ผลของสารเคมีที่มีต่อคุณสมบัติของผงน้ำอ้อยในการผลิตแบบดั้งเดิม

Effects of Chemical Substances on Properties of Sugarcane Juice Powder Produced from the Traditional Method

ณัฐธญาณ์ ศรีสุวอ [1*] มลิวรรณ์ กิจชัยเจริญ [2] ณัฐวลิณคล เศรษฐปราโมทย์ [3]
และ สุพัฒน์ ไต้เวชศาสตร์ [3]
Nutthaya Srisuvor [1*], Maliwan Kitchaicharoen [2], Natwalinkhol Settapramote [3]
and Suphat Taivejchasart [3]

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ศึกษาชนิด แหล่ง และปริมาณสารเคมีที่มีต่อสมบัติของผงน้ำอ้อยในการผลิตแบบดั้งเดิม ในการศึกษาชนิดของสารเคมีที่มีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อยที่ผลิตโดยใช้ปูนขาวในรูปแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ($Ca(OH)_2$) ผงฟู และโซเดียมไบคาร์บอเนต ($NaHCO_3$) จากผลการทดลองพบว่า การเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตทำให้ผงน้ำอ้อยได้รับคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี และความชอบโดยรวมมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ขณะที่ผงฟูได้รับคะแนนทางด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมน้อยที่สุด ผลการเปรียบเทียบแหล่งของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีต่อสมบัติของผงน้ำอ้อยจาก 3 แหล่งได้แก่ ตลาดในจังหวัดเชียงใหม่ ตลาดในจังหวัดแม่ฮ่องสอน และหมู่บ้านป่าปุ๊ในจังหวัดแม่ฮ่องสอน พบว่า โซเดียมไบคาร์บอเนตจากตลาดในจังหวัดแม่ฮ่องสอนทำให้ผงน้ำอ้อยมีความชื้น (ร้อยละ 4.70) ปริมาณน้ำอิสระ (0.46) ค่า L^* (43.52) และ b^* (25.14) ต่ำที่สุด แต่มีคะแนนความชอบด้านลักษณะทางประสาทสัมผัสมากที่สุด ($p \leq 0.05$)

[1] สาขาวิชาธุรกิจอาหาร คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร จังหวัดกรุงเทพมหานคร 10120

[1] Devision of Food Business, Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Krungthep, 2 Nanglinchi Road,Tungmahamek, Sathorn, Bangkok 10120, Thailand.

[2] สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา น่าน เลขที่ 59 หมู่ 13 ตำบลฝายแก้ว อำเภอภูเพียง จังหวัดน่าน 55000

[2] Devision of Agricultural Industry, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Nan, 59 Moo 13, Faikaew, Phuphieng, Nan 55000, Thailand.

[3] สาขาวิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง เลขที่ 200 หมู่ 17 ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000

[3] Devision of Agricultural Industry, Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampang, 200 Moo 17, Pichai, Mueang, Lampang 52000, Thailand.

[*] ผู้นิพนธ์ประสานงาน ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (Corresponding author, e-mail): srisuvor@gmail.com Tel: 08 1642 3030, 0 2287 9738

การศึกษาปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เหมาะสมในการผลิตผงน้ำอ้อยโดยใช้ที่ระดับร้อยละ 0.05 0.10 และ 0.15 โดยน้ำหนัก พบว่า โซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับร้อยละ 0.10 โดยน้ำหนัก ทำให้ผงน้ำอ้อยมีความชื้นต่ำที่สุด และมีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะทางประสาทสัมผัสสูงที่สุด ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ: สารเคมี, คุณสมบัติ, ผงน้ำอ้อย, การผลิตแบบดั้งเดิม

ABSTRACT

The objective of this research was to investigate the suitable types and quantities of chemical substance used in the traditional production method of sugarcane juice powder as well as to find the suitable sources of the chemical substance. Three chemical substances including calcium hydroxide ($Ca(OH)_2$), baking powder, and sodium bicarbonate ($NaHCO_3$) were applied to test the sensory properties of sugarcane juice powder. The results showed that the addition of sodium bicarbonate provided the highest scores of the overall preference as well as the appearance and color, while the addition of baking powder gave the lowest scores overall appearance including color, flavor, and taste ($p \leq 0.05$) Then sodium bicarbonate from different sources such as local market in Chiang Mai, local market in Mae Hong Son, and Pa Pu Village in Mae Hong Son were further investigated its effect on the properties of sugarcane juice powder. It appeared that the sodium bicarbonate from local market in Mae Hong Son gave the lowest moisture contents (4.70%), water activity (0.46), L^* (43.52), and b^* (25.14) and it also gave the highest scores of sensory preference ($p \leq 0.05$). Moreover, different amounts of sodium bicarbonate at 0.05, 0.10 and 0.15% w/w of sugarcane juice powder were consequently examined. The results clearly showed that the amount of sodium bicarbonate at 0.10% (w/w) led to the lowest moisture contents of sugarcane juice powder as well as the highest scores of sensory preference ($p \leq 0.05$).

Key words: chemical substances, properties, sugarcane juice powder, traditional production

บทนำ

อ้อย (*Saccharum officinarum* Linn.) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญและใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลเพื่อใช้ในประเทศรวมทั้งเพื่อส่งออก นอกจากนี้ยังใช้ในการผลิตเอทานอลเพื่อเป็นพลังงานทางเลือก (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2524) คนไทยส่วนใหญ่นิยมบริโภคอ้อยในรูปอ้อยสดหรือน้ำอ้อยสด (กรมวิชาการเกษตร, 2547) ซึ่งมีส่วนประกอบของน้ำร้อยละ 65-76 และของแข็งร้อยละ 24-27 มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solids, TSS) ประกอบด้วย ซูโครสร้อยละ

70-88 กลูโคสร้อยละ 2-4 ฟรุคโตสร้อยละ 2-4 เกลือร้อยละ 1.5-4.5 สารอื่นที่ไม่ใช่น้ำตาลร้อยละ 3.8-6.5 และสารอื่นที่ไม่ทราบแน่นอนร้อยละ 3-5 (กรมวิชาการเกษตร, 2523; Chen and Chou, 1993) อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่สามารถเก็บรักษาน้ำอ้อยไว้ได้นาน จึงมีการศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาน้ำอ้อยโดยใช้โพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ (potassium metabisulphite: KMS) เครื่องเทศ การให้ความร้อน และเก็บแช่เย็น พบว่า การเติม KMS 225 ppm ช่วยยับยั้งยีสต์และรา และการเติมน้ำมะนาวช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา (Khare *et al*., 2012) และมีการศึกษาการทำน้ำอ้อยให้มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (TSS) เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่าจากน้ำอ้อยสดร่วมกับการเก็บแบบแช่แข็งพบว่าน้ำอ้อยเข้มข้นแช่แข็งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าสี และคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสต่ำกว่าน้ำอ้อยสด แต่มีปริมาณจุลินทรีย์ใกล้เคียงกัน (Al-Karkhi *et al*., 2014)

การระเหยน้ำออกเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาน้ำอ้อย ในอดีตทำโดยนำอ้อยมาสับเป็นท่อน ใช้ลูกกลิ้งหินหีบหรือใช้ครกตำ อาจกรองให้สะอาด แล้วต้มเคี่ยวน้ำหวานจนข้น จากนั้นปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น หรือแยกเอาน้ำตาลส่วนที่ข้นออกจากส่วนที่ใสในขณะที่เคี่ยว แล้วนำมาละลายใหม่ด้วยความร้อน และทำให้ตกผลึก หรือทำให้ขาวบริสุทธิ์ โดยใช้สารเคมีผสมลงในน้ำอ้อยเพื่อขจัดสิ่งสกปรก ทำให้น้ำอ้อยใส ช่วยให้สารที่มิใช่น้ำตาลตกตะกอน ทำให้น้ำอ้อยเป็นกลาง (neutralized) และมีสีขาวบริสุทธิ์ สารเคมีที่นิยมใช้ ได้แก่ ปูนขาว (quick lime, CaO) โดยปกติจะใช้ในรูปของเหลวข้น ($Ca(OH_2)$) ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และกรดฟอสฟอริก (H_3PO_4) (กรมวิชาการเกษตร, 2523)

ผงน้ำอ้อยเป็นอีกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค ทำได้โดยการให้ความร้อนแก่น้ำอ้อยจนข้นเหนียว ทิ้งให้แห้ง แล้วนำไปบดให้ร่วน อาจเรียกว่า น้ำตาลทรายแดง (soft brown sugar) มีลักษณะเป็นผงละเอียด หรืออาจจับกันเป็นก้อน มีสีน้ำตาลอ่อนจนถึงเข้ม และยังคงมีสารธรรมชาติจากอ้อยปนอยู่บ้าง มีผลึกซูโครสซึ่งเคลือบด้วยกากน้ำตาลหรือโมลาส (molass) มีน้ำตาลอินเวอร์ต (invert sugar) และมีแร่ธาตุเล็กน้อย (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) ปัจจุบันการผลิตผงน้ำอ้อยแบบดั้งเดิมยังคงพบได้ในหลายจังหวัดของประเทศไทย ซึ่งมักผลิตโดยใช้กระทะขนาดใหญ่ตั้งบนเตาที่ก่อขึ้นเอง หรือวางบนดินที่ขุดเป็นช่องสำหรับใส่เชื้อเพลิง แต่การผลิตมักประสบปัญหาผงน้ำอ้อยมีขนาดก้อนไม่สม่ำเสมอ หรืออาจจับตัวกันเป็นก้อน มีปริมาณความชื้นสูง เก็บรักษาได้ไม่นาน มีสีกลิ่นและรสชาติที่เปลี่ยนไป เนื่องจากใช้สารเคมีในปริมาณมากเกินไป และในปัจจุบันยังไม่มีรายงานการใช้ปริมาณสารเคมีที่เหมาะสมในการผลิตผงน้ำอ้อย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิด แหล่ง และปริมาณของสารเคมีที่มีต่อสมบัติทางด้านเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อย

วัสดุและอุปกรณ์

อ้อยสายพันธุ์พื้นเมืองจากไร่อ้อยของหมู่บ้านหนองเงือก ตำบลแงง อำเภอปัว จังหวัดน่าน ปูนขาว (lime,CaO) และผงฟู (baking powder) ตราเบสฟู้ดส์ จากบริษัทหยกอินเตอร์เทรด (เชียงใหม่) จำกัด และโซเดียมไบคาร์บอเนต (sodium bicarbonate) จากตลาดท้องถิ่นในอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน และได้รับ

ความอนุเคราะห์โซเดียมไบคาร์บอเนตจากกลุ่มน้ำอ้อย หมู่บ้านป่าปุ๊ ตำบลผาบ่อง อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมน้ำอ้อย

ตัดอ้อยที่มีอายุ 8-12 เดือน ทิ้งไว้ไม่เกิน 5 ชั่วโมง ก่อนนำอ้อยมาเข้าเครื่องหีบอ้อย บีบคั้นเอาน้ำอ้อยออก กรองด้วยกระชอนและผ้าขาวบาง วัดปริมาณ TSS มีค่าเท่ากับ 13 องศาบริกซ์ ด้วยรีแฟรคโตมิเตอร์ (hand refractometer, Atago® 2110-W07, Japan) และวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าเท่ากับ 5.60 โดยใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, MP512, Shanghai) และให้ความร้อน ไม่ควรทิ้งระยะเวลาก่อนให้ความร้อนนานเกิน 1 ชั่วโมง

การเตรียมสารเคมี

1) เตรียมปูนขาว โดยละลายปูนขาวน้ำหนัก 1 กิโลกรัม ลงในน้ำสะอาดปริมาตร 10 ลิตร ตั้งทิ้งไว้ให้ปูนขาวตกตะกอน ตักเฉพาะส่วนบนที่มีลักษณะใสของน้ำปูน เรียกน้ำปูนใส หรือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (calcium hydroxide, $(Ca(OH)_2)$ มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 12 และ 2) ผงฟู (ตราเบสฟูดส์) และโซเดียมไบคาร์บอเนตใช้ในรูปผงแบบแห้ง

การผลิตผงน้ำอ้อย

นำน้ำอ้อยทั้งหมดมาให้ความร้อน โดยตัวอย่างที่เติมปูนขาวในรูปน้ำปูนใสหรือแคลเซียมไฮดรอกไซด์ใช้ปริมาตร 330 มิลลิลิตร ใส่ลงในน้ำอ้อยที่กรองแล้วน้ำหนัก 10 กิโลกรัม แล้วนำมาให้ความร้อนจนกระทั่งเดือด ใช้ไม้พายคนอย่างสม่ำเสมอ ตักฟองและสิ่งสกปรกออก เมื่อน้ำอ้อยเริ่มเหนียวข้น ทดสอบโดยใช้ไม้พายขนาดเล็กจุ่มลงในน้ำอ้อยแล้วจุ่มลงในน้ำเย็น ถ้าน้ำอ้อยที่ติดบนไม้พายมีลักษณะแข็งตัวแสดงว่าน้ำอ้อยเดี่ยวได้ที่แล้ว หรือทดสอบด้วยเทอร์โมมิเตอร์ (infrared thermomether, DIGICON,DP-88) อุณหภูมิควรอยู่ในช่วง 115 ± 2 องศาเซลเซียส จากนั้นถ่ายน้ำอ้อยที่เดี่ยวแล้วลงในกระทะใบใหม่และคนตลอดเวลาเพื่อลดอุณหภูมิ สำหรับตัวอย่างที่เติมผงฟูและโซเดียมไบคาร์บอเนต ชั่งสารเคมีแต่ละชนิดหนัก 21 กรัม ต่อน้ำอ้อย 10 กิโลกรัม ใส่ลงในน้ำอ้อยที่เดี่ยวได้ที่แล้ว คนอย่างรวดเร็วสม่ำเสมอตลอดเวลา จนกระทั่งน้ำอ้อยมีอุณหภูมิลดลงอยู่ในช่วง 95 – 100 องศาเซลเซียส จึงเทใส่ถาดไม้ ตั้งทิ้งไว้จนขอบด้านนอกของน้ำตาลเริ่มตกผลึก จากนั้นจึงกวนหรือคนให้ร่วน รอจนผงน้ำอ้อยเย็น จึงบรรจุลงใส่ถุงพลาสติกและปิดผนึก

การประเมินคุณสมบัติทางประสาทสัมผัส

ประเมินสมบัติทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบ (preference test) ทางด้านลักษณะปรากฏ (appearance) สี (color) กลิ่นรส (flavor) รสชาติ (taste) และความชอบโดยรวม (overall preference) โดยใช้ผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 45 คน ให้คะแนนความชอบ 5 ระดับ (5 –point hedonic scale)

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ

วิเคราะห์หาสมบัติทางเคมีกายภาพ ได้แก่ ปริมาณความชื้น (moisture content) โดยวิธี AOAC (2007) โดยใช้ตู้อบลมร้อน (hot air oven) (Mammart, รุ่น 500) ปริมาณน้ำอิสระ (water activity, a_w) โดยใช้เครื่อง water activity meter (Aqualab LITE®, AL 1846, USA) และค่าสี

(color) ในระบบสี Hunter Lab ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าความเข้มของสีแดง-สีเขียว (a^*) และค่าความเข้มของสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b^*) ด้วยเครื่อง Hunter Lab Colorimeter (Color Quest XE, USA)

การวิเคราะห์สมบัติของผงน้ำอ้อยที่ผลิตได้

ส่งตัวอย่างผงน้ำอ้อยที่ผลิตได้โดยบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ น้ำหนัก 300 กรัม จำนวน 2 ถุง ให้กับบริษัทโอมิคโอเวอร์ซี เมอร์ชาไดซ์ อินสเปคชั่น จำกัด (OMIC O verseas Merchandise Inspection Co., Ltd.) เพื่อวิเคราะห์หาค่าโพลาไรเซชัน (polarization) ด้วยวิธีของ ICUMSA (1994) ปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ต (invert sugar) (ICUMSA, 2005a) ปริมาณเถ้าซัลเฟต (sulphate ash) (ICUMSA, 1998) ขนาดเม็ดน้ำตาลเฉลี่ย (grain size) (ICUMSA, 2005b) ค่าสี (ICUMSA, 2011) รวมทั้งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี total plate count (American Public Health Association, 2001) และปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (AOAC, 2007)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการทดสอบสมบัติทางเคมีกายภาพและวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) สำหรับการประเมินผลทางประสาทสัมผัส ทดสอบความแปรปรวนทางสถิติ (Analysis of Variance, ANOVA) หาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างทรีทเมนท์ (treatment) โดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ($p \leq 0.05$)

ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

การศึกษาชนิดของสารเคมีที่มีต่อสมบัติทางประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อย ได้แก่ ปูนขาวในรูปของแคลเซียมไฮดรอกไซด์ ผงฟู และโซเดียมไบคาร์บอเนต โดยการเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ลงในน้ำอ้อยก่อนนำไปให้ความร้อน ขณะที่เติมผงฟูและโซเดียมไบคาร์บอเนตลงในน้ำอ้อยที่ให้ความร้อนจนข้นได้ที่แล้ว ผลของการใช้สารเคมีต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อย ดังตารางที่ 1

ผลของชนิดของสารเคมี ได้แก่ แคลเซียมไฮดรอกไซด์ ผงฟู และโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีต่อสมบัติทางประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อยในตารางที่ 1 พบว่า คะแนนความชอบด้านลักษณะ

ตารางที่ 1 ชนิดของสารเคมีที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อย

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ไม่เติมสารเคมี	แคลเซียม-ไฮดรอกไซด์	ผงฟู	โซเดียมไบ-คาร์บอเนต
ลักษณะปรากฏ	2.37 ± 0.95 ^{c}	2.51 ± 1.10 ^{c}	3.44 ± 0.84 ^{b}	4.19 ± 0.90 ^{a}
สี	2.47 ± 1.77 ^{b}	3.54 ± 0.83 ^{a}	1.95 ± 1.54 ^{c}	3.82 ± 0.81 ^{a}
กลิ่นรส	4.20 ± 0.84 ^{a}	4.11 ± 0.93 ^{a}	2.15 ± 1.19 ^{c}	3.06 ± 0.65 ^{b}
รสชาติ	4.58 ± 0.67 ^{a}	4.43 ± 0.71 ^{a}	2.39 ± 1.19 ^{c}	3.26 ± 0.85 ^{b}
ความชอบโดยรวม	3.76 ± 1.03 ^{b}	3.42 ± 0.75 ^{b}	2.01 ± 1.17 ^{c}	4.43 ± 0.78 ^{a}

$^{a, b, c}$ อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ปรากฏสี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ ผงน้ำอ้อยที่เติมโซเดียมไบคาร์บอเนตได้รับคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏมากที่สุด อาจเนื่องจากตัวอย่างมีขนาดเล็กและละเอียดมากกว่าตัวอย่างอื่นๆ นอกจากนี้โซเดียมไบคาร์บอเนตได้รับคะแนนความชอบทางด้านสีมากที่สุด อาจเนื่องจากผงน้ำอ้อยมีสีน้ำตาลทองส่วนตัวอย่างที่ไม่เติมสารเคมีมีสีน้ำตาลเข้ม และตัวอย่างที่เติมผงฟูมีสีน้ำตาลออกเหลือง ตัวอย่างที่ไม่เติมสารเคมีและตัวอย่างที่เติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ได้รับคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสและรสชาติสูงที่สุด เนื่องจากผงน้ำอ้อยมีกลิ่นรสและรสชาติที่เป็นธรรมชาติมากกว่า การเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ก่อนการให้ความร้อน อาจไม่มีผลต่อกลิ่นรสและรสชาติของสารเคมีในรูปของเหลว ผงน้ำอ้อยที่เติมโซเดียมไบคาร์บอเนตได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดอาจเนื่องจากผู้บริโภคชอบสีและขนาดของผงน้ำอ้อย ส่วนตัวอย่างที่เติมผงฟูได้รับคะแนนความชอบโดยรวมต่ำที่สุด เนื่องจากผงน้ำอ้อยมีสีน้ำตาลออกเหลืองเล็กน้อยไม่มีกลิ่นและรสชาติของน้ำอ้อยอย่างเป็นธรรมชาติ ซึ่งอาจเกิดจากส่วนผสมของผงฟูมีโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นส่วนประกอบ เมื่อโดนน้ำจะเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ทำให้ผงน้ำอ้อยมีสีน้ำตาลซีด (กรมวิชาการเกษตร, 2523) และถ้าใช้ในปริมาณมากจนเกินไป อาจทำให้เกิดรสเฝื่อนได้ (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2557)

จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัส สรุปได้ว่า ตัวอย่างที่เติมโซเดียมไบคาร์บอเนตมีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ (4.19) สี (3.82) และความชอบโดยรวม (4.43) สูงที่สุด แม้จะมีคะแนนด้านกลิ่นรสและรสชาติรองลงมาจากตัวอย่างที่ไม่เติมสารเคมีและเติมแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่มีคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสและรสชาติสูงที่สุด จึงเลือกโซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นสารเคมีที่ใช้ในการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

การเปรียบเทียบแหล่งของโซเดียมไบคาร์บอเนตจากตลาดท้องถิ่นในจังหวัดเชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน และหมู่บ้านป่าปุ๊ในจังหวัดแม่ฮ่องสอนที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 2 พบว่า การใช้โซเดียมไบ-คาร์บอเนตจากตลาดท้องถิ่นในจังหวัดเชียงใหม่และแม่ฮ่องสอน ทำให้ผงน้ำอ้อยมีความชื้นต่ำและยังพบว่าการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตจากจังหวัดเชียงใหม่ ทำให้ผงน้ำอ้อยมีน้ำอิสระต่ำที่สุด แต่มีค่าความสว่าง และค่าความเข้มของสีเหลืองมากที่สุด อาจเนื่องจากโซเดียมไบคาร์บอเนตจากจังหวัดเชียงใหม่ เป็นสารเคมีบริสุทธิ์ที่มีสมบัติเป็นด่าง และลดความชื้นให้กับผลิตภัณฑ์ (ภูมิปัญญาอภิวัฒน์, 2556; Wikipedia, 2015) เมื่อผสมกับน้ำอ้อยที่มีความเป็นกรดเล็กน้อย ทำให้เกิดปฏิกิริยาและได้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Shakhashiri, 2010) ซึ่งเป็นก๊าซที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำตาลทรายขาวในการฟอกสีน้ำอ้อย (กรมวิชาการเกษตร, 2523)

ผลการประเมินทางประสาทสัมผัส (ตารางที่ 2) พบว่า โซเดียมไบคาร์บอเนตจากจังหวัดเชียงใหม่และตลาดท้องถิ่นในจังหวัดแม่ฮ่องสอน ทำให้ผงน้ำอ้อยมีคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏและสีมากที่สุด ($p \leq 0.05$) อาจเนื่องจากตัวอย่างทั้งสองมีขนาดเม็ดน้ำตาลเล็กสม่ำเสมอ และมีสีน้ำตาลสว่างมากกว่า อย่างไรก็ตาม พบว่าโซเดียมไบคาร์บอเนตจากจังหวัดแม่ฮ่องสอนทั้งสองตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมมากกว่าจังหวัดเชียงใหม่ อาจ

ตารางที่ 2 แหล่งของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อย

แหล่งของโซเดียมไบคาร์บอเนต	เชียงใหม่ (ตลาดท้องถิ่น)	แม่ฮ่องสอน (ตลาดท้องถิ่น)	แม่ฮ่องสอน (หมู่บ้านป่าปุ๋)
คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ			
ปริมาณความชื้น (%)	4.74±0.01[b]	4.70±0.03[b]	6.10±0.01[a]
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)	0.44±0.00[c]	0.46±0.00[b]	0.60±0.00[a]
*L**	49.84±0.16[a]	43.52±0.25[b]	43.03±0.39[b]
a[ns]	12.11±0.36	12.31±0.53	11.17±0.73
*b**	29.32±0.43[a]	25.14±1.19[b]	23.63±0.97[b]
คุณสมบัติทางประสาทสัมผัส			
ลักษณะปรากฏ	4.14±1.17[a]	4.22±0.78[a]	3.36±1.28[b]
สี	3.32±1.03[a]	3.54 ±0.83[a]	2.88±1.41[b]
กลิ่นรส	3.57±1.17[b]	4.22±0.94[a]	4.10±1.31[a]
รสชาติ	2.96±1.22[b]	4.04±0.68[a]	3.98±1.27[a]
ความชอบโดยรวม	3.22±0.98[b]	4.19±0.72[a]	4.04±1.40[a]

[ns] แนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

[a, b, c] อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เป็นเพราะโซเดียมไบคาร์บอเนตจากจังหวัดเชียงใหม่ ทำให้ผงน้ำอ้อยมีกลิ่นรสและรสชาติที่เฝื่อนเล็กน้อย ส่งผลให้คะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรส รสชาติ และความชอบรวมน้อยกว่าโซเดียมไบคาร์บอเนตจากจังหวัดแม่ฮ่องสอน

จากผลการทดลองจึงพิจารณาใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตจากตลาดท้องถิ่นในจังหวัดแม่ฮ่องสอนมาใช้ในการศึกษาปริมาณของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีต่อสมบัติของผงน้ำอ้อย โดยศึกษาปริมาณของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับร้อยละ 0.05 0.10 และ 0.15 โดยน้ำหนักเติมลงในน้ำอ้อยที่เคี่ยวได้ที่แล้ว ผลของสมบัติทางเคมีกายภาพและทางประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อยแสดงในตารางที่ 3

การใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณร้อยละ 0.05 0.10 และ 0.15 โดยน้ำหนัก ที่มีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของผงน้ำอ้อย (ตารางที่ 3) โดยพบว่า การใช้ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตมีผลทำให้ความชื้นของผงน้ำอ้อยแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) ตัวอย่างที่เติมโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณร้อยละ 0.15 มีปริมาณความชื้นสูงที่สุด เนื่องจากโซเดียมไบคาร์บอเนตเมื่อโดนความร้อนจะสลายตัวให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ (Shakhashiri, 2010) ส่งผลให้ผงน้ำอ้อยมีความชื้นในผลิตภัณฑ์มากที่สุดเมื่อใส่ปริมาณมาก ส่วนตัวอย่างที่เติมโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับร้อยละ 0.10 พบว่า มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุด อาจเนื่องจากโซเดียมไบคาร์บอเนตมีสมบัติเป็นสารป้องกันการรวมตัวเป็นก้อน (anticaking agent) (Wikipedia, 2015) สามารถช่วยลด

ตารางที่ 3 ปริมาณของโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพและประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อย

คุณสมบัติ	ปริมาณของโซเดียมไบคาร์บอเนต (%w/w)		
	0.05	0.10	0.15
ด้านเคมีกายภาพ			
ปริมาณความชื้น (%)	4.49 ± 0.01 [b]	4.08 ± 0.01 [c]	4.80 ± 0.03 [a]
ปริมาณน้ำอิสระ (a_w)[ns]	0.42 ± 0.01	0.42 ± 0.00	0.43 ± 0.00
L [ns]	47.71 ± 0.37	48.56 ± 1.63	47.98 ± 1.65
a [ns]	12.11 ± 0.28	12.48 ± 0.62	13.24 ± 0.47
*b**	26.62 ± 1.27 [b]	32.00 ± 1.22 [a]	33.79 ± 1.85 [a]
ด้านประสาทสัมผัส			
ลักษณะปรากฏ	3.20 ± 0.61 [b]	3.91 ± 0.88 [a]	4.06 ± 0.72 [a]
สี	3.61 ± 0.91 [b]	4.00 ± 0.94 [a]	3.92 ± 0.88 [a]
กลิ่นรส	4.16 ± 0.57 [a]	4.28 ± 0.67 [a]	3.57 ± 0.84 [b]
รสชาติ	4.48 ± 0.87 [a]	4.21 ± 0.93 [a]	3.82 ± 0.75 [b]
ความชอบโดยรวม	3.82 ± 0.77 [c]	4.34 ± 0.93 [a]	4.09 ± 0.87 [b]

[ns] แนวนอนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

[a, b, c] อักษรที่แตกต่างกันตามแนวนอนมีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ความชื้นของผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้น การเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณร้อยละ 0.05 อาจไม่เพียงพอในการทำให้ตัวอย่างมีความชื้นลดลง แต่การเติมในปริมาณที่เหมาะสมที่ระดับร้อยละ 0.10 สามารถช่วยทำให้ตัวอย่างมีความชื้นต่ำที่สุดเมื่อบรรจุซองได้ จึงควรเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่เหมาะสมที่จะช่วยป้องกันการจับตัวกันเป็นก้อนของผงน้ำอ้อยในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังพบว่าการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่แตกต่างกันทำให้ปริมาณน้ำอิสระ ค่าความสว่าง และค่าความเข้มของสีแดงไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) อาจเนื่องจากปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่แตกต่างกันเพียงร้อยละ 0.05 ไม่มีผลต่อสมบัติของผงน้ำอ้อยดังกล่าว แต่การเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณที่มากขึ้นจากร้อยละ 0.05 เป็น 0.10 มีผลทำให้ค่าความเข้มของสีเหลืองเพิ่มขึ้น เนื่องจากโซเดียมไบคาร์บอเนตหรือที่เรียกกันทั่วไปว่า เบกกิ้งโซดา (baking soda) มีฤทธิ์เป็นด่าง และมีสมบัติในการฟอกขาวสามารถใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหาร (ภูมิปัญญาอภิวัฒน์, 2556; พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2557; East African Community, 2013; Wikipedia, 2015) ที่ช่วยลดการเกิดสีน้ำตาลในน้ำอ้อยพาสเจอไรซ์ได้ (ราณี, 2554) เนื่องจากโซเดียมไบคาร์บอเนตเมื่อถูกความร้อนจะสลายให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่ช่วยในการฟอกสีน้ำอ้อย (กรมวิชาการเกษตร, 2523) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารประกอบฟีนอล เช่น phenyl propanoids และ flavanoids (Paton and Duong, 1992) จึงทำให้ผงน้ำอ้อยมีสีน้ำตาลลดลง

ส่งผลทำให้สีเหลืองซึ่งมาจากสารเบตา-แคโรทีนที่มีอยู่ในกากน้ำตาลอ้อยเด่นชัดขึ้น ทำให้ค่าความเข้มของสีเหลืองเพิ่มขึ้น

ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่มีต่อสมบัติทางประสาทสัมผัสของผงน้ำอ้อยพบว่า การเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับร้อยละ 0.10 และ 0.15 โดยน้ำหนัก ทำให้ตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบทางด้านลักษณะปรากฏและสีสูงที่สุด เนื่องจากผงน้ำอ้อยมีลักษณะเป็นเม็ดค่อนข้างละเอียด และมีสีน้ำตาลสว่างมากกว่าที่ระดับร้อยละ 0.05 และการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับร้อยละ 0.05 และ 0.10 มีผลทำให้ความชอบทางด้านกลิ่นรสและรสชาติมากที่สุด เนื่องจากการเติมโซเดียมไบคาร์บอเนตในปริมาณน้อย ทำให้ตัวอย่างมีกลิ่นและรสชาติของน้ำอ้อยมากกว่าการใช้สารเคมีในปริมาณมาก และพบว่าการใช้โซเดียมไบคาร์บอเนตที่ระดับร้อยละ 0.10 ทำให้ผงน้ำอ้อยมีความชอบโดยรวมสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องจากผงน้ำอ้อยมีขนาดเล็ก สีน้ำตาลไม่เข้มหรืออ่อนจนเกินไป รวมทั้งมีกลิ่นรสและรสชาติของน้ำอ้อยที่เป็นธรรมชาติ

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า ปริมาณโซเดียมไบคาร์บอเนตที่เหมาะสมสำหรับผลิตผงน้ำอ้อย คือ ร้อยละ 0.10 โดยน้ำหนัก เนื่องจากทำให้ผงน้ำอ้อยมีความชื้นต่ำที่สุด และมีความชอบทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่ได้คะแนนสูงที่สุด

จากการคัดเลือกชนิด แหล่ง และปริมาณของสารเคมีที่เหมาะสมในการผลิตผงน้ำอ้อย สามารถสรุปได้ว่า โซเดียมไบคาร์บอเนตจากตลาดท้องถิ่นในจังหวัดแม่ฮ่องสอนที่ระดับร้อยละ 0.10 โดยน้ำหนัก ทำให้ผงน้ำอ้อยมีสมบัติทางเคมีกายภาพ และคุณสมบัติประสาทสัมผัสที่ดี แต่อย่างไรก็ตาม ผงน้ำอ้อยยังคงมีปริมาณความชื้นสูง ซึ่งอาจเก็บรักษาได้ไม่นาน จึงนำตัวอย่างผงน้ำอ้อยที่ผลิตได้ โดยใช้สารเคมีจากแหล่งและปริมาณดังกล่าว นำมาอบด้วยตู้อบลมร้อนเพื่อให้มีความชื้นลดลง ก่อนนำมาวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ค่าโพลาไรเซชัน ปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ต ปริมาณเถ้าซัลเฟต ขนาดเม็ดน้ำตาลโดยเฉลี่ย ค่าสี ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และราทั้งหมด ผลการวิเคราะห์สมบัติของผงน้ำอ้อยแสดงดังตารางที่ 4

จากผลการวิเคราะห์สมบัติของผงน้ำอ้อยที่เติมโซเดียมไบคาร์บอเนตจากตลาดท้องถิ่นในจังหวัดแม่ฮ่องสอนที่ระดับร้อยละ 0.10 โดยน้ำหนัก (ตารางที่ 4) พบว่า ปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ต ปริมาณเถ้าซัลเฟต และค่าสีของตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2539) แต่สำหรับค่าโพลาไรเซชันและขนาดเม็ดน้ำตาลเฉลี่ยมีค่าต่ำและสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ตามลำดับ ซึ่งอาจมีปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องในการควบคุมการผลิต เช่น สายพันธุ์อ้อย ค่า TSS ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำอ้อย และอายุการเก็บเกี่ยวอ้อยที่ส่งผลให้ค่าโพลาไรเซชันของน้ำตาลต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน อีกทั้งการควบคุมอุณหภูมิสุดท้ายในการเคี่ยว ความเร็วและความสม่ำเสมอในการกวนหรือคนน้ำอ้อยในขณะเติมสารเคมี และขั้นตอนการทำให้น้ำตาลร่วนมีขนาดเล็ก รวมทั้งชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุก่อนนำมาวิเคราะห์ อาจมีผลทำให้ขนาดเม็ดน้ำตาลโดยเฉลี่ยสูงกว่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2539) นอกจากนี้ผลการตรวจนับจุลินทรีย์พบว่าผงน้ำอ้อยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด รวมทั้ง

ตารางที่ 4 คุณสมบัติของผงน้ำอ้อยที่ผลิตได้

คุณสมบัติของผงน้ำอ้อย	ค่าที่วิเคราะห์ได้	เกณฑ์ที่กำหนด*
ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)	2.56 ± 0.04	< 4.50
ปริมาณน้ำอิสระ	0.29 ± 0.01	< 0.60
ค่าโพลาไรเซชัน (สเกลน้ำตาลสากล)	73.40	80.00 - 92.00
ปริมาณน้ำตาลอินเวอร์ต (ร้อยละ)	15.09	> 3.0
ปริมาณเถ้าซัลเฟต (ร้อยละ)	1.98	< 2.0
ขนาดเม็ดน้ำตาลเฉลี่ย (มิลลิเมตร)	0.62	< 0.2
ค่าสี (ICUMSA)	25,490	> 8,000
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU/g)	2.0 x 102	< 5.0 x 102**
ปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (CFU/g)	1.0 x 102	< 1.0 x 102**

* สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2539)

** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2548)

ปริมาณยีสต์และราทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548) อาจเนื่องจากโซเดียมไบคาร์บอเนตมีฤทธิ์เป็นด่าง สามารถช่วยยังยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ (ภูมิปัญญา อภิวัฒน์, 2556; Ko *et al.*, 2008) ทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

สรุป

โซเดียมไบคาร์บอเนตเป็นสารเคมีที่เหมาะสมในการผลิตผงน้ำอ้อยแบบดั้งเดิม โดยใช้ที่ระดับร้อยละ 0.10 โดยน้ำหนัก ซึ่งทำให้ผงน้ำอ้อยมีความชื้นและค่าสีอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน รวมทั้งมีสมบัติทางประสาทสัมผัสที่ดีโดยใช้สารเคมีในระดับที่ปลอดภัย เพื่อช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและคงลักษณะที่ดีของผงน้ำอ้อย โดยสามารถประยุกต์ใช้สารเคมีในการผลิตร่วมกับการให้ความร้อนหรือไม่ใช้ความร้อนแบบอื่นๆ ในการผลิตผงน้ำอ้อยได้ เช่น การใช้ความร้อนร่วมกับสุญญากาศ การใช้ความดันร่วมกับสุญญากาศ การใช้กระแสไฟฟ้า หรือคลื่นไมโครเวฟ เป็นต้น เพื่อให้ผงน้ำอ้อยมีคุณภาพได้มาตรฐาน และสามารถจำหน่ายในตลาดต่างประเทศได้

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2547. **เอกสารวิชาการอ้อย.** กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2523. **อ้อย: เอกสารวิชาการเล่มที่ 1.** งานทะเบียนและประมวลสถิติ กองแผนงาน กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์. 2557. **Baking soda/เบกกิ้งโซดา.** แหล่งที่มา: http://WWW.foodnetworksolution.com/wiki/word/1248/baking-soda-เบกกิ้งโซดา, 16 พฤษภาคม 2557.

ภูมิปัญญาอภิวัฒน์. 2556. **ผงฟู-เบคกิ้งโซดา.** แหล่งที่มา: http://WWW.budmgt.com/tech/tech01/baking-soda-nahco3.html#Font_:_Tahoma__, 16 พฤษภาคม 2557.

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2524. **สัมมนาพิเศษมหาวิทยาลัยกับการพัฒนาอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล.** มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ราณี สุรกาญจน์กุล. 2554. การพัฒนาคุณภาพน้ำอ้อย. **วารสารวิจัยรามคำแหงฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี** 14(2): 43-52.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลทรายแดง (มผช. 759/2548).** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2539. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม : น้ำตาลทรายแดง (มอก. 1342-2539).** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

Al-Karkhi, A.F.M., Mei, L.M., San, T.C.L. and Easa, A.M. 2014. **Evaluation of freeze-concentrated sugar-cane juice.** Available Source: http://WWW.panelamonitor.org/media/docrepo/document /files/ evaluation-of-freeze-concentrated-sugar-cane-juice.pdf, May 26, 2015.

American Public Health Association. 2001. **APHA Committee on Microbiological Methods for Foods.** Compendium of methods for the microbiological examination of foods (4thed), Washington.

AOAC. 2007. **Official Methods of Analysis of AOAC International, (18thed).** AOAC International, Gaithersburg, Maryland.

Chen, J.C.P. and Chou, C.C. 1993. **Cane sugar handbook: A manual for cane sugar manufacturers and their chemists, (12thed).** John Wiley & Sons, Canada.

East African Community. 2013. **Sugar cane jaggery — Specification.** Available Source: http://WWW.eac-quality.net/fileadmin/eac_quality/user_documents/3_pdf/FDEAS_818_-_2013_Sugar_cane_Jaggery.pdf, December 19, 2015.

ICUMSA. 1994. Individual Methods: GS1/2/3-1. Bartens, Berlin, Germany.

ICUMSA. 1998. Individual methods: GS1-10. Bartens, Berlin, Germany.

ICUMSA. 2005a. Methods book: GS1/3/7-3. Bartens, Berlin, Germany.

ICUMSA. 2005b. Methods book: GS1-20. Bartens, Berlin, Germany.

ICUMSA. 2011. Methods book supplement: 1/3-7. Bartens, Berlin, Germany.

Khare, A., Lal, A.B., Singh, A. and Singh, A.P. 2012. Shelflife Enhancement of Sugarcane Juice. **Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition** 7(3-4): 179-183.

Ko, K.Y., Mendonca, A.F. and Ahn, D.U. 2008. Influence of zinc, sodium bicarbonate, and citric acid on the antibacterial activity of ovotransferrin against *Escherichia coli* O157:H7 and *Listeria monocytogenes* in model systems and ham. **Poultry Science** 87(12): 2660–2670.

Paton, N.H. and Duong, M. 1992. Sugarcane phenolics and first expressed juice colour Part III. **International Sugar Journal** 94: 99-108.

Shakhashiri. 2010. **Sodium hydrogen carbonate and sodium carbonate.** Available Source: http://WWW.scifun.chem.wisc.edu/chemweek/PDF/Sodium_Bicarbonate_&_Sodium_Carbonate.pdf, December 19, 2015.

Wikipedia. 2015. **List of food additives.** Available Source: https://WWW.en.wikipedia.org/wiki/List_of_food_additives, December 19, 2015.