A
เอทานอลร้อยละ 50	3	0.63281	A
เอทานอลร้อยละ 95	3	0.12838	B

ภาคผนวก ข-3 ผลการศึกษาความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน

สมมติฐานการทดลอง

H_0 : สารสกัดที่เตรียมใหม่ไม่มีความแตกต่างกับสารสกัดที่เก็บไว้อย่างมีนัยสำคัญ

H_1 : สารสกัดที่เตรียมใหม่มีความแตกต่างกับสารสกัดที่เก็บไว้อย่างมีนัยสำคัญ

ที่ความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ (ระดับนัยสำคัญ เท่ากับ 0.05)

p-Value 0.189

เนื่องจากค่า p-Value มีค่ามากกว่า ระดับนัยสำคัญ 0.05 ดังนั้นยอมรับ H_0 คือ สารสกัดใหม่ไม่มีความแตกต่างกับสารสกัดที่เก็บไว้อย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ ข-3.1 ผลของค่าทางสถิติของสารสกัดที่เตรียมใหม่และสารสกัดที่เก็บไว้

Sample	N	Mean	StDev	SE Mean
New	8	0.6730	0.0397	0.0140
Old	8	0.6940	0.0243	0.0086

ตารางที่ ข-3.2 ผลของการเปรียบเทียบความแตกต่างของสารสกัดที่เตรียมใหม่และสารสกัดที่เก็บไว้ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

Mean	StDev	SE Mean	95% Lower Bound for μ difference
-0.0210	0.0408	0.0144	-0.0483

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข-3.3 Pair T-Test ที่คำนวณได้จากโปรแกรม Minitab

T-Value	P-Value
-1.46	0.189



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



งานทะเบียนคณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

คำรับรองเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา

วันที่ 11 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2566

ข้าพเจ้า	นางสาว	กนกพร	พูลเพิ่ม	รหัสประจำตัว 62050365
	นางสาว	ปุลพร	จิตรเย็น	รหัสประจำตัว 62050416

นักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม ภาควิชา เคมี ขอรับรองว่าโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา เรื่อง

ชื่อภาษาไทย การตรวจวัดเหล็ก (III) ไอออน โดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติ (ดอกอัญชันสีน้ำเงิน)

ชื่อภาษาอังกฤษ Determination of Iron (III) ion by complexation with natural extract from Butterfly pea flower

ปีการศึกษา 2565

เป็นผลงานวิจัยที่มีได้คัดลอกหรือละเมิดลิขสิทธิ์ของผู้อื่นและได้ผ่านการตรวจสอบความซ้ำซ้อนเรียบร้อยแล้ว และได้แนบเอกสารการตรวจสอบการลอกเลียนงานวรรณกรรมที่ตรวจสอบจากเล่มโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์แล้ว

โปรแกรมอักขรวิสุทธิ์ 26.78 %

ลงชื่อ.....กนกพร พูลเพิ่ม.....

(นางสาวกนกพร พูลเพิ่ม)

นักศึกษา

ลงชื่อ.....ปุลพร จิตรเย็น.....

(นางสาวปุลพร จิตรเย็น)

นักศึกษา

ข้าพเจ้า ดร.กลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษา ได้ตรวจสอบโครงการพิเศษ/ปัญหาพิเศษ/สหกิจศึกษาของนักศึกษาข้างต้น แล้ว ขอรับรองว่าเป็นผลงานวิจัยของนักศึกษาจริงและมีเนื้อหาสมบูรณ์ จึงลงชื่อไว้เป็นหลักฐาน

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลงชื่อ.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

Plagiarism Checking Report

Created on Jun 9, 2023 at 14:03 PM

Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
3210258	Jun 9, 2023 at 14:03 PM	62050365@kmitl.ac.th	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	โครงการพิเศษชั้นสถาบัน.pdf		

Match Overview

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE
1	การพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก(III) โดยใช้สารสกัดแอนโทไซยานินจากธรรมชาติตรวจวัดด้วยสมาร์ตโฟน	เสาวงจันทร์, เกศินี	วารสารวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี
2	http://www.graduate.dusit.ac.th/journal/index.php/sdujournal/article/download/98/81/	graduate.dusit.ac.th	graduate.dusit.ac.th
3	การใช้สารสกัดจากดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรด-เบส	ทองพูน, เฉลิมพร	Life Sciences and Environment Journal
4	การสกัดและวิเคราะห์โครงสร้างแอนโทไซยานิน (EXTRACTION AND ANALYSIS OF ANTHOCYANIN)	เขาวานลิขิต, อรอุษา	วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)
5	ผลของกระบวนการสกัดและการให้ความร้อนต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในการผลิตแอนโทไซยานินชนิดผงจากข้าวเหนียวดำ, Effect of Extraction on Polish Powder from Black Glutinous Rice in Instant Beverage	พนอจิต นิตินันท์, กรรณิการ์ ห้วยแสน, หนูเดือน สารสมบัติ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
6	การตรวจวัดไอออนเหล็กโดยใช้อันโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง	วิฑฒนายน, รวีวรรณ	วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
7	อัญชัน	วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี	Wikipedia
8	Heavy metal Contaminated in Environments and Health Effects	สุวรรณเรือง, ชีรนาถ	วารสารวิจัยและพัฒนาสุขภาพ
9	การผลิตไมโครแคปซูลแอนโทไซยานินจากรำข้าวเหนียวดำโดยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอยและแชเยือกแข็ง	ณัฐพงศ์ กันทา	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
10	Pigment Extraction from Plant Leaves for Plant Physiology Studies	ธรรมนิติเวทย์, ศุภชาติ	วารสารเกษตรนเรศวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Match Details

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

เกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติจากดอกอัญชันสีน้ำเงินโดยเตรียมสารสกัดอัญชันจากผงอัญชันที่เตรียมได้จากนั้นนำสารสกัดอัญชันไปวิเคราะห์ด้วยวิธีโครมาโทกราฟีด้วยเทคนิค HPLC ได้ออกริเคตรวเคราะห์ที่ค่าความจำเพาะเจาะจงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันเปรียบเทียบกับค่าความเสถียรและวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ได้ออกริเคตรวเคราะห์ที่ค่าความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากอัญชันและ

งสารบัญหน้าบทคัดย่อภาษาไทยบทคัดย่อภาษาอังกฤษชื่อกิตติกรรมประกาศสารบัญตารางสารบัญรูปถ่ายสัญลักษณ์เลขหน้า 1 บทนำ 1 11 ความเป็นมาและความสำคัญ 1 12 วัตถุประสงค์ 1 13 ขอบเขต 2 14 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2 บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3 21 ดอกอัญชัน 3 211 ลักษณะของดอกอัญชัน 3 22 แอนโทไซยานิน 4 221 ชนิดของแอนโทไซยานิน 5 222 ปัจจัยที่มีผลต่อ

ความเสถียรของแอนโทไซยานิน 6 223 แหล่งที่พบแอนโทไซยานิน 7 224 ประโยชน์และการประยุกต์ใช้ 8 225 คุณสมบัติทางเคมีของแอนโทไซยานิน 9 23 สารเชิงซ้อน 9 24 เครื่อง UVVisible Spectrophotometer 11 25 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 13 251 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสารสกัดแอนโทไซยานินธรรมชาติจากดอกอัญชัน 13 252 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างโลหะกับแอนโทไซยานิน 15 บท

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

เชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของไอออนดิโนรูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะดังสมการที่ 1 3 22 การศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร ทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาทีพบว่ปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนนั้นเกิดขึ้นได้รวดเร็ว Figure 6 a Photo and b Spectrum of the complexes occurring between metal ions 900 M and anthocyanin extract a b Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1380 และมีค่าการดูดกลืนแสงที่เปลี่ยนแปลงน้อยมากรูปที่ 7 การศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีความเสถียรอย่างน้อยภายในระยะเวลา 30 นาทีตั้งนั้้นการศึกษา

มสารบัญหน้ากิตติกรรมประกาศบทคัดย่อภาษาไทยบทคัดย่อภาษาอังกฤษชื่อกิตติกรรมประกาศสารบัญตารางสารบัญรูปถ่ายสัญลักษณ์เลขหน้า 1 บทนำ 1 11 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1 12 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2 13 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2 14 ขอบเขตการศึกษา 2 บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 4 21 แนวคิดและทฤษฎี 4 211 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับพฤติกรรมผู้บริโภค 4 212 แนวคิดการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้บริโภค 8 213 แนวคิดเกี่ยวกับส่วนประสมทางการตลาด 9 214 การวัดทัศนคติ likert scale 10 215 วิธีวิเคราะห์ค่าโคสแควร์ 11 22 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 13 221 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมผู้บริโภค 13 222 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกซื้อ 16 223 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับปัญหา 17 224 การศึกษาที่เกี่ยวข้องกับระเบียบวิธีวิจัย 21 31 ทฤษฎีการวิจัย 21 32 การเก็บรวบรวมข้อมูล 22 33 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา 23 34 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา 24 35 การวิเคราะห์ข้อมูล 25 บทที่ 4 ผลการศึกษา 28 41 ข้อมูลทั่วไปของผู้ซื้อดอกปทุมมา 28 42 พฤติกรรมการศึกษา 32 421 วัตถุประสงค์ในการซื้อดอกปทุมมา 32 422 ข้อกำหนดในการซื้อดอกปทุมมา 33 423 สถานที่ซื้อดอกปทุมมา 35 424

โทไซยานินที่ได้จากผงกะหล่ำปลีม่วงนั้นมีความเสถียรจนถึงระยะเวลา 25 วัน อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการเตรียมแล้วแช่ในตู้เย็นมากกว่า 25 วันพบว่าสารสกัดแอนโทไซยานินเริ่มมีสภาพที่เปลี่ยนไปคือมีตะกอนและสารละลายแยกชั้นโดยชั้นบนมีสีจางลงอีกทั้งสารสกัดดังกล่าวเริ่มมีกลิ่นเหม็นตั้งนั้นในการทดลองนี้จึงใช้วิธีการสกัดสารจากผงกะหล่ำปลีม่วงด้วยการเตรียมใหม่ทุกครั้ง a b ปีที่ 28 ฉบับที่ 8 สิงหาคม 2563 วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1379 32 ปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยวิธีสเปกโตรโฟโตเมทรี 321 ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัด

สกัดสารแอนโทไซยานินจากกลีบอัญชันสีน้ำเงิน 21 332 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ไอออนโดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานิน 21 333 ศึกษาความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน 22 บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล 23 41 ผลการศึกษาวิเคราะห์การสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสีน้ำเงิน 23 411 ผลการศึกษาเวลาที่เหมาะสมในการทำลายลาย 23 412 ผลการศึกษาตัว

ที่ได้จากการสกัดผงกะหล่ำปลีม่วงโดยการเตรียมใหม่ทุกครั้งเปรียบเทียบกับ การเตรียมแล้วแช่ในตู้เย็นพบว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารแอนโทไซยานินที่ ได้จากการเตรียมทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันมากดัง Figure 4 b ซึ่งแสดงให้เห็น ว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากผงกะหล่ำปลีม่วงนั้นมีความเสถียรจนถึง ระยะเวลา 25 วันอย่างไรก็ตามเมื่อเก็บสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการเตรียม แล้วแช่ในตู้เย็นมากกว่า 25 วันพบว่าสารสกัดแอนโทไซยานินเริ่มมีสภาพที่ เปลี่ยนไปคือมีตะกอนและสารละลายแยกชั้นโดยชั้นบนมีสีจางลงอีกทั้งสารสกัด ดังกล่าวเริ่มมีกลิ่นเหม็นดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้วิธีการสกัดสารจากผง กะหล่ำปลีม่วงด้วยการเตรียมใหม่ทุกครั้ง a b ปีที่ 28 ฉบับที่ 8 สิงหาคม 2563 วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1379 32 ปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อน ระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยยูริวีลิสเปคโทรโฟโตเมทรี 321 ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัด แอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำ สารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสาร

ดสารบัญชีต่อหน้า 42 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ไอออนโดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานิน 25 421 ผลวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ไอออนโดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสีน้ำเงิน 25 422 ผลวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ไอออนโดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วง 26 43 ผลการศึกษาวิเคราะห์ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน

ปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของไอออนดิ้นรูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะดังสมการที่ 1 3 22 การศึกษาชี้ให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาที

ขสารบัญชีตารางที่หน้า 21 ชนิดของแอนโทไซยานินและตำแหน่งของหมู่ไฮดรอกซิล 5 22 พีชที่มีสารแอนโทไซยานิน 7 23 พีชที่มีสารแอนโทไซยานินต่อ 8 24 การประยุกต์ใช้พีชที่มีแอนโทไซยานินในการตรวจจับโลหะ 8 25 การประยุกต์ใช้พีชที่มีแอนโทไซยานินในการตรวจวัดงานด้านต่างๆ 9 26 แลตสีของสารสกัดอัญชันในไข่

ของระบบการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง 56 ภาพที่ 2.30 ขั้นตอนของการผลิตไมโครแคปซูลโดยวิธีทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง 56 ภาพที่ 3.1 แผนผังแสดงการเตรียมแอนโทไซยานินและมอลโตเดกซ์ตริน 63 ภาพที่ 4.1 ปริมาณแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากกราช้าวเหนียวดาในสภาวะการสกัดที่มีการ 79 ผันแปรความเข้มข้นของตัวทาละลายเอทานอลและปริมาณกรดที่เติมภาพที่ 4.2 ปริมาณแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากกราช้าวเหนียวดาในสภาวะการสกัดที่มีการ 82 ผันแปรอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดโดยใช้อัตราส่วนของตัวถูกละลายต่อตัวทาละลาย 1 : 10 ภาพที่ 4.3 ปริมาณแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากกราช้าวเหนียวดาในสภาวะการสกัดที่มีการ 82 ผันแปรอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดโดยใช้อัตราส่วนของตัวถูกละลายต่อตัวทาละลาย 1 : 15 ภาพที่ 4.4 ปริมาณแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากกราช้าวเหนียวดาในสภาวะการสกัดที่มีการ 83 ผันแปรอุณหภูมิและระยะเวลาในการสกัดโดยใช้อัตราส่วนของตัวถูกละลายต่อตัวทาละลาย 1 : 20 ภาพที่ 4.5 สารสกัดแอนโทไซยานินเข้มข้น 5 นริกซ์ 84 ภาพที่ 4.6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำตาลทั้งหมดของมอลโตเดกซ์ตรินตามระยะเวลาของ 85 การย่อยสลายในแป้งข้าวเหนียวดาแลสารบัญชีภาพ(ต่อ)หน้าภาพที่ 4.7

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

ขสารบัญญัติหน้า 21 ลักษณะของดอกอัญชัน 3 22 โครงสร้างสารกลุ่มแอนโทไซยานินที่พบในพืช 4 23 โครงสร้างของแอนโทไซยานิน 5 24 ภาพจำลองแสดงเจดีย์ของแอนโทไซยานินที่มีแอนโทไซยานินที่แตกต่างกัน 6 25 สารเชิงซ้อนระหว่างโลหะและกรดเอทิลีนไดเอมีนเคตรอะซิดิก 10 26 โครงสร้างการเกิดสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับโลหะ 10

ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมบัติ 213 ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมบัติ 213 การคำนวณมูลค่าอิสระของโมโครแคปซูลแอนโทไซยานินตารางที่ 7 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติของแต่ละปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อสมบัติค่าสีของโมโครแคปซูลแอนโทไซยานินทสารบัญญัติหน้าภาพที่ 2.1 ส่วนประกอบของเม็ดสีขาว 7 ภาพที่ 2.2 ลักษณะของข้าวขาวขัดสีและข้าวสี 8 ภาพที่ 2.3 โครงสร้างโมเลกุลของแอนโทไซยานิน 10 ภาพที่ 2.4 โครงสร้างโมเลกุลของอะซิลเลตแอนโทไซยานิน 11 ภาพที่ 2.5 โครงสร้างโมเลกุลของแอนโทไซยานิน 11 ภาพที่ 2.6 ตำแหน่งของหมู่ฟังก์ชันภายในโครงสร้างโมเลกุลของแอนโทไซยานิน 12 ภาพที่ 2.7 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของแอนโทไซยานินเมื่อพีเอชเปลี่ยนแปลง 15 ภาพที่ 2.8 ลักษณะการดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานินจากผักกาดหัวที่พีเอชต่างกัน 15 ภาพที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแอนโทไซยานินซึ่งรวมรวมได้จาก 4 งานวิจัย 17 จำนวน 517 ตัวอย่างซึ่งวิเคราะห์โดยใช้พีเอชพีเฟอเรลเซลล์และวิธี HPLC ภาพที่ 2.10 การสลายตัวของแอนโทไซยานินอะซิลเลตแอนโทไซยานิน 18 ภาพที่ 2.11 การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของแอนโทไซยานิน

จากปฏิกิริยาระหว่างโลหะต่างๆและสารสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดง 17 41 กลเปกตรัมของตัวทำละลายชนิดต่างๆและความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงอัญชันและตัวทำละลายต่างๆ 24 42 กราฟเปรียบเทียบการศึกษาความสัมพันธ์ของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงอัญชันระหว่างการสกัดใหม่ทุกครั้งกับการสกัดแล้วเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 225 43 ภาพถ่าย

2020 1378 31 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงการศึกษาชนิดของตัวทำละลายและความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงพบว่าเป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารแอนโทไซยานินได้ดีที่สุดเนื่องจากให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดคือ 12268 ที่ความยาวคลื่น 545 นาโนเมตรซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงสูงสุด max เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากตัวทำละลายอื่นๆที่ 4a ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และ Chigu rupati และคณะ 22 ทั้งนี้เพราะแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากผงกะหล่ำปลีม่วงมีอยู่ในรูปของไซยานิดิน cyanidin และหากพิจารณาจากสูตรโครงสร้างของไซยานิดินรูปที่ 5 แล้วจะเห็นว่า เป็นโมเลกุลที่มีสภาพขั้วค่อนข้างสูงจึงสามารถละลายในน้ำได้ดี 22 ดังนั้นงานวิจัยจึงเลือกน้ำเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วง นอกจากนี้ค่าการดูดกลืนแสงที่สูงแล้วน้ำกลั่นยังเป็นรีเอเจนต์ที่มีความปลอดภัยและมีราคาที่ถูกด้วย Figure 4 a Plot of the solvent study that affected on the absorbance of anthocyanin extract and b Plot of the study of the effect of absorbance between fresh anthocyanin extraction daily prepared and keeping extract Figure 5 Molecular structure of cyanidin 22 เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัด

ของสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับเหล็กและขสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน 26 44 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ค่าการดูดกลืนแสงของเหล็ก III ที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร 26 45 ภาพถ่ายของสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับเหล็กและขสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานิน

ฉบับที่ 8 สิงหาคม 2563 วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1379 32 ปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยยูริลบีเลสเปกโตรโฟโตเมทรี 321 ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงจะอยู่ในรูปของไซยานิดินรูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะสังกะสีที่ 1 3 22 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้

จากดอกอัญชัน 27 46 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ค่าการดูดกลืนแสงของเหล็ก III ที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตร 27 47 ภาพถ่ายสีของสารเชิงซ้อนและขสเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชันกับสารละลายโลหะต่างๆ 28

จึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความสัมพันธ์ของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาทีพบว่าปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนนั้นเกิดขึ้นได้รวดเร็ว Figure 6 a Photo and b Spectrum of the complexes occurring between metal ions 900 M and anthocyanin extract a b Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1380 และมีค่าการดูดกลืนแสงที่เปลี่ยนแปลงน้อยมากรูปที่ 7 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีความเสถียรอย่างน้อยภายในระยะเวลา 30 นาทีดังนั้นการศึกษานี้จึงได้เลือกระยะเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการวิจัยและการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรตีพิมพ์หรือเผยแพร่ในที่สาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาต

เอกสารรูปต่อรูปที่หน้า 48 ภาพถ่ายสีของสารเชิงซ้อนและสเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับสารละลายโลหะต่างๆ 28 49 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับสารละลายเหล็ก III 29 410 สีของสารละลายในการทดลอง 29 ก 1 กราฟแสดงสเปกตรัมค่าการดูดกลืนแสงที่สูงที่สุดของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน

ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของไอออนอินทรีย์รูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะสังกะสีที่ 1 3 22 การศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรทุก 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาทีพบว่าปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนนั้นเกิดขึ้นได้รวดเร็ว Figure 6 a Photo and b Spectrum of the complexes occurring between metal

35 ก 2 สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันและเหล็ก III ไอออนที่ความเข้มข้นต่างๆ 35 ก 3 สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ไอออนที่ความเข้มข้นต่างๆ 36

วิลเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี 321 ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆ ความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วง

1 บทที่ 1 บทนำ 11 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาเหล็กเป็นโลหะหนักซึ่งโลหะหนักเป็นธาตุโลหะที่มีคุณสมบัติทางเคมีคือมีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 โลหะหนักต่างจากราตุทั่วไปคือสลายตัวช้าและมีความคงตัวสะสมในสิ่งแวดล้อมได้จึงพบการปนเปื้อนโลหะหนักในแหล่งน้ำดินตะกอนดินในพืชสะสมในห่วงโซ่อาหารสาเหตุนี้จึงทำให้มนุษย์มีโอกาสได้รับโลหะหนักปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายได้และความเป็นพิษของเหล็กเมื่อได้

exposure inhalation and skin contact Which may be contaminated with food water chemicals in the industry or other sources While the human body needs only a small amount of some heavy metals such as zinc copper chromium iron and manganese but too much is dangerous The tissue accumulates heavy metal in excess amount poisoning can cause severe damage to the tissue and can lead to dangerous diseases such as cancer Keywords Heavy metal Environments and Health 1 สาขาวิทยาการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรธรรมชาติคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสุขภาพมหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ 77 Research and Development Health System Journal VOL13 NO1 January April 2020 บทนำโลหะหนัก Heavy Metal เป็นธาตุโลหะที่มีคุณสมบัติทางเคมีคือมีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 5 โลหะหนักต่างจากราตุทั่วไปคือสลายตัวช้าและมีความคงตัวสะสมในสิ่งแวดล้อมได้จึงพบการปนเปื้อนโลหะหนักในแหล่งน้ำดินตะกอนดินในพืชสะสมในห่วงโซ่อาหาร 16 สาเหตุนี้จึงทำให้มนุษย์มีโอกาสได้รับโลหะหนักปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายผ่านทางสัตว์น้ำและพืชน้ำ 2 ซึ่งอยู่ในแหล่งที่ปนเปื้อนโลหะหนักได้การปนเปื้อนของโลหะหนักสู่มนุษย์ก็ถือเป็นภัยอันตรายรูปแบบหนึ่งที่ไม่ควรมองข้ามเพราะถ้าหากร่างกายของเราเกิดการสะสมโลหะหนักเป็นจำนวนมากเกินกว่าที่ร่างกายต้องการจะรับอาจทำให้ร่างกายของเราเกิดการทงานผิดปกติและรบกวนระบบการทำงานของร่างกาย 17

เพื่อวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III โดยอาศัยปฏิกิริยาเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชันและตรวจวิเคราะห์ด้วยค่าเปล่า 3 เพื่อศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยค่าเปล่าเปรียบเทียบกับการใช้เทคนิคยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมทรี

ทั้งนี้เพราะเป็นระยะเวลาที่ทดลองได้สะดวกและรวดเร็ว Figure 7 Stability study of the complexes of Fe III anthocyanin extract 323 ศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนการศึกษาความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III จากสารเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนเปรียบเทียบกับเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรีพบว่าเมื่อความเข้มข้นของเหล็ก III เพิ่มขึ้นค่าการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นก็มีค่าเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกันรูปที่ 8a และเมื่อนำไปพลอตกราฟมาตรฐานจะเห็นว่ากราฟที่ได้มีความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้นของเหล็ก III 100 900 ไมโครโมลาร์ y 00002x 00464 ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 09938 ดังในรูปที่ 8b และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนจะสังเกตเห็นว่าสีของสารละลายมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อความเข้มข้นของเหล็ก III เพิ่มขึ้นดังในรูปที่ 8c และเมื่อพิจารณาสเปกตรัมของสารเชิงซ้อน

2 13 ขอบเขตของงานวิจัย 1 การเตรียมสารสกัดแอนโทไซยานินจากกลีบดอกอัญชัน 1 ศึกษาชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสม 2 ศึกษาความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกลีบดอกอัญชันสีน้ำเงิน 2 ศึกษาความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินและโลหะไอออนชนิดต่างๆ 3 ศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยา

สกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาทีพบว่าปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนนั้นเกิดขึ้นได้รวดเร็ว Figure 6 a Photo and b Spectrum of the complexes occurring between metal ions 900 M and anthocyanin extract a b Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1380 และมีค่าการดูดกลืนแสงที่เปลี่ยนแปลงน้อยมากรูปที่ 7 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีความเสถียรอย่างน้อยภายในระยะเวลา 30 นาทีดังนั้นการศึกษาจึงได้เลือกระยะเวลาที่ 5 นาทีเป็นระยะเวลาในการตรวจวัดทั้งในระบบการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรีและการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนทั้งนี้เพราะเป็นระยะเวลาที่ทดลองได้สะดวกและรวดเร็ว Figure 7 Stability study of the complexes of Fe III anthocyanin extract 323 ศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนการศึกษา

glucoside เป็นสารหนึ่งในกลุ่มแอนโทไซยานิน Kazuma 2003 211 ลักษณะของดอกอัญชันดอกอัญชันชื่อสามัญ Butterfly Pea ชื่อวิทยาศาสตร์ Clitoria ternatea L เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวอ่อนอายุสั้น ใบยอดเดี่ยวพื้นลำต้นมีขนปกคลุม ใบประกอบแบบขนนกเรียงตรงข้ามยาว 612 เซนติเมตรมีใบย่อยรูปไข่ 57 ใบ กว้าง 23 เซนติเมตรยาว 35 เซนติเมตรปลายใบแหลมโคนใบมนผิวใบด้านล่างมีขนหนานปกคลุมดอกสีขาวสีฟ้าสีน้ำเงินและสีม่วงดอกเดี่ยวรูปทรงคล้าย

อัญชันอัญชัน()เป็นไม้เลื้อยลำต้นมีขนหนามีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ปลูกได้ทั่วไปในเขตร้อนมีชื่อพื้นเมืองอื่นอีกคือแดงขัน(เชียงใหม่), เอื้องขัน, เอื้องขลุ่ยเมื่อต้นออกมาจะได้เป็นสีม่วงอัญชันเป็นไม้เลื้อยเนื้ออ่อนอายุสั้น ใบยอดเดี่ยวพื้นลำต้นมีขนปกคลุม ใบประกอบแบบขนนกเรียงตรงข้ามยาว 6 - 12 เซนติเมตรมีใบย่อยรูปไข่ 5 - 7 ใบ กว้าง 2 - 3 เซนติเมตรยาว 3 - 5 เซนติเมตรปลายใบแหลมโคนใบมนผิวใบด้านล่างมีขนหนานปกคลุมดอกสีขาวฟ้าและม่วงดอกออกเดี่ยวรูปทรงคล้ายฝ้ายหอยเชลล์ออกเป็นคู่ตามซอกใบกลีบดอก 5 กลีบดอกบานเต็มที่ ยาว 2.5-3.5 เซนติเมตรกลีบคลุมรูปกลมปลายเว้าเป็นแอ่งตรงกลางมีสีเหลืองมีทั้งดอกซ้อนและดอกกลาดอกชั้นเดียวกลีบชั้นนอกมีขนาดใหญ่กลางกลีบสีเหลืองส่วนกลีบชั้นในขนาดเล็กแต่ดอกซ้อนกลีบดอกมีขนาดเท่ากันซ้อนเวียนเป็นเกลียวออกดอกเกือบตลอดปีผลแห้งแตกเป็นฝักแบนกว้าง 1 -1.5 เซนติเมตรยาว 5 - 8 เซนติเมตรเมล็ดรูปไตสีดำมี 5 - 10 เมล็ดอัญชันมีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียเขตร้อนก่อนจะถูกนำไปแพร่พันธุ์ในแอฟริกาออสเตรเลียและอเมริกาในลาวไทยเวียดนาม ในสมัยก่อนหญิงสาวมักนำอัญชันมาเขียนคิ้วให้ดำขลิบอันขลุ่ยเป็นดอกไม้สีหนึ่งประเภทที่นิยมนำไปทำอาหารโดยปกติจะใช้สีจากการต้มและคั้นน้ำของดอกเพื่อผสมกับแป้งต่างๆทำเป็นขนมชั้น ทัพพีกรอบบัวและขนมจากนั้นดอกก็สามารถนำมาชุบแป้งทอดใส่สัลดต่างๆเพื่อตกแต่งจานหรือทำไข่เจียวหรือขำอัญชันก็ได้

ฝ้ายหอยเชลล์ลอกเป็นคู่ตามซอกใบมีกลีบดอก 5 กลีบดอกบานเต็มที่ยาวประมาณ 23 เซนติเมตรกลีบคลุมรูปกลมปลายเว้าเป็นแฉงตรงกลางมีสีเหลืองมีทั้งดอกซ้อนและดอกกลาดอกเดี่ยวกลีบดอกชั้นนอกมีขนาดใหญ่กลางกลีบมีสีเหลืองส่วนกลีบชั้นในขนาดเล็กแต่ดอกซ้อนกลีบดอกมีขนาดเท่ากันซ้อนเวียนเป็นเกลียวออกดอกได้เกือบตลอดทั้งปีผลเป็นฝักแบนกว้าง 1015 เซนติเมตรยาว 58 เซนติเมตรเมล็ดคล้ายรูปไตมีสีน้ำตาล 510 เมล็ดสามารถขยาย

อัญชันอัญชัน()เป็นไม้เลื้อยลำต้นมีขนนุ่มมีถิ่นกำเนิดในอเมริกาใต้ปลูกได้ทั่วไปในเขตร้อนมีชื่อพื้นเมืองอื่นอีกคือแดงขัน(เชียงใหม่), เอื้องขัน, เองขี้ญเมื่อต้นออกมาจะโตเป็นสีม่วงอัญชันเป็นไม้เลื้อยเนื้ออ่อนอายุสั้นใช้ยอดเลื้อยพันลำต้น มีขนปกคลุมใบประกอบแบบขนนกเรียงตรงข้ามยาว 6 - 12 เซนติเมตรมีใบย่อยรูปไข่ 5 - 7 ใบกว้าง 2 - 3 เซนติเมตรยาว 3 - 5 เซนติเมตรปลายใบแหลมโคนใบมนค้ำใบด้านล่างมีขนหนาปกคลุมดอกสีขาวฟ้าและม่วงดอกออกเดี่ยวๆรูปทรงคล้ายฝ้ายหอยเชลล์ลอกเป็นคู่ตามซอกใบมีกลีบดอก 5 กลีบดอกบานเต็มที่ยาว 2.5-3.5 เซนติเมตรกลีบคลุมรูปกลมปลายเว้าเป็นแฉงตรงกลางมีสีเหลืองมีทั้งดอกซ้อนและดอกกลาดอกชั้นเดียวกลีบชั้นนอกมีขนาดใหญ่กลางกลีบมีสีเหลืองส่วนกลีบชั้นในขนาดเล็กแต่ดอกซ้อนกลีบดอกมีขนาดเท่ากันซ้อนเวียนเป็นเกลียวออกดอกเกือบตลอดปีผลแห้งแตกเป็นฝักแบนกว้าง 1 -1.5 เซนติเมตรยาว 5 - 8 เซนติเมตรเมล็ดรูปไตสีน้ำตาล 5 - 10 เมล็ดอัญชันมีถิ่นกำเนิดในแถบเอเชียเขตร้อนก่อนจะถูกนำไปแพร่พันธุ์ในแอฟริกาออสเตรเลียและอเมริกาในลาวไทยเวียดนามในสมัยก่อนหญิงสาวมักนำอัญชันมาเขียนคิ้วให้ดำขลิบอัญชันเป็นดอกไม้อีกหนึ่งประเภทที่นิยมนำไปทำอาหารโดยปกติจะใช้สีจากการต้มและคั้นน้ำของดอกเพื่อมาผสมกับแป้งต่างๆทำเป็นขนมชั้น ทัพพีหมกรอบบัวลอย ฯลฯ นอกจากนี้ดอกก็สามารถนำมาชุบแป้งทอดใส่ไส้สดต่างๆเพื่อตกแต่งจานหรือทำไข่เจียวหรือข้าวอัญชันก็ได้

คุณสมบัติความเป็นอินดิเคเตอร์ Indicator เช่นเดียวกับลิตมัส Litmus สามารถนำมาใช้เป็นสารบ่งชี้ Indicator ได้วิชาชีวเคมีชุดที่ 2556 22 แอนโทไซยานิน แอนโทไซยานินมีชื่อย่อมาจากรากศัพท์เดิมของกรีกคือ Anthos แปลว่า ดอกไม้และ Kyanos แปลว่าสีน้ำเงินดังนั้นแอนโทไซยานินจึงหมายถึงดอกไม้สีน้ำเงินแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่ละลายน้ำได้จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ปัจจุบันมีการค้น

กับสารละลายอะซีโตนและต้องนำไปปั่นเหวี่ยงเพื่อเอาเฉพาะส่วนสารละลายใสด้านบน supernatant มาใช้ในการวัดการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง spectrophotometer อีกทั้งยังป้องกันไม่ให้เกิดไรฟิเลคชันทำลายจากการโดนอากาศในเวลาสักครู่อีกประการหนึ่งนอกจากนั้นแล้วสารละลาย DMF ยังสกัดสารสีอื่นๆได้ดีกว่าสารละลายอะซีโตน Moran and Porath 1980 เหตุที่สารละลายอะซีโตนมีความสามารถในการละลายคลอโรฟิลล์ออกมาได้ไม่ดีเท่ากับสารละลาย DMF เนื่องจากตัวสารละลายอะซีโตนมีความดันไอ vapor pressure สูงซึ่งเป็นสาเหตุทำให้สารละลายอะซีโตนระเหยได้ง่ายในระหว่างและหลังการสกัดดังนั้นจึงทำให้สารสกัดที่ได้มีความเข้มข้นของชุดข้อมูลสูงมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ในปริมาณเพียงเล็กน้อยในการสกัด Stiegler et al 2004 แอนโทไซยานินแอนโทไซยานิน anthocyanins เป็นสารสีน้ำเงินแดงหรือม่วง Khoo et al 2017 จัดอยู่ในกลุ่มย่อยของฟลาโวนอยด์ Kammerer 2016 ที่อยู่ในรูปของไกลโคไซด์ Khoo et al 2017 โดยคำว่าแอนโทไซยานินมีที่มาจากรากศัพท์ภาษากรีก 2 คำคือ Anthos หมายถึงดอกไม้และ Kyanos หมายถึงสีน้ำเงิน Koley et al 2018 สามารถพบแอนโทไซยานินในพืชโดยเฉพาะอย่างยิ่งในดอกผล Khoo et al 2017 ในลำต้นราก Koley et al 2018 และหัวแบบมันฝรั่ง tubers แท้จริงจัดเป็นลำต้นใต้ดินประเภทหนึ่งโดยในสภาวะที่เป็นกรดแอนโทไซยานินปรากฏเป็นสารสีแดงในขณะที่ในสภาวะที่เป็นด่างแอนโทไซยานิน

5 รูปที่ 23 โครงสร้างของแอนโทไซยานิน Barnes Nguyen Shen Schug 2009 221 ชนิดของแอนโทไซยานินชนิดที่ 1 แอนโทไซยานิดิน Anthocyanidin แอนโทไซยานิดิน Anthocyanidin หรืออะไกลโคโคน Aglycone มีโครงสร้างพื้นฐานประกอบด้วยคาร์บอน 6 อะตอมคาร์บอน 3 อะตอมและคาร์บอน 6 อะตอม C6C3C6 เชื่อมต่อกันรูปที่ 23 โดยแอนโทไซยานินที่พบในธรรมชาติส่วนใหญ่มีทั้งหมด 6 ชนิดได้แก่เพลาโกนิดิน Pelargonidin ไชยานิดิน Cyanidin เดลฟิ

อนมูลอิสระ Antioxidant และจากการที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระทำให้แอนโทไซยานินมีบทบาทต่อการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆเช่นโรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ Cardiovascular disease โรคมะเร็งโรคมะเร็ง 12 เป็นต้น Ghiselle และคณะ 3 รายงานถึงประสิทธิภาพของแอนโทไซยานินในไวน์แดงมีประสิทธิภาพในการกำจัด Reactive oxygen species และยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของลิโปโปรตีน Lipoprotein และการตกตะกอนของเกล็ดเลือด โครงสร้างของแอนโทไซยานินประกอบด้วยสารประกอบ 2 หรือ 3 ชนิด 4 ได้แก่ชนิดที่ 1 คือแอนโทไซยานิดินหรืออะไกลโคโคน Aglycone โครงสร้างพื้นฐานของแอนโทไซยานิดินนั้นประกอบด้วยคาร์บอน 6 อะตอมคาร์บอน 3 อะตอมคาร์บอน 6 อะตอม C6C3C6 เชื่อมต่อกันดังภาพที่ 1 ซึ่งแอนโทไซยานิดินที่พบบนใบมีจจุบันจะมีอยู่ 6 ชนิดคือเพลาโกนิดิน Pelar gonidin ไชยานิดิน Cyanidit เดลฟิเดลิน Delphinidin พิโณนิดิน Peonidin เพทูนิดิน Petunidin และมอลวิดิน Malvidin ซึ่งจะแตกต่างกันตรงตำแหน่ง 3 หรือ 5 วามีหมู่ไฮดรอกซิล Hydroxyl หรือเมทอกซิล Methoxyl ดังภาพที่ 1 Anthocyanidins ตำแหน่ง R1 ตำแหน่ง R2 Pelargonidin Cyanidin Delphinidin Peonidin Petunidin Malvidin H H OH OCH3 OCH3 OCH3 H OH OH H OH OCH3 ภาพที่ 1 โครงสร้างของแอนโทไซยานิดิน 5 ชนิดที่ 2 คือน้ำตาลซึ่งน้ำตาลจะเกิดพันธะกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 หรือตำแหน่งที่ 3 และ 5 โดยน้ำตาล

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

6 วิทยาศาสตร์บริการ 2553 รูปที่ 24 ภาพจำลองแสดงเจตสีของแอนโทไซยานินที่มีแอนโทไซยานินที่แตกต่างกัน Ferreyra Rius Casati 2012 ชนิดที่ 2 น้ำตาลน้ำตาลจะเกิดพันธะกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 หรือตำแหน่งที่ 3 และ 5 รูปที่ 23 โดยน้ำตาลที่เกิดพันธะได้แก่น้ำตาลกลูโคส Glucose น้ำตาลกาแลคโตส Galactose น้ำตาลรูติโนส Rutinose และน้ำตาลแรมโนส Rhamnose เป็นต้น อรุษาเขานลชชด 2554 ชนิดที่ 3 โครงสร้างที่เป็นกรดโดยโครงสร้าง

อิสระทำให้อแอนโทไซยานินมีบทบาทต่อการป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆเช่น โรคเกี่ยวกับหลอดเลือดหัวใจ Cardiovascular disease โรคเมเรงโรคเบาหวาน 12 เป็นต้น Ghiselle และคณะ 3 รายงานถึงประสิทธิภาพของแอนโทไซยานินในไวน์แดงมีประสิทธิภาพในการกำจัด Reactive oxygen species และยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของลิโปโปรตีน Lipoprotein และการตกตะกอนของเกล็ดเลือดโครงสร้างของแอนโทไซยานินประกอบด้วยสารประกอบ 2 หรือ 3 ชนิด 4 ได้แก่ชนิดที่ 1 คือแอนโทไซยานินหรืออะไกลโคน Aglycone โครงสร้างพื้นฐานของแอนโทไซยานินนั้นประกอบด้วยคาร์บอน 6 อะตอม คาร์บอน 3 อะตอมคาร์บอน 6 อะตอม C6C3C6 เชื่อมต่อกันดังภาพที่ 1 ซึ่งแอนโทไซยานินที่พบมากในปัจจุบันจะมีอยู่ 6 ชนิดคือเพลาโกนิน Pelargonidin ไซยานิดิน Cyanidin เดลฟินิดิน Delphinidin พีโอนิดิน Peonidin เพทูนิดิน Petunidin และมอลวิดิน Malvidin ซึ่งจะแตกต่างกันตรงตำแหน่ง 3 หรือ 5 ว่ามีหมู่ไฮดรอกซิล Hydroxyl หรือเมทอกซิล Methoxyl ดังภาพที่ 1 Anthocyanidins ตำแหน่ง R1 ตำแหน่ง R2 Pelargonidin Cyanidin Delphinidin Peonidin Petunidin Malvidin H H OH OCH3 OCH3 OCH3 H OH OH H OH OCH3 ภาพที่ 1 โครงสร้างของแอนโทไซยานิน 5 ชนิดที่ 2 คือน้ำตาลซึ่งน้ำตาลจะเกิดพันธะกับคาร์บอนตำแหน่งที่ 3 หรือตำแหน่งที่ 3 และ 5 โดยน้ำตาลที่เกิดพันธะได้เช่นน้ำตาลกลูโคส Glucose น้ำตาลกาแลคโตส Galactose น้ำตาลรูติโนส

ที่เป็นกรดจะเกิดการเอสเทอร์ฟิเคชัน Esterification กับน้ำตาลในตำแหน่งที่ 3 หรือตำแหน่งที่ 3 และ 5 ภายในโครงสร้างของแอนโทไซยานินรูปที่ 23 แล้วเกิดเป็นพันธะเอสเทอร์กับน้ำตาลซึ่งทำให้อแอนโทไซยานินนั้นมีความคงตัวดีขึ้น โดยเรียกแอนโทไซยานินที่มีโครงสร้างของกรดเป็นองค์ประกอบนี้ว่าอะซิลเลเทดแอนโทไซยานิน Acylated anthocyanin แต่ถ้ามไม่มีโครงสร้างของกรดจะเรียกว่าอนอะซิลเลต

และ 5 โดยน้ำตาลที่เกิดพันธะได้เช่นน้ำตาลกลูโคส Glucose น้ำตาลกาแลคโตส Galactose น้ำตาลรูติโนส Rutinose น้ำตาลแรมโนส Rhamnose เป็นต้นและชนิดที่ 3 คือกรดซึ่งส่วนนี้อาจมีหรือไม่มีถ้าแอนโทไซยานินมีกรดเป็นองค์ประกอบจะเรียกว่าอนอะซิลเลเทดแอนโทไซยานิน Non acylated anthocyanin แต่ถ้าไม่มีกรดเป็นองค์ประกอบจะเรียกว่าอะซิลเลเทดแอนโทไซยานิน Acylated anthocyanin โดยกรดจะเกิดการเอสเทอร์ฟิเคชัน Esterification กับน้ำตาลที่จับกับ Carbon ตำแหน่งที่ 3 และหรือตำแหน่งที่ 5 กรดที่เกิดพันธะเอสเทอร์กับน้ำตาลเช่นกรดคูมาริก Coumaric acid กรดเฟอร์รูริก Ferulic acid กรดคาร์แฟอิก Caffeic acid เป็นต้นซึ่งการเกิดเอซิลเลชัน Acylation ในโครงสร้างของแอนโทไซยานินจะทำให้ตัวแอนโทไซยานินชนิดนั้นมีความคงตัวดีขึ้นวารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ 3 ฉบับที่ 6 กรกฎาคมธันวาคม 2554 28 การวิเคราะห์แอนโทไซยานินในพืชแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่พบในพืชทั้งในดอกและในผล ดังนั้นในการวิเคราะห์ชนิดหรือปริมาณของแอนโทไซยานินจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆได้แก่การสกัดให้อยู่ในรูปของสารละลายการทำให้บริสุทธิ์และการวิเคราะห์การสกัด Extraction การสกัดเป็นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์แอนโทไซยานินการสกัดที่ดียิ่งควรที่จะสกัดเอาปริมาณแอนโทไซยานินให้ได้สูงสุ่มมีการปนเปื้อนของสารอื่นน้อย

เทดแอนโทไซยานิน Non acylated anthocyanin ส่วนกรดที่เกิดพันธะเอสเทอร์กับน้ำตาลเช่นกรดเฟอร์รูริก Ferulic acid กรดคาร์แฟอิก Caffeic acid และกรดคูมาริก Coumaric เป็นต้นอรุษาเขานลชชด 2554 Barnes Nguyen Shen Schug 2009 222 ปัจจัยที่มีผลต่อความเสถียรของแอนโทไซยานินความเสถียรของแอนโทไซยานินขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยดังนี้ 1 อุณหภูมิ Temperature เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นมากกว่า 100 องศาเซลเซียสความเสถียรของแอนโทไซยานินจะลด

ว่าอนอะซิลเลเทดแอนโทไซยานิน Non acylated anthocyanin แต่ถ้าไม่มีกรดเป็นองค์ประกอบจะเรียกว่าอะซิลเลเทดแอนโทไซยานิน Acylated anthocyanin โดยกรดจะเกิดการเอสเทอร์ฟิเคชัน Esterification กับน้ำตาลที่จับกับ Carbon ตำแหน่งที่ 3 และหรือตำแหน่งที่ 5 กรดที่เกิดพันธะเอสเทอร์กับน้ำตาลเช่นกรดคูมาริก Coumaric acid กรดเฟอร์รูริก Ferulic acid กรดคาร์แฟอิก Caffeic acid เป็นต้นซึ่งการเกิดเอซิลเลชัน Acylation ในโครงสร้างของแอนโทไซยานินจะทำให้ตัวแอนโทไซยานินชนิดนั้นมีความคงตัวดีขึ้นวารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ 3 ฉบับที่ 6 กรกฎาคมธันวาคม 2554 28 การวิเคราะห์แอนโทไซยานินในพืชแอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุที่พบในพืชทั้งในดอกและในผล ดังนั้นในการวิเคราะห์ชนิดหรือปริมาณของแอนโทไซยานินจะประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆได้แก่การสกัดให้อยู่ในรูปของสารละลายการทำให้บริสุทธิ์และการวิเคราะห์การสกัด Extraction การสกัดเป็นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์แอนโทไซยานินการสกัดที่ดียิ่งควรที่จะสกัดเอาปริมาณแอนโทไซยานินให้ได้สูงสุ่มมีการปนเปื้อนของสารอื่นน้อยที่สุดและมีการเปลี่ยนแปลงของแอนโทไซยานินน้อยที่สุดการสกัดแอนโทไซยานินสามารถใช้ตัวทำละลายเช่นเอทานอลเมทานอลและอะซิโตน 6 Metivier และคณะ 7 ทำการสกัดเนื้อขององุ่นที่หลังจากการคั้นน้ำด้วยตัวทำละลายเอทานอลเมทานอลและนำพวเอทานอลเป็นตัวทำละลายที่มีประสิทธิภาพในการสกัดได้มากที่สุดตามด้วยเอทานอล

ลงสำนักห้องสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกรม
วิทยาศาสตร์บริการ 2553 2 แสง Light แสงเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลต่อความ
เสถียรของแอนโทไซยานินทั้งนี้เพราะแสงจะทำให้เกิดการสลายตัวของแอนโท
ไซยานินซึ่งส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแอนโทไซยานินยุทธพร
ผลาขจรศักดิ์ 2547

นาที่และ 60 นาทีผลปรากฏว่าให้ค่าการดูดกลืนแสงไม่ต่างกันแสดงว่าไอออน
อะลูมิเนียมเข้าทำปฏิกิริยากับหมู่ฟังก์ชันของแอนโทไซยานินได้รวดเร็วภายใต้
สภาวะที่เหมาะสมดังนั้นการเติม Al³⁺ ส่งผลกระทบต่อความเสถียรต่อสารละลาย
นำมาทำให้ไม่มีความเสถียรมากขึ้นซึ่งพิจารณาจากค่าการดูดกลืนแสงที่
เพิ่มขึ้นในขณะที่ปริมาณแอนโทไซยานินโดยรวมยังคงเดิมซึ่งสอดคล้องกับผล
การวิจัยของพงษ์เทพ 6 ที่ว่าผลจากประจุบวกบางชนิดโดยเฉพาะ divalent
และ trivalent metal ions จะทำให้ค่าความยาวคลื่นสูงสุดของการดูดกลืน
แสงเพิ่มขึ้นเนื่องจากการเกิด bluing ของสีทำให้โมเลกุลของสีตกตะกอนและ
สอดคล้องกับผลงานของ Elhabiri และคณะ 11 ที่สกัดแอนโทไซยานินจาก
Matthiolaincana โดยเติมอะลูมิเนียมและเกลือเหล็กไปทำให้ส่งผลกระทบ
ต่อปริมาณแอนโทไซยานินสรุปผลการวิจัย pH มีผลต่อสีที่ปรากฏของแอนโท
ไซยานิน โดยรวมในตัวอย่างนำมาที่ช่วง pH ต่ำ 14 เป็นสีแดงเมื่อ pH เพิ่มขึ้น
จะปรากฏสีน้ำเงินและให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่นสูงสุดเปลี่ยนไปทาง
ด้านที่มีค่า

7 3 โครงสร้าง Structure ความเสถียรของแอนโทไซยานินจะขึ้นอยู่กับ
โครงสร้างโดยขึ้นกับการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิลและหมู่เมทอกซิลในส่วนวง
แอนโทไซยานินดินนอกจากนี้ยังขึ้นกับชนิดของน้ำตาลสำนักห้องสมุดและศูนย์
สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีกรมวิทยาศาสตร์บริการ 2553 4 ความ
เป็นกรดเบส AcidBase สีของแอนโทไซยานินจะขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นกรด
เบสของสารละลายถ้าสารละลายอยู่ในสภาวะที่เป็นกรดแอนโทไซ

เปอร์เซ็นต์ n 7 \ n ภาพที่ 1 โครงสร้างแอนโทไซยานิน \ n ที่มา:จุฬาลักษณ์(
2551) \ n การแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซิล(OH)และหมู่เมทอกซิล(OCH₃)ของ
flavylium ring จะทำให้ \ n เกิดสีของแอนโทไซยานินดินคือการเพิ่มจำนวน
ของหมู่ไฮดรอกซิลจะทำให้เกิดเขตของสีฟ้า \ n (bluish shade) ส่วนการเพิ่ม
จำนวนของหมู่เมทอกซิลจะทำให้เกิดสีแดงการเพิ่มจำนวนของหมู่ไฮดร \ n ออกซิ
จะทำให้ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ(antioxidant activity)เพิ่มขึ้น
ซึ่งสีและการ \ n ดูดกลืนแสงของแอนโทไซยานินดินแต่ละชนิด(ดังแสดงใน
ตารางที่ 1)และเนื่องจากการแทนที่ของกรด \ n และด่างเกิดขึ้นได้ในหลายตำ
แหน่งจึงทำให้จำนวนของแอนโทไซยานินมีมากกว่าแอนโทไซยานินดิน n15 -
20 เท่าโมเลกุลของน้ำตาลที่ต่อกับแอนโทไซยานินได้แก่กลูโคส(glucose)กา
แลคโตส \ n (galactose) แรมโนส(rhamnose)อะราบินอส(arabinose)
ไคแท็กไครต์และไคแท็กไครต์โดย \ n แอนโทไซยานินที่พบมากที่สุดคือ 3
- monoside \ , 3 - biosides \ , 3 \ , 5 - diglycosides และ 3 \ , 7 -
ndiglycosides (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553) \ n ตารางที่2.1สีและการดูด
กลืนแสงของแอนโทไซยานิน \ n กลุ่มของรงควัตถุ \ n (Pigment class) \ n
ชนิดโครงสร้าง \ n (Structural type) \ n การให้สี(Colour)การดูดกลืนแสง \ n
(นาโนเมตร) \ n แอนโทไซยานิน \ n ไซยานิดินไกลโคไซด์แอนโทไซยานิน
ดินส้ม--แดง 535 \ n เดลฟิไดนไกลโคไซด์แอนโทไซยานินดินน้ำเงิน--แดง 546
 \ n มัลวิดินไกลโคไซด์แอนโทไซยานินดินน้ำเงิน--แดง 542 \ n เพลาโกนินดิน
ไกลโคไซด์แอนโทไซยานิน

9 ตารางที่ 25 การประยุกต์ใช้พืชที่มีแอนโทไซยานินในการตรวจวัดงานด้าน
ต่างๆ 225 คุณสมบัติทางเคมีของแอนโทไซยานินในสารละลายตัวกลาง
Aqueous Media แอนโทไซยานินจะทำหน้าที่เป็นอินดิเคเตอร์วัดความเป็นกร
ดต่าง pH indicator คือให้สีแดงที่ pH ต่ำให้สีน้ำเงินที่ pH สูงในสารละลายที่
เป็นกรดและเป็นกลางนั้นมีโครงสร้างของแอนโทไซยานิน 4 โครงสร้างที่อยู่ใน
สภาวะสมดุลคือ

จึงทำให้จำนวนของแอนโทไซยานินมีมากกว่าแอนโทไซยานินดิน n15 - 20
เท่าโมเลกุลของน้ำตาลที่ต่อกับแอนโทไซยานินได้แก่กลูโคส(glucose)กา
แลคโตส \ n (galactose) แรมโนส(rhamnose)อะราบินอส(arabinose)
ไคแท็กไครต์และไคแท็กไครต์โดย \ n แอนโทไซยานินที่พบมากที่สุดคือ 3
- monoside \ , 3 - biosides \ , 3 \ , 5 - diglycosides และ 3 \ , 7 -
ndiglycosides (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 2553) \ n ตารางที่2.1สีและการดูด
กลืนแสงของแอนโทไซยานิน \ n กลุ่มของรงควัตถุ \ n (Pigment class) \ n
ชนิดโครงสร้าง \ n (Structural type) \ n การให้สี(Colour)การดูดกลืนแสง \ n
(นาโนเมตร) \ n แอนโทไซยานิน \ n ไซยานิดินไกลโคไซด์แอนโทไซยานิน
ดินส้ม--แดง 535 \ n เดลฟิไดนไกลโคไซด์แอนโทไซยานินดินน้ำเงิน--แดง 546
 \ n มัลวิดินไกลโคไซด์แอนโทไซยานินดินน้ำเงิน--แดง 542 \ n เพลาโกนินดิน
ไกลโคไซด์แอนโทไซยานินดินส้ม 520 \ n ฟิไอนิดินไกลโคไซด์แอนโทไซยานิน
ดินส้ม--แดง 532 \ n เทพูนิดินไกลโคไซด์แอนโทไซยานินดินน้ำเงิน--แดง 543
 \ n ที่มา:กรมวิทยาศาสตร์บริการ(2553) \ n 8 \ n2.2.1คุณสมบัติทางเคมีของ
แอนโทไซยานิน \ n ในสารละลายตัวกลาง(aqueous media)แอนโทไซยา
นินจะทำหน้าที่เป็น \ n อินดิเคเตอร์วัดความเป็นกรด-ต่าง pH indicator)คือให้
สีแดงที่ pH ต่ำให้สีน้ำเงินที่สภาวะเป็น \ n กลางและไม่มีสีที่ pH สูงใน
สารละลายที่เป็นกรดและเป็นกลางนั้นมีโครงสร้างของแอนโทไซยานิน \ n4
โครงสร้างที่อยู่ในสภาวะสมดุลคือ red

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

red flavylum cation AH blue quinonoidal base หรือ red quinonoidal base A colorless carbinol pseudobase B และ colorless chalcone C ในสภาวะที่เป็นกรดและ pH ต่ำกว่า 2 จะมี AH เป็นโครงสร้างเมื่อ pH เพิ่มขึ้น AH จะเกิดการสูญเสียโปรตอนเกิดเป็นสารละลาย blue quinonoidal base หรือ red quinonoidal base A ซึ่งเป็นโครงสร้างที่เกิดเป็นปกติแต่การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน hydration ของ AH จะทำให้เกิด colorless carbinol pseudobase B ซึ่งเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของ pH และโครงสร้างของแอนโทไซยานิน

โภนิตินไกลโคไซด์แอนโทไซยานินสีส้ม 520 \ n โฟนิตินไกลโคไซด์แอนโทไซยานินสีส้ม-แดง 532 \ n เพอพิดิทินไกลโคไซด์แอนโทไซยานินสีน้ำเงิน-แดง 543 \ n ที่มา:กรมวิทยาศาสตร์บริการ (2553) \ n 8 \ n 2.1 คุณสมบัติทางเคมีของแอนโทไซยานิน \ n ในสารละลายตัวกลาง (aqueous media) แอนโทไซยานินจะทำหน้าที่เป็น \ n อินดิเคเตอร์วัดความเป็นกรด-ด่าง (pH indicator) คือให้สีแดงที่ pH ต่ำให้สีน้ำเงินที่สภาวะเป็น \ n กลางและไม่มีสีที่ pH สูงในสารละลายที่เป็นกรดและเป็นกลางนั้นมีโครงสร้างของแอนโทไซยานิน \ n 4 โครงสร้างที่อยู่ในสภาวะสมดุลคือ red flavylumcation (AH +), blue quinonoidal base หรือ \ n red quinonoidal base (A) , colorless carbinol pseudobase (B) และ colorless chalcone \ n (C) ในสภาวะที่เป็นกรดและ pH ต่ำกว่า 2 จะมี AH + เป็นโครงสร้างเมื่อ pH เพิ่มขึ้น AH + จะเกิดการ \ n สูญเสียโปรตอนเกิดเป็นสารละลาย blue quinonoidal base หรือ red quinonoidal base (A) \ n ซึ่งเป็นโครงสร้างที่เกิดเป็นปกติแต่การเกิดปฏิกิริยาไฮเดรชัน (hydration) ของ AH + จะทำให้เกิด \ n colorless carbinol pseudobase (B) ซึ่งเกี่ยวข้องกับความแตกต่างของ pH และโครงสร้างของ \ n แอนโทไซยานินจึงทำให้ปริมาณของ AH + , A \ , B และ C ที่สภาวะสมดุลมีความแตกต่างกันเช่น \ n โครงสร้างของ 3 - glycoside และ 3 \ , 5 - diglycoside จะเกิดขึ้นเมื่อ pH เพิ่มขึ้นมากกว่า 3 ซึ่งจะเกิด \ n เป็น colorless carbinol pseudobase (B) อย่างไรก็ตามปริมาณเพียงเล็กน้อยของ \ n blue quinonoidal base (A) และ colorless chalcone (C) จะปรากฏให้เห็นและมีปริมาณเพิ่มขึ้น \ n ที่ pH สูงขึ้น (pH 4 - 6) \ n ภาพ

สารเชิงซ้อนระหว่างโลหะและสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วง Khaodee Aeungmaitrepirom Tuntulani 2014 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นรูปที่ 26 โครงสร้างการเกิดสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับโลหะ Khaodee Aeungmaitrepirom Tuntulani 2014

III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของโพลีเมอร์รูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะได้สมการที่ 1 3 22 การศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงมีความเฉพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินไปประยุกต์ใช้ในกรณีวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาทีพบว่าปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนนั้นเกิดขึ้นได้รวดเร็ว Figure 6 a Photo and b

จะมีส่วนประกอบหลักๆที่เหมือนกันได้แก่แหล่งกำเนิดแสงเกรตติงหรือโมโนโครเมเตอร์เซลล์ที่บรรจุสารตัวอย่างและเครื่องตรวจจับแหล่งกำเนิดแสงจะต้องให้แสงที่คงที่อย่างต่อเนื่องที่นิยมใช้คือหลอดทังสเตนฮาโลเจนซึ่งให้แสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 320 2 500 นาโนเมตรสำหรับแหล่งกำเนิดแสงในช่วงรังสียูวีนั้นจะใช้หลอดไฮโดรเจนหรือหลอดตัวที่เริ่มซึ่งให้แสงในช่วงความยาวคลื่น 160375 นาโนเมตรแสงที่ได้จากแหล่ง

และเครื่องตรวจจับแหล่งกำเนิดแสงจะต้องให้แสงที่คงที่อย่างต่อเนื่องด้วยที่นิยมใช้คือหลอดทังสเตนฮาโลเจนซึ่งให้แสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 320 2 500 นาโนเมตรสำหรับแหล่งกำเนิดแสงในช่วงรังสียูวีนั้นจะใช้หลอดไฮโดรเจนหรือหลอดตัวที่เริ่มซึ่งให้แสงในช่วงความยาวคลื่น 160375 นาโนเมตรแต่แสงที่ได้จากแหล่งกำเนิดนั้นจะมีความยาวคลื่นต่างดังนั้นจึงต้องใช้โมโนโครเมเตอร์เป็นตัวกระจายแสงออกเพื่อให้แสงที่จะผ่านไปยังตัวอย่างมีความยาวคลื่นค่าเดียวตามที่ต้องการหลังจากนั้นแสงความยาวคลื่นค่าเดียวจะผ่านไปยังเซลล์ที่บรรจุสารตัวอย่างและสารเปรียบเทียบ Cuvettes ซึ่งมีรูปร่างต่างๆกันออกไปแต่โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นกล่องทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างภายใน 1 เซนติเมตรซึ่งค่านี้จะเป็นค่าระยะทางเดินของแสงที่ผ่านเข้าไปในตัวอย่างตามกฎของ Beer Lambert เครื่อง UVVis Spectrometer บางรุ่นสามารถใช้หลอดทดลองเป็น Cuvettes ได้แต่ Cuvettes ที่ดีที่สุดนั้นทำมาจากควอตซ์ที่มีคุณภาพสูงสำหรับ Cuvettes ที่ทำจากแก้วหรือพลาสติกนั้นก็เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปแต่สามารถใช้ได้เฉพาะในช่วงแสงขาวเท่านั้นเพราะแก้วและพลาสติกดูดกลืนแสงในช่วงรังสียูวีแสงในส่วนที่ไม่ถูกดูดกลืนจะเดินทางผ่านตัวอย่างมาถึงเครื่องตรวจจับสำหรับเครื่องตรวจจับที่นิยมใช้ได้แก่ PMT Photomultiplier Tube Diode Arrays และ CCDs Charge Coupled Devices เครื่องจะทำการบันทึกค่าความยาวคลื่นร่วมกับค่าของแอมพลิจูดของแต่ละความยาวคลื่นที่เกิดการดูดกลืนผลของสเปกตรัมที่ได้จะแสดงในรูป

กำเนิดนั้นจะมีความยาวคลื่นต่างดั่งนั้นจึงต้องโซโนโครเมเตอร์เป็นตัวกระจายแสงออกเพื่อให้แสงที่จะผ่านไปยังตัวอย่างมีความยาวคลื่นเดียวตามที่ต้องการหลังจากนั้นแสงความยาวคลื่นค่าเดียวจะผ่านไปยังเซลล์ที่บรรจุสารตัวอย่างและสารเปรียบเทียบซึ่งมีรูปร่างต่างกันไปแต่โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นกล่องทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างภายใน 1 เซนติเมตรค่าระยะทางเดินของแสงที่ผ่านเข้าไปในตัวอย่างตามกฎของ BeerLambert s Law เครื่อง UVVisible Spectrophotometer บาง

ความยาวคลื่นค่าเดียวจะผ่านไปยังเซลล์ที่บรรจุสารตัวอย่างและสารเปรียบเทียบ Cuvettes ซึ่งมีรูปร่างต่างกันไปแต่โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นกล่องทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างภายใน 1 เซนติเมตรซึ่งค่านี้จะเป็นการระยะทางเดินของแสงที่ผ่านเข้าไปในตัวอย่างตามกฎของ BeerLambert เครื่อง UVVis Spectrometer บางรุ่นสามารถใช้หลอดทดลองเป็น Cuvettes ได้แต่ Cuvettes ที่ดีที่สุดนั้นทำมาจากควอตซ์ที่มีคุณภาพสูงสำหรับ Cuvettes ที่ทำจากแก้วหรือพลาสติกนั้นก็เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปแต่สามารถใช้ได้เฉพาะในช่วงแสงขาวเท่านั้นเพราะแก้วและพลาสติกดูดกลืนแสงในช่วงรังสียูวีแสงในส่วนที่ไม่ถูกดูดกลืนจะเดินทางผ่านตัวอย่างมาถึงเครื่องตรวจวัดสำหรับเครื่องตรวจวัดที่นิยมใช้ได้แก่ PMT Photomultiplier Tube Diode Arrays และ CCDs Charge Coupled Devices เครื่องจะทำการบันทึกค่าความยาวคลื่นร่วมกับค่ามุมของแต่ละความยาวคลื่นที่เกิดการดูดกลืนผลของสเปคตรัมที่ได้จะแสดงในรูปของกราฟระหว่างค่า Absorbance และค่าความยาวคลื่นเครื่อง UVVis Spectrometer สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบคือ 51 แบบลำแสงเดี่ยวและแบบลำแสงคู่สำหรับเครื่องแบบลำแสงเดี่ยวเป็นเครื่องที่ใช้ลำแสงเดี่ยวจากแหล่งกำเนิดผ่านไปยังตัวอย่างเครื่องมือนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกและมีราคาไม่แพงมากนัก 52 แบบลำแสงคู่เป็น 2 ลำก่อนที่จะไปตกลงบนตัวอย่างโดยแสงส่วนหนึ่งจะใช้เป็นลำแสงอ้างอิงและอีกส่วนหนึ่งจะผ่านไปยังตัวอย่างเครื่องมือที่เป็นแบบลำแสงคู่บางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัด 2 ตัวเพื่อที่จะตรวจวัดแสงอ้างอิงและแสงที่มาจากตัวอย่างได้พร้อมกันแต่ในบางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัดเพียงตัว

12 สำหรับคิวเวทท์ที่ทำจากแก้วหรือพลาสติกก็เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปแต่สามารถใช้ได้เฉพาะในช่วงแสงขาวเท่านั้นเพราะแก้วและพลาสติกดูดกลืนแสงในช่วงรังสียูวีแสงในส่วนที่ไม่ถูกดูดกลืนจะเดินทางผ่านตัวอย่างมาถึงเครื่องตรวจวัดสำหรับเครื่องตรวจวัดที่นิยมใช้ได้แก่ PMT Photomultiplier Tube Diode arrays และ CCDs Charge Coupled Devices เครื่องจะทำการบันทึกค่าความยาวคลื่นร่วมกับค่ามุมของแต่ละความยาวคลื่นที่เกิดการดูดกลืนผลของสเปคตรัมที่ได้จะแสดง

กำเนิดนั้นจะมีความยาวคลื่นต่างดั่งนั้นจึงต้องโซโนโครเมเตอร์เป็นตัวกระจายแสงออกเพื่อให้แสงที่จะผ่านไปยังตัวอย่างมีความยาวคลื่นค่าเดียวตามที่ต้องการหลังจากนั้นแสงความยาวคลื่นค่าเดียวจะผ่านไปยังเซลล์ที่บรรจุสารตัวอย่างและสารเปรียบเทียบ Cuvettes ซึ่งมีรูปร่างต่างกันไปแต่โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นกล่องทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างภายใน 1 เซนติเมตรซึ่งค่านี้จะเป็นการระยะทางเดินของแสงที่ผ่านเข้าไปในตัวอย่างตามกฎของ BeerLambert เครื่อง UVVis Spectrometer บางรุ่นสามารถใช้หลอดทดลองเป็น Cuvettes ได้แต่ Cuvettes ที่ดีที่สุดนั้นทำมาจากควอตซ์ที่มีคุณภาพสูงสำหรับ Cuvettes ที่ทำจากแก้วหรือพลาสติกนั้นก็เป็นที่นิยมใช้กันทั่วไปแต่สามารถใช้ได้เฉพาะในช่วงแสงขาวเท่านั้นเพราะแก้วและพลาสติกดูดกลืนแสงในช่วงรังสียูวีแสงในส่วนที่ไม่ถูกดูดกลืนจะเดินทางผ่านตัวอย่างมาถึงเครื่องตรวจวัดสำหรับเครื่องตรวจวัดที่นิยมใช้ได้แก่ PMT Photomultiplier Tube Diode Arrays และ CCDs Charge Coupled Devices เครื่องจะทำการบันทึกค่าความยาวคลื่นร่วมกับค่ามุมของแต่ละความยาวคลื่นที่เกิดการดูดกลืนผลของสเปคตรัมที่ได้จะแสดงในรูปของกราฟระหว่างค่า Absorbance และค่าความยาวคลื่นเครื่อง UVVis Spectrometer สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบคือ 51 แบบลำแสงเดี่ยวและแบบลำแสงคู่สำหรับเครื่องแบบลำแสงเดี่ยวเป็นเครื่องที่ใช้ลำแสงเดี่ยวจากแหล่งกำเนิดผ่านไปยังตัวอย่างเครื่องมือนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกและมีราคาไม่แพงมากนัก 52 แบบลำแสงคู่เป็น 2 ลำก่อนที่จะไปตกลงบนตัวอย่างโดยแสงส่วนหนึ่งจะใช้เป็นลำแสงอ้างอิง

ในรูปของกราฟระหว่างค่า Absorbance และค่าความยาวคลื่นเครื่อง UVVisible Spectrophotometer สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบคือระบบลำแสงเดี่ยวและระบบลำแสงคู่สำหรับเครื่องระบบลำแสงเดี่ยวเป็นเครื่องที่ใช้ลำแสงเดี่ยวจากแหล่งกำเนิดผ่านไปยังตัวอย่างเครื่องมือนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกและมีราคาไม่แพงมากนักสำหรับเครื่องระบบลำแสงคู่เป็น 2 ลำก่อนที่จะไปตกลงบนตัวอย่างโดยแสงส่วนหนึ่งจะใช้

ใช้ได้เฉพาะในช่วงแสงขาวเท่านั้นเพราะแก้วและพลาสติกดูดกลืนแสงในช่วงรังสียูวีแสงในส่วนที่ไม่ถูกดูดกลืนจะเดินทางผ่านตัวอย่างมาถึงเครื่องตรวจวัดสำหรับเครื่องตรวจวัดที่นิยมใช้ได้แก่ PMT Photomultiplier Tube Diode Arrays และ CCDs Charge Coupled Devices เครื่องจะทำการบันทึกค่าความยาวคลื่นร่วมกับค่ามุมของแต่ละความยาวคลื่นที่เกิดการดูดกลืนผลของสเปคตรัมที่ได้จะแสดงในรูปของกราฟระหว่างค่า Absorbance และค่าความยาวคลื่นเครื่อง UVVis Spectrometer สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบคือ 51 แบบลำแสงเดี่ยวและแบบลำแสงคู่สำหรับเครื่องแบบลำแสงเดี่ยวเป็นเครื่องที่ใช้ลำแสงเดี่ยวจากแหล่งกำเนิดผ่านไปยังตัวอย่างเครื่องมือนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกและมีราคาไม่แพงมากนัก 52 แบบลำแสงคู่เป็น 2 ลำก่อนที่จะไปตกลงบนตัวอย่างโดยแสงส่วนหนึ่งจะใช้เป็นลำแสงอ้างอิงและอีกส่วนหนึ่งจะผ่านไปยังตัวอย่างเครื่องมือที่เป็นแบบลำแสงคู่บางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัด 2 ตัวเพื่อที่จะตรวจวัดแสงอ้างอิงและแสงที่มาจากตัวอย่างได้พร้อมกันแต่ในบางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัดเพียงตัวเดียวโดยแสงทั้งสองลำจะผ่านตัว Beam Chopper ซึ่งจะทำหน้าที่กักแสงลำหนึ่งไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเครื่องตรวจวัดจึงสามารถตรวจวัดความแตกต่างของแสงทั้งสองลำได้ระเบียบวิธีวิจัยการศึกษาเรื่องการประมาณอายุของคราบเลือดด้วย UVVisible Spectrometer เป็นการศึกษาวิจัยเชิงทดลอง Experimental Research ซึ่งทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของฮีโมโกลบินจากคราบเลือดโดยการวัดค่าการดูดกลืนแสงจากเครื่อง UVVisible Spectrometer

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

เป็นลำแสงอ้างอิงในขณะที่อีกลำแสงจะผ่านไปยังตัวอย่างเครื่องมือที่เป็นแบบ
ลำแสงคู่บางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัด 2 ตัวเพื่อที่จะตรวจวัดลำแสงอ้างอิงและ
ลำแสงที่มาจากตัวอย่างได้พร้อมกันแต่ในบางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัดเพียงตัว
เดียวโดยแสงทั้งสองลำจะผ่านตัวตัดแสง Beam Chopper ซึ่งจะทำหน้าที่กัก
ลำแสงหนึ่งไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเครื่องตรวจวัดจึงสามารถตรวจวัดความแตก
ต่างของแสงทั้งสอง

ความยาวคลื่นที่เกิดการดูดกลืนผลของสเปคตรัมที่ว่าจะแสดงในรูปของกราฟ
ระหว่างค่า Absorbance และค่าความยาวคลื่นเครื่อง UVVis Spectrometer
สามารถแบ่งได้เป็น 2 ระบบคือ 51 แบบลำแสงเดี่ยวและแบบลำแสงคู่สำหรับ
เครื่องแบบลำแสงเดี่ยวเป็นเครื่องที่ใช้ลำแสงเดี่ยวจากแหล่งกำเนิดผ่านไปยัง
ตัวอย่างเครื่องมือนี้ได้รับการออกแบบให้สามารถใช้งานได้ง่ายสะดวกและมี
ราคาไม่แพงมากนัก 52 แบบลำแสงคู่หนึ่งแสงจะถูกแยกออกเป็น 2 ลำก่อนที่จะ
ไปตกลงบนตัวอย่างโดยแสงลำหนึ่งจะใช้เป็นลำแสงอ้างอิงขณะที่อีกลำจะผ่าน
ไปยังตัวอย่างเครื่องมือที่เป็นแบบลำแสงคู่บางรุ่นจะมีเครื่องตรวจวัด 2 ตัวเพื่อที่
จะตรวจวัดแสงอ้างอิงและแสงที่มาจากตัวอย่างได้พร้อมกันแต่ในบางรุ่นจะมี
เครื่องตรวจวัดเพียงตัวเดียวโดยแสงทั้งสองลำจะผ่านตัว Beam Chopper ซึ่ง
จะทำหน้าที่กักแสงลำหนึ่งไว้ในช่วงระยะเวลาหนึ่งเครื่องตรวจวัดจึงสามารถ
ตรวจวัดความแตกต่างของแสงทั้งสองลำได้ระเบียบวิธีวิจัยการศึกษาเรื่องการ
ประมาณอายุของคราบเลือดด้วย UVVisible Spectrometer เป็นการศึกษา
วิจัยเชิงทดลอง Experimental Research ซึ่งทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลง
ของฮีโมโกลบินจากคราบเลือดโดยทำการวัดค่าการดูดกลืนแสงจากเครื่อง
UVVisible Spectrometer ที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรมีที่ 14 ฉบับที่ 2
ประจำเดือนพฤษภาคมสิงหาคม 2561 223 โดยคราบเลือดที่ทำการวิเคราะห์
ประกอบด้วยคราบเลือดบนพื้นที่ผิวที่แตกต่างกันทั้งหมด 4 ชนิดได้แก่กระดาษ
กระดาษ 80 แกรมผ้า cotton 100 และไม้ขีด

สกัดดอกอัญชันมีการเปลี่ยนแปลงเจดสีในสารละลายที่มีค่าพีเอชที่แตกต่างกัน
สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์ธรรมชาติได้การเปลี่ยนแปลงเจดสีนี้
ขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเบสของสารที่นำมาทำปฏิกิริยากับสารสกัดดอกอัญชัน
สามารถระบุได้ดังต่อไปนี้เปลี่ยนเป็นสีแดงที่พีเอช 12 สีม่วงที่พีเอช 34 สีน้ำเงินที่
พีเอช 58 สีน้ำตาลที่พีเอช 911 และสีเหลืองที่พีเอชมากกว่า 12 งาน

Rajabhat J Sci Humanit Soc Sci 16 2 156166 2015 การใช้สารสกัดจาก
ดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรดเบสเจลินทรทงพูนและปิยะ
วัฒน์ไกรสรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
corresponding author email cthongpoon gmailcom มทคดียังงานวิจัย
นี้ได้มาสารสกัดจากดอกอัญชัน Clitoria ternatea L โดยมีนำเป็นตัวทาลละลาย
มาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์กรดเบสสารสกัดดอกอัญชันมีการเปลี่ยนแปลง
เจดสีในสารละลายที่มีค่าพีเอชที่แตกต่างกันและสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็น
อินดิเคเตอร์ธรรมชาติได้การเปลี่ยนแปลงเจดสีขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเบสของ
สารที่นำมาทำปฏิกิริยากับสารสกัดดอกอัญชันสามารถระบุได้ดังต่อไปนี้เปลี่ยน
เป็นสีแดงที่พีเอช 12 สีม่วงที่พีเอช 34 น้ำเงินที่พีเอช 58 สีน้ำตาลที่พีเอช 911 และสี
เหลืองที่พีเอชมากกว่า 12 งานวิจัยนี้ได้มาสารสกัดจากดอกอัญชันมาประยุกต์
ใช้เป็นอินดิเคเตอร์กรดเบสในกระบวนการไทเทรตกรดเบสประกอบไปด้วยการ
ไทเทรตกรดแก่เบสแก่การไทเทรตกรดแก่เบสอ่อนการไทเทรตกรดอ่อนเบสแก่
และการไทเทรตกรดอ่อนเบสอ่อนผลที่ได้พบว่าสารสกัดดอกอัญชันสามารถ
ประยุกต์ใช้กับการไทเทรตได้ทุกประเภทในการวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับ
การใช้อินดิเคเตอร์สังเคราะห์ได้แก่ฟีนอล์ฟทาลีนเมธิลเรดและโบโมไทมอลบลู
พบว่าอินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่สกัดจากดอกอัญชันมีคุณสมบัติที่ดีและสามารถนำ
มาใช้แทนที่กรดเบสอินดิเคเต

วิจัยนี้ได้มาสารสกัดจากดอกอัญชันมาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์กรดเบสใน
กระบวนการไทเทรตกรดเบสประกอบไปด้วยการไทเทรตกรดแก่เบสแก่การ
ไทเทรตกรดอ่อนเบสอ่อนการไทเทรตกรดอ่อนเบสแก่และการไทเทรตกรดแก่
เบสอ่อนผลที่ได้พบว่าสารสกัดอัญชันสามารถประยุกต์ใช้กับการไทเทรตได้ทุก
ประเภทในการวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับอินดิเคเตอร์สังเคราะห์ได้แก่ฟีนอล์ฟ
ทาลีนเมธิลเรดและโบโมไทมอลบลูพบว่าอินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่สกัดได้

Rajabhat J Sci Humanit Soc Sci 16 2 156166 2015 การใช้สารสกัดจาก
ดอกอัญชันเป็นอินดิเคเตอร์ในการไทเทรตกรดเบสเจลินทรทงพูนและปิยะ
วัฒน์ไกรสรคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
corresponding author email cthongpoon gmailcom มทคดียังงานวิจัย
นี้ได้มาสารสกัดจากดอกอัญชัน Clitoria ternatea L โดยมีนำเป็นตัวทาลละลาย
มาประยุกต์ใช้เป็นอินดิเคเตอร์กรดเบสสารสกัดดอกอัญชันมีการเปลี่ยนแปลง
เจดสีในสารละลายที่มีค่าพีเอชที่แตกต่างกันและสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็น
อินดิเคเตอร์ธรรมชาติได้การเปลี่ยนแปลงเจดสีขึ้นอยู่กับความเป็นกรดเบสของ
สารที่นำมาทำปฏิกิริยากับสารสกัดดอกอัญชันสามารถระบุได้ดังต่อไปนี้เปลี่ยน
เป็นสีแดงที่พีเอช 12 สีม่วงที่พีเอช 34 น้ำเงินที่พีเอช 58 สีน้ำตาลที่พีเอช 911 และสี
เหลืองที่พีเอชมากกว่า 12 งานวิจัยนี้ได้มาสารสกัดจากดอกอัญชันมาประยุกต์
ใช้เป็นอินดิเคเตอร์กรดเบสในกระบวนการไทเทรตกรดเบสประกอบไปด้วยการ
ไทเทรตกรดแก่เบสแก่การไทเทรตกรดแก่เบสอ่อนการไทเทรตกรดอ่อนเบสแก่
และการไทเทรตกรดอ่อนเบสอ่อนผลที่ได้พบว่าสารสกัดดอกอัญชันสามารถ
ประยุกต์ใช้กับการไทเทรตได้ทุกประเภทในการวิจัยได้ทำการเปรียบเทียบกับ
การใช้อินดิเคเตอร์สังเคราะห์ได้แก่ฟีนอล์ฟทาลีนเมธิลเรดและโบโมไทมอลบลู
พบว่าอินดิเคเตอร์ธรรมชาติที่สกัดจากดอกอัญชันมีคุณสมบัติที่ดีและสามารถนำ
มาใช้แทนที่กรดเบสอินดิเคเตอร์สังเคราะห์สำหรับการไทเทรตกรดเบสได้
นอกจากนี้ยังมีราคาถูกเตรียมสารสกัดได้ง่ายและมีมิตรกับสิ่งแวดล้อม
ค่าสำคัญสารสกัดจากดอกอัญชันอินดิเค

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

14 ตารางที่ 26 เจดสีของสารสกัดอัญชันในช่วงพีเอช 1 ถึงพีเอช 14 พิมพ์อยู่ 2557 การเปลี่ยนแปลงเจดสีของแอนโทไซยานินที่มีสารสกัดดอกอัญชันเกิดจากการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซี OH และหมู่เมทอกซี OCH3 ของวงแหวนฟลิวเวียม flavylum ring แอนโทไซยานินเกิดสีที่แตกต่างกันคือเมื่อมีการเพิ่มจำนวนของหมู่ไฮดรอกซีจะทำให้เกิดเจดสีน้ำเงิน Bluish shade ส่วนการเพิ่มจำนวนของหมู่

สีของสารสกัดดอกอัญชันในสภาพสารละลายกรดเบส 2 ความเป็นอินดิเคเตอร์กรดเบสของสารสกัดดอกอัญชันผลการทดสอบความเป็นอินดิเคเตอร์กรดเบสของสารสกัดดอกอัญชันทำการปรับค่าพีเอชของสารสกัดจากดอกอัญชันในช่วงพีเอช 114 และใช้เครื่องวัดพีเอชเป็นตัวตรวจวัดในการวิจัยได้ปรับค่าพีเอชของสารสกัดโดยใช้กรดไฮโดรคลอริก 10 M กรดอะซิติก 05 M แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 05 M และโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 M แล้วทำการเปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพโดยสังเกตการเปลี่ยนแปลงเจดสีของสารสกัดดอกอัญชันที่ได้จากการปรับค่าพีเอชแล้วตารางที่ 2 พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงสีของสารสกัดจากดอกอัญชันตั้งนี้คือเปลี่ยนเป็นสีแดงที่พีเอช 12 สีม่วงที่พีเอช 34 น้ำเงินที่พีเอช 58 สีน้ำตาลที่พีเอช 911 และสีเหลืองที่พีเอชมากกว่า 12 ตารางที่ 2 เจดสีของสารสกัดดอกอัญชันในช่วงพีเอช 1 ถึงพีเอช 14 สารสกัดดอกอัญชันสารละลายที่ปรับค่าพีเอช pH pH สีของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 10 M 1 แดง 2 ชมพู 3 ม่วง 4 น้ำเงินอมม่วงกรดอะซิติก 05 M 5 น้ำเงินอ่อน 6 น้ำเงิน 7 น้ำเงิน 8 น้ำเงินเข้มแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 05 M 9 น้ำตาลเข้ม 10 น้ำตาล 11 น้ำตาลอ่อนโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 M 12 เหลืองอ่อน 13 เหลืองเข้ม 14 ขาว Rajabhat J Sci Humanit Soc Sci 16 2 156166 2015 การเปลี่ยนแปลงเจดสีของแอนโทไซยานินที่มีในสารสกัดดอกอัญชันเกิดจากการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซี OH และหมู่เมทอกซี

เมทอกซีจะทำให้เกิดสีแดง Redness รูปที่ 210 การเปลี่ยนแปลงสีของสารแอนโทไซยานินในสภาพกรดเบสน้ำยาและคณะหมปศึกษาการสกัดแยกแอนโทไซยานินจากส้มดอกอัญชันสีน้ำเงินงานวิจัยนี้ศึกษาเปรียบเทียบการสกัดแยกแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสีน้ำเงินโดยวัดปริมาณแอนโทไซยานินรวมใช้วิธีการของ AOAC และตรวจสอบเชิงคุณภาพโดยใช้คอลัมน์โครมาโตกราฟีเหลว

ของดวงตา 8 ในด้านอุตสาหกรรมอาหารได้นำมาใช้เป็นสีผสมอาหารจากธรรมชาติสารบ่งบอกความสดของอาหารโดยเกิดการเปลี่ยนแปลงของสีของบรรจุภัณฑ์อาหารเมื่อถูกกระตุ้นด้วยกรดเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นเบสหรือ pH มากกว่า 11 จะทำให้แอนโทไซยานินเป็นสีน้ำเงินเข้มและเมื่ออยู่ในสภาวะที่เป็นกรดสูงหรือ pH ต่ำกว่า 3 จะทำให้แอนโทไซยานินมีสีแดง 9 แอนโทไซยานินเป็นสารสกัดที่มีเสถียรภาพต่ำสามารถย่อยสลายได้ง่ายโดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการย่อยสลายของสารแอนโทไซยานินเช่นค่า pH อุณหภูมิในการเก็บรักษาแสง ออกซิเจนและสารละลายเป็นต้น 10 จากงานวิจัยของ Musso และคณะ 11 ศึกษาการเติมสารบ่งชี้ pH เมทิลออเรนจีนิวเทรลและโบรมิเนลซัลฟอนีนในฟิล์มเจลลาตินพบว่าสารบ่งชี้ pH ผสมเป็นเนื้อเดียวกันกับฟิล์มเจลลาตินเพิ่มคุณสมบัติทางกลและลดค่าการละลายน้ำจากงานวิจัยของ Makasana และคณะ 12 ศึกษาการสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันโดยใช้สารละลายที่ต่างกันพบว่าได้ประสิทธิภาพการสกัดมากที่สุดโดยเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและราคาถูกจากงานวิจัยของ Santos และคณะ 13 ศึกษาการสกัดแอนโทไซยานินร้อยละผลได้และปริมาณสารประกอบฟีนอลจากลูกหว้าด้วยการสกัดด้วยวิธีต่างกันคือ Ultrasound Assisted Extraction UAE Agitated Bed Extraction และ Soxhlet Extraction พบว่าการสกัดด้วยวิธี UAE ได้ปริมาณแอนโทไซยานิน

ที่มีสีม่วงน้ำเงินแดงโดยคุณสมบัติที่อย่างหนึ่งของสารแอนโทไซยานินคือมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระนอกจากนี้สารแอนโทไซยานินยังมีคุณสมบัติเป็นอินดิเคเตอร์กรดตามธรรมชาตินอกจากนี้จากโครงสร้างของสารกลุ่มนี้ทำให้มีความสามารถในการจับกับโลหะอีกด้วยจากคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้นทำให้มีการประยุกต์นำสารกลุ่มแอนโทไซยานินไปใช้งานอย่างกว้างขวาง 252 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเกิดสาร

ที่มีอยู่ในข้าวโพดโดยงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงเพื่อให้ได้พันธุ์ข้าวโพดที่มีปริมาณสารแอนโทไซยานินที่สูงขึ้นมากกว่าการมุ่งเน้นศึกษาฤทธิ์ของสารแอนโทไซยานินที่มีอยู่ในข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วง นอกจากนี้จากการค้นคว้าไม่พบรายงาน 50 วารสารวิจัยชาฎพระนครสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปีที่ 14 ฉบับที่ 1 มกราคมมิถุนายน 2562 วิจัยที่ทำการศึกษากฎฐิติในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากส่วนของช่ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงตั้งนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะสกัดสารแอนโทไซยานินจากช่ข้าวโพดข้าวเหนียวสีม่วงโดยการนำเทคนิคอัลตราโซนิคมาใช้ร่วมกับการสกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์เพื่อให้ได้สารสกัดแอนโทไซยานินในปริมาณมากขึ้นโดยสารที่สกัดได้จะถูกนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสารแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH differential method รวมถึงการทดสอบฤทธิ์ในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย 2 ชนิดได้แก่ Escherichia coli และ Staphylococcus aureus และฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของสารแอนโทไซยานินที่สกัดได้ผลจากการศึกษาจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการพัฒนาในขั้นสูงเพื่อใช้สารแอนโทไซยานินเป็นสารออกฤทธิ์บรรเทาหรือกักเก็บไว้ในวัสดุแผ่นฟิล์มเซพอลิเมอร์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นแผ่นปิดแผลหรือแผ่นฟิล์มสำหรับฆ่าเชื้อเป็นต้นวิธีการวิจัย 1 สารเคมีอาหารเลี้ยงเชื้อ Mueller Hinton MH CRITERION™ USA 2 2diphenyl1 picrylhydrazyl DPPH Aldrich USA 2 4

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

เชิงซ้อนระหว่างโลหะกับแอนโทไซยานินเคซีน 2562 ศึกษาการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ไอออนด้วยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดธรรมชาติโดยใช้สมาร์ตโฟนงานวิจัยนี้ได้พัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III โดยอาศัยหลักการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงโดยใช้ภาพถ่ายจากสมาร์ตโฟนและตรวจวัดค่าความเข้มสีในระบบ RGB ด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop CS6 จากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการ

ตั้งนั้นการพัฒนาวิธีวิเคราะห์ปริมาณของธาตุเหล็กที่มีความถูกต้องและรวดเร็วจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งทั้งในระบบการควบคุมคุณภาพของอาหารยาเสริมธาตุเหล็กหรือแม้กระทั่งการวิเคราะห์เหล็กในระบบการดูแลสุขภาพของมนุษย์เองและด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III โดยอาศัยปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่เตรียมขึ้นได้เองจากห้องปฏิบัติการจัดเป็นสารสกัดธรรมชาติที่มีราคาถูกและปลอดภัยโดยใช้สมาร์ตโฟนเป็นอุปกรณ์ตรวจวัดซึ่งสามารถนำภาพถ่ายที่ได้จากสมาร์ตโฟนมาวิเคราะห์ในระบบค่าความเข้มสีแดงเขียวและน้ำเงินด้วยโปรแกรมประมวลผลภาพ Adobe Photoshop CS6 โดยเทคนิคที่พัฒนาขึ้นมาเป็นเทคนิคที่มีความปลอดภัยสูงอีกทั้งยังวิเคราะห์ปริมาณได้อย่างถูกต้องแม่นยำสะดวกรวดเร็วและมีราคาถูกนอกจากนี้ยังสามารถนำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นอุปกรณ์ต้นแบบให้กับหน่วยงานที่ขาดแคลนเครื่องมืออีกทางหนึ่งด้วยปีที่ 28 ฉบับที่ 8 สิงหาคม 2563 วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1375 2 อุปกรณ์และวิธีการ 21 อุปกรณ์และสารเคมีสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัยต่อไปนี้เป็นกรณีวิเคราะห์ ARgrade โดยเฟอริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต Merck Germany ใช้สำหรับการเตรียมสารละลายมาตรฐานเหล็ก III ในตัวทำละลายกรดไนตริก QRec New Zealand เข้มข้น 001 โมลาร์สารละลายบัฟเฟอร์พีเอช 4 เตรียมจากกรดอะซิติก Qrec New Zealand และโซเดียมอะซิเตท Ajax Finechem New Zealand ซึ่งสารเคมีดังกล่าวเตรียมด้วยน้ำกลั่น

ได้ด้วยตาเปล่าและตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเทคนิคยูวีวิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรีโดยการศึกษาความจำเพาะของการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดงและไอออนโลหะชนิดต่างๆซึ่งจากการสังเกตพบว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากกระเจี๊ยบแดงสามารถเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 5 ได้จัดรูปที่ 212 กซึ่งใช้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 500 นา

Figure 5 Molecular structure of cyanidin 22 เมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดผงกะหล่ำปลีม่วงโดยการเตรียมใหม่ทุกครั้งเปรียบเทียบกับกรณีเตรียมแล้วแช่ในตู้เย็นพบว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารแอนโทไซยานินที่ได้จากการเตรียมทั้ง 2 แบบไม่แตกต่างกันมากนักดัง Figure 4 b ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากผงกะหล่ำปลีม่วงนั้นมีความเสถียรจนถึงระยะเวลา 25 วันอย่างไรก็ตามเมื่อเก็บสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการเตรียมแล้วแช่ในตู้เย็นมากกว่า 25 วันพบว่าสารสกัดแอนโทไซยานินเริ่มมีสภาพที่เปลี่ยนไปคือมีตะกอนและสารละลายแยกชั้นโดยชั้นบนมีสีจางลงอีกทั้งสารสกัดดังกล่าวเริ่มมีกลิ่นเหม็นดังนั้นในการทดลองจึงใช้วิธีการสกัดสารจากผงกะหล่ำปลีม่วงด้วยการเตรียมใหม่ทุกครั้ง a b ปีที่ 28 ฉบับที่ 8 สิงหาคม 2563 วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1379 32 ปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยยูวีวิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี 321 ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนไปดังในรูปที่ 6a

17 กขรูปที่ 213 การเปลี่ยนแปลงสีและขสเปกตรัมจากเทคนิคยูวีวิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรีของผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างโลหะต่างๆและสารสกัดแอนโทไซยานินจากกระเจี๊ยบแดงรวิวรรตวิธานยานและคณะ 2560

และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยยูวีวิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี 321 ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัด

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

บดละเอียดด้วยโกรงบดจากนั้นแยกขนาดด้วยตะแกรงร่อนเก็บผงอัญชัน
สีน้ำเงินไว้ในเตชิตเตอร์เพื่อนำไปศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อไป 322 การเตรียม
สารสกัดอัญชันซึ่งผงอัญชันหนัก 1000x กรัมแช่น้ำกลั่นปริมาตร 50
มิลลิลิตรแล้วเขย่าเป็นเวลา 15 นาทีด้วยเครื่องเขย่าด้วยความเร็วรอบ 120 รอบ
ต่อนาทีกรองสารละลายด้วยเครื่องกรองแบบลดความดันนำสารละลายที่กรอง
ได้วัดค่าการดูดแสงที่ 400800 นาโนเมตรและวัดค่าพีเอชบันทึกผลเพื่อ

Thermo Scientific Germany กะหล่ำปลีม่วงที่ใช้เป็นรีเอเจนต์ธรรมชาติซึ่ง
ชื่อจากตลาดสดทั่วไปในตำบลแสนสุขอำเภอบางแสนจังหวัดชลบุรีและสมารถ
โฟนที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ Vivo รุ่น Vivo V5 Plus 22 การเตรียมสารสกัดแอนโท
ไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงนำกะหล่ำปลีม่วงมาล้างด้วยสารละลายโซเดียม
ไฮโดรเจนคาร์บอเนตเข้มข้น 02 w v โดยแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาทีแล้วล้าง
ออกด้วยน้ำกลั่นบดหยาบแล้วนำไปส่งลงจากนั้นบดละเอียดแล้วนำไปอบในตู้
อบจนกระทั่งน้ำหนักผงกะหล่ำปลีม่วงคงที่ทิ้งให้เย็นในเตชิตเตอร์แล้วบด
ละเอียดอีกครั้งด้วยเครื่องบดรุ่น HR1845 Philips จากนั้นแยกขนาดด้วย
ตะแกรงร่อน 25 mesh เก็บผงกะหล่ำปลีม่วงที่ได้ไว้ในเตชิตเตอร์เพื่อนำไปใช้
ต่อไป 20 สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผง
กะหล่ำปลีม่วงวิจัยที่ศึกษาได้แก่ชนิดของตัวทำละลายและความเสถียรของ
สารสกัดซึ่งชนิดของตัวทำละลายที่เหมาะสมทดลองโดยซึ่งผงแอนโทไซยานิน
หนัก 02000 กรัมละลายในตัวทำละลายน้ำและเอทานอลความเข้มข้นต่างๆแล้ว
เขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 15 นาทีจากนั้นกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรอง
Whatman No 1 แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวีวิ
เบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์รุ่น Specord 210 plus บริษัท Analytik Jena และ
สำหรับความเสถียรของสารสกัดศึกษาโดยการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสง
ระหว่างสารสกัดใหม่จากผงกะหล่ำปลีม่วงและสารสกัดที่เตรียมจากผงกะหล่ำ
ปลีม่วงแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียสโดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสง
ทุกๆ 2 วันจนครบ 1 เดือน 23 ปฏิบัติการเกิดสารเชิงซ้อนเตรียมสารละลาย

20 ด้วยอุณหภูมิห้องแล้วทำการบดละเอียดด้วยโกรงบดจากนั้นแยกขนาด
ด้วยตะแกรงร่อนเก็บผงกะหล่ำปลีม่วงไว้ในเตชิตเตอร์เพื่อนำไปศึกษาสภาวะที่
เหมาะสมต่อไป 324 เตรียมสารสกัดกะหล่ำปลีม่วงซึ่งผงกะหล่ำปลีหนัก 1000x
กรัมแช่น้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตรแล้วเขย่าเป็นเวลา 15 นาทีด้วยเครื่อง
เขย่าด้วยความเร็วรอบ 120 รอบต่อนาทีกรองสารละลายด้วยเครื่องกรองแบบ
ลดความดันนำสารละลายที่กรองได้วัดค่าการดูดแสงที่ 400800 นาโนเมตรและ

วิจัยนี้คือ Vivo รุ่น Vivo V5 Plus 22 การเตรียมสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะ
หล่ำปลีม่วงนำกะหล่ำปลีม่วงมาล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโดรเจน
คาร์บอเนตเข้มข้น 02 w v โดยแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 15 นาทีแล้วล้างออกด้วยน้ำ
กลั่นบดหยาบแล้วนำไปส่งลงจากนั้นบดละเอียดแล้วนำไปอบในตู้อบจนกระทั่ง
น้ำหนักผงกะหล่ำปลีม่วงคงที่ทิ้งให้เย็นในเตชิตเตอร์แล้วบดละเอียดครั้ง
ด้วยเครื่องบดรุ่น HR1845 Philips จากนั้นแยกขนาดด้วยตะแกรงร่อน 25
mesh เก็บผงกะหล่ำปลีม่วงที่ได้ไว้ในเตชิตเตอร์เพื่อนำไปใช้ต่อไป 20
สำหรับสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วง
วิจัยที่ศึกษาได้แก่ชนิดของตัวทำละลายและความเสถียรของสารสกัดซึ่งชนิด
ของตัวทำละลายที่เหมาะสมทดลองโดยซึ่งผงแอนโทไซยานินหนัก 02000
กรัมละลายในตัวทำละลายน้ำและเอทานอลความเข้มข้นต่างๆแล้วเขย่าด้วย
เครื่องเขย่าเป็นเวลา 15 นาทีจากนั้นกรองสารสกัดด้วยกระดาษกรอง
Whatman No 1 แล้วนำสารสกัดที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวีวิ
เบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์รุ่น Specord 210 plus บริษัท Analytik Jena และ
สำหรับความเสถียรของสารสกัดศึกษาโดยการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสง
ระหว่างสารสกัดใหม่จากผงกะหล่ำปลีม่วงและสารสกัดที่เตรียมจากผงกะหล่ำ
ปลีม่วงแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียสโดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสง
ทุกๆ 2 วันจนครบ 1 เดือน 23 ปฏิบัติการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และ
สารสกัดแอนโทไซยานินวิเคราะห์ด้วยเทคนิคยูวีวิเบิลสเปกโทรโฟโตเมตรี
231 ความจำเพาะเจาะจงของปฏิบัติการเกิดสารเชิงซ้อนเตรียมสารละลาย
ไอออนโลหะ

กล่าวโดยเตรียมสารสกัดใหม่จากผงอัญชันและสารสกัดที่เตรียมจากผง
อัญชันแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียสโดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงทุก
4 วันจนครบ 1 เดือน 30 วัน 332 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ไอออนโดย
อาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานิน 1 เทคนิคสเปกโทรโฟ
โตเมตรี

สเปกโทรโฟโตมิเตอร์รุ่น Specord 210 plus บริษัท Analytik Jena และ
สำหรับความเสถียรของสารสกัดศึกษาโดยการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสง
ระหว่างสารสกัดใหม่จากผงกะหล่ำปลีม่วงและสารสกัดที่เตรียมจากผงกะหล่ำ
ปลีม่วงแล้วเก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียสโดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสง
ทุกๆ 2 วันจนครบ 1 เดือน 23 ปฏิบัติการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และ
สารสกัดแอนโทไซยานินวิเคราะห์ด้วยเทคนิคยูวีวิเบิลสเปกโทรโฟโตเมตรี
231 ความจำเพาะเจาะจงของปฏิบัติการเกิดสารเชิงซ้อนเตรียมสารละลาย
ไอออนโลหะชนิดต่างๆได้แก่แคดเมียม II สังกะสี II ทองแดง II ตะกั่ว II นิกเกิล II
เหล็ก II และเหล็ก III เข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์จากนั้นนำสารละลายโลหะ
แต่ละชนิดปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 5 มิลลิลิตรเติมสาร
สกัดแอนโทไซยานินปริมาตร 1 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลาย
บัฟเฟอร์อะซิเตดความเข้มข้น 01 โมลาร์พีเอช 4 นำสารละลายดังกล่าวไปวัด
ค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวีวิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ 232 ความเสถียร
ของสาร

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

22 ตรวจสอบด้วยแอนโทไซยานินจากผงอัณูขั้นปีเปตต์สารละลายไอออนเหล็ก III ที่เตรียมจากข้อ 327 มา 3 มิลลิกรัมใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิกรัมแล้วเติมสารสกัดแอนโทไซยานินปริมาตร 3 มิลลิกรัมปรับปริมาตรด้วยบัฟเฟอร์อะซิเตตจากนั้นตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 400800 นาโนเมตรบันทึกผลการวิเคราะห์ตรวจวัดด้วยแอนโทไซยานินจาก

ผงกะหล่ำปลีม่วงปีเปตต์สารละลายไอออนเหล็ก III ที่เตรียมจากข้อ 327 มา 3 มิลลิกรัมใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 10 มิลลิกรัมแล้วเติมสารสกัดแอนโทไซยานินปริมาตร 3 มิลลิกรัมปรับปริมาตรด้วยบัฟเฟอร์อะซิเตตจากนั้นตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 400800 นาโนเมตรบันทึกผลการวิเคราะห์ 2 เทคนิคการตรวจวัดด้วยค่าผลการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 กและขแล้วตรวจวัดด้วย

ดาเปล่า 333 ศึกษาความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนทำการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 1 กโดยปรับเปลี่ยนชนิดไอออนโลหะจากไอออนเหล็ก III เป็นไอออนโลหะดังต่อไปนี้สังกะสี II และทองแดง II ที่เตรียมจากข้อ 3210 ที่ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 400800 นาโนเมตรด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

ความจำเพาะเจาะจงของปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนเตรียมสารละลายไอออนโลหะชนิดต่างๆได้แก่แคดเมียม II สังกะสี II ทองแดง II ตะกั่ว II นิกเกิล II เหล็ก II และเหล็ก III เข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์จากนั้นนำสารละลายโลหะแต่ละชนิดปริมาตร 1 มิลลิกรัมลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 5 มิลลิกรัมเติมสารสกัดแอนโทไซยานินปริมาตร 1 มิลลิกรัมแล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตตความเข้มข้น 01 โมลาร์พีเอช 4 นำสารละลายดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 232 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนนำสารละลายเหล็ก III เข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์แล้วการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 231 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนดังกล่าวทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาที 24 ความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟน Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1376 241 เทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรีนำสารละลายมาตรฐานเหล็ก III ที่ความเข้มข้นต่างๆปริมาตร 1 มิลลิกรัมมาใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 5 มิลลิกรัมเติมสารสกัดแอนโทไซยานินปริมาตร 1 มิลลิกรัมแล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตตความเข้มข้น 01 โมลาร์พีเอช 4 นำสารละลายดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 242

เชิงซ้อนนำสารละลายเหล็ก III เข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์แล้วการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 231 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนดังกล่าวทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาที 24 ความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟน Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1376 241 เทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรีนำสารละลายมาตรฐานเหล็ก III ที่ความเข้มข้นต่างๆปริมาตร 1 มิลลิกรัมมาใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 5 มิลลิกรัมเติมสารสกัดแอนโทไซยานินปริมาตร 1 มิลลิกรัมแล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตตความเข้มข้น 01 โมลาร์พีเอช 4 นำสารละลายดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 242 การวิเคราะห์ภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนทดลองเช่นเดียวกันการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรีโดยนำสารละลายดังกล่าวมาถ่ายภาพด้วยสมาร์ทโฟนการจัดตั้งอุปกรณ์ดังแสดงในรูปที่ 1 แล้วนำภาพถ่ายดังกล่าวมาประมวลผลด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop CS6 21 จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนจากทั้ง 2 ระบบเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์และภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนมาสร้างกราฟมาตรฐาน Figure 1 The device setup of the proposed method using photo analysis detected by smartphone 25 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการตรวจวัดสารเชิงซ้อนด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟน 251 ตำแหน่ง

ความเข้มข้น 01 โมลาร์พีเอช 4 นำสารละลายดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 232 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนนำสารละลายเหล็ก III เข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์แล้วการทดลองเช่นเดียวกับข้อ 231 โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนดังกล่าวทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาที 24 ความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟน Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1376 241 เทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรีนำสารละลายมาตรฐานเหล็ก III ที่ความเข้มข้นต่างๆปริมาตร 1 มิลลิกรัมมาใส่ลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 5 มิลลิกรัมเติมสารสกัดแอนโทไซยานินปริมาตร 1 มิลลิกรัมแล้วปรับปริมาตรด้วยสารละลายบัฟเฟอร์อะซิเตตความเข้มข้น 01 โมลาร์พีเอช 4 นำสารละลายดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรด้วยเครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ 242 การวิเคราะห์ภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนทดลองเช่นเดียวกันการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโตรโฟโตเมทรีโดยนำสารละลายดังกล่าวมาถ่ายภาพด้วยสมาร์ทโฟนการจัดตั้งอุปกรณ์ดังแสดงในรูปที่ 1 แล้วนำภาพถ่ายดังกล่าวมาประมวลผลด้วยโปรแกรม Adobe Photoshop CS6 21 จากนั้นนำค่าการดูดกลืนแสงของสาร

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

23 บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผลการตรวจวัดเหล็ก III ไอออนโดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติดอกอัญชันสีน้ำเงินขึ้นตอนการศึกษาตั้งนี้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผงกลีบดอกอัญชันสีน้ำเงินศึกษาความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างแอนโทไซยานินและโลหะไอออนชนิดต่างๆศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการ

ในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาทีพบว่าปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนนั้นเกิดขึ้นได้รวดเร็ว Figure 6 a Photo and b Spectrum of the complexes occurring between metal ions 900 M and anthocyanin extract a b Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1380 และมีค่าการดูดกลืนแสงที่เปลี่ยนแปลงน้อยมากรูปที่ 7 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีความเสถียรอย่างน้อยภายในระยะเวลา 30 นาทีตั้งนั้นการศึกษานี้จึงได้เลือกระยะเวลาที่ 5 นาทีเป็นระยะเวลาในการตรวจวัดทั้งในระบบการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรีและการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากสมารท์โฟนทั้งนี้เพราะเป็นระยะเวลาที่ทดลองได้สะดวกและรวดเร็ว Figure 7 Stability study of the complexes of Fe III anthocyanin extract 323 ศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยภาพถ่ายจากสมารท์โฟนการศึกษาความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์

วิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยตาเปล่าและการวิเคราะห์เหล็ก III ในน้ำด้วยผลการทดลองเป็นดังนี้ 41 ผลการศึกษารวิเคราะห์การสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสีน้ำเงิน 411 ผลการศึกษเวลาที่เหมาะสมในการทำลายผลการศึกษาเวลาที่ละลายที่เหมาะสมโดยการใช้เวลาในการเขย่าเพื่อสกัดแอนโทไซยานินที่แตกต่างกันคือ 10 15 20 25 และ 30 นาทีแล้วหา

ให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของไอออนดิเมอร์ที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะดังสมการที่ 1 3 22 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาทีพบว่าปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนนั้นเกิดขึ้นได้รวดเร็ว Figure 6 a Photo and b Spectrum of the complexes occurring between metal ions 900 M and anthocyanin extract a b Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1380 และมีค่าการดูดกลืนแสงที่เปลี่ยนแปลงน้อยมากรูปที่ 7 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีความเสถียรอย่างน้อยภายในระยะเวลา 30 นาทีตั้งนั้นการศึกษานี้จึงได้เลือกระยะ

การเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดที่ได้โดยใช้เครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ที่ 400800 นาโนเมตรพบว่าค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารสกัดจากดอกอัญชันสีน้ำเงินคือ 620 นาโนเมตรโดยค่าการดูดกลืนแสงที่ 620 นาโนเมตรที่เวลา 10 15 20 25 และ 30 นาทีที่แสดงดังตารางที่ 41 พบว่าค่าการดูดกลืนแสงในระยะเวลาที่แตกต่างกันมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อนำไปวิเคราะห์ทาง

สกัดดอกอัญชันในช่วงพีเอช 1 ถึงพีเอช 14 สารสกัดดอกอัญชันสารละลายที่ใช่ปรับค่าพีเอช pH 5 ของสารละลายกรดไฮโดรคลอริก 10 M 1 และ 2 ชมพู 3 ม่วง 4 น้ำเงินอมม่วงกรดอะซิติก 05 M 5 น้ำเงินอ่อน 6 น้ำเงิน 7 น้ำเงิน 8 น้ำเงินเข้มแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 05 M 9 น้ำตาลเข้ม 10 น้ำตาล 11 น้ำตาลอ่อนไฮเดียมไฮดรอกไซด์ 10 M 12 เหลืองอ่อน 13 เหลืองเข้ม 14 ชาวไร Rajabhat J Sci Humanit Soc Sci 16 2 156166 2015 การเปลี่ยนแปลงเฉดสีของแอนโทไซยานินที่มีในสารสกัดดอกอัญชันเกิดจากการแทนที่ของหมู่ไฮดรอกซี OH และหมู่เมทอกซี OCH3 ของวงแหวนฟลาวีเลียม flavylium ring ทำให้แอนโทไซยานินเกิดสีที่แตกต่างกันคือเมื่อมีการเพิ่มจำนวนของหมู่ไฮดรอกซีจะทำให้เกิดเฉดสีน้ำเงิน bluish shade ส่วนการเพิ่มจำนวนของหมู่เมทอกซีจะทำให้เกิดสีแดง redness พิมพ์เพ็ญ 2557 รายละเอียดดังภาพที่ 3 ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงสีของสารแอนโทไซยานินในสภาพกรดเบส 3 เวลาที่ใช้สกัดผลการศึกษาระยะเวลาที่เหมาะสมที่ใช้สกัดสารจากดอกอัญชันทำการเปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดที่ได้โดยใช้เครื่องยูวีวิสิเบิลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์ในช่วงคลื่นวิสิเบิล 400800 นาโนเมตรพบว่าค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดของสารสกัดจากดอกอัญชันปรากฏที่ความยาวคลื่น 573 นาโนเมตรภาพที่ 4 โดยระยะเวลาที่เหมาะสมที่ใช้ในการสกัดสารจากดอกอัญชันคือ 15 นาทีส่วนเวลาที่ 30 45 และ 60 นาทีตารางที่ 3 มีค่าการดูดกลืนแสงใกล้เคียง

24 412 ผลการศึกษาตัวทำละลายที่เหมาะสมผลการศึกษาจากตัวทำละลายต่างชนิดกัน 3 ชนิดได้น้ำกลั่นเอทานอลร้อยละ 50 และเอทานอลร้อยละ 95 ที่ใช้ในการสกัดแอนโทไซยานินจากผงดอกอัญชันพบว่า น้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดแอนโทไซยานินจากผงอัญชันได้ดีที่สุดเนื่องจากมีค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 620 นาโนเมตรสูงสุดคือ 06501 เมื่อเปรียบเทียบกับ

องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีที่ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องกรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No 1 ปริมาณด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรเปิดสารละลายที่ได้มา 10 มิลลิลิตรลงในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตรเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 05 มิลลิลิตรปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 3 ผลการวิจัยและวิจารณ์ a b c Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1378 31 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงการศึกษาชนิดของตัวทำละลายและความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงพบว่า เป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารแอนโทไซยานินได้ดีที่สุดเนื่องจากให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดคือ 12268 ที่ความยาวคลื่น 545 นาโนเมตรซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงสูงสุด max เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากตัวทำละลายอื่นรูปที่ 4a ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และ Chigu rupati และคณะ 22 ทั้งนี้เพราะแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากผงกะหล่ำปลีม่วงนั้นอยู่ในรูปของไซยานิดิน cyanidin และหากพิจารณาจากสูตรโครงสร้างของไซยานิดินรูปที่ 5 แล้วจะเห็นว่า เป็นโมเลกุลที่มีสภาพขั้วค่อนข้างสูงจึงสามารถละลายในน้ำได้ดี 22 ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกน้ำกลั่นเป็นตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำ

สกัดแอนโทไซยานินผลการศึกษาความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินโดยการแยกการศึกษาออกเป็น 2 กรณีคือกรณีที่ 1 เตรียมสารสกัดผงอัญชันใหม่ทุกครั้งและกรณีที่ 2 เตรียมสารสกัดแล้วนำไปแช่ตู้เย็นไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสและเมื่อนำมาทำการดูดกลืนแสงทั้งสองกรณีมาพอลอดกราฟข

Journal 16 1 7381 2019 79 Table 1 Solution formula that use to be solvent in anthocyanin extraction Formula 6M HCl H2 O MeOH Volume ml Divisor 1 2 3 4 5 6 7 35 175 14 07 035 23 115 575 46 23 115 70 35 175 14 7 35 100 50 25 20 10 5 1 2 4 5 10 20 Source 6M HCl H2 O MeOH 7 23 70 ratio from Hughes and Smith 2007 Figure 2 Steps of anthocyanin extraction คำนแนะนำในการสกัดแอนโทไซยานินน้ำและคลอโรฟอร์มที่เติมเข้าไปในสารสกัดแอนโทไซยานินเพื่อแยกแอนโทไซยานินไม่ละลายในคลอโรฟอร์มจากคลอโรฟิลล์และเมื่อนำสารผสมจากข้อ 7 ที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงจะได้สารแยกชั้นเป็น 2 ชั้นกล่าวคือชั้นล่างคือคลอโรฟอร์มส่วนสารละลายใสชั้นบน top layer คือแอนโทไซยานินที่สกัดได้โดยปราศจากคลอโรฟิลล์ Hughes and Smith 2007 และจากการสังเกตของผู้เขียนพบว่าเมื่อเก็บสารสกัดไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นระยะเวลาอีกประมาณ 2 สัปดาห์หลังจากวัดปริมาณแอนโทไซยานินครั้งแรกแล้วนำมาวัดการดูดกลืนแสงใหม่อีกครั้งหนึ่งครั้งที่ 2

เปรียบเทียบการศึกษาความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงอัญชันระหว่างการสกัดใหม่ทุกครั้งกับการสกัดแล้วเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส 42 การวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ไอออนโดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานิน 421 ผลวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ไอออนโดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันสีน้ำเงินผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ไอออนโดยอาศัยการเกิดสาร

ของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆ ความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของไซยานิดินรูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะดังสมการที่ 1 3 22 การศึกษาชั้นแสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาทีพบว่าปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนนั้นเกิดขึ้นได้รวดเร็ว Figure 6 a Photo and b

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

สารแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตรและเมื่อนำค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตรมาพลอตกราฟมาตรฐานได้ค่ากราฟเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้นที่ 100900 ไมโครโมลาร์มีสมการเส้นตรงเท่ากับ $y = 3E05x - 00121$ และมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ r^2 เท่ากับ 0.9941 ดังภาพที่ 44

26 รูปที่ 43 ภาพถ่ายของสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับเหล็กและซสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันรูปที่ 44 กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ค่าการดูดกลืนแสงของเหล็ก III ที่ความยาวคลื่น 680 นาโนเมตร 422 ผลวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ไอออนโดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III

ไอออนโดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงพบว่าสารเชิงซ้อนสามารถวิเคราะห์หาปริมาณเหล็ก III ไอออนได้เกิดการเปลี่ยนสีเมื่อเทียบกับแบบล่งค์ดังรูปที่ 45 กและจากรูปที่ 45 ขเมื่อสังเกตจากสเปกตรัมของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 548 นาโนเมตรไม่พบค่าการดูดกลืนแสงของเหล็ก III ไอออนและพบจุดที่สเปกตรัม

00002x 00464 ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.9938 ดังในรูปที่ 8b และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนจะสังเกตเห็นว่าสีของสารละลายมีการเปลี่ยนแปลงเมื่อความเข้มข้นของเหล็ก III เพิ่มขึ้นดังในรูปที่ 8c และเมื่อพิจารณาสเปกตรัมของสารเชิงซ้อนจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงของสารเชิงซ้อนมีค่าอยู่ในช่วงของสารละลายสีแดง 630 นาโนเมตรดังนั้นในระบบการวิเคราะห์ด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนซึ่งใช้การประมวลผลภาพถ่ายจากโปรแกรม Adobe Photo shop CS6 จึงเลือกใช้การวิเคราะห์สีแดงจากระบบการวิเคราะห์สีแดงและนำเงินมาพลอตเป็นกราฟมาตรฐาน 21 โดยเป็นการพลอตระหว่างค่าการดูดกลืนแสงสีแดงและความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานเหล็ก III ซึ่งให้กราฟมาตรฐานที่ได้มีช่วงความเป็นเส้นตรงอยู่ในช่วงความเข้มข้นของเหล็ก III 100900 ไมโครโมลาร์ $y = 00001x - 00190$ ด้วยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ 0.9966 ดังในรูปที่ 8d และผลการศึกษาเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่าระบบการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนที่พัฒนาขึ้นนี้มีศักยภาพในการนำ

ยื่นมากกว่า 25 วันพบว่าสารสกัดแอนโทไซยานินเริ่มมีสภาพที่เปลี่ยนไปคือมีตะกอนและสารละลายแยกชั้นโดยชั้นบนมีสีจางลงอีกทั้งสารสกัดดังกล่าวเริ่มมีกลิ่นเหม็นดังนั้นในการทดลองนี้จึงใช้วิธีการสกัดสารจากผงกะหล่ำปลีม่วงด้วยการเตรียมใหม่ทุกครั้ง a b ปีที่ 28 ฉบับที่ 8 สิงหาคม 2563 วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1379 32 ปฏิบัติการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยยูวีวิสิเบิลสเปกโทรโฟโตเมทรี 321 ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของไซยานินรูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะดังสมการ

III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรทุก 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาทีพบว่าปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนนั้นเกิดขึ้นได้รวดเร็ว Figure 6 a Photo and b Spectrum of the complexes occurring between metal ions 900 M and anthocyanin extract a b Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1380 และมีค่าการดูดกลืนแสงที่เปลี่ยนแปลงน้อยมากรูปที่ 7 การศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีความเสถียรอย่างน้อยภายในระยะเวลา 30 นาทีดังนั้นการศึกษานี้จึงได้เลือกระยะเวลาที่ 5 นาทีเป็นระยะเวลาในการตรวจวัดทั้งในระบบการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคสเปกโทรโฟโตเมทรีและการวิเคราะห์ภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนทั้งนี้เพราะเป็นระยะเวลาที่ทดลองได้สะดวกและรวดเร็ว Figure 7 Stability study of the complexes of Fe III anthocyanin extract 323 ศึกษาความเป็นไปได้สำหรับการใช้การวิเคราะห์สารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยภาพถ่ายจากสมาร์ทโฟนการศึกษาความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III จากสารเชิงซ้อน

27 รูปที่ 45 ภาพถ่ายของสารเชิงซ้อนของแอนโทไซยานินกับเหล็กและข...

การดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจาก...

เจาะจงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันกับไอออนโลหะต่างๆผล...

ที่ 8 สิงหาคม 2563 วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1379 32 ปฏิบัติการ...

28 ขรูปที่ 47 ภาพถ่ายสีของสารเชิงซ้อนและขสเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่...

ที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิริยาระหว่างสาร...

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT

TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

นินจากะหล่ำปลีม่วงกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 เกิดการเปลี่ยนสีในขณะทีสีของสารละลายไอออนโลหะชนิดอื่นไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเทียบกับสารละลายแบบรูปที่ 48 กเมื่อสังเกตสเปกตรัมของการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 650 นาโนเมตรมีค่าการดูดกลืนแสงเพิ่มขึ้นตามลำดับความเข้มข้นของเหล็ก III ดังรูปที่ 48 ขทราบว่สารสกัดแอนโทไซยานินมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดปฏิกิริยาระหว่างเหล็ก III

ในการทดลองนี้จึงใช้วิธีการสกัดสารจากผงกะหล่ำปลีม่วงด้วยการเตรียมใหม่ทุกครั้ง a b ปีที่ 28 ฉบับที่ 8 สิงหาคม 2563 วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1379 32 ปฏิบัติการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมตรี 321 ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของไอออนดิโนรูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะตั้งสมการที่ 1 3 22 การศึกษาที่แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้

ที่มีพีเอช 4 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของเคดีนิเสาวจันทร 2562 รูปที่ 48 ก ภาพถ่ายสีของสารเชิงซ้อนและสเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับสารละลายโลหะต่างๆ Blank Cu II Zn II Fe III Blank Cu II Zn II Fe III กข

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี 1379 32 ปฏิบัติการเกิดสารเชิงซ้อนระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินด้วยวิธีสเปกโทรโฟโตเมตรี 321 ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไป

29 จากการเปลี่ยนแปลงสีของสารเชิงซ้อนที่เกิดขึ้นระหว่างเหล็ก III และสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงสามารถเขียนปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นตั้งสมการรูปที่ 49 และรูปที่ 48 ข แสดงสเปกตรัมของสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงมีค่าการดูดกลืนแสงสูงสุดที่ความยาวคลื่น 548 นาโนเมตรและไม่พบค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายเหล็ก III ในขณะที่สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่หักลบกับสเปกตรัมของแอด

ตัวอย่าง artificial sample S3 S4 โดยตัวอย่างยาเม็ดเสริมธาตุเหล็กทดลองโดยดัดแปลงจาก Jaikrajang และคณะ 4 ดังนั้นยาเม็ดตัวอย่างจำนวนอย่างละ 10 เม็ดจากนั้นซึ่งตัวอย่างหนัก 0300 กรัมละลายในน้ำ 50 มิลลิลิตรแล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น conc HNO3 ปริมาตร 2 มิลลิลิตรนำไปย่อยสารละลายด้วยความร้อนที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาทีทั้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้องกรองสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No 1 ปริมาณกรดด้วยน้ำกลั่นให้มีปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตรที่เปดสารละลายที่ได้มา 10 มิลลิลิตรลงในขวดวัดปริมาตร 50 มิลลิลิตรเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 05 มิลลิลิตรปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่น 3 ผลการวิจัยและวิจารณ์ a b c Thai Science and Technology Journal TSTJ Vol 28 No 8 August 2020 1378 31 สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงการศึกษานิตยของตัวทำลายและความเสถียรของสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงพบว่ามันเป็นตัวทำลายที่สามารถสกัดสารแอนโทไซยานินได้ดีที่สุดเนื่องจากให้ค่าการดูดกลืนแสงสูงที่สุดคือ 12268 ที่ความยาวคลื่น 545 นาโนเมตรซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่ดูดกลืนแสงสูงสุด max เมื่อเปรียบเทียบกับค่าการดูดกลืนแสงของสารสกัดแอนโทไซยานินจากตัวทำลายอื่นรูปที่ 4a ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และ Chigu rupati และคณะ 22 ทั้งนี้เพราะแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากผงกะหล่ำปลีม่วงนั้นอยู่ในรูปของไอออนดิโน cyanidin

นโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงให้ค่าการดูดแสงที่ 650 นาโนเมตรรูปที่ 49 การเกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากกะหล่ำปลีม่วงกับสารละลายเหล็ก III เคดีนิ 2562 รูปที่ 410 สีของสารละลายในการทดลองสารสกัดแอนโทไซยานินสารละลายเหล็ก III สารเชิงซ้อน

ยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของไอออนดิโนรูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะตั้งสมการที่ 1 3 22 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อน

30 บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 51 สรุปผลการวิจัยการศึกษาการตรวจวัดเหล็ก III ไอออนโดยอาศัยการเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติจากดอกอัญชันได้ผลดังนี้การเกิดสารเชิงซ้อนกับสารสกัดแอนโทไซยานินจากสารสกัดธรรมชาติจากดอกอัญชันพบว่ามีการวิเคราะห์ที่ไม่ชัดเจนสารสกัดจากดอกอัญชันสามารถเกิดสารเชิงซ้อนกับสารละลายเหล็ก III ไอออนได้แต่ไม่สามารถระบุความ

ร 321 ความจำเพาะเจาะจงของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อน selectivity การศึกษาความจำเพาะของการเกิดปฏิกิริยาของสารเชิงซ้อนระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและไอออนโลหะชนิดต่างๆความเข้มข้นของโลหะแต่ละชนิด 900 ไมโครโมลาร์พบว่าสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III ที่พีเอช 4 มีสีที่เปลี่ยนแปลงไปดังในรูปที่ 6a และเมื่อนำสารเชิงซ้อนที่ได้ไปสแกนสเปกตรัมจะเห็นว่าค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินและเหล็ก III มีค่าเพิ่มขึ้นรูปที่ 6b แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของไซยานิดินรูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะดังสมการที่ 1 3 22 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตร

ยานินมาทดลองตรวจวัดเหล็ก III ไอออนหรือทำการเปลี่ยนโลหะที่จะตรวจวัดโดยใช้สารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันในการตรวจวัดเช่นเดิม 2 ครั้งนำน้ำเสียจริงที่ปนเปื้อนโลหะหนักจากชุมชนหรือโรงงานอุตสาหกรรมมาใช้ในการทดลอง

ยานินที่สกัดจากกระเจี๊ยบแดงตรวจวัดไอออนเหล็กได้ 4 ทดสอบการตอบสนองของแอนโทไซยานินต่อไอออนเหล็กในน้ำตัวอย่างจริงจากการทดลองของน้ำตัวอย่างจริงได้แก่น้ำดื่ม น้ำทะเล และน้ำเชิอน โดยต้องการศึกษาผลการรวมกันของไอออนและสารประกอบอื่นๆที่อยู่ในน้ำตัวอย่าง โดยผลการศึกษาพบว่าสีของสารละลายแอนโทไซยานินเมื่อจับกับไอออนเหล็กที่อยู่ในน้ำดื่ม น้ำทะเล และน้ำเชิอนที่ได้มีสีและค่าการดูดกลืนแสงใกล้เคียงกับผลการศึกษา กับไอออนเหล็กในน้ำปราศจากไอออนดังกล่าวที่ 68 ดังนั้นจากการศึกษาน้ำสถานะที่เหมาะสมในการตรวจวัด ไอออนเหล็กในน้ำตัวอย่างจริงพบว่าไม่เกิดการรบกวนขององค์ประกอบอื่นๆในน้ำตัวอย่างจึงคาดหวังว่าสามารถนำแอนโทไซยานินไปตรวจวัดไอออนเหล็กที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำธรรมชาติหรือน้ำจากโรงงานอุตสาหกรรมได้ 103 สรุปการศึกษาศาสตร์สกัดแอนโท

การตรวจวัด ไอออนตะกั่วในน้ำตัวอย่างด้วยค่าเปลวโดยใช้เรเจนต์สกัดจากเปลือกแก้วมังกรขาวารวสารวิทยาศาสตร์ 45 4 886895 วิชชดาไชยะโชค และสุทธาชาเชียร 2552 การนำบัติน้ำเสียปนเปื้อนโลหะหนักโดยใช้กากของเหลวเขียววิศวกรรมมหาบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิสุทธิ์ 3. พัฒนาแอนโทไซยานินให้อยู่ในรูปของแข็งเพื่อเพิ่มอายุการใช้งานและความสะดวกนำไปใช้ ก วิทยาร่างอิงกัศรากรมมลพิษจุฬาลงกรณ์. (2544).พืชผักผลไม้ตามธรรมชาติ. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2559 จาก http://www.thaigoodview.com/library/studentshow/st2545/4-5/no12/vegetablepic.html.นิสิยารัตนาปบนท์และพิมพ์เพ็ญพรเฉลิมพงศ์. (น.ป.ป.).โลหะหนัก. ฟู้ดเน็ตเวิร์คโซลูชัน. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2559 จาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2080/navy-metal-โลหะหนักวางคณาชาติ.(2557).ตรวจจับโลหะหนักด้วยสารสกัดจากกะหล่ำปลีม่วง(กะหล่ำปลีแดง).บทความวิจัยสาขาเคมีคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยวิชชดาไชยะโชคและสุทธาชาเชียร. (2552).การนำบัติน้ำเสียปนเปื้อนโลหะหนักโดยใช้กากของเหลวเขียว.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมมหาบัณฑิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยสุดเขตไชโย. (2555

ก 1 กราฟแสดงสเปกตรัมค่าการดูดกลืนแสงที่สูงที่สุดของสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันขนาดผวนก 2 ผลการทดลองที่เกี่ยวข้องรูปที่ 2 สเปกตรัมของสารเชิงซ้อนที่เกิดปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันและเหล็ก III ไอออนที่ความเข้มข้นต่างๆ

ที่ได้จากการสกัดจากผงกะหล่ำปลีม่วงที่พีเอช 4 มีความจำเพาะเจาะจงกับเหล็ก III ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Khaodee และคณะ 3 และโดยทั่วไปสารสกัดแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากกะหล่ำปลีม่วงนั้นจะอยู่ในรูปของไซยานิดินรูปที่ 5 ซึ่งสามารถทำปฏิกิริยากับโลหะดังสมการที่ 1 3 22 การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงมีความจำเพาะเจาะจงในการเกิดสารเชิงซ้อนกับเหล็ก III ที่พีเอช 4 ดังนั้นจึงสามารถนำสารสกัดแอนโทไซยานินนี้ไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปริมาณเหล็ก III ต่อไป 322 ความเสถียรของสารเชิงซ้อนการศึกษาความเสถียรของสารเชิงซ้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างสารสกัดแอนโทไซยานินจากผงกะหล่ำปลีม่วงและเหล็ก III ความเข้มข้น 900 ไมโครโมลาร์โดยตรวจวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 630 นาโนเมตรทุกๆ 5 นาทีเป็นระยะเวลา 30 นาทีพบว่าปฏิกิริยาการเกิดสารเชิงซ้อนนั้นเกิด