โครงการ

การเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

ชื่อโครงการ การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตเพื่อเพิ่มความเสถียรของแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน
Synthesis of calcium carbonate nanoparticles to increase the stability of anthocyanins from butterfly pea flowers

ชื่อนิสิต นายกฤษณะ หลงบางพลี
ภาควิชา เคมี
ปีการศึกษา 2560

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตเพื่อเพิ่มความเสถียรของแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน

Synthesis of calcium carbonate nanoparticles to increase the stability of anthocyanins from butterfly pea flowers

โดย

นายกฤษณะ หลงบางพลี

รายงานนี้เป็นสวนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2560

โครงการ การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตเพื่อเพิ่มความเสถียรของแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน

โดย นายกฤษณะ หลงบางพลี

ได้รับอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบโครงการ

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. วิทยา เรืองพรวิสุทธิ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. ณัฐพงศ์ ไพบูลย์วรชาติ)

รายงานฉบับนี้ได้รับความเห็นชอบและอนุมัติโดยหัวหนาภาควิชาเคมี

..... หัวหนาภาควิชาเคมี
(รองศาสตราจารย์ ดร.วุฒิชัย พาราสุข)

วันที่ ..... เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561

คุณภาพของการเขียนรายงานเล่มนี้อยู่ในระดับ ☑ ดีมาก ☐ ดี ☐ พอใช้

ชื่อโครงการ การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตเพื่อเพิ่มความเสถียรของแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน
ชื่อนิสิตในโครงการ นายกฤษณะ หลงบางพลี เลขประจำตัว 5733055023
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2560

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้สกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันและสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตด้วยวิธีตกตะกอนทางเคมี โดยติดแอนโทไซยานินไว้กับอนุภาค ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดพิสูจน์เอกลักษณ์ด้วยเทอร์โมกราวิเมตรีและกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ภาพจากกล้องจุลทรรศน์แสดงว่าอนุภาคที่สังเคราะห์ได้มีขนาดประมาณ 60 ถึง 100 นาโนเมตร และกราฟจากเทอร์โมกราวิเมตรียืนยันว่ามีอนุภาคของแอนโทไซยานินอยู่เป็นปริมาณร้อยละ 5.7% โดยน้ำหนัก

คำสำคัญ: อนุภาคนาโน, แอนโทไซยานิน, แคลเซียมคาร์บอเนต

Project Title Synthesis of calcium carbonate nanoparticles to increase the stability of anthocyanins from butterfly pea flowers

Student Name Mr.Kritsana Longbangplee Student ID 5733055023

Advisor Name Assistant Professor Rojrit Rojanathanes, Ph.D.

Department of Chemistry, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Academic Year 2017

Abstract

In this research, anthocyanins were extracted from butterfly pea flowers and calcium carbonate nanoparticles were synthesized *via* chemical precipitation method. Anthocyanins were attached to the calcium carbonate nanoparticles. All products were characterized by Scanning Electron Microscope. The pictures from SEM showed that the sizes of calcium carbonate nanoparticles are within 60-100 nanometers and the graphs from Thermogravimetry confirmed that anthocyanins were adsorbed on the surface of calcium carbonate nanoparticles by 5.7% weight.

Keywords: Nanoparticles, Anthocyanins, Calcium carbonate

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาอย่างสูงจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โรจน์ฤทธิ์ โรจนธเนศ อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัยที่กรุณาให้คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆมาโดยตลอด ผู้วิจัยตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของอาจารย์และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ศาสตราจารย์ ดร. วิทยา เรืองพรวิสุทธิ์ และ อาจารย์ ดร. ณัฐพงศ์ ไพบูลย์วรชาติ อาจารย์กรรมการสอบโครงการที่เสียสละเวลาในการตรวจทานงานวิจัยเพื่อให้ออกมาสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พัฒทรา ธีรพิบูลย์เดช สำหรับการให้คำแนะนำในการทำวิจัย

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่เหลือที่ช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในการทำวิจัยและการทำรายงานโครงการการเรียนการสอนเพื่อเสริมประสบการณ์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ค
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ฌ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย	3
1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 2 การทดลอง	9
2.1 รายการเครื่องมือและอุปกรณ์	9
2.2 รายการสารเคมี	10
2.3 วิธีการทดลอง	11
บทที่ 3 ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง	13
3.1 การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนต	13
3.2 วิเคราะห์หา %Anthocyanins ด้วยเทอร์โมกราวิเมตรี	15
3.3 ขนาดอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด	17
บทที่ 4 สรุปผลการทดลอง	19
เอกสารอ้างอิง	20
ภาคผนวก	21
ประวัติผู้วิจัย	25

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 1.1 แสดงส่วนประกอบของโมเลกุลเทอร์นาทินชนิดต่างๆ 2
ตารางที่ 2.1 ข้อมูลสารเคมี 10
ตารางที่ 3.1 แสดงความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนต 13
ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณของแอนโทไซยานินที่สลายไปจากเทอร์โมกราวิเมตรี 16
ตารางที่ 3.3 แสดงน้ำหนักของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนต 18

สารบัญ รูป

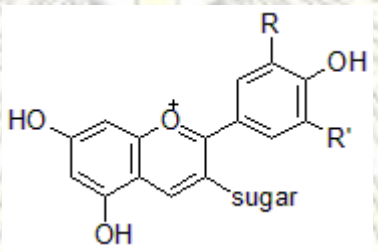
รูปภาพ **หน้า**

รูปที่ 1.1 แสดงโครงสร้างแอนโทไซยานิน 1
รูปที่ 1.2 แสดงโครงสร้างของเทอร์นาทิน 1
รูปที่ 1.3 แสดงโครงสร้างของ *p*-coumalic acid และ D-glucose 1
รูปที่ 1.4 แสดงความเข้มของสีของสารละลายแอนโทไซยานินหลังจากเก็บในห้องมืด 3
รูปที่ 1.5 แสดงความเสถียรของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ pH ต่างกัน 4
รูปที่ 1.6 แสดงขนาดอนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนต 5
รูปที่ 1.7 แสดงรูปร่างของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิต่างๆ 5
รูปที่ 1.8 วิธีการสังเคราะห์แคลเซียมคาร์บอเนตที่เคลือบด้วยกรดแกลลิก 6
รูปที่ 1.9 ผลการวิเคราะห์แคลเซียมคาร์บอเนตด้วยเทคนิค TGA 7
รูปที่ 1.10 แสดงภาพของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด 8
รูปที่ 3.1 แสดงสีของแอนโทไซยานินที่ติดบนแคลเซียมคาร์บอเนตโดยใช้วิธีที่ 1 13
รูปที่ 3.2 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ด้วยวิธีที่ 1 14
รูปที่ 3.3 แสดงสีของแอนโทไซยานินที่ติดบนแคลเซียมคาร์บอเนตโดยใช้วิธีที่ 2 14
รูปที่ 3.4 กราฟของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตโดยซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 5.00%, 1.00%, 0.25%, 0.10% และ 0.05% ตามลำดับ 15
รูปที่ 3.5 กราฟของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตโดยซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 5.00% โดยมวลต่อปริมาตร 16
รูปที่ 3.6 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ (ก) อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนต (ข) อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตหลังจากการเคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ (ค) อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 5.00% โดยมวลต่อปริมาตร 17

บทที่ 1
บทนำ

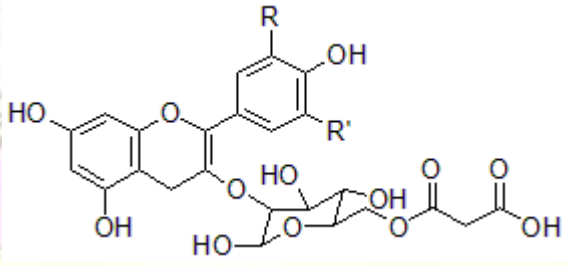
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

แอนโทไซยานินเป็นสารให้สีกลุ่มฟลาโวนอยด์ที่พบได้ทั่วไปในพืชหลากหลายชนิด เช่น บลูเบอร์รี่, เชอร์รี่, แอปเปิ้ล หรือดอกอัญชัน เป็นสารที่ละลายน้ำได้ดี ให้สีแดง น้ำเงิน หรือม่วง มีสูตรโครงสร้างดังแสดงใน รูปที่ 1.1

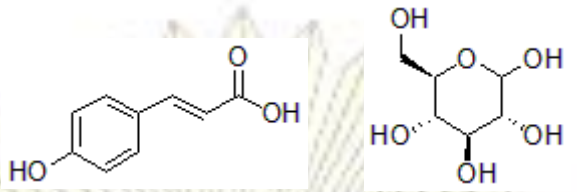


รูปที่ 1.1 แสดงโครงสร้างแอนโทไซยานิน

แอนโทไซยานินนอกจากจะเป็นสารที่มีสีแล้วยังมีประโยชน์ในด้านอื่น ๆ อีก โดยเฉพาะทางด้านสุขภาพ เนื่องจากแอนโทไซยานินมีสมบัติต้านอนุมูลอิสระและจุลชีพ[1] แอนโทไซยานินจากดอกอัญชันชนิด wild-type ประกอบด้วยเทอร์นาทินชนิด A1, A2, A3, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, C5, D1, D2 และ D3[2] และมีสูตรโครงสร้างพื้นฐานดังรูปที่ 1.2 ซึ่งอาจมี *p*-coumalic acid และ D-glucose เป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีโครงสร้างดังรูป 1.3 หมู่แทนที่ในโครงสร้างพื้นฐานสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1.1



รูปที่ 1.2 แสดงโครงสร้างของเทอร์นาทิน



รูปที่ 1.3 แสดงโครงสร้างของ *p*-coumalic acid (ซ้าย) D-glucose (ขวา)

ตารางที่ 1.1 แสดงส่วนประกอบของโมเลกุลเทอร์นาทินชนิดต่างๆ (C คือ *p*-coumalic acid และ G คือ D-glucose)

เทอร์นาทิน	R	R’
A1	GCGCG	GCGCG
A2	GCGCG	GCG
A3	GCG	GCG
B1	GCGCG	GCGC
B2	GCGC	GCG
B3	GCGCGC	GC
B4	GCG	GC
C1	GCGC	G
C2	GCGCG	G
C3	GC	G
C4	GCG	G
C5	G	G
D1	GCGC	GCGC
D2	GCGC	GC
D3	GC	GC

มีการศึกษาเกี่ยวกับความเสถียรของแอนโทไซยานินที่ได้จากการสกัดจากดอกอัญชันพบว่า แอนโทไซ-ยานินสลายตัวอย่างรวดเร็วที่อุณหภูมิห้องทำให้เก็บรักษาได้ยาก[3]

ปัจจุบันมีการศึกษาหาวิธีการเก็บรักษาแอนโทไซยานินที่ได้จากดอกอัญชันด้วยวัสดุต่าง ๆ เช่น เจลาติน และไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลส แต่พบว่าไม่สามารถช่วยให้เก็บรักษาแอนโทไซยานินได้นานขึ้น[4]

แคลเซียมคาร์บอเนตเป็นสารประกอบไอออนิกที่มีราคาถูก ปลอดภัย ย่อยสลายทางชีวภาพได้ช้าและสามารถเตรียมได้ง่ายจากปฏิกิริยาระหว่างแคลเซียมคลอไรด์กับโซเดียมคาร์บอเนต นอกจากนี้แคลเซียม

คาร์บอเนตยังใช้ในการขนส่งยาเข้าสู่เซลล์ได้ดี เช่นยาต้านมะเร็ง เป็นต้น[5] ปัจจุบันมีการทดลองเพื่อหาวิธีในการสังเคราะห์อนุภาคของแคลเซียมคาร์บอเนตให้มีขนาดอยู่ในระดับนาโนด้วยกระบวนการต่างๆมากมาย[6]

ดังนั้นผู้ทดลองจึงต้องการรักษาความเสถียรของแอนโทไซยานินโดยนำแอนโทไซยานินที่สกัดได้จากดอกอัญชันมาเคลือบลงบนผิวของอนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนต เพื่อทดสอบความสามารถในการเก็บรักษาแอนโทไซยานินต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

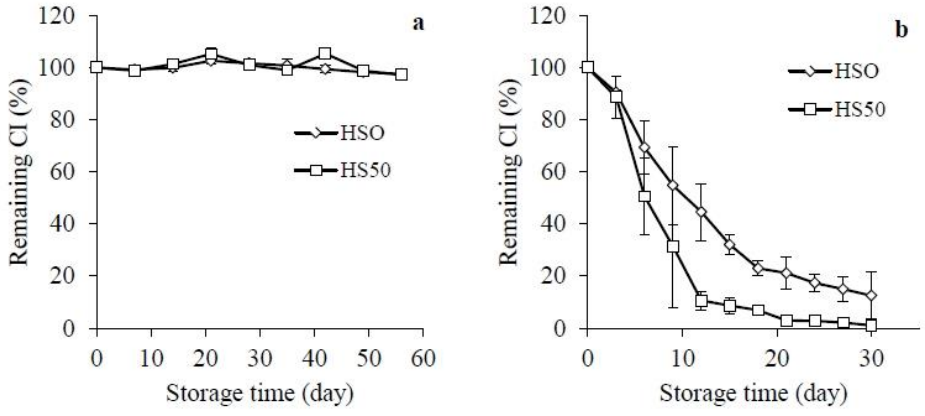
เพื่อสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีแอนโทไซยานินอยู่บนผิว โดยการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีขนาดในระดับนาโนและหาปริมาณสูงสุดที่แอนโทไซยานินสามารถเคลือบบนผิวของอนุภาคได้

1.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Hong Wang และคณะ[7] ศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของแอนโทไซยานินโดยการหา oxygen radical absorbance capacity พบว่าแอนโทไซยานินมีสมบัติต้านอนุมูลอิสระเนื่องจากมีหมู่ chalcone และน้ำตาล โดย cyanidin-3-glucoside มีค่า oxygen radical absorbance capacity สูงกว่าวิตามินอีถึง 3.5 เท่า

Kohei Kazuma และคณะ[2] หาปริมาณของแอนโทไซยานินแต่ละชนิดในดอกอัญชันแต่ละพันธุ์โดยใช้เทคนิค LC-MS/MS ผลที่ได้แสดงว่าแอนโทไซยานินชนิด wild-type ประกอบด้วย ternatin ชนิด A1, A2, A3, B1, B2, B3, B4, C1, C2, C3, C4, C5, D1, D2 และ D3

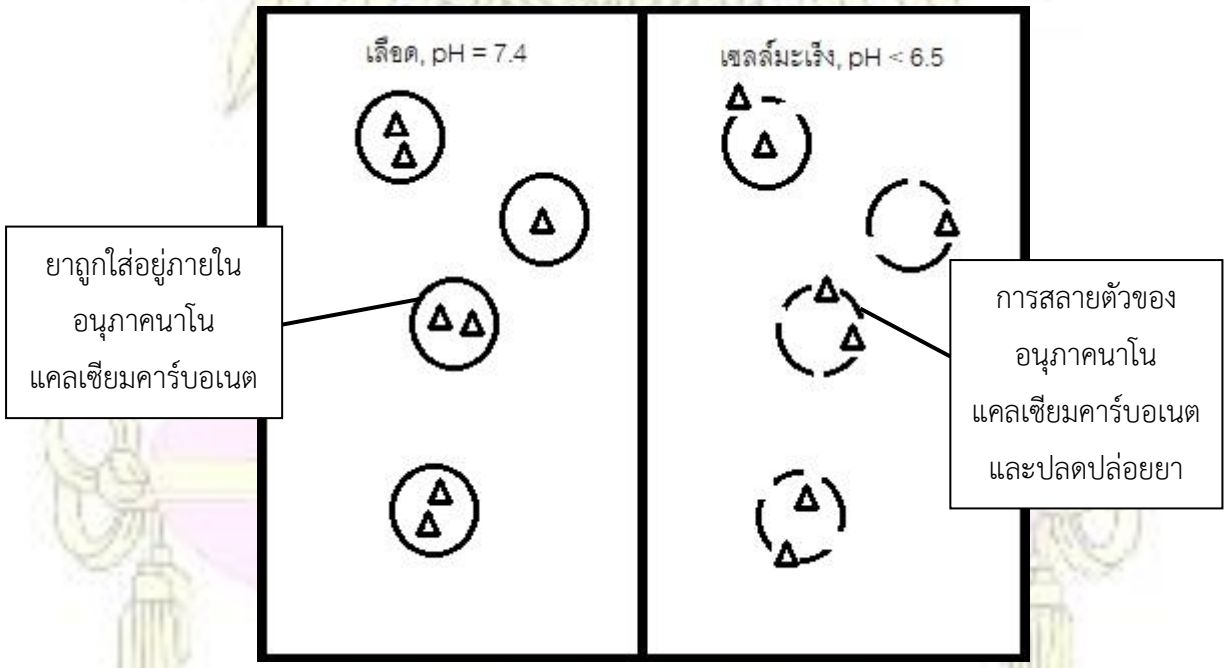
Abdullah Muzi Marpaung และคณะ[3] ทดสอบความเสถียรในการเก็บรักษาแอนโทไซยานินที่อุณหภูมิต่างๆ โดยการสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชันแล้วนำมาละลายด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ pH 7 จากนั้นนำมาเก็บในขวดโดยใส่สารละลายครึ่งขวด (HS50) และเต็มขวด (HS0) ผู้ทดลองทำการวัดความเข้มของสีทุกๆ 10 วันของการเก็บรักษาด้วยสเปกโทรโฟโตเมตรีที่ความยาวคลื่นต่างๆแล้วนำมาเทียบกับความเข้มรวมของสีก่อนการเก็บรักษา (Remaining CI) ผลการทดลองแสดงในรูป 1.4



รูปที่ 1.4 แสดงความเข้มของสีของสารละลายแอนโทไซยานินหลังจากเก็บในห้องมืด (a = 7°C, b = 30°C)

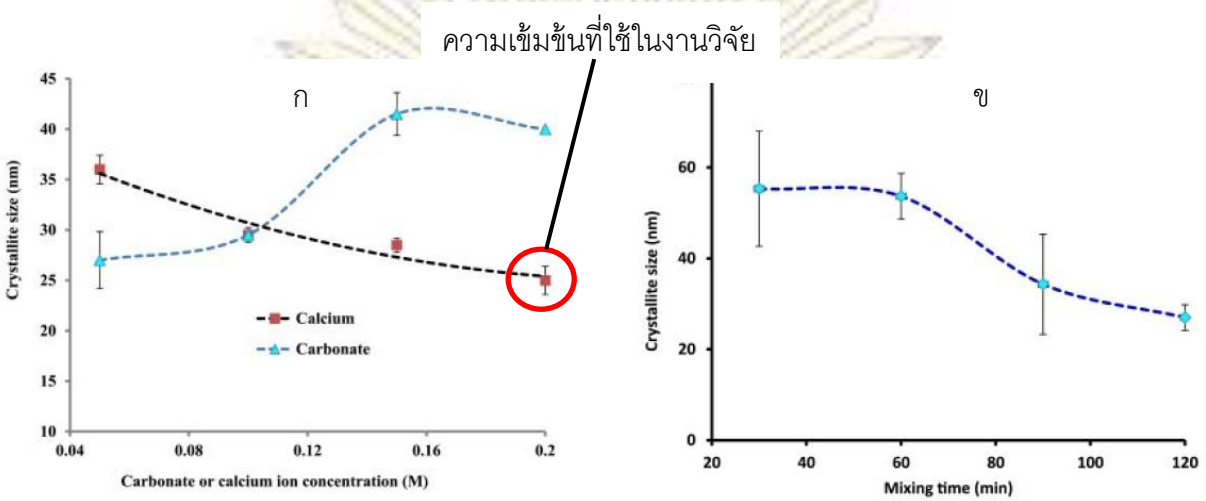
Angkana Tantituvanont และคณะ[4] ทดลองนำแอนโทไซยานินมาอยู่ในอนุภาคไมโครของไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสและเจลาติน โดยสรุปผลการทดลองที่ได้ว่าอนุภาคไมโครของไฮดรอกซีโพรพิลเมทิลเซลลูโลสและเจลาตินไม่สามารถช่วยให้เก็บแอนโทไซยานินที่อุณหภูมิห้องได้ดีขึ้นแต่อย่างใด

Solmaz Maleki Dizaj และคณะ[5] ศึกษาการใช้อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตส่งยาต้านมะเร็งเข้าสู่เซลล์มะเร็งเป้าหมาย โดยติด RNA ไว้บนผิวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตและใส่ยาไว้ภายใน นอกจากนี้ผู้ทดลองยังพบว่าอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตสามารถสลายตัวได้ในสภาวะที่ pH น้อยกว่า 6.5



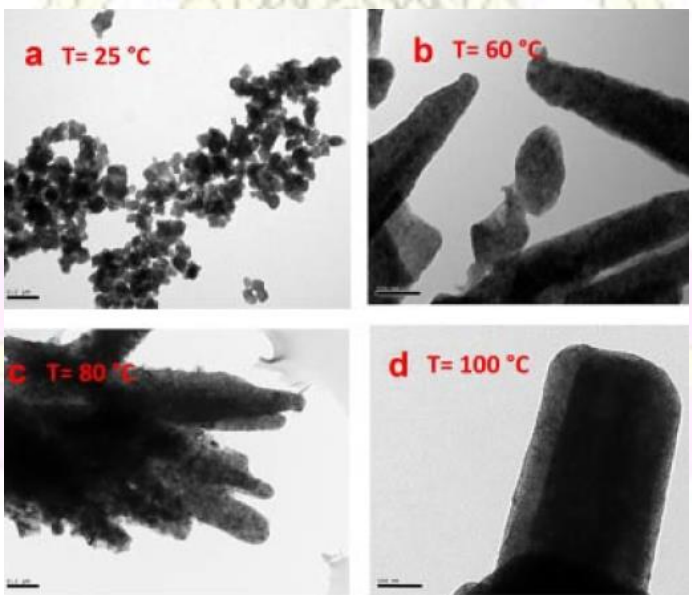
รูปที่ 1.5 แสดงความเสถียรของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ pH ต่างกัน

Romuald Babou-Kammoe และคณะ[6] ทดลองหาสภาวะที่เหมาะสมในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตโดยปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ เช่น ความเข้มข้น เวลาในการทำปฏิกิริยา อุณหภูมิ และความเร็วในการกวนสารละลาย



รูปที่ 1.6 แสดงขนาดอนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนต (ก.เมื่อเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารละลายแคลเซียมและคาร์บอเนตโดยควบคุมสารละลายอีกชนิดที่ 0.1 โมลาร์ ข.เมื่อเปลี่ยนแปลงเวลาทำปฏิกิริยา)

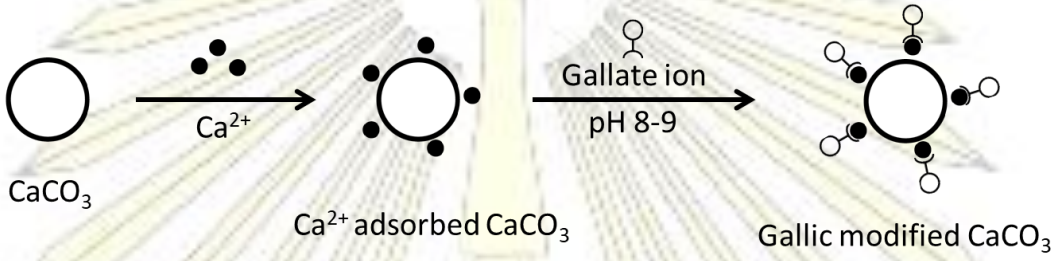
จากรูปที่ 1.6 พบว่าในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตให้ได้ขนาดเล็กควรใช้ความเข้มข้นของแคลเซียมที่ 0.2 โมลาร์ และ ใช้ความเข้มข้นของคาร์บอเนต 0.1 โมลาร์ โดยใช้เวลาในการทำปฏิกิริยามากกว่า 90 นาที



รูปที่ 1.7 แสดงรูปร่างของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิต่างๆ

จากรูปที่ 1.7 แสดงให้เห็นว่าการสังเคราะห์อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่อุณหภูมิสูงจะทำให้รูปร่างของผลึกเปลี่ยนไปและมีขนาดใหญ่ขึ้นเนื่องจากการแข่งขันระหว่างการเกิดนิวเคลียสกับการโตของผลึก

Sirilux Poompradub และคณะ[8] ปรับปรุงผิวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตเพื่อใช้เป็นสารต้านอนุมูลอิสระบนผิวของยางธรรมชาติ โดยนำอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตมาเคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ จากนั้นเคลือบด้วยแกลแลตไอออน วิธีการสังเคราะห์แสดงในรูปที่ 1.8

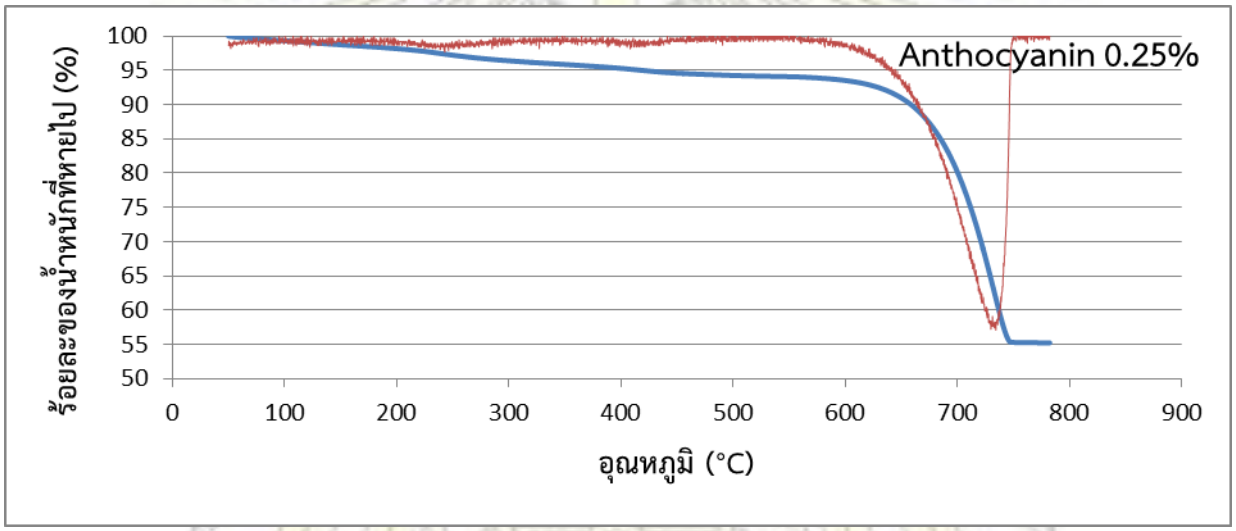


รูปที่ 1.8 วิธีการสังเคราะห์แคลเซียมคาร์บอเนตที่เคลือบด้วยกรดแกลแลตไอออน

1.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1.4.1 Thermogravimetric analysis (TGA)

การวิเคราะห์สารด้วย TGA อาศัยการวัดน้ำหนักสารที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อเพิ่มอุณหภูมิของสารที่วิเคราะห์ด้วยอัตราเร็วคงที่ องค์ประกอบของสารแต่ละชนิดแตกต่างกันส่งผลให้ช่วงอุณหภูมิในการสลายตัวของสารแต่ละชนิดแตกต่างกัน จึงสามารถวิเคราะห์ชนิดและปริมาณองค์ประกอบของสารได้



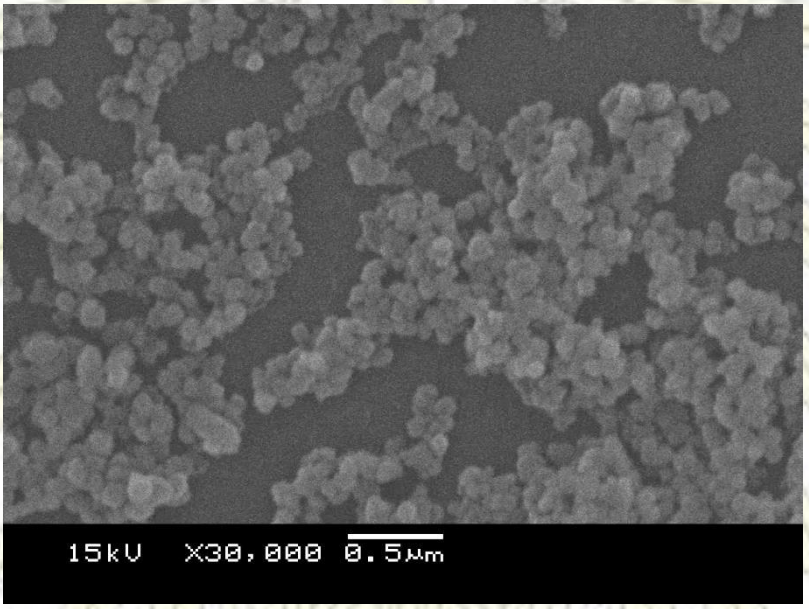
รูปที่ 1.9 ผลการวิเคราะห์แคลเซียมคาร์บอเนตด้วยเทคนิค TGA

จากรูปที่ 1.9 จะเห็นได้ว่าแคลเซียมคาร์บอเนตสลายตัวที่ช่วงอุณหภูมิ 600 ถึง 750 องศาเซลเซียส ดังสมการ

$$CaCO_{3(s)} \xrightarrow{\Delta} CaO_{(s)} + CO_{2(g)}$$

1.4.2 Scanning electron microscope (SEM)

กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด หรือ Scanning electron microscope (SEM) เป็นกล้องจุลทรรศน์ที่ใช้อิเล็กตรอนยิงลงไปที่ผิวของสารตัวอย่างเพื่อทำให้เกิดภาพ เนื่องจากอิเล็กตรอนเป็นประจุลบดังนั้นเพื่อไม่ให้ภาพที่ออกมาเบลอจากการเกิดประจุบนสารตัวอย่าง จึงต้องเคลือบสารตัวอย่างด้วยทองคำซึ่งนำไฟฟ้าได้ก่อนวิเคราะห์ กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดมีกำลังขยายตั้งแต่ 10 เท่าไปจนถึง 500,000 เท่า



รูปที่ 1.10 แสดงภาพของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้จากการใช้กล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราด

บทที่ 2
การทดลอง

2.1 รายการเครื่องมือและอุปกรณ์

2.1.1 เครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง Mettler Toledo รุ่น MS204S

2.1.2 ไมโครปิเปต Eppendorf Research plus ขนาด 100-1,000 ไมโครลิตร

2.1.3 เครื่องวัด pH รุ่น S220 SevenCompact™ pH/Ion

2.1.4 เครื่อง vortex -Genie II

2.1.5 เครื่อง rocking HeidolphDuomax 1030

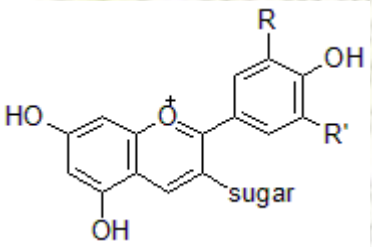
2.1.6 เครื่องเซนตริฟิวจ์ Hettich ZENTRIFUGEN รุ่น D-78532 Tuttlingen

2.1.7 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM) JEOL series JSM-6480LV

2.1.8 เครื่องมือวิเคราะห์ทางเทอร์โมกราวิเมตรี (TGA)

2.2 สารเคมี

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลสารเคมี

ชื่อและโครงสร้างสารเคมี	**ข้อมูลสารเคมี**
แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2$)	น้ำหนักสูตร : 110.98
โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	น้ำหนักสูตร : 105.99
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	น้ำหนักสูตร : 40.00
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	น้ำหนักสูตร : 58.44
เมทานอล (CH_3OH)	น้ำหนักสูตร : 33.05
แอนโทไซยานิน 	

2.3 วิธีการทดลอง

2.3.1 การสกัดแอนโทไซยานินจากดอกอัญชัน

ใส่ดอกอัญชัน 30 ดอกลงในบีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร เติมเมทานอลลงไป 300 มิลลิลิตร คนด้วยแท่งแก้วคนประมาณ 10 นาทีจะได้สารละลายสีน้ำเงินเข้ม นำไปกรองสุญญากาศ ระเหยเมทานอลออกด้วยเครื่องระเหยแบบหมุน เจือจางสารละลายที่ได้ 1.00 กรัม ในน้ำที่ปราศจากไอออน 20.0 มิลลิลิตร ในหลอดเซนตริฟิวจ์ขนาด 50.0 มิลลิลิตร ได้แอนโทไซยานินเข้มข้น 5.00% โดยมวลต่อปริมาตร เจือจางเพิ่มโดยใช้น้ำที่ปราศจากไอออนจนได้สารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้นต่าง ๆ เพื่อใช้ในการทดสอบขั้นต่อไป

2.3.2 การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนต

2.3.2.1 การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตโดยใช้ความเข้มข้นสูง

บรรจุโซเดียมคาร์บอเนต 0.318 กรัม (3.00 มิลลิโมล) ในหลอดเซนตริฟิวจ์ขนาด 15.0 มิลลิลิตร ละลายด้วยน้ำที่ปราศจากไอออนปริมาตร 3.00 มิลลิลิตร เติมสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 3.00 โมลาร์ ปริมาตร 1.00 มิลลิตร ลงในหลอดโซเดียมคาร์บอเนตทีละหยดขณะ vortex ด้วยความเร็ว 1,500 รอบต่อนาที โดยใช้เวลาในการหยดรวม 3 นาที ปั่นเหวี่ยงอนุภาคที่ได้ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที และล้างด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน อีก 3 รอบ

2.3.2.2 การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตโดยใช้ความเข้มข้นต่ำ

ปิเปตสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต 0.300 โมลาร์ 1.00 มิลลิลิตร, สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.600 โมลาร์ 1.00 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.540 โมลาร์ 1.00 มิลลิลิตร ลงในหลอดเซนตริฟิวจ์ขนาด 15.0 มิลลิลิตร ค่อย ๆ หยดสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.200 โมลาร์ ปริมาตร 3.00 มิลลิลิตร ลงในหลอดโซเดียมคาร์บอเนตทีละหยดขณะ vortex ด้วยความเร็ว 1,500 รอบต่อนาทีโดยใช้เวลาหยดรวม 20 นาที ปั่นเหวี่ยงอนุภาคที่ได้ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที และล้างด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน อีก 3 รอบ สังเคราะห์ในแบบเดียวกันอีก 4 ครั้ง

2.3.3 การเคลือบผิวของอนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตด้วยแอนโทไซยานิน

ปิเปตสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ 0.200 โมลาร์ ปริมาตร 3.00 มิลลิลิตรลงในหลอดแคลเซียมคาร์บอเนต vortex จนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ปั่นเหวี่ยงอนุภาคที่ได้ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาทีล้างด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน อีก 1 รอบ

ปิเปตสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้นโดยมวลต่อปริมาตร 5.00%, 1.00%, 0.25%, 0.10% และ 0.05% ปริมาตร 1.00 มิลลิลิตร และน้ำที่ปราศจากไอออน 1.00 มิลลิลิตร ในแต่ละหลอด vortex จนสารละลายเป็นเนื้อเดียวกัน ปั่นเหวี่ยงอนุภาคที่ได้ 4,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาทีและล้างด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน จนกระทั่งสารละลายด้านบนใสไม่มีสี นำไปทำให้แห้งด้วยเทคนิค freeze drying

2.3.4 การระบุเอกลักษณ์

2.3.3.1 Thermogravimetric Analysis (TGA)

นำสารตัวอย่างที่ผ่านการทำให้แห้งด้วยเทคนิค freeze drying มาประมาณ 5-10 มิลลิกรัม ให้ความร้อน ด้วยอัตราเร็ว 15 องศาเซลเซียสต่อนาที จนถึง 800 องศาเซลเซียส เพื่อดูลักษณะการสลายตัวของสารตัวอย่าง

2.3.3.2 Scanning electron microscopy (SEM)

นำสารตัวอย่างประมาณ 10 มิลลิกรัม มากระจายตัวในน้ำที่ปราศจากไอออน 1 มิลลิลิตร ด้วยการโซนิเคตที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที เจือจางสารละลายอีกครั้งด้วยน้ำที่ปราศจากไอออนเป็น 2 ความเข้มข้น ได้แก่ 5 เท่า และ 10 เท่า หยดสารละลายปริมาตร 1 ไมโครลิตร ลงบนกระจก ทำให้แห้งในโถดูดความชื้น เคลือบทองคำบนผิวของสารตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด

บทที่ 3

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

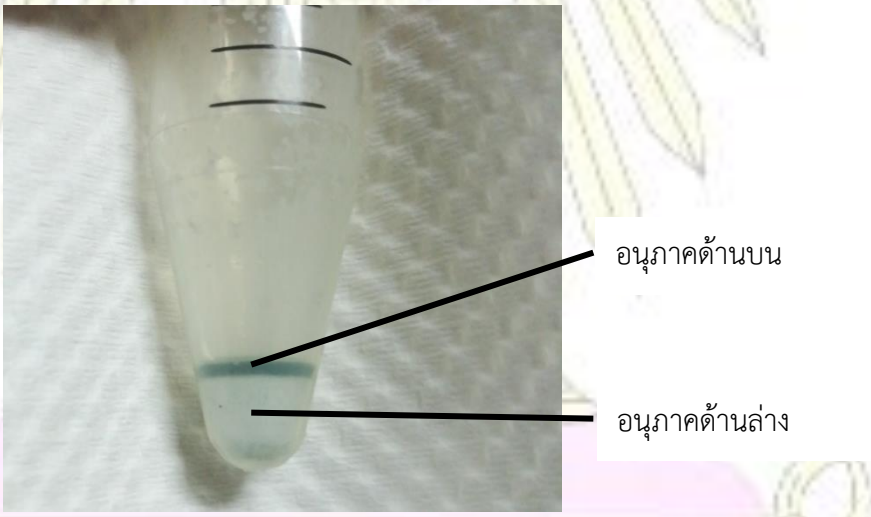
3.1 การสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนต

ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตนั้นแบ่งออกเป็น 2 วิธี

ตารางที่ 3.1 แสดงความเข้มข้นของสารละลายที่ใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนต

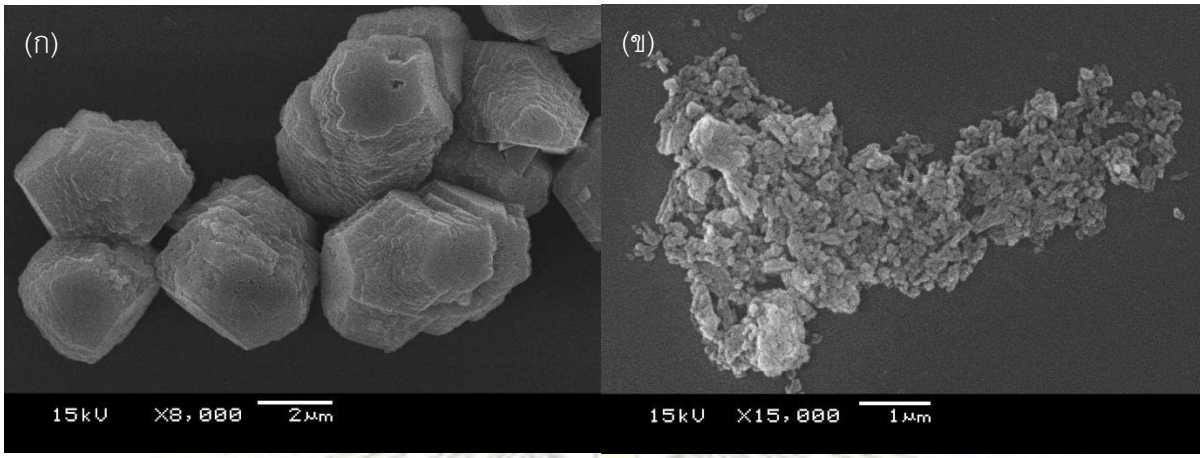
วิธีการสังเคราะห์	ปริมาณของแคลเซียมไอออน (มิลลิโมล)	ความเข้มข้นของคาร์บอเนตไอออน (มิลลิโมล)
การใช้ความเข้มข้นสูง	3.00	3.00
การใช้ความเข้มข้นต่ำ	0.60	0.30

เมื่อนำแคลเซียมคาร์บอเนตที่ได้มาเคลือบด้วยแอนโทไซยานิน ปรากฏว่าแคลเซียมคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ได้จากการใช้ความเข้มข้นสูง มีทั้งส่วนที่ติดสีของแอนโทไซยานินและไม่ติดสี โดยส่วนที่ติดสีจะอยู่ด้านบนของส่วนที่ไม่ติดสีดังรูปที่ 3.1



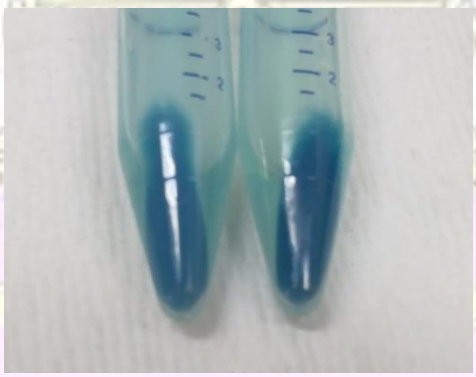
รูปที่ 3.1 แสดงสีของแอนโทไซยานินที่ติดบนแคลเซียมคาร์บอเนตโดยการใช้ความเข้มข้นสูง

เมื่อนำอนุภาคจากทั้ง 2 ส่วนไปตรวจสอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดพบว่า ขนาดของอนุภาคด้านล่างมีขนาด 4000 ถึง 6000 นาโนเมตร ในขณะที่อนุภาคด้านบนมีขนาดประมาณ 100 นาโนเมตร



รูปที่ 3.2 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่สังเคราะห์โดยการใช้ความเข้มข้นสูง (ก) อนุภาคด้านล่าง (ข) อนุภาคด้านบน

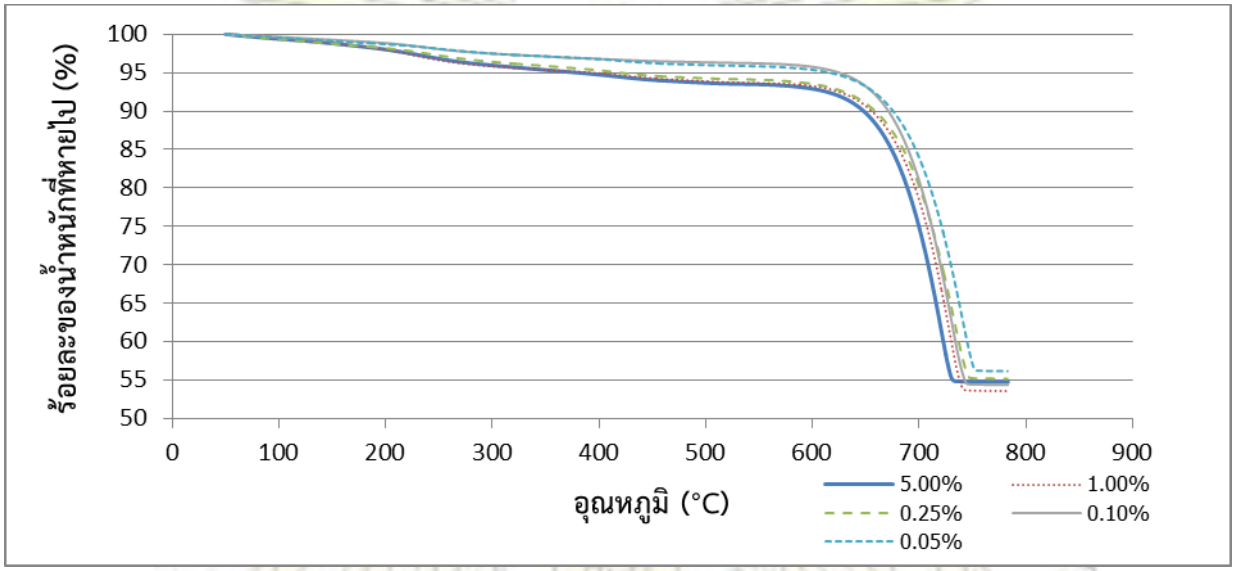
จากรูปที่ 3.2 พบว่า อนุภาคของแคลเซียมคาร์บอเนตในขนาดระดับ 4000-6000 นาโนเมตร ไม่ติดสีของแอนโทไซยานินแต่อนุภาคในระดับ 100 นาโนเมตร สามารถติดแอนโทไซยานินได้ ถึงแม้อนุภาคด้านบนจะมีแอนโทไซยานินติดชัดเจนและมีขนาดอนุภาคในระดับนาโนเมตรแต่รูปร่างของอนุภาคที่สังเคราะห์ได้ไม่กลมและมีปริมาณน้อย เนื่องจากการสังเคราะห์โดยการใช้ความเข้มข้นสูงทำให้อนุภาคแคลเซียมคาร์บอเนตเกิดการโตของผลึกมากกว่าการเกิดนิวเคลียสส่งผลให้ขนาดของอนุภาคมีขนาดใหญ่ ผู้ทดลองจึงทำการสังเคราะห์แคลเซียมคาร์บอเนตโดยใช้ความเข้มข้นน้อยลง โดยสามารถติดแอนโทไซยานินบนผิวของแคลเซียมคาร์บอเนตได้ทั้งหมด ผู้ทดลองจึงเลือกวิธีการสังเคราะห์โดยการใช้ความเข้มข้นต่ำเพื่อทดสอบปริมาณสูงสุดที่สามารถติดแอนโทไซยานินได้ต่อไป



รูปที่ 3.3 แสดงสีของแอนโทไซยานินที่ติดบนแคลเซียมคาร์บอเนตโดยการใช้ความเข้มข้นต่ำ

3.2 วิเคราะห์หา %Anthocyanins ด้วยเทอร์โมกราวิเมตรี

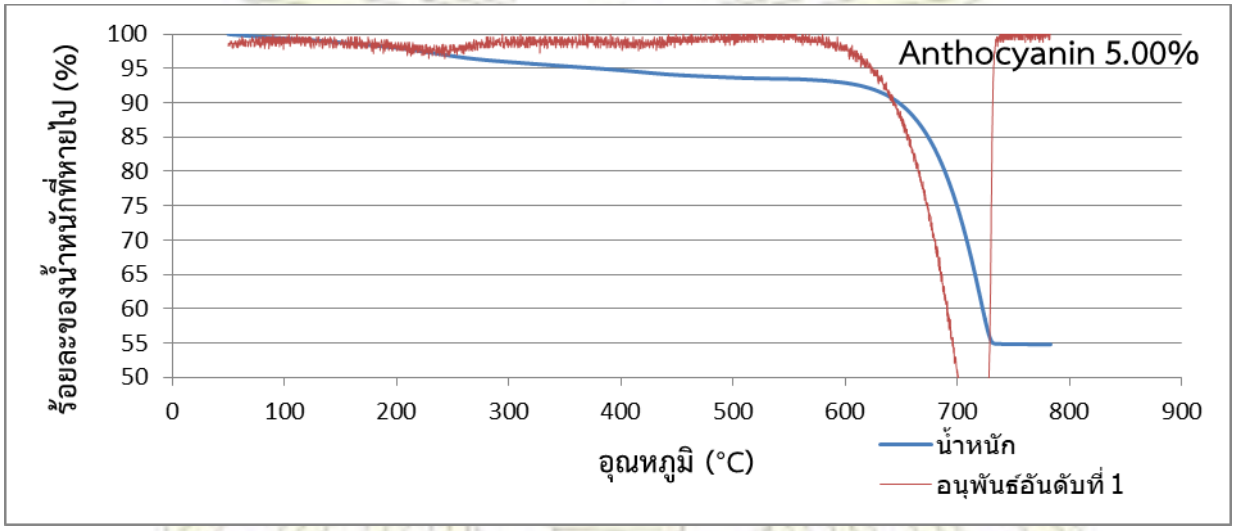
ผลการวิเคราะห์ด้วยเทอร์โมกราวิเมตรีของสารตัวอย่าง 5 ชนิด ได้แก่ แคลเซียมคาร์บอเนตที่เคลือบแอนโทไซยานินความเข้มข้น 5 ค่า แสดงในกราฟต่อไปนี้



รูปที่ 3.4 กราฟการสลายตัวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 5.00%, 1.00%, 0.25%, 0.10% และ 0.05% ตามลำดับ

จากรูปที่ 3.4 พบว่าเมื่อใช้แอนโทไซยานินความเข้มข้นสูงขึ้น กราฟที่ได้จะมีปริมาณของแอนโทไซยานินมากขึ้นสังเกตได้จากการที่น้ำหนักในช่วง 180 ถึง 450 องศาเซลเซียสลดลงไปมากขึ้น แอนโทไซยานินในดอกอัญชันคือเทอร์นาทินซึ่งมีหลายชนิดทำให้มีช่วงในการสลายตัวที่ต่างกัน ในช่วงอุณหภูมิ 600 ถึง 750 องศาเซลเซียสเป็นการสลายตัวของแคลเซียมคาร์บอเนตเกิดเป็นแคลเซียมออกไซด์

การวิเคราะห์หาปริมาณแอนโทไซยานินที่ติดบนอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตทำได้โดยการวิเคราะห์กราฟการสลายตัวของแอนโทไซยานินและแคลเซียมคาร์บอเนต กราฟการสลายตัวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ติดด้วยแอนโทไซยานิน 5.00% ในช่วง 180 องศาเซลเซียส ถึง 450 องศาเซลเซียสแอนโทไซยานินเกิดการสลายตัวเป็นปริมาณร้อยละ 5.7% โดยน้ำหนัก



รูปที่ 3.5 กราฟการสลายตัวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 5.00% โดยมวลต่อปริมาตร

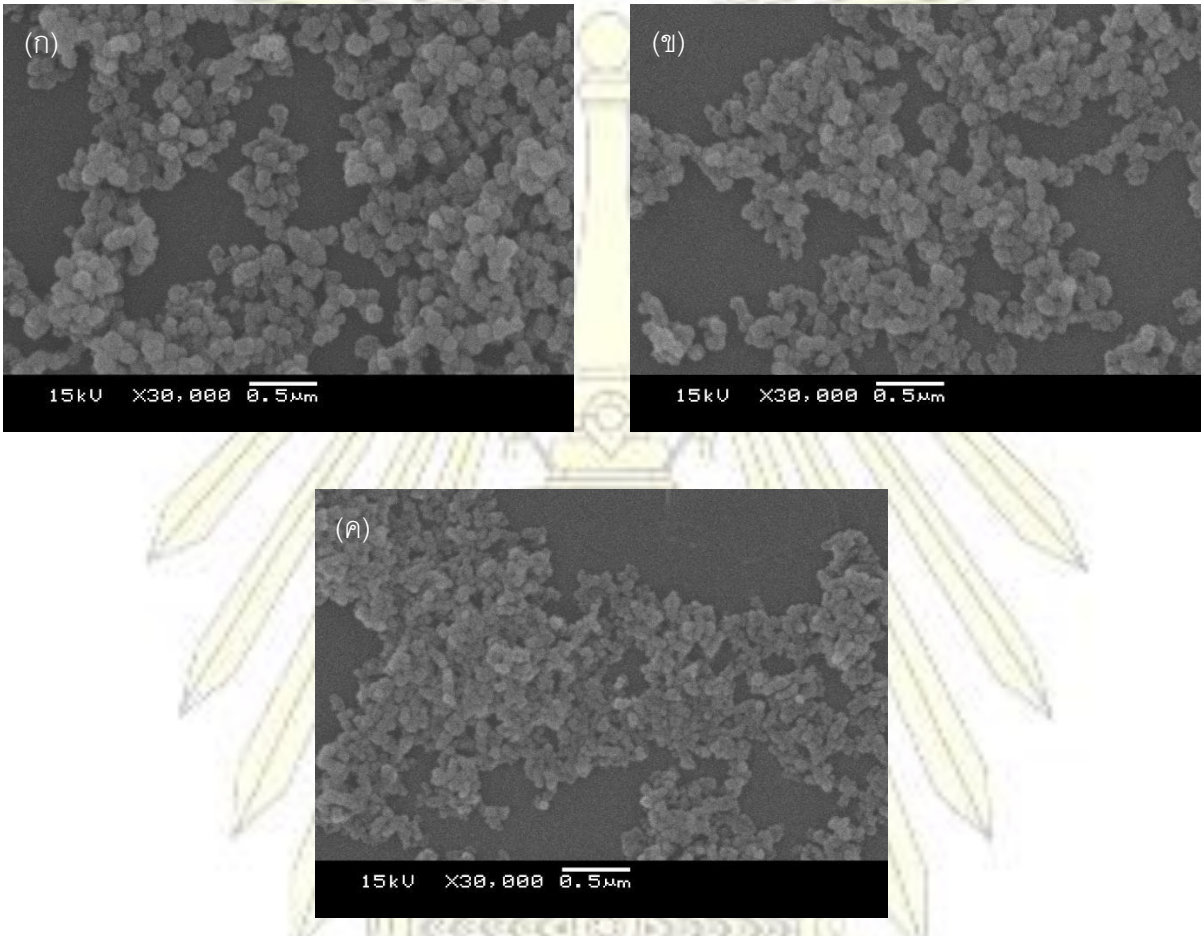
ปริมาณการสลายตัวของแอนโทไซยานินซึ่งติดอยู่บนผิวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายแอนโทไซยานินและสูงสุดที่ความเข้มข้น 1.00% โดยมวลต่อปริมาตร ปริมาณการสลายตัวของแอนโทไซยานินเป็นไปตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงปริมาณของแอนโทไซยานินที่สลายไปจากเทอร์โมกราวิเมตรี

ร้อยละโดยมวลต่อปริมาตรของสารละลายแอนโทไซยานินที่ใช้	ร้อยละโดยมวลของแอนโทไซยานินที่พบจากกราฟสลายตัว
5.00	5.7
1.00	5.7
0.25	4.4
0.10	2.9
0.05	3.1

ผู้ทดลองเลือกใช้แคลเซียมคาร์บอเนตที่ติดด้วยแอนโทไซยานินความเข้มข้น 5.00% โดยมวลต่อปริมาตรไปหาขนาดองอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องกราดต่อไป

3.3 ขนาดอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตผ่านกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (SEM)



รูปที่ 3.6 ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของ (ก) อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนต (ข) อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตหลังจากการเคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ (ค) อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 5.00% โดยมวลต่อปริมาตร

จากรูปที่ 3.6 พบว่าขนาดของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตมีขนาด 100 ถึง 150 นาโนเมตร อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่เคลือบแคลเซียมคลอไรด์มีขนาด 80 ถึง 150 นาโนเมตร และอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ติดแอนโทไซยานินมีขนาด 60 ถึง 100 นาโนเมตร การที่ขนาดของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตเล็กลงเนื่องจากการเกิดสมดุลของแคลเซียมคาร์บอเนตกับสารละลายแคลเซียมไอออนซึ่งทำให้คาร์บอเนตหลุดออกมา โดยอาจเกิดนิวเคลียสใหม่และทำให้ได้อนุภาคขนาดเล็กลง

ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตต้องใช้อัตราส่วนโมลของแคลเซียมไอออนต่อคาร์บอเนตไอออนเท่ากับ 1:1 แสดงในสมการดังนี้

$$CaCl_{2(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \longrightarrow CaCO_{3(s)} + 2NaCl_{(aq)}$$

ตารางที่ 3.3 แสดงน้ำหนักของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนต

สารตัวอย่าง	น้ำหนัก (กรัม)	ร้อยละโดยน้ำหนักของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยแอนโทไซยานินต่อน้ำหนักของแคลเซียมคาร์บอเนต
Anthocyanin 5.00%	0.0272	90.7
Anthocyanin 1.00%	0.0273	91.0
Anthocyanin 0.25%	0.0197	65.7
Anthocyanin 0.10%	0.0282	94.0
Anthocyanin 0.05%	0.0236	78.7

อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตที่สังเคราะห์ได้มีร้อยละโดยน้ำหนักของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยแอนโทไซยานินต่อน้ำหนักของแคลเซียมคาร์บอเนต 65.7 ถึง 94.0 เปอร์เซ็นต์ การที่ร้อยละโดยน้ำหนักต่างกันเนื่องจากอนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตที่สังเคราะห์มานั้นมีขนาดประมาณ 100 นาโนเมตร ในการปั่นเหวี่ยงสารละลายเพื่อล้างอนุภาคอาจทำให้อนุภาคบางส่วนที่เล็กมากๆถูกชะล้างออกไป

ในการสังเคราะห์ได้มีการใส่โซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมคลอไรด์เพื่อให้เกิดแคลเซียมคาร์บอเนตได้ดีมากขึ้น เนื่องจากโซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นเบสซึ่งจะทำให้คาร์บอเนตในสารละลายเกิดสมดุลกลายเป็นไบคาร์บอเนตได้น้อยลงและโซเดียมคลอไรด์ทำให้สารละลายมี ionic strength มากขึ้น ส่งผลให้การเกิดแคลเซียมคาร์บอเนตได้ดีขึ้น

จากข้อมูลทั้งหมดสรุปได้ว่าควรใช้ความเข้มข้นของแอนโทไซยานินร้อยละ 1.00-5.00% โดยมวลต่อปริมาตร และใช้วิธีการสังเคราะห์แบบที่ 2 ซึ่งจะทำให้ได้อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตที่มีขนาด 60 ถึง 100 นาโนเมตร มีแอนโทไซยานินติดอยู่ 5.7% และมีร้อยละโดยน้ำหนักของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยแอนโทไซยานินต่อน้ำหนักของแคลเซียมคาร์บอเนตประมาณ 91.0%

บทที่ 4

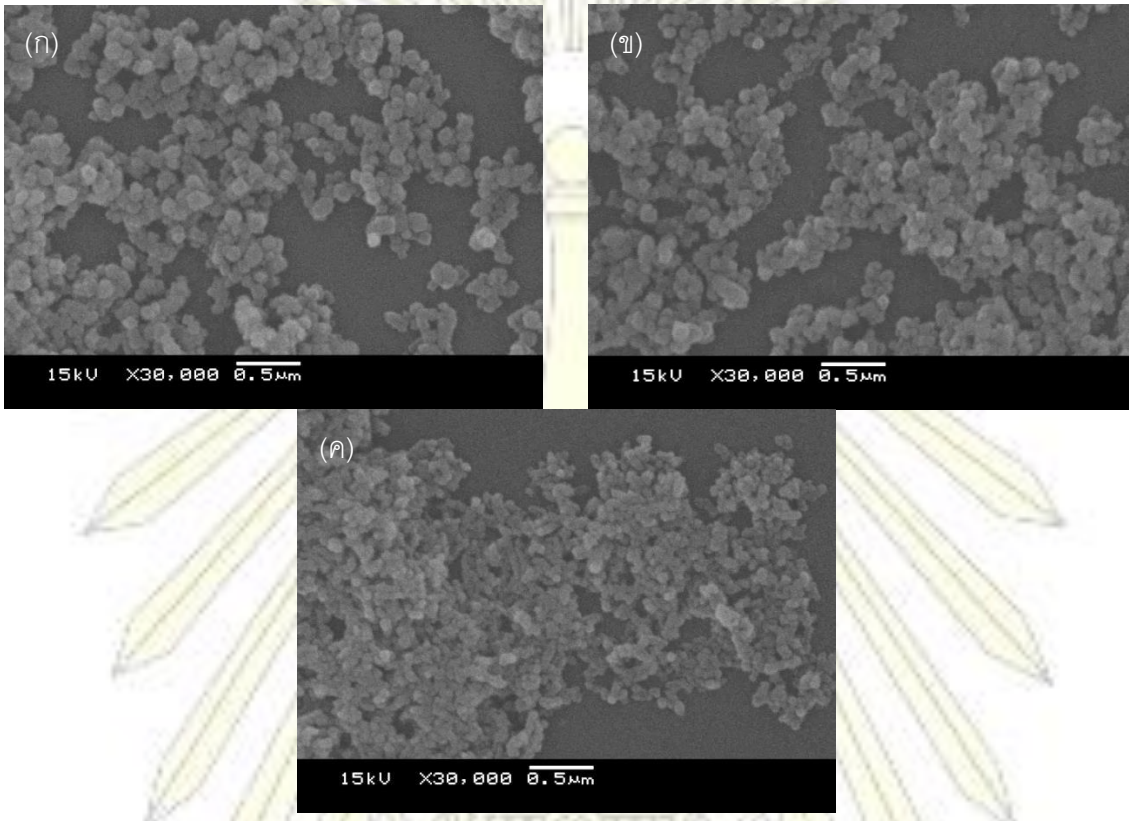
สรุปผลการทดลอง

สามารถสังเคราะห์อนุภาคนาโนของแคลเซียมคาร์บอเนตด้วยวิธีตกตะกอนทางเคมีโดยติดแอนโทไซยานินไว้กับอนุภาค ขนาดของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตที่ติดแอนโทไซยานินอยู่ในช่วง 60 ถึง 100 นาโนเมตร แอนโทไซยานินติดบนอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตได้มากที่สุดเท่ากับ 5.7% โดยน้ำหนัก และมีร้อยละโดยน้ำหนักของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยแอนโทไซยานินต่อน้ำหนักของแคลเซียมคาร์บอเนตเท่ากับ 91.0

เอกสารอ้างอิง

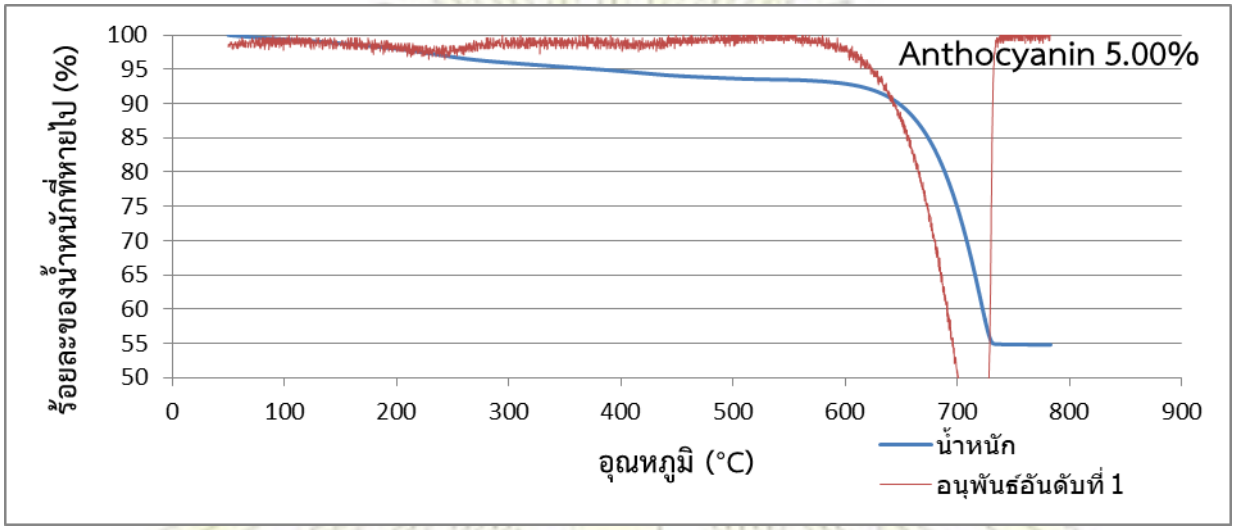
1. Hock, E. K., Azrina, A., Sou, T. T., See, M. L. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food Nutr. Res.* **2017**, 61, 136-177.
2. Kohei, K., Naonobu, N., Masahiko, S. Flavonoid composition related to petal color in different lines of Clitoria ternatea. *Phytochemistry* **2003**, 64, 1133–1139.
3. Abdullah, M. M., Nuri, A., Purwiyatno, H., Didah, N. F. Thermal Degradation of Anthocyanins in Butterfly Pea (Clitoria ternatea L.) Flower Extract at pH 7. *Am. J. Food Tech*. **2017**, 5, 199-203.
4. Angkana, T., Pornpen, W., Pacharaporn, J., Kasorn, M. Preparation and stability of butterfly pea color extract loaded in microparticles prepared by spray drying. *Thai J. Pharm. Sci*. **2008**, 32, 59-69.
5. Solmaz, M. D., Mohammad, B. J., Mohammad, H. Z., Khosro, A., Farzaneh, L. Calcium carbonate nanoparticles as cancer drug delivery system. *Expert Opin. Drug Del*. **2015**, 12, 1649-1660.
6. Romuald Babou-Kammoe, Safia H., Faical L., Khaled B. Synthesis of CaCO3 Nanoparticles by Controlled Precipitation of Saturated Carbonate and Calcium Nitrate Aqueous Solutions. *Can. J. Chem. Eng*. **2012**, 90, 26-33.
7. Hong, W., Guohua, C., Ronald L. P. Oxygen Radical Absorbing Capacity of Anthocyanins. J. Agric. FOOD Chem. **1997**, 45, 304-309.
8. Poompradub, S., Luthikaviboon, T., Linpoo, S., Rojanathanes, R., Prasassarakich, P., Improving oxidation stability and mechanical properties of natural rubber vulcanizates filled with calcium carbonate modified by gallic acid. *Polym. Bull*. **2011**, 66, 965-977.

ภาคผนวก

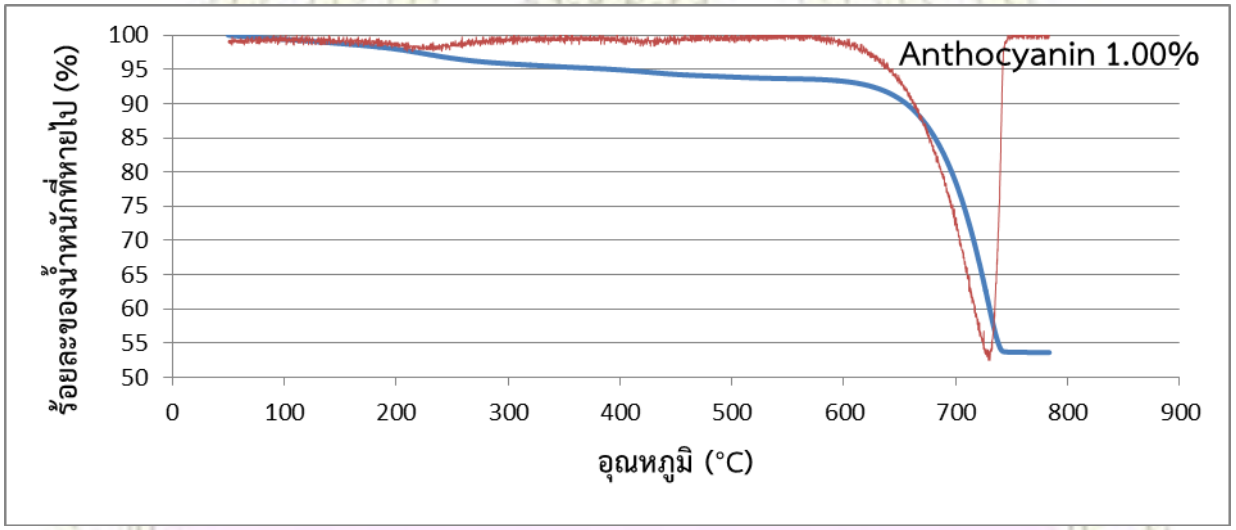


ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตในอีกมุมหนึ่งเมื่อเทียบกับรูปที่ 3.6 เมื่อ (ก) ไม่มีการเคลือบ (ข) เคลือบด้วยแคลเซียมคลอไรด์ (ค) เคลือบด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 5.00% โดยมวลต่อปริมาตร

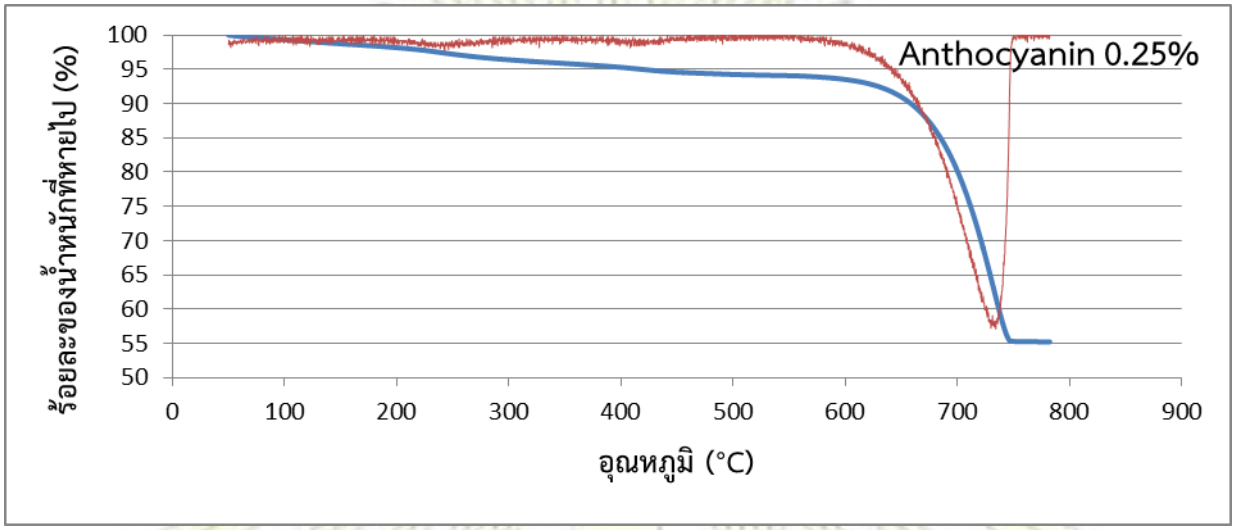
ภาพสารละลายแอนโทไซยานินเรียงตามความเข้มข้นจากซ้ายไปขวา 1.00%, 0.25%, 0.10% และ 0.05% ตามลำดับ



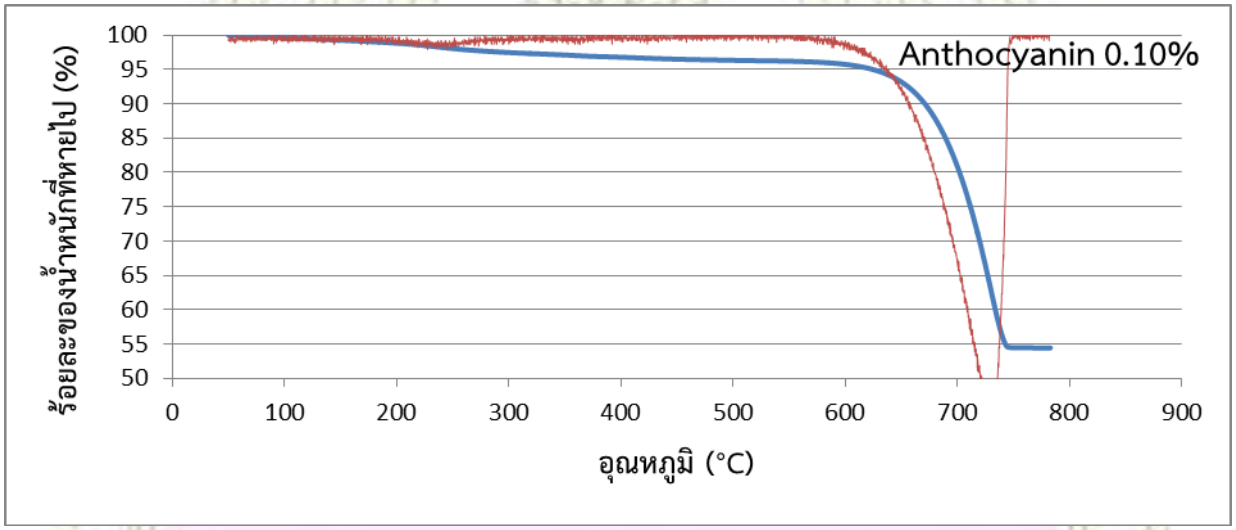
กราฟการสลายตัวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 5.00%



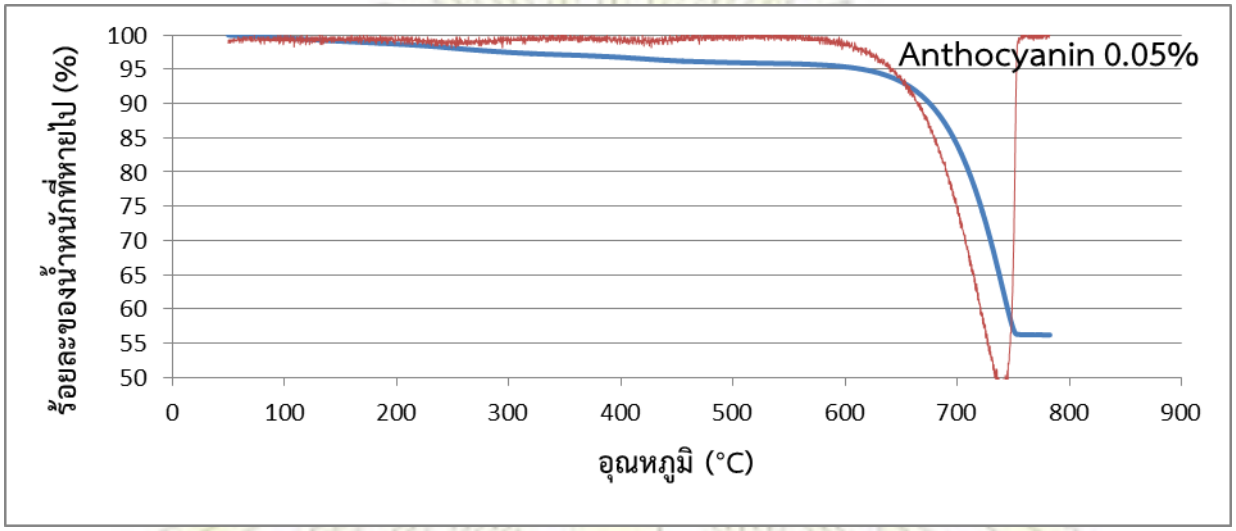
กราฟการสลายตัวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 1.00%



กราฟการสลายตัวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 0.25%



กราฟการสลายตัวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 0.10%



กราฟการสลายตัวของอนุภาคนาโนแคลเซียมคาร์บอเนตซึ่งติดด้วยการผสมในสารละลายแอนโทไซยานินความเข้มข้น 0.05%

ประวัติผู้วิจัย

นายกฤษณะ หลงบางพลี เกิดเมื่อวันที่ 11 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2538 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียน เทพศิรินทร์ร่มเกล้า จังหวัดกรุงเทพมหานคร เมื่อปีการศึกษา 2556 เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2557 ที่อยู่ที่สามารถติดต่อได้ บ้านเลขที่ 140 ตำบล/แขวง คลองสามประเวศ อำเภอ/เขต ลาดกระบัง จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10520 อีเมล longbangplee.k@gmail.com