

การใช้สารซัลไฟต์ในการผลิตน้ำตาลมะพร้าว

ผลการปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตให้ปลอดภัยต่อการบริโภค

เวณิกา เบ็ญจพงษ์¹

Wenika Benjapong¹,

อรอนงค์ มหัคคพงษ์²

Ornanong Mahakkapong²,

เรณู ทวีชาติวิทยากุล¹

Renu Twichatwitayakul¹

อาณัติ นิตถรรมยง¹

Anadi Nitithamyong¹,

วีรยา การพานิช¹

Weeraya Kampanit¹

The use of sulphiting agent on development and safety of coconut sugar

นอภรณณณณณ

The investigation on process to produce coconut sugar with and without sulphiting agents were carried out to improve the quality and safety of coconut sugar with the collaboration of Samutsongkram producers. The texture and color of pure coconut sugar were rapidly changed during short time storage (7 days) at room temperature. The rate of texture changes was in accordance with water activity value. This study found that pure coconut sugar with water activity values lower than 0.70 melted slightly at room temperature and the texture changed after 14 storage days. The study on the use of sulphiting agent (sodium metabisulphite) as bleaching agent in coconut sugar production found that the addition of 1 g sodium metabisulphite in 40 L of coconut sap after boiling could delay the rate of color change from 10 days to 21 days and also resulted in a sulphur dioxide content below the 40 mg/kg recommended limit of Thai FDA. This study also found that the amount of sucrose affected the period of time to prolong the change in sugar texture. The addition of 1, 2 and 3 g sucrose into 40 L of coconut sap could delay texture change from 4 days to 21, 30 and 45 days, respectively. However, a large amount of sucrose (3 kg) altered the sweetness of coconut sugar. To avoid this effect, the producers should not add sucrose ≥ 2 kg per 40 L of

coconut sap. Besides the use of sulphite and sucrose, the important factor affecting the color and the texture of coconut sugar is the storage temperature. The color and texture changes of sugar kept in a refrigerator (4°C) occurred at a slower rate than those kept at room temperature. During 3 months of storage in a refrigerator, the color and texture of coconut sugar were slightly changed. Thus, the suitable process to produce pure coconut sugar is the control of water activity (≤ 0.7) and it is necessary to store the sugar at low temperature such as refrigerator temperature in order to decrease the rate of browning reaction and prolong texture change.

Key words: coconut sugar, sulphiting agents, color change.

¹สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล นครปฐม 73170

¹Institute of Nutrition, Mahidol University, Nakhon Pathom 73170

²สถาบันอาหาร กรุงเทพมหานคร 10700

²National Food Institute, Bangkok. 10700

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิธีการใช้สารฟอกขาวกลุ่มของสารซัลไฟต์ในการผลิตน้ำตาลมะพร้าวและศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลมะพร้าวในแหล่งผลิต เพื่อหารูปแบบที่เหมาะสมในการผลิตให้ปลอดภัยต่อการบริโภค โดยพัฒนาการผลิตร่วมกับผู้ผลิตน้ำตาลในจังหวัดสมุทรสงคราม ปัญหาสำคัญในการผลิตน้ำตาลมะพร้าวแท้คือ ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง น้ำตาลจะเปลี่ยนสีและเฝ็มเหลวอย่างรวดเร็วภายใน 7 วัน โดยการเปลี่ยนรูปของน้ำตาลขึ้นกับค่า water activity พบว่าการเคี้ยวน้ำตาลให้แห้ง โดยควบคุมค่า water activity ไม่ให้เกิน 0.70 น้ำตาลจะคงรูปไม่เฝ็มเหลวระหว่างเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้นาน 14 วัน ดังนั้นในการควบคุมคุณภาพการผลิตควรเน้นการเคี้ยวน้ำตาลให้แห้ง สำหรับการศึกษากการใช้สารฟอกขาวกลุ่มของสารซัลไฟต์ พบว่าไม่ควรใส่สารโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในการชะลอการเปลี่ยนสีของน้ำตาลเกิน 1 กรัม ต่อน้ำตาลสด 40 ลิตร เพื่อไม่ให้เกิดการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินมาตรฐานคือ 40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งการใส่ 1 กรัมหลังการเคี้ยวพบการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่ำกว่ามาตรฐานและสามารถชะลอการเปลี่ยนสีของน้ำตาลจาก 10 วัน เป็น 21 วัน การผสมน้ำตาลทรายเพื่อชะลอการเฝ็มเหลว พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำตาลทรายสามารถยืดเวลาการเก็บน้ำตาลมะพร้าวให้คงรูปได้นานขึ้น โดยการใส่น้ำตาลทราย 1, 2 และ 3 กิโลกรัม ต่อน้ำตาลสด 40 ลิตร สามารถชะลอการเฝ็มของน้ำตาลจาก 4 วัน เป็น 21, 30 และ 45 วัน ตามลำดับ แต่ไม่ควรใส่น้ำตาลทรายเกิน 2 กิโลกรัม เนื่องจากการใส่ในปริมาณมาก เช่น 3 กิโลกรัมรสชาติน้ำตาลมะพร้าวจะเปลี่ยนจากหวานมันเป็นหวานแหลม ดังนั้น

การผลิตน้ำตาลมะพร้าวควรระวังเรื่องชนิดและปริมาณสารฟอกขาวที่ใช้และปริมาณน้ำตาลทรายที่ใส่ เพื่อให้น้ำตาลมะพร้าวที่ผลิตได้มีคุณภาพดีและปลอดภัยต่อการบริโภค นอกจากการใช้สารซัลไฟต์และการผสมน้ำตาลทราย เพื่อชะลอการเปลี่ยนสีและการเฝ็มเหลวแล้วยังมีอีกวิธีที่สามารถทำได้คือการเก็บน้ำตาลมะพร้าวแท้ที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าเมื่อเก็บในตู้เย็นน้ำตาลมะพร้าวแท้สามารถคงรูปและสีได้นานกว่า 3 เดือน ดังนั้นถ้าไม่ต้องการใช้สารฟอกขาวหรือผสมน้ำตาลทรายในการผลิตควรเคี้ยวน้ำตาลให้แห้ง (water activity \leq 0.70) เพื่อให้สามารถวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้องได้นานขึ้นและควรเก็บที่อุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส เช่น ในตู้เย็นเพื่อชะลอการเกิดปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเฝ็มเหลวและการเปลี่ยนสีในระหว่างเก็บรักษา

คำสำคัญ : น้ำตาลมะพร้าวสารซัลไฟต์ การเปลี่ยนสี

น้ำ

คำนำ

น้ำตาลจากจันทน์มะพร้าวมีรสหวานมันและกลิ่นหอมเฉพาะตัวนิยมนำมาเคี้ยว เพื่อผลิตเป็นน้ำตาลปีบและน้ำตาลปึกซึ่งเป็นเครื่องปรุงรสสำคัญในอาหารไทย การผลิตน้ำตาลมะพร้าวเป็นอุตสาหกรรมพื้นบ้านที่เป็นภูมิปัญญาดั้งเดิมของประเทศ มีการผลิตในหลายจังหวัดโดยเฉพาะจังหวัดสมุทรสงคราม แต่กำลังประสบปัญหาในการผลิต เนื่องจากมีอันตรายจากความเสียหายในการตกต้นมะพร้าว มีการผลิตน้ำตาลหลอม (คือ น้ำตาลสด ผสม น้ำตาลทราย เบะแซ กากน้ำตาล สารฟอกขาว และสี) มาแข่งขัน ทำให้ผู้ผลิตน้ำตาลมะพร้าวแท้หลายรายเลิกอาชีพไปไม่มีการส่งต่อภูมิปัญญาสู่รุ่นลูกหลาน ส่งผลให้น้ำตาลมะพร้าวแท้ที่มีคุณภาพดีค่อยๆ หดหายไปจากท้องตลาด เหลือแต่น้ำตาลผสมน้ำตาลทราย

และพบว่าผู้ผลิตหลายรายมีการผสมสารฟอกขาวกลุ่มของสารซัลไฟต์เพื่อป้องกันการใช้การเปลี่ยนสีของน้ำตาลมะพร้าว ซึ่งเกิดเนื่องจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาล (Browning reaction) ของน้ำตาลเมื่อได้รับความร้อน (Sapers, 1993) การใช้สารซัลไฟต์เป็นสารฟอกขาวในการผลิตอาหารนั้นกระทรวงสาธารณสุขมีการอนุญาตให้ใช้ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) โซเดียม-โปแทสเซียมซัลไฟต์ โซเดียม-โปแทสเซียมไบซัลไฟต์

และโซเดียม-โปแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84, 2522) ซึ่งผู้ผลิตสามารถใส่สารฟอกขาวกลุ่มนี้ในการผลิตน้ำตาลมะพร้าวได้โดยมีปริมาณตกค้างในผลิตภัณฑ์ไม่เกิน 40 มิลลิกรัม ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ต่อกิโลกรัม อาหาร (ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2532) แต่การสำรวจของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ.2531 ที่จังหวัดสมุทรสงคราม (ญานี, 2528) พบว่า 92% ของสารฟอกขาวที่ใช้ผลิตน้ำตาลมะพร้าวเป็น "โซเดียมไฮโดรซัลไฟต์" ซึ่งเป็นสารที่ไม่อนุญาตให้ใส่ในอาหาร เนื่องจากมีความเป็นพิษสูง ทำให้เกิดการอักเสบที่ลำคอและระบบทางเดินอาหาร ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน การไหลเวียนโลหิตล้มเหลว ระบบหายใจล้มเหลว หมดสติ และอาจเสียชีวิต โดยเฉพาะคนที่เป็นโรคหอบหืดซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงที่มีความไวต่อการเกิดพิษของสารกลุ่มซัลไฟต์ (WHO 1999, Papazian 1996 and Maga 1995) ในปี พ.ศ.2522 พบประชาชนจังหวัดฉะเชิงเทรา 50 คน เกิดอาการจุกเสียด

แน่นท้อง คลื่นไส้ ใจสั่น เป็นลมและหมดสติ เนื่องจากรับประทานขนมไหว้พระจันทร์ที่มีโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ในน้ำตาล พ.ศ.2528 พบกลุ่มผู้รับสารฟอกหลักสูตรจุ่มเกิดอาการเจ็บป่วย และมีผู้เสียชีวิตจากการรับประทานอาหารที่มีสารโซเดียมไฮโดรซัลไฟต์ผสมในน้ำตาลปึกและเครื่องปรุงรสอื่นๆ (สมพูล, 2532) นอกจากการใช้สารฟอกขาวชนิดนี้ยังพบการใช้ในปริมาณสูงเกินมาตรฐาน ดังการศึกษาของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ พ.ศ.2544 ที่จังหวัดสมุทรสงคราม (ปรกรณ์ และคณะ, 2544) พบว่า 50% ของน้ำตาลมะพร้าวที่ผลิตมีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์เกินมาตรฐาน การศึกษาของสถาบันวิจัยโภชนาการใน พ.ศ.2546 ยังพบว่า 56% และ 31% ของน้ำตาลมะพร้าวที่จำหน่ายในตลาดของกรุงเทพมหานครและสมุทรสงคราม ตามลำดับ มีปริมาณซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เกินมาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข (เวณิกาและคณะ, 2547)

ดังนั้นการส่งเสริมให้ชุมชนตระหนักถึงการผลิตอาหารที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อการบริโภค นับว่าเป็นแนวทางสำคัญในการแก้ไขปัญหาความปลอดภัยของอาหาร ซึ่งต้องมีการผสมผสานความรู้ทางวิทยาศาสตร์กับภูมิปัญญาชาวบ้านในการพัฒนาการผลิต เพื่อให้ได้น้ำตาลปึกและน้ำตาลปึกจากน้ำตาลมะพร้าวที่มีคุณภาพเหมาะสมเป็นเครื่องปรุงรสของอาหารไทยและปลอดภัยต่อผู้บริโภค การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการผลิตน้ำตาลมะพร้าวให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อการบริโภค โดยการร่วมมือกับกลุ่มผู้ผลิตน้ำตาลมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม ศึกษาหาวิธีการที่เหมาะสมในการผลิตน้ำตาลมะพร้าวรูปแบบต่างๆ

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ประชุมระดมความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ผลิตน้ำตาลมะพร้าว

จัดประชุมและสนทนากลุ่มเพื่อปรึกษาและระดมความคิดเห็นจากกลุ่มผู้ผลิตน้ำตาลมะพร้าวในจังหวัดสมุทรสงคราม หน่วยงานและองค์กรที่เกี่ยวข้องเพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการพัฒนาการผลิต

2. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของน้ำตาลมะพร้าว

เคี้ยวน้ำตาลมะพร้าวจากเตาผู้ผลิตตามรูปแบบการผลิต 3 รูปแบบ ได้แก่ น้ำตาลมะพร้าวแท้ น้ำตาลมะพร้าวผสมน้ำตาลทราย น้ำตาลมะพร้าวผสมสารฟอกขาว (โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์) บรรจุลงถุงพลาสติกและขวดแก้ว ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและกายภาพเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องและตู้เย็น (4 องศาเซลเซียส) 150 วัน

2.1. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางเคมี

วิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของ SO₂ ในน้ำตาลมะพร้าวแท้ น้ำตาลมะพร้าวผสมน้ำตาลทราย และน้ำตาลมะพร้าวผสมสารฟอกขาวโดยวิธี Optimized Monier-Williams (AOAC, 2000)

2.2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพที่ศึกษา ได้แก่ ความเข้มข้นของสี การคืนรูป และค่า water activity

การเปลี่ยนสี : โดยเปรียบเทียบสีกับ สีใน Munsell book of color โดยแบ่งกลุ่มสีเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 = กลุ่มสีเหลืองอ่อน ประกอบด้วยสี
2.5Y9/4, 2.5Y8.5/6, 2.5Y8/6, 2.5Y8/4, 2.5Y7/6
และ 2.5Y7/4

กลุ่มที่ 2 = กลุ่มสีเหลืองเข้ม (สีเหลืองจนถึงสีเหลืองน้ำตาล)
ประกอบด้วยสี
2.5Y6/8-2.5Y5/8 และ 10YR6/6-10YR5/6

กลุ่มที่ 3 = กลุ่มสีน้ำตาล (สีน้ำตาลจนถึงสีน้ำตาลเข้ม)
ประกอบด้วยสี
7.5YR4/6, 10YR4/6-10YR4/4 และ
2.5Y4/6-2.5Y4/4

การคืนรูป : โดยการสังเกตและบันทึกการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสของน้ำตาล ดังนี้

กลุ่มที่ 1: แฉะ = ผิวหน้าของน้ำตาลมะพร้าวชิ้นเล็กน้อย

กลุ่มที่ 2: เยิ้ม = ผิวหน้าของน้ำตาลมะพร้าวชิ้นมากจนและ

กลุ่มที่ 3: เหลว = น้ำตาลมะพร้าวเหลวไม่เป็นก้อน

ค่า Water activity (A_w) วัดด้วยเครื่อง Water activity meter

2.3. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ ลักษณะทางชีวภาพที่ศึกษา ได้แก่ การเจริญของเชื้อรา โดยวิธี Bacteriological analysis manual

ผลและวิจารณ์

1. น้ำตาลมะพร้าวแท้

1.1. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี ตรวจไม่พบ SO_2 ในน้ำตาลมะพร้าวแท้ทุกตัวอย่าง

1.2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและชีวภาพ ผลการศึกษา (Table 1) พบว่าน้ำตาลมะพร้าวแท้ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องน้ำตาลจะเยิ้มเหลวง่าย โดยการเปลี่ยนแปลงจะเกิดช้าหรือเร็วขึ้นกับการเคี่ยวน้ำตาลได้แห้งมากหรือน้อย ซึ่งจากค่า A_w พบว่า น้ำตาลที่เคี่ยวไม่แห้งดีมีค่า $A_w = 0.73$ ผิวหน้าจะเปลี่ยนจากแห้งเป็นแฉะภายใน 2 วัน เปลี่ยนจากแฉะเป็นเยิ้มใน 4 วัน เหลวไม่เป็นก้อนหลังจาก 7 วัน และมีราขึ้นภายใน 30 วัน สำหรับน้ำตาลที่เคี่ยวแห้งดีมีค่า $A_w \leq 0.70$ เมื่อปั้นเป็นก้อนบรรจุในถุงพลาสติก จะแฉะภายใน 14 วัน เยิ้มภายใน 21 วัน

และเหลวหลังจาก 30 วัน แต่การบรรจุในขวดแก้วน้ำตาลจะเยิ้มภายใน 7-14 วัน ส่วนการเปลี่ยนสี พบว่าน้ำตาลเปลี่ยนจากสีเหลืองอ่อนเป็นสีเหลืองเข้มหลังจาก 10-14 วัน เปลี่ยนจากสีเหลืองเข้มเป็นสีน้ำตาลภายใน 14-21 วัน และไม่พบราในน้ำตาลที่เคี่ยวแห้ง ($A_w \leq 0.70$) แม้เก็บนานกว่า 150 วัน ภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของน้ำตาลมะพร้าวแท้ อย่างไรก็ตามการเปลี่ยนสีจะเกิดอย่างรวดเร็วในบริเวณที่ผิวน้ำตาลสัมผัสอากาศ น้ำตาลมะพร้าวแท้ที่เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสสามารถคงรูปได้นานกว่า 150 วัน และจะเปลี่ยนสีจากสีเหลืองอ่อนเป็นสีเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อยหลังเก็บไว้นาน 120 วัน

Table 1. Physical quality change of coconut sugar during storage.

A _w	Package	Storage	Duration time of physical quality change (days)				
			Color change		Melt		
			Dark yellow	Brown	Small part	Some parts	All parts
0.73	Plastic bag	Room Temperature	10	14	2	4	7
		Refrigerator (4°C)	120	>150	14	120	>150
0.73	Glass bottle	Room Temperature	10	14	2	4	>150
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
0.70	Plastic bag	Room Temperature	14	21	14	21	30
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
0.70	Glass bottle	Room Temperature	14	21	2	7	>150
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
0.67	Plastic bag	Room Temperature	10	14	14	21	30
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
0.67	Glass bottle	Room Temperature	10	14	10	14	>150
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150

Remark >150 is no physical quality change until 150 days of storage.

2. น้ำตาลมะพร้าวผสมน้ำตาลทราย

2.1. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี
ตรวจไม่พบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในน้ำตาลมะพร้าวผสมน้ำตาลทรายทุกตัวอย่าง

2.2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ
ผลการศึกษา (Table 2) พบว่า น้ำตาลมะพร้าวผสมน้ำตาลทรายเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้อง น้ำตาลจะคงรูปได้ดีกว่า น้ำตาลมะพร้าวแท้ การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นหรือเร็วขึ้นกับปริมาณน้ำตาลทรายที่ใส่น้ำตาลมะพร้าวแท้จะเปลี่ยนจากแห้งเป็นแฉะใน 2 วัน เย็มใน 4 วัน ขณะที่ น้ำตาลมะพร้าวที่เติมน้ำตาลทราย 1, 2

และ 3 กก. ต่อน้ำตาลสด 40 ลิตร จะแฉะใน 7, 10 และ 14 วัน ตามลำดับ เย็มใน 21, 30 และ 45 วัน ตามลำดับ โดยน้ำตาลมะพร้าวแท้จะเปลี่ยนสีจากเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้มใน 10 วัน และเปลี่ยนสีจากเหลืองเข้มเป็นน้ำตาลใน 14 วัน แต่มะพร้าวผสมน้ำตาลทรายจะเปลี่ยนสีจากเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้มหลังจาก 21 วัน และเปลี่ยนสีจากเหลืองเข้มเป็นน้ำตาลใน 45 วัน โดยการเปลี่ยนสีเกิดขึ้นในระยะเวลาเดียวกันทุกระดับของน้ำตาลทรายที่เติมลงในน้ำตาลมะพร้าว ภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนสีของน้ำตาลมะพร้าวผสมน้ำตาลทรายการเปลี่ยนสีจะเกิดอย่างรวดเร็วในบริเวณที่ผิวน้ำตาลสัมผัสอากาศ น้ำตาลมะพร้าวผสมน้ำตาลทรายที่เก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะคงรูปได้นานกว่า 150 วัน โดยจะเปลี่ยนสีจากเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อยหลังเก็บไว้ 120 วัน

Table 2. Physical quality change of coconut sugar adding sucrose during storage

Sucrose (kilograms per coconut sap 40 liters)	Package	Storage	Duration time of physical quality change (days)				
			Color change		Melt		
			Dark yellow	Brown	Small part	Some parts	All parts
0 (A_w 0.73)	Plastic bag	Room Temperature	10	14	2	4	7
		Refrigerator (4°C)	120	>150	14	30	>150
	Glass bottle	Room Temperature	10	14	2	4	>150
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
1 (A_w 0.72)	Plastic bag	Room Temperature	21	45	7	21	45
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
	Glass bottle	Room Temperature	21	45	7	14	>150
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
2 (A_w 0.71)	Plastic bag	Room Temperature	21	45	10	30	60
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
	Glass bottle	Room Temperature	21	45	10	30	>150
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
3 (A_w 0.71)	Plastic bag	Room Temperature	21	45	14	45	60
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
	Glass bottle	Room Temperature	21	45	14	45	>150
		Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150

Remark >150 is no physical quality change until 150 days of storage.

3. น้ำตาลมะพร้าวผสมสารฟอกขาว

3.1. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

Table 3 แสดงปริมาณการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ใน น้ำตาลมะพร้าวผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ พบว่าน้ำตาลมะพร้าวที่ใส่ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ ก่อนเคี้ยว ในปริมาณ 1, 2, 3 และ 6 กรัม ต่อ น้ำตาลสด 40 ลิตร ตรวจพบซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำตาลที่เคี้ยวได้ใน ปริมาณต่ำกว่ามาตรฐาน (<40 มก./กก.) และการใส่โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ หลังเคี้ยวในปริมาณ 1 กรัม ต่อ น้ำตาลสด 40 ลิตร ตรวจพบซัลเฟอร์ไดออกไซด์

ในน้ำตาลที่เคี้ยวได้ 33.58 ± 3.07 มก./กก. ซึ่งต่ำกว่ามาตรฐานเช่นกัน แต่การใส่สาร นี้หลังเคี้ยวในปริมาณ 2 และ 3 กรัมต่อ น้ำตาลสด 40 ลิตร ตรวจพบซัลเฟอร์ได- ออกไซด์ ในน้ำตาลที่เคี้ยวได้ในปริมาณที่ สูงเกินมาตรฐาน

Table 3. Sulphur dioxide (SO₂) contents in coconut sugar adding sodium metabisulphite

Sodium metabisulphite (grams per coconut sap 40 liters)	SO ₂ contents in coconut sugar (mg/kg)	
	Before simmer	After simmer
1	Not detected	36.65
1	Not detected	30.51
1	Not detected	33.58
2	6.71	97.35
2	7.48	92.41
2	7.09	94.88
3	9.41	129.31
6	13.79	No analysis

Remark 1. Before simmer is add sodium metabisulphite into coconut sap before simmer

2. After simmer is add sodium metabisulphite into coconut sugar after simmer and before drying

3.2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ผลการศึกษา (Table 4) พบว่าน้ำตาลมะพร้าวผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ เมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้อง การเปลี่ยนสีจะเกิดขึ้นกว่าน้ำตาลมะพร้าวแท้ การเปลี่ยนแปลงขึ้นกับปริมาณการตกค้างของซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ในน้ำตาลที่เคี้ยวได้ปริมาณโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ที่เท่ากันเมื่อใส่หลังเคี้ยวจะมีประสิทธิภาพชะลอการเปลี่ยนสีของน้ำตาลมะพร้าวดีกว่าใส่ก่อนเคี้ยว

ปกติน้ำตาลมะพร้าวแท้จะเปลี่ยนสีจากสีเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้มหลังจาก 10 วัน และเปลี่ยนสีจากเหลือง เข้มเป็นสีน้ำตาลภายใน 14 วัน แต่การใส่โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1 กรัม หลังเคี้ยวน้ำตาลที่เคี้ยวได้จะเปลี่ยนสีจากสีเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้มหลังจาก 21 วัน และเปลี่ยนสีจากเหลืองเข้มเป็นสีน้ำตาลใน 30 วัน การคืนรูปของน้ำตาลมะพร้าวผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์เกิดขึ้นในอัตราที่ไม่ต่างจากน้ำตาลมะพร้าวแท้ พบว่าภาชนะบรรจุไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและสีของน้ำตาลมะพร้าวผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ แต่การเก็บน้ำตาลมะพร้าวผสมโซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส น้ำตาลจะคงรูปและสีได้นานกว่า 150 วัน

Table 4. Physical quality change of coconut sugar adding sodium metabisulphite during storage.

Sodium metabi sulphite (gram)	SO ₂ contents (mg/kg)	Package	Storage	Duration time of physical quality change (days)				
				Color change		Melt		
				Dark yellow	Brown	Small part	Some parts	All parts
0	Not detected	Plastic bag	Room Temperature	10	14	14	21	30
			Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
		Glass bottle	Room Temperature	10	14	10	14	>150
			Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
1 (Before simmer)	Not detected	Plastic bag	Room Temperature	14	21	21	30	45
			Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
		Glass bottle	Room Temperature	14	21	7	14	>150
			Refrigerator (4°C)	120	>150	>150	>150	>150
1 (After simmer)	36.65	Plastic bag	Room Temperature	21	30	14	21	30
			Refrigerator (4°C)	>150	>150	>150	>150	>150
		Glass bottle	Room Temperature	21	30	7	14	>150
			Refrigerator (4°C)	>150	>150	>150	>150	>150

Sodium metabi sulphite (gram)	SO ₂ contents (mg/kg)	Package	Storage	Duration time of physical quality change (days)				
				Color change		Melt		
				Dark yellow	Brown	Small part	Some parts	All parts
2 (Before simmer)	6.71	Plastic bag	Room Temperature	21	30	14	21	45
			Refrigerator (4°C)	>150	>150	>150	>150	>150
		Glass bottle	Room Temperature	21	30	7	14	>150
			Refrigerator (4°C)	>150	>150	>150	>150	>150
2 (After simmer)	97.35	Plastic bag	Room Temperature	21	60	14	21	45
			Refrigerator (4°C)	>150	>150	>150	>150	>150
		Glass bottle	Room Temperature	21	60	7	14	>150
			Refrigerator (4°C)	>150	>150	>150	>150	>150
3 (After simmer)	129.31	Plastic bag	Room Temperature	45	60	7	14	21
			Refrigerator (4°C)	>150	>150	>150	>150	>150
		Glass bottle	Room Temperature	45	60	7	14	>150
			Refrigerator (4°C)	>150	>150	>150	>150	>150

Remark >150 is no physical quality change until 150 days of storage.

การเก็บน้ำตาลมะพร้าวแท้ที่อุณหภูมิห้อง จะทำให้น้ำตาลเกิดการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและสีในเวลาอันสั้น (Table 1) เนื่องจากอุณหภูมิและความชื้นที่สูงจะทำให้ก้อนน้ำตาลมะพร้าวหลอมตัวและมีผลไปเร่งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลในน้ำตาลมะพร้าว (Wong,1989) โดยเฉพาะน้ำตาลที่เคี้ยวไม่แห้งมีค่า A_w สูง (>0.70) เมื่อป็นเป็นก้อนจะคืนรูปและเยิ้มเหลวง่าย การแก้ปัญหาทำได้โดยการเคี้ยวน้ำตาลให้แห้งมีค่า $A_w \leq 0.70$ ซึ่งจะช่วยคงรูปน้ำตาลมะพร้าวแท้ไม่ให้เยิ้มเหลวได้นานขึ้น โดยน้ำตาลสามารถคงรูประหว่างวางจำหน่ายที่อุณหภูมิห้องได้ 21 วัน หลังจากนั้นควรเก็บในตู้เย็นซึ่งจะทำให้น้ำตาลคงรูปได้นานกว่า 150 วัน แต่ถ้าต้องการขนส่งและเก็บนานกว่า 21 วัน ไม่ควรขึ้นรูปเป็นก้อนน้ำตาลปึก เนื่องจากการป็นเป็นก้อนน้ำตาลจะหลอมเหลวง่ายในขณะขนส่งหรือเก็บที่อุณหภูมิสูง ควรหาภาชนะที่มีรูปทรง เช่น ปีบ ขวดแก้ว หรือขวดพลาสติกที่ทนความร้อนมาบรรจุในรูปน้ำตาลปีบ เรื่องการเปลี่ยนสีนั้นพบว่าเมื่อเก็บที่อุณหภูมิห้องน้ำตาลมะพร้าวแท้จะเปลี่ยนสีจากสีเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้มใน 10-14 วัน และสีน้ำตาลใน 14-21 วัน แต่ถ้าเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส น้ำตาลจะเปลี่ยนสีจากเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้มขึ้นเล็กน้อยหลังเก็บไว้ 120 วัน ดังนั้น หลังผลิตน้ำตาลมะพร้าวแท้ไม่ควรทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนานเกิน 14 วัน ควรรีบนำไปเก็บในตู้เย็นหลังจากซื้อมา เนื่องจากการเก็บที่อุณหภูมิต่ำจะชะลอเวลาการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของน้ำตาลออกไป และป้องกันความชื้นที่เป็นปัจจัยสำคัญต่อการคืนรูปของน้ำตาล การเก็บน้ำตาลมะพร้าวที่อุณหภูมิต่ำในตู้เย็นจึงเป็นสถานะที่เหมาะสมต่อการรักษาและเนื้อสัมผัสของน้ำตาล

มะพร้าวให้คงรูปและสีในสภาพเดิมได้นาน โดยไม่จำเป็นต้องผสมน้ำตาลทรายและสารฟอกขาว

การทดสอบการใช้สารฟอกขาวกลุ่มของสารซัลไฟต์ ที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใส่ในอาหาร คือ โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ (Table 3 and 4) พบว่ามีเพียงน้ำตาลมะพร้าวที่ใส่โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์หลังเคี้ยว 1 กรัม ต่อน้ำตาลสด 40 ลิตร ที่พบการตกค้างของ SO₂ ในน้ำตาลที่เคี้ยวได้ในปริมาณต่ำกว่ามาตรฐานและสามารถชะลอการเปลี่ยนสีของน้ำตาลมะพร้าวจากสีเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้มจาก 10 วัน เป็น 21 วัน ขณะที่การใส่โซเดียมเมตาไบซัลไฟต์ 1 กรัมก่อนเคี้ยวสามารถชะลอการเปลี่ยนสีของน้ำตาลมะพร้าวจากสีเหลืองอ่อนเป็นเหลืองเข้มใน 14 วันเท่านั้น แสดงว่าการใช้สารตัวนี้ในการชะลอการเปลี่ยนสีของน้ำตาลจะมีประสิทธิภาพดีเมื่อใส่หลังการเคี้ยวน้ำตาล โดยใส่ขณะปั่นน้ำตาลให้แห้ง เนื่องจากการเคี้ยวน้ำตาลที่อุณหภูมิสูง จะทำให้

เกิดการสลายตัวของไซเตียมเมตาไบซัลไฟด์ที่ใส่ก่อนเคี้ยว โดยจะระเหยออกไปในรูปของ SO₂ ทำให้พบการตกค้างของของสารนี้ในน้ำตาลปริมาณต่ำ มีผลให้ปริมาณของไซเตียมเมตาไบซัลไฟด์ที่เหลืออยู่นั้นไม่สามารถช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของน้ำตาลมะพร้าวที่เกิดขึ้นในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้อย่างมีประสิทธิภาพเท่าการใส่สารนี้หลังเคี้ยวน้ำตาล เมื่อใส่ในปริมาณเริ่มต้นที่เท่ากัน การที่สารฟอกขาวกลุ่มของสารซัลไฟด์ เช่น ไซเตียมเมตาไบซัลไฟด์สามารถชะลอการเปลี่ยนสีของน้ำตาลมะพร้าวได้เนื่องจากสารในกลุ่มนี้มีคุณสมบัติยับยั้งปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกิดโดยความ

ร้อน(caramelization) ซึ่งเกิดขึ้นจากการเคี้ยวและเก็บน้ำตาลไว้ในที่มีอุณหภูมิสูง เช่น อุณหภูมิห้อง โดยสารซัลไฟด์จะไปขัดขวางการสร้างสารประกอบสีน้ำตาลที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยานี้ (Sapers,1993)

สารซัลไฟด์สามารถช่วยรักษาการเปลี่ยนสีของน้ำตาลมะพร้าว แต่ไม่สามารถช่วยรักษาการเปลี่ยนเนื้อสัมผัสของน้ำตาลมะพร้าว การผลิตน้ำตาลปึกจากน้ำตาลมะพร้าวจึงต้องอาศัยการผสมน้ำตาลทรายในการช่วยให้น้ำตาลปึกคงรูปได้นานไม่เยิ้มเหลวง่าย (Table 2) การใส่น้ำตาลทราย 1, 2 และ 3 กิโลกรัม ในน้ำตาลสด 40 ลิตร สามารถชะลอการเยิ้มของน้ำตาลจาก 4 วัน เป็น 21, 30 และ 45 วัน ตามลำดับ ยิ่งผสมน้ำตาลทรายมากเวลาในการคงรูปยิ่งนาน เนื่องจากลักษณะของผลึกน้ำตาลทรายที่มีความแข็ง แต่การใส่น้ำตาลทรายมากเกินไปจะมีผลต่อรสชาติของน้ำตาลมะพร้าว การใส่น้ำตาลทราย 1 และ 2 กิโลกรัม ทำให้น้ำตาลมะพร้าวที่เคี้ยวได้ยังมีรสหวานมัน แต่การใส่น้ำตาลทราย 3 กิโลกรัม น้ำตาลมะพร้าวที่เคี้ยวได้จะเริ่มมีรสหวานแหลมเหมือนน้ำตาลทรายและสูญเสียกลิ่นรสเฉพาะตัวของน้ำตาลมะพร้าวไป

สรุป

ดังนั้นการผลิตน้ำตาลมะพร้าวแท้โดยไม่ผสม น้ำตาลทรายและไม่ใส่สารฟอกขาวสามารถทำได้ โดยการเคี้ยวน้ำตาลให้แห้งในระดับที่มีค่า water activity น้อยกว่า 0.70 และควรเก็บไว้รอบริโศกที่อุณหภูมิต่ำ เช่น การเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส แต่ถ้าต้องการเก็บน้ำตาลมะพร้าวไว้ที่อุณหภูมิห้องโดยรูปและสีไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิมมากนักสามารถใช้

สารฟอกขาวกลุ่มของสารซัลไฟด์ที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใส่ในอาหาร เช่น ไซเตียมเมตาไบซัลไฟด์ในปริมาณที่เหมาะสม คือ ใส่หลังเคี้ยว โดยใส่ในขณะที่นำน้ำตาลที่เคี้ยวได้มาปั้นแห้งและควรใส่ในปริมาณไม่เกิน 1 กรัม ต่อน้ำตาลสด 40 ลิตร จะช่วยชะลอการเปลี่ยนสีของน้ำตาลได้นานประมาณ 3 สัปดาห์ และการผสมน้ำตาล ทรายไม่เกิน 2 กิโลกรัม ต่อน้ำตาลสด 40 ลิตร ในการผลิตน้ำตาลปึก จะช่วยให้น้ำตาลคงรูปได้นานประมาณ 1 เดือน โดยกลิ่นและรสของน้ำตาลจะมีความใกล้เคียงกับน้ำตาลมะพร้าวแท้มาก

เอกสารอ้างอิง

ญานี วรณสถิตย์. 2528. การศึกษาวิจัยการใช้สารฟอกสีในน้ำตาลมะพร้าว.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. 24 หน้า.

ปกรณ์ น้อยประเสริฐ นันทนา กลิ่นสุนทร ภาณุโชติ ทองยัง. 2544.

การตรวจซัลเฟอร์ไดออกไซด์ในน้ำตาลมะพร้าวที่จังหวัดสมุทรสงครามโดยวิธี

Modified Rankine. กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 43(2) : 166 -170.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 84. 2522. เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร.

พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 96.

ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2532.

เรื่องมาตรฐานน้ำตาลมะพร้าวที่มีซัลเฟอร์ไดออกไซด์ปนเปื้อน.