แบบสรุปการนำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์/บูรณาการ
ของบุคลากรสายวิชาการคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
ประจำปี 2557 – 2561

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว).....สุภาวิณี แสนทวีสุข..... ตำแหน่ง.....อาจารย์.....
สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร..... ภาควิชา.....วิทยาศาสตร์ประยุกต์.....
ได้ทำงานวิจัยประจำปี

2557 ชื่อผลงานวิจัย ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก

2559 ชื่อผลงานวิจัย ผลของใยอาหารจากแกนสับปะรดที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของขนมปังแซนด์วิช

2560 ชื่อผลงานวิจัย การศึกษาผลของการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช

มีการนำไปใช้ประโยชน์/บูรณาการ ในด้านต่อไปนี้ *(กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง ☐ และระบุรายละเอียดการนำไปใช้ประโยชน์/บูรณาการ พร้อมแนบหลักฐาน)*

☑ **การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเรียนการสอน**

- ผลงานวิจัยเรื่อง
  - ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก
  - ผลของใยอาหารจากแกนสับปะรดที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของขนมปังแซนด์วิช
  - การศึกษาผลของการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช

สอนในรายวิชา/เนื้อหา 5074414 เทคโนโลยีขนมอบ (Bakery Technology)/ สอดแทรกในเนื้อหาและบทปฏิบัติการ.....

- ท่าน/องค์กร/หน่วยงานของท่านนำงานวิจัย/นวัตกรรมไปใช้ประโยชน์อย่างไร *(บรรยาย)* *ทำการทดลองเปรียบเทียบกับผลงานวิจัยที่ตีพิมพ์แล้ว*
- แนบเอกสารหรือหลักฐาน ได้แก่ มคอ.3 รูปภาพ และความคิดเห็นของตัวแทนผู้ใช้ประโยชน์

☐**การนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์และการพัฒนาประเทศ : นวัตกรรม/ชุมชน/ท้องถิ่น/อุตสาหกรรม/องค์กรภาครัฐและเอกชน**

- ผลงานวิจัยเรื่อง
  .....หน่วยงานที่
  ใช้ประโยชน์.....

ท่าน/องค์กร/หน่วยงานของท่านนำงานวิจัย/นวัตกรรมไปใช้ประโยชน์อย่างไร *(บรรยาย)*.....
.....
.....
.....

- แนบเอกสารหรือหลักฐาน ได้แก่ รูปภาพเอกสาร การทำกิจกรรม และความคิดเห็นของตัวแทนผู้ใช้ประโยชน์

☐**การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม**

- ผลงานวิจัยเรื่อง

.....รายละเอียด

ที่เกี่ยวข้องกับการทำนุบำรุงศิลปวัฒนธรรม

ท่าน/องค์กร/หน่วยงานของท่านนำงานวิจัย/นวัตกรรมไปใช้ประโยชน์อย่างไร *(บรรยาย)*.....

.....

.....

.....

- แนบเอกสารหรือหลักฐาน ได้แก่ รูปภาพเอกสาร และความคิดเห็นของตัวแทนผู้ใช้ประโยชน์

☐**การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการบริการวิชาการ : อบรม ถ่ายทอด ให้ความรู้**

- ผลงานวิจัยเรื่อง

.....

รายละเอียดเนื้อหาการถ่ายทอดองค์ความรู้

ท่าน/องค์กร/หน่วยงานของท่านนำงานวิจัย/นวัตกรรมไปใช้ประโยชน์อย่างไร *(บรรยาย)*.....

.....

.....

.....

- แนบเอกสารหรือหลักฐาน ได้แก่ รูปภาพกิจกรรม เอกสารประกอบการอบรม และความคิดเห็นของตัวแทนผู้ใช้ประโยชน์

☐**การนำไปใช้ประโยชน์ด้านนโยบาย : ยุทธศาสตร์มหาวิทยาลัย/ชาติ(โครงการนวัตวิถี)**

- ผลงานวิจัยเรื่อง

.....

รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์เชิงนโยบาย

ท่าน/องค์กร/หน่วยงานของท่านนำงานวิจัย/นวัตกรรมไปใช้ประโยชน์อย่างไร *(บรรยาย)*.....

.....

.....

.....

- แนบเอกสารหรือหลักฐาน ได้แก่ รูปภาพเอกสาร กิจกรรม และความคิดเห็นของตัวแทนผู้ใช้ประโยชน์

☐**การนำไปใช้ประโยชน์ด้านวิชาการ : การเผยแพร่ในรูปแบบหนังสือ ตำราบทความทางวิชาการสื่อออนไลน์**

- ผลงานวิจัยเรื่อง

.....รายละเอียด

ที่เกี่ยวข้องด้านวิชาการ

ท่าน/องค์กร/หน่วยงานของท่านนำงานวิจัย/นวัตกรรมไปใช้ประโยชน์อย่างไร *(บรรยาย)*.....

.....

.....

.....

- แนบเอกสารหรือหลักฐาน ได้แก่ เอกสารเผยแพร่ และความคิดเห็นของตัวแทนผู้ใช้ประโยชน์

☐**การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการแพทย์และสาธารณสุข**

- ผลงานวิจัยเรื่อง

  .....

  รายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับการใช้ประโยชน์

ท่าน/องค์กร/หน่วยงานของท่านนำงานวิจัย/นวัตกรรมไปใช้ประโยชน์อย่างไร *(บรรยาย)*.....

.....

.....

.....

- แนบเอกสารหรือหลักฐาน ได้แก่ รูปภาพเอกสาร กิจกรรม และความคิดเห็นของตัวแทนผู้ใช้ประโยชน์

☑ **การนำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ**

ตีพิมพ์เผยแพร่

- ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก (สุภาวิณี แสนทวีสุข และมาลีน่า สันเต๊ะ. 2557.วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 45(2) (พิเศษ), 453-456.)
- ผลของการเสริมใยอาหารจากแกนสับปะรดต่อคุณภาพของขนมปังแซนด์วิช (สุภาวิณี แสนทวีสุข. 2559 วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 47(2)(พิเศษ): 465-468.)
- ผลของการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของขนมปังแซนด์วิช(สุภาวิณี แสนทวีสุข และกนกวรรณ บุตร์ศรี. 2561. การประชุมวิชาการระดับชาติราชมงคลสกลนคร ครั้งที่ 1 วันที่ 17-19 พฤษภาคม 2561, สกลนคร.)

ความคิดเห็นของผู้ใช้ประโยชน์

หัวข้องานวิจัย

- ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก
- ผลของใยอาหารจากแกนสับปะรดที่มีต่อคุณสมบัติทางเคมีกายภาพของขนมปังแซนด์วิช
- การศึกษาผลของการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช

การนำไปใช้ประโยชน์ด้านการเรียนการสอน

ข้อคิดเห็น ได้แนวทางในการทำงานวิจัยในอนาคต ได้รับการฝึกปฏิบัติจริงมีความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์ การประยุกต์ผล และได้ศึกษาหาข้อมูลจากแหล่งอ้างอิง. ซึ่งมีประโยชน์สำหรับการนำไปใช้ในการทำงานวิจัย หรือปัญหาพิเศษในอนาคตต่อไปได้.

ลงชื่อ

ตวงสิริ ศิริบัว.

(นางสาวตวงสิริ ศิริบัว.)

เน้นทางด้านสุขภาพตามกระแส wellness ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่พัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชที่มีการเสริมใยอาหารจากแกนสับปะรด เป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับขนมปังแซนด์วิช เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ ตลอดจนเป็นการเพิ่มมูลค่าแกนสับปะรดซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งอีกทางหนึ่งด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเตรียมใยอาหารจากแกนสับปะรด

นำแกนสับปะรดมาผลิตเป็นใยอาหาร โดยดัดแปลงจาก Prakongpan และคณะ (2002) โดยนำแกนสับปะรดมาล้างทำความสะอาด แล้วหั่นเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาดไม่เกิน 0.25 นิ้ว แล้วบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่น ล้างด้วยน้ำอุ่น 3-4 ครั้ง แล้วนำไปต้มกับน้ำในอัตราส่วน 3 ต่อ 1 โดยปริมาตรต่อน้ำหนัก จนเดือดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นล้างแล้วทำให้เย็น บีบน้ำออก แล้วนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง บดให้ละเอียดโดยใช้เครื่องบด แล้วร่อนผ่านตะแกรงร่อน 100 เมช ใยอาหารที่ได้เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิทเพื่อรอการนำไปประเมินคุณภาพและนำไปใช้ต่อไป

2. การศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยใยอาหารจากแกนสับปะรดต่อคุณสมบัติทางกายภาพของขนมปังแซนด์วิช

นำใยอาหารจากแกนสับปะรดทดแทนส่วนของแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 0, 3, 5 และ 7 ของน้ำหนักแป้งสาลีในสูตร ซึ่งส่วนผสมทั้งหมดประกอบด้วย แป้งสาลี น้ำตาล เกลือ เนยขาว ยีสต์ นมผงพร่องมันเนย เนยขาว และ น้ำ ในปริมาณ 100,10, 1.75, 1, 4, 6, และ 60 กรัม ตามลำดับ (ดัดแปลงมาจาก จิตธนา และอรอนงค์, 2541) โดยนำส่วนผสมทั้งหมดยกเว้นเนยขาว ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องผสมจากนั้นเติมเนยขาวผสมต่อด้วยความเร็วปานกลาง จนได้โดที่เนียน ใช้เวลา 15 นาที พักก้อนโดประมาณ 45-60 นาที แล้วนำมานวดไล่อากาศ คลึงเป็นแผ่นแล้วม้วนเป็นท่อนยาว พับตะเข็บให้แน่นวางในพิมพ์ขนาด 6x4x4.5 นิ้ว จากนั้นพักโดให้ขึ้นเกือบเต็มพิมพ์ แล้วนำไปอบที่ 200 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 40 นาที ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของขนมปังแซนด์วิช ได้แก่ ปริมาตรจำเพาะของขนมปัง (Specific volume of bread) โดยการแทนที่เมล็ดงา, เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer : BROOKFIELD CT3) ด้วยวิธี Texture profile analyzer (TPA) 2 ครั้ง ใช้หัววัด cylinder probe ขนาด 38 มม. (Dahle และ Sambucci, 1987) โดยรายงานค่าเป็นค่าความแน่นเนื้อ (firmness), และ ความยืดหยุ่น (springiness), ปริมาณความชื้น (AOAC, 2000), และค่าสี (CIE L^*, a^*, b^*) ของส่วนเนื้อขนมปังที่ผ่านการตัดขวาง ด้วยเครื่อง color meter (Hunter lab รุ่น Miniscan XE Plus)

วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ทำการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองโดย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของขนมปัง

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส ความนุ่ม และความชอบโดยรวม ด้วยการประเมินทางประสาทสัมผัสแบบ 9-Point Hedonic Scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) ข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และความแตกต่างระหว่างสิ่งทดลองโดย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของการใช้ใยอาหารจากแกนสับปะรดทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0 3 5 และ 7 (โดยน้ำหนักแป้ง) ที่มีต่อสมบัติทางกายภาพ พบว่า เมื่อปริมาณใยอาหารจากแกนสับปะรดเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ปริมาตรจำเพาะและความชื้นของขนมปังแซนด์วิชลดลง ($P \leq 0.05$) (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากโดที่ใช้ใยอาหารจากแกนสับปะรดทดแทนแป้งสาลี ทำให้มีปริมาณกลูเตนลดลง จึงทำให้ความสามารถในการเก็บกักก๊าซและความชื้นลดลง (Angioloni และ Collar, 2008) การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยเครื่องมือวัดพบว่า ปริมาณใยอาหารจากแกนสับปะรดที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ขนมปังแซนด์วิชมีค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) (Table 1) ซึ่งค่าความแน่นเนื้อของขนมปังสอดคล้องกับปริมาตรจำเพาะของขนมปัง คือเมื่อขนมปังมีปริมาตรจำเพาะต่ำจะมีขนาดเล็กไม่ขึ้นฟูทำให้มีรูพรุนน้อย ค่าความแน่นเนื้อจึงมากกว่าขนมปังที่ขึ้นฟู ในขณะที่เมื่อปริมาณใยอาหารจากแกนสับปะรดเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความยืดหยุ่นลดลง โดยการใช้ใยอาหารจากแกนสับปะรดทดแทนแป้งสาลีที่ระดับ

ร้อยละ 3 และ 5 มีค่าความยืดหยุ่นไม่แตกต่างจากตัวอย่างขนมปังที่ไม่ได้เสริมใยอาหารจากแกนสับปะรด ($P > 0.05$) สำหรับค่าสี พบว่า การใช้ใยอาหารจากแกนสับปะรดทดแทนแป้งสาลีมีผลทำให้ค่าความสว่าง (L*) ของตัวอย่างมีค่าลดลง ส่วนค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับตัวอย่างขนมปังที่ไม่ได้เสริมใยอาหารจากแกนสับปะรด (Table 2) แสดงให้เห็นว่าการเสริมใยอาหารจากแกนสับปะรดส่งผลให้ขนมปังแซนด์วิชมีสีคล้ำและสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น

จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสขนมปังแซนด์วิช พบว่า การเสริมใยอาหารจากแกนสับปะรดในขนมปังแซนด์วิชส่งผลให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ลดลง ($P \leq 0.05$) และจาก Table 3 จะเห็นว่า การเสริมใยอาหารจากแกนสับปะรดในขนมปังแซนด์วิชสามารถทำได้ไม่เกินร้อยละ 5 โดยทำให้ผลิตภัณฑ์ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค เนื่องจากคะแนนความชอบในทุกๆ ด้านอยู่ในระดับชอบปานกลาง

Table 1 Specific volume, Moisture content and Texture profile of sandwich bread as affected by different levels of dietary fiber (DF) from pineapple cores.

Fiber from pineapple cores. (%)	L*	a*	b*
0	83.63 ± 1.45^{b}	-0.46 ± 0.67^{a}	16.48 ± 1.47^{a}
3	83.64 ± 0.98^{b}	-0.22 ± 0.13^{a}	20.35 ± 1.08^{b}
5	82.04 ± 0.56^{a}	-0.08 ± 0.32^{a}	22.70 ± 1.10^{c}
7	81.47 ± 0.59^{a}	0.94 ± 0.24^{b}	25.19 ± 0.73^{d}

$^{a, b, c, \cdots}$ Mean in the same column followed by different superscript letters differs significantly ($P \leq 0.05$).

Table 2 Color values (L*, a*, b*) of sandwich bread as affected by different levels of dietary fiber (DF) from pineapple cores.

Fiber from pineapple cores. (%)	Specific Volume (g/cm^3)	Moisture content (%)	Firmness (g)	Springiness
0	2.55 ± 0.12^{a}	38.17 ± 0.04^{b}	62.00 ± 4.24^{c}	2.55 ± 0.16^{a}
3	2.11 ± 0.08^{b}	37.22 ± 0.77^{b}	85.00 ± 2.83^{c}	2.43 ± 0.02^{ab}
5	1.53 ± 0.09^{c}	35.00 ± 0.14^{a}	168.50 ± 10.61^{b}	2.35 ± 0.00^{ab}
7	1.33 ± 0.01^{c}	33.58 ± 0.76^{a}	233.00 ± 33.94^{a}	2.24 ± 0.01^{b}

$^{a, b, c, \cdots}$ Mean in the same column followed by different superscript letters differs significantly ($P \leq 0.05$).

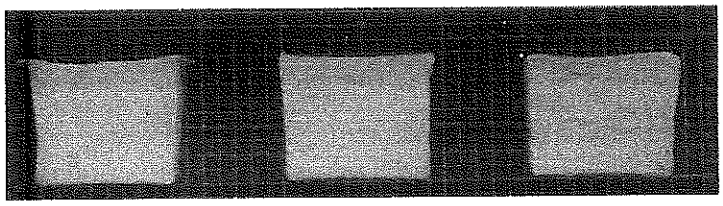

Figure 1 Sandwich bread as affected by different levels of dietary fiber (DF) from pineapple cores.

Table 3 Sensory scores of sandwich bread as affected by different levels of dietary fiber (DF) from pineapple cores.

Fiber from pineapple cores. (%)	Color	Odor	Taste	Texture	Overall acceptability
0	8.23 ± 0.75^{c}	8.00 ± 0.69^{c}	8.10 ± 1.02^{c}	8.32 ± 0.57^{c}	8.50 ± 0.52^{d}
3	7.45 ± 0.67^{b}	7.68 ± 0.57^{c}	7.91 ± 0.53^{c}	7.55 ± 0.68^{b}	7.68 ± 0.57^{c}
5	7.00 ± 0.69^{b}	7.14 ± 0.64^{b}	7.14 ± 0.71^{b}	7.05 ± 0.79^{b}	7.18 ± 0.50^{b}
7	5.91 ± 1.27^{a}	5.86 ± 1.27^{a}	6.05 ± 1.40^{a}	5.82 ± 1.33^{a}	5.91 ± 1.38^{a}

$^{a, b, c, \cdots}$ Mean in the same column followed by different superscript letters differs significantly ($P \leq 0.05$).
Sensory scores based on 9-point hedonic scale (9 = extremely like, 1 = extremely dislike).

สรุปผล

การเพิ่มปริมาณใยอาหารจากแกนสับปะรดในส่วนผสมมีผลต่อปริมาตรจำเพาะ ความแน่นเนื้อ การคืนตัว และค่าสี ของขนมปังแซนด์วิช ทำให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ลดลง และการเสริมใยอาหารจากแกนสับปะรดในขนมปังแซนด์วิชสามารถทำได้ไม่เกินร้อยละ 5 โดยทำให้ผลิตภัณฑ์ยังคงได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทำวิจัยจาก ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยายาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ปีงบประมาณ 2559

เอกสารอ้างอิง

ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, 2558, อุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม, รายงานวันที่ 24 สิงหาคม 2558.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2541, เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 224 หน้า.

อังคณา คงคชวรรณ, ตรี อินดราริณี เวียร์ยันโตโร และ อภิรักษ์ เพียรมงคล, 2557, การสกัดเส้นใยอาหารจากเปลือกและแกนสับปะรด, รวมเล่มเรื่องเต็มการประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 14, วันที่ 22 กุมภาพันธ์ 2556 มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

Angioloni, A. and Collar, C. 2008. Functional Response of Diluted Dough Matrixes in High-Fiber Systems: A Viscometric and Rheological Approach, Food Research International, 41: 803-812.

Dahle, L. and Sambucci, N. 1987. Application of Devised Universal Testing Machine Procedures for Measuring the Texture of Bread and Jam Filled Cookies. American Association of Cereal Chemists, Inc. 32, No. 7, 466-470.

King, D.E. 2001. Dietary fiber, inflammation and cardiovascular disease. Molecular Nutrition and Food Research, 49, 594, 600.

Mendeloff, A.I., 1987, Dietary fiber on gastrointestinal disease. American Journal of Clinical Nutrition. 45: 1267-1270.

Nomura, A.M.Y., Hankin, J.H., Henderson, B.E., Wilkens L.R., Murphy, S.P. and Pike, M.C., 2007,. Dietary fiber and colorectal cancer risk: the multiethnic cohort study. Cancer Causes and Control, 18: 753-764.

Prakongpan, T., Nitithamyong, A. and Luangpituksa, P., 2002, Extraction and application of dietary fiber and cellulose from pineapple cores. Journal of Food Science. 67: 1308-1313.

Roth, J. and Mobarhan, S., 2001, Preventive role of dietary fiber in gastric cardia cancer. Nutrition Reviews, 59, 372-374.

Slavin, J.L., 2005, Dietary fiber and body weight. Nutrition, 21, 411-418.

ผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก

Effect of Substitution of Wheat Flour by Soymilk Meal on Butter Cake Quality

สุภาวิณี แสนทวีสุข[1] และ มาลีน่า สันเต๊ะ[1]

Saentaweesuk, S.[1] and Santea, M.[1]

Abstract

This research was aimed to study the effect of substitution of wheat flour by soymilk meal (0, 20, 30, 40 and 50 %, flour basis) on butter cake quality. Physical properties and sensory attributes of batter and butter cake were determined. The results showed that the rising levels of soymilk meal replacement gave a significant decrese in the specific volume and increase in viscosity of batter. Texture analysis displayed that hardness of baked sample was tended to increase when the amount of soymilk meal in butter cake increased, while springiness had no significantly difference. For color parameters, lightness (L*) of baked samples apparently decreased, whereas the increasing of redness (a*) and yellowness (b*) were observed. Sensory evaluation using 9-point hedonic scales illustrated that the optimal substitution of soymilk meal was 30%. All liking scores for color, odor, taste, texture and overall acceptance were 7.32, 7.55, 7.40, 7.05 and 7.50 respectively. The 30% soymilk meal butter cake contained higher protein, carbohydrate, fat, crude fiber and ash than the control butter cake.

Keywords: soy Milk meal, wheat flour, butter cake

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในบัตเตอร์เค้กที่ระดับร้อยละ 0, 20, 30, 40 และ 50 (โดยน้ำหนักแป้ง) ประเมินคุณภาพของบัตเตอร์เค้กโดยการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทดสอบทางประสาทสัมผัส จากการทดลองพบว่า เมื่อปริมาณกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ปริมาตรจำเพาะของแบตเตอร์และบัตเตอร์เค้กลดลง ส่วนความหนืดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ จากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสพบว่าค่าความแข็งของตัวอย่างที่ผ่านการอบมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความยืดหยุ่น ไม่ต่างกันในทางสถิติ นอกจากนั้นยังพบว่าค่าความสว่าง (L*) ของตัวอย่างมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีค่าเพิ่มขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale พบว่า ปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับร้อยละ 30 โดยมีคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม เท่ากับ 7.32, 7.55, 7.40, 7.05 และ 7.50 คะแนน ตามลำดับ และพบว่าบัตเตอร์เค้กที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 30 (โดยน้ำหนักแป้ง) มีปริมาณโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใย และเถ้าสูงกว่าตัวอย่างชุดควบคุม

คำสำคัญ: กากถั่วเหลือง แป้งสาลี บัตเตอร์เค้ก

คำนำ

ถั่วเหลือง (soyabean) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Glycine max (L.) merrill* เป็นพืชที่จัดอยู่ในระหว่างพืชตระกูลถั่ว (legumes) และน้ำมัน (oilseeds) (สมชาย, 2535) ถั่วเหลืองมีปริมาณโปรตีนประมาณร้อยละ 40 ไขมันประมาณร้อยละ 20 (Wolf, 1972) ซึ่งถือเป็นแหล่งของโปรตีนที่สำคัญจากพืช นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งที่อุดมไปด้วยเกลือแร่และวิตามินต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และโปแตสเซียม ซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกาย มีการนำถั่วเหลืองมาแปรรูปเพื่อใช้ประโยชน์ทางด้านอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น อุตสาหกรรมสกัดน้ำมันพืช ประมาณร้อยละ 70 โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้นอกจากจะได้น้ำมันถั่วเหลืองเพื่อใช้บริโภค และใช้ในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง อาทิ สีทาบ้าน ปลาทูน่ากระป๋อง เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการนำถั่วเหลืองไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ ประมาณร้อยละ 30 ได้แก่ การผลิตอาหารสัตว์ และการแปรรูปอาหารเช่น แป้งถั่ว

[1] สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา 13000

[1] Division of Food Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranahon Si Ayutthaya 13000

เหลือง น้ำนมถั่วเหลือง เต้าหู้ ฟองเต้าหู้ ถั่วเหลืองงอก ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว เต้าหู้ยี้ และถั่วเน่า เป็นต้น (สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2556) จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นว่าการนำถั่วเหลืองมาแปรรูปมีจำนวนเพิ่มขึ้นทั้งในภาคเอกชน และในครัวเรือน ทำให้เกิดของเสียที่ได้จากการแยกน้ำนมถั่วเหลืองออก เรียกว่า กากถั่วเหลืองหรือโอคารา ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่ละลายน้ำ โดยกากถั่วเหลืองจะมีความชื้นร้อยละ76-80 โปรตีนร้อยละ 3.5-4.0 เมื่อเป็นของแห้งจะประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 23.6-24.0 และไขมันร้อยละ 8.2-15.2 นอกจากนี้ยังพบว่าในกากถั่วเหลืองยังประกอบไปด้วยเส้นใยอาหารทั้งประเภทละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ รวมทั้งสารประกอบพฤกษเคมี เช่น ไอโซฟลาโวน ซาโปนิน และมีโปรตีนที่จำเป็น ซึ่งปริมาณของกากถั่วเหลืองที่ได้มีปริมาณสูง เป็นปัญหาในการกำจัด โรงงานอุตสาหกรรมจึงนิยมอบแห้งกากถั่วเหลืองเพื่อขายเป็นอาหารสัตว์ (ยุพร, 2548)

ปัจจุบันผลิตภัณฑ์ขนมอบได้รับความนิยมแก่ผู้บริโภคโดยเฉพาะขนมอบประเภทเค้ก เป็นอาหารที่มีรสหวานและผ่านกระบวนการอบ นิยมรับประทานเป็นของหวาน ซึ่งส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ,แป้งสาลี โดยแป้งสาลีจะมีโปรตีนกลูเตนเป็นองค์ประกอบสำคัญทำหน้าที่ให้โครงสร้างแก่ผลิตภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตามข้าวสาลีที่ปลูกในประเทศไทยนั้นยังคงมีปริมาณผลผลิตต่ำ ,และคุณภาพไม่เหมาะสมสำหรับใช้ในการผลิตขนมอบ ดังนั้นจึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีมูลค่าสูงทำให้ต้นทุนการผลิตสูงตามไปด้วย ในงานวิจัยนี้จึงได้มีความสนใจนำกากถั่วเหลืองมาใช้ประโยชน์ในการทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมอบประเภท เค้กเนยหรือบัตเตอร์เค้ก เพื่อลดต้นทุนการนำเข้าแป้งสาลี อีกทั้งยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ช่วยเพิ่มมูลค่าและลดของเสียที่เกิดจากการแปรรูปถั่วเหลืองอีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมกากถั่วเหลืองโดยนำกากถั่วเหลืองมาทำแห้งที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง ด้วยเครื่องอบลมร้อนหรือจนมีความชื้นร้อยละ 7 โดยน้ำหนักแห้ง นำกากถั่วเหลืองมาลดขนาดด้วยการบด จากนั้นนำมาร่อนผ่านตะแกรงร่อนบรรจุใส่ถุงพลาสติกชนิดพอลีเอทิลีน (PE) ผนึกปากถุงด้วยความร้อนเพื่อป้องกันความชื้นและการเกิดกลิ่นหืน

ส่วนผสมของบัตเตอร์เค้กประกอบด้วย ,แป้งเค้ก เนยสด น้ำตาลทรายป่น ไข่ไก่ เกลือ นมข้นจืด กลิ่นวนิลลา เอสพี ,และผงฟู สำหรับวิธีการทำบัตเตอร์เค้กเริ่มจากร่อนแป้ง น้ำตาลทรายละเอียด เกลือ ผงฟู เข้าด้วยกัน พักไว้ นำไข่ไก่ นมข้นจืด กลิ่นวานิลลา เอสพี เนย ,และส่วนผสมที่ร่อนเตรียมไว้มาตีรวมกันด้วยความเร็วต่ำ 1 นาที จากนั้นตีส่วนผสมด้วยความเร็วสูงสุดเป็นเวลา 5 นาที ทาเนยขาวในพิมพ์ กรุกระดาษไขให้ทั่วพิมพ์เค้ก เทเค้กลงไปเกลี่ยหน้าให้เนียน เคาะเค้กเบาๆ 2-3 ครั้ง นำเข้าอบที่อุณหภูมิ 180°C เป็นเวลา 30 นาที

ศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลือง โดยการใช้การกากถั่วเหลืองต่อแป้งสาลีในอัตราส่วน 0:100, 20:80, 30:70, 40:60 ,และ 50:50 วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) วิเคราะห์คุณภาพกายภาพของบัตเตอร์เค้ก ได้แก่ วัดความหนืดของแบตเตอร์ด้วยเครื่อง Viscometer โดยใช้หัววัด R-6 ,และ R-7 ความเร็วรอบ 100 รอบต่อนาที วัดปริมาตรจำเพาะของแบตเตอร์ (Specific Volume) (AOAC, 2000) วัดปริมาตรจำเพาะของผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้ก (Specific Volume) ด้วยวิธี Rapeseed Displacement โดยใช้การแทนที่ด้วยเมล็ดงา (AOAC, 2000) วัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser/TA.XT.Plus) โดยวัดค่าความแข็ง (Hardness) ,และค่าการคืนตัว (Springiness) (ดัดแปลงจากวิธีของ Gómez ,และคณะ, 2007) โดยใช้หัววัดชนิด Cylindrical probe ขนาด 25 มม. วัดค่าสี L*, a*,b* (Hunter lab / Miniscan XE Plus) ,และประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสของ ด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scales โดยใช้ผู้ทดสอบ 40 คน ในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ,และความชอบโดยรวม นำสูตรที่ได้คะแนนความชอบสูงที่สุดมาวิเคราะห์ Proximate analysis (ความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เส้นใย ,และคาร์โบไฮเดรต) ตามวิธี AOAC, (2000) เปรียบเทียบกับสูตรควบคุม

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

ผลการทดลองการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0, 20, 30, 40 และ 50 โดยน้ำหนักแป้ง พบว่าเมื่อปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความหนืดของแบตเตอร์เพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ทั้งนี้เป็นเพราะในกากถั่วเหลืองมีใยอาหารซึ่งมีโครงสร้างประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (Hydroxyl Group) ซึ่งเกิดการสร้าง พันธะไฮโดรเจน (Hydrogen Bonding) กับน้ำ จึงทำให้ปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ลดลง ส่งผลทำให้ค่าความหนืดของแบตเตอร์เพิ่มขึ้น ,และส่งผลให้มีปริมาตรจำเพาะลดของแบตเตอร์และบัตเตอร์เค้กลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจาก การทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองทำให้โปรตีนกลูเต็นซึ่งมีสมบัติในการดูดซับน้ำในส่วนผสมลดลง ,และทำให้ความคงตัวของอิมัลชัน ,และความสามารถในการกักเก็บอากาศลดลง (อุทัยวรรณ ,และสุนทรี, 2533) (Table 1)

จากการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสพบว่าค่าความแข็งของตัวอย่างที่ใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($P\leq0.05$) ในขณะที่ค่าการคืนตัวไม่ต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) ทั้งนี้เมื่อเติมกากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ทำให้ปริมาณกลูเตนในผลิตภัณฑ์ลดลง ผลิตภัณฑ์จึงมีความยืดหยุ่นน้อย เนื่องจากกลูเตนมีลักษณะเหนียว และยืดหยุ่นได้ กลูเตนจะเป็นตัวเก็บก๊าซ ทำให้เกิดโครงร่างของผลิตภัณฑ์เมื่อได้รับความร้อน (จิตธนา และ อรอนงค์, 2539) จึงส่งผลทำให้ลักษณะเนื้อสัมผัสด้านความแข็งเพิ่มขึ้น เมื่อมีการทดแทนด้วยกากถั่วเหลืองที่ระดับสูงขึ้น (Table 1)

การวิเคราะห์ค่าสีพบว่า เมื่อปริมาณการทดแทนด้วยกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ($P\leq0.05$) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น ($P\leq0.05$) (Table 2) ทั้งนี้เนื่องจากกากถั่วเหลืองมีสีคล้ำกว่าแป้งสาลี และในขั้นตอนการอบเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (maillard reaction) ในผลิตภัณฑ์ บัตเตอร์เค้ก ซึ่งมีสาเหตุมาจากถั่วเหลืองมีโมโนแซคคาไรด์ เช่น กลูโคส ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มรีดิวซิ่งชูการ์ (Reducing Sugar) เป็นองค์ประกอบส่งผลให้บัตเตอร์เค้กจากกากถั่วเหลืองมีสีคล้ำกว่าบัตเตอร์เค้กสูตรควบคุม สอดคล้องกับงานวิจัยของ กนกอร (2555)

จากการประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่า เมื่อปริมาณการทดแทนด้วยกากถั่วเหลืองเพิ่มขึ้น ค่าคะแนนความชอบในด้านต่างๆ ลดลง (Table 3) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณของกากถั่วเหลืองที่มากขึ้น ส่งผลทำให้เนื้อของบัตเตอร์เค้กเกิดการร่วนซุย และมีกลิ่นของถั่วเหลืองมากขึ้น และจากการทดลองพบว่าปริมาณการทดแทนแป้งสาลีด้วยกากถั่วเหลืองได้สูงที่สุดอยู่ที่ร้อยละ 30 โดยคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคในด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม อยู่ที่ 7.32, 7.55, 7.40, 7.05 และ 7.50 คะแนน ตามลำดับ และเมื่อนำบัตเตอร์เค้กสูตรดังกล่าวมาวิเคราะห์ Proximate analysis พบว่า โปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน เส้นใย และเถ้า มีค่าเพิ่มสูงขึ้นจากตัวอย่างควบคุม (Table 4)

Table 1 Viscosity, specific volume of batter and Texture profile of butter cake as affected by different substitution levels of soymilk meal

Soymilk Meal (%)	Viscosity (cP)	Specific Volume of Batter (g/cm^3)	Specific Volume of Butter Cake (cm^3/g)	Hardness	Springiness
0	$8614.33^{e} \pm 0.14$	$1.40^{a} \pm 0.00$	$3.56^{a} \pm 0.00$	$2.55^{e} \pm 0.09$	$0.86^{a} \pm 0.03$
20	$16435.50^{d} \pm 0.24$	$1.34^{b} \pm 0.00$	$3.51^{b} \pm 0.00$	$2.89^{d} \pm 0.01$	$0.83^{ab} \pm 0.08$
30	$21702.67^{c} \pm 0.47$	$1.29^{c} \pm 0.00$	$3.52^{b} \pm 0.00$	$3.61^{c} \pm 0.09$	$0.78^{ab} \pm 0.08$
40	$33215.00^{b} \pm 0.46$	$1.24^{d} \pm 0.00$	$3.45^{c} \pm 0.00$	$4.64^{b} \pm 0.03$	$0.79^{ab} \pm 0.09$
50	$40132.84^{a} \pm 1.18$	$1.04^{e} \pm 0.00$	$3.42^{d} \pm 0.01$	$6.21^{a} \pm 0.24$	$0.76^{b} \pm 0.07$

$^{a,b,c,...}$ Means in the same column with difference letters are significantly difference ($p\leq0.05$).

Table 2 Color values (L*,a*,b*) of butter cake as affected by different substitution levels of soymilk meal

Soymilk Meal (%)	L*	a*	b*
0	$84.58^{a} \pm 0.25$	$2.85^{d} \pm 0.40$	$32.44^{c} \pm 0.31$
20	$81.78^{b} \pm 0.45$	$3.85^{c} \pm 0.18$	$35.83^{b} \pm 0.16$
30	$81.33^{bc} \pm 0.10$	$4.36^{cb} \pm 0.10$	$36.07^{ba} \pm 0.18$
40	$80.68^{c} \pm 0.86$	$4.77^{ba} \pm 0.40$	$36.95^{ba} \pm 1.03$
50	$80.55^{c} \pm 0.42$	$5.12^{a} \pm 0.49$	$37.14^{a} \pm 0.76$

$^{a,b,c,...}$ Means in the same column with difference letters are significantly difference ($p\leq0.05$).

Table 3 Sensory scores of butter cake as affected by different substitution levels of soymilk meal

Soymilk Meal (%)	Color	Odor	Taste	Texture	Overall acceptability
0	$8.05^{a} \pm 0.74$	$7.65^{a} \pm 1.05$	$7.90^{a} \pm 0.84$	$8.07^{a} \pm 0.94$	$8.32^{a} \pm 0.79$
20	$7.37^{b} \pm 0.95$	$7.42^{ab} \pm 1.17$	$7.52^{a} \pm 0.87$	$7.30^{b} \pm 1.15$	$7.67^{b} \pm 0.85$
30	$7.32^{b} \pm 0.97$	$7.55^{ab} \pm 1.21$	$7.40^{a} \pm 1.15$	$7.05^{bc} \pm 1.35$	$7.50^{bc} \pm 0.96$
40	$7.05^{b} \pm 0.98$	$6.97^{b} \pm 1.40$	$6.87^{b} \pm 1.20$	$6.62^{c} \pm 1.37$	$7.15^{c} \pm 1.07$
50	$6.57^{c} \pm 1.12$	$6.37^{c} \pm 1.62$	$6.25^{c} \pm 1.46$	$5.92^{d} \pm 1.30$	$6.55^{d} \pm 0.95$

$^{a,b,c,...}$ Means is the same column with difference letters are significantly difference ($p\leq0.05$)

Table 4 Quality of butter cake

Soymilk Meal (% d.b.)	Protein	Carbohydrate	Fat	Fiber	Ash
0 (Control)	7.73 ^{b} ± 0.00	40.01 ^{a} ± 0.13	26.25 ^{b} ± 0.11	0.08 ^{b} ± 0.00	1.61 ^{b} ± 0.01
30	8.96 ^{a} ± 0.02	35.36 ^{b} ± 0.19	27.79 ^{a} ± 0.13	2.30 ^{a} ± 0.21	1.90 ^{a} ± 0.03

^{a,b,c,} Means in the same column with difference letters are significantly difference ($p \leq 0.05$)

สรุปผล

การเพิ่มปริมาณกากถั่วเหลืองในส่วนผสมมีผลต่อปริมาตรจำเพาะ ความหนืด ความแข็ง การคืนตัว และค่าสีของบัตเตอร์เค้ก ทำให้คะแนนความชอบในด้านต่างๆ ลดลง อย่างไรก็ตาม การเพิ่มปริมาณกากถั่วเหลืองเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม และการใช้กากถั่วเหลืองทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บัตเตอร์เค้กสามารถทดแทนได้สูงถึงร้อยละ 30 โดยน้ำหนักแป้ง

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทำวิจัยจากศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยายาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ปีงบประมาณ 2557

เอกสารอ้างอิง

กนกอร พันตะชนะ, 2555, การใช้กากถั่วเหลืองเพื่อเพิ่มคุณค่าอาหารโภชนาการในเค้กผลไม้, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การอาหาร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง, 46 หน้า.

จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2539, เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 224 หน้า.

ยุพร พืชกมุทร, 2548, การผลิตขนมทองม้วนจากกากถั่วเหลืองที่ได้จากการผลิตน้ำนมถั่วเหลือง, การประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตรครั้งที่ 7 เรื่องเทคโนโลยีอาหารก้าวไกลนำไทยสู่ครัวโลก, ศูนย์ประชุมนานาชาติไบเทค, กรุงเทพมหานคร, 22-24 มิถุนายน.

สมชาย ประภาวัต, 2535, ผลิตภัณฑ์อาหารถั่วเหลืองที่เหมาะสม, วารสารอาหาร, 13(3): 160-163.

สมาคมผู้ผลิตอาหารสัตว์ไทย, 2556, นโยบายและมาตรการการนำเข้ากากถั่วเหลืองปี 2554, วารสารธุรกิจอาหารสัตว์ (139): 26-46.

อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์ และสุนทรี สุวรรณสิชณน์, 2553, ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสีนิลต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 8 หน้า

AOAC, 2000, Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, VA., U.S.A

Wolf, W.J., 1972, What is Soy Protein: Food Technology, Norhern Utilization Research and Development Division, 44 p.

Gomez, E.J., Montero, P., Gimenez, B. and Gomez-Guillen, M.C., 2007, Effect of Functional Edible Films and High Pressure Processing on Microbial and Oxidative Spoilage in Cold Smoked Sardine (*Sardine pilchardus*), Food Chemistry, 105: 511-520.

ผลของการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีต่อคุณภาพของขนมปังแซนด์วิช
Effect of Substitution of Wheat Flour by Jackfruit Seed Flour on Sandwich Bread Quality

สุภาวิณี แสนทวีสุข*[1] และ กนกวรรณ บุตร์ศรี

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา แลขที่ 96 หมู่ 2 ถนนปรีดีพนมยงค์ ตำบลประตูชัย อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

* ผู้ติดต่อ : ss.foodscience@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชที่ระดับร้อยละ 0 10 20 30 และ 40 (โดยน้ำหนักแป้ง) ที่มีผลต่อคุณสมบัติทางกายภาพ และประเมินลักษณะทางประสาทสัมผัส จากการทดลองพบว่า เมื่อปริมาณการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ปริมาตรจำเพาะ ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) พบว่า มีค่าความแน่นเนื้อ ค่าความยืดหยุ่นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความเหนียวมีแนวโน้มลดลง ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale โดยใช้ผู้ทดสอบจำนวน 40 คน พบว่า การใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับร้อยละ 10 โดยน้ำหนักแป้ง ขนมปังแซนด์วิชที่ผลิตได้มีอายุการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน

คำหลัก: ขนมปังแซนด์วิช, แป้งเม็ดขนุน, คุณภาพ

Abstract

This reserch was aimed to study the effect of substitution of wheat flour by jackfruit seed flour (0, 10, 20, 30 and 40 %, flour basis) on physical and sensory properties of sandwich bread. The results showed that the rising levels of jackfruit seed flour replacement gave a significant decrese in the specific volume. For color parameters, lightness (L*) of baked samples apparently decreased, whereas the increasing of redness (a*) and yellowness (b*) were observed. Texture analysis displayed that firmness and springiness of baked sample was tended to increase when the amount of jackfruit seed flour in sandwich bread increased, whereas the decreasing of adhesiveness were observed. Sensory evaluation using 9-point hedonic scales illustrated that the optimal substitution of jackfruit seed flour was 10% by wheat flour weight. The sandwich bread be kept for 3 days at room temperature.

Keywords: jackfruit seed flour, sandwich bread, quality

1. บทนำ

ขนุน (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญในเขตร้อนและมีการปลูกมากในประเทศแถบเอเชีย เนื่องจากเป็นไม้ยืนต้นขนาดใหญ่ที่สามารถปลูกได้ตลอดปีและให้ผลผลิตต่อเนื่องเป็นเวลานาน ในประเทศไทยมีการบริโภคขนุนทั้งผลที่ไม่ผ่านการแปรรูปและเนื้อขนุนสุก ผลที่ไม่ผ่านการแปรรูปใช้ประกอบอาหารรับประทานแทนผัก ส่วนเนื้อขนุนนำมาบริโภคเป็นขนุนสด หรือนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ในอุตสาหกรรม เช่น ขนุนอบแห้ง ขนุนในน้ำเชื่อมบรรจุกระป๋องขนุนแช่แข็ง ขนุนแช่อิ่มและขนุนแผ่นทอด เป็นต้น [1]

การบริโภคขนุนส่วนใหญ่แล้วขนุนจะนิยมบริโภคเนื้อขนุนสุกหรือนำไปทำเป็นอาหาร เนื้อขนุนเป็นผลไม้ที่ให้พลังงานสูงเพราะมีคาร์โบไฮเดรตและน้ำตาลในปริมาณสูง และยังประกอบด้วยแร่ธาตุต่างๆ หลายชนิด เช่น แคลเซียม วิตามินซี วิตามินเอ วิตามินบี 1 และ วิตามินบี 2 เป็นต้น และเมล็ดขนุนที่เหลือทิ้งจึงนำมาทำเป็นประโยชน์ โดยพบว่าเมล็ดขนุนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากการแปรรูปและบริโภคขนุนมีปริมาณ

ร้อยละ 10-15 ของน้ำหนักผลขนุน ซึ่งเมื่อคิดจากผลผลิตทั้งประเทศอาจมีปริมาณเมล็ดขนุนสูงถึงประมาณ 19,600-19,931 ตันต่อปี [2] แต่การใช้ประโยชน์จากเมล็ดขนุนยังมีน้อย ส่วนใหญ่นิยมนำมาต้มเพื่อรับประทานเป็นอาหารว่างในครัวเรือนเท่านั้นดังนั้นควรมีการนำเมล็ดขนุนมาผลิตเป็นแป้ง เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีปริมาณโปรตีนสูงถึง 10-12 เปอร์เซ็นต์ [1,3 และ 4] และให้พลังงาน 327 กิโลเคลลอรี่ [1] และยังพบว่าหลายงานวิจัยมีการนำเมล็ดขนุนที่เหลือทิ้งนำมาดัดแปลงเป็นแป้งเมล็ดขนุน โดยใช้ทดแทนแป้งชนิดต่างๆ ตามความเหมาะสม โดยที่ศึกษาคุณสมบัติของแป้งเมล็ดขนุน เช่นศึกษาการเกิดพรีเจลาติไนซ์ในแป้งเมล็ดขนุน ศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพ การทำแป้งพรีเจลาทิไนซ์ โดยแป้งพรีเจลาทิไนซ์ที่ได้มีสมบัติต่างจากแป้งดิบคือสามารถกระจายตัวได้ในน้ำเย็น ดูดซับน้ำได้สูง ให้ความหนืดได้ทันที จึงสามารถนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าแป้งดิบ เช่น ซอส ครีมหน้าขนมต่างๆ ส่วนผสมของซุปผง ใช้ในผลิตภัณฑ์ขนมเค้กเพื่อช่วยในการดูดซับน้ำและเก็บฟองอากาศได้ดีขึ้นทำให้เค้กมีความชุ่มชื้นและมีปริมาตรเพิ่มขึ้น และยังสามารถใช้เป็นสารยึดเกาะในการผลิตยาเม็ด [5] นอกจากนี้ยังพบว่าแป้งเมล็ดขนุนเป็นแหล่งใยอาหาร ราคาถูกและสามารถลดปริมาณไขมันได้ด้วย [3] ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำแป้งเมล็ดขนุนมาใช้ทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิช ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับขนมปังแซนด์วิชแล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลพลอยได้จากเมล็ดขนุนที่เหลือทิ้งอีกทางหนึ่งด้วย โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลของการใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีต่อสมบัติทางกายภาพของขนมปังแซนด์วิช ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสเพื่อหาปริมาณการทดแทนที่เหมาะสมที่ผู้บริโภคยอมรับ

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 การเตรียมแป้งเมล็ดขนุน

เตรียมแป้งจากเมล็ดขนุน โดยนำเมล็ดขนุนมาล้างทำความสะอาด นำไปต้มในน้ำเดือดในอัตราส่วนเมล็ดขนุน 1 กิโลกรัมต่อน้ำ 4 ลิตร เป็นเวลา 45 นาที จากนั้นลอกเปลือกหุ้มออกจนหมด แล้วจึงล้างด้วยน้ำให้สะอาดและพักให้สะเด็ดน้ำ นำมาหั่นเป็นแผ่นบางให้มีความหนาประมาณ 1 มิลลิเมตร แล้วแผ่ลงบนถาดอะลูมิเนียม นำไปอบให้แห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งมีความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 8 [ดัดแปลงจาก 6] แล้วนำไปบดให้ละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 100 เมช บรรจุถุงอลูมิเนียมฟอยล์ โดยนำแป้งเมล็ดขนุนพรีเจลาทิไนซ์ที่ได้มาวิเคราะห์คุณสมบัติดังต่อไปนี้

2.1.1 ปริมาณความชื้น ตามวิธี AOAC [7]

2.1.2 ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์ แอคทิวิตี้ รุ่นHygrorolab C1

2.1.3 วัดค่าสี ในระบบ CIELAB ด้วยเครื่องวัดสี Hunter Lab ประเทศสหรัฐอเมริกา

2.1.4 ค่าความหนืด ตามวิธีของ [6] โดยเตรียม น้ำแป้งความเข้มข้นร้อยละ 8 (โดยน้ำหนักต่อน้ำหนัก) ปริมาณ 500 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์ความหนืดด้วยเครื่อง Anton Paar Viscometer รุ่น DV-2PR โดยใช้หัววัด LV-3 ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

2.1.5 ดัชนีการละลายน้ำและดัชนีการดูดซับน้ำ วิเคราะห์ตามวิธีของ [8] โดยชั่งตัวอย่างแป้ง 2.5 กรัม ใส่ลงในหลอดหมุนเหวี่ยงที่มีฝาและทราบน้ำหนักแน่นอนเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยคนด้วยแท่งแก้ว และคนทุกๆ 5 นาที เป็นเวลา 30 นาที ล้างส่วนที่ติดมากับแท่งแก้วลงในหลอดหมุนเหวี่ยงโดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร นำไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ 2200 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที เทส่วนใสลงในถ้วยอะลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนัก นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส จนได้น้ำหนักคงที่ แล้วชั่งน้ำหนักเพื่อคำนวณดัชนีการละลายน้ำ สำหรับหลอดหมุนเหวี่ยงพร้อมส่วนที่เหลือในหลอดนำไปชั่งน้ำหนัก เพื่อคำนวณค่าการดูดซับน้ำ ดังนี้

$$\text{ดัชนีการละลายน้ำ} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างส่วนที่ละลายน้ำ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

$$\text{ดัชนีการดูดซับน้ำ} = \frac{(\text{น้ำหนักหลอดหมุนเหวี่ยงพร้อมตะกอน} - \text{น้ำหนักหลอดหมุนเหวี่ยง})}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}}$$

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completel Randomized Design, CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2.2 การศึกษาผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนต่อคุณภาพของขนมปังแซนด์วิช

นำแป้งเมล็ดขนุนที่เตรียมได้จากข้อ 2.1 มาทดแทนส่วนของแป้งสาลีในปริมาณร้อยละ 0, 10, 20, 30 และ 40 โดยน้ำหนักแป้งสาลีในสูตรของขนมปัง นำผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเมล็ดขนุนพรีเจลาทิไนซ์ที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพด้านกายภาพและประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ดังนี้

การวัดปริมาณจำเพาะของผลิตภัณฑ์ขนมปัง (Specific Volume) ด้วยวิธี Rapeseed Displacement โดยใช้การแทนที่ด้วยเมล็ดงา [8]

วิเคราะห์องค์ปริมาณความชื้นของขนมปังแซนด์วิช [8]

วัดค่าสี (CIE L*, a*, b*) ของส่วนเนื้อขนมปังที่ผ่านการตัดขวางด้วยเครื่องวัดสี (Hunter lab รุ่น Miniscan XE Plus)

วัดเนื้อสัมผัสของขนมปังแซนด์วิช ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer รุ่น TC 3) ด้วยวิธี Texture profile analysis (TPA) รายงานค่าเป็นค่าความแน่นเนื้อ (firmness), ค่าความยืดหยุ่น (springiness) และค่าการยึดเกาะ (Adhesiveness) โดยใช้หัววัดชนิด Cylinder probe ขนาด 38.1 มิลลิเมตร กดลงบนตัวอย่างด้วยอัตราเร็ว 1 มิลลิเมตร/วินาที กดลงไปเป็นระยะทาง 10 มิลลิเมตร ของความสูงตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวอย่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS 17.0 for window

ประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0, 10, 20, 30, และ 40 โดยน้ำหนักของแป้งสาลีในสูตร วางแผนการทดลองวิธีแบบวางแผนการทดลองแบบ RCBD (The Randomized Complete Block Design) ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 40 คน

2.3 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมปังแซนด์วิช

นำผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชที่ได้รับการยอมรับจากข้อ 2.2 และผลิตภัณฑ์ขนมปังแซนด์วิชสูตรควบคุม บรรจุในถุง PE เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจสอบคุณภาพทุกๆ วันเป็นระยะเวลา 5 วัน นำมาตรวจสอบคุณภาพทางด้านเคมีกายภาพตามวิธีข้อ 2.2 และสังเกตการเกิดเชื้อราที่ผิวขนมปัง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มโดยสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ทำการทดลองทั้งหมด 2 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตัวอย่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS 17.0 for window

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 ผลการศึกษาการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเม็ดขนุนต่อคุณภาพของขนมปังแซนด์วิช

ผลการทดลองการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในขนมปังแซนด์วิชที่ระดับร้อยละ 0 10 20 30 และ 40 โดยน้ำหนักแป้ง พบว่า ขนมปังแซนด์วิชที่มีการทดแทนด้วยแป้งเม็ดขนุนในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้น มีปริมาตรจำเพาะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเม็ดขนุนเป็นการเจือจางโปรตีนกลูเตนในส่วนผสมของขนมปังลง เป็นผลให้ความสามารถในการกักเก็บอากาศภายในโด (dough) ลดลง [9] จึงทำให้ปริมาตรจำเพาะของขนมปังแซนด์วิชที่มีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเม็ดขนุนมีปริมาตรต่ำกว่าตัวอย่างควบคุม ($P \leq 0.05$) แสดงดังตารางที่ 2 ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ [10] นอกจากนี้ยังพบว่า เมื่อระดับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเม็ดขนุนเพิ่มสูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณความชื้นของขนมปังแซนด์วิชลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจากขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีทำให้มีปริมาณกลูเตนลดลง จึงทำให้ความสามารถในการกักเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และความชื้นลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อปริมาณการทดแทนด้วยแป้งเม็ดขนุนเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ($P \leq 0.05$) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) เพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้เนื่องจาก แป้งเม็ดขนุนมีสีคล้ำกว่าแป้งสาลี (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของแป้งเม็ดขนุนและแป้งสาลี

ค่าที่วิเคราะห์	แป้งเม็ดขนุน	แป้งสาลี
ดัชนีการดูดซับน้ำ	4.09±0.02	18.47± 0.30
อัตราการละลาย	5.57±0.01	10.75± 0.30
ความหนืด (Cp)	21076.96±37.17	653.81± 6.08
ค่า L*	86.80±0.10	92.07± 0.02
ค่า a*	2.9±0.58	0.08± 0.01
ค่า b*	15.10±0.10	6.47± 0.04

การทดสอบลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยวิธี TPA พบว่า เมื่อมีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเม็ดขนุน ในปริมาณที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้ค่าค่าความแน่นเนื้อ (firmness) ของขนมปังเพิ่มสูงขึ้น ($P \leq 0.05$) ค่าความเหนียว (adhesiveness) ลดลง ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าความยืดหยุ่น (springiness) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ซึ่งจะสังเกตได้ว่าเนื้อขนมปังมีการยึดเกาะลดลง เนื้อขนมปังจะแข็ง และ ร่วนมากขึ้น (ตารางที่ 2)

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชโดยใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งเม็ดขนุนที่มากขึ้น ส่งผลทำให้เนื้อของขนมปังแซนด์วิชมีเนื้อร่วน ไม่เหนียวนุ่ม และมีกลิ่นของแป้งเม็ดขนุนมากขึ้น โดยเฉพาะการทดแทนที่ระดับร้อยละ 40 โดยน้ำหนักแป้งสาลี จึงส่งผลต่อคะแนนการยอมรับ ซึ่งการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนในการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีใน

ขนมปังแซนด์วิชในระดับที่เหมาะสม และจากการทดลองพบว่าขนมปังแซนด์วิชที่มีการใช้แป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 10 โดยน้ำหนักแป้งสาลี มีค่าความแน่นเนื้อ ค่าความยืดหยุ่น และค่าความเหนียวไม่ต่างจากสูตรควบคุม ($P \leq 0.05$) และผลการประเมินทางประสาทสัมผัสได้รับคะแนนการยอมรับใกล้กับสูตรควบคุมมากที่สุด (ตารางที่ 4)

3.2 ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาของขนมปังแซนด์วิช

หลังจากเก็บรักษาขนมปังแซนด์วิชในถุง PE ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน พบว่าในระหว่างการเก็บรักษาขนมปังจะเกิดการสูญเสียความชื้น (ตารางที่ 5) ส่งผลให้ค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในขณะที่ค่าความยืดหยุ่นและค่าความเหนียวมีแนวโน้มลดลง (ตารางที่ 6) ทั้งนี้เนื่องจาก เมื่อเก็บรักษาขนมปังไว้นานขึ้นทำให้ขนมปังเสื่อมสภาพโดยมีอากาศลดน้อยลงและเกิดการคืนตัวของเม็ดแป้งเมื่อเก็บรักษาไว้นานขึ้นและจากการสังเกตการเจริญของเชื้อราที่ผิวของขนมปังพบว่า ขนมปังที่เก็บรักษาไว้จะเริ่มมีเชื้อราที่ผิวในวันที่ 4 และเริ่มมีกลิ่นไม่พึงประสงค์ดังนั้น ขนมที่ผลิตได้จึงมีอายุการเก็บรักษา 3 วัน

ตารางที่ 2 แสดงผลของปริมาตรจำเพาะ ปริมาณความชื้น และค่าสีของขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

แป้งเม็ดขนุน (ร้อยละ)	ปริมาตรจำเพาะ	ค่าความชื้น (ร้อยละ)	L*	a*	b*
0	2.69 ±0.08^{a}	32.56±0.92^{a}	76.03±0.63^{a}	2.45±0.46^{c}	19.68±0.32^{d}
10	2.41±0.39^{ab}	30.65±0.12^{ab}	75.60±0.21^{ab}	2.31±0.08^{c}	20.61±0.49^{c}
20	2.31±0.32^{ab}	29.94±0.74^{ab}	74.83±0.45^{bc}	3.31±0.49^{b}	22.73±0.16^{b}
30	2.22±0.20^{ab}	28.98±0.72^{ab}	74.63±0.48^{c}	4.29±0.15^{a}	24.70±0.28^{a}
40	2.02±0.22^{b}	28.31±0.23^{b}	69.10±0.43^{d}	4.47±0.41^{a}	24.34±0.17^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 3 แสดงผลของลักษณะเนื้อสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

แป้งเม็ดขนุน (ร้อยละ)	Firmness (g)	Springiness (mm)	Adhesiveness (g/mm)
		ns	
0	531.00±9.29^{d}	8.57±0.06	3.67±0.58^{a}
10	627.33±24.34^{cd}	8.52±0.32	3.33±2.08^{ab}
20	1038.00±33.96^{c}	8.81±0.19	2.00±1.00^{abc}
30	2058.33±41.36^{b}	8.51±0.42	1.33±1.15^{c}
40	4357.67±542.56^{a}	8.55±0.49	1.00±0.00^{c}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่4 คะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีที่ระดับต่างๆ

แป้งเม็ดขนุน (ร้อยละ)	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	8.23±0.08^{a}	7.93± 0.83^{a}	7.95± 0.90^{a}	7.75± 0.84^{a}	8.05± 0.78^{a}
10	7.95 ±0.75^{a}	7.48 ±0.75^{b}	7.38 ±0.74^{b}	7.20± 1.04^{b}	7.40 ±0.71^{b}
20	6.43± 0.87^{b}	6.75± 0.81^{c}	6.20± 1.07^{c}	6.65 ±0.89^{c}	6.63± 0.84^{c}
30	6.55 ±0.78^{b}	5.20 ±1.09^{d}	5.53 ±0.75^{c}	6.60± 1.06^{d}	6.00± 0.91^{d}
40	4.25± 1.24^{c}	4.38± 0.95^{e}	4.53 ±1.40^{d}	4.53 ±1.40^{e}	4.73± 1.52^{e}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 5 แสดงค่าค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้ (a_w) ค่าความชื้น และค่าสี (L*,a*,b*) ขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0 และ 10 โดยน้ำหนักแป้งสาลี ในระหว่างการเก็บรักษา

แป้งเม็ดขนุน (ร้อยละ)	วัน	ค่าความชื้น (ร้อยละ)	(a_w)	L*	a*	b*
					ns	
0	1	32.56±0.92^{a}	0.93±0.00^{b}	74.63±1.41^{b}	2.45±0.96	19.68±1.28^{b}
	2	28.58±1.40^{c}	0.94±0.00^{b}	74.60±1.28^{b}	2.12±1.16	19.10±1.45^{b}
	3	28.66±0.14^{c}	0.96±0.00^{a}	75.14±1.35^{a}	2.55±0.40	19.09±0.95^{b}
10	1	29.94±0.39^{b}	0.94±0.00^{b}	75.60±1.50^{a}	2.31±1.08	20.61±0.90^{a}
	2	29.71±0.63^{b}	0.94±0.00^{b}	75.42±0.61^{a}	2.53±0.30	19.67±1.73^{b}
	3	29.55±1.48^{b}	0.96±0.00^{a}	75.69±1.62^{a}	2.49±0.86	20.90±1.62^{a}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 6 แสดงลักษณะเนื้อสัมผัสขนมปังแซนด์วิชที่ใช้แป้งเมล็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีที่ระดับร้อยละ 0 และ 10 โดยน้ำหนักแป้งสาลี ในระหว่างการเก็บรักษา

สูตร	วัน	Firmness (g)	Springiness (mm)	Adhesiveness (g/mm)
			ns	
ควบคุม (0)	1	531.00±19.29^{a}	8.57±0.06^{a}	3.67±1.58^{a}
	2	564.00±41.76^{a}	8.24±0.41^{a}	2.00±1.42^{b}
	3	640.67±13.29^{a}	8.43±0.16^{a}	1.33±0.58^{b}
10	1	657.00±24.34^{a}	8.52±1.89^{a}	3.00±0.40^{a}
	2	652.67±28.16^{a}	8.68±0.10^{a}	1.67±0.58^{b}
	3	665.00±45.67^{a}	8.66±0.12^{a}	1.67±1.15^{b}

หมายเหตุ : อักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งหมายถึง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

4. สรุปผลการทดลอง

จากการนำแป้งเม็ดขนุนทดแทนแป้งสาลีในขนมปังแซนด์วิชที่ระดับร้อยละ 0 10 20 30 และ 40 โดยน้ำหนักแป้ง พบว่า เมื่อปริมาณแป้งเม็ดขนุนเพิ่มมากขึ้นทำให้ปริมาตรจำเพาะและความชื้นลดลง มีค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้เพิ่มขึ้น และพบว่า มีค่าสีค่าความสว่าง (L*) ค่าสีแดง (a*) และค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น มีลักษณะเนื้อสัมผัสค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าความยืดหยุ่น และค่าความเหนียวมีแนวโน้มลดลง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุดคือร้อยละ 10 ไปเก็บรักษาและวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีกายภาพ โดยพบว่า ค่าวอเตอร์แอคทิวิตี้และค่าความชื้นไม่มีการเปลี่ยนแปลง มีลักษณะเนื้อสัมผัสค่าความแน่นเนื้อและค่าความยืดหยุ่นไม่เปลี่ยนแปลง แต่มีค่าความเหนียวมีแนวโน้มลดลง จากนั้นเมื่อเก็บรักษาขนมปังแซนด์วิชได้ 3 วัน พบว่าเกิดการเปลี่ยนแปลงของขนมปังแซนด์วิชคือเกิดเชื้อรา และมีกลิ่นของผลิตภัณฑ์แรงมากขึ้นหลังจากเก็บรักษา

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการทำวิจัยจาก ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยายาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ปีงบประมาณ 2560

6. เอกสารอ้างอิง

[1] อมรรัตน์ มุขประเสริฐ และกมลทิพย์ สัจจาอนันตกุล. 2546. ปัจจัยที่มีผลต่อการ สกัดแป้งจากเมล็ดขนุน. ในการประชุมวิชาการอุตสาหกรรมเกษตร ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ.

[2] กรมวิชาการเกษตร. 2551. สถิติการผลิตการเกษตรตามแหล่งปลูก (ทั้งหมด) พืชขนุน. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2548. จาก http://www.ldd.go.th/WEB_PSD/Employee%20Assessment/wean/pch/pch13/1.pdf. 13 มิถุนายน 2560

[3] Arpit,S. and John,D. 2015. Effects of different levels of Jackfruit Seed Flour on the Quality Characteristics of Chocolate cake. Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences.

[4] Hossain, M.T., Hossain, M.M.,Sarker, M.Shuvo, A.N., Alam, M.M.and Rahman, M.S. 2014. Development and quality evaluation of bread supplemented with jackfruit seed flour. International Journal of Nutrition and food scirnces. 3(5) : 484-487.

[5] กล้าณรงค์ศรีรอต และ เกื้อกูล ปิยะจอมขวัญ. 2542. เทคโนโลยีของแป้ง. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 225 น.

[6] ดารารัตน์ นาคละออ อาภัสรา แสงนาค และ กุลยา ลิ้มรุ่งเรืองรัตน์. 2554.การปรับปรุงคุณภาพของแป้งเมล็ดขนุนโดยวิธีการพรีเจลาทิไนซ์.วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 16(1) : 12-21.

[7] AOAC. 2000. Official methods of analysis of the association of official analysis chemistry.15th ed, The Association of official Analysis Chemists, Arlington, Virginia.

[8] Anderson, R. A., Conway, H. F., Pfeifer, V. F., & Griffin, E.L. 1969. Gelatinization of corn grits by roll and extrusion cooking. Cereal Science Today, 14, 4-12.

[9] Angioloni, A., and Collar, C. 2008. Functional Response of Diluted Dough Matrixes in High-Fibre Systems: A Viscometric and Rheological Approach, Food Research International, 41: 803-812.