

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมโกยเปิดจากแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์
The Development a Product of KoyPed dessert from Alhumdulillah Rice flour

สิรินทร์ทิพย์ สุดตาพงศ์*¹, ปัทมา กาญจนรักษ์¹ ดุษฎี ทรัพย์บัว¹ ไชยสิทธิ์ พันธุ์ฟูจินดา²
และกฤติน ชุมแก้ว²

¹ โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

² คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

Sirinthip Suttapong*¹, Patthama Kanjanarak¹ Dudsadee Sapbua¹
Chaiyasit Punfujinda² and Krittin Chumkaew²

¹ faculty of School of Culinary Art Suan Dusit University

² Faculty of Home Economics Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi

รับบทความ: 25 มกราคม 2567

แก้ไขบทความ: 11 พฤษภาคม 2567

ตอบรับบทความ: 26 สิงหาคม 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสูตรมาตรฐานของขนมโกยเปิด (ทองพับ) และเพื่อศึกษาปริมาณอัตราส่วนแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ที่ในผลิตภัณฑ์ขนมโกยเปิด (ทองพับ) ที่เหมาะสม โดยผู้วิจัยศึกษาค้นคว้าสูตรขนมทองพับที่เป็นที่ยอมรับจำนวน 3 สูตร จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร 5 ท่านทำการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส 9 – point Hedonic scale พบว่า สูตรที่ 3 ได้รับคะแนนความชอบจากผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด โดยให้ระดับความชอบโดยรวมอยู่ในระดับ ชอบมาก (7.38) จากนั้นนำสูตรที่ 3 ไปพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นขนมโกยเปิดจากแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ โดยใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า 3 ระดับ คือ อัตราส่วนร้อยละ 30 50 และ 100 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้าทั้งหมด ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส และคุณภาพทางกายภาพของขนมโกยเปิด พบว่าผู้ทำสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส จำนวน 50 คน พบว่าการใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า อัตราส่วนร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า ได้รับการยอมรับสูงสุด อยู่ในระดับชอบมาก คะแนนความชอบโดยรวม (7.52) โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การทดสอบคุณภาพด้านกายภาพด้านสี พบว่า การเพิ่มปริมาณแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์มากขึ้น ส่งผลให้ค่าความ สว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มากขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีเข้มขึ้น เช่นเดียวกับค่าความกรอบ Hardness (g Force) ที่เพิ่มสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และพบว่าการใช้

แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแป้งข้าวเจ้าที่อัตราส่วนร้อยละ 30 มีค่า Moisture และ ค่า Aw ต่ำที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับอีกทั้ง 2 สูตร

คำสำคัญ: ข้าวพันธุ์อัลฮัมดุลิลละห์ ขนมโกยเปต ขนมทองพับ

Abstract

This research aimed to study the standard recipes of KoyPed dessert (Crispy Roll) and to study appropriate ratio of Alhumdulillah rice flour in KoyPed dessert (Crispy Roll). The researchers researched 3 accepted recipes of Crispy Roll. After that, 5 food experts were tested using a sensory quality test 9 – point Hedonic scale found that the 3rd recipes received the most favorable scores from experts ranking in high level (7.38). Then develop the 3rd recipe into KoyPed dessert from Alhumdulillah rice flour. Alhumdulillah rice flour was used to replace rice flour at 3 levels which are 30, 50 and 100 percent of the total rice flour weight then testing consumer preferences. The population and sample were 50 personnel and students of Suan Dusit University, Trang Center. Then analyze statistical variance and compare the mean differences. Sensory quality assessment results found that the use of Alhumdulillah rice flour in place of rice flour at a ratio of 30 percent of rice flour weight were highest accepted level with highest preferences of overall score of 7.52.

The differences were statistically significant ($p \leq 0.05$) The results of the color measurement showed that the increasing of Alhumdulillah rice flour resulting in more brightness (L^*) of red (a^*) and yellow (b^*) which resulting in stronger color of the products. Hardness Force found that increasing the amount of Alhumdulillah rice flour make KoyPed dessert (Crispy Roll) crispier and harder at statistically significant ($p \leq 0.05$). Also found that using Alhumdulillah rice flour instead of rice flour at the percentage of 30 with Moisture value and Aw value at the lowest level however there was no statistically significant difference ($p \leq 0.05$) with another 2 recipes.

Keywords: Alhumdulillah Rice, KoyPed dessert, Crispy Roll

บทนำ

ข้าวพันธุ์อัลฮัมดุลิลละห์ หรือข้าวขาวสตูล เรียกสั้น ๆ ว่า ข้าวอัลฮัม มาจากภาษาอาหรับ อัลฮัม หมายถึง พระผู้เป็นเจ้า และลิลละห์ แปลว่า ขอบพระคุณ โดยนัยแล้วข้าวอัลฮัมจึงมีความหมายถึง พันธุ์ข้าวที่พระผู้เป็นเจ้าประทานผลผลิตตอบแทนความเหน็ดเหนื่อยของชาวนา จึงเรียกพันธุ์ข้าวนี้ว่า “อัลฮัมดุลิลละห์” ที่แปลว่าขอบคุณอัลเลาะห์ หรือขอบคุณพระผู้เป็นเจ้า เป็นข้าวพันธุ์พื้นเมืองของชาวมุสลิมทางภาคใต้ ปลูกใน

พื้นที่ตำบลเกตรี อำเภอเมือง จังหวัดสตูล ซึ่งชาวนาได้ปลูกติดต่อกันมานานตั้งแต่สมัยบรรพบุรุษจนถึงปัจจุบัน ซึ่งเล่าขานกันว่าชาวไทยมุสลิมในจังหวัดสตูล ได้นำพันธุ์ข้าวอัลฮัมมาจากหมู่เกาะลังกาวิ ในประเทศมาเลเซีย นำมาปลูกในพื้นที่ตำบลโคกพิลา บางคำบอกเล่ากล่าวไว้ว่า ข้าวอัลฮัมเป็นข้าวที่มีถิ่นกำเนิดอยู่ในประเทศมาเลเซีย มีการนำเมล็ดพันธุ์ข้าวมาปลูกเพื่อบริโภคในครัวเรือนและมีการกระจายไปถึงจังหวัดพัทลุง โดยเรียกว่า “ข้าวขาวสตูล” เป็นข้าวที่ทนต่อความเป็นกรดของดินทางภาคใต้ได้ดี นิยมปลูกเพื่อบริโภคภายในครัวเรือน มีรสชาติหวานมันคุณค่าทางอาหารสูง (อภิญา ท่วงทอง, 2564)

ขนมโก๋เปต หรือขนมทองพับ มีความหมายที่เป็นมงคลว่า การเกาะเกี่ยวเคียงคู่กัน เหมือนขนมที่ถูกคีบหรือประกบกันไว้ เป็นมรดกวัฒนธรรมสืบทอดต่อกันหลายร้อยปี ตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยาเมื่อครั้งต่างชาติเข้ามามีบทบาทในพระราชวังหลวง โดยรับเอาวัฒนธรรมการทำขนมของประเทศโปรตุเกสมาดัดแปลง ชาวพื้นเมืองภาคใต้สมัยก่อนจะทำขนมไว้รับประทานเองก่อนถึงเทศกาลตรุษจีน หรือฮารีรายา โดยวัตถุดิบในการทำขนมโก๋เปตจะมี แป้งข้าวเจ้า แป้งมันสำปะหลัง ไข่ไก่ น้ำตาลปีบ เกลือป่น และน้ำกะทิ อุปกรณ์ในการทำขนมโก๋เปตจะโลหะหรือทองเหลือง ที่มีลักษณะคล้ายคีม ตรงปลายเป็นแผ่นกลมมีลวดลาย เมื่อเอาส่วนผสมของขนมเทลงในแม่พิมพ์แล้วประกบพิมพ์เข้าหากัน หรือคีบให้แน่น ผึ่งไฟจนแป้งสุก แล้วจึงแกะออกมาพับ รสชาติหวานพอเหมาะ และกลิ่นหอมจากไข่ร่วมกับน้ำกะทิ และน้ำตาลปีบ ชาวมุสลิมนิยมนทานขนมโก๋เปตคู่กับน้ำชา (ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. มปป.)

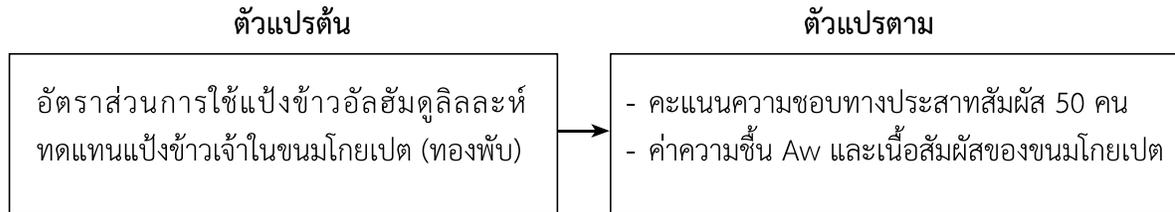
และในปัจจุบันกลุ่มชุมชนในจังหวัดสตูล และร้านค้าที่ผลิตขนมโก๋เปตเพื่อจัดจำหน่ายทั้งภายในจังหวัด และส่งออกไปยังประเทศมาเลเซีย โดยมีการสนับสนุนจากทางหน่วยงานจังหวัดให้เป็นขนมของฝาก และของขวัญ โดยขนมโก๋เปตจะนิยมนทานกันมากก่อนเทศกาลตรุษจีน ยกตัวอย่างการผลิตขนมโก๋เปต “ร้านเจ๊อ้อน” ที่บ้านจีน ต.ฉลุง อ.เมือง จ.สตูล ที่ทางร้านจะทำขาย วันละไม่น้อยกว่า 50 กระปุก เดือนละไม่น้อยกว่า 2,000 กระปุก และกลุ่มชาวเล ชาวเกาะ ที่หมู่บ้านยะระโตดใหญ่ ตำบลเกาะสาหร่าย อำเภอเมือง จังหวัดสตูล ที่ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพทำ การประมงออกทะเลหาปลา ที่หันมาจับกลุ่มร่วมทำขนมโก๋เปตที่เรียนรู้สูตรมาจากสมัยพ่อแม่ และบรรพบุรุษ ซึ่งเป็นขนมพื้นถิ่น นิยมทำรับประทานในหมู่บ้าน หรือเทศกาลของชาวมุสลิม ช่วงวันฮารีรายอ โดยจัดจำหน่ายเป็นปีบในราคาปีบละ 300-400 บาท เป็นต้น

ดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมโก๋เปตจากแป้งข้าวอัลฮัมดูลิละห์ เพื่อให้ตรงตามความนิยมในการบริโภคขนมโก๋เปตในจังหวัดสตูลที่มี ชาวไทยจีน ชาวไทยมุสลิม นิยมรับประทาน ในเทศกาลตรุษจีน หรือฮารีรายา และเป็นการส่งเสริมการแปรรูปผลิตภัณฑ์อาหารจากแป้งข้าวอัลฮัมดูลิละห์ให้เกิดความหลากหลาย และเพื่อเผยแพร่แก่กลุ่มชาวบ้านในพื้นที่จังหวัดสตูล

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาสูตรขนมขนมโก๋เปตมาตรฐาน
2. เพื่อศึกษาปริมาณอัตราส่วนแป้งข้าวอัลฮัมดูลิละห์ที่ในผลิตภัณฑ์ขนมขนมโก๋เปตที่เหมาะสม

กรอบแนวคิด



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

ระเบียบวิธีการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ขอบเขตประชากร

- ประชากร ได้แก่ นักศึกษา และบุคลากร สาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง

- กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ อาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านขนมไทย และอาหารว่างไทย สาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง จำนวน 5 คน (สำหรับทดสอบหาสูตรขนมโกยเปต)

- กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักศึกษาและบุคลากร สาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง จำนวน 50 คน (สำหรับทดสอบความชอบของสูตรขนมโกยเปต (ทองพับ) โดยใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 30 50 และ 100)

2. การสร้างและพัฒนาคุณภาพเครื่องมือ

ในการศึกษาวิจัยผู้ทำการวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

- โดยการใช้แบบสอบถาม ทดลองชิม หาสูตรขนมโกยเปต

- โดยการใช้แบบสอบถาม ทดลองชิม หาสูตรการศึกษาอัตราส่วนแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ที่ใช้ทดแทนปริมาณแป้งข้าวเจ้าในขนมโกยเปต

- ผู้ทดสอบจำนวน 50 คน นาผลการตอบแบบสอบถามแปรผลทางสถิติ โดยหาค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และนำข้อมูลมาเปรียบเทียบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบ Duncan's multiple-range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

3. การเก็บและรวบรวมข้อมูล

3.1 เก็บรวบรวมข้อมูลโดยบันทึกคะแนนในแบบสอบถามทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยวิธี 9-Point-Hedonic Scale โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้ คือ 9 คะแนน เท่ากับ ชอบมากที่สุด, 8 คะแนน เท่ากับ ชอบมาก, 7 คะแนน เท่ากับ ชอบปานกลาง, 6 คะแนน เท่ากับ ชอบเล็กน้อย, 5 คะแนน เท่ากับ เฉย ๆ, 4 คะแนน เท่ากับ ไม่ชอบเล็กน้อย, 3 คะแนน เท่ากับ ไม่ชอบปานกลาง, 2 คะแนน เท่ากับ ไม่ชอบมาก และ 1 คะแนน เท่ากับ ไม่ชอบมากที่สุด

3.2 เก็บบันทึกค่าความชื้น Aw และเนื้อสัมผัสของขนมโก๋แปด

3.2.1 วิเคราะห์ค่าความชื้น ดัดแปลงจากวิธีของ นพวรรณ นุ่มศิริ และคณะ (2559) โดยใช้เครื่อง Moisture Analyzer Instruction Manual ยี่ห้อ SHIMADZU CORPORATION รุ่น MOC63u

3.2.2 วิเคราะห์ค่า Water Activity (Aw) ตามวิธีของ AOAC (2000) ด้วยเครื่องวัด Water Activity ยี่ห้อ Aqua Lab Pre

3.2.3 วิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส ตามวิธีของ ธิดารัตน์ ลบภู และ ปิยะพร บัวคำ (2559) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ยี่ห้อ Stable Micro Systems รุ่น TA.XT Plus) โดยวัดค่าความแข็ง (hardness) ใช้หัววัด Blade set with knife ขนาดของตัวอย่าง 35x60x15 มิลลิเมตร ระยะเวลาการกดสูงจากผิวหน้าตัวอย่าง 20 มิลลิเมตร ทำการวิเคราะห์อย่างน้อย 3 ซ้ำ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 การประเมินคะแนนทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

4.2 การวิเคราะห์ค่าความชื้น Aw และเนื้อสัมผัสของขนมโก๋แปด(ทองพับ)นำข้อมูลมาแปรผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS วางแผนการทดลองแบบ CRD โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนด้วย ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test

ผลการวิจัย

1. การยอมรับของผู้บริโภคต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การศึกษาสูตรขนมโก๋แปด โดยหาสูตรพื้นฐานจำนวน 3 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 สูตรมอลิยา ทองสองแก้ว สูตรที่ 2 สูตรขงาธาร กันตังกุล สูตรที่ 3 สูตรชลธิชา ข่ายมาน นำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้แก่ ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวม กับกลุ่มตัวอย่างอาจารย์ผู้เชี่ยวชาญด้านขนมไทย และอาหารว่างไทย สาขาวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษาดำรง จำนวน 5 คน โดยใช้การทดสอบความชอบ 9 ระดับ (9-Point Hedonic scaling Test) ได้ผลการทดสอบดังนี้

จากตารางที่ 1 พบว่าระดับความชอบของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้าน ลักษณะที่ปรากฏ รสชาติ เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และความชอบโดยรวมของ สูตรที่ 3 มีคะแนนความชอบในทุกด้านสูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) จากตารางที่ 2 การทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะที่ปรากฏ ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) และด้านความชอบโดยรวมของขนมโก๋แปดทดแทนแป้งข้าวอัลธัมดูลิลละห์ 3 ระดับ คือ ร้อยละ 30 50 และ 100 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้าทั้งหมด พบว่าการใช้แป้งข้าวอัลธัมดูลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 30 ได้คะแนนความชอบในด้านรสชาติ (7.28) เนื้อสัมผัส (ความกรอบ) (7.22) และความชอบโดยรวม (7.52) สูงสุดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) สำหรับด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น มีคะแนนความชอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของสูตรพื้นฐานขนมโกยเปต

คุณลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	ขนมโกยเปต		
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
ลักษณะที่ปรากฏ	6.86 ^a ±1.26	6.16 ^b ±1.34	7.00 ^a ±1.27
สี	7.18 ^a ±1.20	6.14 ^b ±1.38	7.06 ^a ±1.01
กลิ่น	7.20 ^a ±1.34	5.96 ^b ±2.06	7.10 ^a ±1.23
รสชาติ	6.90 ^a ±1.59	5.32 ^b ±2.22	7.04 ^a ±1.71
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	6.96 ^a ±1.37	6.16 ^b ±1.69	7.12 ^a ±1.28
ความชอบโดยรวม	7.32 ^a ±1.28	6.00 ^b ±1.67	7.38 ^a ±1.41

* a, b คือตัวอักษรที่กำกับในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสความชอบโดยรวม ของการพัฒนาสูตรขนมโกยเปตโดยใช้แป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในอัตราส่วนร้อยละ 30 50 และ 100)

คุณลักษณะทาง ประสาทสัมผัส	อัตราส่วนการใช้แป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า		
	ร้อยละ 30	ร้อยละ 50	ร้อยละ 100
ลักษณะที่ปรากฏ ^{ns}	6.90±1.39	6.82±1.33	6.77±1.56
สี ^{ns}	6.82±1.43	6.67±1.44	6.90±1.46
กลิ่น ^{ns}	6.74±1.55	6.87±1.39	6.63±1.65
รสชาติ	7.28 ^a ±1.37	7.06 ^b ±1.30	6.57 ^c ±1.97
เนื้อสัมผัส (ความกรอบ)	7.22 ^a ±1.55	6.91 ^b ±1.45	6.77 ^b ±1.76
ความชอบโดยรวม	7.52 ^a ±1.21	7.19 ^b ±1.35	7.12 ^b ±1.66

* a, b คือตัวอักษรที่กำกับในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ($p < 0.05$)
ns คือไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ($p > 0.05$)



ภาพที่ 1 ขนมโกยเปตจากแป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ใน 3 ระดับ

จากตารางที่ 3 พบว่า ขนมโกเยต (ทองพับ) ที่ใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ มีค่า L^* (L^* แสดงค่าความสว่าง มีค่าตั้งแต่ 0 -100) โดยขนมโกเยต สูตรร้อยละ 30 มีค่า L^* สูงที่สุด รองลงมาคือ ร้อยละ 100 มีค่าความสว่างอยู่ที่ 48.64 และร้อยละ 50 มีค่าความสว่างน้อยที่สุด อยู่ที่ 47.95 ทั้งนี้ ค่าความสว่างของสูตรที่ร้อยละ 50 และร้อยละ 100 นั้น มีค่าความสว่างไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่า a^* (แสดงค่า สีแดง เมื่อค่า a^* มีค่าเป็น + และ สีเขียว เมื่อค่า a^* มีค่าเป็น -) จากผลวิเคราะห์พบว่า สูตรร้อยละ 50 และ สูตรร้อยละ 100 มีค่า a^* เท่ากับ 15.65 และ 15.52 มากที่สุด รองลงมา คือ สูตรร้อยละ 30 13.58

ค่า b^* (แสดงค่า สีเหลือง เมื่อค่า b^* มีค่าเป็น + และ สีน้ำเงิน เมื่อค่า b^* มีค่าเป็น -) จากผลการวิเคราะห์ พบว่า สูตรร้อยละ 50 และร้อยละ 100 มีค่า b^* มากที่สุด คือ 24.40 และ 24.50 ส่วนสูตรร้อยละ 30 นั้น มีค่า b^* น้อยที่สุด ที่ 23.35

โดยจากผลการวิจัย พบว่าขนมโกเยต (ทองพับ) ที่ใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับนั้น สูตรร้อยละ 50 และร้อยละ 100 มีค่า L^* a^* และ b^* ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนสูตรร้อยละ 30 นั้น แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และจากผลวิเคราะห์พบว่าเมื่อมีการเพิ่มอัตราส่วนของแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้ามากขึ้น จะทำให้ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ลดลง เป็นเพราะแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ มีสีเข้มกว่าแป้งข้าวเจ้า

จากตารางที่ 4 แสดงถึงค่า Hardness (g Force) ซึ่งแสดงถึง แรงสูงสุดที่เกิดขึ้นระหว่างการกดหรือเทียบได้กับการเคี้ยวครั้งแรก ซึ่งปริมาณแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ร้อยละ 100 มีค่า Hardness (g Force) มากที่สุด คือ 1370.20 ซึ่งแสดงถึงความกรอบที่มากที่สุด รองลงมา คือ ร้อยละ 50 มีค่า Hardness (g Force) เท่ากับ 1177.84 และ ร้อยละ 30 มีค่า Hardness (g Force) คือ 1040.14 น้อยที่สุด โดยค่า Hardness (g Force) ของการทดแทนแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ ทั้ง 3 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ค่า A_w แสดงระดับพลังงานของน้ำมีความสำคัญต่ออายุการเก็บรักษา การเสื่อมเสีย และความปลอดภัยของอาหาร โดยปริมาณแป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ทั้ง 3 สูตร มีค่าใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 30 มีค่า 0.30 ร้อยละ 50 มีค่า 0.31 และ ร้อยละ 100 มีค่า 0.32 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าค่า A_w ของขนมโกเยตที่ใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้านั้น เป็นขนมที่มีอายุการเก็บรักษาที่นาน เสื่อมเสียได้ยาก เนื่องจากมีค่า A_w ที่ต่ำ ซึ่งยากต่อการเกิดเชื้อรา และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ค่าปริมาณความชื้น (Moisture) เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร โดยจากผลการทดลองพบว่า ขนมโกเยตที่ใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในอัตราส่วนร้อยละ 100 มีค่าปริมาณความชื้น ต่ำที่สุด คือ 2.32 และร้อยละ 30 และร้อยละ 50 มีค่าปริมาณความชื้น ใกล้เคียงกันคือ 2.49 และ 2.50 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 คุณภาพทางกายภาพ (ค่าสี) ของขนมโกยเปต(ทองพับ)ที่ใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพทดสอบทางกายภาพ	อัตราส่วนการใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า		
	ร้อยละ 30	ร้อยละ 50	ร้อยละ 100
L^*	58.31 ^a ± 0.47	47.95 ^b ± 0.64	48.64 ^b ± 0.66
a^*	13.58 ^b ± 0.20	15.65 ^a ± 0.20	15.52 ^a ± 0.28
b^*	23.35 ^b ± 0.23	24.40 ^a ± 0.62	24.50 ^a ± 0.24

* a, b คือตัวอักษรที่กำกับในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 คุณภาพทางกายภาพของขนมโกยเปต (ทองพับ) ที่ใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้าในปริมาณที่ต่างกัน 3 ระดับ

คุณภาพทดสอบทางกายภาพ	อัตราส่วนการใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า		
	ร้อยละ 30	ร้อยละ 50	ร้อยละ 100
Hardness (g Force)	1040.14 ^c ± 13.28	1177.84 ^b ± 10.41	1370.20 ^a ± 13.98
A_w	0.30 ^{ns} ± 0.03	0.31 ^{ns} ± 0.02	0.32 ^{ns} ± 0.02
ปริมาณความชื้น	2.49 ^b ± 0.01	2.50 ^b ± 0.08	2.32 ^a ± 0.05

* a, b คือตัวอักษรที่กำกับในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95% ($p < 0.05$)

อภิปรายผล

การศึกษาสูตรพื้นฐานของขนมโกยเปต (ทองพับ) ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า สูตร การทำขนมโกยเปต หรือขนมทองพับ จำนวน 3 สูตร จากนั้นมาผลิตและทำการทดสอบความชอบของผู้บริโภคโดยทำการทดสอบคุณลักษณะด้าน ลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม ด้วยวิธีการทดสอบและจากนั้นให้คะแนนความชอบโดยวิธี 9-Point Hedonic scaling Test (1= ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญด้านอาหาร จำนวน 5 คน พบว่า สูตรที่ 3 (เจียบ,2565) ได้รับคะแนนความชอบสูงสุดในทุกด้านของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่ทำการประเมิน ผู้วิจัยจึงกำหนดให้สูตรที่ 3 เป็นสูตรพื้นฐานเพื่อการพัฒนาเป็นขนมโกยเปต (ทองพับ) โดยใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้าต่อไป

ผู้วิจัยจึงนำสูตรพื้นฐานของขนมโกยเปต (ทองพับ) ที่ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุดมาพัฒนา โดยสูตรที่ได้รับคะแนนมากที่สุด คือ สูตรที่ 3 จากนั้นผู้วิจัยได้ใช้แป้งข้าวอัลฮัมดุลิลละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในอัตราส่วนร้อยละ 30 50 และ 100 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้าทั้งหมด จากนั้น ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะที่ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความกรอบ) และความชอบโดยรวม ด้วยใช้แบบทดสอบทางประสาทสัมผัส 9-Point Hedonic scaling Test (1= ไม่ชอบมากที่สุด

9 = ชอบมากที่สุด) โดยผู้ทดสอบ คือ อาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาศาखाวิชาเทคโนโลยีการประกอบอาหาร และการบริการ คณะโรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิตศูนย์การศึกษาตราง จำนวน 50 คน จากนั้นนำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ ค่าความแปรปรวนทางสถิติ และเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ย และผลประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า การใช้แป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า อัตราส่วนร้อยละ 30 ของน้ำหนักแป้งข้าวเจ้า ได้รับการยอมรับสูงสุดในด้านลักษณะที่ปรากฏ (6.90) ด้านสี (6.90) ด้านกลิ่น (6.87) ด้านรสชาติ (7.28) ด้านเนื้อสัมผัส (ความกรอบ) (7.22) และด้านความชอบโดยรวม (7.52) จากการศึกษาอัตราส่วนแป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ที่ใช้ทดแทนปริมาณแป้งข้าวเจ้าในขนม โภยกเขต (ทองพับ) จากกลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน โดยมีความชอบระดับชอบปานกลาง-ชอบมาก สูตรพื้นฐานขนมโภยกเขตจากแป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ประกอบด้วยแป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ 100 กรัม แป้งข้าวเจ้า 200 กรัม แป้งมัน 300 กรัม ไข่ไก่ 50 กรัม น้ำตาลทราย 250 กรัม เกลือป่น 2 กรัม งาดำ 10 กรัม และกะทิ 750 กรัม

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางกายภาพของขนมขนมโภยกเขตจากแป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ พบว่าขนมโภยกเขต(ทองพับ) ที่ใช้แป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ในอัตราส่วน ร้อยละ 30 มีค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*) มากที่สุด และหากเมื่อเพิ่มอัตราส่วนแป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์มากขึ้น ค่าสีแดง (a^*) และ ค่าสีเหลือง (b^*) ส่งผลผลิตภักมีสีที่เข้มขึ้น เป็นเพราะแป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ มีสีเข้มกว่าแป้งข้าวเจ้า ซึ่งสอดคล้องกับ ยศพร พลายไถ และคณะ (2565) ที่ศึกษาเกี่ยวกับการเสริมพริกแกงเขียวหวานในขนมทองพับ พบว่า การเพิ่มปริมาณพริกแกงเขียวหวานลงในขนมทองพับ ทำให้ค่า L^* a^* และ b^* ลดลง

ค่าความกรอบพบว่าการเพิ่มปริมาณแป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ ทำให้ขนมโภยกเขตมีความกรอบแข็งเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้อาจเกี่ยวเนื่องกับกรรมวิธีในการไม่แป้ง เพราะจากสูตรใช้แป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ที่ผ่านการมวิธีไม่แห้ง ส่งผลให้มีอนุภาคของเม็ดแป้งมีขนาดใหญ่ ส่งผลต่อความกรอบแข็งมากกว่าแป้งที่มีอนุภาคเล็ก ซึ่งสอดคล้องกับ Chen และคณะ (1999) รายงานว่าแป้งข้าวเหนียวที่ได้จากกระบวนการไม่แห้ง (Dry mill) มีขนาดอนุภาคประมาณ 100 300 ไมครอน ซึ่งมีขนาดอนุภาคที่ใหญ่กว่าการไม่แบบผสม และการไม่เปียก ซึ่งมีขนาดอนุภาคประมาณ 100 200 ไมครอน และ 10 30 ไมครอน ตามลำดับ และเนื่องจากในแป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ มีปริมาณเส้นใยอาหารมากกว่าแป้งข้าวเจ้า ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ธิตานุช (2550) ที่พบว่า ปริมาณของเส้นใยอาหารจะมีผลต่อความกรอบของผลิตภัณฑ์ อาจเป็นเพราะปริมาณเส้นใยอาหารที่มีในแป้งเมื่อถูกความร้อน

ด้านค่า A_w พบว่า การใช้แป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ทั้ง 3 อัตราส่วน คือ ร้อยละ 30 50 และ 100 มีค่า A_w ใกล้เคียงกัน คือ ร้อยละ 30 มีค่า 0.30 ร้อยละ 50 มีค่า 0.31 และร้อยละ 100 มีค่า 0.32 จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า ค่า A_w ของขนมโภยกเขตที่ใช้แป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ที่ทดแทนแป้งข้าวเจ้านั้น เป็นขนมที่มีอายุการเก็บรักษาที่นาน เสื่อมเสียได้ยาก เนื่องจากมีค่า A_w ที่ต่ำ ซึ่งยากต่อการเกิดเชื้อรา และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ค่าปริมาณความชื้น เป็นค่าที่บ่งชี้ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในอาหาร โดยขนมโภยกเขตที่ใช้แป้งข้าวอัลธัมดูลิละห์ทดแทนแป้งข้าวเจ้า ทั้ง 3 อัตราส่วนมีค่าปริมาณความชื้น ต่ำที่สุด คือ 2.32 และ ร้อยละ 30 และ ร้อยละ 50 มีค่าปริมาณความชื้น ใกล้เคียงกันคือ 2.49 และ 2.50 ตามลำดับ ซึ่งส่งผลให้ยากต่อการเกิดเชื้อรา และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ข้อเสนอแนะ

1. ปริมาณของแป้งข้าวข้าวอัลสึมคูลิละห์สามารถใช้ได้ปริมาณที่มากกว่า 100 กรัมแต่จะมีลักษณะสีที่เข้ม
2. สามารถปรับรูปแบบขนมโกยแปดเป็นรูปสี่เหลี่ยมหรือแบบต่างๆ นอกเหนือจากพับแบบสามเหลี่ยม
3. พิมพ์ขนมโกยแปดที่ใช้ความร้อนแบบไฟฟ้าจะให้ความสม่ำเสมอกว่าการใช้พิมพ์ขนมโกยแปดแบบใช้ความร้อนจากเตาแก๊ส หรือเตาถ่าน

References

- กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2530). *ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย*. โรงพิมพ์องค์การทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ
- กัลยา วานิชย์บัญชา. (2550). *การใช้ SPSS for Windows ในการวิเคราะห์ข้อมูล*. พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ : บริษัท ธรรมสาร จำกัด.
- นวรรตน์ เอี่ยมพิทักษ์กิจ. (2550). *ขนมอบ 2*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ แสงแดด.
- มณฑนา นครเรียบ และไมตรี สุทธิจิตต์. (2555). *สารพฤษเคมีในเมล็ดข้าวเหนียวดำและประโยชน์ที่ดีต่อสุขภาพ*. วารสารนเรศวรพะเยา ปีที่ 5. ฉบับที่ 1. หน้า 28-35
- เมวิกา ไรรัตน์ และอภิญา ชารีทา. (2556). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของม้วนข้าวกลิ้งมันปูเสริมแก่นตะวัน*. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- มูลนิธิสถาบันพัฒนามันสำปะหลังแห่งประเทศไทย ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี, มปป. <https://tapiocathai.org/E5.html>
- ศิริลักษณ์ สินธวาลัย และ กมลวรรณ แจ่มชัด. 2544. *วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการทำขนมอบ เล่ม 1: วิทยาศาสตร์การทำขนมอบ*. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์วิทยาศาสตร์ข้าว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ “ข้าว” Source:<https://dna.kps.ku.ac.th/index.php/research-develop/rice-research-and-knowledge/45-rice>
- สุทธิลักษณ์ ชีพสัตยากร. (2553). *แผนธุรกิจ โดนิส เบเกอร์รี่*. มหาบัณฑิต สาขาวิชาการประกอบการ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- สุภาพ นนทะสันต์. (2553). *การผลิตสีปรุงแต่งอาหารและสารเสริมสุขภาพจากรำข้าวเหนียวดำ*. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
- สุนันท์ บุตรศาสตร์ สาริณี เสริมไธสง รุ่งทิพย์ เจริญมูล. (2561). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ของม้วนข้าวกลิ้งมันปูผสมแก่นตะวันเสริมสารสีจากพืช*. วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม
- อภิญา ห่วงทอง. (2564). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมปังปราศจากกลูเตนจากแป้งข้าวป๊อซูโปะโลและแป้งข้าวป๊อซูโปะต่อคุณภาพทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์*, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- อรอนงค์ นัยวิกุล. (2547) *ข้าว : วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,

- อรอนงค์ นัยวิกุล. (2550). *ข้าว*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อุจิตชญา จิตรวิมล. (2551). *วิทยาการประกอบอาหาร (Food Preparation Science)*. ศูนย์ปฏิบัติการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- Boonsit, P., D. Karladee and P. Pongpiachan. Gamma Oryzanol Cotent in Purple Rice Thailand local genotype, *Agricultural Science*. 337 : 191-194, 2006
- David A. Mizer, Mary porter, Beth sonnier, Karen eich Drummond. 1999. *Food Preparation for the Professional*. John Wiley & Sons'Inc, United States of America.
- Duangmal, K., B. Saicheua and S. Sueeprasan. 2008. *Colour Evaluation of Freeze-dried Roselle Extract as a Natural Food Folorant in a Model System of a Drink*, *Food Science and Technology*, 41, pp. 1437-1445.
- Qureshi, A., S. Sami and F. Khan. Effects of Sterbilized Rice Bran, Its Soluble and Fiber Fractions on Blood Glucose Levels and Serum Lipid Parameters in Humans with Diabetes Mellitus Types I and II, *Nutritional Biochemistry*. 13 : 175-187, 2002.
- Rosso, V. and A. Mercardant. 2007. *Evaluation of Colour and Stability of Anthocyanins from Tropical Fruits in an Isotonic Soft Drink System*, *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 8, pp. 347-352. Marcel Dekker Inc. New York.

คณะผู้เขียน

นางสาวสิรินทร์ทิพย์ สุดตาพงศ์

หน่วยงาน/สังกัด: โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง
 ที่อยู่ของหน่วยงาน/สังกัด: 111 ถ.เพชรเกษม ต.เขาขาว อ.ห้วยยอด จ.ตรัง 92130
 เบอร์โทร : 063-0798851
 e-mail: sirinthip_sut@dusit.ac.th

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ดุษฎี ทรัพย์บัว

หน่วยงาน/สังกัด: โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง
 ที่อยู่ของหน่วยงาน/สังกัด: 111 ถ.เพชรเกษม ต.เขาขาว อ.ห้วยยอด จ.ตรัง 92130
 เบอร์โทร : 097-5359639
 e-mail: dudsadee_sap@dusit.ac.th

นางสาวปัทมา กาญจนรักษ์

หน่วยงาน/สังกัด: โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ศูนย์การศึกษานอกที่ตั้ง ตรัง
 ที่อยู่ของหน่วยงาน/สังกัด: 111 ถ.เพชรเกษม ต.เขาขาว อ.ห้วยยอด จ.ตรัง 92130
 เบอร์โทร : 089 651 2144
 e-mail: Patthama_kan@dusit.ac.th

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กฤติน ชุมแก้ว

หน่วยงาน/สังกัด: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ของหน่วยงาน/สังกัด: 39 หมู่ที่ 1 ถนน รังสิต - นครนายก ตำบล คลองหก อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12110

เบอร์โทร : 088-7906638

e-mail: krittin_c@rmutt.ac.th

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไชยสิทธิ์ พันธุ์พูนจินดา

หน่วยงาน/สังกัด: คณะเทคโนโลยีคหกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ที่อยู่ของหน่วยงาน/สังกัด: 39 หมู่ที่ 1 ถนน รังสิต - นครนายก ตำบล คลองหก อำเภอคลองหลวง
จังหวัดปทุมธานี 12110

เบอร์โทร : 091-8872587

e-mail: chaiyasit_p@rmutt.ac.th