การใช้ถั่วพิวเรทดแทนไขมันในคุกกี้

ดร.วราภรณ์ ประเสริฐ[1]
ชนัญชิตา บุญขันธ์[2]

[1]ฝ่ายกระบวนการผลิตและแปรรูป
สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
อีเมล : ifrwrpp@ku.ac.th
[2]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
รับเมื่อ 2 มีนาคม 2566 **แก้ไขเมื่อ** 24 เมษายน 2566 **ตอบรับเมื่อ** 16 พฤษภาคม 2566

จุดเด่น

- งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ ศึกษาผลของถั่วพิวเร 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วแดง ถั่วทอง (ถั่วเขียวเลาะเปลือก) และถั่วขาวในการทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์คุกกี้
- การเพิ่มปริมาณถั่วพิวเรทั้ง 3 ชนิด ส่งผลให้คุกกี้มีปริมาณความชื้นและค่าความแข็งสูงขึ้น แต่ความกรอบลดลง
- ถั่วแดงพิวเรและถั่วขาวพิวเรสามารถทดแทนไขมันได้ร้อยละ 30 ในขณะที่ถั่วทองพิวเรสามารถทดแทนไขมันได้ร้อยละ 15 โดยที่ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างจากตัวอย่างสูตรควบคุม (ไขมันเต็ม)
- ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ คือ คุกกี้ทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเร ที่สามารถทดแทนไขมันได้ร้อยละ 30 มีอายุเก็บผลิตภัณฑ์ได้อย่างน้อย 2 เดือน เมื่อเก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง

บทคัดย่อ

คุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนัก การลดปริมาณไขมันอาจส่งผลต่อคุณสมบัติของคุกกี้และการยอมรับของผู้บริโภค โครงการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของถั่วพิวเร 3 ชนิด คือ ถั่วแดงพิวเร ถั่วทองพิวเร และถั่วขาวพิวเร และปริมาณการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเร 4 ระดับ คือ ร้อยละ 15, 30, 45 และ 60 โดยน้ำหนักไขมันต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ลดไขมัน โดยมีตัวอย่างคุกกี้ที่ไม่มีการทดแทนไขมันเป็นตัวอย่างควบคุม ผลการศึกษาพบว่าชนิดและปริมาณการใช้ถั่วพิวเรทดแทนไขมันในคุกกี้ มีผลต่อคุณภาพของคุกกี้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเพิ่มปริมาณถั่วพิวเรทั้ง 3 ชนิด ส่งผลให้คุกกี้มีค่าปริมาณความชื้นและความแข็งสูงขึ้นแต่มีค่าความกรอบลดลง เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวมจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสที่ไม่แตกต่างจากตัวอย่างสูตรควบคุมพบว่า ถั่วแดงพิวเรและถั่วขาวพิวเรสามารถทดแทนไขมันได้ร้อยละ 30 ในขณะที่ถั่วทองพิวเร สามารถทดแทนไขมันได้ร้อยละ 15 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสเพื่อเลือกผลิตภัณฑ์

ต้นแบบพบว่า ผู้ทดสอบ 28 คน จาก 30 คน เลือกคุกกี้ทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรร้อยละ 30 เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ การเก็บผลิตภัณฑ์ต้นแบบในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิห้อง ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ สี และลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ตลอดการเก็บรักษา 4 เดือน แต่เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า peroxide หมายถึงการเกิดกลิ่นหืนเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์ครบ 3 เดือน ดังนั้นผลิตภัณฑ์ต้นแบบมีอายุการเก็บอย่างน้อย 2 เดือน

คำสำคัญ : คุกกี้ พิวเร ถั่ว ทดแทนไขมัน

Utilization of bean puree as a fat replacer in cookies

Waraporn Prasert[1], Ph.D
Chananchita Boonkhun[2]

[1]Department of Food Processing and Preservation
Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University
E-mail : ifrwrpp@ku.ac.th
[2]Department Food Science and Innovation, Faculty of Science and Technology, Thammasat University
Received 2 March 2023; **Revised** 24 April 2023; **Accepted** 16 May 2023

Highlights

- The objective of this research was to study an effect of three bean purees; red kidney bean, split mung bean, and white bean on characteristics of fat-reduced cookies
- Increasing bean puree caused higher moisture content and harder cookies, but the crispiness of cookies reduced
- Red kidney bean puree and white bean puree could fat replace at 30% by fat weight, while split mung bean puree could fat replace at 15% by fat weight which consumer acceptance was not different form control cookie (full-fat)
- The product prototype was the cookie which 30% red kidney bean puree was used as a fat replacer and its shelf life was 2 months in sealed aluminium foil bag at room temperature

Abstract

Cookies are high fat containing products which are 20-30% fat by weight. However, reducing fat may affect the cookie's properties and consumer acceptance. Therefore, the objective of this research was to study an effect of three types; red kidney bean puree, peeled split mung bean puree, and white bean puree, and four levels of fat replaced with beans puree; 15%, 30%, 45%, and 60% by fat weight on physical-chemical properties and sensory characteristics of fat reduced cookies. The control sample was non-fat replaced cookie. The results showed that the type and quantity of beans puree supplement as a fat substitute in cookies had significantly effected on the quality of cookies ($p \leq 0.05$). Increasing the amount of all three purees resulted in increasing the moisture content and hardness of

the cookies, but a decrease in crispness. Sensory test in term of overall score showed the maximum amount of bean puree's fat replaced that not different acceptance when comparing with control. And the red kidney bean puree and white bean puree could replace 30% of fat, while split mung bean could replace 15 % of fat in cookie. The 2nd sensory evaluation showed 28 of 30 panelists chose the cookie with 30% red kidney bean puree as the product prototype. The prototype which was sealed pack in aluminum foil bag at room temperature, did not present changing the color and texture after four months storage, but peroxide value increased in the 3rd month storage. So, the prototype product had shelf life at least 2 months.

Keywords : cookie, puree, bean, fat replacer

บทนำ

จากการเปลี่ยนแปลงของเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม ค่านิยม ตลอดจนความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีและการขนส่ง ล้วนส่งผลให้วิถีชีวิตของคนเปลี่ยนแปลงไป มีค่านิยมในการบริโภคอาหารตะวันตก อาหารฟาสต์ฟู้ด เพื่อความสะดวกรวดเร็ว และยังนิยมรับประทานของว่าง อาหารหวาน เช่น โดนัท คุกกี้ ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในทุกเพศ ทุกวัย โดยนอกจากจะนิยมนำมารับประทานเป็นอาหารว่างแล้ว ยังนิยมใช้เป็นของขวัญหรือมอบให้กันในโอกาสสำคัญหรือเทศกาลต่าง ๆ

คุกกี้ (cookies) เป็นผลิตภัณฑ์เบเกอรีที่มีความชื้นต่ำ มีขนาดเล็ก รสหวาน มัน เนื้อสัมผัสกรอบ มีรูปร่างและกลิ่นรสต่าง ๆ กัน รวมถึงอาจมีการตกแต่งด้วยผลไม้ นัทหรือถั่ว ส่วนผสมหลัก คือ แป้งสาลี ไขมัน และน้ำตาล[1]

เนื่องจากคุกกี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูง โดยมีปริมาณเนยหรือมาการีนร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนัก อย่างไรก็ตามการลดปริมาณไขมันอาจส่งผลต่อรสชาติ ความรู้สึกเมื่ออยู่ในปาก (mouthfeel) ลักษณะเนื้อสัมผัส และการแผ่ขยายตัวของคุกกี้ ดังนั้นจึงต้องมีการใช้สารหรือวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติเป็นสารทดแทนไขมัน (fat replacers) ประเภท fat substitutes ซึ่งหมายถึงส่วนผสมของอาหารที่มีลักษณะทางกายภาพและการทำงานคล้ายไขมัน เช่น ไตรกลีเซอไรด์ ซึ่งสามารถแทนที่โมเลกุลไขมันทั่วไปในอาหารได้โดยตรง โดยพิจารณาจากน้ำหนักต่อน้ำหนัก และให้พลังงานน้อยที่สุดหรือไม่ให้พลังงานต่อร่างกาย เนื่องจากไม่ละลายน้ำ ส่งผลให้อาหารที่ปกติมีไขมันสูง มีไขมันต่ำและทำให้อาหารมีพลังงานลดลง นอกจากนี้ยังสามารถรักษาความน่ารับประทานของอาหารได้[2] ในปี พ.ศ. 2554 สิรินาถ และ สุภางค์[3] ศึกษาการนำถั่วลิสงบดที่ผ่านการนึ่งและอบแห้งมาทดแทนเนยสดและทดแทนมาการีนในคุกกี้สูตรควบคุม ในปริมาณร้อยละ 20 และ 30 (โดย

น้ำหนักของไขมันทั้งหมด) พบว่า คุกกี้ที่ใช้ถั่วลิสงบดทดแทนเนยสดมีสมบัติทางกายภาพและความชอบทางประสาทสัมผัสที่ไม่แตกต่างกับคุกกี้ที่ใช้ถั่วลิสงบดทดแทนมาการีนในปริมาณที่เท่ากัน คุกกี้ที่ใช้ถั่วลิสงบดทดแทนเนยสดและมาการีนในปริมาณร้อยละ 20 มีค่าการแผ่กระจาย ค่าความสว่าง และค่าความหืนไม่แตกต่างกับคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ แต่ได้รับความชอบทางประสาทสัมผัสโดยรวมน้อยกว่าสูตรควบคุมที่ศึกษาต่อมาในปี พ.ศ. 2562 มนตรี และคณะ[4] ได้ศึกษาอิทธิพลของเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดในการเป็นสารทดแทนไขมันในการผลิตคุกกี้เนยชนิดปราศจากกลูเตนที่ทำจากแป้งมันสำปะหลังต่อสมบัติทางกายภาพของคุกกี้และปริมาณไขมันทรานส์ การใช้ทั้งสององค์ประกอบร่วมกัน พบว่า สามารถปรับปรุงความยืดหยุ่นโดยโดของคุกกี้ไม่มีการแตกขาดระหว่างการขยายและขึ้นรูปคุกกี้ คุกกี้เนยที่มีเบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดมีอัตราการแผ่ตัวและค่าสีเหลืองต่ำลง มีความแข็งที่เพิ่มขึ้นใกล้เคียงคุกกี้เนยในท้องตลาด และได้การยอมรับจากผู้บริโภค นอกจากนี้ปริมาณโปรตีนและเส้นใยอาหารในคุกกี้เนยเพิ่มขึ้น การศึกษาทางเคมีพบว่าปริมาณไขมันลดลงร้อยละ 30 เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม สูตรคุกกี้เนยที่พัฒนาขึ้นไม่มีองค์ประกอบของไขมันทรานส์

จะเห็นได้ว่า มีความเป็นไปได้ที่จะนำวัตถุดิบตระกูลถั่วเมล็ดต่าง ๆ มาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนไขมันในผลิตภัณฑ์คุกกี้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาผลของถั่วพิวเร 3 ชนิด ได้แก่ ถั่วแดง ถั่วทอง (ถั่วเขียวเลาะเปลือก) และถั่วขาว ในการทดแทนปริมาณไขมันในผลิตภัณฑ์คุกกี้เนยให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ยังคงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค พร้อมทั้งศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบ

1. ถั่วแดงหลวง ตราท๊อป
2. ถั่วเขียวเลาะเปลือก ตราท๊อป
3. ถั่วขาวเมล็ดเล็ก ตรามายช้อยส์
4. เนยชนิดจืด ตราออร์คิด
5. แป้งสาลีอเนกประสงค์ ตราว่าว
6. น้ำตาลเบเกอรี (caster sugar) ตราลิน
7. ไข่ไก่ เบอร์ 2
8. เกลือป่น ตราปรุงทิพย์
9. ผงฟู ดับเบิลแอคชั่น ตราแม็กกาแรต

วิธีการ

1. การศึกษาคุณสมบัติของถั่วเมล็ดแห้งและถั่วพิวเร

1.1 ถั่วเมล็ดแห้ง

1.1.1 องค์ประกอบทางเคมีของถั่วเมล็ดแห้ง โดยส่งตัวอย่างทดสอบ ณ ศูนย์บริการประกันคุณภาพอาหาร สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รายละเอียดดังต่อไปนี้

1) ปริมาณความชื้น โดยวิธี AOAC (2019) 925.10

2) ปริมาณโปรตีน โดยวิธี In-house method WI-TMC-03 based on AOAC (2019) 991.20

3) ปริมาณไขมัน โดยวิธี In-house method WI-TMC-100 based on AOAC (2019) 2003.05

4) ปริมาณเถ้า โดยวิธี AOAC (2019) 923.03

5) ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด โดยวิธี Methods of Analysis for Nutrition Labeling (1993) Chapter 6, p. 106

6) ปริมาณกากใยอาหารทั้งหมด

1.1.2 ความสามารถในการดูดซับน้ำ (water absorption capacity)

ความสามารถในการดูดซับน้ำ ดัดแปลงวิธีการจาก วิชมณี และคณะ (2560)[5] ชั่งตัวอย่างถั่วเมล็ดแห้งที่บดละเอียดประมาณ 0.5 กรัม ด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียดแล้วบันทึกน้ำหนักที่แท้จริง ใส่ตัวอย่างในหลอดเหวี่ยงขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำ 30 มิลลิลิตร เขย่าผสมด้วยเครื่อง vortex mixer เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องเซ็นทริฟิวส์ ความเร็วรอบ 3,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที รินแยกน้ำส่วนใสออกและนำเจลที่ได้ไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าความสามารถในการดูดซับน้ำ จากสมการ (1)

$$\text{ความสามารถในการดูดซับน้ำ (g/g)} = \frac{\text{น.น. ของเจล (g)} - \text{น.น. แห้งของตัวอย่างเริ่มต้น (g)}}{\text{น.น. แห้งของตัวอย่างเริ่มต้น (g)}} \quad .....(1)$$

1.1.3 ความสามารถดูดซับน้ำมัน (oil absorption capacity)

การวิเคราะห์ความสามารถดูดซับน้ำมัน ดัดแปลงวิธีการจาก วิชมณี และคณะ (2560)[5] นำถั่วเมล็ดแห้งที่บดละเอียดประมาณ 0.5 กรัม (ชั่งด้วยเครื่องชั่งอย่างละเอียดและบันทึกน้ำหนักที่แท้จริง) ใส่ตัวอย่างในหลอดเหวี่ยงขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำมันถั่วเหลือง 10 มิลลิลิตร แล้วนำไปเขย่าผสมด้วยเครื่อง vortex mixer นาน 1 ชั่วโมง จากนั้นนำไปเหวี่ยงแยกด้วยเครื่องเซ็นทริฟิวส์ ความเร็วรอบ 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที รินแยกน้ำมันส่วนใสออกและนำตะกอนหรือตัวอย่างที่อมน้ำมันที่ได้ไปชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าความสามารถในการดูดซับน้ำมัน จากสมการ (2)

$$\text{ความสามารถในการดูดซับน้ำมัน (g/g)} = \frac{\text{น.น. ตะกอนตัวอย่างอมน้ำมัน (g)} - \text{น.น. ตัวอย่างเริ่มต้น (g)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (g)}} \quad .....(2)$$

1.1.4 คุณสมบัติการเกิดอิมัลชัน (emulsifying activity)

คุณสมบัติการเกิดอิมัลชัน ดัดแปลงวิธีการจาก วิชมณี และคณะ (2560)[5] และ พัสตราภรณ์ และคณะ (2559)[6] นำตัวอย่างถั่วเมล็ดแห้งที่บดละเอียดแล้วมาผสมน้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ 30 ให้มีปริมาตร 10 มิลลิลิตร ใส่ตัวอย่างในหลอดเหวี่ยงขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำมันถั่วเหลือง 2.5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องโฮโมจิไนเซอร์ ความเร็วในการปั่น 10,000 รอบต่อนาที นาน 1 นาที เพื่อให้เกิดเป็นอิมัลชัน จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปปั่นเหวี่ยงด้วยความเร็ว 1,200 g นาน 5 นาที วัดปริมาตรอิมัลชันที่เกิดขึ้น แล้วคำนวณคุณสมบัติการเกิดอิมัลชัน จากสมการ (3)

$$\text{คุณสมบัติการเกิดอิมัลชัน (\%)} = \frac{\text{ปริมาตรสารละลายอิมัลชัน (ml)}}{\text{ปริมาตรของสารละลายทั้งหมด (ml)}} \times 100 \quad .....(3)$$

1.2 ถั่วพิวเร

1.2.1 การเตรียมถั่วพิวเร

นำถั่วแดง ถั่วทอง และถั่วขาว ปริมาณชนิดละ 150 กรัม ล้างให้สะอาด แช่ในน้ำเป็นเวลา 8 ชั่วโมง จากนั้นนำมาต้มในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส โดยถั่วในแต่ละชนิดใช้ระยะเวลาในการต้มที่แตกต่างกัน คือ ถั่วแดงต้มนาน 30 นาที ถั่วทองต้มนาน 7 นาที และถั่วขาวต้มนาน 1 ชั่วโมง ล้างด้วยน้ำอีกครั้งเพื่อลดอุณหภูมิ นำไปปั่นให้ละเอียดกับน้ำ 150 กรัม สำหรับถั่วแดง เมื่อปั่นละเอียดแล้ว ให้นำมากรองผ่านกระชอนละเอียดอีกครั้ง เพื่อกำจัดกากจากเปลือกออก

1.2.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ

นำถั่วพิวเรมาตรวจวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ ดังนี้

1) ปริมาณความชื้นของถั่วพิวเร โดยวิธี AOAC (2019) 925.10[7]

2) ค่าสีของถั่วพิวเร ด้วยเครื่องวัดสี (Spectraflash SF600 Plus, Datacolor, USA) โดยใช้รูรับแสงขนาด 9 มิลลิเมตร ในระบบ CIELAB และบันทึกค่าสี L* a* และ b* ทำการวิเคราะห์สิ่งทดลองละ 3 ซ้ำ

2. การศึกษาชนิดและปริมาณถั่วพิวเรต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ลดไขมัน

2.1 การเตรียมคุกกี้

คุกกี้เนยสูตรควบคุม มีส่วนผสมและปริมาณแสดงดัง Table 1 โดยการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรทั้ง 3 ชนิด จะใช้ถั่วพิวเรทดแทนส่วนของเนยจืด มีระดับการทดแทน 4 ระดับ คือ 15, 30, 45 และ 60% โดยน้ำหนักเนยจืด ดังนี้ เนยจืด:ถั่วพิวเร เป็น 85:15, 70:30, 55:45 และ 40:60 ตามลำดับ และยังใช้ส่วนผสมอื่น ๆ ในปริมาณที่คงเดิม

Table 1 Recipe of control butter cookie

ingredients	weight (g)
all purpose flour	120
unsalted butter	100
egg	50
caster sugar	45
baking powder	1.3
salt	0.8

ขั้นตอนการผลิตคุกกี้ เริ่มจากร่อนผสมแป้งสาลีอเนกประสงค์ ผงฟู และเกลือเตรียมไว้ จากนั้นตีผสมเนยจืดและน้ำตาลเบเกอรีเข้าด้วยกันด้วยเครื่องตีแป้งแบบมือถือ (HM45, Tefal, China) หัวตะกร้อด้วยความเร็วระดับ 3 นาน 2 นาที จนขึ้นฟู จึงเติมไข่ไก่แล้วตีให้เข้ากันอีกเล็กน้อย เติมถั่วพิวเรตามสัดส่วนแล้วตีผสมต่อด้วยความเร็วระดับ 1 อีก 30 วินาที จากนั้นเติมส่วนของแป้งอเนกประสงค์ที่ร่อนผสมเตรียมไว้ข้างต้น แล้วตีด้วยความเร็วระดับ 1 จนส่วนผสมทั้งหมดเข้ากันดีจึงตักแบ่งโดยใช้ที่ตักไอศกรีมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร นำไปอบในเตาอบ (HW-E007, House Worth, China) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 11 นาที นำคุกกี้มาพักให้เย็นบนตะแกรง 30 นาที เก็บรักษาในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง (30±2°C) เพื่อวิเคราะห์คุณภาพต่อไป

2.2 การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้ลดไขมัน

2.2.1 การวิเคราะห์ค่าสี

นำตัวอย่างคุกกี้ทั้งชิ้นมาวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Spectraflash SF600 Plus, Datacolor, USA) โดยใช้รูรับแสงขนาด 9 มิลลิเมตร ในระบบ CIE-LAB และบันทึกค่าสี L* a* และ b* โดยใช้ตัวอย่างละ 5 ชิ้น แต่ละชิ้นวัดค่าสี 3 ซ้ำ แล้วคำนวณหาค่าเฉลี่ย

2.2.2 การวัดค่าการแผ่ขยายตัว (Spread ratio)

วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของคุกกี้ทั้งหมด 6 ชิ้น ที่เรียงชนกัน จากนั้นจับคุกกี้แต่ละชิ้นทำมุม 90 องศา วัดความกว้างอีกครั้ง หาค่าเฉลี่ยความกว้างของคุกกี้ 1 ชิ้น วัดความหนาของคุกกี้ 6 ชิ้นที่วางเรียงซ้อนทับกัน จับคุกกี้วางเรียงใหม่ให้มีตำแหน่งต่างจากเดิม วัดความหนาอีกครั้ง หาค่าความหนาของคุกกี้ต่อ 1 ชิ้น คำนวณค่าการแผ่ขยายตัวจากอัตราส่วนระหว่างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางหารด้วยความหนาของคุกกี้ (AACC, 1983)[5]

2.2.3 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

นำชิ้นคุกกี้มาวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสด้วยเครื่องวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส (TA.XT plus, Stable Micro Systems, UK) ใช้หัววัดแบบใบมีด (Blade Set: HDP/BS) รูปแบบแรงกด (compression test) ความเร็วก่อนการทดสอบ 1.5 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วขณะทดสอบ 2.0 มิลลิเมตร/วินาที ความเร็วหลังการทดสอบ 10.0 มิลลิเมตร/วินาที ระยะทาง 5.0 มิลลิเมตร และแรงในการบีบอัด 10 กรัม บันทึกค่าแรงกดสูงสุดและระยะทางของเส้นกราฟ รายงานผลเป็นค่าความแข็งและค่าความกรอบ ตามลำดับ

2.3 การประเมินทางประสาทสัมผัส

การประเมินทางประสาทสัมผัสคุกกี้ทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเร จะทำการทดสอบ 2 ครั้ง

1) การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยเปรียบเทียบคุกกี้ที่ใช้ถั่วพิวเรชนิดเดียวกันแต่มีระดับการทดแทนไขมันแตกต่างกันและในการทดสอบจะใช้คุกกี้สูตรควบคุมเป็นตัวอย่างเปรียบเทียบด้วยเสมอ (0, 15, 30, 45 และ 60%) นำมาทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-Point Hedonic Scale Test ในด้านลักษณะปรากฏสี เนื้อสัมผัส ความกรอบร่วน รสชาติ กลิ่นรส ความหวาน ความมัน และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ได้รับการฝึกฝน จำนวน 20 คน ทั้งนี้เนื่องจากมีจำนวนตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง/ชนิดถั่วพิวเร การทดสอบทางประสาทสัมผัสนี้สำหรับคุกกี้ถั่วพิวเรแต่ละชนิดจึงดำเนินการต่างวันและใช้ผู้ทดสอบชิมต่างกลุ่มกัน ดังนั้นการพิจารณาคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสจึงเปรียบเทียบเฉพาะในกลุ่มคุกกี้ที่ใช้ถั่วพิวเรชนิดเดียวกันเท่านั้น

2) การทดสอบการยอมรับเพื่อคัดเลือกคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรต้นแบบ โดยนำคุกกี้ถั่วพิวเรที่สามารถทดแทนไขมันได้สูงสุดและได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม มาทดสอบทางประสาทสัมผัสอีกครั้งโดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน 30 คน เพื่อเลือกสูตรที่ยอมรับมากที่สุด 1 ตัวอย่าง เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบและใช้สำหรับการศึกษาอายุการเก็บในขั้นตอนต่อไป

3. การศึกษาอายุการเก็บ

นำผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรต้นแบบ ซึ่งเป็นผลจากการคัดเลือกการทดสอบทางประสาทสัมผัส มาศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ โดยผลิตคุกกี้สูตรดังกล่าวใหม่ทั้งหมด แล้วนำมาเก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิท นำไปทดสอบค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และการเกิดกลิ่นหืนโดยการตรวจวัดค่า peroxide value โดยสุ่มตัวอย่างวัดค่าดังกล่าวทุกเดือน จนมีค่าที่ติดตามเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่มีอายุการเก็บ 0 เดือน ถือว่าสิ้นสุดอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์

4. การวางแผนการทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) สำหรับการตรวจสอบทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัส วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความแตกต่างด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการทดลอง

1. คุณสมบัติของถั่วเมล็ดแห้ง 3 ชนิด คือ ถั่วแดง ถั่วทอง ถั่วขาว และถั่วพิวเร

องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบถั่วเมล็ดแห้ง ความสามารถในการการดูดซับน้ำ ความสามารถในการดูดซับน้ำมัน คุณสมบัติการเกิดอิมัลชัน แสดงดัง Table 2 และเมื่อนำถั่วทั้ง 3 ชนิด มาเตรียมเป็นถั่วพิวเรที่มีความหนืดเหมาะสม สามารถนำไปผลิตคุกกี้ได้ ถั่วพิวเรทั้ง 3 ชนิด มีความชื้นและค่าสีดัง Table 3

Table 2 Proximate composition of dry beans and water absorption capacity, oil absorption capacity, emulsifying activity of ground dry bean

properties		red kidney bean	split mung bean	white bean
proximate composition (%)	moisture content	13.05	6.35	12.28
	protein	21.98	23.04	19.98
	fat	1.96	2.04	2.08
	ash	3.03	2.91	2.88
	carbohydrate	59.98	65.66	62.78
	total dietary fiber	21.00	17.92	20.20
water absorption capacity (g/g)		6.25	10.02	10.88
oil absorption capacity (g/g)		1.38	1.15	1.12
emulsifying activity (ml/100 ml)		63.37	56.46	54.50

Table 3 Moisture content and color of bean puree

properties		red kidney bean	split mung bean	white bean
moisture content (% w/w)		75.53 ± 0.40 ^{ab}	76.99 ± 1.49 ^{a}	74.78 ± 1.05 ^{b}
color	L*	56.27 ± 1.45^{c}	74.38 ± 0.87^{a}	72.02 ± 0.16^{b}
	a*	7.45 ± 0.31^{a}	-1.58 ± 0.11^{c}	1.95 ± 0.20^{b}
	b*	6.91 ± 0.28^{c}	21.10 ± 0.84^{a}	13.64 ± 0.40^{b}

Note: The different superscript letters in the same row indicate a significantly different ($p \leq 0.05$)

2. ผลของชนิดและปริมาณการใช้ถั่วพิวเรต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ลดไขมัน

2.1 ลักษณะปรากฏ สี และค่าการแผ่ขยายตัวของคุกกี้ลดไขมัน

ผลิตภัณฑ์คุกกี้ลดไขมันที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเร ถั่วทองพิวเร และถั่วขาวพิวเร ที่ปริมาณต่าง ๆ กัน แสดงดัง Figure 1 และมีค่าสีดัง Table 4

ค่าการแผ่ขยายตัวของคุกกี้ลดไขมันแสดงดัง Table 5 พบว่า การเพิ่มปริมาณการทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเร ถั่วทองพิวเร และถั่วขาวพิวเร ส่งผลให้ค่าการแผ่ขยายตัวของคุกกี้มีแนวโน้มลดลงแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

Figure 1 Reduced fat butter cookies which using bean puree as fat replacer

Table 4 CIELAB color of reduce fat butter cookies which using bean puree as fat replacer

CIELAB color	level of using bean puree as fat replacer	red kidney bean puree	split mung bean puree	white bean puree
L*	0 %	79.05 ± 1.38 ^{b}		
	15 %	77.04 ± 1.60 ^{cd}	80.51 ± 0.51 ^{ab}	81.18 ± 1.09 ^{a}
	30 %	77.43 ± 0.89 ^{c}	81.13 ± 1.20 ^{a}	81.50 ± 0.44 ^{a}
	45 %	76.88 ± 0.54 ^{cd}	81.38 ± 0.89 ^{a}	81.11 ± 0.29 ^{a}
	60 %	75.72 ± 0.49 ^{d}	81.53 ± 1.09 ^{a}	81.45 ± 0.29 ^{a}
a*	0 %	8.08 ± 1.19 ^{a}		
	15 %	8.07 ± 1.27 ^{a}	6.53 ± 1.01 ^{bcd}	5.33 ± 0.81 ^{d}
	30 %	7.04 ± 0.42 ^{abc}	5.87 ± 0.95 ^{bcd}	5.32 ± 0.58 ^{d}
	45 %	6.08 ± 0.36 ^{abcd}	5.88 ± 0.81 ^{bcd}	5.57 ± 0.67 ^{cd}
	60 %	7.32 ± 0.62 ^{ab}	5.76 ± 0.61 ^{cd}	5.34 ± 0.42 ^{d}
b*	0 %	38.56 ± 1.10 ^{a}		
	15 %	36.35 ± 1.58 ^{ab}	37.35 ± 1.97 ^{a}	34.58 ± 1.09 ^{bcd}
	30 %	32.29 ± 2.12 ^{de}	36.46 ± 2.08 ^{abc}	33.71 ± 0.64 ^{cd}
	45 %	29.55 ± 0.96 ^{fg}	34.74 ± 0.92 ^{bcd}	33.03 ± 0.87 ^{de}
	60 %	28.08 ± 1.04 ^{g}	34.60 ± 1.02 ^{ef}	31.14 ± 0.99 ^{ef}

Note: The different superscript letters in the same each CIELAB color (L*, a*, b*) indicate a significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 5 Spread ratio of reduced fat butter cookies which using bean puree as fat replacer

level of using bean puree as fat replacer	spread ratio $^{(NS)}$		
	red kidney bean puree	split mung bean puree	white bean puree
0 %	7.91 ± 0.49		
15 %	7.83 ± 0.91	7.06 ± 0.25	7.85 ± 0.48
30 %	7.71 ± 0.70	7.15 ± 0.58	7.55 ± 0.46
45 %	7.05 ± 0.70	6.98 ± 0.50	6.89 ± 0.48
60 %	6.90 ± 0.44	7.36 ± 0.39	6.89 ± 0.48

Note: ^{NS} means non-significantly different ($p > 0.05$)

2.2 ความชื้นและลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ลดไขมัน

ความชื้นและลักษณะเนื้อสัมผัส (ความแข็งและความกรอบ) ของผลิตภัณฑ์คุกกี้ลดไขมันที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเร ถั่วทองพิวเรและถั่วขาวพิวเรที่ปริมาณต่าง ๆ กัน แสดงดัง Table 6

Table 6 Moisture content and texture characteristics of reduced fat butter cookies which using bean puree as fat replacer

properties	level of using bean puree as fat replacer	red kidney bean puree	split mung bean puree	white bean puree
moisture content (% w/w)	0 %	3.54 ± 0.43^{f}		
	15 %	3.94±0.52^{f}	5.91±0.44^{e}	6.09±0.60^{e}
	30 %	5.91±0.24^{e}	7.07±0.98^{de}	7.44±0.98^{e}
	45 %	8.27±1.02^{d}	9.50±0.96^{c}	11.38±0.51^{b}
	60 %	10.76±1.35^{b}	11.74±0.51^{b}	13.41±0.31^{a}
texture characteristic : hardness	0 %	1,426.95 ± 127.38^{g}		
	15 %	2,361.11±825.08^{fg}	3,436.38±1014.72^{ef}	3,567.95±341.48^{de}
	30 %	3,841.91±534.98^{cde}	4,962.00±378.33^{bc}	4,728.52±1056.71^{a}
	45 %	4,282.52±111.58^{cde}	6,241.28±255.91^{a}	6,028.20±513.37^{ab}
	60 %	4,282.52±111.58^{cde}	7,178.37±837.45^{a}	6,715.62±265.04^{a}
texture characteristic : crispiness	0 %	10.33 ± 3.28^{ab}		
	15 %	11.67±3.18^{a}	7.67±1.15^{bcd}	8.45±1.35^{abc}
	30 %	9.17±1.30^{abc}	5.89±2.84^{cde}	7.78±1.83^{bcd}
	45 %	4.67±0.94^{def}	2.89±1.39e^{f}	3.33±2.00^{ef}
	60 %	1.78±0.84^{f}	1.89±1.26^{f}	2.33±1.34^{ef}

Note: The different superscript letters of each properties indicate a significantly different ($p \leq 0.05$)

2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

1) การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส เนื่องจากการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรแต่ละชนิด มีระดับการทดแทน 4 ระดับ โดยมีตัวอย่างที่ไม่มีการทดแทนไขมันเป็นตัวอย่างควบคุม รวมทั้งสิ้นจะมีตัวอย่างคุกกี้ 5 ตัวอย่าง (0, 15, 30, 45 และ 60%) ต่อชนิดถั่วพิวเร การทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรแต่ละชนิดจึงดำเนินการต่างวันและใช้ผู้ทดสอบชิมต่างกลุ่มกัน เพื่อป้องกันไม่ให้มีจำนวนตัวอย่างในการทดสอบแต่ละครั้งมากเกินไป ดังนั้นการพิจารณาคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสจึง

เปรียบเทียบเฉพาะในกลุ่มคุกกี้ที่ใช้ถั่วพิวเรชนิดเดียวกันเท่านั้น ผลการประเมินทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม แสดงดัง Table 7

2) การทดสอบการยอมรับเพื่อคัดเลือกคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรต้นแบบ เมื่อพิจารณาผลการยอมรับโดยรวมจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับโดยรวมของคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรและถั่วขาวพิวเรในปริมาณร้อยละ 30 ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่คุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วทองพิวเรในปริมาณร้อยละ 15 ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งสามารถทดแทนไขมันได้น้อยกว่าถั่วพิวเรอีก 2 ชนิด ดังนั้น การทดสอบการยอมรับเพื่อคัดเลือกคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรต้นแบบจึงเปรียบเทียบระหว่างคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรและถั่วขาวพิวเรในปริมาณร้อยละ 30 พบว่า ผู้ทดสอบชิมเลือกคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรในปริมาณร้อยละ 30 ทั้งหมด 28 คน จาก 30 คน ดังนั้น**คุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรในปริมาณร้อยละ 30** เป็นชนิดและปริมาณของถั่วพิวเรที่สามารถทดแทนไขมันในคุกกี้ได้สูงสุดและเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบสำหรับการศึกษาอายุการเก็บรักษา

3. การศึกษาอายุการเก็บรักษาคุกกี้

ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรต้นแบบ ได้แก่ คุกกี้ที่ทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรในปริมาณร้อยละ 30 บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิท ได้แก่ ค่าสี ลักษณะเนื้อสัมผัส (ค่าความแข็ง ความแน่นเนื้อ และความกรอบ) และการเกิดกลิ่นหืน แสดงดัง Figure 2-5

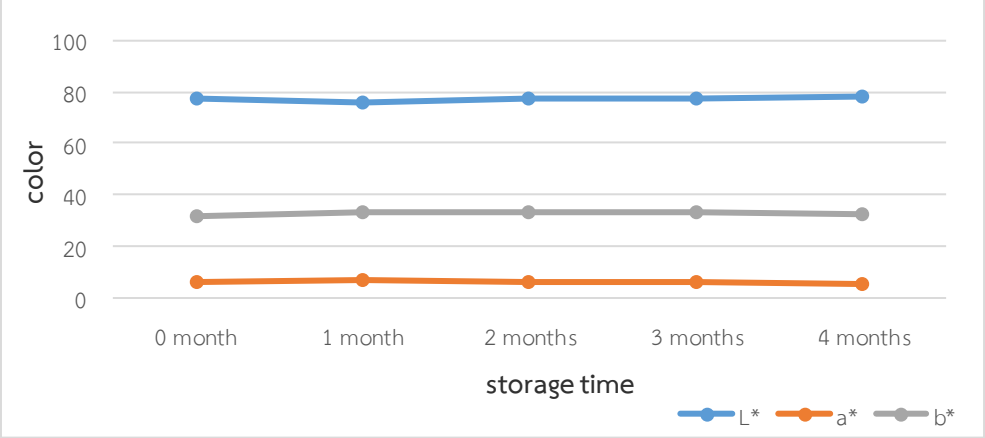

Figure 2 CIELAB color during storage of reduced fat butter cookies prototype

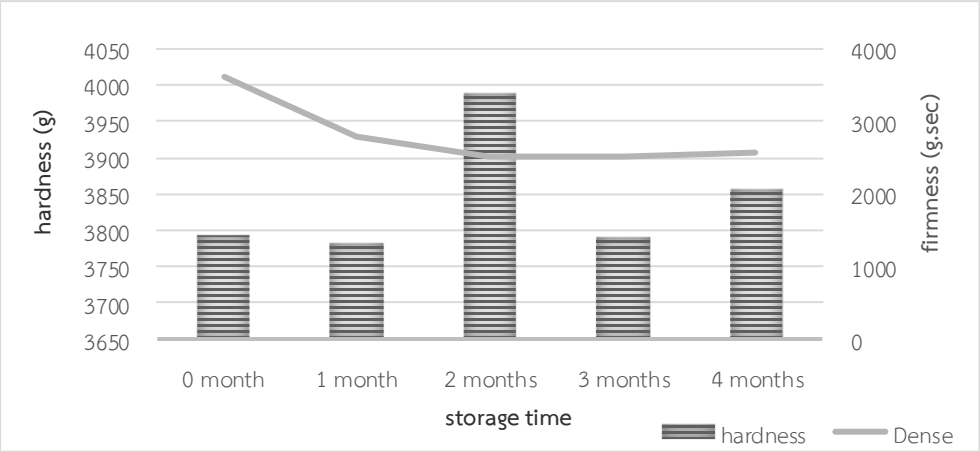

Figure 3 Texture in term of hardness and firmness during storage of reduced fat butter cookies prototype

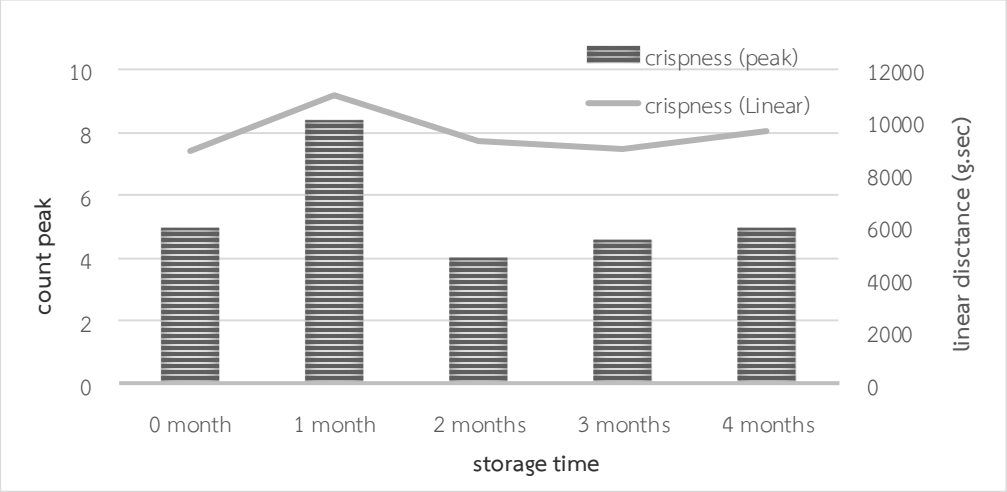

Figure 4 Crispness during storage of reduced fat butter cookies prototype

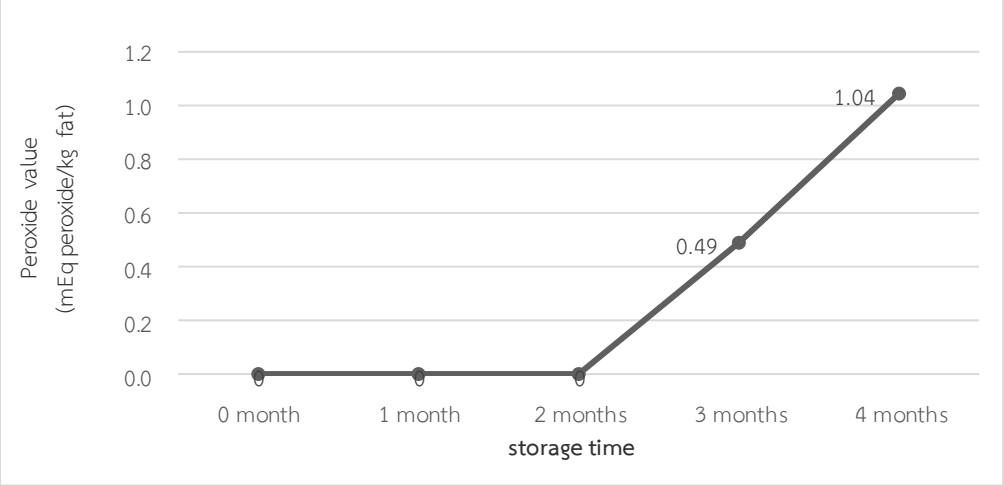

Figure 5 Peroxide value during storage of reduced fat butter cookies prototype

Table 7 Sensory score using 9-point hedonic scale test of reduced fat butter cookies which using bean puree as fat replacer

bean puree	level of using bean puree as fat replacer	appearance	color	overall texture	crumbly	taste	flavor	sweetness	oiliness	overall acceptance
red kidney bean puree	0 %	7.7 ± 1.6^{A}	8.0 ± 1.4^{A}	8.1 ± 1.0^{A}	7.8 ± 1.3^{A}	8.0 ± 1.0^{A}	8.2 ± 0.6^{A}	7.6 ± 1.1^{AB}	7.6 ± 1.0^{AB}	7.9 ± 1.0^{AB}
	15 %	7.6 ± 1.4^{AB}	8.0 ± 0.9^{A}	8.1 ± 0.9^{A}	8.3 ± 0.9^{A}	8.1 ± 0.9^{A}	8.0 ± 0.9^{A}	8.1 ± 1.0^{A}	8.1 ± 1.0^{A}	8.3 ± 0.8^{A}
	30 %	7.5 ± 1.0^{AB}	7.4 ± 1.1^{AB}	6.8 ± 1.1^{B}	6.7 ± 1.1^{B}	7.0 ± 0.9^{B}	6.9 ± 1.1^{B}	7.0 ± 1.0^{BC}	7.1 ± 1.2^{B}	7.1 ± 0.9^{B}
	45 %	6.9 ± 1.2^{AB}	6.9 ± 1.2^{B}	5.6 ± 1.8^{C}	5.6 ± 1.8^{C}	6.2 ± 1.6^{B}	6.2 ± 1.5^{C}	6.5 ± 1.6^{CD}	6.2 ± 1.7^{C}	5.8 ± 1.7^{C}
	60 %	6.8 ± 1.2^{B}	6.7 ± 1.5^{B}	4.5 ± 1.7^{D}	4.7 ± 1.8^{D}	5.3 ± 1.9^{C}	5.7 ± 1.3^{C}	6.1 ± 1.5^{D}	5.8 ± 1.6^{C}	5.0 ± 1.7^{C}
split mung bean puree	0 %	7.9 ± 0.9^{a}	7.9 ± 2.3^{a}	7.7 ± 1.3^{a}	7.6 ± 1.3^{a}	7.8 ± 1.1^{a}	7.7 ± 1.2^{a}	7.6 ± 1.1^{a}	7.6 ± 1.1^{a}	7.8 ± 1.2^{a}
	15 %	7.6 ± 1.1^{ab}	7.5 ± 1.3^{a}	7.4 ± 1.2^{a}	7.4 ± 13^{a}	7.6 ± 1.8^{a}	7.7 ± 1.3^{a}	7.6 ± 1.2^{a}	7.4 ± 1.1^{a}	7.7 ± 1.1^{a}
	30 %	6.8 ± 1.3^{bc}	7.0 ± 1.8^{a}	5.9 ± 1.9^{b}	5.6 ± 1.9^{b}	6.3 ± 1.8^{b}	6.3 ± 1.8^{b}	6.4 ± 1.5^{b}	6.0 ± 1.4^{b}	6.1 ± 1.4^{b}
	45 %	6.9 ± 1.3^{bc}	6.8 ± 1.7^{a}	5.1 ± 2.0^{bc}	5.1 ± 1.8^{b}	6.2 ± 1.9^{b}	6.2 ± 1.6^{b}	6.4 ± 1.5^{b}	6.5 ± 1.5^{b}	6.0 ± 1.8^{b}
	60 %	6.2 ± 1.7^{c}	5.7 ± 2.3^{a}	4.2 ± 1.5^{c}	3.8 ± 1.5^{c}	4.8 ± 1.9^{c}	4.9 ± 1.6^{c}	5.6 ± 2.9^{b}	4.8 ± 1.6^{c}	4.2 ± 1.8^{c}
white bean puree	0 %	7.3 ± 1.8^{x}	7.3 ± 1.8^{x}	6.8 ± 2.1^{x}	6.9 ± 2.0^{x}	7.4 ± 1.4^{x}	7.7 ± 1.4^{x}	7.8 ± 1.1^{x}	7.6 ± 1.3^{x}	7.4 ± 1.4^{x}
	15 %	7.2 ± 1.6^{x}	7.5 ± 1.8^{x}	7.1 ± 1.5^{x}	7.1 ± 1.2^{x}	7.2 ± 1.4^{x}	6.8 ± 1.5^{x}	7.3 ± 1.5^{x}	7.1 ± 1.5^{xy}	7.3 ± 1.1^{x}
	30 %	7.1 ± 1.9^{x}	7.2 ± 2.1^{x}	6.0 ± 2.3^{x}	5.7 ± 2.0^{y}	6.6 ± 1.9^{y}	6.5 ± 1.7^{y}	7.0 ± 1.6^{x}	6.5 ± 1.7^{y}	6.5 ± 1.9^{x}
	45 %	6.2 ± 1.8^{x}	6.4 ± 1.8^{x}	4.5 ± 1.6^{y}	4.4 ± 1.5^{y}	5.7 ± 1.7^{y}	5.4 ± 1.4^{y}	6.0 ± 1.7^{y}	5.5 ± 1.7^{z}	4.9 ± 1.5^{y}
	60 %	6.1 ± 1.7^{x}	6.2 ± 2.1^{x}	4.0 ± 1.8^{y}	4.1 ± 1.7^{z}	5.3 ± 1.6^{z}	5.2 ± 1.6^{z}	5.8 ± 2.0^{y}	5.2 ± 2.0^{z}	4.8 ± 1.6^{z}

Note: The different superscript letters in the same column of each bean puree indicate a significantly different ($p \leq 0.05$)

วิจารณ์

1. คุณสมบัติของถั่วเมล็ดแห้งและถั่วพิวเร

ถั่วเมล็ดแห้งทั้ง 3 ชนิด มีองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณใกล้เคียงกัน เป็นที่น่าสังเกตว่าถั่วทองหรือถั่วเขียวเลาะเปลือกมีปริมาณกากใยอาหารทั้งหมดน้อยที่สุดแม้ว่าจะมีความชื้นต่ำที่สุด ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะการตรวจสอบองค์ประกอบในตัวอย่างถั่วเมล็ดแห้ง ถั่วทองเป็นถั่วชนิดเดียวในการศึกษาครั้งนี้ที่ไม่มีเปลือก ดังนั้นกากใยอาหารจึงต่ำ ในขณะที่โปรตีนและคาร์โบไฮเดรตสูงที่สุด

ถั่วพิวเรทั้ง 3 ชนิด มีความชื้นใกล้เคียงกัน ถั่วทองพิวเรและถั่วขาวพิวเรมีความสามารถในการดูดซับน้ำ ความสามารถในการดูดซับน้ำมัน และคุณสมบัติการเกิดอิมัลชันใกล้เคียงกัน ในขณะที่ถั่วแดงมีความสามารถในการดูดซับน้ำมันและคุณสมบัติการเกิดอิมัลชันสูงกว่าถั่วชนิดอื่น ๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงข้อได้เปรียบของการนำมาใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนไขมัน

เมื่อพิจารณาค่าสีของถั่วแดงพิวเร ถั่วทองพิวเร และถั่วขาวพิวเร จากค่า L* (ค่าความสว่าง) a* (ค่าความเป็นสีแดง) และ b* (ค่าความเป็นสีเหลือง) (Table 3) พบว่า ถั่วทองพิวเรมีความสว่างสูงสุด ตามด้วยถั่วขาวพิวเร และถั่วแดงพิวเรที่มีค่าความสว่างต่ำสุด โดยถั่วทองพิวเรและถั่วขาวพิวเรมีค่าความสว่างค่อนข้างใกล้เคียงกัน และจากค่า a* จะเห็นได้ว่าถั่วแดงพิวเรและถั่วขาวพิวเร มีค่าไปทางบวกซึ่งแสดงถึงความเป็นสีแดง ขณะที่ค่า a* ของถั่วทองพิวเรมีค่าไปทางลบซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเขียว และในส่วนค่า b* พบว่า ถั่วพิวเรทั้ง 3 ชนิด มีค่าไปทางบวกซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเหลือง โดยถั่วทองพิวเรให้ค่าความเป็นสีเหลืองสูงสุด ตามด้วยถั่วขาวพิวเร และถั่วแดงพิวเรที่มีค่าต่ำสุด

2. ผลของชนิดและปริมาณการใช้ถั่วพิวเรต่อคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการประเมินทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ลดไขมัน

2.1 ลักษณะปรากฏและสีของคุกกี้

ชนิดและปริมาณการใช้ถั่วพิวเรไม่ส่งผลต่อรูปทรงของคุกกี้ (Figure 1) ซึ่งสอดคล้องกับค่าการแผ่ขยายตัวของคุกกี้ที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5) แต่มีผลต่อค่าสีของคุกกี้ที่ต่างกันอย่างนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Table 4) โดยการเพิ่มปริมาณถั่วแดงพิวเร ส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) ลดลง ขณะที่คุกกี้ที่มีการเพิ่มปริมาณถั่วทองพิวเรและถั่วขาวพิวเร ไม่ส่งผลให้ค่าความสว่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) คุกกี้ที่การทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเร ถั่วทองพิวเร และถั่วขาวพิวเร ส่งผลให้ค่า a* มีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม แต่การเพิ่มปริมาณการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรทั้ง 3 ชนิด ตั้งแต่ร้อยละ 15-60 ไม่ส่งผลต่อค่า a* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่การเพิ่มระดับการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรทั้ง 3 ชนิด ส่งผลให้ค่า b* ลดลง ซึ่งแสดงถึงความเป็นสีเหลืองลดลงเนื่องจากเมื่อปริมาณเนยลดลง ปริมาณบีตา-แคโรทีนซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีเหลืองที่พบในเนยจึงลดลงด้วย

2.2 ความชื้นและลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้ลดไขมัน

คุกกี้สูตรควบคุมและคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรแต่ละชนิดที่ปริมาณต่าง ๆ มีความชื้นและลักษณะเนื้อสัมผัสของคุกกี้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (Table 6) โดยคุกกี้จะมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้นแต่ค่าความกรอบลดลงเมื่อมีการเพิ่มปริมาณการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรทั้ง 3 ชนิด เป็นผลมาจากการลดลงของปริมาณไขมันซึ่งทำหน้าที่ช่วยให้คุกกี้มีความโปร่งและกรอบร่วน และการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นจากถั่วพิวเร ด้วยเหตุนี้การเติมถั่วพิวเรจึงส่งผลให้คุกกี้มีความกรอบลดลง โดยถั่วพิวเรแต่ละชนิดมีระดับการทดแทนไขมันแตกต่างกันที่ส่งผลให้คุกกี้ยังคงมีค่าความกรอบไม่แตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) คือ ถั่วแดงพิวเรและถั่วขาวพิวเรที่ระดับการทดแทนร้อยละ 30 ในขณะที่ถั่วทองพิวเรที่ระดับการทดแทนร้อยละ 15

2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส

1) ผลทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม แสดงดัง Table 7 พบว่า การเพิ่มปริมาณถั่วแดงพิวเร ถั่วทองพิวเร และถั่วขาวพิวเร ส่งผลต่อคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส ความกรอบร่วน รสชาติ กลิ่นรส ความหวาน ความมัน และความชอบโดยรวม มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ทั้งนี้คุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรปริมาณร้อยละ 15 ได้รับคะแนนความชอบในทุกด้านไม่มีความแตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่เมื่อมีการเพิ่มปริมาณถั่วแดงพิวเรร้อยละ 30 ขึ้นไป พบว่า ค่าคะแนนความชอบในหลายคุณลักษณะความแตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ยกเว้น ลักษณะปรากฏ สี ความหวาน และความมัน เมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบโดยรวมพบว่าตัวอย่างที่สามารถทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรได้ปริมาณสูงสุดโดยผู้ทดสอบให้การยอมรับไม่แตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) คือ คุกกี้ที่ทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรร้อยละ 30

สำหรับการทดแทนไขมันด้วยถั่วทองพิวเร พบว่า มีแนวโน้มในด้านต่าง ๆ ลักษณะเดียวกันกับการใช้ถั่วแดงพิวเร แต่เมื่อมีการทดแทนไขมันด้วยถั่วทองพิวเรตั้งแต่ร้อยละ 30 ขึ้นไป พบว่า ค่าคะแนนความชอบในทุกด้านยกเว้นสีมีความแตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังนั้นปริมาณถั่วทองพิวเรที่สามารถทดแทนไขมันในคุกกี้ได้สูงสุดคือร้อยละ 15 โดยที่ผู้บริโภคยังให้การยอมรับไม่แตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

การทดแทนไขมันด้วยถั่วขาวพิวเร มีแนวโน้มในลักษณะเดียวกันกับการใช้ถั่วแดงพิวเรและถั่วทองพิวเร เมื่อมีการเพิ่มปริมาณถั่วขาวพิวเรที่ร้อยละ 30 ขึ้นไป ส่งผลให้ค่าคะแนนความชอบต่อความกรอบร่วน รสชาติ กลิ่นรส และความมันแตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่คะแนนความชอบในด้าน

ลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส ความหวาน และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างจากสูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ดังนั้นเมื่อพิจารณาจากคะแนนความชอบโดยรวม ตัวอย่างที่สามารถทดแทนไขมันด้วยถั่วขาวพิวเรได้ปริมาณสูงสุดโดยผู้ทดสอบให้การยอมรับไม่แตกต่างจากคุกกี้สูตรควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) คือ คุกกี้ที่ทดแทนไขมันด้วยถั่วขาวพิวเรร้อยละ 30

2) การทดสอบการยอมรับเพื่อคัดเลือกคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรต้นแบบ ผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 30 คน เลือกคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรร้อยละ 30 จำนวน 28 คน โดยให้เหตุผลว่ามีเนื้อสัมผัสที่ดีกว่าคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วขาวพิวเรโดยเฉพาะด้านความกรอบ ดังนั้นคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรในปริมาณร้อยละ 30 เป็นคุกกี้ที่มีการทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรต้นแบบ

3. การศึกษาอายุการเก็บคุกกี้

การเก็บผลิตภัณฑ์คุกกี้ต้นแบบในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้อง ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ได้แก่ สีและลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ แต่เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมี ทำให้เกิดกลิ่นหืน พิจารณาจากค่า peroxide ที่เปลี่ยนแปลงในเดือนที่ 3 และสูงขึ้นในเดือนที่ 4 ดังนั้นจึงยุติการศึกษาอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ จากผลการทดลองดังกล่าวสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์คุกกี้ลดไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรต้นแบบสามารถเก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้องได้อย่างน้อย 2 เดือน

สรุป

ถั่วพิวเรมีความชื้นใกล้เคียงกันแต่มีสีแตกต่างกันขึ้นอยู่กับสีของถั่วแต่ละชนิด เมื่อนำไปใช้ทดแทนไขมันในคุกกี้พบว่า ชนิดถั่วพิวเรและระดับการทดแทนไขมันส่งผลต่อคุณสมบัติของคุกกี้ต่างกัน การทดแทนไขมันด้วยถั่วพิวเรส่งผลให้คุกกี้มีสีแตกต่างจากสูตรควบคุม การเพิ่มปริมาณถั่วแดงพิวเรส่งผลให้ค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ลดลง (p≤0.05) ในขณะที่การเพิ่มปริมาณถั่วทองพิวเรและถั่วขาวพิวเรไม่ส่งผลต่อค่าความสว่าง (L*) และค่าความเป็นสีแดง (a*) (p>0.05) แต่ส่งผลให้ค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ลดลง (p≤0.05) การเพิ่มปริมาณถั่วพิวเรทั้ง 3 ชนิดส่งผลให้คุกกี้มีความชื้นและค่าความแข็งสูงขึ้นแต่ความกรอบลดลง เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบโดยรวมจากการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสพบว่า ปริมาณของถั่วพิวเรที่สามารถทดแทนไขมันในคุกกี้ได้สูงสุดโดยที่ผู้บริโภคยังให้การยอมรับไม่แตกต่างจากตัวอย่างสูตรควบคุม คือ การทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรและถั่วขาวพิวเรร้อยละ 30 ในขณะที่ถั่วทองพิวเรสามารถทดแทนไขมันได้เพียงร้อยละ 15 การคัดเลือกผลิตภัณฑ์ต้นแบบจากตัวอย่างที่สามารถทดแทนไขมันได้สูงสุด คือ คุกกี้ทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรและถั่วขาวพิวเรร้อยละ 30 โดยผู้ชิม 30 คน พบว่า ผู้ชิม 28 คน เลือกคุกกี้ทดแทนไขมันด้วยถั่วแดงพิวเรเป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบ ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้สามารถเก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์ปิดสนิทที่อุณหภูมิห้องได้อย่างน้อย 2 เดือน โดยไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี ลักษณะเนื้อสัมผัส และไม่เกิดกลิ่นหืน

กิตติกรรมประกาศ

บทความวิจัยนี้เป็นการเผยแพร่ผลการทดลองโครงการ การใช้ถั่วพิวเรทดแทนไขมันในคุกกี้ รหัสโครง ว-ท(ด) 111.54 ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีงบประมาณ 2554 โดยมี คุณศรุดา (ตวิษา) โลหะนะ เป็นหัวหน้าโครงการ

เอกสารอ้างอิง

1. ธีรนุช ฉายศิริโชติ. ขนมอบ คู่มือบทปฏิบัติการเทคโนโลยีขนมอบ. กรุงเทพมหานคร: สถาบันราชภัฏสวนดุสิต; 2546.
2. O'Connor TP, O'Brien NM. Fat Replacers. Reference Module in Food Science. 2016.
3. สิรินาถ ตัณฑเกษม, สุภางค์ เรืองฉาย. การทดแทนไขมันในคุกกี้โดยใช้ถั่วลิสงบด. วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย. 2554;31(2):114-125.
4. มนตรี ฉายสว่าง, อภินันท์ ศรีไพวัลย์, สมใจ สืบเสาะ. การใช้เบต้ากลูแคนและถั่วลันเตาบดเป็นสารทดแทนไขมันในคุกกี้เนย ชนิดปราศจากกลูเตนและไขมันทรานส์. วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา. 2562;24(1):272-283.
5. วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, สันทัด วิเชียรโชติ, อุดมลักษณ์ สุขอัตตะ. การเพิ่มมูลค่ากากสมันไพรไทยบางชนิดที่เป็นส่วนเหลือทิ้งจากกระบวนการสกัดโดยใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารเพื่อสุขภาพ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์. สำนักงานคณะกรรมการการวิจัยแห่งชาติ. 2560;120-122.
6. พัสตราภรณ์ ทองอิ่มพงษ์, ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, อรพิน เกิดชูชื่น, สุรพงษ์ พินิจกลาง, เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์. สมบัติต้านอนุมูลอิสระและสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนจากกากทานตะวันที่ไฮโดรไลซ์ด้วยเอนไซม์โบรมิเลนและ Flavourzyme®. วารสารวิจัยและพัฒนา มจธ. 2559;39(4):565-583.
7. AACC. Approved method of the American association of cereal chemists. 8th ed. St paul: American association of cereal chemists. 1983;inc.10-50D.