

# การพัฒนาผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปจากกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ

## Development of Table Syrup from Super Refined Molasses

สุนทรี สุวรรณธิชนัน

ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปโดยใช้กากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ ( $65^{\circ}\text{Brix}$ ,  $\text{pH}$  4.5) เป็นส่วนผสมหลัก โดยไซรัปที่พัฒนาขึ้นมานั้นจะต้องมีความหนืดที่เหมาะสม และมีกลิ่นรสที่พึงประสงค์ จึงจะเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากการศึกษาผลของแซนแทนกัม (0, 0.05, 0.1%) และคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสกัม (CMC) (0, 0.4, 0.8%) ต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลพบว่า การเติมแซนแทนกัม 0.05% หรือ CMC 0.4% เพียงอย่างเดียวไม่มีผลต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาล ( $p>0.05$ ) แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของแซนแทนกัม เป็น 0.1% หรือ CMC เป็น 0.8% มีผลให้ความหนืด ความสามารถในการเกาะตัวกัน และความสามารถในการยึดเป็นสายของกากน้ำตาลเพิ่มขึ้น การใช้แซนแทนกัมร่วมกับ CMC ให้ผลแบบเสริมกัน (synergistic) ในการทำให้ความหนืดและค่าเนื้อสัมผัสต่าง ๆ ของกากน้ำตาลเพิ่มขึ้น การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 95 คนต่อไซรัปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลที่เตรียมจากกากน้ำตาลโดยใช้แซนแทนกัมร่วมกับ CMC ที่ระดับต่าง ๆ เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด เปรียบเทียบกับเมเปิ้ลไซรัปที่จำหน่ายทางการค้าพบว่า ตัวอย่างที่ใช้แซนแทนกัม 0.05% ร่วมกับ CMC 0.8% มีคะแนนการยอมรับด้านความหนืด รสชาติ และการยอมรับโดยรวมสูงกว่าน้ำเชื่อมจากกากน้ำตาลตัวอย่างอื่น ๆ และไม่แตกต่างจากเมเปิ้ลไซรัปทางการค้า

**คำสำคัญ:** กากน้ำตาล น้ำเชื่อม เทเบิลไซรัป แซนแทนกัม คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

### Abstract

This research was aimed to develop a table syrup product using super refined molasses ( $65^{\circ}\text{Brix}$ ,  $\text{pH}$  4.5) as a principal ingredient. To be acceptable to consumers, table syrup prepared from molasses should have an appropriate and stable viscosity, and have a pleasant flavor. A factorial experiment was carried out to study the effects of xanthan gum (0, 0.05, 0.1%) and carboxymethyl cellulose gum (CMC) (0, 0.4, 0.8%) on viscosity and textural properties of super refined molasses. Results showed that addition of 0.05% xanthan gum or 0.4% CMC alone had no significant effects on viscosity and textural properties of the molasses ( $p>0.05$ ). Increasing

xanthan gum level to 0.1% or CMC level to 0.8% increased viscosity, cohesiveness, and stringiness of the molasses. Additionally, xanthan gum and CMC exerted synergistic effects when used in combination. Maple flavored syrup samples prepared from super refined molasses with different levels of xanthan gum - CMC combinations as thickeners were tested against a commercial maple syrup for consumer acceptances using 95 target consumers. Resulted showed that maple flavored syrup with 0.05% xanthan gum in combination with 0.8% CMC had higher scores for viscosity, taste, and overall likings than other syrup samples prepared from molasses and was liked equally to the commercial maple syrup.

**Keyword:** molasses, syrup, table syrup, xanthan gum, carboxymethyl cellulose, CMC

## 1. บทนำ

กากน้ำตาลหรือ molasses เป็นผลพลอยได้ (by-product) จากการผลิตน้ำตาลทรายจากอ้อย [1] สามารถแบ่งได้หลายเกรดเช่น blackstrap molasses ได้จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาว, refined molasses จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์ และ super refined molasses จากกระบวนการผลิตน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ เป็นต้น โดยทั่วไปโรงงานน้ำตาลมักนำกากน้ำตาลกลับมาต้มเคี่ยวใหม่ เพื่อผลิตน้ำตาลที่มีความบริสุทธิ์รองลงไป เช่น นำ super refined molasses ไปต้มเคี่ยวให้ได้เป็นน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์หรือนำ refined molasses ไปต้มเคี่ยวให้ได้เป็นน้ำตาลทรายขาว ทำเช่นนี้จนกระทั่งกากน้ำตาลมีความบริสุทธิ์น้อยกว่าร้อยละ 32 ก็จะไม่นำมาใช้ผลิตน้ำตาลอีก เรียกกากน้ำตาลนี้ว่ากากน้ำตาลขั้นสุดท้าย (final molasses) ซึ่งจะถูกนำไปใช้เป็นอาหารสัตว์ ฝูข หรือใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอาหารหมักหลายชนิด เนื่องจากกากน้ำตาลมีราคาถูก [2]

การสำรวจชุมชนเปอร์มาร์เก็ตในเขตกรุงเทพฯ ในช่วงระหว่างเดือนกันยายน 2549 ถึงมิถุนายน 2551

พบว่าผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปที่มีจำหน่ายทางการค้า ได้แก่ น้ำเชื่อมแต่งกลิ่นเมเปิ้ล และน้ำเชื่อมผสมผลไม้หรือปรุงแต่งกลิ่นผลไม้ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วเป็นสินค้าที่นำเข้าจากต่างประเทศและมีการตั้งราคาจำหน่ายที่ค่อนข้างสูง จึงเกิดแนวความคิดที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปจากกากน้ำตาล ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มแนวทางการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าของกากน้ำตาล ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมผู้ผลิตน้ำตาลต่อไป โดยกากน้ำตาลที่เลือกใช้ในการทดลองนี้เป็นกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ (super refined molasses) เนื่องจากมีความบริสุทธิ์มากกว่ากากน้ำตาลชนิดอื่น ๆ มีลักษณะใส สีเหลืองทอง และมีรสหวาน แต่เนื่องจากยังคงมีกลิ่นเฉพาะของกากน้ำตาลซึ่งอาจไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จึงจำเป็นต้องเติมสารแต่งกลิ่นซึ่งในที่นี้จะเลือกใช้กลิ่นเมเปิ้ล นอกจากนี้การทดลองเบื้องต้นในห้องปฏิบัติการพบว่า กากน้ำตาลมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solids; TSS) ที่ค่อนข้างสูงและสูงกว่าเทเบิลไซรัปที่มีจำหน่ายทางการค้า ซึ่งอาจเกิดปัญหาการตกผลึกของน้ำตาลระหว่างการเก็บรักษา จึงจำเป็นต้องนำมาทำให้เจือจางลงโดยการเติมน้ำ แต่การทำให้เจือจางมีผลให้

ความหนืดของกาก น้ำตาลลดลงอย่างมาก และหนืดน้อยกว่าเทเบิลไซรัปที่จำหน่ายทางการค้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้สารเพิ่มความข้นหนืด เพื่อปรับปรุงความหนืดของกากน้ำตาลให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสม ซึ่งจากการสำรวจผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปที่จำหน่ายทางการค้าและจากการศึกษางานวิจัยและสิทธิบัตรของนักวิจัยต่าง ๆ พบว่า สารเพิ่มความข้นหนืดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปได้แก่แซนแทนกัม [3,4,5], คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethyl cellulose gum; CMC) [6,7] หรือใช้แซนแทนกัมร่วมกับ CMC [8,9,10] โดยปริมาณแซนแทนกัมและ CMC ที่แนะนำให้ใช้มีค่าผันแปรในช่วง 0.01-1% และ 0.3-1.75% ตามลำดับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความหนืดเริ่มต้นของน้ำเชื่อม และความหนืดของผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ต้องการ

งานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือการศึกษาผลของปริมาณแซนแทนกัมและ CMC ที่ระดับต่างๆ ต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ จากนั้นจึงศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์น้ำเชื่อมแต่งกลิ่นเมเปิ้ลที่พัฒนาขึ้นจากกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษโดยใช้แซนแทนกัมและ CMC เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด

## 2. วัตถุประสงค์และวิธีทดลอง

### 2.1 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ที่ใช้ประกอบด้วยกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษจากบริษัทน้ำตาลมิตรผล จำกัด โดยตัวอย่างที่รับมามี TSS ในช่วง 69-72 °Brix และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในช่วง 6.3-6.6, แซนแทนกัม (Keltrol® XG 80 mesh) และ CMC (F1800) จากบริษัทวินเนอร์กรุ๊ปเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด, กลิ่นเมเปิ้ล (No. 61279) จากบริษัท Sensient

Technologies (Thailand) Ltd, propylene glycol (USP grade, BASF Aktiengesellschaft) จากห้างหุ้นส่วนจำกัด ยู.พี. มาร์เก็ตติ้ง ซัพพลาย, กรดซิตริก (citric acid monohydrate) และโพแทสเซียมซอร์เบตจากบริษัทจิคร จำกัด

### 2.2 การศึกษาผลของแซนแทนกัม และ CMC ที่ระดับต่างๆ ต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ

ศึกษาผลของแซนแทนกัมและ CMC ที่เดิมในกากน้ำตาลที่ระดับต่าง ๆ โดยแปรปริมาณแซนแทนกัม 3 ระดับคือ 0, 0.05 และ 0.1% (w/v) และ CMC 3 ระดับคือ 0, 0.4 และ 0.8% (w/v) จัดตั้งทดลองแบบแฟคทอเรียลจะได้ 9 สิ่งทดลอง

เตรียมตัวอย่างโดยนำกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษมาเจือจางด้วยน้ำให้มี TSS 65 °Brix และปรับให้มี pH 4.5 โดยใช้สารละลายกรดซิตริก (50% w/v) รวมทั้งเติมโพแทสเซียมซอร์เบต (0.1%) เพื่อทำหน้าที่เป็นสารกันเสีย ซึ่ง xanthan gum และ CMC ตามปริมาณที่กำหนดของแต่ละสิ่งทดลองลงในบีกเกอร์ขนาด 600 มล. โดยปริมาตรของกากน้ำตาล 65 °Brix ที่ใช้ในการเตรียมแต่ละตัวอย่างต่อครั้งคือ 400 มล. บีเปิด propylene glycol (2% โดยปริมาตรของกากน้ำตาล) ลงในบีกเกอร์ (เฉพาะตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัมหรือ CMC) ใช้แท่งแก้วคนให้แซนแทนกัมและ CMC กระจายตัวใน propylene glycol และไม่จับตัวกันเป็นก้อน จากนั้นเทกากน้ำตาลลงในบีกเกอร์ ปิดครอบด้วยอลูมิเนียมฟอยล์ และนำไปให้ความร้อนบน hot plate โดยกวนผสมตลอดเวลาด้วยแท่งกวนแม่เหล็กจนกระทั่งเดือด ควบคุม TSS สุดท้ายของทุกตัวอย่างให้อยู่ในช่วง 66.5-67.0 °Brix ยกออกจาก hot plate เติมกลิ่นเมเปิ้ล (1.5%) คนให้เข้า

กัน บรรจุตัวอย่างในขวดแก้วขณะร้อน ปิดฝา แล้วทำให้เย็นลงทันที เก็บตัวอย่างที่  $4^{\circ}\text{C}$  จนกว่าจะนำไปวัดค่าต่อไป

### การวัดความหนืด

วัดความหนืดของตัวอย่างด้วยเครื่อง Brookfield viscometer (model DV-III, Brookfield Engineering laboratories Inc, USA) โดยใช้ small sample adapter และหัวเข็มเบอร์ SC4-21 ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างตลอดการวัดค่าที่  $25^{\circ}\text{C}$  ตั้งโปรแกรมจากคอมพิวเตอร์ให้แปรความเร็วรอบในการหมุนหัวเข็มในช่วง 0-250 รอบต่อนาที โดยเพิ่มความเร็วยุติขึ้นทีละ 10 รอบต่อนาที จนกระทั่งค่าทอร์ก (torque) เท่ากับ 100% บันทึกค่า torque (%), shear rate ( $\text{sec}^{-1}$ ) และ shear stress (mPa) ที่แต่ละระดับความเร็วรอบ แต่ละตัวอย่างจะวัดค่า 3 ซ้ำ สร้างกราฟระหว่าง shear rate (แกน X) และ shear stress (แกน Y) และสร้างสมการอธิบายพฤติกรรมการไหล (flow behavior) ของตัวอย่างโดยใช้แบบจำลอง Herschel-Bulkley [11] คำนวณค่าความหนืด (shear stress/shear rate) ของตัวอย่างที่ระดับ shear rate ต่าง ๆ จากสมการที่สร้างขึ้น

### การวัดค่าเนื้อสัมผัส

วัดค่าเนื้อสัมผัสของตัวอย่างด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA.XT2i, Stable Micro Systems, UK) โดยใช้ Back extrusion test ใช้หัววัดชนิด Back extrusion cell (A/BE) ซึ่งประกอบด้วยถ้วยทรงกระบอกสำหรับใส่ตัวอย่าง ( $\varnothing 50$  มม.) และ compression disc ( $\varnothing 45$  มม.) ก่อนวัดค่าจะนำตัวอย่างไปแช่ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ เพื่อควบคุมให้ตัวอย่างมีอุณหภูมิ  $25^{\circ}\text{C}$  จากนั้นจึงเทตัวอย่าง 100 มล. ใส่ในถ้วยทรงกระบอก วัดค่าโดยกำหนดตำแหน่งเริ่มต้นของ compression disc ให้อยู่สูงจาก

ฐานที่วางด้วยตัวอย่าง 100 มม. จากนั้นให้หัววัดเคลื่อนที่ผ่านลงไปในตัวอย่างเป็นระยะทาง 30 มม. ลึกลงจากผิวหน้าของตัวอย่างด้วยอัตราเร็ว 1 มม./วินาที และเคลื่อนที่กลับขึ้นที่ตำแหน่งเดิมด้วยอัตราเร็ว 1 มม./วินาที แต่ละตัวอย่างจะวัดค่า 3 ซ้ำ บันทึกผลการทดลองเป็นกราฟระหว่างแรง (แกน Y) และระยะทาง (แกน X) และรายงานผลเป็นพารามิเตอร์ 3 ค่าคือ maximum positive force (แรงสูงสุดที่มีค่าเป็นบวก), maximum negative force (แรงสูงสุดที่มีค่าเป็นลบ), และ travel (ระยะทางที่หัววัดถูกดึงกลับขึ้นจากตำแหน่งผิวหน้าของตัวอย่างจนกระทั่งหัววัดพ้นจากตัวอย่าง) [12,13,14]

### สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผล

วางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block design (RCBD) ทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) ของข้อมูลและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละสิ่งทดลองที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test รวมทั้งวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการพื้นผิวตอบสนอง (Response surface method; RSM) เพื่อสร้างสมการและแผนภาพพื้นผิวตอบสนองสำหรับอธิบาย และทำนายผลของปริมาณ แชนแทนกัมและ CMC ต่อความหนืดและค่าเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาล [15]

## 2.3 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลจากกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อเทเบิลไซรัปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลจากกากน้ำตาลที่ใช้แชนแทนกัมและ CMC เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด โดยคัดเลือกตัวอย่างจากการทดลองในข้อ 2.2 ที่มีความหนืดและ

เนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันมา 4 ตัวอย่าง เปรียบเทียบกับ เมเปิ้ลไซรัปที่จำหน่ายทางการค้าโดยเลือกซื้อที่ นำเข้าจากต่างประเทศและเป็น ที่นิยมบริโภค โดยทั่วไป

### การดำเนินการทดสอบ

การทดสอบจัดขึ้นที่ห้องปฏิบัติการทดสอบทางประสาทสัมผัสซึ่งมีแสงสว่างเพียงพอ และควบคุมอุณหภูมิห้องทดสอบที่ 25°C ผู้เข้าร่วมการทดสอบมีจำนวน 95 คน โดยเป็นผู้บริโภค กลุ่มเป้าหมายที่เคยบริโภคหรือบริโภคผลิตภัณฑ์ในกลุ่มของน้ำผึ้ง เมเปิ้ลไซรัป หรือไซรัปผลไม้เป็นประจำ ตัวอย่างเทเบิ้ลไซรัปจะถูกบรรจุในถ้วยพลาสติกขนาด 2 ออนซ์พร้อมฝาปิด ด้วยละ 7 กรัม (ประมาณ 2 ชั่วโมง) และกำกับรหัสด้วยเลขสุ่ม 3 หลัก ผู้ทดสอบแต่ละคนจะได้รับเทเบิ้ลไซรัปทีละ 1 ตัวอย่าง จนครบ 5 ตัวอย่าง ตามแผนการเลิร์ฟแบบสุ่มและสมดุลของ MacFie และคณะ [16] โดยแต่ละตัวอย่างจะเลิร์ฟพร้อมแพนเค้กขนาด  $\varnothing$  7 ซม. จำนวน 1 ชิ้น ที่เตรียมไว้ก่อนการทดสอบ 2-4 ชม. และอุ่นให้ร้อนในไมโครเวฟทันทีก่อนเลิร์ฟ ผู้ทดสอบประเมินความชอบต่อตัวอย่างเทเบิ้ลไซรัปในด้าน สี ความหนืด กลิ่นรส รสชาติ และความชอบ โดยรวมโดยใช้ 9-point hedonic scale ประเมินความเข้มข้นและความหนืด โดยใช้ 5-point just about right (JAR) scale และประเมินการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ (purchase intent) โดยใช้ 5-point categorical scale คือ ไม่ซื้ออย่างแน่นอน อาจจะไม่ซื้อ อาจจะไม่ซื้อหรือ อาจจะไม่ซื้อ อาจจะไม่ซื้อ และซื้ออย่างแน่นอน [17]

### สถิติที่ใช้ในการวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ผล

วางแผนการทดลองแบบ RCBD วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลคะแนนการยอมรับ และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละตัวอย่างที่ระดับความ

เชื่อมั่น 95% ด้วยวิธี Duncan's new multiple range test [15] สำหรับข้อมูลการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์จะ รายงานผลเป็นร้อยละความถี่ของผู้ทดสอบ ส่วนข้อมูล JAR จะวิเคราะห์ด้วยวิธี Bootstrapping penalty analysis [18] เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นและความหนืดของตัวอย่าง ต่อคะแนนการยอมรับโดยรวม โดยวิเคราะห์ข้อมูลของทุกตัวอย่างแต่ละ รายงานผลเฉพาะข้อมูลของตัวอย่างที่มีคะแนนการยอมรับและการตัดสินใจซื้อสูงสุด

## 3. ผลการทดลองและอภิปรายผล

### 3.1 ผลของแซนแทนกัม และ CMC ที่ระดับต่าง ๆ ต่อ ความหนืดและเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ

#### 3.1.1 ความหนืด

การวัดค่าความหนืดของกากน้ำตาลที่แปร ปริมาณแซนแทนกัมในช่วง 0-0.1% และ CMC ในช่วง 0-0.8% พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าความหนืดที่ คงที่ที่ทุกระดับ shear rate นั่นคือ ตัวอย่างมีพฤติกรรม การไหลแบบ Newtonian [11] เมื่อพิจารณาค่าความ หนืดดังตารางที่ 1 จะเห็นว่ากากน้ำตาลที่เติมแซน แทนกัม 0.05% หรือ CMC 0.4% เพียงอย่างเดียว มีค่า ความหนืดไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้เติม แซนแทนกัมและ CMC ( $p > 0.05$ ) เมื่อเพิ่มปริมาณแซน แทนกัมเป็น 0.1% ทำให้ความหนืดมีแนวโน้ม เพิ่มขึ้น แต่ยังคงไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม ( $p > 0.05$ ) ในขณะที่การเพิ่มปริมาณ CMC เป็น 0.8% จะทำให้ความหนืดของกากน้ำตาลสูงกว่าตัวอย่าง ควบคุม ( $p \leq 0.05$ ) การใช้แซนแทนกัมร่วมกับ CMC ที่ ระดับความเข้มข้นต่ำ ๆ คือ 0.05% และ 0.4% ตามลำดับ ไม่มีผลต่อค่าความหนืดของกากน้ำตาล ( $p > 0.05$ ) แต่เมื่อใช้ร่วมกันที่ระดับความเข้มข้นที่

สูงขึ้น จะทำให้ความหนืดของกากน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังจะเห็นได้จากค่าความหนืดของตัวอย่างที่ใช้แซนแทนกัม 0.1% ร่วมกับ CMC 0.4% หรือ 0.8% นอกจากนี้จะเห็นว่าแซนแทนกัมและ CMC มีการทำงานในลักษณะที่เสริมกันแบบ synergistic เนื่องจากเมื่อใช้กัมทั้งสองชนิดร่วมกันจะทำให้ความหนืดของกากน้ำตาลเพิ่มขึ้นมากกว่าผลรวมของความหนืดที่เพิ่มขึ้นเมื่อใช้กัมแต่ละชนิด

### 3.1.2 เนื้อสัมผัส

ผลของแซนแทนกัมและ CMC ต่อค่าเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ ซึ่งประเมินด้วยเครื่อง Texture analyzer แสดงดังตารางที่ 1 โดย maximum positive force คือแรงที่ใช้ในการทำให้หัววัดเคลื่อนที่ผ่านลงไปในตัวอย่าง ซึ่งสัมพันธ์กับความหนืดของตัวอย่าง ส่วน maximum negative force คือแรงที่ใช้ในการดึงหัววัดกลับขึ้นจากตัวอย่าง ซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถในการเกาะตัวกัน (cohesiveness) ของตัวอย่าง และค่า travel คือระยะทางที่หัววัดถูกดึงกลับขึ้นจากตำแหน่งผิวหน้าของตัวอย่าง จนกระทั่งหัววัดพ้นจากตัวอย่าง ซึ่งสัมพันธ์กับความสามารถในการยึดเป็นสาย (stringiness) ของตัวอย่าง [12,13,14] จากตารางจะเห็นว่าตัวอย่างที่เติมแซนแทนกัม 0.05% หรือ CMC 0.4% และ 0.8% เพียงอย่างเดียวมีค่า maximum positive force ที่สูงกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) แต่เมื่อเพิ่มปริมาณแซนแทนกัมเป็น 0.1% จะทำให้ค่า maximum positive force เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) แสดงว่าตัวอย่างมีลักษณะหนืดมากขึ้น การใช้แซนแทนกัม 0.05% ร่วมกับ CMC 0.4% หรือ 0.8% ทำให้ค่า maximum positive force ของกากน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) แม้ว่าเมื่อใช้แบบเดี่ยว ๆ ที่

ระดับความเข้มข้นดังกล่าวจะไม่แสดงผลอย่างชัดเจน และเมื่อใช้แซนแทนกัมร่วมกับ CMC ที่ระดับความเข้มข้นที่สูงขึ้นก็จะยิ่งทำให้ค่า maximum positive force เพิ่มขึ้นอย่างมาก ดังเช่นตัวอย่างที่ใช้แซนแทนกัม 0.1% ร่วมกับ CMC 0.8% ซึ่งแสดงให้เห็นถึง synergistic effect ระหว่างแซนแทนกัมและ CMC เมื่อพิจารณาค่า maximum negative force และ travel จะเห็นว่ามีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับค่า maximum positive force โดยการเติมแซนแทนกัมหรือ CMC จะทำให้ maximum negative force มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น (ไม่คิดเครื่องหมาย) คือตัวอย่างมีความสามารถในการเกาะตัวกันมากขึ้น แต่จะมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อใช้แซนแทนกัม 0.05% ร่วมกับ CMC 0.8% หรือเมื่อใช้แซนแทนกัม 0.1% เพียงอย่างเดียวหรือใช้ร่วมกับ CMC นอกจากนี้การเติมแซนแทนกัมหรือ CMC จะทำให้ค่า travel หรือความสามารถในการยึดเป็นสายของตัวอย่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อใช้แซนแทนกัม 0.1% ร่วมกับ CMC 0.4% หรือ 0.8%

### 3.1.3 สมการที่ใช้ทำนายผลของปริมาณแซนแทนกัมและ CMC ต่อความหนืดและค่าเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ

การวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเทคนิค RSM ทำให้ได้สมการอันดับที่สองและแผนภาพพื้นผิวตอบสนองสำหรับใช้ทำนายและอธิบายผลของแซนแทนกัมในช่วงความเข้มข้น 0-0.1% และ CMC 0-0.8% ต่อความหนืดและค่าเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลดังแสดงในตารางที่ 2 และรูปที่ 1 ตามลำดับ โดยทุกสมการมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% และมีค่า adjusted-R<sup>2</sup> ในช่วง 0.739-0.836 นั่นคือ สามารถอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลได้ในช่วง 74-84%

นอกจากนี้การทดสอบ lack of fit พบว่าทุกสมการไม่มี lack of fit แผนภาพพื้นผิวตอบสนองแสดงให้เห็นถึงการทำงานแบบเสริมกัน (synergistic effect)

ของแซนแทน กัมและ CMC เนื่องจากเมื่อใช้กัมทั้งสองชนิดร่วมกันจะทำให้ค่าความหนืดและค่าเนื้อสัมผัสต่าง ๆ ของกากน้ำตาลเพิ่มขึ้นอย่างมาก

**ตารางที่ 1** ความหนืดและค่าเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษที่แปรปริมาณแซนแทนกัมและ CMC ที่ระดับต่าง ๆ

แซนแทนกัม (%)	CMC (%)	ความหนืด (cp)	ค่าเนื้อสัมผัสประเมินโดยเครื่อง Texture analyzer		
			maximum positive force (g)	maximum negative force (g)	Travel (mm)
0.00	0.00	201.75 <sup>a</sup>	20.82 <sup>a</sup>	-11.77 <sup>a</sup>	6.42 <sup>ab</sup>
0.00	0.40	228.33 <sup>ab</sup>	21.04 <sup>ab</sup>	-12.08 <sup>a</sup>	6.69 <sup>ab</sup>
0.00	0.80	313.47 <sup>bc</sup>	21.41 <sup>abc</sup>	-12.61 <sup>ab</sup>	6.44 <sup>ab</sup>
0.05	0.00	215.20 <sup>a</sup>	21.05 <sup>ab</sup>	-12.58 <sup>ab</sup>	6.32 <sup>a</sup>
0.05	0.40	224.46 <sup>a</sup>	22.38 <sup>bcd</sup>	-12.71 <sup>ab</sup>	6.90 <sup>abc</sup>
0.05	0.80	354.19 <sup>c</sup>	23.43 <sup>d</sup>	-14.44 <sup>cd</sup>	7.04 <sup>bc</sup>
0.10	0.00	240.48 <sup>ab</sup>	22.63 <sup>cd</sup>	-14.05 <sup>c</sup>	6.91 <sup>abc</sup>
0.10	0.40	316.24 <sup>bc</sup>	23.05 <sup>d</sup>	-13.46 <sup>bc</sup>	7.44 <sup>c</sup>
0.10	0.80	745.85 <sup>d</sup>	26.83 <sup>c</sup>	-15.32 <sup>d</sup>	8.37 <sup>d</sup>

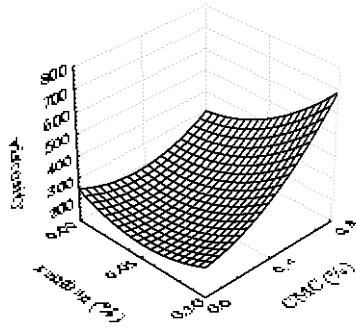
<sup>a,b,c,d</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

**ตารางที่ 2** สมการอันดับที่สองเพื่อใช้ทำนายผลของปริมาณแซนแทนกัมในช่วง 0-0.1% และ CMC ในช่วง 0-0.8% ต่อความหนืดและค่าเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ

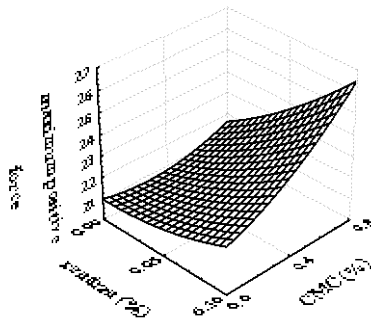
ลักษณะที่ประเมิน (Y)	สมการ <sup>1</sup>	Significance of model	adj-R <sup>2</sup>
ความหนืด	$Y = 249.85 - 3161.05xan - 375.06cmc + 30562.22xan^2 + 555.07cmc^2 + 4920.62xan*cmc$	0.000	0.836
Maximum positive force	$Y = 20.98 - 0.90xan - 1.97cmc + 136.22xan^2 + 3.37cmc^2 + 45.17xan*cmc$	0.000	0.813
Maximum negative force	$Y = 11.83 + 20.28 - 2.17cmc - 11.78xan^2 + 4.45cmc^2 + 5.33xan*cmc$	0.000	0.739
Travel	$Y = 6.48 - 8.23xan + 0.49cmc + 115.84xan^2 - 0.59cmc^2 + 17.99xan*cmc$	0.000	0.755

<sup>1</sup> xan = % แซนแทนกัม, CMC = % CMC

(a) Viscosity

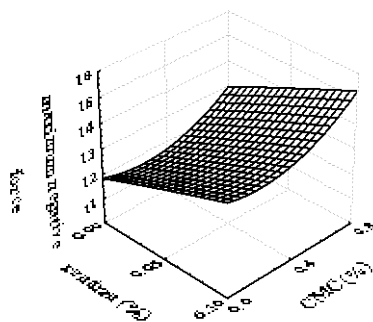


(b) Maximum positive force

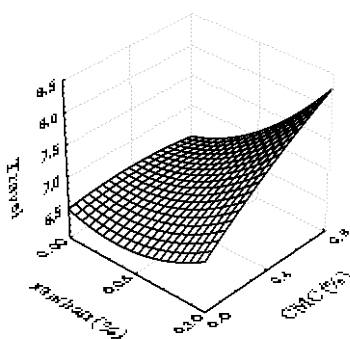




(c) Maximum negative force



(d) Travel



รูปที่ 1 แผนภาพพื้นผิวตอบสนองแสดงผลของปริมาณแซนแทนกัมในช่วง 0-0.1% และ CMC ในช่วง 0-0.8% ต่อความหนืดและค่าเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ

ผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า ปริมาณ แซนแทนกัมและ CMC ที่เติมลงไป ในกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์มีผลต่อความหนืดและเนื้อสัมผัสของกากน้ำตาล ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปจากกากน้ำตาลจึงจำเป็นต้องทราบปริมาณแซนแทนกัมและ CMC ที่เหมาะสม การทดลองในขั้นต่อไปจึงได้เลือกตัวอย่าง เทเบิล

ไซรัปแต่งกลิ่นเมเปิ้ล ที่เตรียมจากกากน้ำตาลที่เติม xanthan gum และ CMC ในปริมาณที่แตกต่างกันมา ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย โดยตัวอย่างที่เลือกมาทดสอบคือตัวอย่างที่ใช้แซนแทนกัมร่วมกับ CMC ที่ระดับร้อยละ 0/0, 0.05/0.4, 0.05/0.8 และ 0.1/0.8 (แซนแทนกัม/CMC) เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่มีค่าความหนืดและเนื้อสัมผัสที่แตกต่าง

กันอย่างชัดเจน และเหตุผลที่เลือกตัวอย่างที่ใช้แทนแทนกันร่วมกับ CMC เนื่องจากมีรายงานวิจัยของ Swallow และ Ackermann [9] ซึ่งพบว่าเทเบิลไซรัปที่ใช้ CMC เป็นสารเพิ่มความหนืดเพียงชนิดเดียวจะเกิดปัญหาความหนืดของผลิตภัณฑ์ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา เนื่องจาก CMC สลายตัวค่อนข้างเร็ว แต่หากใช้แทนกันแทน CMC จะขจัดปัญหาความหนืดที่ลดลงได้ แต่ข้อเสียที่เกิดขึ้นคือแทนกันจะทำให้ไซรัปที่ได้มีเนื้อสัมผัสคล้ายเจล ซึ่งเป็นลักษณะที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงแนะนำให้ใช้กันทั้งสองชนิดร่วมกัน โดยใช้ CMC ในปริมาณที่ทำให้ไซรัปมีความหนืดในระดับที่ต้องการ และใช้แทนกันประมาณ 20-60% โดยน้ำหนักของ CMC เพื่อรักษาเสถียรภาพความหนืดของผลิตภัณฑ์ ตัวอย่างการใช้แทนกันร่วมกับ CMC พบในรายงานของ Lynne และ Warren [19] ซึ่งใช้แทนกัน 0.1-0.27% ร่วมกับ CMC 1-1.75% ในเทเบิลไซรัปสูตรให้พลังงานต่ำ ซึ่งต่อมา Lynne และ William [20] พบว่าการใช้แทนกันร่วมกับ CMC ที่ระดับความเข้มข้นดังกล่าวข้างต้น จะทำให้ไซรัปที่ได้มีความคงตัวระหว่างการเก็บรักษา โดยค่าความหนืดลดลงไม่เกิน 40% หลังจากเก็บไว้นาน 6 เดือน ที่ 20 °C

### 3.2 การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลจากกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ

ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่เข้าร่วมการทดสอบการยอมรับมีจำนวน 95 คน โดยผู้เข้าร่วมการทดสอบส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (75.8%) มีช่วงอายุระหว่าง 15-24 ปี (45.3%) รองลงมาคือ 25-34 ปี (27.4%) นอกจากนี้ 86.3% ของผู้ทดสอบคือผู้ที่

รับประทานน้ำผึ้ง, 42% รับประทานน้ำเชื่อมเมเปิ้ลหรือน้ำเชื่อมแต่งกลิ่นเมเปิ้ล และ 48% รับประทานน้ำเชื่อมผสมผลไม้หรือน้ำเชื่อมแต่งกลิ่นผลไม้

คะแนนการยอมรับของเทเบิลไซรัปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลจากกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษที่ใช้แทนกัน และ CMC ในปริมาณต่าง ๆ กัน และเทเบิลไซรัปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลที่มีจำหน่ายทางการค้า ยี่ห้อ A แสดงดังตารางที่ 3 จะเห็นว่าคะแนนการยอมรับด้านสี ความหนืด รสชาติ และการยอมรับโดยรวมของตัวอย่างมีความแตกต่างกัน ( $p < 0.05$ ) แต่คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสไม่แตกต่างกัน ( $p > 0.05$ ) โดยทุกตัวอย่างแม้แต่ตัวอย่างทางการค้ามีคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นรสในช่วงคะแนน 5-6 คือ บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ ถึง ชอบเล็กน้อย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้บริโภคคนไทยไม่คุ้นเคยกับกลิ่นเมเปิ้ลเท่าใดนัก สำหรับคะแนนการยอมรับด้านสี จะเห็นว่า ผู้ทดสอบไม่ค่อยชอบสีของไซรัปจากกากน้ำตาล แต่จะชอบสีของตัวอย่างทางการค้ามากกว่า ทั้งนี้สีของไซรัปจากกากน้ำตาลที่ผู้ทดสอบเห็นนั้นจะไม่ใช้สีที่แท้จริงของกากน้ำตาลซึ่งเป็นสีเหลืองทอง แต่จะเป็นสีที่เกิดจาก caramel color ที่เป็นส่วนผสมในกลิ่นเมเปิ้ลที่ใช้ ทำให้ไซรัปที่ได้มีสีน้ำตาลเข้มเล็กน้อย และเข้มกว่าตัวอย่างทางการค้า จึงทำให้คะแนนการยอมรับด้านสีของไซรัปจากกากน้ำตาลนั้นค่อนข้างต่ำ ซึ่งในการผลิตจริงทางการค้าอาจสามารถแก้ปัญหานี้ได้โดยการประสานงานกับบริษัทที่เป็น supplier ของกลิ่นเมเปิ้ลที่ใช้ โดยให้ลดปริมาณ caramel color ลง ส่วนการยอมรับด้านความหนืด พบว่า ไซรัปจากกากน้ำตาลที่ไม่เติมแทนกันหรือ CMC เลย มีคะแนนต่ำที่สุด แต่เมื่อเติมแทนกันและ CMC จะทำให้คะแนนการยอมรับด้านความหนืดเพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่ใช้แทนกัน

0.05% ร่วมกับ CMC 0.8% มีคะแนนการยอมรับด้านความหนืดสูงที่สุด และไม่แตกต่างจากตัวอย่างทางการค้า ( $p>0.05$ ) สำหรับคะแนนการยอมรับด้านรสชาติ จะเห็นว่าไซรัปจากกากน้ำตาลที่ใช้ แชนแทนกัมร่วมกับ CMC ที่ระดับ 0.05/0.8 และ 0.1/0.8% มีคะแนนการยอมรับด้านรสชาติที่สูงกว่าไซรัปจากกากน้ำตาลตัวอย่างอื่น ๆ เล็กน้อย และไม่แตกต่างจากตัวอย่างทางการค้า ( $p>0.05$ ) ในการเตรียมตัวอย่างไซรัปจากกากน้ำตาลนั้น ผู้วิจัยได้พยายามควบคุมปัจจัยที่อาจมีผลต่อรสชาติของตัวอย่าง ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) โดยควบคุมให้ทุกตัวอย่างมีค่า TSS สุกท้ายใกล้เคียงกันคืออยู่ในช่วง 66.5-67.0 °Brix แต่การที่ไซรัปจากกากน้ำตาลทั้ง 4 ตัวอย่างมีคะแนนการยอมรับด้านรสชาติที่แตกต่างกันนั้น อาจเนื่องมาจากความหนืดและลักษณะเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันของตัวอย่างส่งผลให้การรับรู้รสชาติด้านรสชาติของผู้บริโภคสำหรับแต่ละตัวอย่างแตกต่างกัน ส่วนคะแนนการยอมรับโดยรวมพบว่าไซรัปจากกากน้ำตาลที่ใช้แชนแทนกัมร่วมกับ CMC ที่ระดับ 0.05/0.8 และ 0.1/0.8% มีคะแนนการยอมรับโดยรวมที่สูงกว่าไซรัปจากกากน้ำตาลตัวอย่างอื่น ๆ และไม่แตกต่างจากตัวอย่างทางการค้า ( $p>0.05$ )

ผลการทดสอบการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์แสดงดังตารางที่ 4 เมื่อคำนวณร้อยละของผู้ทดสอบที่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ โดยคิดจากผลรวมของร้อยละของผู้ทดสอบที่ตอบว่าจะซื้อผลิตภัณฑ์กับที่ซื้อผลิตภัณฑ์อย่างแน่นอน จะเห็นว่าไซรัปจากกากน้ำตาลที่ไม่มีกรเทียม แชนแทนกัมและ CMC มีร้อยละของผู้ทดสอบที่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ที่ต่ำกว่า ไซรัปที่เติมแชนแทนกัมและ CMC จะมีร้อยละของผู้ทดสอบที่ตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ที่สูงกว่า โดย

ไซรัปที่ใช้แชนแทนกัม 0.05% ร่วมกับ CMC 0.8% มีการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์มากที่สุดคือ 54.7% ซึ่งมากกว่าไซรัปทางการค้าอยู่เล็กน้อย อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเฉพาะผู้ที่ตอบว่าจะซื้ออย่างแน่นอน จะเห็นว่า ร้อยละของผู้ทดสอบที่จะซื้ออย่างแน่นอนของตัวอย่างที่ใช้แชนแทนกัม 0.05% ร่วมกับ CMC 0.8% ยังคงน้อยกว่าตัวอย่างทางการค้าอยู่ประมาณ 7.4%

เมื่อพิจารณาลักษณะทางประสาทสัมผัสเฉพาะ ได้แก่ ความเข้มข้นและความหนืด (ตารางที่ 5) ของไซรัปจากกากน้ำตาลที่ใช้แชนแทนกัม 0.05% ร่วมกับ CMC 0.8% ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีคะแนนการยอมรับและการตัดสินใจซื้อที่ค่อนข้างสูงกว่าตัวอย่างอื่น ๆ จะเห็นว่าผู้ทดสอบส่วนใหญ่คือประมาณ 75% คิดว่าตัวอย่างมีสีเข้มมากเกินไป แต่จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Bootstrapping penalty analysis พบว่าผู้ทดสอบที่คิดว่าตัวอย่างมีสีเข้มมากเกินไปให้คะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่าง ( $p>0.05$ ) จากผู้ทดสอบที่คิดว่าตัวอย่างมีสีเข้มพอดีแล้ว (adjusted mean drop เท่ากับ 0.59) ส่วนลักษณะความหนืดพบว่า 55.8% ของผู้ทดสอบคิดว่าตัวอย่างดังกล่าวมีความหนืดในระดับที่พอดีแล้ว ในขณะที่อีก 29.5% คิดว่าตัวอย่างหนืดมากเกินไป และ 14.8% คิดว่าตัวอย่างหนืดน้อยเกินไป และผลจาก Bootstrapping penalty analysis พบว่า ผู้ทดสอบที่คิดว่าตัวอย่างหนืดมากเกินไปให้คะแนนการยอมรับโดยรวมน้อยกว่าผู้ทดสอบที่คิดว่าตัวอย่างมีความหนืดในระดับที่พอดีแล้วอย่างมีนัยสำคัญ ( $p\leq 0.05$ ) (adjusted mean drop เท่ากับ 0.9) ในขณะที่ผู้ทดสอบที่คิดว่าตัวอย่างหนืดน้อยเกินไปให้คะแนนการยอมรับโดยรวม ไม่แตกต่างจากผู้ทดสอบที่คิดว่าตัวอย่างมีความหนืดในระดับที่พอดีแล้ว ( $p>0.05$ )

**ตารางที่ 3** คะแนนการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายต่อเทเบิลไซรี่ปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลจากกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษที่ใช้แทนแทนกัมและ CMC ในปริมาณต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับเมเปิ้ลไซรี่ปที่มีจำหน่ายทางการค้า

ตัวอย่าง	คะแนนการยอมรับต่อลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านต่าง ๆ (n=95)				
	สี	ความหนืด	กลิ่นรส	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
เทเบิลไซรี่ปจากกากน้ำตาลที่แปรปริมาณแทนกัม / CMC (%)					
0/0	5.35 <sup>b</sup>	3.88 <sup>d</sup>	5.35 <sup>ns</sup>	5.36 <sup>b</sup>	4.88 <sup>b</sup>
0.05/0.4	4.92 <sup>b</sup>	5.15 <sup>c</sup>	5.28 <sup>ns</sup>	5.34 <sup>b</sup>	5.13 <sup>b</sup>
0.05/0.8	5.15 <sup>b</sup>	6.45 <sup>a</sup>	5.88 <sup>ns</sup>	6.06 <sup>a</sup>	6.05 <sup>a</sup>
0.1/0.8	5.20 <sup>b</sup>	5.80 <sup>b</sup>	5.53 <sup>ns</sup>	5.76 <sup>ab</sup>	5.77 <sup>a</sup>
เมเปิ้ลไซรี่ปทางการค้าชื่อ A	6.17 <sup>a</sup>	6.22 <sup>ab</sup>	5.57 <sup>ns</sup>	5.92 <sup>a</sup>	5.85 <sup>a</sup>

<sup>a,b,c,...</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่กำกับด้วยอักษรต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \leq 0.05$ )

<sup>ns</sup> ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่กำกับด้วย ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ )

**ตารางที่ 4** การตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรี่ปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลจากกากน้ำตาลบริสุทธิ์พิเศษที่ใช้แทนแทนกัมและ CMC ในปริมาณต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับเมเปิ้ลไซรี่ปที่มีจำหน่ายทางการค้า

ตัวอย่าง	ร้อยละของผู้ทดสอบ				
	ไม่ซื้ออย่าง แน่นอน	อาจจะ ไม่ซื้อ	อาจจะซื้อหรือ อาจจะไม่ซื้อ	อาจจะ ซื้อ	ซื้ออย่าง แน่นอน
เทเบิลไซรี่ปจากกากน้ำตาลที่แปรปริมาณแทนกัม / CMC (%)					
0/0	25.3	25.3	16.8	31.6	1.1
0.05/0.4	14.7	31.6	17.9	30.5	5.3
0.05/0.8	11.6	10.5	23.2	42.1	12.6
0.1/0.8	10.5	16.8	21.1	44.2	7.4
เมเปิ้ลไซรี่ปทางการค้าชื่อ A	13.7	17.9	15.8	32.6	20.0

**ตารางที่ 5** ผลของความเข้มสีและความหนืดต่อคะแนนการยอมรับโดยรวมที่ลดลงของเทเบิลไซรี่ปแต่งกลิ่นเมเปิ้ลจากกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษที่ใช้แทนแทนกัม 0.05% ร่วมกับ CMC 0.8% ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธี Bootstrapping penalty analysis

ลักษณะที่ประเมิน	ร้อยละของผู้ทดสอบ	Adjusted mean drop (Bootstrap)	p-value
สี	อ่อนเกินไป	2.11	-
	พอดี	23.15	-
	เข้มเกินไป	74.74	0.59
ความหนืด	น้อยเกินไป	14.74	-
	พอดี	55.79	-
	มากเกินไป	29.47	0.90

#### 4. สรุปผลการทดลอง

เทเบิลไซรัปที่พัฒนาขึ้นจากการนำกากน้ำตาลทรายขาวบริสุทธิ์พิเศษ (65 °Brix, pH 4.5) มาเติม แชนแทนกัมที่ระดับ 0.05% ร่วมกับ CMC ที่ระดับ 0.8% เพื่อเพิ่มความข้นหนืด และแต่งกลิ่นด้วยกลิ่นเมเปิ้ล เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายในระดับที่น่าพอใจ และไม่แตกต่างจากเมเปิ้ลไซรัปที่มีจำหน่ายทางการค้า ผลจากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปจากกากน้ำตาลรูปแบบอื่นๆ ได้ เช่น อาจทดลองใช้กากน้ำตาลเกรดอื่นๆ แต่งกลิ่นด้วยกลิ่นผลไม้ต่างๆ แทนกลิ่นเมเปิ้ล หรือพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เทเบิลไซรัปสูตรลดพลังงาน ทั้งนี้เพื่อเป็นการเพิ่มแนวทางการใช้ประโยชน์และเพิ่มมูลค่าให้แก่กากน้ำตาล

#### 5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดินปี 2549-2550 ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

#### 6. เอกสารอ้างอิง

- [1] สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์, กากน้ำตาล, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, ปทุมธานี, 2551.
- [2] Meade, G.P., and Chen, J.C.P., Cane Sugar Handbook, 10 th ed., John Wiley & Sons Inc., Toronto, 947 p., 1977.
- [3] Turrisi, L., Inventors; Lever Brothers Company, Assignee, Low Calorie Syrup, U.S.Patent 4528205, 1985.

- [4] Fryer, L.C., Aramouni, F.M., and Chambers, E.IV., Xanthan, Hydroxypropyl Methyl Cellulose and High Fructose Corn Syrup Sensory Effects in a Reduced Calorie Syrup Model, J Food Sci, Vol. 61, pp. 245-247, 252, 1996.
- [5] Manzocco, L., and Nicoli, M.C., Food Design: from the Methodological Approach to the Case Study of Low-calorie Syrups, Trends in Food Sci & Technol., Vol. 13, pp. 422-429, 2002.
- [6] Keyser, W.L., and Kinney, D.S., Inventors; Quaker Oats Company, Assignee, Low Calorie Table Syrup Product, U.S. Patent 4394399, 1983.
- [7] Bennett, C.J., and Malits, S.J., Inventors; General Foods Corporation, Assignee, Aqueous Table Syrup with Reduced Sugar Content, U.S. Patent 4786521, 1988.
- [8] Jones, L.J., and Gordon, W.A., Inventors; Quaker Oats Company, Assignee, Stable Gum for Very Low Calorie Table Syrup Applications, U.S. Patent 5292545, 1994.
- [9] Swallow, N.A., and Ackermann, K.R., Inventors; Kraft General Foods, Assignee, Stabilized Low Calorie Syrup with Reduced Sweetener Solids Content, U.S. Patent 5106646, 1992.
- [10] Jones, L.J., and Racicot, W.F., Inventors; Quaker Oats Company, Assignee, Stable Gum for Very Low Calorie Table Syrup Applications, U.S. Patent 5478589, 1995.

- [11] Steffe, J.F., *Rheological Methods in Food Process Engineering*, 2<sup>nd</sup> ed, Freeman Press, East Lansing, 418 p, 1996.
- [12] Stable Micro Systems, TA.XTPlus Application Study: Caramel (Ref: CRML 1/P075S), 1999.
- [13] Stable Micro Systems, TA.XTPlus Application Study: Hair Gel (Ref: GEL5/BEC), 2000.
- [14] Sikora, M., Kowalski, S., Tomasik, P., and Sady, M *Rheological and Sensory Properties of Dessert Sauces Thickened by Starch - Xanthan Gum Combinations*, *J Food Eng.*, Vol. 79, pp.1144-1151, 2007.
- [15] Montgomery, D.C., *Design and Analysis of Experiments*, 6<sup>th</sup> ed., John Wiley & Sons Inc, Hoboken, 643 p., 2005.
- [16] MacFie, H.J.H., Bratchell, N., Greenhoff, K., and Vallis, L.V., *Designs to Balance the Effect of Order of Presentation and First-order Carry-over Effects in Hall Tests*, *J Sensory Studies*, Vol. 4, pp. 129-148, 1989.
- [17] Meilgaard, M., Civille, G.V., and Carr, B.T., *Sensory Evaluation Techniques*, 3<sup>rd</sup> ed., CRC Press, Boca Raton, 387 p., 1999.
- [18] Metullenet, J.F., Xiong, R., and Findlay, C.J., *Multivariate and Probabilistic Analyses of Sensory Science Problems*, Blackwell Publishing, Ames, 248 p., 2007.
- [19] Lynne, J.J., and Warren, A.G., *Inventors; Quaker Oats Company, Assignee, Stable Gum for Very Low Calorie Table Syrup Applications*, U.S. Patent 5292545, 1994.
- [20] Lynne, J.J., and William, F.R., *Inventors; Quaker Oats Company, Assignee, Stable Gum System for Very Low Calorie Table Syrup Applications*, U.S. Patent 5478589, 1995.