# ผลของแป้งถั่วแดงที่ทดแทนแป้งสาลีต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในหมั่นโถว

# Effect of Red Bean Flour Substituted for Wheat Flour on Physicochemical Properties and Free Radical Scavenging Activities in Steamed Bun (Mantou)

หรรษา เวียงวะลัย* และกานติมา ภูวงษ์

*คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*
*ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 13180*

Hansa Wiangwalai* and Kantima Phuwong

*Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under Royal Patronage,*
*Khlong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 13180*

## บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้แป้งถั่วแดงทดแทนแป้งสาลีในหมั่นโถว ซึ่งมีผลต่อสมบัติทางเคมีกายภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยพบว่าแป้งถั่วแดงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH, ABTS, FRAP เท่ากับ 413.96, 2268, 1140.42 μmol trolox equivalent/100 g ตามลำดับ และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 183.75 μg gallic acid equivalent/100 g เมื่อนำแป้งถั่วแดงมาทดแทนแป้งสาลีในหมั่นโถวที่ระดับ 10, 20, 30 และ 40 % (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) พบว่าการใช้แป้งถั่วแดงเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อคุณภาพของหมั่นโถว โดยหมั่นโถวจะมีความแข็ง ค่าสีแดง (a*) ค่าสีเหลือง (b*) องค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกเพิ่มขึ้น ส่วนความยืดหยุ่น ปริมาตรจำเพาะ และความสว่าง (L*) ลดลง โดยผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าปริมาณแป้งถั่วแดงที่เหมาะสม คือ 20 % และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH, ABTS, FRAP เท่ากับ 157.50, 1038.67, 552.08 μmol trolox equivalent/100 g ตามลำดับ และมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 94.03 μg gallic acid equivalent/100 g

**คำสำคัญ :** แป้งถั่วแดง; หมั่นโถว; ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ; สารประกอบฟีนอลิก

## Abstract

The objectives of this research were to study effects of using red bean flour as wheat flour substitution in steamed bun on physicochemical properties and free radical scavenging activities. The red bean flour exhibited free radical scavenging capacity analyzed by DPPH, ABTS, and FRAP assays

**Corresponding author: hansa@vru.ac.th*
DOI: 10.14456/tjst.2018.48

as follows; 413.96, 2268, and 1140.42 μmol trolox equivalent/100 g, respectively. In addition, red bean flour constituted of 183. 75 μg gallic acid equivalent/ 100 g total phenolic compound. Partially substitution of wheat flour with red bean flour with increasing concentration 10, 20, 30 and 40 % (by wheat flour weight) resulted higher hardness, a* and b* color values, chemical compositions, and DPPH, ABTS, and FRAP free radical scavenging capacity, and total phenolic compound; whereas springiness, specific volume and L* values were lowered. Sensory evaluation showed 20 % red bean flour substitution was an optimum concentration with corresponding DPPH, ABTS, and FRAP free radical scavenging capacity of 157.50, 1038.67, 552.08 μmol trolox equivalent/100g, respectively and had 94.03 μg gallic acid equivalent/100 g of total phenolic content.

**Keywords:** red bean flour; steamed bun; free radical scavenging activity; total phenolic compound

## 1. คำนำ

พืชตระกูลถั่วจัดเป็นพืชที่มีเส้นใยอาหารสูง โดยพืชตระกูลถั่วมีเส้นใยอาหารตั้งแต่ 19-28 % (นันทกานต์, 2556) ซึ่งถั่วแดงจะมีเส้นใยอาหาร 24.9 % (Parmar *et al*., 2016) เป็นเส้นใยอาหารทั้งชนิดที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ มีสารอาหารหลายชนิดที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ได้แก่ โปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเถ้า เท่ากับ 21.25, 1.79, 64.24 และ 3.84 % ตามลำดับ (Novelina *et al*., 2014) เมื่อนำไปวิเคราะห์หาฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP มีค่าเท่ากับ 1842.32, 4744.44 และ 1508.45 μmol TE/100 g ตามลำดับ (Mastura *et al*., 2017) และยังมีสารประกอบพวกฟีนอลิกสูงกว่าถั่วเขียว ถั่วเหลือง ถั่วเลนทิล (lentil) และธัญชาติ ได้แก่ ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ และข้าวไรซ์ เป็นต้น (Diordievic *et al*., 2016) รวมทั้งอุดมไปด้วยสารแอนโทไซยานินที่ช่วยชะลอการเกิดโรคไขมันอุดตันในหลอดเลือดและโรคหลอดหัวใจแข็งตัว (มาฤดี และคณะ, 2556)

หมั่นโถวเป็นแป้งนึ่งก้อนกลม ๆ สีขาวนวลเนียน เป็นที่นิยมบริโภคอย่างมากในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ซึ่งคนไทยนำมารับประทานกับขาหมู โดยมีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ แป้งสาลี น้ำ และมียีสต์เป็นตัวที่ช่วยให้ขึ้นฟู โดยยีสต์จะหมักน้ำตาลชนิดต่าง ๆ ทั้งจากแป้งและน้ำตาลที่เติมลงไปในส่วนผสมของหมั่นโถวให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ แอลกอฮอล์ ทำให้เกิดกรด และเอสเทอร์ มีผลทำให้โด (dough) มีสภาพเป็นกรดอ่อน ซึ่งจะทำให้กลูเตนอ่อนตัว มีลักษณะยืดหยุ่นและขยายตัวมากขึ้น สามารถเก็บกักก๊าซไว้ในโครงสร้าง ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่น มีรูอากาศและมีกลิ่นเฉพาะตัว เนื่องจากหมั่นโถวมีวัตถุดิบหลัก คือ แป้งสาลี จึงเป็นเหตุให้มีคุณค่าทางโภชนาการต่ำ ได้มีการวิจัยเพื่อเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระให้กับหมั่นโถว ได้แก่ การใช้แป้งกล้วยดิบทดแทนแป้งสาลีในหมั่นโถว ทำให้เส้นใยและแร่ธาตุ เช่น โปรแตสเซียม แคลเซียม และแมกนีเซียมเพิ่มขึ้น (Noor Aziah *et al*., 2012) การใช้กากโกจิเบอร์รี่ผงเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระให้กับหมั่นโถว (Yang, 2016) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งถั่วแดงทดแทนแป้งสาลีในหมั่นโถว โดยศึกษาคุณภาพของหมั่นโถวในด้านต่าง ๆ ทั้งเคมีกายภาพ ประสาทสัมผัส และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ รวมถึงคำนวณต้นทุนการผลิต เพื่อให้เห็นถึงความคุ้มค่าในการผลิตหมั่นโถวทดแทนด้วยแป้งถั่วแดง โดยเป็นแนวทางสำหรับการเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์หมั่นโถวในเชิงสุขภาพ

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

**2.1 การเตรียมและการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งถั่วแดง**

นำถั่วแดงพันธุ์หมากจำม จากมูลนิธิโครงการหลวง มาล้างทำความสะอาด คัดแยกเมล็ดเสีย เศษกรวด และก้อนดินออก แช่น้ำที่อัตราส่วนถั่วแดงต่อน้ำ 1:4 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง นำมาอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 ชั่วโมง บดด้วยเครื่องแฮมเมอร์มิล (hammer mill) ตะแกรงร่อนขนาด 2.5 มิลลิเมตร จากนั้นนำไปบดละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด ตะแกรงร่อนขนาด 0.25 มิลลิเมตร (มลิวรรณ, 2557) วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งถั่วแดง ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธี AOAC (2000) ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH radical scavenging ability, ABTS free radical-scavenging activity และ Ferric reducing antioxidant power (FRAP) และวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu method โดยใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน ตามวิธีของ อเนก และบุณยกฤต (2560)

**2.2 การศึกษาการทดแทนแป้งถั่วแดงในหมั่นโถว**

สูตรพื้นฐานในการทำหมั่นโถวได้จาก หรรษา (2558) โดยแปรปริมาณแป้งถั่วแดงเป็น 4 ระดับ คือ 10, 20, 30 และ 40 % (น้ำหนักแป้งสาลี) ใช้สูตรแป้งสาลีล้วน (100 %) เป็นสูตรควบคุม

2.1.1 การเตรียมหมั่นโถว ผลิตหมั่นโถวแบบ 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 คือ สปันจ์ ผสมแป้งสาลี (70 %) ยีสต์ ด้วยเครื่องผสม 2 แขน เติมน้ำ ตีผสมประมาณ 10 นาที พักก้อนโดที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที หรือขึ้นเป็น 2 เท่า ขั้นตอนที่ 2 คือ โด ผสมแป้งสาลี (30 %) ผงฟู น้ำตาล เกลือ ในสปันจ์ ตีผสมประมาณ 10 นาที จนก้อนโดเรียบเนียน พักก้อนโดที่อุณหภูมิ 35±2 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ไล่อากาศออกจากโด แบ่งโดเป็นก้อนก้อนละ 30 กรัม ปั้นเป็นรูปทรงกลม ทิ้งไว้ให้ขึ้นเป็นสองเท่า 10-30 นาที นำไปนึ่งในลังถึงไอน้ำเดือดเป็นเวลา 8-10 นาที

2.1.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่นถั่วแดง รสชาติ เนื้อสัมผัส การขึ้นฟู และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale ที่ให้คะแนนตั้งแต่ 1-9 (9 = ชอบมากที่สุด ถึง 1 = ไม่ชอบมากที่สุด) ใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน เป็นนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จำนวน 20 คน

2.1.3 วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของหมั่นโถว โดยการเปรียบเทียบระหว่างหมั่นโถวแป้งสาลีล้วน (สูตรควบคุม) และหมั่นโถวที่ทดแทนแป้งสาลีบางส่วนด้วยแป้งถั่วแดง ที่ระดับ 10, 20, 30 และ 40 % (น้ำหนักแป้งสาลี) วิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ดังนี้

- วัดค่าสี ค่า L* (ความสว่าง) ค่า a* (ค่าสีแดง) และค่าสีเหลือง ( b*) วัดค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab

- ปริมาตรจำเพาะ (specific volume) โดยวิธี rapeseed displacement ใช้งาในการแทนที่ตามวิธีของ มอก. (374-2534)

- วัดลักษณะทางด้านเนื้อสัมผัสด้วยเครื่อง Texture Profile Analyzer (TPA) รุ่น TA. XT. Plus ค่าที่ประเมิน ได้แก่ hardness และ springiness โดยใช้หัววัด Cylindrical probe (P/100) (ธีระยุทธ, 2559)

2.1.4 วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหมั่นโถว โดยเปรียบเทียบระหว่างหมั่นโถวแป้งสาลีล้วน (สูตรควบคุม) และหมั่นโถวทดแทนแป้งถั่วแดงที่ระดับ 10, 20, 30 และ 40 % (น้ำหนักแป้งสาลี) ได้แก่ ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน เส้นใย และเถ้า ตามวิธีของ AOAC (2000) และคาร์โบไฮเดรต

โดยวิธีคำนวณ การทดสอบฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระ 3 วิธี ได้แก่ DPPH radical scavenging ability, ABTS free radical-scavenging activity และ Ferric reducing antioxidant power (FRAP) และการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก วิเคราะห์ด้วยเทคนิค Folin-Ciocalteu method โดยใช้กรดแกลลิก (gallic acid) เป็นสารมาตรฐาน ตามวิธีของ อเนก และบุณยกฤต (2560)

**2.3 คำนวณต้นทุนการผลิตหมั่นโถว**

คำนวณต้นทุนการผลิตหมั่นโถวสูตรควบคุมและหมั่นโถวแป้งถั่วแดง สูตรที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด โดยคิดค่าเชื้อเพลิง ค่าแรง และค่าสึกหรอของเครื่องมือ 30 % ของค่าใช้จ่าย (จันทร์เฉิดฉาย และคณะ, 2559)

## 3. ผลการทดลองและวิจารณ์

**3.1 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีแป้งถั่วแดง**

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งถั่วแดง พบว่ามีโปรตีนและเส้นใยอาหาร 20.22 และ 6.56 % ซึ่งสูงกว่าแป้งสาลีที่เป็นวัตถุดิบหลักในการทำหมั่นโถว ที่มีโปรตีนและเส้นใย 9.11 และ 2.5 % (Heshe *et al*., 2015) แป้งถั่วแดงหลวงที่วิจัยมีองค์ประกอบทางเคมี ดังตารางที่ 1 มีค่าใกล้เคียงกับผลการวิจัยของ Olanipekun และคณะ (2015) ที่วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งถั่วแดง พบว่ามีความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 7.32, 20.92, 3.56, 4.51 และ 60.09 % ตามลำดับ

**ตารางที่ 1** องค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกของแป้งถั่วแดง

| องค์ประกอบทางเคมี (%) | | | | | | ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (μmol trolox equivalent/100 g) | | | สารประกอบฟีนอลิก (μg gallic acid equivalent/100 g) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ความชื้น | โปรตีน | ไขมัน | เส้นใย | เถ้า | คาร์โบไฮเดรต | DPPH | ABTS | FRAP | |
| 4.76 | 20.22 | 1.42 | 6.56 | 3.93 | 63.10 | 413.96 | 2268 | 1140.42 | 183.75 |

แป้งถั่วแดงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระเมื่อวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP เท่ากับ 413. 96, 2268 และ 1140. 42 μmol trolox equivalent/100 g และสารประกอบฟีนอลิก 183.75 μg gallic acid equivalent/100 g ตามลำดับ ในพืชตระกูลถั่วมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและฟีนอลิกสูง โดยเฉพาะถั่วที่มีสีดำ สีแดง ซึ่งฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระขึ้นอยู่กับปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในเมล็ดถั่วแดง โดยถั่วแดงจะมีสารต้านอนุมูลอิสระวิเคราะห์ด้วยวิธี DPPH และฟีนอลิกจะสูงกว่า ถั่วเขียว ถั่วเหลือง และถั่วขาว แต่จะมีปริมาณต่ำกว่าถั่วดำ (Chutipanyaporn *et al*., 2014)

**3.2 การศึกษาหมั่นโถวแป้งถั่วแดง**

3.2.1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส หมั่นโถวแป้งถั่วแดง แสดงดังตารางที่ 2 พบว่าการทดแทนแป้งถั่วแดงในหมั่นโถวที่ระดับ 10 และ 20 % (น้ำหนักแป้งสาลี) ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และการขึ้นฟู ไม่แตกต่างกับสูตรหมั่นโถวสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) ในด้านสี กลิ่นถั่วแดง และความชอบรวม ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับหมั่นโถวที่ใช้แป้งถั่วแดงทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 10 และ 20 % สูงกว่าหมั่นโถวสูตรควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากเมื่อใช้แป้งถั่วแดงแทนที่แป้งสาลีปริมาณ 10 และ 20 % ของน้ำหนักแป้งสาลี ทำให้หมั่นโถวมีสีชมพูอ่อน ดังแสดงในรูปที่ 1 โดยเฉพาะการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งถั่วแดงที่ระดับ 20 % ของน้ำหนักแป้งสาลี ผู้ทดสอบให้คะแนนในด้านสีมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($p \leq 0.05$) กับหมั่นโถวสูตรควบคุม เนื่องจากหมั่นโถวแป้งถั่วแดงมีสีชมพูอ่อนเป็นที่พึงพอใจของผู้ทดสอบมากกว่าหมั่นโถวสูตรควบคุมที่มีสีขาว ขณะที่ระดับการทดแทนที่ 30 และ 40 % หมั่นโถวแป้งถั่วแดงมีสีคล้ำมากเกินไปส่งผลให้คะแนนการยอมรับของผู้ทดลดลง

**ตารางที่ 2** ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของหมั่นโถวแป้งถั่วแดง

| การทดแทนแป้งถั่วแดง (%) | การทดสอบทางประสาทสัมผัส | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | สี | กลิ่นถั่วแดง | รสชาติ | เนื้อสัมผัส | การขึ้นฟู | ความชอบโดยรวม |
| 0 | $6.93^{bc}$±1.41 | $6.13^{d}$±1.64 | $7.03^{a}$±1.31 | $7.73^{a}$±1.00 | $7.55^{a}$±1.15 | $7.28^{c}$±1.04 |
| 10 | $7.35^{ab}$±1.27 | $7.07^{ab}$±1.26 | $7.48^{a}$±1.30 | $7.60^{a}$±1.22 | $7.67^{a}$±1.03 | $7.73^{a}$±1.05 |
| 20 | $7.60^{a}$±1.07 | $7.25^{a}$±1.08 | $7.30^{a}$±1.23 | $7.32^{a}$±0.98 | $7.43^{a}$±0.99 | $7.63^{ab}$±0.97 |
| 30 | $6.83^{cd}$±1.60 | $6.67^{bc}$±1.29 | $6.50^{b}$±1.25 | $6.10^{b}$±1.25 | $6.45^{b}$±1.37 | $6.43^{c}$±1.22 |
| 40 | $6.42^{d}$±1.43 | $6.52^{cd}$±1.38 | $5.82^{c}$±1.43 | $5.47^{c}$±1.32 | $5.85^{c}$±1.27 | $5.77^{d}$±1.39 |

$^{a-d}$ อักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

0 % 10 % 20 % 30 % 40 %

**รูปที่ 1** ลักษณะของหมั่นโถวสูตรควบคุม (0 %) และหมั่นโถวแป้งถั่วแดงที่ระดับ 10, 20, 30 และ 40 % ของน้ำหนักแป้งสาลี

ระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งถั่วแดงที่เพิ่มขึ้นในปริมาณ 30 และ 40 % ของน้ำหนักแป้งสาลี ส่งผลให้ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบลดลงในทุก ๆ ด้าน เนื่องจากหมั่นโถวมีสีคล้ำขึ้น มีกลิ่นของถั่วมากขึ้น เนื้อสัมผัสค่อนข้างกระด้าง และการขึ้นฟูต่ำ ส่งผลต่อคะแนนความชอบโดยรวม จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าหมั่นโถวที่ได้จากการใช้แป้งถั่วแดงทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ 20 % (น้ำหนักแป้งสาลี) มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด

3.2.2 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของหมั่นโถว พบว่าระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งถั่วแดงที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความแข็งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความยืดหยุ่นและปริมาตรจำเพาะมีแนวโน้มลดลง ซึ่งปริมาตรจำเพาะอยู่ในช่วง 2.30-3.16 $cm^3/g$ ดังตารางที่ 3 เนื่องจากการใช้แป้งถั่วแดงที่เพิ่มขึ้นทำให้ปริมาณแป้งสาลีในส่วนผสมลดลง ส่งผลให้กลูเตนที่มีอยู่ในแป้งสาลีลดลง ซึ่งกลูเตนมีสมบัติในการกักเก็บก๊าซที่เกิดจากกระบวนการหมักของยีสต์ทำให้โดขึ้นฟู (จุรีลักษณ์, 2010) การที่ปริมาณของแป้งสาลีลดลงจึงส่งผลต่อสมบัติในการสร้างร่างแหโปรตีนเพื่อเก็บกักก๊าซ ทำให้ปริมาตรจำเพาะและความสูงของหมั่นโถวลดลง ดังรูปที่ 1 เมื่อเปรียบเทียบกับหมั่นโถวสูตรควบคุม

ซึ่งมีปริมาตรจำเพาะสูงสุดเท่ากับ 3.62 $cm^3/g$ ผลที่ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Liu และคณะ (2016) ที่ใช้แป้งมันฝรั่งเสริมแป้งสาลีในการทำซาลาเปา พบว่าเมื่อการเสริมแป้งมันฝรั่งเพิ่มขึ้น ปริมาตรจำเพาะของซาลาเปาลดลง ส่วนค่า hardness และ chewiness ของซาลาเปาเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเทียบกับซาลาเปาที่ใช้แป้งสาลีล้วน

**ตารางที่ 3** ค่า hardness, springiness, specific volume และค่าสีของหมั่นโถวแป้งถั่วแดง

| การทดแทนแป้งถั่วแดง (%) | Hardness (g/force) | Springiness | Specific volume ($cm^3/g$) | ค่าสี | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | L* | a* | $b^{*ns}$ |
| 0 | $771.71^{d}$±2.40 | $0.96^{a}$±0.01 | $3.62^{a}$±0.68 | $89.64^{a}$±0.29 | $0.27^{e}$±0.08 | 15.22±0.42 |
| 10 | $761.00^{d}$±30.29 | $0.94^{a}$±0.00 | $3.16^{b}$±0.38 | $79.72^{b}$±1.95 | $4.64^{d}$±0.61 | 15.47±1.04 |
| 20 | $874.26^{c}$±32.51 | $0.92^{ab}$±0.00 | $3.19^{b}$±0.31 | $75.48^{c}$±1.64 | $6.09^{c}$±0.48 | 15.04±0.39 |
| 30 | $1176.34^{b}$±17.99 | $0.88^{b}$±0.01 | $2.44^{c}$±0.28 | $70.50^{d}$±1.96 | $7.56^{b}$±0.52 | 15.64±0.28 |
| 40 | $1530.67^{a}$±21.86 | $0.86^{c}$±0.00 | $2.30^{c}$±0.37 | $67.30^{e}$±0.65 | $8.43^{a}$±0.24 | 15.79±0.84 |

$^{ns}$ ในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

$^{a-e}$ ในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ปริมาณแป้งถั่วแดงในหมั่นโถวที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้หมั่นโถวมีสีคล้ำขึ้น ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากเมล็ดถั่วแดงมีองค์ประกอบของแอนโทไซยานิน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีแดง ม่วง หรือน้ำเงิน เมื่อนำไปวัดค่าสี พบว่าค่าสีแดง (a*) ของหมั่นโถวเพิ่มขึ้น เมื่อมีแป้งถั่วแดงมากขึ้น ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับ จิรนาถ และสุภักษร (2552) ที่ศึกษาการผลิตพาสต้าจากแป้งถั่วแดงหลวงทดแทนแป้งเซโมลินาบางส่วน พบว่าค่าสีของผลิตภัณฑ์พาสต้าจากแป้งถั่วแดงหลวง มีค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ลดลง ในขณะที่ค่าสีแดง (a*) เพิ่มขึ้น เมื่อปริมาณแป้งถั่วแดงหลวงที่ใช้ทดแทนเพิ่มขึ้น

3.3.3 ผลวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของหมั่นโถว พบว่าปริมาณแป้งถั่วแดงที่เพิ่มขึ้นทำให้องค์ประกอบทางเคมีด้านโปรตีน เถ้า และเส้นใย มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 ทั้งนี้เนื่องจากองค์ประกอบทางเคมีของแป้งถั่วแดง มีปริมาณโปรตีนและปริมาณเส้นใยสูง เมื่อเทียบกับแป้งสาลี โดยแป้งถั่วแดงมีปริมาณโปรตีน เถ้า และเส้นใย 20.22, 3.93 และ 6.56 % ตามลำดับ (ตารางที่ 1) จึงส่งผลให้หมั่นโถวที่ทดแทนแป้งถั่วแดงมีปริมาณโปรตีนและเส้นใยมากกว่าหมั่นโถวที่ใช้แป้งสาลีล้วน สอดคล้องกับ Manonmani และคณะ (2014) ที่ศึกษาการทดแทนแป้งถั่วแดงในขนมปังที่ปริมาณ 5, 15 และ 25 % พบว่าเมื่อทดแทนแป้งถั่วแดงมากขึ้นองค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย และคาร์โบไฮเดรตเพิ่มสูงขึ้นตามปริมาณแป้งถั่วแดง นอกจากนี้ Okoye และ Mazi (2011) ได้ผสมแป้งถั่วแดงกับแป้งสาลีในอัตราส่วนต่าง ๆ ดังนี้ 10:90, 20:80, 30:70, 40:60 และ 50:50 พบว่าเมื่ออัตราส่วนของแป้งถั่วแดงต่อแป้งสาลีเพิ่มขึ้น จะทำให้โปรตีน เถ้า และเส้นใยอาหารเพิ่มสูงขึ้น

การทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของหมั่นโถวแป้งถั่วแดง พบว่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีกว่าหมั่นโถวสูตรควบคุม (ตารางที่ 5) ทั้งนี้เนื่องจากแป้งถั่วแดงนั้น มีแอนโทไซยานินที่มีสมบัติ

**ตารางที่ 4** องค์ประกอบทางเคมีของหมั่นโถวแป้งถั่วแดง

| การทดแทนแป้งถั่วแดง (%) | องค์ประกอบทางเคมี (%) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความชื้น[ns] | โปรตีน | ไขมัน | เถ้า | เส้นใย | คาร์โบไฮเดรต |
| 0 | 35.81±0.02 | 8.21[e]±1.06 | 5.59[d]±0.11 | 1.83[e]±0.04 | 1.10[c]±0.13 | 47.46[a]±0.21 |
| 10 | 35.29±0.11 | 9.02[d]±0.01 | 6.37[c]±0.00 | 2.02[d]±0.01 | 2.55[b]±0.53 | 44.74[b]±0.66 |
| 20 | 35.05±0.07 | 9.89[c]±0.05 | 7.67[b]±0.01 | 2.26[c]±0.00 | 2.76[b]±0.30 | 42.37[c]±0.41 |
| 30 | 35.25±0.23 | 10.76[b]±0.12 | 7.72[b]±0.01 | 2.53[b]±0.01 | 3.63[a]±0.18 | 40.11[d]±0.43 |
| 40 | 35.57±0.10 | 11.51[a]±0.12 | 8.11[a]±0.04 | 2.68[a]±0.03 | 3.74[a]±0.10 | 38.39[e]±0.27 |

[ns] ในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

[a-e] ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

**ตารางที่ 5** ผลของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระด้วยวิธี DPPH, ABTS, FRAP และสารประกอบฟีนอลิกในหมั่นโถว

| การทดแทนแป้งถั่วแดง (%) | การต้านอนุมูลอิสระ | | | สารประกอบฟีนอลิก (µg gallic acid equivalent/100 g) |
|---|---|---|---|---|
| | DPPH (µmol trolox equivalent/100 g) | ABTS (µmol trolox equivalent/100 g) | FRAP (µmol trolox equivalent/100 g) | |
| 0 | 80.31[e]±1.56 | 785.00[e]±3.61 | 396.04[e]±0.36 | 63.06[e]±1.46 |
| 10 | 123.54[d]±1.30 | 908.67[d]±6.02 | 497.29[d]±0.95 | 80.97[d]±0.48 |
| 20 | 157.50[c]±2.25 | 1038.67[c]±2.08 | 552.08[c]±1.30 | 94.03[c]±1.73 |
| 30 | 204.17[b]±0.72 | 1103.67[b]±5.03 | 601.04[b]±3.44 | 104.99[b]±0.72 |
| 40 | 236.67[a]±2.19 | 1153.67[a]±2.08 | 703.75[a]±1.65 | 126.67[a]±1.50 |

[a-e] อักษรที่กำกับที่แตกต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

**ตารางที่ 6** ต้นทุนหมั่นโถวสูตรควบคุมเปรียบเทียบกับหมั่นโถวแป้งถั่วแดงที่ระดับ 20 %

| ส่วนผสม | หมั่นโถวสูตรควบคุม | หมั่นโถวแป้งถั่วแดงที่ระดับ 20 % |
|---|---|---|
| แป้งสาลี (40 บ./1,000 ก.) | (40/1,000) x 500 = 20 | (40/1,000) x 450 = 18 |
| ถั่วแดง (108 บ./1,000 ก.) | - | (108/1,000) x 50 = 5.4 |
| ยีสต์ (275 บ./500 ก.) | (275/500) x 23 = 12.65 | (275/500) x 23 =12.65 |
| ผงฟู (70 บ./400 ก.) | (70/400) x 12 = 2.1 | (70/400) x 12 = 2.1 |
| น้ำตาล (25 บ./1,000 ก.) | (25/1,000) x 125 = 3.125 | (25/1,000) x 125 = 3.125 |
| เนยสดชนิดเค็ม (114 บ./227 ก.) | (114/227) x 50 = 25.11 | (114/227) x 50 = 25.11 |
| รวมต้นทุนวัตถุดิบ | 62.99 | 66.42 |
| ค่าแรง/เชื้อเพลิง/ค่าสึกหรอเครื่องมือ (30 % ของต้นทุน) | 18.90 | 19.93 |
| รวมต้นทุนทั้งหมด | 81.89 | 86.35 |

ต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณสารฟีนอลิกในหมั่นโถวสูงขึ้นตามระดับแป้งถั่วแดงที่ใช้ทดแทนแป้งสาลี ($p \leq 0.05$) สอดคล้องกับ ญานิล และคณะ (2557) ที่พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงที่ทดแทนแป้งสาลีในหมั่นโถว ส่งผลให้มีปริมาณฟีนอลิก แอนโทไซยานิน และประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระในหมั่นโถวเพิ่มสูงขึ้น นอกจากนี้ Platat และคณะ (2015) ได้ศึกษาขนมปังพิต้า (pita bread) ทดแทนแป้งสาลีด้วยผงเมล็ดอินทผาลัม เมื่อทดแทนผงเมล็ดอินทผาลัมในปริมาณที่มากขึ้น (5, 10, 15 และ 20 %) ส่งผลให้มีปริมาณฟีนอลิก ฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เมื่อศึกษาด้วยวิธี DPPH, ABTS และ FRAP สูงขึ้น ตามปริมาณผงเมล็ดอินธผาลัมที่ทดแทนในขนมปังพิต้าที่เพิ่มขึ้น

### 3.3 การคำนวณต้นทุน

การคำนวณต้นทุนหมั่นโถวสูตรควบคุมเปรียบเทียบกับหมั่นโถวแป้งถั่วแดงที่ผู้ทดสอบยอมรับมากที่สุด พบว่าหมั่นโถวแป้งถั่วแดงที่ระดับ 20 % (น้ำหนักแป้งสาลี) ผู้ทดสอบให้การยอมรับด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) กับหมั่นโถวสูตรควบคุม จึงมีการคำนวณต้นทุนเปรียบเทียบหมั่นโถวทั้ง 2 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 6

ต้นทุนสำหรับหมั่นโถวสูตรควบคุมและหมั่นโถวแป้งถั่วแดงที่ระดับ 20 % (น้ำหนักแป้งสาลี) คิดต้นทุน 81.89 และ 86.35 บาท ซึ่งหนึ่งสูตรสามารถทำหมั่นโถวได้จำนวน 35 ลูก (30 กรัม) สำหรับหมั่นโถวสูตรควบคุมคิดราคาต้นทุน 2.34 บาท/ลูก (81.89/35) และหมั่นโถวแป้งถั่วแดงคิดราคาต้นทุน 2.47 บาท/ลูก (86.35/35) หมั่นโถวแป้งถั่วแดงที่ระดับ 20 % (น้ำหนักแป้งสาลี) จะมีต้นทุนสูงกว่าหมั่นโถวสูตรควบคุม 5.45 % เนื่องถั่วแดงมีราคาสูง โดยมีราคา 108 บาท/กิโลกรัม ดังนั้นจึงส่งผลให้หมั่นโถวที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งถั่วแดงที่ระดับ 20 % ของน้ำหนักแป้งสาลี มีต้นทุนสูงขึ้น

## 4. สรุป

หมั่นโถวที่ได้จากการใช้แป้งถั่วแดงทดแทนแป้งแป้งสาลีในปริมาณ 20 % มีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นถั่วแดง และความชอบโดยรวมสูงสุด ส่วนรสชาติ เนื้อสัมผัส และการขึ้นฟู ไม่แตกต่างจากหมั่นโถวสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) รวมถึงองค์ประกอบทางเคมี ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และสารประกอบฟีนอลิกสูงกว่าหมั่นโถวสูตรควบคุม หมั่นโถวแป้งถั่วแดงมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าหมั่นโถวแป้งสาลีล้วน 5.45 %

## 5. รายการอ้างอิง

จุรีลักษณ์ ปากหวาน, วนิดา ชาลีมุ้ย และสุพัตรา โพธิเศษ, 2010, การใช้แป้งกล้วยทดแทนแป้งสาลีในหมั่นโถ, ว.อาหาร 40: 66-70.

จิรนาถ ทิพย์รักษา และสุภักษร นุดวงแก้ว, 2552, พาสต้าเสริมเส้นใยจากแป้งถั่วแดงหลวง, ว.เทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม 4: 16-22.

จันทร์เฉิดฉาย สังเกตุกิจ, ประทีป ตุ้มทอง, ณิชาภา สารธิยากุล, จักรินทร์ สนุกแสน และอัญชนา อุดมทวี, 2559, การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังและเค้กปราศจากกลูเตนและไขมันทรานส์จากแป้งข้าวหอมมะลิโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน : กรณีศึกษา กลุ่มพัฒนาบทบาทสตรีตาบลเทพรักษา อาเภอสังขะ จังหวัดสุรินทร์, รายงานการวิจัย, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์, สุรินทร์, 49 น.

ญานิล ชัยณรงค์, กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์ และอโนชา สุขสมบูรณ์, 2557, ผลของปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงที่มีต่อคุณภาพของหมั่นโถว, ว.วิทยา

ศาสตร์เกษตร 45(พิเศษ): 97-100.

ธีรยุทธ พาบุตรดา, 2559, ผลของการแปรปริมาณแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวไรซ์เบอร์รี่ในหมั่นโถว, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. ปทุมธานี, 98 น.

นันทกานต์ สัตยวงศ์, 2556, เส้นใยอาหารกับการลดความอ้วน, ว.กรมวิทยาศาสตร์บริการ 61: 46-48.

มาฤดี ผ่องพิพัฒน์พงศ์, อำนาจ คูตะคุ, ดวงจันทร์ เฮงสวัสดิ์, กรุณา วงษ์กระจ่าง และชมดาว สิกขะมณฑล, 2556, การผลิตอาหารเพื่อสุขภาพจากถั่ว 5 สีสำหรับผู้สูงวัยด้วยกรรมวิธีเอ็กซ์ทรูชัน, การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ระดับชาติ ครั้งที่ 14 และระดับนานาชาติ ครั้งที่ 6, มหาวิทยาลัยราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.

มลิวรรณ อุดทะยอด, 2557, ผลการใช้แป้งถั่วแดงทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของขนมปังแซนด์วิช, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 64 น.

วิศรุต สุวรรณา, 2555, การผลิตฟักทอง เผือก และถั่วแดงผง และการนำไปใช้ประโยชน์ในผลิตภัณฑ์ขนมอบ, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่, 218 น.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2534, มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแป้งสาลีชนิดทำเค้ก, มอก. 375-2534, กรุงเทพฯ.

หรรษา เวียงวะลัย, 2558, การอบรมทักษะการประกอบอาชีพระยะสั้นเบื้องต้นเชิงสร้างสรรค์ เรื่อง การทำธุรกิจซาลาเปา, คณะเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, ปทุมธานี.

เอนก หาลี และบุณยกฤต รัตนพันธุ์, 2560, การศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระจากพืชผักสมุนไพรพื้นบ้าน 15 ชนิด, ว.วิจัยและพัฒนา มจธ. 40: 283-293.

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis of AOAC International, 17th Ed., AOAC International, Maryland, 31 p.

Chutipanyaporn, P., Kruawan, K., Chupeerach, C., Santivarangkna, C. and Suttisansanee, U., 2014. The effect of cooking process on antioxidant activities and total phenolic compounds of five colored beans, J. Food Appl. Biosci. 2: 183-191.

Djordjevic, T.M., Šiler-Marinkovic, S.S. and Dimitrijevic-Brankovic,S.I.,2016,Antioxidant activity and total phenolic content in some cereals and legumes, Int. J. Food Prop. 14: 175-184.

Heshe, G.G., Haki, G.D. And Woldegiorgis, A.Z., 2015, Effect of refined milling on the nutritional value and antioxidant capacity of wheat types common in ethiopia and a recovery attempt with bran supplementation in bread, J. Food Process Technol. 6: 1-8.

Liu, X., Mu, T., Sun, H., Zhang, M. and Chen, J., 2016, Influence of potato flour on dough rheological properties and quality of steamed bread, J. Integrat. Agri. 15: 2666-2676.

Manonmani, D., Bhol, S. and Bosco, S.J.D., 2014, Effect of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour on bread quality, Open Access Library J. 1: 1-6.

Mastura, Y.H., Hasnah, H. and Dang, T.N., 2017, Total phenolic content and

antioxidant capacity of beans: Organic vs inorganic, Int. Food Res. J. 24: 510-517.

Novelina, N. and Anggun, F., 2014, The substitution of wheat flour with mixed-cassava ( *Manihot utilissima*) and red beans-flour (*Phaseolus vulgaris* L.) toward the characteristics of instant noodles**,** Int. J. Adv. Sci. Eng. Inform. Technol. 4: 78-81

Noor Aziah, A.A., Ho, L.H., Noor Shazliana, A.A. and Rajeev Bhat, 2012, Quality evaluation of steamed wheat bread substituted with green banana flour, Int. Food Res. J. 19: 869-876.

Olanipekun, O.T., Omenna, E.C., Olapade, O.A., Suleiman, P. and Omodara, O.G., 2015, Effect of boiling and roasting on the nutrient composition of kidney beans seed flour, Sky J. Food Sci. 4: 24-29.

Okoye, J.I. and Mazi, E.A., 2011, Proximate composition and functional properties of kidney bean – wheat flour blends, ABSU J. Environ. Sci. Technol. 1: 113-118.

Parmar, S., Singh, N.K. and Tinde, L.K., 2016, Farming of kidney beans (Rajma) and its health benefits, Rashtriya Krishi 11: 51-52.

Platat, C., Habib, H.M., Hashim, I.B., Kamal, H., AlMaqbali, F., Souka, U. and Ibrahim, W.H., 2015, Production of functional pita bread using date seed powder, J. Food Sci. Technol. 52: 6375-6384.

Yang, Y., 2016. Utilization of a By-product from Goji Berry Beverage as a Value-added Ingredient in Chinese Steamed Bread, Master of Science Thesis, The University of Guelph, Ontario, Canada, 73 p.