

รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด ปีงบประมาณ 2558

-
1. ชุดโครงการวิจัย : วิจัยและพัฒนาการเพิ่มมูลค่าผลผลิต
 2. โครงการวิจัย : การผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่จากพืช
กิจกรรม : การวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพ
กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) :
 3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : การพัฒนาแป้งผสมสำเร็จรูปที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพื่อสุขภาพจากผลิตผลเกษตร
ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ) : Development of mixed flour used in healthy bakery from agricultural products
 4. คณะผู้ดำเนินงาน
หัวหน้าการทดลอง : นางสาวจรรุวรรณ รัตนสกุลธรรม กวป.
ผู้ร่วมงาน : นางสาวสุปรียา สุขเกษม กวป.

5. บทคัดย่อ

การผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพื่อสุขภาพจากผลิตผลเกษตร ทำการทดลองที่กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร ปี 2554-2558 โดยทำการผลิตแป้งข้าวโพด แป้งฟักทอง แป้งมันสำปะหลัง และกากผลหม่อนอบแห้ง เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เพื่อสุขภาพ และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาเป็นแป้งผสมสำเร็จรูป พบว่า แป้งข้าวโพดสามารถทดแทนในผลิตภัณฑ์ขนมปังได้ 30% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) แป้งฟักทองสามารถทดแทนในผลิตภัณฑ์ขนมปังได้ 10% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) แป้งมันสำปะหลังสามารถทดแทนในผลิตภัณฑ์เค้กบัตเตอร์และเค้กช็อคโกแลตได้ 70% และ 35% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) ตามลำดับ ส่วนกากผลหม่อนสามารถทดแทนในผลิตภัณฑ์ขนมปังและคุกกี้ได้ไม่เกิน 4% และ 5% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) ตามลำดับ จากนั้นทำการผลิตแป้งผสมสำเร็จรูปตามสูตรที่เหมาะสม และศึกษาอายุการเก็บรักษาของแป้ง โดยบรรจุในถุงอะลูมิเนียมพอยล์ เก็บในอุณหภูมิห้อง สามารถเก็บได้เป็นเวลานานน้อยกว่า 6 เดือน ซึ่งแป้งผสมสำเร็จรูปยังคงที่ความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

คำสำคัญ : แป้งข้าวโพด แป้งฟักทอง แป้งมันสำปะหลัง กากผลหม่อน

Abstract

The production of healthy bakery makes from many agricultural products which carried out during October 2011 to September 2015 at PHPRD, Bangkok. These experiments were determined by four agricultural products as corn, pumpkin, *Coleus tuberosus* Benth, and mulberry pomace dried. The results showed corn flour and pumpkin flour can substitute for wheat flour to make bread as 30% and 10% (w/w), respectively by total weight of wheat flour. However, *Coleus tuberosus* flour was replaced by wheat flour to make a butter cake and chocolate cake at 70% and 35% , respectively (by weight of wheat flour). For mulberry pomace dried substituted for wheat flour to make bread and cookie products at 4% and 5% , respectively (by weight of wheat flour). The suitability formula of mixed flour production was contained in an aluminum foil bag. These packing were kept at ambient temperature for at least 6 months. The result found the moisture of mixed flour production was constantly acceptable standard.

Keywords : wheat flour, pumpkin flour, *Coleus tuberosus* Benth flour, mulberry pomace

6. คำนำ

แป้ง หมายถึง คาร์โบไฮเดรตที่มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจนเป็นส่วนใหญ่ มีสิ่งเจือปนอื่น เช่น โปรตีน ไขมัน เกลือแร่ น้อยมาก แป้งที่ผลิตโดยทั่วไปที่ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ อยู่มาก เรียกว่า ฟลาวัวร์ (flour) เช่น แป้งข้าวโพด (corn flour) แป้งข้าวสาลี (wheat flour) แต่เมื่อสกัดสิ่งเจือปน อันหมายถึงโปรตีน ไขมัน เกลือแร่อื่นๆ ออกไปจนเหลือแป้งบริสุทธิ์เป็นส่วนใหญ่ จึงเรียกว่าสตาร์ช (starch) เช่น สตาร์ชข้าวโพด (corn starch) สตาร์ชข้าวสาลี (wheat starch) แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตที่สะสมอยู่ในพืชชั้นสูง พบในคลอโรพลาสต์ (ใบใบ) และในส่วนของพืชใช้เป็นแหล่งเก็บอาหาร เช่น เมล็ดและหัว แป้งเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในโภชนาการของมนุษย์ อาหารส่วนใหญ่จะมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก เช่น ข้าว ขนมปัง ก๋วยเตี๋ยว และพาสต้า มนุษย์ได้รับแป้งจากพืชแตกต่างกันตามภูมิประเทศในโลก ทางด้านทวีป

อเมริกาเหนือ/กลาง จะมีข้าวโพด ข้าวสาลีเป็นแหล่งให้แป้งที่สำคัญ ทางยุโรปมีมันฝรั่ง และแถบเอเชีย แอฟริกา มีข้าวและมันสำปะหลัง เป็นต้น แต่ที่สำคัญที่มีการใช้กันทั่วโลกคือ แป้งข้าวโพด แป้งมันฝรั่ง แป้งข้าวสาลีและแป้งมันสำปะหลัง สำหรับในประเทศไทยแป้งที่ผลิตมากที่สุด คือ แป้งมันสำปะหลัง (การผลิตแป้งอื่นๆ เช่น แป้งข้าว) แป้งที่ใช้กันมากในการบริโภคเป็นอาหารในประเทศ คือ แป้งสาลีซึ่งต้องนำข้าวสาลีเข้ามาแปรรูปเป็นแป้งและนำเข้าในรูปแบบของฟลาวัวร์ (กล้าณรงค์ และเกื้อกุล, 2546)

แป้งผสมสำเร็จรูป หมายถึง แป้งที่มีส่วนผสมของสารอื่นที่แห้งผสมอยู่ด้วย เช่น น้ำตาล นมผง ไข่ผง และเนยขาว อาจมีสีสแต่งผสมอยู่ในแป้งบางชนิด โดยมีจุดประสงค์เพื่อความสะดวก รวดเร็วในการใช้แป้งของผู้ใช้ เป็นการช่วยประหยัดเวลา และเนื้อที่ในการเก็บส่วนผสมหลายชนิด รวมทั้งแรงงานในการเตรียมส่วนผสมเพียงแต่เติมแต่งของเหลวและส่วนผสมอื่นอีกเล็กน้อย แล้วนำเข้าเครื่องผสมให้เข้ากัน ทำเป็นผลิตภัณฑ์ได้คุณภาพสม่ำเสมออีกด้วย (อรอนงค์, 2540) แป้งผสมสำเร็จจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคให้ความสนใจเป็นอย่างมาก เนื่องจากสะดวกสบายและประหยัดเวลาในการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ

ข้าวโพดเป็นพืชในตระกูลหญ้า (Gramineae) เช่นเดียวกับข้าว มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays* L. ข้าวโพดเป็นธัญพืชสำคัญอย่างหนึ่งของโลก รองจากข้าวเจ้าและข้าวสาลี ข้าวโพดนับเป็นพืชอาหารหลักที่ใช้ประโยชน์ได้อย่างกว้างขวาง สำหรับประเทศไทยข้าวโพดนับว่าเป็นพืชไร่ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่งที่ปลูกได้ตลอดทั้งปีและปลูกได้ทั่วไปทุกภาคของประเทศ แหล่งปลูกข้าวโพดที่สำคัญอยู่ในภาคเหนือ รองลงมาคือภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลาง เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของข้าวโพดคือ แป้ง 59.4% โปรตีน 8.2%และไขมัน 4.0% นอกนั้นเป็นส่วนของ เยื่อใย ถั่ว และน้ำตาล (Knight, 1969) ข้าวโพดสามารถนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอาหารได้หลายชนิด เช่น แป้ง สตาร์ช ไซรัป น้ำตาล เบียร์และวิสกี นอกจากนี้ Rodriguez-Amaya *et al.* (2011) รายงานว่า ข้าวโพดเป็นแหล่งของ carotenoids คือ xanthophylls, lutein, zeaxanthin, β -carotene และ β -cryptoxanthin ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชัน

ฟักทองเป็นพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Cucurbita* spp. พันธุ์ฟักทองที่นิยมปลูกได้แก่ *Cucurbita pepo*, *Cucurbita maxima* และ *Cucurbita moschata* ลักษณะของฟักทอง มีเปลือกสีเขียวคล้ำ ร่องผลเป็นพู เปลือกขรุขระ ผลแก่จะขึ้นนวลสีขาวทั้งผล ฟักทองเป็นพืชที่มีสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกาย จึงสามารถนำมาประกอบอาหารได้ทั้งคาวและหวาน โดยส่วนของเนื้อฟักทองที่บริโภคได้ 100 g มีปริมาณเยื่อใย 1.1 g วิตามินเอ เท่ากับ 1600 IU และวิตามินซี เท่ากับ 9 mg (Robinson and Decker-Walters, 1997) ที่สำคัญฟักทองเป็นแหล่งของ β -carotene ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการสร้างวิตามินเอ นอกจากนี้ β -carotene ยังทำหน้าที่เป็นสารต้านออกซิเดชันโดยกำจัดอนุมูลอิสระช่วยลดการเกิดโรคมะเร็ง และป้องกันการเกิดโรคหัวใจ (See *et al.*, 2007)

มันขี้หนูมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Coleus tuberosus*, Benth หรือ *Coleus parviflorus*, Benth เป็นพืชท้องถิ่นที่ปลูกทางภาคใต้ของประเทศไทย นิยมปลูกเป็นพืชคลุมดินในสวนยางพารา มีขนาดเล็ก ประมาณ 2-3 เซนติเมตร หัวท้ายเรียวยาว เปลือกบาง ผิวเปลือกสีหม่นหรือดำ หัวมีลักษณะคล้ายกับขี้หนูจึงเรียกว่ามันขี้หนู เนื้อภายในสีขาว มีความสำคัญทางเศรษฐกิจของภาคใต้สร้างรายได้ให้แก่เกษตรกรได้มาก เพราะมีราคาค่อนข้างสูง มันขี้หนูจึงเป็นพืชที่ทำรายได้ให้กับประเทศได้อีกชนิดหนึ่งโดยส่งขายให้กับประเทศเพื่อนบ้าน เช่น มาเลเซีย และอินโดนีเซีย เป็นต้น (จิระ, 2536) คุณค่าทางโภชนาการของมันขี้หนู (หัวเล็ก) 100 g ให้พลังงาน 78 kcal ประกอบด้วย น้ำ 80.6 g คาร์โบไฮเดรต 17.0 g โปรตีน 0.5 g ไขมัน 0.6 g เถ้า 0.6 g เยื่อใย 0.7 g แคลเซียม 19 mg เบต้าแคโรทีน 7 µg ในอานีน 1.8 mg วิตามินซี 4 mg (กองโภชนาการ, 2544) การใช้ประโยชน์จากมันขี้หนูคือนำมาบริโภคสด หรือต้มใส่เกลือรับประทานเป็นของว่าง ใช้เป็นส่วนผสมในแกงต่างๆ เช่น แกงเหลือง แกงไตปลา แกงกะทิ ปัจจุบันการใช้ประโยชน์จากมันขี้หนูยังมีค่อนข้างน้อยและยังไม่มีมีการนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นนอกจากแป้ง (ภูายิน, 2543) การนำมันขี้หนูมาใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะส่งเสริมการใช้ประโยชน์จากมันขี้หนูมากขึ้น

หม่อน (Mulberry) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Morus* spp. ผลหม่อนเป็นแหล่งของสารประกอบฟีนอลิก ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นสารต้านออกซิเดชันที่ป้องกันการเกิดโรคเรื้อรังต่างๆ เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ เป็นต้น ปัจจุบันผลหม่อนมีการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อลดปัญหาการเน่าเสีย ยืดอายุการเก็บรักษาและเป็นการเพิ่มมูลค่าของผลหม่อน ผลิตภัณฑ์จากหม่อน เช่น ไวน์ น้ำผลไม้ แยม เยลลี่ และลูกอม ผลิตภัณฑ์ที่นิยมแปรรูปของผลหม่อนคือ น้ำผลหม่อน กากผลหม่อนถือเป็นผลพลอยได้หลังจากทำการคั้นน้ำ ซึ่งยังมีสารสำคัญต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายเหลืออยู่ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่นหรือใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อื่นๆ ต่อไป (ศุทธิณี, 2556)

ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่สามารถบริโภคได้สะดวก รวดเร็ว ราคาไม่แพงและหาซื้อได้ง่ายจึงเป็นทางเลือกสำหรับการบริโภค โดยทั่วไปแล้วผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทำจากแป้งสาลีซึ่งต้องนำเข้าจากต่างประเทศ แม้จะมีการผลิตข้าวสาลีได้ภายในประเทศแต่ยังมีผลผลิตต่ำไม่เพียงพอต่อความต้องการ ข้าวโพด พักทอง มันขี้หนู เป็นผลิตผลเกษตรที่มีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นแป้งจึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ทำให้สามารถลดปริมาณการใช้แป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ สำหรับการใช้อากผลหม่อนซึ่งเป็นผลพลอยได้จากกระบวนการแปรรูปในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่เป็นการเพิ่มมูลค่าของเหลือทิ้งจากกระบวนการแปรรูป การทดลองนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์เบเกอรี่จากแป้งสาลีผสมแป้งชนิดต่างๆ เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมสำหรับเป็นแนวทางในการพัฒนาแป้งผสมสำเร็จรูป

7. วิธีดำเนินการ

- อุปกรณ์

1. วัตถุดิบ ได้แก่ ข้าวโพดหวาน ฟักทอง มันขี้หนู และกากผลหม่อน
2. อุปกรณ์และสารเคมีสำหรับเตรียมวัตถุดิบ ได้แก่ มีด กะละมังสแตนเลส ทัพพี เครื่องบดละเอียด โพรแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ ที่ร้อนแบ่งความละเอียดขนาด 150 μm เครื่องหั่นสไลด์ ตู้อบลมร้อน
3. ส่วนผสมสำหรับทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ แป้งสาลี เนย น้ำตาลทราย ยีสต์แห้ง นมข้นจืด สารเสริมคุณภาพ ไซโก้ เกลือป่น ผงโกโก้ เบคกิ้งโซดา ผงฟู วานิลลา แป้งข้าวโพด นมผง และ โอวาเล็ต
4. อุปกรณ์สำหรับทำผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ ตู้อบขนม พิมพ์และกระดาษรองพิมพ์ ที่ตัดแบ่งพาย ถาด กะละมัง ตะแกรงพักขนม
5. อุปกรณ์และเครื่องมือวิทยาศาสตร์สำหรับวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ เครื่องแก้ว เครื่องชั่งไฟฟ้า เครื่องวัดสี เครื่องเหวี่ยงแยก (centrifuge) เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกทิวิตี อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เครื่องผสมสารละลาย (vortex mixer) ตู้อบลมร้อน

- วิธีการ

1. การผลิตแป้งข้าวโพด แป้งฟักทอง แป้งมันขี้หนู และการทำแห้งกากผลหม่อน

1.1 การผลิตแป้งข้าวโพดและแป้งฟักทอง

นำข้าวโพดมาปอกเปลือก ล้าง ผานเอาแต่เมล็ด สำหรับฟักทองปอกเปลือก ล้าง หั่นตามขวางเป็นแผ่นหนาประมาณ 2 mm ด้วยเครื่องหั่นสไลด์ ทำการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการใช้สารละลาย โพรแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ เพื่อช่วยยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในระหว่างการทำแห้ง โดยแช่เมล็ดข้าวโพดหรือ ฟักทองในสารละลายโพรแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 2 ระดับคือ 0.05 และ 0.1% และระยะเวลา 2 ระดับคือ 5 และ 10 นาที จากนั้นสะเด็ดน้ำ นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 55 °C จนเหลือความชื้นสุดท้ายไม่เกิน 14% บดด้วยเครื่องบดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 μm นำมาวัดค่าสี เพื่อเลือกสภาวะที่เหมาะสม และทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

1.2 การผลิตแป้งมันขี้หนู ทำการศึกษาวิธีการเตรียมแป้งมันขี้หนู 3 วิธี ขั้นตอนดังนี้ คือ ล้าง เศษดินออกให้หมด ปอกเปลือก ล้างน้ำตั้งทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ แป้งมันขี้หนูออกเป็น 3 ส่วน

ส่วนที่ 1 แช่ในสารละลายกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 1% เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นนำหัวมันขี้หนูและ สารละลายที่เข้มข้นให้ละเอียด กรองผ่านผ้ากรอง ล้างด้วยน้ำ และตากตะกอนแป้ง นำตะกอนแป้งที่ได้ไปอบ ที่อุณหภูมิ 55 °C จนเหลือความชื้นไม่เกิน 14% ทำการบดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 μm

ส่วนที่ 2 แช่ในสารละลายต่าง 0.1 M เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นทำเช่นเดียวกับวิธีในส่วนที่ 1

ส่วนที่ 3 หั่นเป็นแผ่นบางด้วยเครื่องหั่นสไลด์และแช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์เข้มข้น 0.1% นาน 10 นาที สะเด็ดน้ำ นำไปอบที่อุณหภูมิ 55 °C จนเหลือความชื้นไม่เกิน 14% ทำการบดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 150 µm

จากนั้นนำแป้งมันซีหนูมาวิเคราะห์คุณภาพได้แก่ ความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ค่าสี เพื่อเลือกวิธีที่เหมาะสมในการผลิตแป้งมันซีหนู และทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีและกายภาพ

1.3 การทำแห้งกากผลหม่อน ทำการศึกษาอุณหภูมิในการทำแห้ง โดยอบด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 °C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาวิเคราะห์คุณภาพได้แก่ ความชื้น ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี ค่าสี สมบัติการต้านออกซิเดชัน เพื่อเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้ง

2. ศึกษาการใช้แป้งข้าวโพด แป้งฟักทอง แป้งมันซีหนู และกากผลหม่อน ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

ศึกษาการใช้แป้งชนิดต่างๆ ที่ผลิตได้ และกากผลหม่อนทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ โดยมีปริมาณการใช้แป้งชนิดต่างๆ ดังตารางที่ 1 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม จำนวนผู้ทดสอบ 30 คน โดยใช้การทดสอบแบบ hedonic scale (7-point hedonic) เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสม ซึ่งจะใช้เป็นสูตรในการผลิตแป้งผสมสำเร็จรูป จากนั้นศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์เบเกอรี่สูตรควบคุม

ตารางที่ 1 ปริมาณการใช้แป้งชนิดต่างๆ และกากผลหม่อนในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

ชนิดแป้ง	ผลิตภัณฑ์เบเกอรี่	ปริมาณที่ใช้ในผลิตภัณฑ์(% โดยน้ำหนักแป้งสาลี)
แป้งข้าวโพด	ขนมปัง	0, 10, 20, 30, 40
แป้งฟักทอง	ขนมปัง	0, 10, 20, 30, 40
แป้งมันซีหนู	เค้กบัตเตอร์	0, 60, 70, 80, 90, 100
แป้งมันซีหนู	เค้กช็อกโกแลต	0, 30, 35, 40, 45, 50
กากผลหม่อน	ขนมปัง	0, 2, 4, 6, 8
กากผลหม่อน	คุกกี้	0, 5, 10, 15, 20

3. วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

4. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของแป้งผสมสำเร็จรูป ทำการผลิตแป้งผสมสำเร็จรูปชนิดต่างๆ ตามสูตรที่ได้จากการทดลองในข้อ 2 โดยผสมส่วนที่เป็นของแห้งให้เข้ากัน ร่อนผ่านตะแกรง บรรจุใส่ถุง

อะลูมิเนียมฟอยล์ เก็บรักษาในอุณหภูมิห้อง สุ่มเก็บตัวอย่างทุก 1 เดือน เพื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านสี ความชื้น และค่าวอเตอร์แอกทิวิตี

- เวลาและสถานที่ : เริ่มต้นตุลาคม 2554 สิ้นสุดกันยายน 2558 สถานที่ทำการทดลอง
กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การผลิตแป้งข้าวโพด แป้งฟักทอง แป้งมันสำปะหลัง และการทำแห้งกากผลหม่อน

1.1 การผลิตแป้งข้าวโพดและแป้งฟักทอง โดยศึกษาความเข้มข้นของสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์และระยะเวลาในการแช่ ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าสีของแป้งข้าวโพดและแป้งฟักทอง

ความเข้มข้นของ สารละลาย โพแทสเซียม เมตาไบซัลไฟท์ (%)	ระยะเวลา ในการแช่ (นาทีก)	ค่าสี					
		แป้งข้าวโพด			แป้งฟักทอง		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
ไม่แช่	-	82.45b	1.22a	36.59c	78.81d	1.89a	42.20e
0.05	5	85.17a	0.07d	37.87b	79.83c	-0.35d	43.27d
0.05	10	85.26a	0.55c	37.97b	80.41b	-0.67e	43.93c
0.1	5	85.35a	0.93ab	38.42ab	80.21b	1.04b	44.35b
0.1	10	85.86a	0.81bc	38.94a	81.74a	0.17c	44.74a

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

จากการทดลองพบว่า แป้งข้าวโพดที่ผ่านการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ มีค่าความสว่าง (L*) แตกต่างกับแป้งข้าวโพดที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 2) ค่าสีแดง (a*) ของแป้งข้าวโพดที่แช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 0.05% นาน 5 นาที มีค่าน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) สำหรับค่าสีเหลือง (b*) ของแป้งข้าวโพดที่แช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 0.1% นาน 10 นาที มีค่ามากที่สุด จาก

การพิจารณาค่าสีของแป้งข้าวโพดจึงคัดเลือกสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 0.05% ระยะเวลา 5 นาที เพื่อใช้แช่เมล็ดข้าวโพด เนื่องจากให้ค่าความสว่างไม่แตกต่างกับความเข้มข้น 0.1% แต่ใช้สารโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ปริมาณน้อยกว่า สำหรับแป้งฟักทองที่แช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 0.1% นาน 10 นาที มีค่าความสว่างและค่าสีเหลือง มากที่สุด ($p \leq 0.05$) จึงเลือกการแช่ฟักทองในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ที่สภาวะดังกล่าว

นำแป้งข้าวโพดและแป้งฟักทองที่ผลิตได้จากสภาวะที่เหมาะสมมาศึกษาคุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความชื้น ไขมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า คาร์โบไฮเดรต ปริมาณสตาร์ช ปริมาณอะมิโลส และปริมาณ β -carotene ได้ผลดังตารางที่ 3 และนำไปใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ขนมปัง

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งข้าวโพดและแป้งฟักทอง

คุณสมบัติทางเคมี	แป้งสาลีชนิดทำขนมปัง	แป้งข้าวโพด	แป้งฟักทอง
ความชื้น (%)	11.96	7.81	7.23
ไขมัน (%)	1.03	9.43	12.96
โปรตีน (%)	14.11	12.91	3.51
เยื่อใย (%)	1.22	3.65	5.67
เถ้า (%)	0.49	3.26	5.18
คาร์โบไฮเดรต (%)	71.19	62.94	65.47
ปริมาณสตาร์ช (%)	75.09	33.15	38.53
ปริมาณอะมิโลส (%)	29.14	12.65	15.98
ปริมาณ β -carotene (ug/100g)	-	906.00	7,522.50
ความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำ (%)	168.95	148.23	290.59
การพองตัว (%) (ที่อุณหภูมิ 95 °C)	14.15	9.75	14.33
การละลายน้ำ (%) (ที่อุณหภูมิ 95 °C)	28.54	44.72	44.06

1.2 การผลิตแป้งมันซ์ใหญ่ จากการศึกษาคุณภาพของแป้งมันซ์ใหญ่ที่ผลิตได้ทั้ง 3 วิธี พบว่าแป้งมันซ์ใหญ่ที่ผ่านการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์มีค่าสี L^* (ความสว่าง) ความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำ การพองตัว และการละลายน้ำ สูงกว่าการสกัดแป้งมันซ์ใหญ่ด้วยกรดซิตริกและการสกัดด้วยต่างดังตารางที่ 4 ดังนั้นจึงคัดเลือกแป้งมันซ์ใหญ่ที่ผลิตด้วยวิธีที่ผ่านการแช่สารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์ไปใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ เค้กบัตเตอร์และเค้กช็อคโกแล็ต

ตารางที่ 4 คุณสมบัติทางกายภาพของแป้งมันสำปะหลัง

รายการ	กรดซิตริก 1%	Ca (OH) ₂ 0.1 M	KMS 0.1%
ความชื้น (%)	5.27	5.91	5.21
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	0.004	0.007	0.124
ค่าสี : L*	89.79	85.82	91.02
a*	-0.26	0.71	-1.36
b*	4.81	4.77	9.87

ตารางที่ 5 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของแป้งมันสำปะหลัง

รายการ	KMS 0.1%
ความชื้น (%)	7.34
ไขมัน (%)	0.17
โปรตีน (%)	4.91
เยื่อใย (%)	0.74
เถ้า (%)	0.28
คาร์โบไฮเดรต (%)	86.56
ความสามารถในการเกาะเกี่ยวน้ำ (%)	203.60
การพองตัว (%) (ที่อุณหภูมิ 95 °C)	19.56
การละลายน้ำ (%) (ที่อุณหภูมิ 95 °C)	23.37

1.3 การทำแห้งกากผลหม่อน จากการศึกษาคูณภาพของกากผลหม่อนที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 °C พบว่า กากผลหม่อนที่ผ่านการทำแห้งด้วยอุณหภูมิ 50 °C มีปริมาณแอนโทไซยานินสูงสุด ดังตารางที่ 6 ดังนั้นจึงคัดเลือกกากผลหม่อนที่ผ่านการทำแห้งที่อุณหภูมิ 50 °C ไปใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ ได้แก่ ขนมปังและคุกกี้

ตารางที่ 6 คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของกากผลหม่อน

รายการ	อุณหภูมิการทำให้แห้ง (°C)		
	50	60	70

ความชื้น (%)	10.36	9.07	7.88
ค่าวอเตอร์แอกทิวิตี	0.27	0.20	0.18
ค่าสี : L*	35.72	36.01	36.31
a*	10.42	11.10	10.86
b*	-1.76	-1.65	-1.62
แอนโทไซยานิน (mg cyaniding-3-glucoside equivalent/100g dry weight basis)	1,743.245a	1,622.474a	1,419.302b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในแถวเดียวกันตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 7 คุณสมบัติต่างๆ ของกากผลหม่อน

รายการ	กากผลหม่อน
ความชื้น (%)	4.84
ไขมัน (%)	2.17
โปรตีน (%)	0.90
เยื่อใย (%)	16.14
เถ้า (%)	4.50
คาร์โบไฮเดรต (%)	71.45

2. การศึกษาการใช้แป้งข้าวโพด แป้งฟักทอง แป้งมันสำปะหลัง และกากผลหม่อน ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ จากการนำแป้งข้าวโพดและแป้งฟักทองที่ผลิตได้มาทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง จากนั้นนำผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ได้ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวโพดในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ระดับ 30 % (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) มีคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม ($p > 0.05$) ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นมีคะแนนการยอมรับมากกว่าผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 8) โดยผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ทดแทนด้วยแป้งข้าวโพดมีสีเหลืองมากกว่าผลิตภัณฑ์สูตรควบคุมและมีกลิ่นหอม

ของข้าวโพด สำหรับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งฟักทองในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ระดับ 10 % (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) มีคะแนนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรสชาติ และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม ($p > 0.05$) ส่วนการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งฟักทองที่ระดับ 10 และ 20 % มีคะแนนการยอมรับไม่แตกต่างกัน แต่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ขนมปังสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$) (ตารางที่ 9) โดยผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ทดแทนด้วยแป้งฟักทองมีสีเหลืองมากกว่าผลิตภัณฑ์สูตรควบคุม จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า สามารถทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวโพดได้ที่ระดับ 30 % และทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งฟักทองได้ที่ระดับ 10 %

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผสมแป้งข้าวโพด (30%) และขนมปังที่ผสมแป้งฟักทอง (10%) พบว่า ความชื้น น้ำมัน โปรตีน เยื่อใย ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผสมแป้งข้าวโพดและขนมปังที่ผสมแป้งฟักทอง มีปริมาณใกล้เคียงกับขนมปังสูตรควบคุม แต่ผลิตภัณฑ์ขนมปังทั้ง 2 ชนิด มีปริมาณวิตามินเอ (β -carotene) มากกว่าขนมปังสูตรควบคุม โดยขนมปังที่ผสมแป้งฟักทองมีปริมาณวิตามินเอมากที่สุด (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 8 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งข้าวโพด

ปริมาณแป้งข้าวโพด (%)	คะแนนการยอมรับ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.03ab	5.73c	5.53c	4.71c	5.42ab	5.55bc
10	6.48a	6.32ab	6.42a	5.91a	5.88a	6.26a
20	6.24ab	6.52a	6.21ab	5.79ab	5.95a	6.30a
30	6.33a	6.32ab	6.21ab	5.23bc	5.15bc	5.92ab
40	5.66b	5.79bc	5.76bc	4.87c	4.59c	5.33c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 9 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมแป้งฟักทอง

ปริมาณแป้ง ฟักทอง (%)	คะแนนการยอมรับ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	7.00a	6.60ab	6.18a	6.02a	6.73a	6.64a
10	6.74ab	7.00a	6.00a	5.74ab	5.71b	6.26ab
20	6.32bc	6.65ab	5.94a	5.24b	5.39bc	5.98bc
30	5.98c	6.03bc	5.73ab	5.21b	4.88c	5.55c
40	5.04d	5.53c	5.12b	4.44c	4.11d	4.82d

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 10 คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผสมแป้งข้าวโพด แป้งฟักทอง

รายการ	ขนมปังสูตร ควบคุม	ขนมปังผสมแป้ง ข้าวโพด (30%)	ขนมปังผสมแป้งฟักทอง (10%)
ความชื้น (%)	28.19	27.88	29.37
น้ำมัน (%)	12.3	13.05	12.96
โปรตีน (%)	10.38	10.11	9.87
เยื่อใย (%)	0.84	0.98	0.93
เถ้า (%)	0.75	1.08	0.98
คาร์โบไฮเดรต (%)	47.55	46.9	45.90
วิตามินเอ (β-carotene) (ug/100g)	<22.80	337.74	722.0

จากการทดลองนำแป้งมันข้า้หนูทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์เค้กบัตเตอร์ และนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า การทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งมันข้า้หนูที่ระดับ 70% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) ให้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม (ตารางที่ 11) สำหรับการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งมันข้า้หนูในผลิตภัณฑ์เค้กช็อคโกแลต พบว่า การใช้แป้งมันข้า้หนูที่ระดับ 35% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) ให้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสทุกด้านไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p>0.05$) (ตารางที่ 12)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์เค้กบัตเตอร์ที่ผสมแป้งมันข้า้หนูมีปริมาณความชื้น น้ำมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ใกล้เคียงกับเค้กบัตเตอร์สูตรควบคุม

สำหรับผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตที่ผสมแป้งมันข้าวเหนียวมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูงกว่าเค้กช็อกโกแลตสูตรควบคุม แต่มีปริมาณน้ำมัน โปรตีน ใย เยื่อใย ใกล้เคียงกัน (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 11 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กบัตเตอร์จากแป้งสาลีผสมแป้งมันข้าวเหนียว

ปริมาณแป้ง มันข้าวเหนียว (%)	คะแนนการยอมรับ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.66a	7.00a	6.66a	7.00a	6.95a	6.87a
60	6.58a	6.42b	6.47ab	6.79a	6.84a	6.71ab
70	6.24ab	6.08b	6.37ab	6.50ab	6.53ab	6.45ab
80	5.95b	6.00b	6.16b	6.25b	6.24b	6.24b
90	4.94c	4.83c	4.89c	5.00c	5.00c	4.94c
100	4.83c	4.72c	4.67c	4.94c	4.83c	4.78c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 12 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กช็อกโกแลตจากแป้งสาลีผสมแป้งมันข้าวเหนียว

ปริมาณแป้ง มันข้าวเหนียว (%)	คะแนนการยอมรับ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.53a	6.67a	6.31a	6.42a	5.92a	6.44a
30	6.47a	6.50a	6.08a	6.17ab	5.89a	6.33a
35	6.39a	6.53a	6.08a	6.03ab	5.72ab	6.06ab
40	6.28a	6.47a	6.06a	5.97b	5.44b	5.72b
45	6.17a	6.42a	6.06a	4.69c	4.36c	4.64c
50	6.03a	6.28a	6.00a	4.75c	4.22c	4.47c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 13 คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ผสมแป้งมันข้าวเหนียว

รายการ	เค้กบัตเตอร์	เค้กบัตเตอร์ผสม แป้งมันข้าวเหนียว	เค้กช็อกโกแลต	เค้กช็อกโกแลต ผสมแป้งมันข้าวเหนียว
	สูตรควบคุม		สูตรควบคุม	

ความชื้น (%)	28.83	28.74	29.12	21.04
น้ำมัน (%)	18.03	17.51	32.97	34.58
โปรตีน (%)	7.48	6.66	7.02	6.56
เยื่อใย (%)	0.85	1.00	1.82	2.01
เถ้า (%)	2.14	2.61	2.65	3.87
คาร์โบไฮเดรต (%)	42.66	43.48	26.43	34.94

จากการทดลองนำกากผลหม่อนผสมในผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ระดับ 4% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) ให้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ ไม่แตกต่างกับสูตรควบคุม (ตารางที่ 14) สำหรับการผสมกากผลหม่อนในผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ระดับ 5% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) ให้ผลการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม ($p>0.05$) (ตารางที่ 15)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมปังที่ผสมกากผลหม่อน มีปริมาณความชื้น น้ำมัน โปรตีน เยื่อใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ใกล้เคียงกับขนมปังสูตรควบคุม สำหรับผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผสมกากผลหม่อนมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตและเยื่อใยสูงกว่าคุกกี้สูตรควบคุม แต่มีปริมาณน้ำมัน ต่ำกว่าสูตรควบคุม (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 14 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมปังจากแป้งสาลีผสมกากผลหม่อน

ปริมาณกาก ผลหม่อน (%)	คะแนนการยอมรับ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.9a	7.00a	6.66a	6.28a	6.46a	6.76a
2	6.17b	5.90b	5.91b	5.78ab	5.86b	5.91b
4	5.78bc	5.88b	5.63b	5.86ab	5.93b	5.93b
6	5.63c	5.51b	5.55b	5.58b	5.61b	5.50b
8	4.75d	4.85c	4.93c	4.80c	4.88c	4.80c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 15 การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งสาลีผสมกากผลหม่อน

ปริมาณกาก ผลหม่อน (%)	คะแนนการยอมรับ					
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
0	6.90a	6.93a	6.98a	6.76a	6.61a	6.85a
5	5.61b	5.31b	6.18b	6.28b	6.31a	6.23b
10	5.68b	5.45b	5.93b	5.95b	5.91b	5.85b
15	5.40b	5.23b	5.46c	5.36c	5.78b	5.33c
20	5.26b	5.05b	5.15c	5.93d	5.65b	5.00c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยในคอลัมน์เดียวกันตามด้วยอักษรเหมือนกันไม่มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี DMRT

ตารางที่ 16 คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ที่ผสมกากผลหม่อน

รายการ	ขนมปัง	ขนมปังผสม	คุกกี้	คุกกี้ผสม
	สูตรควบคุม	กากผลหม่อน	สูตรควบคุม	กากผลหม่อน
ความชื้น (%)	27.78	26.81	2.08	1.72
น้ำมัน (%)	11.65	12.77	31.91	27.32
โปรตีน (%)	10.97	11.10	10.51	10.21
เยื่อใย (%)	0.92	1.40	1.37	3.26
เถ้า (%)	0.81	0.92	1.56	1.61
คาร์โบไฮเดรต (%)	47.87	47.00	52.57	55.88

3. การวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

จากการวิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ 6 ชนิด ได้ผลดังตารางที่ 17 โดยมี ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 17 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

รายการ	หน่วย	ขนมปัง	ขนมปัง	ขนมปัง	คุกกี้	เค้กช็อคโกแลต	เค้กบัตเตอร์
--------	-------	--------	--------	--------	--------	---------------	--------------

		ข้าวโพด	ฟักทอง	กากหม่อน	กากหม่อน	มันขี้หนู	มันขี้หนู
Total Energy	kcal/100g	353.01	350.65	350.55	515.11	508.94	372.95
Energy from fat	kcal/100g	119.97	107.37	102.87	237.87	337.50	158.67
Total Fat	g/100g	13.33	11.93	11.43	26.43	37.50	17.63
Total saturated fatty acid	g/100g	8.73	7.92	7.64	18.3	24.90	11.20
Cholesterol	mg/100g	61.10	58.0	58.8	51.5	120.00	144.00
Protein (N x 6.25)	g/100g	10.67	10.69	11.12	5.96	5.43	5.24
Total Carbohydrate (Include fiber)	g/100g	47.59	50.13	50.80	63.35	37.43	48.33
Total Dietary Fiber	g/100g	2.83	2.75	2.93	1.25	4.47	4.48
Moisture	g/100g	27.15	26.21	25.68	2.63	17.97	27.41
Ash	g/100g	1.26	1.04	0.97	1.63	1.67	1.39
Total sugar	g/100g	9.00	8.00	8.30	20.5	22.10	22.80
Sodium	mg/100g	145	142	143	493	300	242
Calcium	mg/100g	56.80	61.9	79.1	50.0	36.5	41.70
Iron	mg/100g	1.37	1.28	1.39	0.92	1.63	1.26
Total Vitamin	ug/100g	116.00	147.00	90.3	124	102	102
Vitamin B1	mg/100g	0.15	0.11	0.12	<0.04	ND	ND
Vitamin B2	mg/100g	0.18	0.16	0.16	0.06	0.10	0.15

หมายเหตุ ND = Not Detected

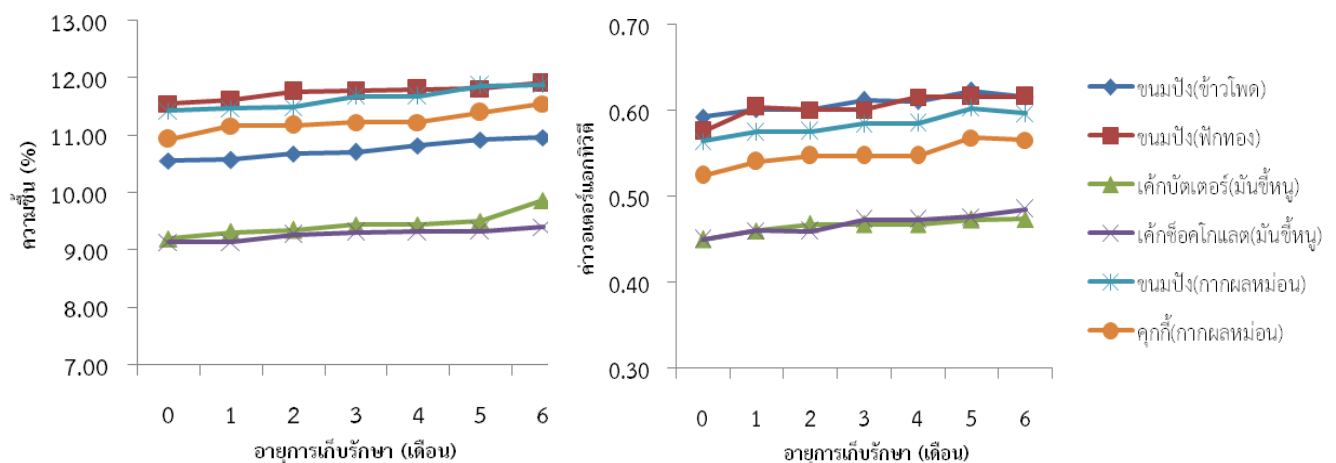
ตารางที่ 18 ส่วนผสมของผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

ส่วนผสม (%)	ขนมปังผสม แป้งข้าวโพด	ขนมปังผสม แป้งฟักทอง	ขนมปังผสม กากผลหม่อน	คุกกี้ผสม กากผลหม่อน	เค้กบัตเตอร์ ผสมแป้งมันขี้หนู	เค้กช็อคโกแลต ผสมแป้งมันขี้หนู
แป้งสาลีทำขนมปัง	27.50	35.36	37.71	-	-	-
แป้งสาลีเอนกประสงค์ (ตราห่าน)	6.11	7.86	8.38	-	-	-
แป้งข้าวโพด	14.40	-	-	-	-	-
แป้งฟักทอง	-	4.80	-	-	-	-
กากผลหม่อนอบแห้ง	-	-	1.92	1.78	-	-
แป้งสาลีเอนกประสงค์ (ตราบัวแดง)	-	-	-	33.84	5.91	15.21

แป้งมันข้าวโพด	-	-	-	-	13.80	8.19
แป้งข้าวโพด (การคั่ว)	-	-	-	-	1.58	-
สารเสริมคุณภาพ	0.31	0.31	0.31	-	-	-
ยีสต์แห้ง	0.70	0.70	0.70	-	-	-
น้ำตาลทราย	6.46	6.46	6.46	-	19.71	17.55
น้ำตาลไอซิ่ง	-	-	-	15.44	-	-
ไข่ไก่	13.09	13.09	13.09	5.94	31.54	23.41
นมข้นจืด	19.21	19.21	19.21	-	3.94	-
เนย	12.22	12.22	12.22	26.95	15.77	32.77
ถั่วลิสง	-	-	-	15.44	-	-
ผงโกโก้	-	-	-	-	-	2.34
โซเดียมไบคาร์บอเนต	-	-	-	0.19	-	0.19
ผงฟู	-	-	-	0.31	0.26	0.15
เกลือ	-	-	-	0.11	0.13	-
วานิลลาผง	-	-	-	-	0.26	0.19
นมผง	-	-	-	-	1.58	-
โอวาเล็ต	-	-	-	-	1.58	-
น้ำเย็น	-	-	-	-	3.94	-

4. การศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์แป้งผสมสำเร็จรูป

จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของแป้งผสมสำเร็จรูป ที่อายุการเก็บรักษา 6 เดือน พบว่า ความชื้นและค่าออกซิเจนแอกทีวิตีของแป้งผสมสำเร็จรูปทั้ง 6 ชนิด มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยที่ความชื้นของแป้ง ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (ไม่เกิน 14%) (ภาพที่ 1) และสีของแป้งมีการเปลี่ยนแปลงเข้มขึ้นเล็กน้อย



ภาพที่ 1 ความชื้นและค่าออกเตอร์แอกทิวิตีของแป้งผสมสำเร็จรูปที่อายุการเก็บรักษา 0 - 6 เดือน

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การผลิตแป้งข้าวโพดมีขั้นตอนดังนี้ นำข้าวโพดมาปอกเปลือก ล้าง ผานเอาแต่เมล็ด แช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์เข้มข้น 0.05% นาน 5 นาที สะเด็ดน้ำ นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 55 °C ทำการบดและร่อนผ่านตะแกรง จากนั้นนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ขนมปัง ซึ่งสามารถผสมลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังได้ 30% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) สำหรับการผลิตแป้งฟักทอง ทำการปอกเปลือก ล้าง หั่น เป็นแผ่นหนาประมาณ 2 มิลลิเมตร แช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์เข้มข้น 0.1% นาน 10 นาที จากนั้นทำตามขั้นตอนการผลิตแป้งข้าวโพด พบว่าแป้งฟักทองสามารถใช้ผสมลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังได้ 10% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี)

การผลิตแป้งมันสำปะหลัง ล้างเศษดิน ปอกเปลือก ล้างน้ำ สะเด็ดน้ำ หั่นเป็นแผ่นบางแช่ในสารละลายโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟท์เข้มข้น 0.1% นาน 10 นาที สะเด็ดน้ำ นำไปอบที่อุณหภูมิ 55 °C ทำการบดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรง เมื่อนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์ แป้งมันสำปะหลังสามารถทดแทนลงในผลิตภัณฑ์เค้กบัตเตอร์ได้ 70% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) และสามารถทดแทนลงในผลิตภัณฑ์เค้กช็อคโกแลตได้ 35% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี)

การอบแห้งกากผลหม่อน ทำการอบกากผลหม่อนที่อุณหภูมิ 50 °C นาน 24 ชั่วโมง บดละเอียดและร่อนผ่านตะแกรง กากผลหม่อนอบแห้งสามารถผสมลงในผลิตภัณฑ์ขนมปังได้ไม่เกิน 4% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี) และสามารถผสมลงในผลิตภัณฑ์คุกกี้ได้ไม่เกิน 5% (โดยน้ำหนักแป้งสาลี)

การผลิตแป้งผสมสำเร็จรูป ทำการผสมส่วนผสมที่เป็นของแห้งตามสูตรที่ได้จากการทดลอง ผสมให้เข้ากัน ร่อนผ่านตะแกรง บรรจุในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์และเก็บในอุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้นานไม่น้อยกว่า 6 เดือน โดยที่แป้งผสมสำเร็จรูปยังคงมีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

10. การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

งานวิจัยนี้ได้เทคโนโลยีการผลิตแป้งจากผลิตผลเกษตรได้แก่ แป้งข้าวโพด แป้งฟักทอง แป้งมันสำปะหลัง และการทำแห้งผลหม่อน รวมทั้งข้อมูลคุณต่างๆ ของแป้งและผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถเผยแพร่และถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ผู้สนใจนำไปใช้ทดแทนแป้งสาลีหรือแป้งชนิดอื่นในการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้แป้งสาลี เพิ่มมูลค่าให้กับผลิตผลเกษตรและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นกว่าเดิม

11. เอกสารอ้างอิง

กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. 2546. เทคโนโลยีของแป้ง. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

- กองโภชนาการ. 2544. ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก. กรุงเทพฯ. 132 หน้า.
- จิระ สุวรรณประเสริฐ. 2536. การผลิตมันพื้นเมืองภาคใต้: มันข้าหนู ใน เอกสารประกอบคำบรรยายในการฝึกอบรมหลักสูตรพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในท้องถิ่น 25-30 เมษายน 2536 หน้า 1-4.
- ภูายน ทัศนเสถียร. 2543. คุณสมบัติและการนำไปใช้ประโยชน์ของแป้งมันข้าหนู. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์ มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- ศุทธิณี ลีลาเหมรัตน์. 2556. การศึกษาสารประกอบฟีนอลิก คุณสมบัติการต้านออกซิเดชัน และความคงตัวของแอนโทไซยานินสีในสารสกัดจากลูกหม่อน. วิทยานิพนธ์ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. 2540. ข้าวสาลี: วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. 290 น.
- Knight, J. W. 1969. **The Starch Industry**. Pergamon Press. Oxford. 189 p.
- Robinson, R. W. and D. S. Decker-Walters. 1997. Cucurbits. **CAB International**. p 34.
- Rodriguez-Amaya, D. B., M. R. Nutti and J. L. Viana de Carvalho. 2011. Carotenoids of sweet potato, cassava, and maize and their use in bread and flour fortification, pp. 301-311. In V. R. Preedy, R. R. Watson and V. B. Patel, eds. **Flour and Breads and their Fortification in Health and Disease Prevention**. Elsevier Inc., New York.
- See, E. F., W. A. Wan Nadiah and A. A. Noor Aziah. 2007. Physico-chemical and sensory evaluation of breads supplemented with pumpkin flour. **ASEAN Food Journal**. 14(2): 123-130.