http://journal.rmutp.ac.th/

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผง

อัจฉรา ดลวิทยาคุณ*

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
41/1 ถนนพหลโยธิน ตำบลไม้งาม อำเภอเมือง จังหวัดตาก 63000

รับบทความ 31 มีนาคม 2017; ตอบรับบทความ 19 พฤษภาคม 2017

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำน้ำตาลสดผงให้เกิดสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวดที่อุณหภูมิแตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 120, 125 และ 130 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำตาลสดเริ่มต้นที่มีปริมาณความชื้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 86.63%, 6.84 และ 15.5 องศาบริกซ์ ตามลำดับ จากการศึกษา พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำให้น้ำตาลสดเกิดสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด คือ อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีเหลืองอมน้ำตาลอ่อน ๆ มีค่าสีด้านความสว่าง (L*) เท่ากับ 68.85 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 5.39 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 23.74 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 84.84 องศาบริกซ์ ค่า A_w เท่ากับ 0.6 ผลการตรวจสอบคุณภาพประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ($p \leq 0.05$) และเมื่อนำผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางด้านจุลินทรีย์ พบว่า ผลิตภัณฑ์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.6×10^2 โคโลนี/กรัม ปริมาณยีสต์และรา เท่ากับ 10 โคโลนี/กรัม โดยยังคงคุณภาพทางจุลชีววิทยาอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารแห้ง ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่าการใช้เทคนิคการทำให้อิ่มตัวยิ่งยวดสามารถใช้ในการทำน้ำตาลสดผงได้

คำสำคัญ: น้ำตาลสด; น้ำตาลสดผง; เทคนิคการทำให้อิ่มตัวยิ่งยวด

** ผู้นิพนธ์ประสานงาน โทร: +668 5910 8165, ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์: achara2518@yahoo.co.th*

http://journal.rmutp.ac.th/

Product Development of Palm Sap Powder

Achara Dholvitayakhun*

Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna
41/1 Paholayothin Road, Mai Ngam, Muang, Tak 63000

Received 31 March 2017; accepted 19 May 2017

Abstract

The objective of this research was to study the optimal supersaturated temperature of palm sap powder by heating at 3 different temperatures (120, 125 and 130 °C). The initial sap contained moisture content, pH and total soluble solid by 86.63%, 6.84 and 15.5 °Brix, respectively. The result showed that the optimal supersaturated temperature of palm sap powder was found to be at 120 °C. This powder had the yellow-light brown that contained L*, a* and b* color value of 68.85, 5.39 and 23.74, respectively. While the total soluble solid and A_w of this powder contained 84.84 °Brix and 0.6, respectively. The sensorial evaluation was accepted in range of like moderately level ($p \leq 0.05$). The total microorganisms were 3.6×10^2 CFU/g and the yeast and molds were 10 CFU/g in which microbiological quality of this product was in standard of dried foods. This study pointed out that supersaturated technique can be utilized in palm sap powder production.

Keywords: Palm Sap; Palm Sap Powder; Supersaturated Technique

*** Corresponding Author. Tel.: +668 5910 8165, E-mail Address: achara2518@yahoo.co.th***

1. บทนำ

จังหวัดตากเป็นจังหวัดหนึ่งที่มีการปลูกต้นตาลโตนดมาก โดยเฉพาะในหมู่บ้านปากร้องห้วยจี้ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก มีการปลูกต้นตาลมากกว่า 3,000 ต้น น้ำตาลสดที่ได้มีรสชาติหอมหวาน จนเป็นที่นิยมในชื่อของ น้ำตาลสดเด่นตาล และมีการจัดตั้งเป็นกลุ่มอาชีพทำน้ำตาลสดเด่นตาล [1] เพื่อผลิตน้ำตาลสดเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) และก่อให้เกิดรายได้กับชุมชน โดยวางจำหน่ายเป็นของฝากให้กับนักท่องเที่ยวบริเวณปากทางเข้าเขื่อนภูมิพล แต่การผลิตน้ำตาลสดจากน้ำตาลโตนด มักจะผลิตได้ในระหว่างเดือน ธันวาคม ถึง มิถุนายน จึงทำให้ไม่มีน้ำตาลสดบริโภคตลอดปี จากการสัมภาษณ์ผู้นำกลุ่มทำน้ำตาลสดเด่นตาล พบว่า ปัญหาที่สำคัญของน้ำตาลสด คือ น้ำตาลสดมีราคาต่ำ และราคาไม่แน่นอน มีจำหน่ายเป็นฤดูกาล ส่วนปัญหาที่สำคัญที่สุด คือ มีอายุการเก็บรักษาสั้น บูดและเสียได้ง่ายภายในหนึ่งวัน ทำให้มีการวิจัยเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดในรูปผงเกิดขึ้น เช่น การทำแห้งแบบพ่นฝอย [2], [3] ที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้นต่ำ น้ำหนักเบา ง่ายต่อการขนส่งและเก็บรักษา แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีต้นทุนการผลิตสูง เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้มีราคาแพง จึงไม่สามารถนำมาใช้ในอุตสาหกรรมขนาดกลางหรือขนาดย่อยได้ ประกอบกับในกระบวนการผลิตจำเป็นต้องใส่มอลโตเด็กซ์ตริน เพื่อช่วยในการอบแห้ง (Drying Aid Agent) ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่ใช่น้ำตาลสดผง 100 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผง โดยใช้เทคนิคการทำให้น้ำตาลสดเกิดการตกผลึก (Crytalline) ด้วยความร้อน จนเกิดสภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด (Supersaturation) แล้วก่อให้เกิดผลึกด้วยการกวนหรือสั่นสะเทือนหลังลดอุณหภูมิลง จนสารละลายดังกล่าวมีสภาวะที่ไม่อยู่ตัว (Unstable) เกิดเป็นผลึกเล็ก ๆ เป็นผงละเอียดได้ [4] ซึ่งวิธีดังกล่าวไม่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่มีราคาแพง และยังคงคุณลักษณะตามเกณฑ์มาตรฐานการผลิตของน้ำตาลสดผง ทำให้ชุมชนสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาอาชีพได้ โดยไม่ต้องลงทุนเครื่องมือที่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น โดยไม่ต้องใส่น้ำตาลเพิ่ม และช่วยให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีอายุการเก็บนานขึ้น ทำให้มีผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดในรูปผงจำหน่ายตลอดปี

2. ระเบียบวิธีวิจัย

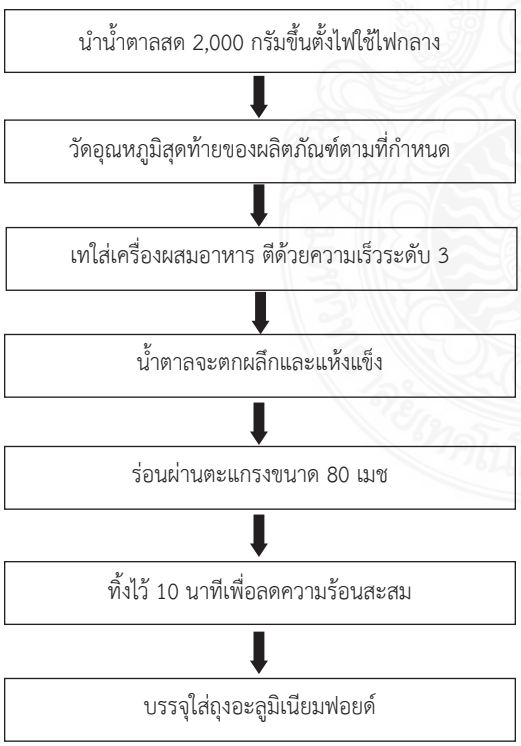
2.1 การเตรียมตัวอย่างน้ำตาลสด

น้ำตาลสด (Palm Sap) จากช่อดอกของตาลโตนด (*Borassus flabellifer* L.) ที่ใช้ในการทดลองเป็นน้ำตาลสดที่ได้จากต้นตัวเมีย ของหมู่บ้านปากร้องห้วยจี้ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก ทำการเก็บน้ำตาลสดตอนเช้า เวลา 6.00-8.00 น. (รองรับน้ำตาลสดเวลากลางคืนประมาณ 10 - 12 ชั่วโมง ใส่เปลือกไม้พะยอมขณะรองรับ) กรองด้วยผ้าขาวบาง 3 ชั้น นำตัวอย่างมาพาสเจอร์ไรส์แบบกะ (Batch Pasteurizer) ให้ความร้อนจนอุณหภูมิถึง 75 องศาเซลเซียส คงอยู่ที่อุณหภูมินี้นาน 30 นาที แล้วนำตัวอย่างที่ได้บรรจุขวดพลาสติกขวดละ 1,000 กรัม นำมาวัดคุณภาพของวัตถุดิบเริ่มต้น โดยวัดค่าความชื้นของวัตถุดิบ (Moisture Analyzer, Mettler-Toledo, Switzerland) วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter, รุ่น pH 868-5) และค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำตาลสดเริ่มต้น (Hand Refectometer, Atogo, Japan) นำน้ำตาลสดมาแช่เย็นที่อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 8 องศาเซลเซียส และแต่ละตัวอย่างจะเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิดังกล่าวไม่เกิน 48 ชั่วโมง หลังจากผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรส์เพื่อนำมาใช้ในการทดลอง

2.2 ศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำน้ำตาลสดผง

นำน้ำตาลสดที่ผ่านการเตรียมตัวอย่าง มาทำการศึกษาหาสภาวะอุณหภูมิที่เหมาะสม ในการ

ให้ความร้อนเพื่อให้น้ำตาลสดเกิดภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด และทำให้เย็นตัวเพื่อให้เกิดการตกผลึก ใช้กรรมวิธีการผลิตที่ดัดแปลงจากสูตรพื้นฐานการผลิตน้ำสมุนไพรผง [5] ดังแสดงในรูปที่ 1 มาหาระดับอุณหภูมิสุดท้ายของน้ำตาลสดที่เหมาะสมในการตกผลึกของน้ำตาลสด 3 ระดับ คือ 120, 125 และ 130 องศาเซลเซียส (Thermometer, EBRO TTX 100, Germany) โดยนำน้ำตาลสดมาเคี่ยวในกระทะทองใช้ไฟกลาง จนกระทั่งอุณหภูมิถึงระดับที่กำหนดปิดไฟ แล้วเทใส่เครื่องผสมอาหาร (KitchenAid) แล้วตีด้วยความเร็วระดับ 3 ซึ่งเป็นความเร็วค่อนข้างช้าใช้ระยะเวลาในการตีประมาณ 13 นาที จนกระทั่งส่วนผสมตกผลึกเป็นลักษณะคล้ายเม็ดทราย และนำตัวอย่างที่ได้มาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับลักษณะทั่วไปของน้ำตาลสดผง แล้วบรรจุใส่ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์เพื่อนำไปทดสอบในขั้นต่อไป



รูปที่ 1 กรรมวิธีการผลิตน้ำตาลสดผง

2.3 การทดสอบสมบัติของน้ำตาลสดผง

นำตัวอย่างน้ำตาลสดผงทั้ง 3 ตัวอย่าง ที่ได้มาทำการวัดค่าสีของน้ำตาลสดผง โดยใช้เครื่องวัดสี Hunter Lab รุ่น MiniScan EZ (LAV) วัดการเปลี่ยนแปลงค่าความสว่าง (L* หรือ Lightness), ค่าสีแดง (a* หรือ Redness) และค่าสีเหลือง (b* หรือ Yellowness) วัดปริมาณน้ำอิสระ (Water Activity) วัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้ Hand Refractometer ของน้ำตาลที่อุณหภูมิสุดท้ายที่แตกต่างกันของทั้ง 3 ตัวอย่าง และวัดความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง pH meter บันทึกผลการทดสอบ 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ One–way Analysis of Variance (p<0.05)

2.4 การวัดคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส [6] ด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ hedonic scale 9 point (1 = ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด) ในคุณลักษณ์ด้าน สี กลิ่น รสชาติ ลักษณะเนื้อสัมผัส และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงทั้ง 3 ตัวอย่าง วางแผนการทดสอบชิมแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (Untrained Panel) จำนวน 30 คน โดยนำมาผสมน้ำและทดสอบชิมเหมือนการบริโภคจริง เพื่อคัดเลือกหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการผลิตน้ำตาลสดผง ที่ได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากที่สุด

2.5 การทดสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

ตัวอย่างน้ำตาลสดผงที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุดจะถูกนำมาตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา โดยทำการตรวจ ปริมาณยีสต์และรา โดยใช้วิธีการ Spread Plate [7] ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) โดยใช้วิธีการ Pour Plate [7] ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ผลการเตรียมน้ำตาลสด

จากผลการเตรียมตัวอย่างน้ำตาลสดที่ได้จากต้นตาลตัวเมียของหมู่บ้านปากร้องห้วยจี้ อำเภอบ้านตาก จังหวัดตาก หลังผ่านการพาสเจอร์ไรส์ก่อนนำไปเก็บรักษา พบว่า น้ำตาลสดที่ได้มีค่าความชื้นเฉลี่ยร้อยละ 86.63 เป็นกรด-ด่าง เฉลี่ย 6.84 และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้เฉลี่ย 15.5 องศาบริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งค่าที่ได้ใกล้เคียงกับงานวิจัยของ [3] ที่วัดค่าองค์ประกอบของน้ำตาลสดที่ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่ามีค่าความชื้น 84.17 ค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.56 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 15 องศาบริกซ์ ทั้งนี้เนื่องจากตาลโตนดที่ใช้ในงานวิจัยดังกล่าวได้จากต้นตาลตัวเมียเช่นเดียวกัน และมีพื้นที่อยู่ในเขตภาคเหนือตอนล่างเช่นเดียวกัน ทำให้ค่าที่ได้จึงไม่แตกต่างกันมากนัก ในขณะที่น้ำตาลสดที่ได้จากจังหวัดเพชรบุรี พบว่า มีความชื้นร้อยละ 74.55 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 13 องศาบริกซ์ [2] ส่วนน้ำตาลสดในจังหวัดสงขลา จะมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ประมาณ 10.80-17.40 องศาบริกซ์ [8]

ตารางที่ 1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพและทางเคมีของน้ำตาลสดที่ใช้ในการวิจัย

องค์ประกอบของน้ำตาลสด	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนัก)	86.63±0.05
ความเป็นกรด-ด่าง	6.84±0.10
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้(องศาบริกซ์)	15.5±0.50

3.2 ผลการทดสอบคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีของน้ำตาลสดผง

ผลการทดสอบทางกายภาพและทางเคมีของน้ำตาลสดที่ผ่านการทำให้เป็นผง โดยใช้หลักการทำให้เกิดสภาวะอิ่มตัวอย่างยิ่งยวดที่อุณหภูมิต่างกัน 3 ระดับ พบว่า อุณหภูมิสุดท้ายที่ใช้ในการให้ความร้อนที่แตกต่างกัน มีผลทำให้ระยะเวลาที่ใช้ในการตกผลึกและปริมาณของแข็งที่ละลายได้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มมากขึ้น ในขณะที่ระยะเวลาที่ใช้ในการตกผลึกน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้น้ำตาลสดมีความเข้มข้นสูงมากขึ้น อัตราการระเหยของน้ำเพิ่มขึ้น ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลจึงมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของทั้ง 3 อุณหภูมิก่อนเกิดสภาวะการตกผลึกจะอยู่ในช่วง 84.84–88.83 องศาบริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ 2 และเมื่อนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ค่าสี ในด้านค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (d*) พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงที่ใช้อุณหภูมิสุดท้ายที่แตกต่างกัน มีผลทำให้มีค่าความสว่าง ค่าสีแดงและค่าสีเหลือง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงที่ได้จะมีสีเหลืองอ่อน และสีเหลืองออกน้ำตาลอ่อนเมื่อระดับอุณหภูมิสุดท้ายเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าความสว่างที่ได้ โดยพบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นค่าความสว่างและค่าสีเหลืองลดลง ในขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับผลการทดลองของ [3] ที่พบว่า การผลิตน้ำตาลผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย เมื่อตัวอย่างใช้เวลาและความร้อนในการระเหยมาก จะส่งผลให้ตัวอย่างมีสีเข้มขึ้น และค่าความสว่างลดลง แต่อย่างไรก็ตามตัวอย่างที่ได้จากการทดลอง จะมีค่าสีแตกต่างจากการใช้การอบแห้งแบบพ่นฝอยที่มีค่าสี L*, a* และ b* เท่ากับ 87.81, -0.77 และ 7.6 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีขาวออกเหลืองอ่อน ๆ ค่อนไปทางเขียว เนื่องจากอุณหภูมิสุดท้ายในการป้อนเข้าเครื่อง เพื่อทำแห้งแบบพ่นฝอย คือ 110 องศาเซลเซียส ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการทดลองให้น้ำตาลเกิดภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด (Super Saturation) และเย็นตัวจนเกิดการตกผลึก คือ อยู่ในช่วง 120-130 องศาเซลเซียส ซึ่งอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะส่งผลให้สีของผลิตภัณฑ์เข้ม

มากขึ้น เนื่องจากปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard Reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบไม่มีเอนไซม์เข้ามาเกี่ยวข้อง (Non-Enzymatic Browning Reaction) เกิดขึ้นระหว่างหมู่คาร์บอนิลในน้ำตาลรีดิวซ์ซิ่ง กับกรดอะมิโนอิสระที่มีอยู่ในน้ำตาลสดทำปฏิกิริยากัน สุดท้ายจะได้ผลิตภัณฑ์ที่ให้สีน้ำตาล [9] นอกจากนี้กรรมวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยจำเป็นต้องใช้มอลโตเด็กซ์ตริน DE 10 เป็นสารช่วยในการอบแห้งในอัตราส่วน 40 ต่อ 60 ของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำตาลสด ซึ่งมอลโตเด็กซ์ตรินมีสีขาวเมื่อใช้ในปริมาณมากพอ จะทำให้สารดังกล่าวเคลือบอนุภาคของตัวอย่างได้หมด จึงส่งผลให้ผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงที่ได้มีสีขาวเพิ่มขึ้นค่า L* จึงเพิ่มขึ้น และค่า b* ลดลง เมื่อเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน [3] ในขณะที่ค่าปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยทั้ง 3 อุณหภูมิจะมีค่า A_w อยู่ในช่วง 0.52 – 0.60 ปริมาณค่า A_w ของทั้ง 3 ช่วงอุณหภูมิยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงสำเร็จรูป คือ ไม่เกิน 0.6 [10]

ตารางที่ 2 ระยะเวลาที่ใช้ในการตกผลึกและผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของน้ำตาลสดผง

ดัชนีคุณภาพ	อุณหภูมิที่ใช้ในการทดลอง		
	120°C	125°C	130°C
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้	84.84±0.76^{b}	87.33±0.76^{a}	88.83±0.76^{a}
ระยะเวลาที่ใช้ในการตกผลึก (นาที)	12.35±1.95^{a}	8.03±0.65^{b}	6.23±0.78^{b}
ค่าสี			
- L*	68.85±0.53^{a}	60.77±1.05^{b}	55.36±1.02^{c}
- a*	5.39±1.28^{b}	6.28±0.22^{b}	8.19±1.21^{a}
- b*	23.74±0.76^{ab}	24.68±1.22^{a}	21.91±1.51^{b}
ค่า A_w	0.60±0.53^{a}	0.57±0.79^{a}	0.52±0.58^{a}

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอนแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.3 ผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ของน้ำตาลสดผงที่ให้ความร้อนทั้ง 3 ระดับ พบว่า อุณหภูมิสุดท้ายของการเกิดภาวะอิ่มตัวยิ่งยวดที่ 120 องศาเซลเซียส มีคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสมากที่สุดอยู่ในช่วง ชอบปานกลาง โดยพบว่าคะแนนความชอบด้านสี และความชอบรวมของผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงทั้ง 3 อุณหภูมิ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่ออุณหภูมิสุดท้ายของการเกิดภาวะอิ่มตัวยิ่งยวดเพิ่มสูงขึ้น จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์มีคะแนนด้านสีและความชอบรวมลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ ด้านค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) ที่พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น ค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองจะลดลง ในขณะที่ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีเหลืองคล้ำขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ในขณะที่คะแนนความชอบด้านกลิ่นและรสชาติที่มีต่อผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงทั้ง 3 อุณหภูมิ ไม่ความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3 ดังนั้นในการทำการทดลองขั้นต่อไปจึงเลือกใช้อุณหภูมิที่ 120 องศาเซลเซียส ดำเนินการทดสอบในขั้นต่อไป

ตารางที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงที่ระดับอุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ (°C)	คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบรวม
120	7.47±1.17[a]	7.40±1.19[a]	7.23±1.14[a]	7.37±1.00[a]
125	6.67±1.03[b]	7.37±1.45[a]	7.10±1.30[a]	7.10±0.92[a]
130	5.63±1.07[c]	7.03±1.45[a]	6.73±1.51[a]	6.27±1.28[b]

หมายเหตุ: ค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และตัวอักษรที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.4 ผลการทดสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยา

ผลคุณภาพด้านจุลชีววิทยา ของน้ำตาลสดผง พบว่า ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณยีสต์และรา เท่ากับ 10 โคโลนี/กรัม และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.6×10^2 โคโลนี/กรัม ดังแสดงในตาราง 4 ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยังอยู่ในเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ในขณะที่ปริมาณยีสต์และราต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร [10] ทั้งนี้ปริมาณยีสต์และราของน้ำตาลสดผงที่ผลิตขึ้นมากกว่าเกณฑ์ อาจเนื่องจาก การทดสอบจะใช้ตัวอย่างที่เป็นผงไม่ได้นำมาละลายน้ำ ทำให้เป็นตัวอย่างที่มีความเข้มข้น ในขณะที่กรรมวิธีการทดสอบของมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน จะใช้ตัวอย่างที่ละลายน้ำจึงเป็นไปได้ว่า วิธีการตรวจสอบที่แตกต่างกันมีผลทำให้ผลที่ได้แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตาม ผลที่ได้ยังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาหารแห้งของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ที่กำหนดให้อาหารมีปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 100 โคโลนี/กรัม [11] โดยค่าที่ได้ใกล้เคียงกับผลงานวิจัยน้ำตาลผง โดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยที่พบว่า ผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงที่ได้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัม และปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 100 โคโลนี/กรัม [3]

ตารางที่ 4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณยีสต์ราของน้ำตาลสดผงที่ผลิตได้เทียบกับค่ามาตรฐาน

คุณภาพทางจุลินทรีย์	ผลการวิเคราะห์	ค่ามาตรฐาน มผช.	ค่ามาตรฐานอาหารแห้ง*
ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด	3.6×10^2 CFU/g	1×10^4 CFU/ml	-
ปริมาณยีสต์และรา	10 CFU/g	ไม่พบในตัวอย่าง 1ml	100 CFU/g

หมายเหตุ : * ค่ามาตรฐานผลิตภัณฑ์อาหารแห้งของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

4. สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผง โดยการทำให้น้ำตาลสดเกิดสภาวะอิ่มตัวอย่างยิ่งยวด จนเกิดการตกผลึกอย่างสมบูรณ์ มีกรรมวิธีการผลิตโดยนำน้ำตาลสด 2,000 กรัม นำขึ้นตั้งไฟกลาง เคี่ยวเพื่อลดปริมาณน้ำ และเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ จนกระทั่งอุณหภูมิสุดท้ายของน้ำตาลสดได้ 120 องศาเซลเซียส และปริมาณของแข็งที่ละลายได้วัดได้ประมาณ 84 องศาบริกซ์ นำตัวอย่างเทใส่เครื่องผสมอาหาร ตีด้วยความเร็วระดับ 3 จนกระทั่งน้ำตาลสดเกิดภาวะอิ่มตัวยิ่งยวด และเย็นตัวจนเกิดการตกผลึกร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช ทิ้งไว้ 10 นาที เพื่อลดความร้อนสะสม นำมาบรรจุใส่ถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสีเหลืองออกน้ำตาลอ่อน ๆ ค่าสีด้านความสว่าง (L*) เท่ากับ 68.85 ค่าสีแดง (a*) เท่ากับ 5.39 และค่าสีเหลือง (b*) เท่ากับ 23.74 มีค่า A_w เท่ากับ 0.6 และมีคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง โดยผลิตภัณฑ์น้ำตาลสดผงที่ได้มีปริมาณยีสต์และรา เท่ากับ 10 โคโลนี/กรัม และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 3.6×10^2 โคโลนี/กรัม

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ที่สนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการยกระดับปริญญานิพนธ์เป็นงานวิจัยตีพิมพ์ งานสร้างสรรค์ และงานบริการวิชาการสู่ชุมชน ประจำปี 2558 มา ณ โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Z. Ratipat and D. Inprom, "The knowledge management of local wisdom of Den Tan's palm juice in Ban Tak district, Tak province," In *Research report*, Dept. M.B.A., Rajamangala Univ., Tak, Thailand, 2009.

[2] O. Sripawatakul, "Palm juice powder production by spray drying," In *Research report*, Dept. Agro-Industry., Rajabhat Petchaburi Univ., Petchaburi, Thailand, 1999.

[3] S. Pisuttisopon, "Optimization of drying conditions for palm juice powder production using spray dryer," M.S. thesis, Agro-Industry., Naresuan Univ., Phitsanulok, Thailand, 2004.

[4] S. Subhimaros, *Confectionery and Chocolate Technology*, Bangkok: Chulalongkorn University Printing House., 2000.

[5] A. Dholvitayakhun, "Lectures of Food Processing," Agro-Industry., Rajamangala Univ., Tak, Thailand, 2013.

[6] M. Meilgaard, C.V. Civille and B.T. Carr, *Sensory Evaluation Techniques*, Florida, USA: CRC Press, Inc., 1990.

[7] AOAC. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 17th ed. Gaithersburg, MD, USA: AOAC INTERNATIONAL, 2000.

[8] P. Naknean, M. Meenune and G. Roudaut, "Characterization of palm sap harvested in Songkhla province, Southern Thailand," *International Food Research Journal*, vol. 17, no. 4, pp. 977985, 2010.

[9] P. Thammarutwasik, *Food Processing*, Bangkok: O.S. Printing House co. Ltd., 1989.

[10] *Thai Community Products Standards*, Instant Palm Sap Powder, List of TCPS Number Bangkok: Thai Industrial Standards Institute, Ministry of Industry, 2009.

[11] Department of Medical Sciences. (2010). The Criteria of Microbiological Quality of Food and Food Containers. [Online]. Available: http://dmsc2.dmsc.moph.go.th/webroot/BQSF/File/VARITY/ dmscguideline.pdf