

บทความวิจัย

การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกี้จากมันเทศ

Development of Cookie Products from Sweet Potato

นรินทร์ เจริญพันธ์*

Narin Charoenphun*

Received: May 28, 2017

Accepted: September 21, 2017

บทคัดย่อ

มันเทศเป็นพืชที่มากด้วยคุณค่าทางโภชนาการ มีคาร์โบไฮเดรตและใยอาหารสูง อีกทั้งยังมีรสชาติที่อร่อยและราคาถูก วัตถุประสงค์ของการวิจัยเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมในการเตรียมแป้งจากมันเทศเนื้อสีขาว สีเหลือง สีส้ม และ สีม่วง และหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คุกกี้ การศึกษาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการทำแห้งมันเทศด้วยลมร้อนโดยใช้อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งมันเทศคือ 60 องศาเซลเซียส เวลา 28 ชั่วโมง ในส่วนของผลิตภัณฑ์คุกกี้ การติดตามการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในการผลิตคุกกี้ โดยการวางแผนการทดลองแบบมิกเจอร์ดีไซน์ (mixture design) ได้สูตรการผลิต 9 สูตร พบว่า สูตรเหมาะสมในการผลิตคุกกี้ประกอบด้วย เนยชนิดเค็ม แป้งมันเทศ แป้งสาลี น้ำตาลไอซิ่ง ไข่ ผงฟู และวานิลา ปริมาณ 40 30 30 30 15 0.5 และ 0.2 กรัม ตามลำดับ ซึ่งเป็นสูตรที่มีคะแนนความชอบรวมสูงที่สุด (7.77 ± 0.82 คะแนน) เกณฑ์ขอบปานกลาง การติดตามปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในคุกกี้แป้งมันเทศ ด้วยวิธี 2,2-diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในคุกกี้แป้งมันเทศเนื้อสีขาว สีเหลือง สีส้ม และ สีม่วง มีปริมาณ 45.20 75.67 93.16 และ 133.59 มิลลิกรัม Trolox ต่อ 100 กรัม ตามลำดับ คุกกี้แป้งมันเทศสีส้มและสีม่วงที่ผลิตได้เป็นคุกกี้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดการผลิตเพื่อจำหน่ายในตลาดผู้บริโภคที่รักสุขภาพได้ในอนาคต

คำสำคัญ : มันเทศ คุกกี้ สารต้านอนุมูลอิสระ

ABSTRACT

Sweet potatoes contain many high nutrients, which are high carbohydrate and fiber. Moreover, they are delicious and inexpensive. The objectives of this research were to determine the effect of drying temperature on preparation of white, yellow, orange and purple sweet potato flours and to study the optimal ratio of sweet potato flour partially replaced by wheat flour in cookie products. Furthermore, the development of sweet potato cookie product was investigated. The optimization of sweet potato flour preparation with drying temperature of 50 °C, 60 °C and 70 °C was studied. It was found that appropriated drying temperature for preparation of sweet potato flours was 60°C for 28 hr. In terms of cookie product, the use of sweet potato flour partially replaced by wheat flour in cookie products was investigated by mixture design experiment for nine formulas. The results showed that the optimal formulation of cookie product contained of 40 g salted butter, 30 g sweet potato flour, 30 g wheat flour, 30 g icing sugar, 15 g eggs, 0.5 g baking powder and 0.2 g vanilla powder. It had the highest overall liking scores (7.77 ± 0.82), which referred criteria as like moderately. In

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

addition, the total antioxidant of sweet potato cookie was investigated by DPPH method. Results was found that total antioxidant of white, yellow, orange and purple sweet potato cookie had 45.20, 75.67, 93.16 and 133.59 mg eq Trolox/100 g, respectively. In conclusion, orange and purple sweet potato cookie had good quality and high nutritional value for consumer. It can be produced for selling on the health-conscious market in the future.

Keywords: sweet potato, cookie, antioxidant

บทนำ

มันเทศเป็นพืชหัวที่ใช้น้ำน้อย อายุสั้น สามารถปลูกในฤดูแล้งได้ เกษตรกรจึงนิยมนำมาปลูกสลับกับพืชชนิดอื่น มันเทศที่นิยมปลูกในประเทศไทยมีหลายพันธุ์ เช่น พันธุ์สีขาว สีเหลือง สีส้ม และ สีม่วง มันเทศเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรต อีกทั้งยังเป็นแหล่งของวิตามิน เกลือแร่ และเส้นใยอาหารที่มีราคาถูก จึงมีการใช้ประโยชน์จากมันเทศอย่างกว้างขวาง ทั้งการบริโภค และการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่างๆ เช่น ขนมไทย เฟรนช์ฟรายด์ ก๋วยเตี๋ยว และผลิตภัณฑ์ขนมอบ เป็นต้น [1] อีกทั้งยังเป็นวัตถุดิบหลักในการสกัดแป้งและสตาร์ช การผลิตสารให้ความหวาน และการหมักแอลกอฮอล์ เป็นต้น [2] นอกจากนี้มันเทศยังเป็นแหล่งของสารพฤกษเคมี (phytochemicals) ที่สำคัญหลายชนิด โดยกลุ่มของสารที่พบจะมีความแตกต่างกันไปตามสีของเนื้อมันเทศ ส่งผลให้มันเทศเนื้อสีกลายเป็นแหล่งอาหารสุขภาพที่สำคัญ และได้รับความสนใจเป็นอย่างยิ่ง [3] พบการปลูกมันเทศในหลายพื้นที่ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ปัญหาข้อจำกัดของเกษตรกรผู้ปลูกมันเทศ คือช่วงเวลาที่ผลิตผลออกมา ราคาผลผลิตจะตกต่ำ ไม่คุ้มค่าต่อการลงทุนและราคาขายไม่เพียงพอต่อการจุนเจือครอบครัวของเกษตรกร อีกทั้งการใช้ประโยชน์จากมันเทศยังอยู่ใน

ระดับต่ำ เมื่อเทียบกับผลิตผลทั้งหมดที่ผลิตได้ การแปรรูปมันเทศจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ช่วยแก้ปัญหาผลผลิตล้นตลาดได้ในระยะยาวได้ การพัฒนาผลิตภัณฑ์คุกกีจากแป้งมันเทศให้เป็นอาหารเพื่อสุขภาพ โดยการพัฒนาสูตรให้ ลักษณะเนื้อสัมผัส รสชาติ และลักษณะปรากฏของผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะเฉพาะที่โดดเด่นเป็นเอกลักษณ์ นำองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การอาหาร มาช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย มีประโยชน์ต่อสุขภาพและอุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ เพิ่มศักยภาพการแข่งขันทางการตลาด เป็นการเพิ่มมูลค่าและยกระดับสินค้าให้มีคุณภาพสู่ระดับอุตสาหกรรมในอนาคต โดยทั่วไปผลิตภัณฑ์คุกกีก็มีแป้งสาลีเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิต ซึ่งเป็นแป้งที่มีราคาค่อนข้างสูงนำเข้าจากต่างประเทศ แป้งสาลีมีโปรตีนกลูเตนเป็นองค์ประกอบช่วยเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นโดยยีสต์หรือผงฟูเอาไว้ได้ ทำให้รักษารูปทรงของผลิตภัณฑ์ขนมอบไว้ แต่ก็มีผู้บริโภคบางกลุ่มมีอาการแพ้กลูเตน ไม่สามารถรับประทานอาหารที่มีส่วนประกอบของกลูเตนได้ ดังนั้นการนำมันเทศ ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่หาได้ง่ายในท้องถิ่น ราคาถูก มาแปรรูปเป็นแป้งเพื่อทดแทนการใช้แป้งสาลี นอกจากจะช่วยลดต้นทุนการผลิต ยังเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการให้กับผลิตภัณฑ์คุกกีได้อีกทาง วัตถุประสงค์สำคัญของการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งมันเทศ และ การใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีบางส่วนในผลิตภัณฑ์คุกกี ตลอดจนการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกีที่ผลิตได้

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาผลของอุณหภูมิในการทำแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นและลักษณะทางกายภาพของมันเทศสำหรับผลิตแป้ง

นำมันเทศเนื้อสีขาว สีเหลือง สีส้ม และสีม่วง มาวัดความแน่นเนื้อของมันเทศดิบแต่ละสีด้วยเครื่อง

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

Fruit hardness tester (Daiichi FG 520K, Japan) จากนั้นนำมันเทศมาล้างทำความสะอาด ปอกเปลือก ตัดแต่งเอาส่วนที่มีตำหนิต่างๆ ผานเป็นแผ่นบางๆ ตามความยาว หนาประมาณ 0.3 เซนติเมตร ลวกในน้ำร้อน 1 นาที นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส นาน 28 ชั่วโมง ตรวจสอบลักษณะปรากฏของมันเทศที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ ซึ่งน้ำหนักเพื่อวิเคราะห์อัตราส่วนความชื้น [4] และวัดสีของมันเทศด้วยเครื่องวัดสี (Minolta colorimeter CR-400, Minolta, Japan) เพื่อคัดเลือกอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบมันเทศ ระบบ CIE โดยค่า L^* แสดงถึง ค่าความมืด-สว่าง มีค่าตั้งแต่ 0-100 ค่า a^* แสดงถึงค่าสีแดงและสีเขียวของวัตถุ เมื่อค่า a^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีแดง หากค่า a^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีเขียว ค่า b^* แสดงถึง ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินของวัตถุ เมื่อค่า b^* มีค่าเป็นบวก หมายถึง วัตถุมีสีเหลือง หากค่า b^* มีค่าเป็นลบ หมายถึง วัตถุมีสีน้ำเงิน ค่า C^* แสดงถึง ความเข้มของสีที่ปรากฏ หรือค่าสีในช่วงระหว่างกลางของค่าความสว่างและความเข้มของแสง ซึ่งได้แก่สีหลักกลางในระดับใดระดับหนึ่ง ที่ค่าสีนั้นอ่อนลงและไล่สีน้ำหนักระหว่างสีนั้น มีค่าความเข้มของสีสูง (High Chroma) ค่า H° เป็นค่าที่บอกถึงสีที่แท้จริงของวัตถุ จากความสัมพันธ์จากมุมของค่า C^* หากค่า H° เข้าใกล้ 0 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีแดง ค่า H° เข้าใกล้ 90 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเหลือง ค่า H° เข้าใกล้ 180 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีเขียว ค่า H° เข้าใกล้ 270 องศา หมายถึง วัตถุจะอยู่ในกลุ่มสีน้ำเงิน ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test (DMRT) [5] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95 โดยมันเทศที่ผ่านการอบแห้งถูกนำไปปั่นให้ละเอียดด้วยเครื่องบดละเอียด (swing type grinder) รุน 400 กรัม ความเร็วรอบ 25,000 รอบต่อ

นาที เป็นเวลานาน 3 นาที และ นำไปร่อนผ่านตะแกรงขนาด 80 เมท เก็บในถุงพลาสติกปิดสนิท

2. การศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกี้

การทดลองหาสูตรเบื้องต้นที่เหมาะสมต่อการผลิตคุกกี้ จากการศึกษาสัดส่วนแป้งมันเทศที่เหมาะสมในการทดแทนแป้งสาลี โดยเลือกใช้แป้งจากมันเทศเนื้อสีขาวเป็นตัวแทนในการทดลองเนื่องจากเป็นแป้งที่มีสีใกล้เคียงกับแป้งสาลีทั่วไป เพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสม โดยวางแผนการทดลองแบบ mixture design กำหนดปริมาณเนยสดอยู่ในช่วงร้อยละ 30 ถึง ร้อยละ 50 แป้งมันเทศร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 100 และแป้งสาลีร้อยละ 0 ถึง ร้อยละ 100 เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมสำหรับการทดลอง ได้สูตรการทดลองทั้งหมด 9 สูตร ดังแสดงใน Table 1 ซึ่งส่วนผสมหลักซึ่งประกอบด้วย เนยสด แป้งมันเทศ แป้งสาลี และส่วนผสมอื่นๆ คือน้ำตาลไอซิ่ง 30 กรัม ไข่ไก่ 15 กรัม ผงฟู 0.5 กรัม และ กลิ่นวานิลลา 0.2 กรัม วิธีการผลิตคุกกี้มีขั้นตอนดังนี้

1. ร่อนแป้งสาลี แป้งมันเทศ เตรียมไว้ และชั่งตามอัตราส่วน
2. ผสมแป้งสาลี แป้งมันเทศ ผงฟู ผสมให้เข้ากัน พักไว้
3. ใช้ไม้พายคนเนยจนส่วนผสมเริ่มอ่อนและขึ้นฟู จึงใส่น้ำตาลไอซิ่ง พร้อมทั้งคนต่อสลับกับการใส่น้ำตาลไอซิ่ง เมื่อน้ำตาลไอซิ่งหมดให้ใส่ไข่ และวานิลลา ผสมให้เข้ากัน
4. ใส่ส่วนผสมแป้งลงในครีมที่ตีแล้ว ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน
5. ตักส่วนผสมที่ได้ใส่ในกระบอกกดคุกกี้ วางบนถาดที่ทาเนยเรียบร้อยแล้ว ห่างกันประมาณ 1 นิ้ว
6. อบด้วยความร้อน 170 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

7. นำออกจากเตาอบ นำคุกกี้วางพักบนตะแกรง ทิ้งไว้ให้เย็นก่อนบรรจุในภาชนะปิดสนิท

Table 1. Formulation of sweet potato cookies by a 3-component* mixture design

Formulation	1	2	3	4	5	6	7	8	9
butter (g)	40	30	50	45	35	45	35	30	50
sweet potato flour (g)	30	70	0	40	50	15	15	0	50
wheat flour (g)	30	0	50	15	15	40	50	70	0
icing (g)	30	30	30	30	30	30	30	30	30
egg (g)	15	15	15	15	15	15	15	15	15
baking powder (g)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
flavor (g)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2

* A 3-component mixture (100% in the mixture design) was 68.6 % of the total formulation.

คุกกี้ที่ผลิตได้นำไปทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส กับกลุ่มผู้บริโภคที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale ระดับคะแนน คือ 1 ไม่ชอบมากที่สุด 2 ไม่ชอบมาก 3 ไม่ชอบปานกลาง 4 ไม่ชอบเล็กน้อย 5 เฉยๆ 6 ชอบเล็กน้อย 7 ชอบปานกลาง 8 ชอบมาก และ 9 ชอบมากที่สุด เพื่อคัดเลือกสูตรที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้จำนวน 1 สูตร เพื่อพัฒนาปรับปรุงให้เป็นผลิตภัณฑ์ต้นแบบต่อไป

3. การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี จุลินทรีย์ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้

ผลิตคุกกี้จากแป้งมันเทศเนื้อสีขาว ตามสูตรที่ถูกคัดเลือกในข้อ 2 เพื่อการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบทั่วไป จำนวน 100 คน เพื่อประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม โดยวิธี 9-point hedonic scale จากนั้นนำสูตรคุกกี้ต้นแบบที่ผลิตได้จากมันเทศเนื้อสีขาว มาทดลองผลิตเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งมันเทศทั้ง 4 สี คือ สีขาว สีเหลือง สีส้ม และ สีม่วง

ในส่วนของการประเมินคุณสมบัติทางเคมีกายภาพ ลักษณะปรากฏของคุกกี้ที่ผลิตจากแป้งมันเทศทั้ง 4 สี โดยวัดความชื้นของคุกกี้ที่ผลิตได้ ปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และเยื่อใย [6] ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) [7] แอนโทไซยานิน (anthocyanin) [8] บีตา-แคโรทีน (beta-carotene) [6] ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ก่อโรคเปรียบเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของผลิตภัณฑ์คุกกี้ (มพช.118/2555) [9] ใช้วิธี One-way ANOVA โดยเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย Duncan's new multiple-range Test [5] ที่ระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ร้อยละ 95

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. ผลของอุณหภูมิในการทำแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนความชื้นและลักษณะทางกายภาพของมันเทศสำหรับผลิตแป้ง

ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราส่วนความชื้นกับระยะเวลาในการอบแห้งด้วยอุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส (Figure 1) พบว่า ในช่วง 2 ชั่วโมงแรกของการอบแห้ง ปริมาณความชื้นในมันเทศถูกกำจัดออกอย่างรวดเร็ว โดยการอบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีการลดลงของอัตราส่วนความชื้นสูงสุด เมื่อ

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

เทียบกับที่อุณหภูมิ 60 และ 50 องศาเซลเซียส ความชื้นจะถูกกำจัดออกในช่วง 8 ชั่วโมงแรกของการอบ และหลังจากนั้นปริมาณความชื้นจะเริ่มคงที่ ที่เวลาการอบ อัตราส่วนความชื้นที่เวลาในการอบ 28 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิในการอบ 50 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 0.23 รองลงมาที่ 60 องศาเซลเซียส คือ 0.15 และต่ำที่สุดที่ 70 องศาเซลเซียส คือ 0.1 การอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำต้องใช้เวลาที่ยาวนานขึ้นในการอบเพื่อให้ได้อัตราส่วนความชื้นสุดท้ายที่เท่ากัน การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเมื่อมันเทศได้รับความร้อนจะเกิดการถ่ายเทมวลน้ำจากภายในเนื้อมันเทศไปที่ผิวมันเทศและระเหยน้ำไปสู่อากาศ หลังจากนั้นความชื้นของชิ้นตัวอย่างเหลืออยู่น้อย ทำให้อัตราการถ่ายเทมวลของน้ำจากภายในไปที่ผิวมันเทศมีแนวโน้มลดลงอย่างช้าๆ จากผลการทดลอง พบว่าการใช้อุณหภูมิในการอบที่อุณหภูมิสูงสามารถกำจัดความชื้นออกจากมันเทศได้ดีกว่าที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากผลต่างของอุณหภูมิระหว่างอากาศร้อนกับมันเทศ จึงทำให้การระเหยน้ำในการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงเกิดขึ้นได้เร็วกว่าการระเหยน้ำที่

อุณหภูมิต่ำ ส่งผลให้ระยะเวลาในการอบแห้งที่อากาศร้อนที่ 50 องศาเซลเซียส ใช้ระยะเวลาในการอบแห้งยาวนานกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อนที่ 60 และ 70 องศาเซลเซียส ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบในมันเทศแต่ละสี พบว่า มันเทศเนื้อสีม่วงมีอัตราการถ่ายเทความร้อนช้าที่สุด รองลงมา คือ สีส้ม สีเหลือง และสีขาว ตามลำดับ อาจเนื่องจากลักษณะทางกายภาพของมันเทศแต่ละสีที่แตกต่างกัน สอดคล้องกับผลการทดสอบความแน่นเนื้อของมันเทศดิบ ทั้ง 4 สี ซึ่งมีค่าความแน่นเนื้อแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มันเทศสีม่วงมีค่าความแน่นเนื้อสูงที่สุด รองลงมา คือ สีส้ม สีเหลืองและสีขาว คือ 20.11 ± 0.03 15.85 ± 0.05 13.42 ± 0.03 และ 12.39 ± 0.02 นิวตัน ตามลำดับ อัตราเร็วของการทำแห้งขึ้นอยู่กับการปัจจัยหลายอย่าง รวมถึงความแน่นเนื้อของวัตถุดิบ โดยมันเทศที่มีความแน่นเนื้อต่ำโครงสร้างมีความพรุนมาก จะมีอัตราการอบแห้งเร็วเนื่องจากน้ำในเนื้อมันเทศสามารถเคลื่อนจากภายในออกมาภายนอกได้ง่าย

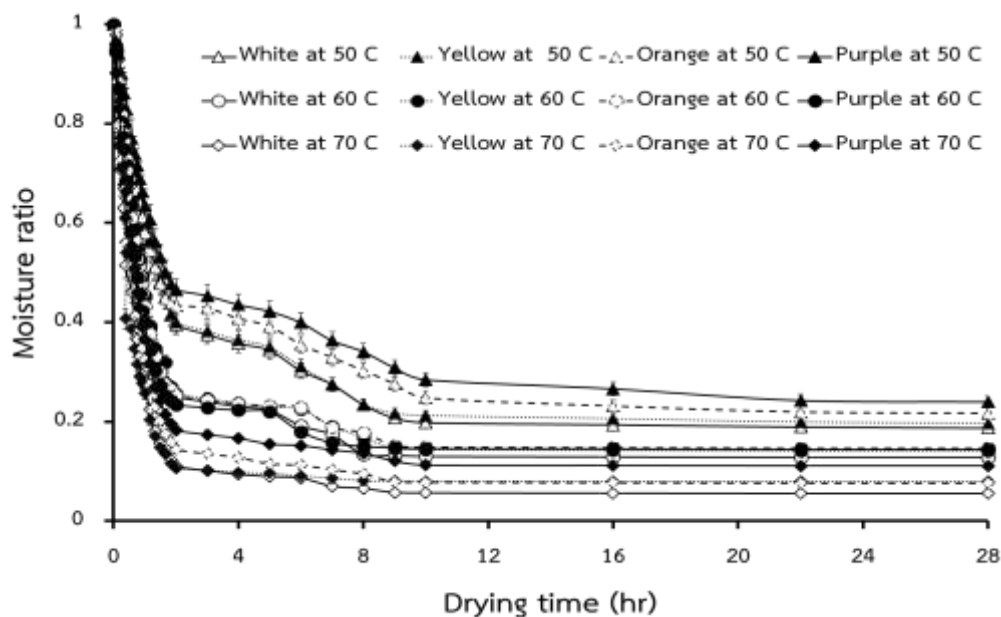


Figure 1. Relationship between moisture ratio and drying time of sweet potato

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

จากการทดลองการอบแห้งมันเทศทั้ง 4 สี คือ มันเทศ เนื้อสีขาว สีเหลือง สีส้ม และสีม่วง ที่อุณหภูมิ 50 60 และ 70 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นสีของมันเทศแผ่นอบแห้ง และแป้งมันเทศเกิดการเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน จากการสังเกตด้วยตาเปล่า (Figure 2) อุณหภูมิของการอบที่สูง 70 องศาเซลเซียส มันเทศจะมีลักษณะที่แห้งแข็ง และมีสีคล้ำ กว่าที่อุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส สีคล้ำที่เกิดขึ้นในมันเทศอาจเกิดจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ (enzymatic browning reaction) เป็นปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation) จะเกิดขึ้นเมื่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเกิดการชำรุด ฉีก ขาด เมื่อถูกกระแทก บด หั่น หรือสับทำ

ให้เอนไซม์ สารตั้งต้นที่ทำปฏิกิริยา และออกซิเจนเข้ามาสัมผัสกัน สาร monophenol (ไม่มีสี) จะถูกออกซิไดซ์เป็นไดฟีนอล (diphenol) ซึ่งไม่มีสี และถูกออกซิไดซ์ต่อไปเป็น o-quinone ซึ่งจะทำปฏิกิริยาต่อกับกรดแอมิโนหรือโปรตีนได้เป็นสารสีน้ำตาล และจะรวมตัวกันเป็นพอลิเมอร์ที่มีโมเลกุลใหญ่ และมีสีน้ำตาล เช่น เมลานิน (melanin) [10] หลังจากนำไปบดด้วยเครื่องบดของแห้ง และนำไปร่อนผ่านตะแกรง พบว่าลักษณะที่ของแป้งที่ได้มีลักษณะที่แตกต่างกัน แป้งมันเทศที่อบด้วยอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส มีสีเข้มกว่าแป้งมันเทศที่อบด้วยอุณหภูมิ 50 และ 60 องศาเซลเซียส

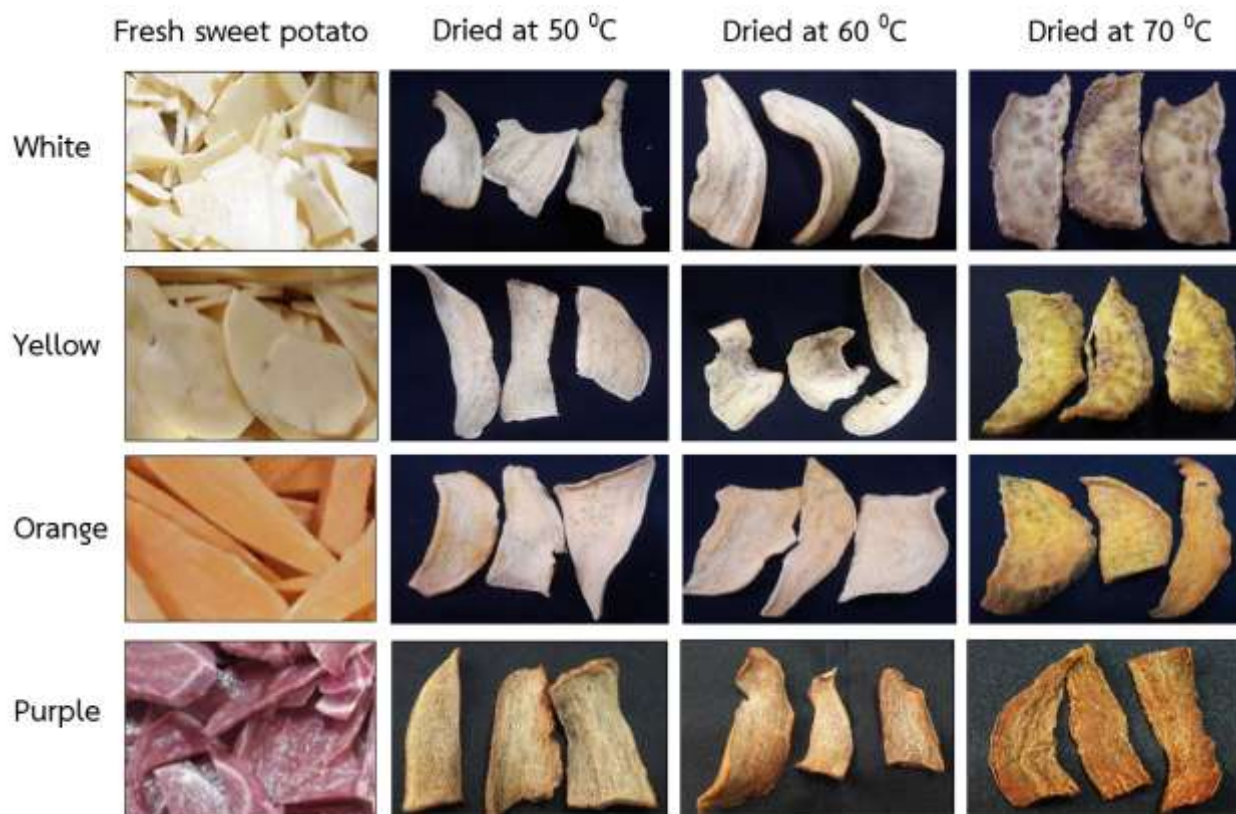


Figure 2. The appearance of fresh and drying sweet potato at different temperatures

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

เมื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของสีแป้งมันเทศทั้ง 4 สี (Table 2) ด้วยการใช้ค่าสีของคุกกี้ ด้วยเครื่องวัดค่าสีระบบ CIE พบว่า มันเทศก่อนการอบแห้งและหลังการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ มีค่า L^* a^* b^* C^* และ H° แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ค่าความสว่างของมันเทศเนื้อสีขาว สีเหลือง และสีม่วงหลังการอบมีแนวโน้มลดลงเมื่ออุณหภูมิในการอบสูงขึ้น แต่ค่าความสว่างของมันเทศเนื้อสีส้มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการอบสูงขึ้น ซึ่งอาจเป็นผลจากการสลายตัวด้วยความร้อนของบีตา-แคโรทีน ซึ่งเป็นรงควัตถุที่พบในมันเทศสีส้ม [11] ในส่วนของค่า H° มันเทศเนื้อสีขาว สีเหลือง และสีส้ม มีค่าเข้าใกล้ 90 องศา ซึ่งอยู่ในกลุ่มสีเหลือง มันเทศเนื้อสีม่วงมีค่า H° เข้าใกล้ 0 องศา อยู่ในกลุ่มสีแดง สอดคล้องกับการ

รายงานของ Inchuen [12] อุณหภูมิของลมร้อนที่ใช้ในการทำแห้งมีผลต่อค่าสีของแป้งมันเทศ จากข้อมูลการหาสถานะที่เหมาะสมในการเตรียมแป้งมันเทศและเปรียบเทียบคุณลักษณะของแป้งมันเทศทั้ง 4 สี พบว่า อุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบมันเทศสำหรับนำไปผลิตแป้งมันเทศเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารในขั้นตอนต่อไป คือ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 ชั่วโมง เนื่องจากมีอัตราส่วนความชื้น (~ 0.15) และระยะเวลาในการทำแห้งอยู่ในระดับที่เหมาะสม ไม่นานเกินไป ซึ่งหากใช้ระยะเวลาในการทำแห้งนานจะส่งผลให้เกิดค่าใช้จ่ายในส่วนของพลังงานในการทำแห้งสูงขึ้น นอกจากนี้อัตราการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลยังอยู่ในระดับต่ำ ส่งผลให้แป้งมันเทศมีลักษณะปรากฏที่ดีได้ เนื้อแป้งที่มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน

Table 2. Color changing of fresh and drying sweet potato at different temperatures

Sweet potato	Temperature ($^{\circ}\text{C}$)	Color				
		L^*	a^*	b^*	C^*	H°
White	Fresh	88.50 $\pm$ 0.11 ^h	1.30 $\pm$ 0.04 ⁱ	43.05 $\pm$ 0.25 ^b	43.07 $\pm$ 0.25 ^k	88.27 $\pm$ 0.06 ^e
	Dried at 50 $^{\circ}\text{C}$	97.47 $\pm$ 0.27 ^b	-0.04 $\pm$ 0.01 ^{jk}	14.51 $\pm$ 0.10 ^k	14.51 $\pm$ 0.10 ^k	90.16 $\pm$ 0.05 ^c
	Dried at 60 $^{\circ}\text{C}$	97.49 $\pm$ 0.11 ^b	0.07 $\pm$ 0.02 ^{jk}	15.17 $\pm$ 0.19 ^j	15.17 $\pm$ 0.19 ^j	89.69 $\pm$ 0.04 ^{cd}
	Dried at 70 $^{\circ}\text{C}$	93.31 $\pm$ 0.11 ^d	0.17 $\pm$ 0.02 ^j	20.33 $\pm$ 0.06 ^g	20.33 $\pm$ 0.06 ^g	89.67 $\pm$ 0.15 ^d
Yellow	Fresh	84.68 $\pm$ 0.27 ⁱ	3.52 $\pm$ 0.19 ^h	42.23 $\pm$ 0.48 ^c	42.41 $\pm$ 0.38 ^j	85.47 $\pm$ 0.26 ^f
	Dried at 50 $^{\circ}\text{C}$	98.17 $\pm$ 0.15 ^a	-0.60 $\pm$ 0.03 ^{kl}	19.78 $\pm$ 0.32 ^h	19.79 $\pm$ 0.32 ^{gh}	91.74 $\pm$ 0.06 ^b
	Dried at 60 $^{\circ}\text{C}$	98.36 $\pm$ 0.03 ^a	-0.83 $\pm$ 0.04 ^l	19.78 $\pm$ 0.30 ^h	19.46 $\pm$ 0.57 ^h	92.40 $\pm$ 0.09 ^a
	Dried at 70 $^{\circ}\text{C}$	94.80 $\pm$ 0.31 ^c	0.01 $\pm$ 0.00 ^{jk}	18.42 $\pm$ 0.10 ⁱ	18.42 $\pm$ 0.39 ^j	89.98 $\pm$ 0.02 ^{cd}
Orange	Fresh	83.46 $\pm$ 0.46 ^j	23.50 $\pm$ 0.97 ^b	45.81 $\pm$ 0.38 ^a	51.49 $\pm$ 0.76 ^a	62.86 $\pm$ 0.78 ⁱ
	Dried at 50 $^{\circ}\text{C}$	90.46 $\pm$ 0.15 ^g	17.07 $\pm$ 0.03 ^d	26.23 $\pm$ 0.10 ^f	31.24 $\pm$ 0.08 ^d	56.91 $\pm$ 0.06 ^j
	Dried at 60 $^{\circ}\text{C}$	91.86 $\pm$ 0.06 ^e	12.22 $\pm$ 0.06 ^f	26.88 $\pm$ 0.09 ^e	29.52 $\pm$ 0.09 ^e	65.55 $\pm$ 0.11 ^h
	Dried at 70 $^{\circ}\text{C}$	91.31 $\pm$ 0.28 ^f	10.40 $\pm$ 0.09 ^g	29.86 $\pm$ 0.39 ^d	31.28 $\pm$ 0.19 ^d	70.67 $\pm$ 0.16 ^g
Purple	Fresh	33.29 $\pm$ 0.56 ^m	28.90 $\pm$ 1.22 ^a	1.81 $\pm$ 0.17 ^o	28.62 $\pm$ 0.81 ^f	3.70 $\pm$ 0.36 ⁿ
	Dried at 50 $^{\circ}\text{C}$	74.07 $\pm$ 0.05 ^k	9.95 $\pm$ 0.12 ^g	7.69 $\pm$ 0.02 ^l	12.62 $\pm$ 0.07 ^l	37.09 $\pm$ 0.17 ^k
	Dried at 60 $^{\circ}\text{C}$	74.44 $\pm$ 0.05 ^k	13.08 $\pm$ 0.06 ^e	4.90 $\pm$ 0.08 ^m	13.98 $\pm$ 0.01 ^k	20.92 $\pm$ 0.47 ^l
	Dried at 70 $^{\circ}\text{C}$	67.44 $\pm$ 0.18 ^l	17.75 $\pm$ 0.18 ^c	3.19 $\pm$ 0.28 ⁿ	17.91 $\pm$ 0.06 ⁱ	9.86 $\pm$ 0.23 ^m

Note: mean $\pm$ SD,

^{a-o} means within each column indicate significant differences ($P \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

2. การศึกษาอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมในการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีในการผลิตคุกกี้

Table 3 แสดงผลการศึกษาการใช้แป้งมันเทศเนื้อสีขาวเป็นตัวแทนในการศึกษาเพื่อนำไปทดแทนแป้งสาลีบางส่วน ซึ่งเป็นแป้งที่อบด้วยอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 28 ชั่วโมง การผลิตคุกกี้ทั้งหมด 9 สูตร พบว่า สูตรที่ 1 มีส่วนประกอบ ดังนี้ เนยเค็ม แป้งมันเทศ แป้งสาลี น้ำตาลไอซิ่ง ไข่ไก่ ผงฟู

และกลิ่น วานิลา ปริมาณ 40 30 30 30 15 0.5 และ 0.2 กรัม ตามลำดับ สามารถใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีได้ร้อยละ 50 ของแป้งสาลี เป็นสูตรที่มีคะแนนการประเมินทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติรวม เนื้อสัมผัส และความชอบรวมสูงที่สุด อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงมาก

Table 3. The liking score (n = 30) for nine formulations of cookie

Treatment	Sensory attribute				
	Appearance	Flavor	Overall taste	Texture	Overall liking
1	7.70±0.92 ^a	7.73±0.94 ^a	7.47±1.07 ^a	7.73±0.87 ^a	7.77±0.82 ^a
2	2.20±0.76 ^g	6.23±0.73 ^c	6.27±1.14 ^{cd}	1.43±0.50 ^e	1.77±0.82 ^e
3	3.27±1.48 ^f	6.73±0.78 ^b	7.00±0.83 ^b	6.63±1.22 ^b	5.90±0.88 ^c
4	6.77±0.57 ^b	6.90±0.80 ^b	6.47±0.57 ^c	6.73±0.78 ^b	6.93±0.74 ^b
5	2.03±0.67 ^g	5.80±1.16 ^c	5.40±1.19 ^e	1.23±0.43 ^e	1.43±0.63 ^e
6	6.60±0.50 ^b	6.73±0.83 ^b	6.37±0.56 ^{cd}	6.60±0.89 ^b	6.73±0.94 ^b
7	5.03±1.92 ^d	6.20±0.71 ^c	5.93±0.83 ^d	5.33±0.48 ^c	6.07±0.83 ^c
8	6.00±0.87 ^c	6.27±0.64 ^c	6.03±0.76 ^{cd}	5.47±0.51 ^c	6.27±0.78 ^c
9	4.13±1.50 ^e	6.17±0.70 ^c	6.43±1.01 ^{cd}	2.83±0.83 ^d	4.83±0.83 ^d

Note: mean±SD,

^{a-g} means within each column indicate significant differences ($P \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

การสังเกตลักษณะเนื้อสัมผัสในระหว่างการผสมและการขึ้นรูป พบว่า คุกกี้สูตรที่ 1 มีเนื้อสัมผัสดี ขึ้นรูปง่ายและให้คุณลักษณะที่ดีหลังการอบ คือ มีลักษณะปรากฏดีไม่มีรอยแตก ผิวเรียบเนียน เนื้อสัมผัส กรอบ ไม่ร่วน หรือแข็งเกินไป สูตรที่มีการใช้แป้งมันเทศในปริมาณสูงมาก เช่น สูตรที่ 2 มีการใช้แป้งมันเทศร้อยละ 100 ของปริมาณแป้งทั้งหมดในสูตร เมื่อสังเกตลักษณะเนื้อสัมผัส พบว่า มีความแข็งมาก และมีสีเข้มกว่าสูตรอื่นๆ บริเวณผิวหน้าของคุกกี้มีรอยแตก ซึ่งมีคะแนนการยอมรับด้านเนื้อสัมผัสจากผู้ทดสอบน้อย เนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันของสูตรที่มีการใช้แป้งสาลีกับแป้งมันเทศใน

อัตราส่วนที่แตกต่างกันส่งผลให้คุณภาพของผลิตภัณฑ์คุกกี้มีความแตกต่างกัน ส่วนหนึ่งอาจเป็นผลมาจากความแตกต่างของปริมาณกลูเตน โดยกลูเตนเป็นโกลโคโปรตีนที่พบในส่วนที่เป็นเอนโดสเปิร์มของธัญพืชหลายชนิด พบมากในข้าวสาลี เกิดจากการรวมตัวของโปรตีนกลูเตนินและไกลอะดลินในสัดส่วนเท่าๆ กัน โดยจะสร้างพันธะไดซัลไฟด์ ทำให้กลูเตนมีลักษณะเหนียวและยืดหยุ่น ไม่ละลายในน้ำ ในผลิตภัณฑ์คุกกี้กลูเตนสามารถเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นโดยผงฟูเอาไว้ได้ ทำให้รักษารูปทรงของผลิตภัณฑ์ [10] ในแป้งมันเทศไม่มีกลูเตน ดังนั้นในสูตรคุกกี้ที่มีสัดส่วนของแป้งมันเทศ

* Corresponding author e-mail: narinch@bua.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

เพิ่มขึ้นจะแปรผกผันกับปริมาณกลูเตน ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้มีความแข็งเพิ่มขึ้นเนื่องจากไม่มีกลูเตนสำหรับเก็บก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผลิตขึ้นโดยผงฟูเอาไว้ได้ สอดคล้องกับรายงานของ Sukboonyasatit และคณะ [13] รายงานผลการทดแทนแป้งมันเทศในแป้งสาลีต่อคุณลักษณะของคุกกี้ พบว่าความชื้นของคุกกี้และความแข็งของคุกกี้แปรผันตรงกับปริมาณแป้งมันเทศที่เพิ่มขึ้น สูตรคุกกี้ที่มีส่วนผสมของมันเทศร้อยละ 100 สามารถปรับปรุงเนื้อสัมผัส โดยการเติมส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ธัญพืช เพื่อให้คุกกี้มีเนื้อสัมผัสที่ดีไม่แข็งเกินไป เหมาะกับกลุ่มผู้บริโภคที่แพ้กลูเตน เนื่องจากสูตรนี้ไม่มีส่วนผสมของแป้งสาลี

3. การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพ และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของคุกกี้แป้งมันเทศ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ผลิตได้จากแป้งมันเทศเนื้อสีขาว กลุ่มผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น รสชาติรวม เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีคะแนนความชอบเฉลี่ย 7.66 ± 1.32 7.63 ± 1.20 7.15 ± 1.16 7.52 ± 1.12 และ 7.64 ± 1.21 ตามลำดับ อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงมาก จากนั้นนำสูตรคุกกี้ต้นแบบที่ผลิตได้จากมันเทศเนื้อสีขาว มาทดลองผลิตเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งมันเทศทั้ง 4 สี คือ สีขาว สีเหลือง สีส้ม และ สีม่วง ลักษณะปรากฏของคุกกี้ที่ผลิตจากแป้งมันเทศทั้ง 4 สีแสดงในแสดงใน Figure 3

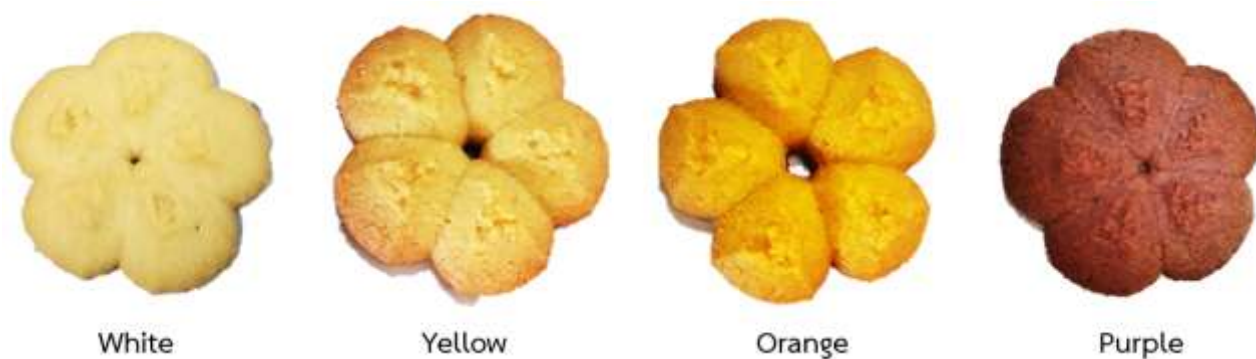


Figure 3. Cookies from different colors of sweet potato flour

เมื่อนำผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งมันเทศทั้ง 4 สี มาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า คุกกี้จากแป้งมันเทศทั้ง 4 สีมีปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และคาร์โบไฮเดรตเฉลี่ยใกล้เคียงกันคือ ร้อยละ 3.14 3.80 25.65 2.62 และ 64.79 ตามลำดับ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระรวมในคุกกี้มันเทศเนื้อสีม่วงมีปริมาณสูงสุด คือ 133.59 มิลลิกรัม Trolox ต่อ 100 กรัม รองลงมาคือสีส้ม เท่ากับ 93.18 มิลลิกรัม Trolox ต่อ 100 กรัม (Table 4) กลุ่มสารประกอบฟีนอลในมันเทศที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ เช่น แอนโทไซยานิน

และบีตา-แคโรทีน เป็นต้น แอนโทไซยานินเป็นรงควัตถุหรือสารสีที่ให้สีแดง ม่วง และน้ำเงิน สารสกัดแอนโทไซยานิน มีสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ ช่วยลดอัตราเสี่ยงของการเกิดโรคหัวใจ และเส้นเลือดอุดตันในสมอง ด้วยการยับยั้งไม่ให้เลือดจับตัวเป็นก้อน ชะลอความเสื่อมของดวงตา ช่วยยับยั้งจุลินทรีย์ก่อโรค อีโคไล (*Escherichia coli*) ในระบบทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคท้องร่วงและอาหารเป็นพิษ [14] Montilla และคณะ [15] ศึกษาปริมาณสารแอนโทไซยานินในมันเทศสีม่วงหลายๆ พันธุ์

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

เช่น chiranmurasaki, tanegashima murasaki, naka murasaki และ purple sweet พบว่า มันเทศ เนื้อสีม่วงแต่ละพันธุ์มีปริมาณสารแอนโทไซยานิน แตกต่างกัน จากการวิเคราะห์ปริมาณสารแอนโทไซยานินในแป้งมันเทศเนื้อสีม่วง และคุกกี้จากแป้งมันเทศ เนื้อสีม่วง พบว่า มีปริมาณ 280.31 และ 5.5 มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม ตามลำดับ ปริมาณแอนโทไซยานินในคุกกี้มี ปริมาณน้อยกว่าเนื่องจากอัตราส่วนผสมของแป้งมันเทศ

เนื้อสีม่วงในคุกกี้ประมาณร้อยละ 20 ของส่วนผสม ทั้งหมด นอกจากนี้การลดลงของปริมาณแอนโทไซยานินยังขึ้นอยู่กับปัจจัยร่วมอื่นๆ เช่น ผลของอุณหภูมิ ในขั้นตอนการอบคุกกี้ที่อบในอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที ซึ่งการใช้ความร้อนในการ แปรรูปสูงจะส่งผลให้ปริมาณของสารแอนโทไซยานิน ลดลง [16]

Table 4. The antioxidant activity of cookies from different colors of sweet potato flour

DPPH assay	Cookies from various colors of sweet potato flour			
	White	Yellow	Orange	Purple
Total antioxidant (mg eq Trolox/100g)	45.20 ±0.44 ^d	75.67±0.50 ^c	93.18±0.38 ^b	133.59±0.29 ^a

Note: mean±SD,

a, b, c, d

means within each row indicate significant differences ($P \leq 0.05$) using Duncan's multiple range test.

บีตา-แคโรทีนเป็นลิพิด กลุ่มรงควัตถุที่มีสีส้ม สี เหลือง พบในอาหารหลายชนิด เช่น ผัก ผลไม้และไข่แดง เป็นต้น อยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ จัดเป็นแคโรทีนอยด์พวก ที่เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ (pro vitamin A) เพราะ สามารถเปลี่ยนรูปเป็นเรตินอลได้ที่เยื่อบุผนังลำไส้เล็ก และตับ [14] Islam และคณะ [17] ศึกษาปริมาณสาร แคโรทีนในมันเทศเนื้อสีส้มผิวสีส้ม พบว่า มีปริมาณ แคโรทีน 4,500 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม จากการ วิเคราะห์ปริมาณสารบีตา-แคโรทีนในแป้งมันเทศเนื้อสี ส้ม และคุกกี้จากแป้งมันเทศเนื้อสีส้มพบว่า มีปริมาณ 46,200 และ 35,400 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ ปริมาณบีตา-แคโรทีนในคุกกี้มีปริมาณมากกว่าเนื่องจาก อัตราส่วนผสมของวัตถุดิบในคุกกี้ประกอบด้วยแป้งมัน เทศเนื้อสีส้มประมาณร้อยละ 20 และไข่ไก่ร้อยละ 10 ของส่วนผสมทั้งหมด โดยทั่วไปในไข่แดงมีปริมาณบีตา- แคโรทีนอยู่ระหว่าง 11-87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม [18] ทั้งนี้ปริมาณแอนโทไซยานินและแคโรทีนในมันเทศ ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยทั้งสายพันธุ์ พื้นที่ปลูก ฤดูกาล เป็นต้นนอกจากนี้การลดลงของแอนโทไซยานินและ

เบตาแคโรทีนเกิดขึ้นจากหลายปัจจัย อาทิ ความร้อน แสง ค่าความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจน และเอนไซม์ เป็นต้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง ความร้อน แสง และ กระบวนการในการสกัดส่งผลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน โดยที่ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมต่อ ความคงตัวของแอนโทไซยานินคือ 2-6 [19] ในส่วนของ แคโรทีนอยด์ ปัจจัยที่มีผลต่อความคงตัวของแคโรทีนอยด์ที่สกัดได้จากมันเทศเนื้อสีส้ม เช่น กระบวนการ สกัด แสง ความร้อน และออกซิเจน เป็นต้น [20]

จากข้อมูลองค์ประกอบทางเคมีทั้งหมด พบว่า คุกกี้จากแป้งมันเทศที่ผลิตได้เป็นคุกกี้ที่มีคุณค่าทาง โภชนาการสูงสีของผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งมันเทศที่มี เนื้อสีต่างกันทั้ง 4 สีให้ผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่มีสีต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p < 0.05$) และเมื่อนำคุกกี้ที่ผลิตได้ไปตรวจวิเคราะห์ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์คุกกี้ [9] พบว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดปลอดภัยต่อ ผู้บริโภค คือปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp.

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

ในอย่าง 25 กรัม เชื้อ *Staphylococcus aureus* น้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้อ *Bacillus cereus* และ เชื้อ *Clostridium perfringens* มีปริมาณไม่เกิน 1×10^3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้อ *Escherichia coli* น้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม เชื้อยีสต์และรา น้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

สรุปผล

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิในการอบแห้งมันเทศ พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมในอบคือ 60 องศาเซลเซียส เวลาประมาณ 28 ชั่วโมง เมื่อนำแป้งมันเทศผลิตเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ สูตรที่เหมาะสมในการผลิตคุกกี้จากการใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลี พบว่า การใช้แป้งมันเทศทดแทนแป้งสาลีร้อยละ 50 เป็นสูตรที่ถูกคัดเลือกเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์คุกกี้ โดยส่วนผสมประกอบด้วย เนยเค็ม แป้งมันเทศ แป้งสาลี น้ำตาลไอซิ่ง ไข่ไก่ ผงฟู และกลิ่นวนิลา ปริมาณ 40 30 30 30 15 0.5 และ 0.2 กรัม ตามลำดับ คุกกี้ที่ผลิตได้มีคุณลักษณะที่ดีหลังการอบ มีลักษณะปรากฏดีไม่มีรอยแตก ผิวเรียบเนียน เนื้อสัมผัสกรอบ ไม่ร่วน หรือแข็งเกินไป ผลิตภัณฑ์คุกกี้จากแป้งมันเทศเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะคุกกี้ที่ผลิตจากแป้งมันเทศเนื้อสีม่วงและสีส้ม มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูง เหมาะสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่รักสุขภาพ นอกจากนี้การแปรรูปมันเทศเป็นผลิตภัณฑ์อาหารยังช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเกษตรกรผู้ปลูกมันเทศได้อีกทางหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานราก สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษาปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 มหาวิทยาลัยบูรพา เลขที่สัญญา 4/2559

เอกสารอ้างอิง

- [1] Limroongreungrat, K. (2004). Potential uses of sweet potato in food industry. *Burapha Science Journal*. 9(1): 81-93.
- [2] Guoquan, L. and Qainxin, G. (2011). Use of sweet potato in bread and flour fortification, pp. 407-416. In Preedy, V., Watson, R.R. and Patel, V.B. (eds.). *Flour and breads and their fortification in health and disease prevention*. Academic Press, UK.
- [3] Phomkaivon, N., Surojanametakul, V., Poolperm, N. and Satmalee, P. (2016). Changes on physico-chemical properties, total anthocyanin contents and antioxidant activity of different pre-treatment purple sweet potato flour. [Online] Available from file:///C:/Users/Administrator/Downloads/KC5106029.pdf [Accessed July, 15, 2016].
- [4] Sae-Khow, A., Tirawanichakul, S. and Tirawanichakul, Y. (2013). Effect of drying with heat convection and heat radiation on drying kinetics and quality aspect of black pepper. *Burapha Science Journal*. 18(1): 166-180.
- [5] Duncan, D.B. (1995). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*. 11: 1-42.
- [6] Association of Official Analytical Chemists (AOAC International). (2012). *Official methods of analysis* (19th edition), Washington, D.C.
- [7] Yang, X., Yan, F., Huang, S. and Fu, C. (2014). Antioxidant activities of fractions from longan pericarps. *Food Science Technology (Campinas)*. 34(2): 341-345.

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo

- [8] Association of Official Analytical Chemists (AOAC International). (2005). Official methods of analysis (18th edition), Washington, D.C.
- [9] Community Product Standards 118/2555. (2012). Cookie. Thai industrial standards institute. [Online] Available from <http://app.tisi.go.th/otop/standard/standards.html>. [Accessed July, 15, 2016].
- [10] Rattanapanone, N. (2014). Food chemistry. Bangkok. Oadian store. 504.
- [11] Mordí, R.C. (1993). Mechanism of beta-carotene degradation. *Biochemical Journal*. 292: 310–312.
- [12] Inchuen, S. (2012). Effect of hot-air drying temperature on color, pasting and antioxidant properties. *Khon Kaen Agriculture journal (supplement)*. 40(1): 478-485.
- [13] Sukboonyasatit, D., Ruangsak, B., Srithong, W. and Cheungkuntod, S. (2017). Effect of sweet potato flour as wheat flour substitution on the characteristics of cookies. *Khon Kaen Agriculture journal (supplement)*. 45(1): 1060-1065.
- [14] Pornchaloempong, P. and Rattanapanone, N. (2016). Food network solution. [Online] Available from <http://www.foodnetworksolution.com>. [Accessed July, 15, 2016].
- [15] Montilla, E.C., Hillebrand, S. and Winterhalter, P. (2010). Anthocyanin in Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Varieties. *Fruit, Vegetable and Cereal Science Biotechnology*. 5: 19-24.
- [16] Junpattiw, A., Mitmungskorn, Y. and Montri, N. (2017). Effects of heat and storage treatments on the anthocyanin contents in selected purple vegetables. *Kaen Agriculture journal (supplement)*. 45: 1278-1282.
- [17] Islam, S.N., Nusrat, T., Begum, P. and Ahsan, M. (2016). Carotenoids and b-carotene in orange fleshed sweet potato: A possible solution to vitamin A deficiency. *Food Chemistry*. 199: 628-631.
- [18] Bovskova, H., Mikova, K. and Panovska, Z. (2014). Evaluation of egg yolk colour. *Czech Journal of Food Sciences*. 32(3): 213-217.
- [19] He, X.L., Li, X.L., Lv, Y.P. and He, Q. (2015). Composition and color stability of anthocyanin-based extract from purple sweet potato. *Food Science and Technology (Campinas)*. 35(3): 468-473.
- [20] Ginting, E. (2013). Carotenoid extraction of orange-fleshed sweet potato and its application as natural food colorant. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 24(1): 81-88.

* Corresponding author e-mail: narinch@buu.ac.th

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตสระแก้ว สระแก้ว

Faculty of Agricultural Technology, Burapha University Sakaeo Campus, Sakaeo