นรมน สธนเสาวภาคย์: ผลึกร่วมของวิตามินซีกับน้ำตาลซูโครสและอิริทริทอล (COCRYSTAL OF ASCORBIC ACID WITH SUCROSE AND ERYTHRITOL) อาจารย์ที่ปรึกษา: รองศาสตรจารย์ ดร. เล็ก วันทา, 87 หน้า.

คำสำคัญ: การตกผลึกร่วม/วิตามินซี/อิริทริทอล/ซูโครส

กระบวนการตกผลึกร่วมเป็นกระบวนการที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมยาและอาหารเพราะกระบวนการนี้ผลิตได้ง่าย ขยายกำลังการผลิตได้ และคุ้มค่าต้นทุน อีกทั้งใช้พัฒนาคุณสมบัติของสารให้ดียิ่งขึ้นกว่าเดิมเช่นเพิ่มความเสถียร ความสามารถในการไหล สมบัติทางฟิสิกส์เคมี และปรับปรุงรสชาติ เป็นต้น ในงานวิจัยนี้สนใจที่ใช้กระบวนการตกลึกร่วมในการเพิ่มความเสถียรของกรดแอสคอร์บิกหรืออีกชื่อที่เรารู้จักกันอย่างแพร่หลายคือวิตามินซี โดยนำวิตามินซีมาตกผลึกร่วมกับน้ำตาลซูโครส หรือที่เรารู้จักกันคือน้ำตาลทราย ซึ่งลดปริมาณน้ำตาลทรายโดยการผสมกับน้ำตาลอิริทริทอลทำการหาอัตราส่วนของน้ำตาลทรายและอิริทริทอลที่เหมาะสม อีกทั้งผู้ป่วยเบาหวานที่มักขาดวิตามินซีสามารถบริโภคได้อีกด้วย สำหรับวิธีการเตรียมโคคริสตัลจากการตกผลึกจากสารละลายเป็นพื้นฐาน (Solution based cocrystal preparation method) โดยทำการผสมน้ำตาลทรายและอิริทริทอลเข้าด้วยกันแล้วละลายน้ำตาลที่ผสมกันแล้วด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อให้ผสมกันได้ดี แล้วลดอุณหภูมิให้เหลือ 60 องศาเซลเซียสทันทีป้องกันการเสื่อมสภาพของวิตามินซีที่จะใส่ในขั้นตอนต่อไป ขั้นตอนนี้เป็นการเริ่มต้นกระบวนการตกผลึกร่วม จากนั้นใส่วิตามินซีลงไปทำการกวนอย่างต่อเนื่องจนได้ผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการตกผลึกร่วมถูกเรียกว่าโคคริสตัล แล้วนำโคคริสตัลที่ได้ไปอบเพื่อไล่ความชื้นแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำในที่ที่ไม่มีความชื้นเพื่อนำไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

ทำการยืนยันโคคริสตัลโดยเทคนิค FTIR และ XRD โดยทั้งสองเทคนิคยืนยันว่าเกิดโคคริสตัลขึ้นจริง อีกทั้งผล FTIR และ XRD ของทุกๆ อัตราส่วน ไม่มีความแตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำการหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการบริโภคแต่ละวัน พบว่าอัตราส่วนที่เหมาะสมคืออัตราส่วนระหว่างน้ำตาลซูโครสและอิริทริทอล 2:3 จากนั้นทำการวิเคราะห์เพื่อดูลักษณะทางสัณฐานวิทยา (Morphology) โดย SEM เปรียบเทียบกับน้ำตาลทราย น้ำตาลอิริทริทอล วิตามินซีและโคคริสตัลพบว่าโคคริสตัลมีการรวมตัวอย่างเห็นได้ชัดได้ทำการศึกษาหาอัตราการละลายพบว่าโคคริสตัลละลายเร็วขึ้นกว่าน้ำตาลและวิตามินซีแต่ยังน้อยกว่าน้ำตาลอิริทริทอล อีกทั้งทำการหาความสามารถในการละลายพบว่า โคคริสตัลละลายได้ดีกว่าน้ำตาลอิริทริทอลและวิตามินซีแต่น้อยกว่าน้ำตาลทราย ใช้เทคนิค HPLC ในการศึกษาเพื่อยืนยันว่ามีวิตามินซีในโคคริสตัล พบว่าเกิดพีคของวิตามินซีเกิดขึ้นในช่วง 3.5-5 นาที ซึ่งสามารถยืนยันได้ว่าในโคคริสตัลมีวิตามินซีจริงๆ ศึกษาความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระของโคอนุมูลอิสระได้สูงถึง 86.12% ในขณะที่วิตามินซีสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ 87.38% ซึ่ง

มีค่าใกล้เคียงกันอย่างมาก การศึกษาความเสถียรโดยทำการทดลองเก็บโคคริสตัลและวิตามินซีไว้ในตู้อบ 40 องศาเซลเซียส ไม่มีแสงและความชื้นเป็นเวลา 1 เดือน พบว่าโคคริสตัลมีความเสถียรมากกว่าวิตามินซี เมื่อนำโคคริสตัลที่ผลิตได้ไปเปรียบเทียบความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระกับเครื่องดื่มที่เป็นที่นิยมในประเทศไทย 2 ชนิด โดยเครื่องดื่ม 2 ชนิดนี้มีปริมาณวิตามินซีในเครื่องดื่ม 200 % พบว่า เครื่องดื่มชนิดที่ 1 และ 2 มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ 55.52 กับ 17.98% ตามลำดับดับ ในขณะที่โคคริสตัลสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ถึง 86.12%

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาหาปริมาณน้ำอิสระ พบว่าโคคริสตัลให้ปริมาณน้ำอิสระเพียง 0.483 ซึ่งน้อยกว่าน้ำตาลทราย อิริทริทอล และวิตามินซี ค่าที่ได้น้อยกว่า 0.6 คือเป็นค่าที่ปลอดภัยในอาหาร หาคุณสมบัติในการดูดความชื้นของโคคริสตัลโดยใช้เทคนิค Hygroscopicity เพื่อหาข้อกำหนดในการบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์พบว่าโคคริสตัลมีการดูดความชื้นมากที่สุด จึงแนะนำให้จัดเก็บในที่ ๆ ไม่มีความชื้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเคมี

ปีการศึกษา 2568

ลายเซ็นนักศึกษา นรมน.....

ลายเซ็นอาจารย์ที่ปรึกษา.....

NORRAMON SATHANASAOWAPHAK: COCRYSTAL OF ASCORBIC ACID WITH SUCROSE AND ERYTHRITOL
THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. LEK WANTHA, Ph.D., 87 PP.

Keyword: CO-CRYSTALLIZATION/ASCORBIC ACID/ERYTHRITOL/SUCROSE

Co-crystallization is a widely popular in the pharmaceutical and food industries because this is easy to perform, readily scalable and cost-effective. It can improve important properties such as stability, flowability, physicochemical characteristics and taste. This study focuses on using co-crystallization to enhance the stability of ascorbic acid or know as vitamin C. Ascorbic acid was co-crystallized with sucrose (table sugar), and part of the sucrose was replaced with erythritol to determine a suitable sucrose–erythritol ratio, taking into account dietary considerations, for example for people with diabetes. A solution-based method was employed to prepare the cocrystal. Sucrose and erythritol were mixed and dissolved in deionized water at 100 °C under continuous stirring. The solution was then cooled to 60 °C to prevent degradation of ascorbic acid. At this stage, ascorbic acid was added and stirring was continued until the cocrystal formed. The product was collected, dried in a hot-air oven to remove residual moisture, and stored at a low temperature (4–6 °C) in a dry environment for further study.

FTIR and XRD were used to confirm the formation of the cocrystal, and both techniques supported its successful preparation. The diffraction and spectral patterns were essentially the same across all tested sucrose–erythritol ratios. A 2:3 sucrose-to-erythritol ratio was selected as the working composition, as it was considered reasonable for daily dietary intake and had the lowest of water activity. SEM was employed to study the morphology, and the images revealed clear agglomeration in the cocrystal compared with pure sucrose, erythritol, and ascorbic acid. In terms of dissolution in water, the cocrystal exhibited a faster dissolution rate than sucrose and ascorbic acid, although it was still slower than erythritol. Regarding solubility, the cocrystal was more soluble than ascorbic acid and erythritol, but less soluble than sucrose. HPLC was used to confirm the including of ascorbic acid in cocrystal and it

confirmed the inclusion. DPPH radical scavenging activity was used to determine antioxidant capacity of cocrystal by dissolving DPPH in ethanol. DPPH radical scavenging activity of cocrystal was 86.12% while DPPH radical scavenging activity of ascorbic acid was 87.38%, which had similar value. Stability was studied by storing the cocrystal and ascorbic acid in an oven at 40°C, without light and moisture, for a month. Cocrystal had more stable than ascorbic acid. In addition, the antioxidant capacity of the cocrystal was compared with that of two popular vitamin C–fortified beverages in Thailand (type 1 and type 2), each labeled as containing 200 % of the recommended daily intake of ascorbic acid. The DPPH radical-scavenging activities of beverage type 1 and type 2 were 55.52 % and 17.98 %, respectively, both significantly lower than that of the cocrystal. These results indicate that the cocrystal retained antioxidant capacity more effectively than the two commercial beverages tested.

Cocrystal had a water activity value of 0.48, which was lower than sucrose, erythritol and ascorbic acid. Moreover, this value was below 0.6, a threshold generally considered safe for food products. Hygroscopicity testing was conducted to assess the packaging requirements of the cocrystal. The results showed that the cocrystal absorbed the highest amount of moisture among the samples; therefore, it should be stored in a dry, moisture-free environment.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Chemical Engineering Student's Signature .....

Academic Year 2025 Advisor's Signature .....