

# ผลของมอลโทเดกซ์ทรินต่อลักษณะคุณภาพของบราวนี่ลดไขมัน

## Effect of Maltodextrin on Quality Attributes of Reduced Fat Brownies

พรรัตน์ สินชัยพานิช\* พิชญาพร เหมวดี ศศพินท์ ดิษนิล และเรณู ทวิชชาติวิทยากุล  
สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา นครปฐม

Pornrat Sinchaipanit\*, Pichaporn Hemwadee, Sasapin Disnil &  
Renu Twichatwitayakul  
Institute of Nutrition, Mahidol University, Salaya, Nakhonpathom

### บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์การวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลของมอลโทเดกซ์ทรินต่อลักษณะคุณภาพบราวนี่ลดไขมัน โดยการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล (มอลโทเดกซ์ทรินต่อน้ำ 1:1) ทดแทนไขมันในบราวนี่ไขมันเนยเต็มส่วน ที่ร้อยละ 25, 50 และ 75 ประเมินผลด้วยการวัดคุณภาพเนื้อสัมผัส ปริมาตร ค่าสี วอเตอร์แอคทีวิตี การยอมรับทางประสาทสัมผัส และปริมาณไขมันที่ลดลง ผลการศึกษาพบว่า การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจล ทดแทนไขมันร้อยละที่สูงขึ้นมีผลต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสบราวนี่ลดไขมัน คือ มีค่าแรงยึดเกาะเพิ่มขึ้น (0.16-0.20) แต่ค่าความแน่น (8.4-9.2 กิโลกรัม/วินาที) และค่าการคืนตัวลดลง (0.41-0.44) ขณะที่ บราวนี่ ไขมันเนยเต็มส่วนมีค่าเท่ากับ 0.10, 10.1 กิโลกรัม/วินาที และ 0.45 ตามลำดับ สำหรับปริมาตรเค้ก มีแนวโน้มลดลง ( $p \geq 0.05$ ) การวัดค่าความสว่าง ( $L^*$ ) ค่าสีแดง ( $a^*$ ) และค่าสีเหลือง ( $b^*$ ) พบว่ามีค่าเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับลักษณะปรากฏของบราวนี่ลดไขมันที่มีสีน้ำตาลเข้มลดลง สำหรับค่าวอเตอร์แอคทีวิตีใกล้เคียงกัน คือ 0.72-0.75 ผลการทดสอบด้านประสาทสัมผัสพบว่า คะแนนความชอบรวม คะแนนด้านรสชาติและกลิ่น มีค่าลดลง ยกเว้นความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความชอบสีมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับบราวนี่ไขมันเนยเต็มส่วน การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลทดแทนไขมันในร้อยละที่สูงขึ้น ทำให้ปริมาณไขมันทั้งหมดและไขมันอิ่มตัวของบราวนี่ลดลง เมื่อพิจารณาถึงลักษณะคุณภาพของบราวนี่ลดไขมัน ประโยชน์ต่อสุขภาพ และการยอมรับของผลิตภัณฑ์ สรุปได้ว่า ปริมาณที่เหมาะสมของมอลโทเดกซ์ทรินเจลที่ใช้ทดแทนไขมันเนย ในบราวนี่ คือ ไม่ควรมากกว่าร้อยละ 50

**คำสำคัญ:** บราวนี่ลดไขมัน มอลโทเดกซ์ทริน คุณภาพทางกายภาพ คุณภาพเนื้อสัมผัส

## Abstract

The objective of this study was investigated the effect of maltodextrin on quality attributes of reduced fat brownies. Maltodextrin gel (Maltodextrin: water equal to 1:1) was used as a fat substitute in full butter fat brownies at levels of 25, 50 and 75%. Texture attributes, volume, color, water activity, sensory acceptability and reduction of fat content were explored. The results showed that increasing maltodextrin gel increased the cohesiveness (0.16-0.20) but reduced the firmness (8.4-9.2 kg/sec) and springiness (0.41-0.44); full butter fat brownie values were 0.10, 10.1 kg/sec and 0.45, respectively. The cake volume trend declined ( $p \geq 0.05$ ). The color values of  $L^*$ ,  $a^*$  and  $b^*$  increased according to the appearance of reduced fat brownies presenting as light dark brown. The water activity values of all samples were similar (0.72-0.75). The sensory results showed the scores of overall acceptability, taste and odor declined, except for texture and color, which increased compared to the full butter fat brownie. Higher levels of maltodextrin gel used as fat replacer resulted in reductions of total fat and saturated fat in brownies. Considering the quality of the reduced fat brownie, health benefits and product acceptability, it could be summarized that an appropriated level of maltodextrin gel to use for fat substitution in brownies was less than 50%.

**Keywords:** Reduced Fat Brownie, Maltodextrin, Physical Quality, Texture Attributes

## บทนำ

โรคอ้วน หมายถึง การที่ร่างกายสะสมไขมันไว้มากเกินค่ามาตรฐาน ส่งผลให้เกิดปัญหาสุขภาพต่างๆ ได้แก่ การเพิ่มความเสี่ยงของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง เช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหลอดเลือดหัวใจ และโรคมะเร็งบางชนิด แม้ว่าสาเหตุของโรคอ้วนจะมาจากหลายปัจจัย เช่น พันธุกรรม พฤติกรรมการบริโภคอาหาร ความผิดปกติของสมองส่วนไฮโปทาลามัส (Hypothalamus) และความผิดปกติของการทำงานของต่อมไร้ท่อ แต่ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่ออัตราการเพิ่มขึ้นของโรคอ้วน คือ การมีพฤติกรรมบริโภคไม่เหมาะสม ซึ่งอาจเป็นผลจากการเปลี่ยนแปลงสภาพสังคม เศรษฐกิจ ความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี และวิถีชีวิตการดำรงชีพ (Aekplakorn et al., 2014; Sinawat, 2008)

ภาวะเร่งรีบของสังคมทำให้ทุกคนต้องทำงานแข่งกับเวลา แม้กระทั่งพฤติกรรมการบริโภคอาหารก็เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการอาหารที่บริการรวดเร็ว ง่าย สะดวก และใช้เวลาเตรียมน้อย อาหารจานด่วนจึงเป็นที่นิยมและได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลาย (Siriworakul, 2011;

Seubsmann et al., 2009) รวมทั้งผลิตภัณฑ์ขนมอบ เนื่องจากสะดวกซื้อและรับประทานง่าย นอกจากนี้ยังมีรสชาติที่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค วัตถุดิบที่ใช้ทำขนมอบ ได้แก่ แป้งสาลี เหนย ไข่ไก่ นม และน้ำตาล และส่วนผสมอื่นๆ ที่ใช้ในปริมาณน้อย เกลือ ผงฟู ยีสต์แห้ง (Dried Yeast) สารแต่งกลิ่นรส และสารอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifiers) พลังงานที่ได้จากการรับประทานขนมอบส่วนมากจะมาจากไขมันหรือน้ำมัน น้ำตาล และแป้ง

การบริโภคไขมันปริมาณมากเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเมตาบอลิกเรซินิด ส่วนการบริโภคไขมันอิ่มตัวสูงจะมีความเสี่ยงต่อโรคคอเลสเตอรอลสูงและโรคหลอดเลือดหัวใจ นอกจากนี้การได้รับพลังงานเกินยังเป็นสาเหตุของโรคอ้วน (Peters, 2003) ดังนั้นการใช้สารทดแทนไขมันในอาหารจึงเป็นทางเลือก สำหรับผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพ ต้องการควบคุมน้ำหนัก หรือผู้ที่เป็นโรคอ้วน ปริมาณไขมันทั้งหมดที่แนะนำให้บริโภคควรต่ำกว่าร้อยละ 30 ของพลังงานที่ร่างกายต้องการในหนึ่งวัน และควรบริโภคไขมันชนิดอิ่มตัวน้อยกว่าร้อยละ 10 ของพลังงานทั้งหมดที่ต้องการ

ปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสนใจเรื่องสุขภาพ และต้องการบริโภคอาหารสุขภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอาหารสุขภาพลดไขมันหรือพลังงานต่ำ ซึ่งผู้บริโภคมักคาดหวังในเรื่องคุณภาพ รสชาติ เนื้อสัมผัส และกลิ่นรสที่ดีของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการเลือกชนิดและปริมาณสารทดแทนไขมันจึงต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของสารทดแทนไขมันและบทบาทหน้าที่ของไขมันนั้นๆ ในผลิตภัณฑ์อาหาร รวมทั้งกระบวนการแปรรูป (Ognean et al., 2006; Zambrano et al., 2004; Miller & Groziak, 1996) โดยทั่วไปไขมันในอาหารจะทำหน้าที่ช่วยส่งเสริมกลิ่นและรสชาติ และให้เนื้อสัมผัสที่ดี เช่น มีความนุ่ม เป็นครีม หรือเคี้ยวง่าย รวมทั้งทำให้รู้สึกอยากรับประทานอาหารมากขึ้น (Mattes, 2005)

สารทดแทนไขมัน (Fat Replacers) คือ สารที่มีโครงสร้างทางเคมีที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ และ/หรือทำหน้าที่คล้ายกับไขมัน แต่ให้พลังงานต่ำกว่าไขมัน สารทดแทนไขมันแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ สารทดแทนไขมันที่มีโครงสร้างทางเคมีและลักษณะทางกายภาพคล้ายไขมัน แต่ร่างกายไม่สามารถย่อยสลายได้ ดังนั้นสารทดแทนไขมันกลุ่มนี้จึงให้พลังงานต่ำหรือไม่ให้พลังงาน และสารทดแทนไขมันที่มีคุณสมบัติหรือทำหน้าที่ได้คล้ายไขมัน ปกติสารทดแทนไขมันกลุ่มนี้มักให้พลังงานต่ำกว่าไขมัน ชนิดของสารทดแทนไขมันที่นิยมใช้ คือ กลุ่มคาร์โบไฮเดรต เช่น มอลโทเดกซ์ทริน (Maltodextrin) กัม (Gum) สตาร์ช (Starch) และใยอาหาร (Fiber) กลุ่มโปรตีน เช่น โปรตีนนม โปรตีนไข่ และกลุ่มไขมัน เช่น โอเลสตรา (Olestra) และ คาพรีนิน (Caprenin™) แม้ว่าสารทดแทนไขมันจะมีหน้าที่และลักษณะคุณภาพคล้ายไขมัน แต่การเลือกใช้สารทดแทนไขมันจะมีความเหมาะสมขึ้นกับชนิดผลิตภัณฑ์ (Wylie-Rosett, 2002; Seaman et al., 1996)

มอลโทเดกซ์ทรินเป็นสารที่มักใช้ทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์ขนมอบ เนื่องจากมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี มีรสหวานเล็กน้อย และไม่มูกลิ้น นอกจากนี้ยังเป็นสารอาหารของจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ (Prebiotic) ช่วยป้องกันอาหารจับตัวเป็นก้อน (Anticaking Agent) ใช้ปรับปรุงเนื้อสัมผัสอาหาร (Bulking Agent) เพิ่มการดูดซึมแร่ธาตุแคลเซียม แมกนีเซียม เหล็ก และสังกะสี จากผลของกระบวนการหมักที่เกิดขึ้น

ในลำไส้ใหญ่ (Miyazato et al., 2010) และทำให้รู้สึกอึดหรืออยากบริโภคอาหารลดลง (Yeomans et al., 1998) มอลโทเดกซ์ทรินเป็นผลผลิตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการย่อยสลายแป้ง (Starch Hydrolysis) ด้วยเอนไซม์แอลฟาแอมัยเลส ( $\alpha$ -Amylase) หรือกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric Acid) จึงทำให้มีความปลอดภัยในการนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร โดยเฉพาะในผลิตภัณฑ์อาหารสุขภาพ (Gandia-Herrero et al., 2010; Crehan et al., 2000)

มีรายงาน (Psimouli & Oreopoulou, 2013) การใช้มอลโทเดกซ์ทริน โอลิโกฟรุคโทส (Oligofructose) เพกทิน (Pectin) และเวย์โปรตีน (Whey Protein) ทดแทนไขมันในเค้ก พบว่าการใช้สารทดแทนไขมันในปริมาณที่สูงขึ้น (35-100%) ทำให้เค้กมีเนื้อสัมผัสแน่น มีความยืดหยุ่นและปริมาตรเค้กลดลง และมีคะแนนความชอบด้านรสชาติและกลิ่นรสลดลง การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเป็นสารทดแทนไขมันในเค้ก (Syed et al., 2011; Lakshminarayan et al., 2006) พบว่าเค้กจะมีปริมาตรลดลงและมีเนื้อสัมผัสแน่นขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการใช้สารอินูลิน (Inulin) ทดแทนในเค้ก (Rodrigues-Garcia et al., 2012; Zahn et al., 2010) นอกจากนี้ยังมีการใช้สารทดแทนไขมันกลุ่มคาร์โบไฮเดรต เช่น N-Flate™, Paselli™ MD 10 และ Litesse™ (Khalil, 1998)

อย่างไรก็ตามการศึกษากการใช้สารทดแทนไขมันในบราวนียังมีข้อมูลน้อย เนื่องจากบราวนีเป็นขนมอบที่มีคุณลักษณะระหว่างคุกกี้และเค้ก มีเนื้อสัมผัสแน่นยืดหยุ่น และมีไขมันเป็นส่วนประกอบค่อนข้างมาก และผลการทดลองเบื้องต้น (ไม่ได้แสดงผล) พบว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินทำให้บราวนีมีคุณภาพเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากกว่าการใช้อินูลิน หรือการใช้อินูลินร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน ดังนั้นจึงเป็นที่มาของงานวิจัยครั้งนี้

## วัตถุประสงค์

ศึกษาผลของมอลโทเดกซ์ทรินเพื่อใช้ทดแทนไขมัน ต่อลักษณะคุณภาพเนื้อสัมผัส คุณภาพทางกายภาพ และการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสของบราวนีลดไขมัน

## วิธีการวิจัย

### 1. การเตรียมบราวนีไขมันเต็มส่วน

สูตรบราวนีไขมันเต็มส่วน หรือบราวนีที่มีไขมันเนยอย่างเดียว ซึ่งใช้เป็นสูตรควบคุมเป็นสูตรที่ได้รับความนิยมจากร้านจำหน่ายขนมอบที่มีชื่อเสียงเป็นที่ยอมรับ มีส่วนประกอบดังนี้ แป้งสาลีอเนกประสงค์ตราว่าว (ตรา ยูเอฟเอ็ม) 150 กรัม ดาร์คช็อกโกแลต (ตราทิวลิป) 200 กรัม เนยรสเค็ม (ตราออร์คิด) 176 กรัม น้ำตาลทราย 325 กรัม และไข่ไก่ 165 กรัม

วิธีการทำ นำช็อกโกแลตแท่งและเนยใส่ในซามสแตนเลส นำไปวางบนอ่างน้ำร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส คนส่วนผสมทั้งหมดให้ละลายเข้ากัน จากนั้นเติมน้ำตาลตามด้วยไข่ไก่และแป้ง

ตามลำดับ คนส่วนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน เทส่วนผสมบรวนนี้ลงในพิมพ์เพลลอนขนาด 15x15x7 เซนติเมตร เคาะพิมพ์เบาๆ เพื่อไล่อากาศ นำไปอบที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 30-35 นาที หรือกระทั่งสุก นำภาชนะม้วนพักไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตัดบรวนนี้ออกเป็นชิ้นขนาดกว้างxยาว เท่ากับ 5x5 เซนติเมตร เก็บตัวอย่างบรวนนี้ในถุงพลาสติกซิปล็อคและเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อทำการวิเคราะห์ต่อไป

## 2. การเตรียมบรวนนี้ลดไขมัน

เริ่มต้นให้เตรียมเจลของมอลโทเดกซ์ทริน โดยชั่งมอลโทเดกซ์ทริน (บริษัท นิวิทรี่ชั่น เอสซี จำกัด) 1 ส่วนละลายในน้ำกลั่น 1 ส่วน (น้ำหนัก/น้ำหนัก) คนส่วนผสมให้เข้าเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วนำไปเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30-60 นาที ก่อนนำไปใช้ ในการเตรียมตัวอย่างบรวนนี้ลดไขมัน ซึ่งส่วนผสมต่างๆ รวมทั้งขั้นตอนการทำเหมือนกับการเตรียมบรวนนี้ไขมันเต็มส่วน ยกเว้นส่วนผสมของเนยให้ทดแทนด้วยมอลโทเดกซ์ทรินเจล ในอัตราร้อยละ 25, 50 และ 75 ตามลำดับ

## 3. การวิเคราะห์คุณภาพ

### 3.1 คุณภาพเนื้อสัมผัส

นำตัวอย่างบรวนนี้ที่ตัดเป็นชิ้นแล้วมาวัดคุณภาพเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Analyzer (TA.XT2, Stable Micro System Ltd., UK) ใช้หัววัดทรงกระบอก P36R ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร กดลงบนตัวอย่างอาหาร 2 ครั้ง (Texture Profile Analysis, TPA) โดยตั้งค่าอัตราเร็วก่อนกด และหลังกด 1 มิลลิเมตร/วินาที เป็นระยะทางร้อยละ 50 ของความสูงตัวอย่าง ในการกดครั้งที่ 2 ให้ทิ้งระยะห่างนาน 15 วินาที (Gomez et al., 2012) การรายงานผลเป็นค่าแรงยึดเกาะ (Cohesiveness) ความแน่นเนื้อ (Firmness) และการคืนตัว (Springiness)

### 3.2 ปริมาตรบรวนนี้

การวัดปริมาตรบรวนนี้ใช้วิธีการแทนที่ด้วยเมล็ดงา ดัดแปลงจากวิธีมาตรฐาน มอก 374-2524 (Thai Industrial Standards Institute, 1989) เตรียมพิมพ์สี่เหลี่ยมขนาด 7.5x12x6 เซนติเมตร (กว้างxยาวxสูง) จากนั้นเทเมล็ดงาลงจนเต็มพิมพ์ แล้วปาดผิวหน้าให้เรียบ เทเมล็ดงาออกจากพิมพ์แล้วนำไปวัดปริมาตรด้วยกระบอกตวง (A) นำตัวอย่างบรวนนี้ที่ต้องการวัดปริมาตร วางลงในพิมพ์ เทเมล็ดงาลงในพิมพ์จนพูนแล้วปาดผิวหน้าให้เรียบ วัดปริมาตรของเมล็ดงาส่วนที่เหลือ (B)

ปริมาตรบรวนนี้ = ปริมาตร A – ปริมาตร B มิลลิลิตร

### 3.3 ค่าสี

โดยใช้เครื่องคัลเลอร์มิเตอร์ (Colorimeter) (Colorflex EZ Spectrophotometer 45/0, USA) แสดงค่าเป็น  $L^*$  = ความสว่าง  $a^*$  = สีแดง และ  $b^*$  = สีเหลือง

### 3.4 ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี ( $a_w$ )

โดยใช้เครื่องวอเตอร์แอคทิวิตีมิเตอร์ (Water Activity Meter) (Novasina Model: ms 1, Switzerland) และควบคุมอุณหภูมิการวัดที่ 25 องศาเซลเซียส

### 3.5 ปริมาณไขมันและไขมันอิ่มตัว

การวิเคราะห์ไขมันทั้งหมด (AOAC, 2012 (922.06)) ให้ชั่งตัวอย่าง 1-2 กรัม ใส่ลงในกระดาษกรองแล้วใส่ลงในชุดสกัดไขมัน (Soxhlet) เติมตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ แล้วให้ความร้อนเพื่อสกัดไขมันประมาณ 2-4 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไประเหยตัวทำละลายออก แล้วอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักไขมันที่ได้แล้วคำนวณเป็นร้อยละน้ำหนักของไขมันในตัวอย่าง

การวิเคราะห์ไขมันอิ่มตัว (AOAC, 2012 (996.06)) ให้ชั่งตัวอย่างประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในหลอดแก้ว เติเมทานอล (Ethanol) และกรดไฮโดรคลอริก (Hydrochloric Acid) ให้ความร้อนในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 75-80 องศาเซลเซียส 40 นาที นำตัวอย่างไขมันที่สกัดได้มาทำแห้งภายใต้การควบคุมบรรยากาศของก๊าซไนโตรเจน ทำปฏิกิริยาเมทิลเลชัน (Methylation) กับสารละลายโบรอนไตรฟลูออไรด์ (Boron Trifluoride, BF<sub>3</sub>) และโทลูอีน (Toluene) ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที เติมสารละลายเฮกเซน (Hexane) และโซเดียมซัลเฟต (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ลงในหลอดแก้วสกัดเขย่าให้เข้ากัน ทำการแยกสารสกัดที่อยู่ชั้นด้านบนเก็บไว้ในขวดแก้วขนาดเล็ก จากนั้นนำไปวัดด้วยเครื่อง ก๊าซโครมาโตกราฟี (Gas Chromatograph) โดยใช้คาปิลลารีคอลัมน์ (Capillary Column, 30 เมตร × 0.32 มิลลิเมตร) ที่เคลือบด้วยซิลิกา (Silica) และใช้เครื่องตรวจวัดแบบฟเลมไอออไนเซชัน (Flame Ionization Detector, FID)

### 3.6 การประเมินทางประสาทสัมผัส

โดยให้ผู้ทดสอบชิม ได้แก่ อาจารย์ เจ้าหน้าที่ นักศึกษาสถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล จำนวน 30 คน ทดสอบความชอบในด้านการยอมรับโดยรวม ความชอบด้านเนื้อสัมผัส สี กลิ่น และรสชาติ โดยใช้ 5-Hedonic Scale คะแนน 5 หมายถึง ชอบมาก คะแนน 3 หมายถึง เฉยๆ และคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก ใช้แผนทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD)

## 4. การวางแผนทางสถิติ

การวิจัยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) ทำการวิจัย 2 ซ้ำ วิเคราะห์ค่าปริมาตร ค่าสี และค่าออกเตอร์แอคติวิตีตัวอย่างบรวนี่ จำนวน 3 ซ้ำ การวัดคุณภาพเนื้อสัมผัสจำนวน 10 ตัวอย่าง เปรียบเทียบค่าความแตกต่างด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ความเชื่อมั่นในระดับร้อยละ 95 ( $p < 0.05$ ) โดยใช้โปรแกรม IBM SPSS Statistics 19

## ผลและอภิปรายผลการวิจัย

ส่วนประกอบสำคัญในการเตรียมตัวอย่างบราวนี่ ได้แก่ แป้งสาลี น้ำตาลทราย ช็อกโกแลต ไข่ และเนย ยกเว้นตัวอย่างบราวนี่ลดไขมันจะมีการลดส่วนผสมเนยและทดแทนด้วยมอลโทเดกซ์ทรินเจล โดยลดปริมาณเนยในส่วนผสมบราวนี่ในอัตราร้อยละ 25, 50 และ 75 ทำให้มีอัตราส่วนผสมของเนยต่อมอลโทเดกซ์ทรินเจลเท่ากับ 132:44, 88:88 และ 44:132 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมของตัวอย่างบราวนี่

| ตัวอย่าง<br>บราวนี่ | ส่วนผสม (กรัม)          |            |           |     |     | มอลโทเดกซ์ทริน<br>(เจล) |
|---------------------|-------------------------|------------|-----------|-----|-----|-------------------------|
|                     | แป้งสาลี<br>อเนกประสงค์ | น้ำตาลทราย | ช็อกโกแลต | ไข่ | เนย |                         |
| ควบคุม              | 150                     | 325        | 200       | 165 | 176 | 0                       |
| ลดไขมัน (ร้อยละ)    |                         |            |           |     |     |                         |
| 25                  | 150                     | 325        | 200       | 165 | 132 | 44                      |
| 50                  | 150                     | 325        | 200       | 165 | 88  | 88                      |
| 75                  | 150                     | 325        | 200       | 165 | 44  | 132                     |

ส่วนประกอบของไขมันในเค้กจะทำหน้าที่จับอากาศในระหว่างการตีเนยกับน้ำตาลให้ขึ้นฟู ทำให้เค้กมีปริมาตรเพิ่มขึ้น เป็นตัวหล่อลื่นและยับยั้งการเกิดโครงสร้างโด (Dough) ทำให้เค้กมีเนื้อสัมผัสนุ่มนวล รวมทั้งเป็นตัวพากลิ่นรสที่ดีโดยเฉพาะไขมันเนย การศึกษาครั้งนี้พบว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลทดแทนไขมันเนยในปริมาณมากขึ้น คือ ร้อยละ 25, 50 และ 75 ตัวอย่างบราวนี่ลดไขมันจะมีค่าแรงยึดเกาะแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ  $0.16 \pm 0.00$ ,  $0.18 \pm 0.05$  และ  $0.20 \pm 0.04$  ตามลำดับ ขณะที่บราวนี่ไขมันเต็มมีค่าแรงยึดเกาะเท่ากับ  $0.1 \pm 0.01$  ตรงข้ามกับค่าความแน่นของเนื้อสัมผัสพบว่า บราวนี่ไขมันเต็มมีค่าสูงสุด คือ  $10.07 \pm 1.0$  กิโลกรัม/วินาที และมีค่าลดลงเป็น  $8.38 \pm 0.8$ ,  $8.45 \pm 1.2$  และ  $9.24 \pm 1.0$  กิโลกรัม/วินาที ตามลำดับ ส่วนค่าการคืนตัวพบว่า ตัวอย่างบราวนี่ลดไขมันที่ร้อยละ 25 ( $0.41 \pm 0.1$ ), 50 ( $0.44 \pm 0.1$ ) และ 75 ( $0.42 \pm 0.1$ ) มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับบราวนี่ไขมันเต็ม ( $0.45 \pm 0.1$ ) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ลักษณะคุณภาพเนื้อสัมผัสของตัวอย่างบราวนี่ (n=10)

| ตัวอย่าง<br>บราวนี่ | แรงยัดเกาะ               | ความแน่น<br>(กิโลกรัม/วินาที) | การคืนตัว <sup>ns</sup> |
|---------------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| ควบคุม              | 0.10 <sup>b</sup> ±0.01  | 10.07 <sup>a</sup> ±1.0       | 0.45 ±0.1               |
| ลดไขมัน (ร้อยละ)    |                          |                               |                         |
| 25                  | 0.16 <sup>ab</sup> ±0.00 | 8.38 <sup>b</sup> ±0.8        | 0.41±0.1                |
| 50                  | 0.18 <sup>a</sup> ±0.05  | 8.45 <sup>b</sup> ±1.2        | 0.44 ±0.1               |
| 75                  | 0.20 <sup>a</sup> ±0.04  | 9.24 <sup>a</sup> ±1.0        | 0.42 ±0.1               |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: อักษร a และ b ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ )

: ns หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\geq 0.05$ )

ค่าแรงยัดเกาะที่เพิ่มขึ้นของบราวนี่ลดไขมัน เป็นผลเนื่องจากคุณสมบัติของมอลโทเดกซ์ทริน ซึ่งจัดเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีขนาดโมเลกุลเล็กและสามารถละลายน้ำได้ดี นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติเกิดเจลได้ จึงทำให้ส่วนผสมต่างๆ สามารถยัดเกาะหรือรวมตัวกันได้ดี ซึ่งแตกต่างจากบราวนี่ไขมันเนยเต็มส่วน ไขมันจะทำหน้าที่เป็นตัวหล่อลื่นและยับยั้งการเกิดโครงสร้างโด ทำให้เนื้อสัมผัสบราวนี่มีค่าแรงยัดเกาะต่ำ ส่วนค่าความแน่นของบราวนี่ลดไขมันที่มีแนวโน้มลดลง อาจเป็นผลของมอลโทเดกซ์ทรินที่ไม่สามารถสร้างฟิล์มห่อหุ้มฟองอากาศที่เกิดขึ้นระหว่างการตีส่วนผสม ทำให้ไม่สามารถกักเก็บก๊าซได้ในระหว่างการอบขนม นอกจากนี้ยังอาจเป็นผลของคุณสมบัติการเกิดเจลของมอลโทเดกซ์ทริน ซึ่งสอดคล้องกับลักษณะปรากฏจากการสังเกต พบว่าตัวอย่างบราวนี่ลดไขมันจะมีจำนวนและขนาดฟองอากาศกระจายภายในโครงสร้างน้อยกว่าบราวนี่ไขมันเนยเต็มส่วน

ผลการใช้มอลโทเดกซ์ทรินทดแทนไขมันในปริมาณร้อยละที่สูงขึ้น คือ ร้อยละ 25, 50 และ 75 ทำให้ปริมาตรบราวนี่มีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ( $70\pm 1.8$ ,  $68\pm 2.0$  และ  $68\pm 2.1$  มิลลิลิตร/ชิ้น ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับบราวนี่ไขมันเนยเต็มส่วนมีปริมาตร  $70\pm 1.6$  มิลลิลิตร/ชิ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\geq 0.05$ ) เนื่องจากคุณสมบัติของมอลโทเดกซ์ทรินที่ไม่สามารถทำหน้าที่ทดแทนไขมันในการเกิดโครงสร้างฟิล์มและกักเก็บอากาศไว้ในเซลล์ได้ (Psimouli & Oreopoulou, 2013; Syed et al., 2011; Lakshminarayan et al., 2006) ดังนั้นจึงควรศึกษาเพิ่มเติมถึงชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของสารไฮโดรคอลลอยด์หรือกัม เพื่อช่วยเพิ่มปริมาตรของผลิตภัณฑ์ขนมอบชนิดลดไขมันหรือใช้สารทดแทนไขมัน (Gomez et al., 2007; Zambrano et al., 2004)

การวัดสีของตัวอย่างบราวนี่ลดไขมัน พบว่ามีค่าความสว่าง  $L^*$  เท่ากับ  $27.0\pm 0.30$ ,  $34.2\pm 0.18$  และ  $38.4\pm 0.32$  ตามลำดับ ค่าสีแดง  $a^*$  เท่ากับ  $9.6\pm 0.47$ ,  $10.0\pm 0.08$  และ  $11.6\pm 0.51$  ตามลำดับ และ

ค่าสีเหลือง  $b^*$  เท่ากับ  $11.0 \pm 0.15$ ,  $14.7 \pm 0.29$  และ  $15.0 \pm 0.14$  ตามลำดับ สำหรับบรวนี่ไขมันเต็มส่วน มีค่าความสว่าง  $27.6 \pm 0.41$  ค่าสีแดง  $9.7 \pm 0.22$  ค่าสีเหลือง  $11.6 \pm 0.24$  (ตารางที่ 3) โดยสังเกตว่าการใช้ มอลโทเดกซ์ทรินเจลดแทนไขมันเนยร้อยละ 25 จะได้บรวนี่ลดไขมันที่มีปริมาตรและค่าสีใกล้เคียงกับ บรวนี่ไขมันเต็มส่วน

**ตารางที่ 3** ปริมาตร ค่าสี และค่าวอเตอร์แอกติวิตีของตัวอย่างบรวนี่

| ตัวอย่างบรวนี่   | ปริมาตร <sup>ns</sup><br>มิลลิลิตร/ชิ้น | ค่าสี             |                   |                   | วอเตอร์<br>แอกติวิตี <sup>ns</sup> |
|------------------|-----------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------|
|                  |                                         | L*                | a*                | b*                |                                    |
| ควบคุม           | $70 \pm 1.6$                            | $27.6^b \pm 0.41$ | $9.7^b \pm 0.22$  | $11.6^b \pm 0.24$ | $0.74 \pm 0.02$                    |
| ลดไขมัน (ร้อยละ) |                                         |                   |                   |                   |                                    |
| 25               | $70 \pm 1.8$                            | $27.0^b \pm 0.30$ | $9.6^b \pm 0.47$  | $11.0^b \pm 0.15$ | $0.75 \pm 0.01$                    |
| 50               | $68 \pm 2.0$                            | $34.2^a \pm 0.18$ | $10.0^b \pm 0.08$ | $14.7^a \pm 0.29$ | $0.73 \pm 0.01$                    |
| 75               | $68 \pm 2.1$                            | $38.4^a \pm 0.32$ | $11.6^a \pm 0.51$ | $15.0^a \pm 0.14$ | $0.72 \pm 0.01$                    |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: อักษร a และ b ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

: ns หมายถึงค่าเฉลี่ยที่ได้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ )

แม้ว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลดแทนไขมันในอัตราร้อยละที่สูงขึ้น จะมีผลต่อการลดลงของ ปริมาตรและการเปลี่ยนแปลงค่าสีของบรวนี่ลดไขมัน แต่จากการสังเกตลักษณะปรากฏภายนอกของ ตัวอย่างบรวนี่ลดไขมันทุกตัวอย่าง พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยทุกตัวอย่างจะมีความสูงของชิ้น บรวนี่ใกล้เคียงกัน ซึ่งอาจเป็นเพราะความไม่สม่ำเสมอของความสูงของชิ้นบรวนี่ทั้งที่เป็นตัวอย่างเดียวกัน สำหรับสีของบรวนี่ลดไขมันจะมีสีน้ำตาลเข้มแต่อ่อนกว่าตัวอย่างควบคุม เนื่องจากคุณสมบัติของ มอลโทเดกซ์ทรินเจลดที่สามารถละลายน้ำได้และเกิดเจลอย่างอ่อนที่มีสีขาวใส นอกจากนี้การที่บรวนี่ มีสีน้ำตาลเข้มยังเป็นผลโดยตรงจากซ็อกโกแลตที่ใช้เป็นส่วนผสม ร่วมกับการเกิดปฏิกิริยา สีน้ำตาลระหว่าง กรดแอมิโนและน้ำตาลรีดิวซิง โดยมีอุณหภูมิและค่าพีเอช (pH) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (Purtis, 2010)

บรวนี่ไขมันเนยเต็มส่วนและบรวนี่ลดไขมันร้อยละ 25, 50 และ 75 ทุกตัวอย่าง พบว่ามีค่า วอเตอร์แอกติวิตีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) โดยมีค่าเท่ากับ  $0.74 \pm 0.02$ ,  $0.75 \pm 0.01$   $0.73 \pm 0.01$  และ  $0.72 \pm 0.01$  ตามลำดับ (ตารางที่ 3) แม้ว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลด ซึ่งเตรียมได้จากการชั่งมอลโทเดกซ์ทรินและน้ำกลั่นในน้ำหนักที่เท่ากันคือ 1:1 เพื่อใช้ทดแทนไขมันจะมีปริมาณน้ำมากกว่า ในสูตรบรวนี่ไขมันเนยเต็มส่วน โดยเฉพาะตัวอย่างบรวนี่ลดไขมันร้อยละ 75 เนื่องจากน้ำได้ถูกนำไปใช้ เป็นตัวทำละลายมอลโทเดกซ์ทรินและการสร้างร่างแหเจล จึงทำให้ปริมาณน้ำส่วนมากถูกตรึงไว้

อย่างไรก็ตามทุกตัวอย่างบรวนนี้มีค่าคอเรลเลอร์แอคตีวิตีต่ำกว่า 0.8 ทำให้ผลิตภัณฑ์บรวนนี้มีความเสถียรและปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ ระหว่างเก็บรักษาในระดับหนึ่ง

การทดสอบความชอบด้านประสาทสัมผัสโดยผู้ชิมที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน (ตารางที่ 4) พบว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลดแทนไขมันร้อยละ 75 ตัวอย่างบรวนนี้ที่ได้จะมีคะแนนความชอบโดยรวมลดลง ( $3.6 \pm 1.0$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับบรวนนี้ไขมันเต็มส่วน ( $3.8 \pm 0.8$ ) ส่วนบรวนนี้ลดไขมันที่ระดับร้อยละ 25 และ 50 และบรวนนี้ไขมันเนยเต็มส่วน พบว่ามีคะแนนความชอบรวมไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) แม้ว่าบรวนนี้ลดไขมันที่ระดับร้อยละ 25 จะได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุดคือ  $4.0 \pm 0.7$

**ตารางที่ 4** คะแนนประเมินทางด้านประสาทสัมผัส (5 Hedonic,  $n=30$ ) ผลิตภัณฑ์บรวนนี้

| ตัวอย่างบรวนนี้  | ความชอบรวม      | เนื้อสัมผัส        | รสชาติ             | กลิ่น           | สี              |
|------------------|-----------------|--------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| ควบคุม           | $3.8^a \pm 0.8$ | $3.4^{ab} \pm 1.0$ | $4.4^a \pm 0.5$    | $4.8^a \pm 0.4$ | $4.8^b \pm 0.5$ |
| ลดไขมัน (ร้อยละ) |                 |                    |                    |                 |                 |
| 25               | $4.0^a \pm 0.7$ | $3.2^b \pm 1.0$    | $4.0^b \pm 0.8$    | $4.8^a \pm 0.5$ | $4.4^c \pm 0.6$ |
| 50               | $3.8^a \pm 1.0$ | $3.6^a \pm 0.8$    | $4.2^{ab} \pm 0.5$ | $4.6^b \pm 0.8$ | $5.0^a \pm 0.2$ |
| 75               | $3.6^b \pm 1.0$ | $3.6^a \pm 0.8$    | $4.2^{ab} \pm 0.6$ | $4.5^b \pm 0.8$ | $5.0^a \pm 0.5$ |

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย  $\pm$  ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

: อักษร a b และ c ที่แตกต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

การทดสอบการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส พบว่าบรวนนี้ไขมันเต็มส่วนได้รับคะแนนไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับบรวนนี้ลดไขมันทุกตัวอย่าง ซึ่งต่างจากการวัดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัสที่พบว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลดแทนไขมันในบรวนนี้ จะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าแรงยึดเกาะและความแน่น (ตารางที่ 2) เนื่องจากความไวของเครื่องวัดเนื้อสัมผัส อย่างไรก็ตามค่าที่วัดได้ดังกล่าวไม่สามารถบ่งบอกถึงความชอบของผู้บริโภค โดยผลคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส (ตารางที่ 4) พบว่าบรวนนี้ลดไขมันที่ร้อยละ 50 ( $3.6 \pm 0.8$ ) และ 75 ( $3.6 \pm 0.8$ ) มีคะแนนความชอบสูงกว่าบรวนนี้ไขมันเต็มส่วน ( $3.4 \pm 1.0$ ) และบรวนนี้ลดไขมันร้อยละ 25 ( $3.2 \pm 1.0$ ) เล็กน้อย ซึ่งเป็นไปได้ว่าผู้ชิมมีความชอบลักษณะเนื้อสัมผัสที่นุ่มและยืดหยุ่นของบรวนนี้ลดไขมัน มากกว่าบรวนนี้ไขมันเต็มส่วนที่มีเนื้อสัมผัสนุ่ม แต่มีความยืดหยุ่นน้อยกว่า การเปลี่ยนแปลงคุณภาพเนื้อสัมผัสของ บรวนนี้ลดไขมัน เป็นผลของคุณสมบัติมอลโทเดกซ์ทรินที่สามารถเพิ่มความหนืดและสามารถเกิดเจลได้ รวมทั้งมีคุณสมบัติดูดความชื้นจากอากาศสูง (High Hygroscopicity)

การยอมรับในด้านรสชาติและกลิ่น พบว่าบรานี่ไขมันเต็มส่วนมีคะแนนมากที่สุด คือ  $4.4 \pm 0.5$  และ  $4.8 \pm 0.4$  ส่วนตัวอย่างบรานี่ลดไขมันพบว่ามีความเหมาะสมการยอมรับด้านรสชาติและกลิ่นลดลง โดยเฉพาะตัวอย่างบรานี่ลดไขมันร้อยละ 75 มีคะแนนเท่ากับ  $4.2 \pm 0.6$  และ  $4.5 \pm 0.8$  ตามลำดับ และใกล้เคียงกับบรานี่ลดไขมันร้อยละ 50 ที่มีค่าเท่ากับ  $4.2 \pm 0.5$  และ  $4.6 \pm 0.8$  ตามลำดับ ส่วนบรานี่ลดไขมันร้อยละ 25 มีค่าเท่ากับ  $4.0 \pm 0.8$  และ  $4.8 \pm 0.5$  ตามลำดับ (ตารางที่ 4) การลดลงของคะแนนการยอมรับด้านรสชาติและกลิ่น เป็นผลโดยตรงของการลดปริมาณไขมันเนยที่เป็นส่วนประกอบในบรานี่ ซึ่งมีคุณสมบัติสำคัญ คือ ให้รสชาติและกลิ่นรสที่ดีในขนมอบ

ผลคะแนนการยอมรับด้านสีของตัวอย่างบรานี่ (ตารางที่ 4) พบว่าบรานี่ลดไขมันที่ระดับ ร้อยละ 50 และ 75 มีคะแนนมากที่สุด คือ  $5.0 \pm 0.2$  และ  $5.0 \pm 0.5$  ตามลำดับ บรานี่ไขมันเนยเต็มส่วนมีคะแนนเท่ากับ  $4.8 \pm 0.5$  ขณะที่ตัวอย่างบรานี่ลดไขมันที่ร้อยละ 25 มีคะแนนค่อนข้างต่ำ คือ  $4.4 \pm 0.6$  เนื่องจากผลของมอลโทเดกซ์ทรินเจลที่มีสีขาวขุ่น ดังนั้นเมื่อใช้ทดแทนไขมันเนยจึงทำให้ บรานี่ลดไขมันมีสีน้ำตาลเข้มลดลง โดยสอดคล้องกับค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองที่วัดด้วยเครื่องคลอโรมิเตอร์ (ตารางที่ 3)

เมื่อพิจารณาในภาพรวมของการใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลทดแทนไขมันเนยในบรานี่ พบว่าตัวอย่างบรานี่ลดไขมันมีแนวโน้มที่จะได้รับคะแนนการยอมรับทางด้านความชอบรวม รสชาติ และกลิ่นรสลดลง ส่วนคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันนัก เมื่อเปรียบเทียบกับบรานี่ไขมันเต็มสำหรับคะแนนความชอบด้านสีพบว่า บรานี่ลดไขมันมีแนวโน้มว่าจะได้รับความชอบมากกว่า ยกเว้นบรานี่ลดไขมันที่ระดับร้อยละ 25 เมื่อเปรียบเทียบคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสระหว่างบรานี่ลดไขมันที่ร้อยละ 25 และ 50 แม้ว่าตัวอย่างบรานี่ลดไขมันร้อยละ 50 จะมีคะแนนความชอบรวมและความชอบด้านกลิ่นต่ำกว่า แต่ก็มีความเหมาะสมการยอมรับด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และสี มากกว่าเช่นกัน นอกจากนี้ยังพบว่าบรานี่ลดไขมันร้อยละ 50 มีคะแนนความชอบรวม เนื้อสัมผัส และรสชาติ ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p \geq 0.05$ ) เมื่อเปรียบเทียบกับบรานี่ไขมันเนยเต็มส่วน ยกเว้นคะแนนการยอมรับด้านกลิ่นต่ำกว่า แต่ก็มีคะแนนการยอมรับด้านสีสูงกว่าบรานี่ควบคุมน

การบริโภคบรานี่ไขมันเนยเต็มส่วน 1 ช้อน น้ำหนักประมาณ 80-85 กรัม หรือ 1 หน่วยบริโภค จะได้รับปริมาณไขมันทั้งหมดและไขมันอิ่มตัวสูงถึงร้อยละ 23 และ 40 ตามลำดับ (ตารางที่ 5) โดยพิจารณาตามเกณฑ์ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป ส่วนการบริโภคบรานี่ลดไขมันที่ระดับร้อยละ 25, 50 และ 75 จะได้ไขมันทั้งหมดร้อยละ 15, 10 และ 6 และไขมันอิ่มตัวร้อยละ 30, 20 และ 10 ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณไขมันต่ำกว่าบรานี่ไขมันเต็มส่วน เช่นเดียวกับพลังงานที่ได้รับต่อหนึ่งหน่วยบริโภค บรานี่ไขมันเนยเต็มส่วนให้พลังงาน 380 กิโลแคลอรีหรือร้อยละ 19 ของพลังงานที่ต้องการในหนึ่งวัน ส่วนบรานี่ลดไขมันร้อยละ 25, 50 และ 75 ให้พลังงาน 350, 315 และ 282 กิโลแคลอรีตามลำดับ หรือร้อยละ 17, 15 และ 14 ของพลังงานที่ต้องการในหนึ่งวัน

ตารางที่ 5 ปริมาณไขมันทั้งหมด ไขมันอิ่มตัว และพลังงานที่ได้รับ\*ต่อหนึ่งหน่วยบริโภคของบราวน์ (80-85 กรัม/ชิ้น)

| ตัวอย่างบราวน์   | ไขมันทั้งหมด |        | ไขมันอิ่มตัว |        | พลังงาน    |        |
|------------------|--------------|--------|--------------|--------|------------|--------|
|                  | กรัม         | ร้อยละ | กรัม         | ร้อยละ | กิโลแคลอรี | ร้อยละ |
| ควบคุม           | 15           | 23     | 8            | 40     | 380        | 19     |
| ลดไขมัน (ร้อยละ) |              |        |              |        |            |        |
| 25               | 10           | 15     | 6            | 30     | 350        | 17     |
| 50               | 7            | 10     | 4            | 20     | 315        | 15     |
| 75               | 4            | 6      | 2            | 10     | 282        | 14     |

หมายเหตุ : \*ร้อยละของปริมาณสารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) โดยพิจารณาจากความต้องการพลังงานวันละ 2,000 กิโลแคลอรี และควรบริโภคปริมาณไขมันทั้งหมดน้อยกว่า 65 กรัม โดยแนะนำให้บริโภคไขมันอิ่มตัวน้อยกว่า 20 กรัม

สูตรบราวน์ลดไขมันร้อยละ 25 จะช่วยลดปริมาณไขมันทั้งหมดและไขมันอิ่มตัวลงได้ร้อยละ 33.3 และ 25 ตามลำดับ สูตรบราวน์ลดไขมันร้อยละ 50 จะลดปริมาณไขมันทั้งหมดและไขมันอิ่มตัวได้ร้อยละ 53.33 และ 50 ตามลำดับ ส่วนบราวน์ลดไขมันร้อยละ 75 จะลดปริมาณไขมันทั้งหมดและไขมันอิ่มตัวได้ร้อยละ 73.33 และ 75 ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อพิจารณาถึงประโยชน์ต่อสุขภาพในเรื่องการลดพลังงานจากไขมันที่เป็นส่วนประกอบในบราวน์ โดยเฉพาะการลดปริมาณไขมันอิ่มตัว ประกอบกับคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส สูตรบราวน์ลดไขมันร้อยละ 50 จึงมีความเหมาะสมด้วยเหตุผลดังกล่าว แม้ว่าการใช้มอลโทเดกซ์ทรินจะช่วยลดปริมาณไขมัน (เนย) และพลังงานในผลิตภัณฑ์ บราวน์ได้บางส่วน แต่ก็ควรศึกษาเพิ่มเติมถึงการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาล เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์บราวน์สุขภาพพลังงานต่ำ รวมทั้งมีปริมาณไขมันและน้ำตาลต่ำ

## สรุปผลการวิจัย

การใช้มอลโทเดกซ์ทรินเจลดแทนไขมันเนยในบราวน์ พบว่าจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงลักษณะคุณภาพเนื้อสัมผัสของบราวน์ลดไขมัน โดยมีความนุ่มและความยืดหยุ่นมากขึ้น มีสีน้ำตาลเข้มลดลง รวมทั้งมีปริมาตรลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับบราวน์ไขมันเนยเต็มส่วน สำหรับคะแนนการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่ามีแนวโน้มของคะแนนความชอบรวม กลิ่น และรสชาติลดลง ยกเว้นคะแนนการยอมรับด้านสีมีค่าสูงกว่า ส่วนคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างกันมากนัก เมื่อพิจารณาถึงประโยชน์ต่อสุขภาพหรือปริมาณไขมันที่ลดลงโดยที่บราวน์ลดไขมันยังคงได้รับการยอมรับ สรุปได้ว่าปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินเจลดที่ใช้ทดแทนไขมันเนยที่เหมาะสมในบราวน์ คือ ไม่ควรเกินกว่าร้อยละ 50 เมื่อพิจารณาร้อยละปริมาณ

สารอาหารที่แนะนำให้บริโภคต่อวันสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป (Thai RDI) บรารวนี้ที่ใช้ มอลโทเดกซ์ทรินเจลดแทนไขมันร้อยละ 50 1 ช้อนหรือ 1 หน่วยบริโภค ให้ไขมันทั้งหมดร้อยละ 10 ไขมันอิ่มตัวร้อยละ 20 และพลังงานร้อยละ 15 หรือสามารถลดไขมันทั้งหมดได้ร้อยละ 53 ลดไขมันอิ่มตัวได้ ร้อยละ 50 เมื่อเปรียบเทียบกับบรารวนี้ไขมันเนยเต็มส่วน

## References

- Aekplakorn, W., Inthawong, R., Kessomboon, P., Sangthong, R., Chariyalertsak, S., Putwatana, P. & Taneepanichskul, S. (2014). Prevalence and Trends of Obesity and Association with Socioeconomic Status in Thai Adults: National Health Examination Surveys, 1991–2009. *Journal of Obesity*, 2014, 1-8.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2012). *Official Method 992.06, Total Fat; 996.06, Fatty Acid* (19<sup>th</sup> edition). Washington, D.C: Association of Official Analytical Chemists.
- Bureau of Nutrition, Department of Health. (2003). *Dietary Reference Intake for Thais*. Nonthaburi: Department of Health.
- Crehan, C.M., Hughes, E., Troy, D.J. & Buckley, D.J. (2000). Effects of Fat Level and Maltodextrin on the Functional Properties of Frankfurters Formulated with 5, 12 and 30% Fat. *Meat Science*, 55(4), 463-469.
- Gandia-Herrero, F., Jimenez-Aitienzar, M., Cabanes, J., Garcia-Carmona, F. & Escribano, J. (2010). Stabilization of the Bioactive Pigment of Opuntia Fruits through Maltodextrin Encapsulation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(19), 10646–10652.
- Gomez, M., Doyague, M.J. & Hera. E. (2012). Addition of Pin-milled Peaflour and Air-classified Fractions in Layer and Sponge Cakes. *LWT-Food Science and Technology*, 46(1), 142-147.
- Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A. & Rosell, C.M. (2007). Functionality of Different Hydrocolloids on the Quality and Shelf-life of Yellow Layer Cakes. *Food Hydrocolloids*, 21(2), 167–173.

- Khalil, A.H. (1998). The Influence of Carbohydrate-based Fat Replacers with and without Emulsifiers on the Quality Characteristics of Lowfat Cake. *Plant Foods for Human Nutrition*, 52(4), 299–313.
- Lakshminarayan, S.M., Rathinam, V. & Rau, LK. (2006). Effect of Maltodextrin and Emulsifiers on the Viscosity of Cake Batter and on the Quality of Cakes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86, 706-712.
- Mattes, R.D. (2005). Fat Taste and Lipid Metabolism in Humans. *Physiology & Behavior*, 86, 691–697.
- Miller, G.D. & Groziak, S.M. (1996). Impact of Fat Substitutes on Fat Intake. *Lipids*, 31 (Supplement), S 293-296.
- Miyazato, S., Nakagawa, C., Kishimoto, Y., Tagami, H. & Hara, H. (2010). Promotive Effects of Resistant Maltodextrin on Apparent Absorption of Calcium, Magnesium, Iron and Zinc in Rats. *European Journal of Nutrition*, 49(3), 165–171.
- Ognean, C.F., Darie, N. & Ognean, M. (2006). FatReplacers – Review. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 7(2), 433-442.
- Peters, J.C. (2003). Dietary Fat and Body Weight Control. *Lipids*, 38(2), 123-127.
- Psimouli, V. & Oreopoulou, V. (2013). The Effect of Fat Replacers on Batter and Cake Properties. *Journal of Food Science*, 78(10), C1495-1502.
- Purlis, E. (2010). Browning Development in Bakery Products – A review. *Journal of Food Engineering*, 99(3), 239–249.
- Rodriquez-Garcia, J., Puig, A., Salvador, A. & Hernando, I. (2012). Optimization of a Sponge Cake Formulation with Inulin as Fat Replacer: Structure, Physicochemical, and Sensory Properties. *Journal of Food Science*, 77(2), C189-197.
- Scubsman, S., Kelly, M., Yuthapornpinit, P. & Sleight, A. (2009). Cultural Resistance to Fast-food Consumption? A study of Youth in North Eastern Thailand. *International Journal of Consumer Studies*, 33(6), 669–675.
- Seaman, C.E.A., Woods, M. & MacKenzie, D. (1996). Fat Content and Sponge Cake Quality. *British Food Journal*, 98(1), 20–22.

- Sinawat, S. (2008). Prevalence of Childhood Obesity in Thailand. *Siriraj Medical Journal*, 60, 41-42.
- Siriworakul, M. (2011). *Factors Influencing on Fast Food Consumption of Undergraduate Students*, Chiang Mai University. Thesis, Chiang Mai University.
- Syed, H.M., Jadhav, B.A. & Salve, R.V. (2011). Studies on Preparation of Low Calorie Cake using Pearl Millet (Bajra) Maltodextrin. *Journal Food Process Technol*, 2(5), 1-3.
- Thai Industrial Standards Institute. (1989). *Standard for Wheat Flour: Bread Flour*. TIS. 374-2524. Bangkok: Ministry of Industry.
- Wylie-Rosett, J. (2002). Fat Substitutes and Health. *Circulation*. 105, 2800-2804.
- Yeomans, M.R., Gray, R.W. & Conyers, T.H.B. (1998). Maltodextrin Preloads Reduce Food Intake without Altering the Appetiser Effect. *Physiology & Behavior*, 64(4), 501-506.
- Zahn, S., Pepke, F. & Rohm, H. (2010). Effect of Inulin as a Fat Replacer on Texture and Sensory Properties of Muffins. *International Journal of Food Science & Technology*, 45(12), 2531-253.
- Zambrano, F., Despinoy, P., Ormenese, R.C.S.C. & Faria, E.V. (2004). The Use of Guar and Xanthan Gums in the Production of 'Light' Low Fat Cakes. *International Journal of Food Science & Technology*, 39(9), 959-966.

### Translated in Thai

- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2532). *มาตรฐานของแป้งสาลี: แป้งขนมปัง*. มอก. 374-2524. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- สำนักโภชนาการ, กรมอนามัย. (2546). *ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย*. กรุงเทพฯ: กระทรวงสาธารณสุข.

## คณะผู้เขียน

### รองศาสตราจารย์ ดร.พรรัตน์ สิ้นชัยพานิช

สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล 999 ถนนพุทธมณฑล สาย 4  
ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170  
e-mail: pornrat.sin@mahidol.ac.th

### นางสาวพิชญพร เหมวดี

สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล 999 ถนนพุทธมณฑล สาย 4  
ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170  
e-mail: parehem@gmail.com

### นางสาวศศินท์ ดิษนิล

สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล 999 ถนนพุทธมณฑล สาย 4  
ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170  
e-mail: sasapin.dis@mahidol.ac.th

### ผู้ช่วยศาสตราจารย์เรณู ทวีชาติวิทยากุล

สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล 999 ถนนพุทธมณฑล สาย 4  
ตำบลศาลายา อำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม 73170  
e-mail: renu.twi@mahidol.ac.th