

โครงการการศึกษาแนวทางแก้ปัญหาการจับตัวเป็นก้อนของน้ำตาลทรายดิบระหว่างการเก็บรักษาและการขนส่ง

น้ำตาลเป็นสินค้าส่งออกสำคัญของประเทศไทย นำรายได้เข้าประเทศปีละ 3-4 หมื่นล้านบาท เมื่อปี พ.ศ. 2546 เกิดปัญหาน้ำตาลทรายดิบที่ส่งไปประเทศญี่ปุ่นและรัสเซีย จับตัวเป็นก้อนแข็ง (Caking) ทั้งลำเรือเมื่อเดินทางไปถึงปลายทาง ทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเร่งหาสาเหตุและหามาตรการป้องกันและแก้ไข สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย จึงได้มอบหมายให้คณะที่ปรึกษาดำเนินการสำรวจคุณภาพน้ำตาลทรายดิบจากโรงงานต่าง ๆ สำรวจสภาพการเก็บและขนถ่ายน้ำตาลทรายดิบและศึกษาวิจัยปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการจับตัวเป็นก้อนแข็งของน้ำตาลทรายดิบ ผลการสำรวจพบว่าโรงงานทุกแห่งจะเก็บน้ำตาลทรายดิบเป็นกองใหญ่ในโกดัง ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิหรือความชื้นของอากาศ การเก็บและขนถ่ายน้ำตาลทรายดิบทุกขั้นตอนตั้งแต่โรงงานผลิตจนถึงลำเลียงลงเรือจะเป็นระบบเปิด ทำให้เกิดการถ่ายเทความชื้นระหว่างน้ำตาลทรายดิบกับอากาศได้ง่ายและรวดเร็ว ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำตาลทรายดิบจากโรงงาน 8 แห่ง พบว่าน้ำตาลทรายดิบจากทุกโรงงาน มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน แม้ค่าสีและปริมาณแอมโมเนียจะแตกต่างกันมาก นอกจากนี้เมื่อคำนวณค่า Safety factor พบว่าน้ำตาลทรายดิบจากโรงงาน 3 แห่งอยู่ในเกณฑ์มีโอกาสเสื่อมเสียสูงในระหว่างการเก็บรักษา

ปัจจัยที่มีผลต่อการจับตัวเป็นก้อนแข็งของน้ำตาลทรายดิบที่ศึกษาในโครงการนี้มี 4 ปัจจัย คือ

(1) ขนาดผลึกของน้ำตาล (ขนาดเฉลี่ย มากกว่า 1.000, 0.850-1.000, 0.600 -0.850, 0.425-0.600 และน้อยกว่า 0.425 มิลลิเมตร)

(2) ปริมาณน้ำตาลรีตีวซ์ (0.60% และ 0.15%)

(3) อุณหภูมิบ่ม (30 และ 37 องศาเซลเซียส)

(4) แรงกดอัด เพื่อจำลองความดันที่กระทำต่อน้ำตาลทรายดิบระหว่างกองเก็บในโกดังและขนส่ง พบว่าขนาดผลึกน้ำตาลมีผลต่อการจับตัวเป็นก้อนแข็งอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อผลึกขนาดเล็กจะมีโอกาสจับตัวเป็นก้อนแข็งมากขึ้นเนื่องจากสามารถดูดความชื้นจากอากาศได้มากกว่าผลึกขนาดใหญ่ พิจารณากราฟ Water adsorption isotherm ของน้ำตาลทรายดิบ พบว่า น้ำตาลทรายดิบขนาดผลึกเฉลี่ยน้อยกว่า 0.425 มิลลิเมตร มีค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เท่ากับ 73.2% เมื่อขนาดผลึกใหญ่ขึ้นมากกว่า 1.000 มิลลิเมตร มีค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียสเท่ากับ 73.2% เมื่อขนาดผลึกใหญ่ขึ้นมากกว่า 1.000 มิลลิเมตร พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตเพิ่มขึ้นเป็น 79.5% ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เท่ากับ 73.2% เมื่อขนาดใหญ่ขึ้นมากกว่า 1.000 มิลลิเมตร พบว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตเพิ่มขึ้นเป็น 79.5% ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แสดงว่าน้ำตาลทรายดิบที่มีผลึกขนาดใหญ่จะมีความไวต่อความชื้นน้อยกว่าผลึกขนาดเล็ก ความเสี่ยงที่จะเกิดการจับตัวเป็นก้อนแข็งจึงลดลงด้วย

โดยทั่วไปน้ำตาลรีตีวซ์สามารถดูดความชื้นได้มากกว่าน้ำตาลซูโครส และการดูดความชื้นนี้จะเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บที่อุณหภูมิสูงขึ้น จึงพบว่า Water vapor adsorption isotherms (WVAI) ของตัวอย่างน้ำตาลทรายดิบที่มีน้ำตาลรีตีวซ์สูง (0.60%) เก็บที่ 37 องศาเซลเซียส มีค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตต่ำที่สุดคือ 78.1% แสดงว่า มีความเสี่ยงต่อการเกิดจับตัวเป็นก้อนแข็งสูงกว่าน้ำตาลทรายดิบที่มีน้ำตาลรีตีวซ์ต่ำ (0.15%) และเก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า เมื่อพิจารณาค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤตของทุกตัวอย่างที่ศึกษา พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 78.1-

79.5% ซึ่งจัดได้ว่าเป็นค่าที่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในทางปฏิบัติ จากผลการศึกษาจึงสามารถสรุปได้ว่าการกำหนดมาตรฐานคุณภาพพ่น้ำตาลทรายดิบ ให้มีค่าพ่น้ำตาลรีดิวซ์ไม่เกิน 0.80% เป็นค่าที่เหมาะสมและโรงงานสามารถปฏิบัติได้ การผลิตพ่น้ำตาลทรายดิบให้พ่น้ำตาลรีดิวซ์ต่ำ ๆ จะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น ในขณะที่ผลต่อการลดความเสี่ยงการเกิดจับตัวเป็นก้อนแข็งของพ่น้ำตาลทรายดิบได้ต่ำ

การกองเก็บพ่น้ำตาลในโกดังและระหว่างการขนส่ง ทำให้เกิดความดันกระทำต่อพ่น้ำตาลทรายดิบ ซึ่งอาจทำให้อุณหภูมิของพ่น้ำตาลสูงขึ้นและเร่งการเกิดละลายเยิ้มของพ่น้ำตาลต่อไปได้ จึงจำลองสถานการณ์นี้ด้วยการกดพ่น้ำตาลด้วยความดัน 1.5 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเป็นระยะเวลา 3 เดือน พบว่าความดันระดับนี้ไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญที่จะทำให้อุณหภูมิของพ่น้ำตาลเพิ่มขึ้นหรือเกิดการละลายเยิ้มของพ่น้ำตาล

เมื่อเปรียบเทียบผลของปัจจัยที่ศึกษาทั้ง 4 ปัจจัย พบว่าขนาดลิกพ่น้ำตาลทรายดิบเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อการเกิดจับตัวเป็นก้อนแข็งของพ่น้ำตาลทรายดิบ การลดความเสี่ยงการเกิดจับตัวเป็นก้อนแข็งของพ่น้ำตาลทรายดิบควรควบคุมให้ผลลิกมีขนาดใหญ่ และควรพิจารณาเพิ่มขึ้นตอนการร่อนแยกพ่น้ำตาลทรายดิบที่มีขนาดเล็กมาก ๆ (น้อยกว่า 0.425 มิลลิเมตร) ออก ก่อนนำมากองเก็บในโกดังและขนถ่ายต่อไป

จากการศึกษาผลของความชื้นสัมพัทธ์ของสภาวะแวดล้อมต่อการเริ่มเกิดละลายเยิ้มและการจับตัวเป็นก้อนแข็งของพ่น้ำตาลทรายดิบ โดยการตรวจวิเคราะห์ผลลิกพ่น้ำตาลด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดกราดลำแสง (Scanning Electron Microscopy : SEM) พบว่าพ่น้ำตาลทรายดิบที่เก็บไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ 67.89% จะเริ่มเกิดการละลายเยิ้มที่ผิวหน้าและผลลิกพ่น้ำตาลเริ่มเชื่อมติดกัน โดยมีพ่น้ำตาลผลลิกขนาดเล็กเป็นตัวผลลิกขนาดใหญ่เข้าด้วยกัน และการละลายเยิ้มจะรุนแรงมากขึ้นเมื่อเก็บพ่น้ำตาลไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์สูงขึ้น เมื่อเปรียบเทียบผลการศึกษาพ่น้ำกับ Water vapor adsorption isotherms พบว่าการละลายเยิ้มของพ่น้ำตาลทรายดิบเริ่มเกิดเมื่อเส้นกราฟของ Water vapor adsorption isotherm เริ่มมีความชันเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่จุดนี้จะต่ำกว่าค่าความชื้นสัมพัทธ์วิกฤต ซึ่งเป็นจุดที่ความชันของกราฟเพิ่มขึ้นอย่างฉับพลัน ดังนั้น การลดความเสี่ยงของการเกิดพ่น้ำตาลละลายเยิ้มและการจับตัวเป็นก้อนแข็งของพ่น้ำตาลทรายดิบ ควรป้องกันพ่น้ำตาลทรายดิบจากสภาวะที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงหรือเก็บตัวอย่างพ่น้ำตาลทรายดิบในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 67.89%

สำหรับผู้สนใจในเรื่องนี้โดยละเอียดหาอ่านได้จากห้องสมุด สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและพ่น้ำตาลทราย กระทรวงอุตสาหกรรมหรือที่สำนักงานกองทุนอ้อยและพ่น้ำตาลทราย
