

การพัฒนาผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพจากมันเทศสีม่วงที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูง Development of Healthy Biscuits from Purple Sweet Potato Containing High Resistant Starch

ภัทราภรณ์ สุขขาว^{1,*} พวงเพ็ชร นิธยานนท์¹ อนันต์ บุญปาน¹
Pattraporn Sukkhown^{1,*} Puangpetch Nitayanont¹ Anan Boonpan¹

Received: December 27, 2022

Revised: May 22, 2023

Accepted: June 12, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงจากมันเทศสีม่วง จากการศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีของมันเทศสีม่วง พบว่า มีคาร์โบไฮเดรต 41.58 g/100g ไขมัน 0.30 g/100g โปรตีน 0.59 g/100g เส้นใยหยาบ 1.08 g/100g เถ้า 2.10 g/100g และความชื้น 79 g/100g สภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปแป้งจากมันเทศสีม่วง ให้มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูง คือ การนึ่งให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 9 ชั่วโมง นำไปบดให้ละเอียดขนาด 100 เมช ย่อยแป้งด้วยเอนไซม์ทางการค้า 2 ชนิด ได้แก่ α -amylase (1%w/v) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วตามด้วยการย่อยโดยใช้เอนไซม์ β -amylase (1%w/v) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง นำสารละลายแป้งไปทำแห้งโดยใช้วิธีสเปรย์ดราย (spray dry) ผลการทดลองพบว่าแป้งมันเทศสีม่วงที่ผ่านการนึ่ง 30 นาทีมีค่า DPPH assay ($\mu\text{mol TE/g}$) ที่ 160.18 $\mu\text{mol TE/g}$ และค่าสตาร์ชทนย่อย (resistant starch) (%) ที่ 18.96 ค่าความสว่างของสี (L^* =55.64), ค่าความเป็นสีแดง-เหลือง (a^* =15.10) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^* = -5.50) แป้งมันม่วงที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงสามารถทดแทนแป้งอเนกประสงค์ในสูตรพื้นฐานได้ที่ระดับร้อยละ 50 ผลิตภัณฑ์บิสกิตจากแป้งมันม่วงที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงที่ผลิตได้มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง (7.45) มีค่าคุณภาพทางกายภาพด้านเนื้อสัมผัส hardness (Kg) ที่ 0.74, fracturability ที่ 0.76, ผลิตภัณฑ์นี้มีค่าสี L^* (18.06), a^* (15.27), b^* (9.52) มีคุณภาพด้านจุลินทรีย์และยีสต์และราทั้งหมด < 10 est. (cfu/g) ซึ่งอยู่ในระดับปลอดภัยได้มาตรฐาน การทดสอบผู้บริโภค 100 คนที่มีต่อผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงจากมันเทศสีม่วงที่ผ่านการพัฒนา พบว่า ยอมรับผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 90 และสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 87

คำสำคัญ: ผลิตภัณฑ์บิสกิต บิสกิตเพื่อสุขภาพ มันเทศสีม่วง สตาร์ชทนย่อยสูง

ABSTRACT

The research was aimed to develop high resistant starch - new healthy biscuits from purple sweet potato. The proximate composition of purple sweet potato found 41.58 g/100g carbohydrate, 0.30 g/100g fat, 0.59 g/100g protein, 1.08 g/100g crude fiber, 2.10 g/100g ash and 79 g/100g moisture. The appropriate conditions for processing purple sweet potato starch to have a high starch resistant value were steamed at 100°C for 30 min, then dried in a hot air tray oven at 70°C for 9 hours, ground to 100 mesh. The starch was hydrolyzed with two commercial enzymes, α -Amylase (1%w/v) at 70°C for 2 hours, followed by β -Amylase (1%w/v) at 55°C for 2 hours and dried by spray dry. Results found that the 30 minute steamed process of purple sweet potato had antioxidant activity of 160.18 $\mu\text{mol TE/g}$ using DPPH assay and resistant starch (%) at 18.96 with the lightness color of L^* = 55.6, red-yellow hue (a^* =15.10) and yellow-blue values (b^* = -5.50). The purple sweet potato with high resistant starch content can be substituted for all-purpose flour in the basic formulation at the level of 50%. The produced high resistant starch - biscuits from purple sweet potato had sensory liking with overall liking score at moderately (7.45). The physical quality for hardness (Kg) at 0.74, fracturability at 0.76, color L^* (18.06), a^* (15.27), b^* (9.52). This product had quality of total microorganisms, yeasts and molds < 10 est. (cfu/g), which was in the safe standard. The 100 consumer test of developed high resistant starch - new healthy biscuits from purple sweet potato, found that 90% accepted the product and 87% interested in purchasing the product.

Keywords: Biscuits Product, Healthy Biscuits, Purple Sweet Potato, High Resistant Starch

*Corresponding author: pattrapornsukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

บทนำ

มันเทศเป็นพืชหัวใต้ดิน มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea batatas* (L.) Lam. อยู่ในวงศ์ Convolvulaceae (พืชตระกูลผักบุ้ง) ในปี คศ. 2022 มันเทศในตลาดโลกมีมูลค่าอยู่ที่ 35,593.53 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ และคาดการณ์ว่ามูลค่าทางการตลาดจะเพิ่มขึ้นอีกที่ร้อยละ 3.02 โดยในปี คศ. 2028 จะมีมูลค่าทางการตลาดสูงถึง 42,544.31 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ [1] ประเทศที่มีการผลิตมันเทศมากที่สุดในโลก คือ จีน มีการผลิต 70 ล้านตัน คิดเป็นร้อยละ 67.70 ของการผลิตมันเทศทั่วโลก ในขณะที่ประเทศสหรัฐอเมริกา มีการส่งออกมันเทศมากที่สุดในโลก [2] สำหรับประเทศไทยนั้นก็นิยมปลูกมันเทศ ซึ่งสามารถปลูกได้ทุกภาคของประเทศไทย แหล่งปลูกที่สำคัญประกอบด้วย ภาคเหนือ ได้แก่ เชียงใหม่ พิจิตร โขงเจียม และสุโขทัย ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ เลย สุรินทร์ และบุรีรัมย์ ภาคกลาง ได้แก่ ออยุธยา สุพรรณบุรี และปทุมธานี ภาคใต้ ได้แก่ นครศรีธรรมราช ชุมพร และปัตตานี มันเทศสายพันธุ์ของไทยนั้นเป็นวัตถุดิบหนึ่งที่มีมูลค่าทางการตลาดต่ำกว่ามันเทศสีม่วงสายพันธุ์โอกินาว่าของญี่ปุ่น ทั้งนี้หากนำมันเทศไปแปรรูปเป็นส่วนประกอบในอาหารหรือขนมขบเคี้ยวจะช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่วัตถุดิบของประเทศไทยได้ มันเทศมีหลายสายพันธุ์ เช่น พันธุ์เนื้อสีขาว เช่น พันธุ์เนื้อสีขาว สีเหลือง สีส้ม และสีม่วง มันม่วงเป็นแหล่งของวิตามิน (วิตามินบี1 บี2 ซี อี) แร่ธาตุ (แคลเซียม แมกนีเซียม โพแทสเซียม และสังกะสี) โยอาหารคาร์โบไฮเดรต สารแคโรทีนอยด์ และสารแอนโทไซยานิน [3] มันเทศสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทุกส่วนโดยนำมารับประทานเป็นอาหาร สามารถนำไปแปรรูปได้หลากหลาย เช่น แปรรูปเป็นเครื่องดื่ม ซุป ขนมขบเคี้ยว อาหารเด็กอ่อน ไอศกรีม ขนมอบ ขนมขบเคี้ยว อาหารแช่ อาหารคาวหวาน หรือเป็นอาหารสัตว์ หรือเป็นพืชพลังงานได้ [4]

การศึกษาผลของสารต้านอนุมูลอิสระของมันเทศสีต่างๆ พบว่า มันเทศสีม่วงเข้มข้นมีสารต้านอนุมูลอิสระ Ferric reducing antioxidant power: FRAP (mmol FE/g) สูงที่สุด (274.02 mmol FE/g) รองลงมาคือ มันเทศสีม่วงอ่อน (75.17 mmol FE/g) มันเทศสีส้ม (70.18 mmol FE/g) มันเทศสีขาว (61.86 mmol FE/g) และมัน

เทศสีเหลือง (52.93 mmol FE/g) ตามลำดับ ซึ่งจากผลของสารอนุมูลอิสระที่สูงนั้นเป็นผลมาจากการที่มันเทศสีม่วงนั้นมีสารแอนโทไซยานินในปริมาณที่มากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมันเทศสีอื่นๆ จากงานวิจัยของ Tian *et al.* (2016) [5] ได้ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของมันเทศสีม่วง พบว่า ประกอบด้วยเส้นใยหยาบร้อยละ 6.17 โปรตีนร้อยละ 5.61 ไขมันร้อยละ 0.90 เถ้าร้อยละ 4.07 และวิตามินซี 109.24 mg/100 g DW ตามลำดับ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแป้งมันเทศสีม่วง พบว่า มีปริมาณสารแอนโทไซยานินอยู่ที่ 280.31 mg/kg อย่างไรก็ตามปริมาณแอนโทไซยานินที่พบขึ้นอยู่กับปัจจัยด้านต่างๆ ได้แก่ สายพันธุ์ พื้นที่ปลูก ฤดูกาล เป็นต้น การลดลงของแอนโทไซยานินขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น ความร้อน แสง ค่าความเป็นกรด-ด่าง ออกซิเจน เอนไซม์ กระบวนการสกัด และผลของอุณหภูมิจากกระบวนการนำแป้งไปแปรรูปการใช้ความร้อนในการแปรรูปส่งผลให้ปริมาณของแอนโทไซยานินลดลง เป็นต้น แป้งมันเทศสีม่วงยังสามารถนำไปทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์คูกก็ได้ร้อยละ 50 ซึ่งระดับการทดแทนนี้เป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด (ชอบในระดับปานกลางที่ 7.77 คะแนน) มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระรวมในคูกก็มันเทศเนื้อสีม่วงอยู่ที่ 133.59 มิลลิกรัม Trolox ต่อ 100 กรัม [6] มันเทศสีม่วงสามารถนำมาผลิตเป็นแป้งทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปัง พบว่า แป้งมันจากเทศสีม่วงสามารถทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์ขนมปังได้ร้อยละ 30 ซึ่งสูตรนี้ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงสุด ทั้งนี้การเพิ่มระดับการเติมแป้งจากมันเทศสีม่วงนั้นส่งผลให้ปริมาณน้ำที่ใช้ในสูตรขนมปังเพิ่มขึ้นด้วย ขนมปังที่ได้จากการทดแทนด้วยแป้งมันจากมันเทศสีม่วงมีปริมาณจำเพาะต่ำกว่าขนมปังที่ไม่ผสมแป้งมันเทศสีม่วง (สูตรควบคุม) แต่มีค่าความแน่นเนื้อและค่าความยืดหยุ่นที่สูงกว่า การเพิ่มปริมาณแป้งมันเทศสีม่วงทดแทนแป้งสาลีทำให้ขนมปังมีปริมาณจำเพาะลดลง ค่าความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้นและค่าความยืดหยุ่นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ทั้งนี้การเตรียมแป้งจากมันม่วงทำได้โดยนำมันเทศสีม่วงมาล้างน้ำให้สะอาด ปอกเปลือก จากนั้นนำไปสไลด์เป็นแผ่นความหนา 6 มิลลิเมตร นำไปนึ่งที่

*Corresponding author: pattapornasukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 8 นาที เพื่อยับยั้ง เอนไซม์เพอร์ออกซิเดส จากนั้นนำไปทำให้เย็นลงโดยใส่ ในอ่างน้ำแข็งนาน 8 นาที แล้วนำไปทำให้สะอาด น้ำ จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ให้มีความชื้นประมาณ ร้อยละ 6-7 แล้วบด จากนั้นนำมาร้อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช จะได้แป้งมันเทศสีม่วง [7]

บิสกิตเป็นหนึ่งในขนมอบที่เก่าแก่ที่สุดและเป็น ที่นิยมสำหรับคนทุกเพศทุกวัยในการบริโภคอย่าง กว้างขวางทั่วโลก ความนิยมของบิสกิตมาจากการ ที่บิสกิตมีสารอาหารและให้พลังงานมาก สะดวกและ รวดเร็วในการรับประทาน นอกจากนี้สูตรบิสกิตสามารถ ปรับได้ง่ายเพื่อตอบสนองความต้องการทางโภชนาการ ของผู้บริโภคเป้าหมาย [8] บิสกิตมีอายุการเก็บรักษา ค่อนข้างนาน เนื่องจากเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นต่ำจึง ปลอดภัยจากการเน่าเสียของจุลินทรีย์ งานวิจัยศึกษา ของ Toan *et al.* (2018) [8] ศึกษาผลของการนำแป้ง จากมันเทศสีม่วงไปทดแทนแป้งสาลีในผลิตภัณฑ์บิสกิต พบว่า แป้งจากมันเทศสีม่วงสามารถทดแทนแป้งสาลีได้ ร้อยละ 50 โดยสูตรดังกล่าวได้รับคะแนนความชอบใน ทุกคุณลักษณะสูงกว่าสูตรควบคุมที่ใช้แป้งสาลี ร้อยละ 100 ดังนั้นจึงสรุปผลได้ว่าไม่เพียงแป้งมันเทศสีม่วงจะ ทดแทนแป้งสาลีทำให้มีสารอาหารที่มีคุณประโยชน์มาก ขึ้นได้แล้ว ยังทำให้บิสกิตที่ได้มีรสชาติที่อร่อยเป็นที่ขึ้น ชอบของผู้บริโภคมากยิ่งขึ้น โดยมีสูตรที่เหมาะสม ประกอบไปด้วย แป้งสาลีร้อยละ 50 แป้งมันม่วงร้อยละ 50 น้ำตาลร้อยละ 15 เนยร้อยละ 40 ผงฟูร้อยละ 1.5 และเกลือร้อยละ 0.5

แป้งทนย่อย (resistant starch) เป็นแป้งที่มีค่า สตาร์ชทนย่อยสูง ไม่ถูกย่อยและไม่ถูกดูดซึมในกระเพาะ อาหารและลำไส้เล็ก แต่สามารถผ่านเข้าไปจนถึงบริเวณ ลำไส้ใหญ่ ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ที่ ลำไส้ใหญ่ เพื่อเป็นอาหารจุลินทรีย์หรือพรีไบโอติก (prebiotics) สำหรับกระตุ้นการเจริญเติบโตของ จุลินทรีย์บางชนิดที่มีประโยชน์บริเวณลำไส้ใหญ่ [9] ที่ เรียกว่า จุลินทรีย์สุขภาพ หรือโพรไบโอติก (probiotics) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีชีวิตและสามารถก่อประโยชน์ต่อ

ร่างกายของสิ่งมีชีวิตที่มันอาศัยอยู่ โดยการปรับสมดุล ของจุลินทรีย์ในร่างกาย [10] แป้งทนย่อย (resistant starch) หรือแป้งที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงมีประโยชน์ คือ ได้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการหมักแป้ง ด้านทาน การย่อยโดยจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่คือ กรดไขมันชนิด สายสั้น ที่สำคัญคือ แอสิตเทท โพรพิโอเนต และบิวไทเรต ที่สามารถใช้เป็นแหล่งพลังงานที่ดีสำหรับเซลล์บริเวณ ลำไส้ใหญ่ (colonocytes) กรดไขมันชนิดสายสั้นที่ สำคัญที่สุดคือ บิวไทเรต มีผลในการช่วยทำให้มีเลือดมา เลี้ยงบริเวณเยื่อบุลำไส้ใหญ่มากขึ้นจึงช่วยกระตุ้นการ เจริญเติบโตและการแบ่งตัวของเยื่อบุลำไส้ใหญ่ และ ช่วยเสริมสร้างภูมิคุ้มกันให้กับระบบทางเดินอาหาร [11] นอกจากนี้การที่จุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ สามารถช่วยย่อย สลายเส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ทำให้จุลินทรีย์มีการ แบ่งตัวเพิ่มจำนวนขึ้น ประกอบกับร่างกายคนและสัตว์ บางชนิดไม่มีเอนไซม์เซลลูเลส (cellulase) ทำให้ใย อาหารชนิดที่ไม่ละลายน้ำหรือไม่ถูกย่อย เช่น เซลลูโลส มีส่วนช่วยเพิ่มมวลอุจจาระและกระตุ้นการขับถ่าย จึง ช่วยป้องกันและลดอัตราการเกิดมะเร็งลำไส้ใหญ่ (colorectal cancer) ได้ จากการศึกษาค่าปริมาณค่า สตาร์ชทนย่อยของแป้งจากพืชชนิดต่างๆ (Table 1) พบว่า แป้งจากพืชแต่ละชนิดมีปริมาณค่าสตาร์ชทนย่อยที่ แตกต่างกันโดยพบในช่วงร้อยละ 1.30 (ข้าวโอ๊ต) ถึง สูงสุดร้อยละ 5.30 (ถั่วเลนทิล) โดยพบว่ามันเทศ ชนิด ต่างกันมีค่าปริมาณค่าสตาร์ชทนย่อยต่างกัน พบมากใน พันธุ์มันเทศ พันธุ์ศรีอรุณที่ร้อยละ 3.30 ในขณะที่มัน เทศสีม่วงมีค่าสตาร์ชทนย่อยอยู่ที่ร้อยละ 3.06 ดังนั้น การศึกษาการผลิตที่ทำให้ได้แป้งจากมันเทศสีม่วงที่มีค่า ปริมาณค่าสตาร์ชทนย่อยที่สูงขึ้นนั้นเป็นสิ่งที่น่าสนใจ อย่างยิ่งในการเพิ่มคุณประโยชน์ให้แก่แป้งทำให้ดีต่อ สุขภาพของผู้บริโภคมากขึ้น [12] ค่าสตาร์ชทนย่อย ทั้งนี้ระดับของปริมาณค่าสตาร์ชทนย่อยจะแปรผันตาม ระดับค่าดัชนีน้ำตาล (Glycaemic Index) แบ่งได้เป็น อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลสูง (high GI food) มีค่า GI ≥ 70 , อาหารที่มีค่าดัชนีน้ำตาลปานกลาง (medium GI food) มีค่า GI เท่ากับ 56-69 และอาหารที่มีค่าดัชนี น้ำตาลต่ำ (low GI food) มีค่า GI ≤ 55 เป็นต้น [13]

*Corresponding author: pattapornasukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

Table 1 The content of resistant starch digestion of starch from different plant species

Starch from different plant species	Resistant starch (%)
Barley	3.20
Oatmeal	1.30
Wheat	2.70
Lentils	5.30
Banana	3.30
Cassava	2.10
Sweet potato (Sri Arun)	3.30
Sweet Potato (Sri Ganaga Carotene)	1.60
Purple sweet potato	3.06

Source: Modified from Remya, R. and Jyothi, A.N. (2015) [12]

จากผลของงานวิจัยข้างต้นจะพบว่าแป้งมันเทศสีม่วงสามารถทดแทนแป้งสาลีได้แต่อย่างไรก็ตามบิสกิตที่ผลิตได้นั้นมีค่าพลังงานสูง มีค่าดัชนีน้ำตาลในระดับปานกลางถึงสูง และมีค่าสตาร์ชทนย่อยในปริมาณน้อยเพียงร้อยละ 3.06 ซึ่งหากบริโภคผลิตภัณฑ์บิสกิตนี้ในปริมาณมากก็จะส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภค ซึ่งในปัจจุบันนี้ยังไม่พบว่ามีการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์บิสกิตจากแป้งมันม่วงที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ (low Glycemic index) และค่าสตาร์ชทนย่อยสูง ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของแป้งเพื่อให้มีค่าสตาร์ชทนย่อยที่สูงขึ้น เช่น แป้งจากมันม่วง ทำได้โดยการนำมันม่วงไปนึ่งทำให้แป้งมันม่วงเกิดการเจลลาคีไนซ์ (gelatinization) ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch granule) เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏเม็ดแป้งพองตัว และความหนืดของน้ำแป้งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อนำแป้งไปย่อยด้วยเอนไซม์ทำให้โครงสร้างของแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลงจาก α -1,4-glucosidase เป็น 1,3-glucosidase ทำให้โครงสร้างของแป้งเปลี่ยนคุณสมบัติเป็นเส้นใยที่สามารถทนต่อการย่อยในกระเพาะอาหารได้มากขึ้น [14] จึงทำให้มีค่าปริมาณสตาร์ชทน

ย่อย (resistant starch) ที่สูงขึ้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีความน่าสนใจเป็นอย่างยิ่งในการพัฒนาเป็นบิสกิตขนมทานเล่นชนิดใหม่ที่นอกจากจะให้คุณค่าทางโภชนาการทำให้รู้สึกอิ่มแล้ว ยังช่วยควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดได้เหมาะสำหรับผู้รักสุขภาพ ยังช่วยลดปริมาณของไขมัน LDL หรือคอเลสเตอรอลชนิดไม่ดีได้ ซึ่งปริมาณที่ลดลงของไขมันชนิดนี้อาจช่วยลดความเสี่ยงของโรคหัวใจและโรคหลอดเลือดสมองลงอีกด้วย และยังเป็นอาหารทานเล่นที่เหมาะสมกับผู้ควบคุมน้ำหนัก ดังนั้นงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อสุขภาพความเป็นอยู่ของคนไทย นอกจากนี้แล้วยังสามารถขยายตลาดสู่การค้าเชิงพาณิชย์ทั้งในประเทศและต่างประเทศสามารถทำรายได้ให้แก่ประเทศเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย

สมมติฐานของงานวิจัย

การเตรียมแป้งมันม่วงด้วยกรรมวิธีที่แตกต่างกันส่งผลต่อระดับปริมาณค่าสตาร์ชทนย่อย และสูตรของการผลิตบิสกิตที่แตกต่างกันส่งผลต่อระดับความชอบของผู้บริโภค

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของมันเทศสีม่วงที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ
2. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปแป้งที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงจากมันเทศสีม่วง

*Corresponding author: pattapornsuks@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

3. เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่มีค่าสารขทนอย่อยสูงจากมันเทศสีม่วง

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาคุณภาพของมันเทศสีม่วงที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ

ทำการคัดเลือกมันเทศสีม่วงตากเกรดที่มีขนาดไม่เป็นไปตามมาตรฐานไม่เป็นที่ต้องการของตลาดรับซื้อในปัจจุบัน (จำหน่ายกิโลกรัมละ 14 บาท ในแต่ละแหล่งเพาะปลูกของประเทศไทย) เพื่อใช้วัตถุดิบราคาถูกให้เกิดประโยชน์ และเพื่อเพิ่มมูลค่าของผลิตผลทางการเกษตร โดยจะเลือกมันเทศสีม่วงจากจังหวัดนครราชสีมา มาศึกษาคุณภาพทางด้านต่างๆดังต่อไปนี้

1.1 คุณภาพเคมี

วิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ: การวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการของ AOAC (2000) [15]

1.2 คุณภาพทางกายภาพ

ค่าสี: วัดค่าสีในระบบ CIE ($L^*a^*b^*$): ทำการเทียบมาตรฐานเครื่องวัดค่าสี Spectrophotometer โดยวัดค่าการสะท้อนแสง (reflectance) ใช้แหล่งกำเนิดแสง D65 มุมผู้สังเกตการณ์มาตรฐาน 10 องศา มาวัดค่าสีด้วยระบบ CIE $L^*a^*b^*$ โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Minolta รุ่น CM-3500d แหล่งกำเนิดแสง D65 ค่าที่รายงานผลได้แก่ค่าสี L^* (ค่าความสว่าง มีค่า 0 - 100), a^* (+ หมายถึงสีแดง, - หมายถึงสีเขียว) และ b^* (+หมายถึงสีเหลือง, - หมายถึงสีน้ำเงิน) วัดค่าสีตัวอย่างละ 5 ซ้ำ จากนั้นหาค่าเฉลี่ย ตามวิธีการของ [16]

2. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปแป้งที่มีค่าสารขทนอย่อยสูงจากมันเทศสีม่วง

2.1 การเตรียมแป้งมันม่วง

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปแป้งจากมันเทศสีม่วง โดยนำมันเทศสีม่วงมาล้างน้ำให้สะอาด ปอกเปลือก จากนั้นนำไปสไลด์เป็นแผ่นความหนา 2 มิลลิเมตร นำไปแช่น้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 2

นาน 30 นาที จากนั้นนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) โดยแปรระยะเวลาการนึ่งที่ 3 ระดับ คือ ระยะเวลา 0, 15 และ 30 นาที เพื่อยับยั้งเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (peroxidase enzyme) โดยพิจารณาผลของความแตกต่างของระยะเวลาการให้ความร้อนที่แตกต่างกันต่อคุณภาพของแป้งมันม่วงที่ได้ ทั้งนี้ คาดหวังว่าการให้ความร้อนเป็นระยะเวลาที่นานขึ้นจะส่งผลทำให้ยับยั้งเอนไซม์เพอร์ออกซิเดส (peroxidase enzyme) ได้ดีขึ้น ทำให้ได้แป้งมันม่วงที่มีสีม่วงสด นอกจากนี้ยังส่งผลให้ได้แป้งมันม่วงที่มีค่าสารขทนอย่อยที่สูงขึ้น หลังจากการนึ่งจากนั้นนำไปทำให้เย็นลงโดยใส่ในอ่างน้ำแข็งนาน 10 นาที แล้วนำไปทำให้สะอาด น้ำ จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส โดยอบเป็นเวลานาน 9 ชั่วโมง หรือจนกว่าความชื้นสุดท้ายของผลิตภัณฑ์ที่ได้ต่ำกว่า ร้อยละ 8 แล้วนำไปบดให้ละเอียดแล้วจึงนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช จากนั้นเก็บในถุงพอลิเอทิลีน (polyethylene) หุ้มด้วยถุงอลูมิเนียมฟอยด์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส [7]

ทำการวัดค่าคุณภาพด้านต่างๆ เปรียบเทียบระหว่างแป้งมันเทศสีม่วงตากเกรดที่มีขนาดไม่เป็นไปตามมาตรฐานราคากิโลกรัมละ 14 บาทที่ได้จากการแปรรูปที่สภาวะต่างๆ เปรียบเทียบกับแป้งมันม่วงสายพันธุ์โอกินาว่าราคากิโลกรัมละ 700 บาท ซึ่งมีราคาสูงและเป็นมันม่วงสายพันธุ์ที่ต้องนำเข้าวัตถุดิบจากประเทศญี่ปุ่น เพื่อคัดเลือกแป้งสูตรที่มีค่าสารขทนอย่อยสูง ทำการวัดคุณภาพ ได้แก่

2.1.1 คุณภาพเคมี

ค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ: การวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า ตามวิธีการของ AOAC (2000) [15]

2.1.2 คุณภาพทางกายภาพ

2.1.2.1 ค่า Water activity: วัดค่าวอเตอร์แอคติวิตีโดยใช้เครื่องวัดค่าวอเตอร์แอคติวิตี (AquaLab Pre, Pullman WA, USA) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

*Corresponding author: pattapornsukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

และทำการทดสอบเกลือมาตรฐานก่อนวัดค่าผลิตภัณฑ์ โดยใช้สารละลายเกลือมาตรฐาน LiCl , MgCl_2 and MgNO_3 ที่มีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี เท่ากับ 0.113, 0.328 และ 0.529 ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ตามลำดับ จากนั้นทำการวัดค่าตัวอย่างมันเทศสีม่วงใช้ตัวอย่างครั้งละ 1/3 ของถ้วย ใส่ในช่องสำหรับวัดตัวอย่าง เมื่อตัวอย่างถึงจุดสมดุลประมาณ 2-3 นาที จึงทำการอ่านค่าวอเตอร์แอกทิวิตี วัดค่า water activity ตัวอย่างละ 5 ชั่วโมง จากนั้นหาค่าเฉลี่ย [17]

2.1.2.2 ค่าสี: วัดค่าสีในระบบ CLE ($L^*a^*b^*$) ตามวิธีการของ Davis et al. (2003) [16]

2.1.2.3 ค่าความหนืด: การวัดค่าความหนืดของเจลแบ่งโดยแบบ Rapid Visco Analyzer (RVA) โดยใช้ตัวอย่างแบ่ง 3 กรัม ซึ่งน้ำหนักในกระบอกอะลูมิเนียมสำหรับเครื่อง RVA เติมน้ำกลั่น DI แล้วชั่งน้ำหนักรวมเป็น 28 กรัมจึงนำไปวัดค่า ตั้งค่าให้กวนที่ความเร็วรอบ 160 rpm ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้นที่ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที แล้วจึงให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส ตั้งค่าการเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิตั้งต้น 60 องศาเซลเซียส ไปเป็น 95 องศาเซลเซียส ให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นที่อัตรา 5.83 องศาเซลเซียส / นาที และคงอุณหภูมิไว้นาน 4 นาที ก่อนจะทำให้เย็นลงโดยปรับอุณหภูมิเป็น 50 องศาเซลเซียส นาน 4 นาที ให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นที่อัตรา 11.25 องศาเซลเซียส/นาที คงอุณหภูมินาน 4 นาที ใช้อุณหภูมิทั้งหมดนาน 20 นาที รายงานผลเป็นค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity), ค่าความหนืดต่ำสุด (trough viscosity) และค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) [18]

$$\% \text{Yield} = \frac{(\text{น้ำหนักแป้งมันม่วง} \times 100)}{\text{น้ำหนักมันม่วงวัตถุดิบก่อนปอกเปลือก}}$$

2.2 การเตรียมแป้งมันม่วงที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูง

เมื่อเตรียมแป้งมันม่วงที่ผ่านการเตรียมตามสภาวะที่เหมาะสมตามข้อ 2.1 โดยนำมันม่วงไปนึ่งเป็นระยะเวลานาน 0, 15 และ 30 นาที อบที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ได้แล้ว จึงนำสิ่งทดลองต่างๆ ไปทำการ

ผลิตเป็นแป้งที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงโดยผสมผงแป้งมันม่วงกับสารละลายบัฟเฟอร์ pH 7.0 ที่เตรียมได้ในอัตราส่วน 1:3 จากนั้นนำไปย่อยด้วยเอนไซม์ทางการค้า 2 ชนิด ได้แก่ α -amylase (1%w/v) ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วตามด้วยการย่อยโดยใช้เอนไซม์ β -amylase (1%w/v) ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นจึงทำการหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที จึงนำสารละลายแบ่งไปเข้าเครื่องหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 6,000 g นาน 15 นาที ทำสอกรอบโดยรอบที่ 2 ของการหมุนเหวี่ยงจะล้างแป้งโดยเติมน้ำไปครึ่งหนึ่งของหลอดเซนติฟิว จากนั้นแยกเอาส่วนที่เป็นแป้งออกไปทำแห้งด้วยวิธีสเปรย์ดราย (spray dry) ที่ flow rate 30 mL/นาที ด้วยอุณหภูมิ inlet ที่ 120 องศาเซลเซียส และ outlet ที่ 75 องศาเซลเซียส ตามลำดับ [14] ทำการผลิตสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์ในระดับสูงมาก (very high) คือ มีปริมาณสตาร์ชที่ทนต่อการย่อยด้วยเอนไซม์มากกว่าร้อยละ 15 โดยผลิตจากสตาร์ชที่เกิดการคืนตัว (retrogradation starch) จากการเรียงตัวใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนระหว่างโมเลกุลของสายอะมิโลสระหว่างการทำให้เย็นของสตาร์ชที่ผ่านการเกิดเจลในเซชัน (การเกิดรีโทรเกรเดชัน) เกิดเป็นโครงข่ายสามมิติที่มีความแข็งแรง และสามารถถูกย่อยด้วยเอนไซม์น้อยลง เมื่อได้แป้งมันม่วงที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงแล้วจึงทำการวัดค่าคุณภาพด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.2.1 คุณภาพเคมี

ค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ: การวิเคราะห์ค่าองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณ ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใย และเถ้า [15]

ค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ: การวิเคราะห์ค่า DPPH assay ตามวิธีการของ [11]

ค่าปริมาณสตาร์ชทนย่อย (resistant starch): การวิเคราะห์หาปริมาณสตาร์ชทนย่อย (resistant starch) ด้วยชุดตรวจสอบปริมาณสตาร์ชทนย่อย (resistant starch assay procedure K-RSTAR 05/2008, 100 assays per kit) บริษัท Megazyme ประเทศไอร์แลนด์ [19]

*Corresponding author: pattapornasukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

2.2.2 คุณภาพทางกายภาพ

วิเคราะห์ค่าสีตามวิธีที่กล่าวไว้ในข้อ 2.1.2.2

2.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ในขั้นตอนนี้วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS Version 12 (Version 12, SPSS Inc., Thailand).

ทำการคัดเลือกกรรมวิธีการเตรียมแป้งมันม่วงจากค่าคุณภาพทางเคมีและค่าคุณภาพทางกายภาพที่ได้โดยจะคัดเลือกกรรมวิธีการผลิตที่ได้ค่าสตาร์ชทนนย้อยสูงที่สุด และมีคุณสมบัติด้านอื่นๆอยู่ในระดับที่ดี

โดยนำแป้งมันม่วงที่คัดเลือกนี้ไว้ใช้สำหรับเป็นส่วนผสมในการผลิตผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่มีค่าสตาร์ชทนนย้อยสูงจากมันเทศสีม่วงในการทดลองขั้นต่อไป

3. การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่มีค่าสตาร์ชทนนย้อยสูงจากมันเทศสีม่วง

การศึกษสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์บิสกิต โดยทำการทดลองเพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานที่ดีที่สุดจากผลิตภัณฑ์ทางการค้า 3 ชนิด (Table 2) แล้วนำสูตรพื้นฐานที่ได้จากการคัดเลือกมาทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสแล้วคัดเลือกสูตรที่มีคะแนนความชอบในด้านต่างๆของผู้บริโภคมากที่สุดมาพัฒนาต่อ

Table 2 Selection of 3 basic biscuits formulation

Ingredients	Formulation 1 (%)	Formulation 2 (%)	Formulation 3 (%)
All purpose flour	48.54	47.00	45.35
Fresh chicken eggs	15.45	15.00	16.22
White butter	11.03	6.00	11.59
Salted Butter	4.41	7.00	4.63
Icing sugar	11.03	15.00	11.59
Fat-filled milk powder	8.83	-	9.27
Salt	0.11	0.25	0.12
Vanilla flavor	0.22	0.25	0.23
Baking powder	0.37	1.00	1.00
Rice flour	-	6.50	-
Soy protein	-	2.00	-
Total	100.00	100.00	100.00

Source: Formulation 1 from commercial product, Formulation 2 and 3 modified from commercial product

จาก Table 2 เมื่อเตรียมส่วนผสมของบิสกิตครบทั้ง 3 สูตรแล้วจากนั้นผลิตบิสกิตโดยเริ่มจากการร่อนแป้งอบ และเตรียมแผ่นรองอบผสมส่วนประกอบแห้งโดยใส่แป้งสาลีเอนกประสงค์ ผงฟู เกลือ และน้ำตาลลงในชามใหญ่ ตีจนเข้ากันดี เติมส่วนผสมที่เป็นของเหลว ตวงน้ำมันและเทลงในชามหรือภาชนะแยกต่างหาก

ต่อไปให้ตวงนมแล้วเทลงบนน้ำมัน จากนั้นเททั้งหมดลงในชามที่มีส่วนผสมประกอบแห้งอยู่ ผสมส่วนประกอบทั้งหมดเพื่อเป็นแป้งโดว์ให้เข้ากัน ย้ายแป้งโดว์ไปยังแผ่นซิลิโคนรองนวดแป้ง และนวด 1-2 ครั้ง เพื่อทำแป้งโดว์ให้เป็นก้อนกลมๆกลิ้งแป้งโดว์ให้แบน โดยให้โดว์หนาประมาณ 1 มิลลิเมตร นำไปเข้าเครื่องรีดแป้งเพื่อ

*Corresponding author: pattapornsuks@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

รีดให้แบ่งบิสกิตที่ได้มีความหนาอย่างสม่ำเสมอทั้ง 1 มิลลิเมตร ใช้ที่ตัดบิสกิตมาตัดให้ได้ขนาด 3x3 เซนติเมตร วางบิสกิตที่ตัดไว้ในถาดอบ เว้นให้ห่างกันขึ้นละอย่างน้อย 2.5 เซนติเมตร เพื่อให้สุกเท่าๆกัน อบบิสกิตที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 15 นาที หลังจากเอาถาดอบออกจากเตาอบ วางไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องนาน 20 นาที นำไปบรรจุใส่ในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์แบบลามิเนต

ทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานโดยทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบของตัวอย่างบิสกิตด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม กลิ่นมันม่วง ความกรอบ รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม และทำการทดสอบความพอดีด้วยวิธี Just About Right (JAR)

คัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบในคุณลักษณะด้านต่างๆที่สุดและเป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้ระดับความพอดีของคุณลักษณะด้านต่างๆ เกินร้อยละ 70 ในทุกคุณลักษณะนำไปศึกษาในการทดลองต่อไป โดยทำการทดแทนแป้งสาลีในสูตรพื้นฐานสูตรที่ 2 ที่ผ่านการคัดเลือกด้วยแป้งมันเทศสีม่วงที่มีค่าดัชนีน้ำตาลน้อยสูงที่ได้จากการทดลองในข้อที่ 2 ลงในสูตรพื้นฐานที่คัดเลือกไว้ที่ระดับร้อยละ 25, 50, 75, 100 จากนั้นเลือกเพียงระดับการทดแทนแป้งมันเทศสีม่วงเพียงระดับเดียวที่ดีที่สุดจากคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสที่ผ่านการคัดเลือกจากผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน ด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ Quantitative Descriptive Analysis (QDA) ทั้งนี้การทดแทนแป้งมันม่วงที่ร้อยละ 50 ผ่านการคัดเลือก จึงนำมาทำการประเมินคุณภาพในด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.1 คุณภาพทางกายภาพ

3.1.1 ค่าสี: วิเคราะห์ค่าสีตามวิธีที่กล่าวไว้ในข้อ 2.1.2

3.1.2 ค่าเนื้อสัมผัส: วิเคราะห์ค่าการแตกหักด้วยเครื่อง Texture Analyzer รายงานผลค่าความแข็ง

(Hardness) และค่าการแตกหัก (Fracturability) โดยเลือก ใช้หัววัด Crisp Fracture Rig (HDP/CFS) & 1/4" Ball Probe อัตราเร็วในการเคลื่อนที่ของหัววัดก่อนการทดสอบและขณะทำการทดสอบเท่ากับ 1 มิลลิเมตรต่อวินาที และอัตราเร็วหลังการทดสอบเท่ากับ 10 มิลลิเมตรต่อวินาที จากนั้นวัดเนื้อสัมผัสของตัวอย่างบิสกิตโดยนำตัวอย่างมาวาง ณ จุดกึ่งกลางของหัววัด และเริ่มการทดสอบเพื่อวัดค่าการแตกหัก โดยวัดตัวอย่างละ 10 ซ้ำ คัดแปลงจาก Tirakawin and Hongvarerat (2010) [20]

3.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีทดสอบความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์บิสกิตมันม่วงที่มีค่าดัชนีน้ำตาลน้อยสูงที่ผ่านการพัฒนาด้วยวิธี 9-point hedonic scale กับคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม กลิ่นมันม่วง ความกรอบ รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม โดยการออกแบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทางประชากรศาสตร์ ทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 100 คน ที่รักสุขภาพและรับประทานบิสกิต มีอายุ 18-60 ปี ต่อผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่มีค่าดัชนีน้ำตาลน้อยสูงที่ผ่านการพัฒนา งานวิจัยนี้มีคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ หมายเลขใบรับรอง PIM-REC 003/2564

3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ (Total Plate Count, Yeast/Mold)

วิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) รวมทั้งยีสต์และรา (total yeast and mold) [21]

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตามวิธีการที่กล่าวถึงในข้อ 2.2.3

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาคุณภาพของมันเทศสีม่วงที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบ

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณของวัตถุดิบมันเทศสีม่วงตากเกรดที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่จำหน่ายก็โลกรัมละ

*Corresponding author: pattapornasukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

14 บาท (Table 3) พบว่า มันม่วงสดมีความชื้นค่อนข้างสูงที่ร้อยละ 79 รองลงมาเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ร้อยละ 41.58 และมีปริมาณเส้นใยหยาบค่อนข้างต่ำเพียงร้อยละ 1.08 จึงกล่าวได้ว่าวัตถุดิบแป้งมันเทศสีม่วงตั้งต้นมีค่าปริมาณสารขหน้อยในปริมาณน้อย การนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและหากผู้บริโภครับประทานเข้าไปในปริมาณมากย่อมส่งผลให้ส่งผลกระทบต่อระดับพลังงานที่ร่างกายจะได้รับมากตามไปด้วย การนำแป้งมันเทศสีม่วงมาทำแป้งที่มีค่าสารขหน้อยสูงจะช่วยให้ได้แป้งที่ดีต่อสุขภาพมาก

ยิ่งขึ้น จากงานวิจัยของ Grace *et al.* (2014) [22] พบว่า แป้งมันเทศสีม่วงมีปริมาณสารประกอบแอนโทไซยานินและฟีนอลิกสูง นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุ (Ca, P, Fe และ K), เส้นใยอาหาร, วิตามินซี และกรดโฟลิกอีกด้วย ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าการนำมันเทศสีม่วงตากแดดมาแปรรูปทำแป้งที่มีค่าสารขหน้อยสูงและนำแป้งมันม่วงมาใช้เป็นวัตถุดิบในการทำบิสกิตเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลผลิตทางการเกษตรและยังช่วยเสริมคุณค่าทางโภชนาการให้แก่ขนมทานเล่นได้

Table 3 Proximate analysis of chemical composition of purple potato raw materials

Chemical composition	%
Carbohydrate	41.58±0.12
Fat	0.30±0.02
Protein	0.59±0.02
Crude Fiber	1.08±0.05
Ash	2.10±0.05
Moisture	79.00±0.10

2. การศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการแปรรูปแป้งที่มีค่าสารขหน้อยสูงจากมันเทศสีม่วง

จากการพิจารณาผลของความหนืด Rapid Visco Analyzer (RVA) ของผงมันม่วง (Table 4) พบว่า แป้งมันม่วงที่เตรียมโดยที่ไม่ผ่านการนึ่งมีค่าความหนืดสูงสุด (peak viscosity), ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดต่ำสุด (trough), ความแตกต่างของความหนืดสูงสุดและความหนืดต่ำสุด (breakdown), ความหนืดสุดท้าย (final viscosity), ผลต่างของความหนืดสุดท้ายกับความหนืดที่จุดสูงสุด (setback) สูงที่สุดอยู่ที่ 3,608.50 cP, 3,063.00 cP, 545.50 cP, 4,431.00 cP, 1,368.00 cP รองลงมาเป็นแป้งที่ผ่านการนึ่งนาน 30 นาที, นึ่ง 15 นาที และตัวอย่างควบคุม ตามลำดับ ในส่วนของเวลาที่ทำให้เกิดความหนืดสูงสุด (peak time) พบว่า ตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งนาน 30 นาทีและตัวอย่างควบคุมใช้เวลาเท่ากันซึ่งใช้เวลาสูงสุดเมื่อเทียบกับตัวอย่างอื่นที่ 6.97 นาที สำหรับอุณหภูมิที่เริ่มมีการ

เปลี่ยนแปลงค่าความหนืด (Pasting Temp) พบว่า มันม่วงที่นึ่งนาน 30 นาที มีค่าอุณหภูมิสูงที่สุดที่ 95.00 องศาเซลเซียส ซึ่งใกล้เคียงกับตัวอย่างมันม่วงที่นึ่งนาน 15 นาที มีค่าอุณหภูมิอยู่ที่ 94.70 องศาเซลเซียส เมื่อพิจารณาค่า setback และ final viscosity ซึ่งเป็นตัวชี้เนื้อสัมผัสสุดท้ายของแป้ง เมื่อแป้งเย็นตัวลงปริมาณอะไมโลสที่สูงในแป้งจะให้ค่า setback ที่สูงด้วยเนื่องจากเกิดการรีโทรเกรเดชันของโมเลกุลอะไมโลส ซึ่งจะพบว่าแป้งที่ไม่ผ่านการนึ่งมีค่า setback และ final viscosity ที่สูงที่สุด จึงเกิดการรีโทรเกรเดชันของโมเลกุลอะไมโลสได้มากที่สุดหากนำแป้งที่เตรียมในลักษณะนี้ไปใช้ประโยชน์เป็นส่วนประกอบในขนมทำให้ขนมที่ผลิตเมื่อเก็บไว้นานขึ้นทำให้เนื้อสัมผัสแข็งและกระด้างได้ง่าย ส่วนตัวอย่างที่เตรียมโดยการนึ่งนาน 15 นาที และ 30 นาทีให้ค่า setback และ final viscosity ในระดับที่น้อยกว่าแป้งที่ไม่ผ่านการนึ่ง ความร้อนจากการนึ่งที่เวลาต่างๆ มีผลต่อค่า setback ที่ลดลงไปจากแป้ง

*Corresponding author: pattapornasukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

ดิบทำให้ค่า setback มีแนวโน้มลดลงอันเนื่องมาจากการเกิดเจลลาติในเซชันของแป้ง เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบส่งผลให้เกิด

การเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ เม็ดแป้งพองตัวและความหนืดของน้ำแป้งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้แป้งคืนตัวได้น้อยลงทำให้ค่า setback ต่ำลง ดังนั้นการเตรียมแป้งโดยผ่านการนึ่งก่อนจึงเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำให้การเกิดรีโทรเกรเดชันในขนมมีน้อยลง

Table 4 Study on viscosity properties of Rapid Visco Analyzer (RVA) of purple sweet potato powder

RVA	Purple sweet potato powder			
	Control*	Not steamed	Steamed for 15 Min	Steamed for 30 Min
Peak viscosity (cP)	183.00 ^d ±1.02	3,608.50 ^a ±4.08	215.50 ^c ±1.51	325.00 ^b ±1.14
Trough (cP)	152.00 ^d ±2.15	3,063.00 ^a ±2.17	178.00 ^c ±3.02	266.50 ^b ±2.48
Breakdown (cP)	20.67 ^d ±1.02	545.50 ^a ±5.50	37.50 ^c ±1.36	58.50 ^b ±2.04
Final viscosity (cP)	338.00 ^d ±3.15	4,431.00 ^a ±3.40	423.50 ^c ±5.18	601.00 ^b ±4.37
Setback (cP)	186.00 ^d ±1.60	1,368.00 ^a ±4.12	245.50 ^c ±5.70	334.50 ^b ±3.10
Peak Time (min)	6.97 ^a ±0.72	5.54 ^b ±0.08	6.93 ^a ±0.32	6.97 ^a ±0.20
Pasting Temp (°C)	78.15 ^c ±2.30	83.90 ^b ±1.42	94.70 ^a ±1.80	95.00 ^a ±1.71

Remark: Control is a commercial Okinawa purple sweet potato powder. The selling price is 700 THB per Kg

^{a-d} Means within the same column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

Table 5 Color, a_w and %yield of purple sweet potato powder

Physical quality	Purple sweet potato powder			
	Control*	Not steamed	Steamed for 15 Min	Steamed for 30 Min
L*	46.91 ^d ±1.71	60.81 ^b ±2.74	63.81 ^a ±0.20	51.64 ^c ±1.99
a*	11.41 ^b ±1.16	8.47 ^c ±0.53	7.57 ^d ±0.05	13.18 ^a ±0.34
b*	0.34 ^c ±0.06	3.70 ^b ±0.16	8.09 ^a ±0.03	0.25 ^d ±0.12
a_w	0.488 ^a ±0.002	0.311 ^b ±0.003	0.207 ^c ±0.002	0.469 ^a ±0.002
%Yield	-	35.08 ^a	34.80 ^{ab}	34.10 ^b

Remark: Control is a commercial Okinawa purple sweet potato powder. The selling price is 700 THB per Kg

^{a-c} Means within the same column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

จาก Table 5 การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพด้านสี พบว่า ตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งนาน 30 นาทีค่าความสว่างของสีลดลงแต่มีค่า a* สูงกว่าตัวอย่างที่ไม่ผ่านการนึ่งซึ่งจากการสังเกตจะพบว่าตัวอย่างที่ผ่าน

การนึ่งนาน 30 นาทีผงมันม่วงมีความเป็นสีม่วงเข้มที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างอื่นๆซึ่งตรงตามคุณลักษณะสีที่ต้องการโดยมีสีม่วงใกล้เคียงกับผงมันม่วงตัวอย่างควบคุม (ที่จำหน่ายทางการค้า) ซึ่งเป็นโทนสีม่วงเข้ม

*Corresponding author: pattapornasukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

สังเกตได้จากค่าความสว่างของสี L^* ที่ลดลง มีค่าความเป็นสีแดง-เขียว (a^*) ที่สูงขึ้นให้สีโทนม่วงเข้ม มีค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^*) ใกล้เคียงกับผงมันม่วงตัวอย่างควบคุม ในที่นี้สามารถอธิบายได้ว่าการนึ่งนั้นสามารถยับยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดส โดยเอนไซม์นี้จะทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลไปเป็นสารตั้งต้นในการทำปฏิกิริยาสีน้ำตาล [23] เป็นสาเหตุทำให้มันม่วงมีสีซีด การเลือกระยะเวลาการนึ่งที่เหมาะสมจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญซึ่งมีผลโดยตรงต่อสีมันม่วงซึ่งจะพบว่าตัวอย่างมันม่วงที่ไม่ผ่านการนึ่งมีค่าความสว่างของสี L^* ที่สูงซึ่งสอดคล้องกับค่าสีของมันม่วงซึ่งตัวอย่างดังกล่าวมีสีของมันม่วงที่ค่อนข้างขาวซีด ความเป็นสีม่วงลดลง มีสีโทนอ่อนซึ่งไม่ใช่คุณลักษณะที่พึงประสงค์ (งานวิจัยนี้ต้องการมันม่วงโทนสีม่วงเข้มใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม) สำหรับค่า a_w ตัวอย่างผงมันม่วงที่ผ่านการนึ่งนาน 30 นาทีมีค่า a_w สูงกว่าตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งนาน 15 นาที แต่มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างควบคุม

($P<0.05$) มันม่วงที่เตรียมโดยการนึ่งเป็นระยะเวลาที่นานขึ้นมีแนวโน้มที่ %Yield ลดลง เนื่องจากการนึ่งทำให้เซลล์มันม่วงเกิดการเสียโครงสร้างน้ำภายในเซลล์สามารถระเหยออกไปได้ง่ายตัวอย่างจึงสูญเสียความชื้นได้มากกว่าตัวอย่างมันม่วงที่ไม่ผ่านการนึ่งจึงมี %Yield ที่น้อยกว่าแต่อย่างไรก็ตาม %Yield ผงมันม่วงที่ผ่านการนึ่งนาน 15 และ 30 นาที นั้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อีกทั้งการนึ่งที่นาน 30 นาทียังได้แบ่งที่มีคุณสมบัติการเกิดเจลลิตินเซชัน (gelatinization) ที่มากกว่าจึงมีแนวโน้มได้คุณสมบัติแบ่งที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ (low GI) และมีค่าสตาร์ชทนย่อยสูง (resistant starch) เมื่อนำไปผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ เนื่องจากเมื่อเม็ดแป้งดิบถูกเจลลิตินในระหว่างให้ความร้อนที่นานขึ้น การหยุดชะงักของโครงสร้างแป้งจะเพิ่มความไวต่อการย่อยสลายของเอนไซม์ ทำให้เมื่อแป้งผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ จึงมีโครงสร้างที่เปลี่ยนแปลงไป [24]

Table 6 Various qualities of resistant starch from purple sweet potato

Various qualities	Purple sweet potato powder			
	Control*	Not steamed	Steamed for 15 Min	Steamed for 30 Min
Chemical quality				
Antioxidant activity (DPPH assay) ($\mu\text{mol TE/g}$)	108.68 ^c ±0.12	101.35 ^c ±0.08	126.92 ^b ±0.03	160.18 ^a ±0.16
Resistant starch (%)	11.30 ^b ±0.05	5.02 ^c ±0.03	12.60 ^b ±0.01	18.96 ^a ±0.01
Physical quality				
L^*	46.91 ^c ±1.71	47.16 ^c ±1.03	52.94 ^b ±1.65	55.64 ^a ±0.16
a^*	11.41 ^c ±1.16	8.57 ^c ±0.70	13.26 ^b ±0.50	15.10 ^a ±0.08
b^*	0.34 ^c ±0.06	-3.45 ^b ±0.18	-3.12 ^b ±0.11	-5.50 ^a ±0.11

Remark: Control is a commercial Okinawa purple sweet potato powder. The selling price is 700 THB per Kg

^{a-c} Means within the same column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

จาก Table 6 การศึกษาค่าคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า ตัวอย่างมันม่วงตากเกรดที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่จำหน่ายกิโลกรัมละ 14 บาทที่ผ่านการนึ่ง

นาน 30 นาที เมื่อผ่านการย่อยด้วยเอนไซม์ทางการค้า 2 ชนิด ได้แก่ α -amylase ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง แล้วตามด้วยการย่อยโดยใช้เอนไซม์ β -

*Corresponding author: pattapornasuk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

amylase ที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง จากนั้นจึงทำการหยุดปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH assay ($\mu\text{mol TE/g}$) ที่ 160.18 $\mu\text{mol TE/g}$ และค่าปริมาณสตาร์ชทนย่อย (resistant starch) (ร้อยละ) ที่ 18.96 โดยอยู่ในระดับสูงสุด รองลงมาเป็นตัวอย่างมันม่วงที่ผ่านการนึ่งนาน 15 นาที และไม่ผ่านการนึ่งตามลำดับ ซึ่งให้ผลค่าปริมาณสตาร์ชทนย่อย (resistant starch) (ร้อยละ) ที่สูงกว่าตัวอย่างควบคุมซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์มันม่วงสายพันธุ์โอกินาว่าทางการค้าจากญี่ปุ่นที่ผ่านการนึ่งซึ่งจำหน่ายราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 700 บาท ผลการทดลองสามารถอธิบายได้ว่าการนึ่งมันม่วงที่นานขึ้นทำให้แป้งมันม่วงเกิดการเจลาติไนซ์ (gelatinization) ส่งผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในภายในโมเลกุลของเม็ดแป้ง (starch granule) เนื่องจากความร้อนทำลายพันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของสตาร์ชในเม็ดแป้ง สายพอลิเมอร์ของอะไมโลส (amylose) และอะไมโลเพกทิน (amylopectin) ที่อัดแน่นอยู่ในเม็ดแป้งจะคลายตัวและรวมกับน้ำที่ล้อมรอบส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของลักษณะปรากฏ เม็ดแป้งพองตัว และความหนืดของน้ำแป้งเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องเมื่อนำแป้งไปย่อยด้วยเอนไซม์ทำให้โครงสร้างของแป้งเกิดการเปลี่ยนแปลงพันธะไกลโคสิติก (glycosidic bond) ของแป้งจาก α -1,4- glycosidic linkage เป็น 1,3 glycosidic linkage ทำให้โครงสร้างของแป้งเปลี่ยนคุณสมบัติเหมือนหรือใกล้เคียงกับเส้นใยที่สามารถทนต่อการย่อยในกระเพาะอาหารได้มากขึ้น [14] ทำให้มีค่าปริมาณสตาร์ชทนย่อย (resistant starch) ที่สูง นอกจากนี้ยังส่งผลต่อคุณสมบัติของความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH assay ($\mu\text{mol TE/g}$) อีกด้วย จากงานวิจัยนี้แป้งที่ทนต่อการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็กได้ที่เรียกแป้งกลุ่มนี้ว่า “แป้งทนการย่อย” (Resistant starch ; RS) สามารถทนต่อการถูกย่อยโดยเอนไซม์ที่กระเพาะอาหารและไม่ถูกดูดซึมที่ลำไส้เล็ก แต่สามารถผ่านเข้าไปสู่ลำไส้ใหญ่ ทำให้เกิดกระบวนการหมักโดยจุลินทรีย์ที่ลำไส้ใหญ่ โดยกระบวนการย่อยและการดูดซึมแป้งจะ

เกิดขึ้นอย่างช้าๆ อาหารที่มีปริมาณแป้งต้านทานการย่อยสูงจะมีค่า Glycemic Index (GI) ต่ำ [25] สอดคล้องกับงานวิจัยของ Raben *et al.* (1994) [26] พบว่า อาหารที่มีแป้งต้านทานการย่อยจะถูกย่อยประมาณ 5-7 ชั่วโมง หลังการรับประทาน ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดและอินซูลินลดลง แป้งมันม่วงที่ผ่านการเตรียมโดยการนึ่งที่ระยะเวลานาน 30 นาที การให้ความร้อนเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมทำให้แป้งเกิดกระบวนการเจลาติไนเซชัน (gelatinization) ความร้อนมีผลทำให้พันธะไฮโดรเจนในเม็ดแป้งถูกทำลาย ความเป็นผลึกโครงสร้างที่เป็นระเบียบของอะมิโลสและอะมิโลเพกทินเกิดการเสียโครงสร้างปกติ เอนไซม์จึงเข้าไปย่อยแป้งได้มากขึ้น เม็ดแป้งสูญเสียสมบัติของการปิดระนาบแสงโพลาไรซ์ ทำให้ลักษณะรูปกากบาทในเม็ดแป้งจะลดลงหรือหายไป หลังจากนั้น เมื่อปล่อยให้แป้งสุกเย็นตัวลง ทำให้อะมิโลสที่ออกมาจากเม็ดแป้ง กลับมาจัดเรียงตัวกันใหม่ด้วยพันธะไฮโดรเจนแบบเกลียวคู่ ซึ่งเป็นผลึกที่มีความหนาแน่นยิ่งขึ้น ส่งผลให้แป้งคืนตัวมีความทนทานต่อการถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหาร [27] แป้งที่มีระดับปริมาณสตาร์ช ทนการย่อยสูงจึงมีคุณสมบัติคล้ายกับเยื่อใยอาหาร การสกัดทำให้แป้งมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระที่อยู่ในเยื่อใยอาหารในปริมาณมากกว่าแป้งที่มีปริมาณสตาร์ชทนการย่อยต่ำทำให้แป้งที่ผ่านการนึ่งนานขึ้นมีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH assay ($\mu\text{mol TE/g}$) ในปริมาณที่สูงขึ้น

จากการพิจารณาค่าสี พบว่า ตัวอย่างที่ผ่านการนึ่งนาน 30 นาทีมีค่าความสว่างของสี ($L^* = 55.64$), ค่าความเป็นสีแดง-เหลือง ($a^* = 15.10$) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน ($b^* = -5.50$) สูงสุด ตัวอย่างที่ได้มีลักษณะสีม่วงที่เข้มกว่าตัวอย่างมันม่วงที่ผ่านการนึ่งนาน 15 นาที และไม่ผ่านการนึ่งตามลำดับ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าระยะเวลาการนึ่งส่งผลโดยตรงต่อคุณสมบัติของแป้งมันม่วงที่ได้ จากการทดลองนี้จึงสรุปได้ว่ามันเทศสีม่วงตากเกรดที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามมาตรฐานเมื่อผ่านการทดลองโดยผ่านการเตรียมด้วยสภาวะที่เหมาะสม (นึ่งนาน 30 นาทีและย่อยด้วยเอนไซม์) สามารถปรับปรุง

*Corresponding author: pattapornsuks@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

คุณสมบัติได้ทำให้มีคุณสมบัติด้านสตาarchทนย่อยสูงกว่า แป้งมันม่วงสายพันธุ์โอกินาว่าที่มีราคาสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร

ให้มีมูลค่าสูงขึ้น มีคุณประโยชน์ต่อสุขภาพมากขึ้น สามารถผลิตเพื่อจำหน่ายในรูปแบบผงสู่การค้าเชิงพาณิชย์ได้โดยจำหน่ายได้ในราคาที่ย่อมเยา

Table 7 Nutritional analysis of purple potato powder samples prepared by steaming for 30 min compared to control samples.

Chemical quality	Purple sweet potato powder	
	Control*	Steamed for 30 Min
Carbohydrate (g/100g)	84.99 ^b ±0.08	87.07 ^a ±0.05
Fat (g/100g) ^{NS}	0.97±0.12	0.87±0.04
Protein (g/100g) ^{NS}	6.09±0.10	5.80±0.04
Total Dietary Fiber (g/100g)	15.62 ^b ±0.03	19.20 ^a ±0.05
Ash (g/100g) ^{NS}	2.43±0.05	2.79±0.03
Moisture (g/100g) ^{NS}	5.52±0.08	5.47±0.12
Calories (Kcal/100g)	373.05 ^a ±0.05	371.31 ^a ±0.02
Calories from fat (Kcal/100g)	8.73 ^a ±0.03	7.83 ^b ±0.10

Remark: Control is a commercial Okinawa purple sweet potato powder. The selling price is 700 THB per Kg

^{a-b} Means within the same column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

^{NS} Means not significantly different within the same row ($P>0.05$).

The samples steamed for 30 minutes were degraded purple sweet potato powder whose quality did not meet the standards used as raw materials.

Table 7 การเปรียบเทียบผลของคุณค่าทางโภชนาการระหว่างตัวอย่างแป้งมันม่วงที่ผ่านการเตรียมโดยการนึ่งนาน 30 นาทีซึ่งเป็นสิ่งทดลองที่มีค่าปริมาณสตาarchทนย่อย (resistant starch) (ร้อยละ) สูงที่สุดที่ระดับร้อยละ 18.96 กับตัวอย่างควบคุม พบว่าตัวอย่างมันม่วงที่นึ่งนาน 30 นาทีนั้นมีค่า Total Dietary Fiber ที่ 19.20 (g/100g) โดยสูงกว่าตัวอย่างควบคุมซึ่งมีค่า Total Dietary Fiber เพียง 15.62 (g/100g) สำหรับค่า Moisture ตัวอย่างมันม่วงที่นึ่งนาน 30 นาทีมีค่าใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม แต่มีค่า Protein น้อยกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย มี Ash และ Carbohydrate ที่ได้มากกว่าควบคุม ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังมีค่า Calories และ Calories from fat น้อยกว่าตัวอย่างควบคุมจึงให้พลังงานที่ต่ำกว่าสูตรควบคุม ($P<0.05$)

3. การศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่มีค่าสตาarchทนย่อยสูงจากมันเทศสีม่วง

จากการคัดเลือกสูตรพื้นฐาน พบว่า สูตรที่ได้รับคะแนนความชอบสูงสุด คือ สูตรที่ 2 โดยได้ผลการทดลองดัง Table 8 ซึ่งจะมีการนำแป้งมันม่วงที่ผ่านการผลิตโดยมีค่าสตาarchทนย่อยสูงมาทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ การทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสอีกครั้ง โดยเปรียบเทียบกับสูตรที่ใช้แป้งมันม่วงที่ไม่ได้ผ่านการผลิตให้มีค่าสตาarch ทนย่อยสูงหรือสูตรปกติ (ตัวอย่างควบคุม)

*Corresponding author: pattapornasukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

Table 8 Sensory test results of 3 basic formulation of biscuit products

Sensory Evaluation	Formulation 1	Formulation 2	Formulation 3
Appearance	6.42 ^{ab} ±0.78	6.75 ^a ±1.02	6.15 ^b ±1.14
Color	5.90 ^b ±0.95	6.20 ^{ab} ±1.14	6.34 ^a ±0.78
Overall flavour	6.28 ^b ±1.10	6.48 ^a ±0.95	6.42 ^a ±1.28
Sweet potato flavor	6.14 ^b ±1.13	6.26 ^a ±1.20	6.30 ^a ±0.96
Crispness	6.35 ^c ±0.98	7.58 ^a ±1.14	7.20 ^b ±1.20
Sweetness	5.84 ^c ±0.75	7.16 ^a ±0.92	6.76 ^b ±1.35
Saltiness ^{NS}	5.96±1.20	6.14±1.16	6.10±1.20
Overall liking	6.03 ^c ±1.17	7.45 ^a ±0.85	6.70 ^b ±1.12

Remark: ^{a-c} Means within the same column with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

^{NS} Means not significantly different within the same row ($P > 0.05$).

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บิสกิตสูตรพื้นฐาน 3 สูตร (Table 8) พบว่า บิสกิตสูตรที่ 2 ได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นโดยรวม ค่าความกรอบ รสหวาน รสเค็ม และความชอบโดยรวม (อยู่ในระดับชอบปานกลาง) สูงสุดโดยเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างสูตรอื่น ดังนั้นจึงคัดเลือกสูตรที่ 2 ไว้ใช้สำหรับการพัฒนาสูตรบิสกิตที่มีค่าสตาร์ชทนน้อยสูง โดยการนำแป้งมันม่วงที่ผ่านการผลิตที่มีค่าสตาร์ชทนน้อยสูงมาใช้เป็นส่วนผสมทดแทนแป้งอเนกประสงค์ในสูตรพื้นฐาน (สูตรที่ 2) ที่ผ่านการคัดเลือก

ที่ระดับร้อยละ 25, 50, 75, 100 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนด้วยวิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสแบบพรรณนาเชิงปริมาณ Quantitative Descriptive Analysis (QDA) (ไม่แสดงผล) พบว่า แป้งมันม่วงที่ผ่านการผลิตที่มีค่าสตาร์ชทนน้อยสูงทดแทนแป้งอเนกประสงค์ในสูตรพื้นฐานร้อยละ 50 มีคะแนนคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสสูงที่สุด จากนั้นจึงนำบิสกิตที่มีค่าสตาร์ชทนน้อยสูงสูตรนี้ (ทดแทนร้อยละ 50) มาการศึกษาคุณภาพทางด้านต่างๆ ต่อไป

Table 9 Physical quality of the developed highly digestible starch purple potato biscuits

Physical quality	Measured value
Hardness (Kg)	0.74±0.09
Fracturability (Kg)	0.76±0.10
L*	18.06±1.70
a*	15.27±0.31
b*	9.52±1.83

จาก Table 9 ผลการวัดค่าคุณภาพทางด้านกายภาพของผลิตภัณฑ์บิสกิตมันม่วงที่มีค่าสตาร์ชทนน้อยสูง พบว่า มีค่าเนื้อสัมผัส hardness (Kg) ที่ 0.74

และค่า fracturability (Kg) ที่ 0.76 ซึ่งมีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างแข็งเปราะ และมีค่าสีโทนสีม่วงเข้มในระดับปานกลาง

*Corresponding author: pattrapornsukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

Table 10 Microbial quality of the developed high digestible starch value purple potato biscuits

Total Plate Count (cfu/g)	Yeast and Mold (cfu/g)
< 10 est.	< 10 est.

การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์บิสกิตมันม่วงที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงที่ผ่านการพัฒนา (Table 10) พบว่า มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/g) < 10 est. และจำนวนยีสต์และรา (cfu/g) < 10 est. ซึ่งมีคุณภาพทางจุลินทรีย์เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มพช.118/2555

การทดสอบความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงที่ผ่านการพัฒนา จากการศึกษาเชิงปริมาณ โดยการออกแบบสอบถาม เกี่ยวกับข้อมูลทางประชากรศาสตร์ ความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 100 คน พบว่า ผู้บริโภคส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง (ร้อยละ 56) สถานภาพโสด (ร้อยละ 84) อายุ 21-30 ปี (ร้อยละ 60) ระดับการศึกษาปริญญาตรี (ร้อยละ 84) และส่วนใหญ่มีรายได้ต่อเดือน 20,001–30,000 บาท (ร้อยละ 50) จากการทดสอบความชอบของผู้บริโภค ด้วยการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์บิสกิตที่ผ่านการพัฒนา พบว่า ได้คะแนนคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ (6.40), สี (6.28), กลิ่นมันม่วง (6.53), ความกรอบ (6.48) และรสเค็ม (6.46) อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย ส่วนด้านกลิ่นโดยรวม (7.13), รสหวาน (7.07) และความชอบโดยรวม (7.13) อยู่ในระดับชอบปานกลาง

การทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงที่ผ่านการพัฒนา พบว่า ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย 100 คน ยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการพัฒนาร้อยละ 90 และสนใจซื้อผลิตภัณฑ์ร้อยละ 87 สำหรับคนที่ตอบไม่แน่ใจเนื่องจากต้องการทราบราคา และโปรโมชันของผลิตภัณฑ์ที่ผ่าน

การพัฒนาก่อนหากมีราคาที่เหมาะสม สินค้ามีคุณภาพดีและโปรโมชันก็จะตัดสินใจยอมรับและซื้อผลิตภัณฑ์นี้

สรุปผล

ผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงจากมันเทศสีม่วง มีสถานะที่เหมาะสมในการผลิตแป้งมันม่วงที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงดังนี้ การนำมันเทศสีม่วงมาล้างน้ำให้สะอาด ปอกเปลือก สไลด์เป็นแผ่นความหนา 2 มิลลิเมตร แช่น้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 2 นาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที ทำให้เย็นลงโดยใส่ในอ่างน้ำแข็งนาน 10 นาที ทำให้สะเด็ดน้ำ จากนั้นนำไปอบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาดที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 9 ชั่วโมง นำไปบดให้ละเอียดแล้วจึงนำมาร้อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช จากนั้นนำไปผลิตเป็นแป้งที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงโดยทำการย่อยแป้งด้วยเอนไซม์ทางการค้า 2 ชนิด ได้แก่ α -amylase (1%w/v) และ β -amylase (1%w/v) ทำการทำแห้งโดยใช้วิธีสเปรย์ตาย (spray dry) จะได้ผงมันม่วงที่มีค่าความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ DPPH assay ($\mu\text{mol TE/g}$) ที่ 160.18 $\mu\text{mol TE/g}$ และค่าปริมาณสตาร์ชทนย่อย (resistant starch) (ร้อยละ) ที่ 18.96 ซึ่งอยู่ในระดับที่สูง ค่าความสว่างของสี (L^* = 55.64), ค่าความเป็นสีแดง-เหลือง (a^* =15.10) และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน (b^* = -5.50) แป้งมันม่วงที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงสามารถทดแทนแป้งอเนกประสงค์ในสูตรพื้นฐานได้ที่ร้อยละ 50 ผลิตภัณฑ์บิสกิตเพื่อสุขภาพที่มีค่าสตาร์ชทนย่อยสูงที่ผ่านการพัฒนาทดสอบกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 100 คน พบว่า ยอมรับร้อยละ 90 และสนใจซื้อร้อยละ 87 งานวิจัยนี้จึงเป็นประโยชน์สำหรับการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่มันเทศสีม่วงตกเกรดที่มีขนาดไม่เป็นไปตามมาตรฐานไม่เป็นที่ต้องการของตลาดรับซื้อใน

*Corresponding author: pattapornsuks@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

ปัจจุบันในการนำมาผลิตเป็นแป้งที่มีค่าสารขหน้อยสูงสามารถจำหน่ายเป็นส่วนผสมที่เป็นฟังก์ชันนัลฟู้ด (functional food) สำหรับนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพต่างๆได้ซึ่งงานวิจัยนี้ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์สปีดชนิดใหม่ที่ผลิตจากวัตถุดิบมันเทศสีม่วงของไทย เป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตผลทางการเกษตร และสร้างทางเลือกใหม่ให้แก่ผู้บริโภคที่รักสุขภาพได้เป็นอย่างดี ช่วยสร้างรายได้ให้แก่ระบบเศรษฐกิจของประเทศมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ งานวิจัยนี้สำเร็จไปได้อย่างสมบูรณ์ และขอขอบคุณโครงการวิจัยและพัฒนาภาครัฐร่วมเอกชนในเชิงพาณิชย์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 สำนักงานปลัดกระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม กับผู้ประกอบการภาคเอกชนบริษัทโซลูชันฟู้ดส์ จำกัด (คุณนำพล เงินเกื้อกุล) ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัยครั้งนี้ งานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ หมายเลขใบรับรอง PIM-REC 003/2564

เอกสารอ้างอิง

- [1] Marketwatch. (2023). Sweet potato market 2023 Is booming around the world by 2028. [Online] Available from <https://www.marketwatch.com/press-release/sweet-potato-market-2023-is-booming-around-the-world-by-2028-2023-02-22>. [Accessed March 11, 2023].
- [2] FAO. (2014). Production and area harvested. [Online] Available from <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> [Accessed December 11, 2021].
- [3] Ray, R. C., Panda, S. K., Swain, M. R. and Sivakumar, P. S. (2011). Proximate

composition and sensory evaluation of anthocyanin-rich purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) wine. International Journal of Food Science and Technology. 47: 452–458.

- [4] Panda, V. and Sonkamble, M. (2012). Phytochemical constituents and Pharmacological activities of *Ipomoea batatas* L. (Lam) - A review. International Journal of Research in Phytochemistry and Pharmacology. 2(1): 25-34.
- [5] Tian, J., Chen, J., Lv, F., Chen, S., Chen, J., Liu, D. and Ye, X. (2016). Domestic cooking methods affect the phytochemical composition and antioxidant activity of purple-fleshed potatoes. Food Chemistry. 197: 1264–1270.
- [6] Charoenphun, N. (2017). Development of cookie products from sweet potato. Journal of Food Technology, Siam University. 1(13): 32-43. (in Thai).
- [7] Wannuvas, W., Kongnonkok, N. and Suksomboon, A. (2013). The effect of using purple sweet potato flour as a replacement for wheat flour on bread characteristics. Agricultural science journal. 44(2) (special): 421-424. (in Thai).
- [8] Toan, N.V. and Anh, N.V. (2018). Preparation and improved quality production of flour and the made biscuits from purple sweet potato. Journal of Food and Nutrition. 4: 1-14.
- [9] Englyst, H.N. and Hudson, G.J. (1992). The classification and measurement of dietary carbohydrates. Food Chemistry. 57: 15-21.

*Corresponding author: pattapornsuksa@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

- [10] Fuller R. (1989). Probiotics in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology*. 66: 365-378.
- [11] Mcorist, A.L., Miller, R.B., Bird, A.R., Keogh, J. B. , Noakes, M. , Topping, D. L. and Conlon, M. A. (2011). Fecal butyrate levels vary widely among individuals but are usually increased by a diet high in resistant starch. *The Journal of Nutrition*. 141: 883-889.
- [12] Remya, R. and Jyothi A.N. (2015). A comparative study on the resistant starch content from different botanical sources in relation to their physicochemical properties. *Journal of Root Crops*. 41: 37-47.
- [13] Boonkong, J. (2011). Resistant Starch: Starch effect on health. *Journal of Food Technology*, Siam University. 6: 1-8. (in Thai).
- [14] Han, X.Z., Ao, Z., Janaswamy, S., Jane, J.L., Chandrasekaran, S.R. and Hamaker, B.R. (2006). Development of a low glycemic maize starch: preparation and characterization. *Biomacromolecules*. 7: 1162-1168.
- [15] AOAC. (2000). Official Method of Analysis of AOAC International (17th ed.). The Association of Official Analytical Chemists: Maryland.
- [16] Davis, A. R. , Fish, W.W. and Veazie, P.P. (2003) . A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. *Postharvest Biology and Technology*. 28: 425-430.
- [17] Sukkhown, P., Jangchud, K., Lorjaroenphon, Y. and Pirak, T. (2018) . Flavored-functional protein hydrolysates from enzymatic hydrolysis of dried squid by-products: effect of drying method. *Food hydrocolloids*. 76: 103-112.
- [18] Nayak, B., Liu. R.H., Berrios, J.D., Tang, J.M. and Derito, C. (2011) . Bioactivity of antioxidants in extruded products prepared from purple potato and dry Pea Flours. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 59: 8233-8243.
- [19] AACC. (1995). Test kit resistant starch (AOAC official Method 2002.02; AACC Method 32- 40. 01) . Ireland: Megazyme International.
- [20] Tirakawin, P. and Hongvarerat, J. (2010). Effect of factors in production process on quality of crispy durian chips. *Agricultural science journal*. 41: 265-268. (in Thai).
- [21] BAM. (2002). Food and Drug Administration bacteriological analytical manual (8th ed.). AOAC Internatioinal: USA.
- [22] Grace, M. H. , Yousef, G. G. , Gustafson, S. J. , Truong, V.D., Yencho, G.C. and Lila, M.A. (2014) . Phytochemical changes in phenolics, anthocyanins, ascorbic acid, and carotenoids associated with sweetpotato storage and impacts on bioactive properties. *Food Chemistry*. 145: 717-724.
- [23] Parkin, K.L. (2008). Enzymes. In: Fennema's food chemistry, Damodaran, S. , K. L. Parkin and O.R. Fennema (eds.) (4th ed.). CRC Press, New York.

*Corresponding author: pattapornsukk@pim.ac.th

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

- [24] Chung, H.J., Lim, H.S. and Lim, S.T. (2006). Effect of partial gelatinization and retrogradation on the enzymatic digestion of waxy rice starch. *Journal of Cereal Science*. 43(3): 353-359.
- [25] Surojanametakul, V. (2006). Glycemic index: food and health. *Journal of food*. 36: 183-187.
- [26] Raben, A., Tagliabue, A., Christensen, N., Madsen, J. , Holst, J. and Astrup, A. (1994). Resistant starch: the effect on postprandial glycemia, hormonal response, and satiety. *American Journal of Clinical Nutrition*. 60: 544-551.
- [27] Ratithammatorn, T. (2017). Resistant Starch. *Burapha Sciecn Journal*. 22 (1): 166-176. (in Thai).

*Corresponding author: pattapornsukk@pim.ac.th

¹คณะการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management