

Research article

Formulation of Low-protein Kanom Thong-muan from Mungbean Starch for Patients with Chronic Kidney Disease (Pre-dialysis) Stages 3-5

Tiwaporn Maneerattanasuporn^{1*}, Nuntaporn Chanpurk¹, Warittha Satnako¹,

Taweesak Techakriangkrai¹, Amporn Jamphon¹, Tipakorn Maungteuk¹,

Kansuda Wunjuntuk¹, Phim on Suklaew¹, Siriporn Riebroy Kim¹,

Wantanee Kriengsinyos²

¹Food and Nutrition Program, Department of Home Economics, Faculty of Agriculture,

Kasetsart University, Bangkok Campus, Bangkok, Thailand

²Institute of Nutrition, Mahidol University, Salaya, Phuthamonthon, Nakhon Pathom, Thailand

ABSTRACT

This study aimed to develop a low-protein dessert, Khanom Thong-muan, for chronic kidney diseases (pre-dialysis) stages 3-5 (CKD), using mungbean starch. A low-protein diet is recommended for patients with CKD in order to reduce kidney workload. Formulating a low-protein diet increases food choices for CKD patients. Khanom Thong-Muan is a common dessert served, it contains protein from egg and flour. The starch and flour in control (C) were substituted with mungbean starch and coconut milk at the ratios of 1:1.5 (C-1), 1:1.75 (C-2), and 1:2 (C-3), without adding eggs and sesame seeds. There was no statistically significant difference in the likeness scores among the recipes (C-1, C-2, and C-3) ($p > 0.05$), but C-1 showed higher scores in every sensory characteristic. The protein content of C-1 was 98.8% reduction compared with the control (C). Additionally, lower fat and no cholesterol contents were obtained by omitting the egg and sesame. Furthermore, mineral content in C-1, particularly sodium, and phosphorus, this recipe contained no eggs and sesame seeds. The acceptability of the C-1 recipe ranged from moderately to like very much (scores 7.97-8.27). Ninety-four percent of consumers were willing to buy C-1. In conclusion, low-protein Khanom Thong-Muan using mungbean starch with coconut milk at a ratio of 1:1.5 (w:w) was well accepted and could be served as an alternative dessert for patients with chronic kidney disease (pre-dialysis) stages 3-5.

Key words: Chronic kidney diseases; Low protein dessert; Mungbean starch; Thong-Muan

Received: 3 July 2023

Revised: 26 September 2023

Accepted: 3 October 2023

*Corresponding author's email: tiwaporn.man@ku.th



บทความวิจัย

การพัฒนาสูตรขนมทองม้วนโปรตีนต่ำจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวสำหรับ

ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (ก่อนล้างไต) ระยะที่ 3-5

ทิวาพร มณีรัตนศุภ¹, นันทพร จันทเือก¹, วริษฐา สัตนาโค¹,
ทวีศักดิ์ เตชะเกรียงไกร¹, อำพร แจ่มผล¹, ทิพากร ม่วงถึก¹,
กานต์สุตา วันจันทิก¹, พิมพ์อร สุขแล้ว¹, ศิริพร เรียบร้อย คิม¹,
วันทนี เกียรติสินยศ²

¹สาขาอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน กรุงเทพฯ

²สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ศาลายา พุทธมณฑล นครปฐม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาขนมทองม้วนโปรตีนต่ำจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (ก่อนล้างไต) ระยะที่ 3-5 โดยผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ยังไม่ได้รับการบำบัดทดแทนไตควรจำกัดการบริโภคโปรตีนเพื่อลดการทำงานของไต ขนมทองม้วนเป็นขนมที่มีโปรตีนจากไข่และแป้ง จากการทดแทนส่วนผสมของแป้งในขนมทองม้วนสูตรควบคุม (C) ซึ่งเป็นชุดควบคุมด้วยแป้งสตาร์ชถั่วเขียว ร่วมกับการปรับอัตราส่วนของแป้งสตาร์ชถั่วเขียวต่อน้ำกะทิ เท่ากับ 1:1.5 (C-1), 1:1.75 (C-2) และ 1:2 (C-3) ไม่เติมไข่และงา พบว่าปริมาณกะทิที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทุกลักษณะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ C-1 มีคะแนนความชอบมากกว่า C-2 และ C-3 ในทุกลักษณะ การศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการเปรียบเทียบกับสูตร C พบว่าขนมทองม้วนสูตร C-1 มีปริมาณโปรตีนลดลงถึง 98.8% การไม่เติมไข่และงาส่งผลทำให้ปริมาณไขมันลดลงและไม่พบคอเลสเตอรอล นอกจากนี้ C-1 มีโซเดียมและฟอสฟอรัสลดลงจากการทดสอบผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก (7.97-8.27 คะแนน) และผู้บริโภค 94 คนจาก 100 คนจะตัดสินใจซื้อ จากผลการทดลองขนมทองม้วนสามารถดัดแปลงด้วยแป้งสตาร์ชถั่วเขียวและน้ำกะทิที่อัตราส่วน 1:1.5 (น้ำหนัก:น้ำหนัก) และสามารถใช้เป็นขนมทางเลือกสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (ก่อนล้างไต) ระยะที่ 3-5

คำสำคัญ: โรคไตเรื้อรัง, ขนมโปรตีนต่ำ, แป้งสตาร์ชถั่วเขียว, ขนมทองม้วน

บทนำ

โรคไตเรื้อรัง (chronic kidney disease) เป็นสภาวะที่ไตถูกทำลายมีผลให้ความสามารถในการทำงานของไตลดลง โดยโรคไตเรื้อรังสามารถพัฒนาความรุนแรงของโรคเข้าสู่ภาวะโรคไตเรื้อรังระยะสุดท้ายเป็นระยะที่ร่างกายไม่สามารถขจัดของเสียออกจากร่างกาย ตลอดจนมีภาวะไม่สมดุลของเกลือแร่ และกรดต่างในร่างกาย ภาวะทุพโภชนาการเป็นปัญหาที่พบได้บ่อยในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง มีสาเหตุจากการได้รับสารอาหารที่ไม่ถูกต้อง หรือได้รับไม่เพียงพอซึ่งเป็นปัจจัยหลักร่วมกับการมีโรคอื่น ๆ การรับประทานยา ความถี่ของการนอนในโรงพยาบาล ปัญหาทางด้านอารมณ์และจิตใจ และการมีของเสียสะสมในร่างกาย¹ ภาวะทุพโภชนาการในผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังมีความสัมพันธ์กับอัตราการป่วยและอัตราการตายที่เพิ่มขึ้นรวมถึงคุณภาพชีวิตลดลง² การเลือกรับประทานอาหารว่างหรือขนมหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม เช่น ปริมาณโปรตีนและแร่ธาตุบางชนิดต่ำ สามารถส่งเสริมให้ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (ก่อนล้างไต) ระยะที่ 3-5 ให้ได้รับพลังงานเพียงพอ ป้องกันและลดความรุนแรงของภาวะทุพโภชนาการ โดยผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ยังไม่ได้รับการบำบัดทดแทนไตควรได้รับพลังงาน 30 ถึง 35 กิโลแคลอรี/น้ำหนักกิโลกรัม (กิโลกรัม)/วัน ร่วมกับการจำกัดการบริโภคโปรตีนต่ำกว่า 0.8 กรัม/น้ำหนักกิโลกรัม (กิโลกรัม)/วันเพื่อชะลอความเสื่อมของไต นอกจากนี้ผู้ป่วยควรรับประทานโปรตีนที่มีคุณภาพสูงมากกว่าร้อยละ 50 ขึ้นไปเพื่อให้ร่างกายได้รับกรดอะมิโนจำเป็นอย่างเพียงพอ จากข้อมูลอาหารแลกเปลี่ยนสำหรับผู้ป่วยโรคไต พบว่า อาหารหมวดข้าว-แป้ง ผักและผลไม้ มีโปรตีนไม่มีคุณภาพเป็นองค์ประกอบ ดังนั้นรายการอาหารสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังมักผลิตจากแป้งปลอดโปรตีน เช่น วุ้นเส้น สาหร่าย เส้นเชียงฮั เป็นต้น เพื่อให้ผู้ป่วยได้รับพลังงานเพียงพอโดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณโปรตีนที่ควรได้รับและไม่มีผลต่อสัดส่วนของโปรตีนคุณภาพสูง

ขนมทองม้วนเป็นขนมที่ให้พลังงานจากคาร์โบไฮเดรต เนื่องจากมีแป้งเป็นส่วนผสมหลักและอาจให้พลังงานจากโปรตีนและไขมัน ซึ่งมาจากส่วนผสม เช่น แป้งสาลี (wheat flour) ไข่ และงา³ วิลรัตน์ และคณะ⁴ รายงานว่า ขนมทองม้วนมีปริมาณโปรตีนร้อยละ 2.46 ขนมทองม้วนได้รับความสนใจศึกษาและวิจัยเพื่อพัฒนาให้มีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีต่อสุขภาพ เช่นขนมทองม้วนข้าวกล้องมันปูผสมแก่นตะวันเสริมสารสีจากพืช (สุนันท์ และคณะ, 2559)⁵ ขนมทองม้วนเสริมผักข้าว (ศุภเวช, 2560)⁶ ขนมทองม้วนเสริมผงตะไคร้ (วิลรัตน์ และคณะ, 2561)⁴ อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการศึกษาการผลิตขนมทองม้วนจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว ซึ่งเป็นแป้งสตาร์ชที่มีปริมาณโปรตีนต่ำร้อยละ (2559)⁷ รายงานว่า แป้งสตาร์ชถั่วเขียว มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 0.25 ไขมันร้อยละ 0.37 เถ้าร้อยละ 0.12 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 99.12 โยอาหารร้อยละ 0.14 แป้งสตาร์ชถั่วเขียวมีปริมาณอะไมโลสค่อนข้างสูง (ร้อยละ 44.13) นอกจากนี้ยังมีแป้งทนต่อการย่อย (resistant starch) ร้อยละ 55.87 ปัจจุบันแป้งสตาร์ชถั่วเขียวมักนำมาผลิตอาหารและขนม เช่น วุ้นเส้น (vermicelli)⁷ และขนมต่าง ๆ เช่น ซาหรี่ม ขนมลิ่มกลิ้ง ตะโก้ ลอดช่อง เราโร เป็นต้น ยังไม่มีรายงานการศึกษาการผลิตขนมทองม้วนจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว ดังนั้นการศึกษารังนี้มมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการศึกษาการยอมรับทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองม้วนโปรตีนต่ำจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (ก่อนล้างไต) ระยะ 3-5 ก่อนได้รับการบำบัดทดแทนไตที่มีความเสี่ยงหรือมีภาวะทุพโภชนาการ และสามารถส่งเสริมการชะลอการเสื่อมของไต

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสและศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองม้วนโปรตีนต่ำจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (ก่อนล้างไต) ระยะ 3-5 ก่อนได้รับการบำบัดทดแทนไตโครงการได้ผ่านการ



รับรองจริยธรรมการวิจัย จากคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในคน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (KUREC-HS64/048)

1. วัตถุประสงค์และสารเคมี

แป้งมันสำปะหลัง (ยี่ห้อปลามังกร บริษัทแป้งมันไทยทำ) แป้งเค้ก (ยี่ห้อพัดโบก บริษัทยูไนเต็ดฟลาวมิลล์ จำกัด มหาชน) แป้งข้าวเจ้า (ยี่ห้อช้างสามเศียร บริษัท โรงเส้นหมี่ ซอเฮง จำกัด) แป้งสาลีอเนกประสงค์ (ยี่ห้อว่าว บริษัทยูไนเต็ดฟลาวมิลล์ จำกัด มหาชน) แป้งถั่วเขียว (ยี่ห้อต้นสน บริษัทสิทธิพันธ์ จำกัด) กะทิ (ยี่ห้อชาวเกาะ บริษัท อำพลฟู้ดส์ โพรเซสซิง จำกัด) น้ำตาลมะพร้าว (ยี่ห้อมิตรผล บริษัท น้ำตาลมิตรผล จำกัด) สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ ได้แก่ กรดไฮโดรคลอริก กรดซัลฟูริก กรดบอริก โซเดียมไฮดรอกไซด์ ฟีนอลฟิธาลีน ปีโตรเลียมอีเธอร์

2. การคัดเลือกขนมทองม้วนสูตรพื้นฐาน

2.1 การผลิตขนมทองม้วน

ทำการผลิตขนมทองม้วนด้วยสูตรพื้นฐานแตกต่างกัน 3 สูตร ได้แก่ สูตร A⁸ (แป้งมันสำปะหลัง แป้งข้าวเจ้า กะทิ น้ำตาลมะพร้าว เกลือ ไข่ไก่ และงาดำ) สูตร B⁹ (แป้งเค้ก กะทิ น้ำปูนใส น้ำ เกลือ ไข่ไก่ และ งาดำ) สูตร C¹⁰ (แป้งข้าวเจ้า แป้งสาลีอเนกประสงค์ กะทิ น้ำตาลมะพร้าว เกลือ ไข่ไก่ และ งาดำ) นำส่วนผสมมาผสมให้เข้ากันและนำไปให้ความร้อนเพื่อทำให้สุกด้วยเตาผลิตขนมทองม้วน (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร) ที่ อุณหภูมิ 120-140 องศาเซลเซียส (1-2 นาที) ทำการม้วนและวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง (10 นาที) นำขนมทองม้วนไปบรรจุลงในถุงพลาสติกเพื่อนำไปประเมินทางประสาทสัมผัสต่อไป

2.2 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ทำการเตรียมตัวอย่างขนมทองม้วนและบรรจุถุงพลาสติก (5 กรัมต่อถุง) และปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกแบบความร้อนสูง จากนั้นทำการประเมินทางประสาทสัมผัส ด้วยการให้คะแนนความชอบแบบวิธี 9-Hedonic scale (1 = ไม่ชอบมาก 5 = อยู่ระหว่าง

ชอบและไม่ชอบ และ 9 = ชอบมากที่สุด) โดยผู้ประเมินที่ไม่ผ่านการฝึกอบรมแต่มีความคุ้นเคยในการรับประทานขนมทองม้วน จำนวน 50 คน ทำการติดรหัสเลขจำนวน 3 หลักที่ได้จากการสุ่ม และสุ่มลำดับการทดสอบให้กับผู้ประเมินทางประสาทสัมผัสระหว่างการประเมินทางประสาทสัมผัสแต่ละตัวอย่างให้กลืนปากด้วยน้ำดื่ม ลักษณะสำหรับการประเมิน ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ทำการคัดเลือกตัวอย่างที่ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงสุด ร่วมกับการพิจารณาส่วนประกอบ เพื่อนำไปทำการดัดแปลงส่วนผสมด้วยการใช้แป้งสตาร์ชถั่วเขียวทดแทนแป้งทั้งหมด ปรับอัตราส่วนของแป้งต่อน้ำกะทิ ไม่เติมน้ำและงา เพื่อให้สารอาหารเหมาะสมต่อผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3-5 ต่อไป

3. การศึกษาผลของการปรับส่วนผสมขนมทองม้วนต่อคุณภาพเนื้อสัมผัสและการยอมรับ

3.1 การเตรียมขนมทองม้วนที่มีการปรับส่วนผสม

ทำการผลิตทองม้วนตามสูตรพื้นฐานที่ได้รับการคัดเลือกจากข้อ 2 (ชุดควบคุม = C) ด้วยการทดแทนแป้งทั้งหมดด้วยแป้งสตาร์ชถั่วเขียว และปรับอัตราส่วนระหว่างแป้งถั่วเขียวต่อน้ำกะทิแตกต่างกัน ได้แก่ 1:1.5 (C-1), 1:1.75 (C-2), 1:2 (C-3) (น้ำหนัก:น้ำหนัก) งดเติมน้ำและงา เมื่อทำการผลิตจากนั้นนำไปบรรจุในถุงพลาสติกเก็บรักษาในกล่องพลาสติกที่อุณหภูมิห้องเพื่อรอการวิเคราะห์และประเมินทางประสาทสัมผัสต่อไป

3.2 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส

ทำการวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของทองม้วนด้วยการวัดค่าความแข็งด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA.XT plus, Stable Micro System, ประเทศอังกฤษ) ด้วยการวางตัวอย่างขนมทองม้วน แนวนอนและตรวจวัดด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.25 เซนติเมตร (P/0.25S) รายงานผลเป็นค่าความแข็ง (Hardness) (กรัม)

3.3 การประเมินทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างขนมทองม้วนจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวที่มีการดัดแปลงส่วนผสมมาทำการประเมินทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบแบบ 9 Hedonic scale test ตามข้อ 2. จากนั้นทำการคัดเลือกตัวอย่างขนมทองม้วนที่ได้รับคะแนนความชอบรวมทางประสาทสัมผัสสูงสุด ร่วมกับการพิจารณาส่วนผสมสำหรับการผลิตเพื่อให้เหมาะสมกับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (ก่อนล้างไต) ระยะที่ 3-5

4. การศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของขนมทองม้วนสูตรพื้นฐานและสูตรโปรตีนต่ำจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว

ทำการเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการของตัวอย่างขนมทองม้วนสูตรพื้นฐานที่ได้รับการคัดเลือกและขนมทองม้วนที่ผลิตจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว ด้วยการวิเคราะห์ปริมาณ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน พลังงาน เส้นใยหยาบ คอเลสเตอรอล แคลเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม ตามวิธีการของ AOAC (2023)

5. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

นำขนมทองม้วนที่ผลิตจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวที่ได้รับการคัดเลือกมาทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค จำนวน 100 คน ด้วยการให้คะแนนความชอบลักษณะ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมตามวิธีการ 9-point hedonic scale และการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์คัดเลือกสูตรพื้นฐานและการเลือกสูตรดัดแปลงด้วย One-way ANOVA (Analysis of variance) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ส่วนขั้นตอนเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการระหว่างสูตรควบคุมกับสูตรดัดแปลงด้วยวิธี independent t-test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ด้วยโปรแกรม R สำหรับข้อมูลจากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคแสดงเป็นคำร้อยละ

อภิปรายผลการวิจัย

1. การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของขนมทองม้วน

ตารางที่ 1 แสดงคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสขนมทองม้วนสูตรพื้นฐาน 3 สูตร ซึ่งทุกสูตรได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม ไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) อย่างไรก็ตาม สูตร C ได้รับคะแนนความชอบทุกลักษณะสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างทางสถิติ ยกเว้นความชอบด้านสี สูตร C ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าสูตร A ($p < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างกับสูตร B ($p \geq 0.05$) เมื่อพิจารณาปริมาณโปรตีนในแต่ละสูตร พบว่าสูตร B มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด (4.58 กรัมต่อ 100 กรัม) ในขณะที่ สูตร A (3.68 กรัมต่อ 100 กรัม) และสูตร C (4.19 กรัมต่อ 100 กรัม) มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าสูตร B เมื่อพิจารณาปริมาณส่วนประกอบร่วมกับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัส จึงทำการคัดเลือกสูตร C เป็นสูตรพื้นฐาน และทำการทดแทนแป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลีอเนกประสงค์ด้วยแป้งสตาร์ชถั่วเขียวโดยทั่วไป แป้งสตาร์ชทางการค้าผลิตจากข้าวเจ้าข้าวเหนียว หรือมันสำปะหลัง แป้งสตาร์ชมักนำมาใช้ในการผลิตอาหารเพื่อทำให้เกิดลักษณะเนื้อสัมผัสที่ต้องการการปรับปรุงความสามารถในการอุ้มน้ำและความคงตัวระหว่างการเก็บรักษา แป้งสตาร์ชจากถั่วเขียวมีองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญ ได้แก่ สตาร์ชร้อยละ 93-94 โปรตีนร้อยละ 0.1-0.2¹¹ แป้งสตาร์ชถั่วเขียวจัดเป็นแป้งที่ปริมาณอะไมโลสสูง (ร้อยละ 31-38)¹² ดังนั้นเพื่อให้การปรับให้สารอาหารเหมาะสมต่อผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะที่ 3-5 จึงได้ทำการผลิตขนมทองม้วนจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว ร่วมกับการปรับอัตราส่วนแป้งสตาร์ชถั่วเขียวและกะทิ เท่ากับ 1:1.5 (C-1), 1:1.75 (C-2) และ 1:2 (C-3) (น้ำหนัก: น้ำหนัก) งดการเติมไข่และงา



ตารางที่ 1 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมทองม้วนที่ผลิตจากสูตรพื้นฐานแตกต่างกัน*

ลักษณะ	ตัวอย่างขนมทองม้วนสูตรพื้นฐาน		
	A	B	C
ลักษณะที่ปรากฏ ^{ns}	6.68±1.77	6.80±1.43	6.96±1.29
สี	6.04±2.13 ^a	6.66±1.70 ^{ab}	7.02±1.35 ^b
กลิ่น ^{ns}	6.24±1.95	6.12±1.93	6.54±1.47
เนื้อสัมผัส ^{ns}	6.14±2.47	6.06±2.26	6.54±1.98
รสชาติ ^{ns}	6.12±2.41	5.84±2.26	6.34±1.81
ความชอบโดยรวม ^{ns}	6.34±2.12	6.18±1.95	6.62±1.47

*ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50)

อักษร a-b บ่งบอกถึง ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ns บ่งบอกถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

2. การศึกษาผลของการปรับส่วนประกอบขนมทองม้วนจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวต่อลักษณะเนื้อสัมผัสและการยอมรับทางประสาทสัมผัส

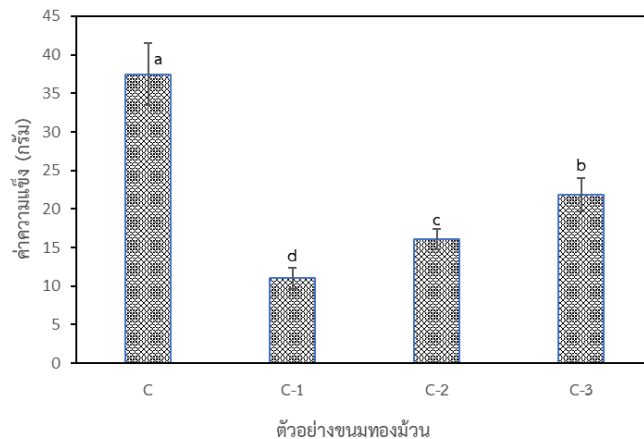
2.1 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ค่าความแข็งของขนมทองม้วนแสดงดัง ภาพที่ 1 ขนมทองม้วนสูตรพื้นฐาน C มีค่าความแข็งสูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับขนมทองม้วนจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว ($p < 0.05$) ค่าความแข็งของขนมทองม้วน บ่งบอกถึงความกรอบและการแตกหักของขนม จากผลการทดลองการทดแทนแป้งข้าวเจ้าและแป้งสาลีด้วยแป้งสตาร์ชถั่วเขียวมีผลทำให้ค่าความแข็งของขนมทองม้วนลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับขนมทองม้วนจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวที่มีการเติมกะทิอัตราส่วนแตกต่างกัน พบว่า เมื่ออัตราส่วนของกะทิเพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ค่าความแข็งของขนมทองม้วนเพิ่มขึ้น ($p < 0.05$) โดยทั่วไป องค์ประกอบของแป้งประกอบด้วย อะไมโลสและอะไมโลเพกตินจัดเรียงตัวในเม็ดแป้งอย่างเป็นระเบียบ เมื่อแป้งได้รับความร้อนในสภาวะที่มีน้ำปริมาณมากทำให้เกิดการพองตัวและแตกตัวของโครงสร้างผลึกและกึ่งก้านอะไมโลเพกติน การให้ความร้อนส่งผลเกิดกระบวนการพองตัวร่วมกับการเกิดเจลและสมบัติการเกิดเฟสของเม็ดแป้ง ระหว่างเกิดกระบวนการพองตัวของแป้ง อะ

ไมโลสและอะไมโลเพกตินถูกปลดปล่อยออกมาจากเม็ดแป้งในปริมาณและอัตราส่วนแตกต่างกัน ขึ้นกับชนิดของแป้ง¹³ ส่วนการเพิ่มอัตราส่วนของกะทิอาจส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณน้ำและไขมัน ทำให้เกิดการดูดซับน้ำและการพองตัวของเม็ดแป้งได้ดีขึ้น นอกจากนี้ส่วนผสมขนมทองม้วนที่มีปริมาณกะทิเพิ่มขึ้น ปริมาณไขมันจากกะทิอาจมีผลต่อสมบัติด้านความร้อน (Thermal properties) เปลี่ยนแปลง เช่น การนำความร้อน การแพร่กระจายความร้อน ความร้อนจำเพาะ ทำให้ส่งผลต่อความสามารถในการถ่ายเทความร้อน

2.2 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสของขนมทองม้วนสูตรดัดแปลงด้วยอัตราส่วนแป้งสตาร์ชถั่วเขียวต่อน้ำกะทิแตกต่างกัน ขนมทองม้วนทุกตัวอย่างได้รับคะแนนความชอบทุกลักษณะไม่แตกต่างกัน ($p \geq 0.05$) จากผลคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบด้านกลิ่น พบว่าขนมทองม้วนที่มีอัตราส่วนของน้ำกะทิเพิ่มขึ้นได้รับคะแนนความชอบลดลงแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการเกิดผลิตภัณฑ์ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันระหว่างการให้ความร้อน ส่งผลทำให้เกิดสารประกอบที่ระเหยได้ ได้แก่



ภาพที่ 1 ค่าความแข็งของตัวอย่างขนมทองม้วนสูตรพื้นฐาน (C) และสูตรแป้งสตาร์ชถั่วเขียวต่อน้ำกะทิ เท่ากับ 1:1.5 (C-1) 1:1.75 (C-2) และ 1:2 (C-3) อักษร a-d บ่งบอกถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 2 คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสขนมทองม้วนสูตรดัดแปลงจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวต่อน้ำกะทิ เท่ากับ 1:1.5 โดยน้ำหนัก (C-1) 1:1.75 โดยน้ำหนัก (C-2) และ 1:2 โดยน้ำหนัก (C-3)*

ลักษณะ	C-1	C-2	C-3
ลักษณะที่ปรากฏ ^{ns}	7.74±1.05	7.44±1.11	7.38±1.19
สี ^{ns}	7.68±1.15	7.30±1.17	7.20±1.37
กลิ่น ^{ns}	7.00±1.31	6.98±1.35	6.60±1.34
เนื้อสัมผัส ^{ns}	8.00±1.03	7.68±1.17	7.30±1.11
รสชาติ ^{ns}	7.48±1.15	7.04±1.01	6.80±1.49
ความชอบโดยรวม ^{ns}	7.64±1.31	7.30±1.11	7.00±1.50

*ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=50)

ns บ่งบอกถึง ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$)

อัลดีไฮด์ ซึ่งประกอบด้วยเบนซิลดีไฮด์ โนนาล เดคานาล¹⁴ และมีผลกระทบต่ออาการภูมิแพ้ของขนมทองม้วน จากผลการทดลองพบว่าการเพิ่มอัตราส่วนน้ำกะทิส่งผลต่อการเพิ่มปริมาณพลังงานและสารอาหารมหโมเลกุล ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ การได้รับสารอาหารของผู้ป่วย ดังนั้นจึงได้ทำการคัดเลือกตัวอย่างขนมทองม้วนที่มีการเติมอัตราส่วน แป้งสตาร์ชถั่วเขียวต่อน้ำกะทิ เท่ากับ 1:1.5 (C-1:1.5)

3. การศึกษาเปรียบเทียบคุณค่าทางโภชนาการขนมทองม้วนสูตรพื้นฐานและสูตรดัดแปลงแป้งสตาร์ชถั่วเขียว

ขนมทองม้วนสูตรดัดแปลงจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว (C-1) มีปริมาณโปรตีนของขนมทองม้วนลดลงถึง 98.8% เมื่อเปรียบเทียบกับขนมทองม้วนสูตรพื้นฐาน (C) (ตารางที่ 3) จากข้อมูล Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI)¹⁵ ได้แนะนำว่า ผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังระยะ 3-5 ควรได้รับการจำกัดปริมาณโปรตีน และอาหารโปรตีนต่ำและต่ำมากควรอยู่ในช่วง 0.55 -0.60 กรัม/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)/วัน



และ 0.28 -0.43 กรัม/น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)/วัน ตามลำดับ รวมทั้งควรคำนึงถึงกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายด้วย โดยขนมทองม้วนสูตรดัดแปลงจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว (C-1) มีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายครบถ้วนและมีปริมาณน้อยสอดคล้องกับปริมาณโปรตีนที่ลดลง^{14,16} นอกจากนี้ขนมทองม้วนจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวมีการยังมีปริมาณฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และโซเดียมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ ($p < 0.05$) เป็นผลจากการไม่เติมไข่ งาม และเกลือ ซึ่งเหมาะสำหรับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรังที่ต้องจำกัดปริมาณแร่ธาตุ นอกจากนี้พบว่าขนมทองม้วนสูตรดัดแปลงจากแป้งถั่วเขียวให้พลังงานและมีปริมาณไขมันที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 พลังงานและคุณค่าทางโภชนาการ ต่อ 100 กรัม ของขนมทองม้วนสูตรพื้นฐาน (C) และสูตรดัดแปลงจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวต่อหน้ากะทิ เท่ากับ 1:1.5 โดยน้ำหนัก (C-1)*

องค์ประกอบ/สารอาหาร	สูตรขนมทองม้วน		ปริมาณการเปลี่ยนแปลงของสารอาหาร (ร้อยละ)	p-value**
	C	C-1		
ความชื้น (กรัม)	3.41±0.01*	1.60 ± 0.07	53.08	0.002
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	84.57±0.49	90.82 ± 0.01	7.39	<0.001
โปรตีน (กรัม)	3.46±0.21	0.04 ± 0.00	98.84	<0.001
ไขมัน (กรัม)	11.98±0.68	9.14±0.01	23.71	0.004
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	476.93±4.61	456.01±2.49	4.39	0.005
เส้นใยหยาบ (กรัม)	3.06±0.28	0.62±0.10	79.74	0.01
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	19.03±0.30	ND (< 0.50 mg/100 mg)	> 97.37	<0.001
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	101.32±0.31	29.18±0.04	71.20	<0.001
ฟอสฟอรัส (มิลลิกรัม)	130.40±2.05	37.94±0.67	70.90	<0.001
โพแทสเซียม (มิลลิกรัม)	185.18±2.17	107.34±0.57	42.03	<0.001
โซเดียม (มิลลิกรัม)	118.93±1.21	59.94±0.08	49.60	<0.001

*ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=3)

**p-value จากการเปรียบเทียบด้วยการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ independent t-test

ND หมายถึง ตรวจไม่พบ (limit of detection = 0.50 mg/100 mg)

4. การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค

เมื่อนำขนมทองม้วนสูตรดัดแปลงจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว C-1 มาทำการทดสอบผู้บริโภคจำนวน 100 คนพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสีอยู่ในระดับ “ชอบปานกลาง” ส่วนคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบรวมนั้น อยู่ในระดับ “ชอบมาก” อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภค ได้ให้ความคิดเห็น

เพิ่มเติม ดังนี้ ด้านรสชาติของขนมทองม้วนนั้นหวานน้อยเกินไป (คิดเป็นร้อยละ 6) ควรเพิ่มความกรอบ (ร้อยละ 5) ควรเพิ่มกลิ่นกะทิและรสหวาน (ร้อยละ 3) และรูปร่างลักษณะของทองม้วนแน่นเกินไป (ร้อยละ 2) อย่างไรก็ตาม ผู้บริโภคได้ระบุว่า ขนมทองม้วนกลิ่นหอมน่ารับประทาน มีรสหวานพอดี รสชาติกลมกล่อม (ร้อยละ 20) สำหรับการตัดสินใจซื้อขนมทองม้วน C-1 นั้น พบว่า ผู้บริโภคร้อยละ 94 ระบุว่า

สนใจซื้อโดยให้เหตุผลว่า ขนมทองม้วนมีความกรอบ หอมและหวานกำลังดี (ร้อยละ 54) มีประโยชน์ต่อสุขภาพ (ร้อยละ 15) หวานกำลังดี (ร้อยละ 13) รสชาติเข้มข้น (ร้อยละ 9) เหมาะสมสำหรับผู้ป่วย (ร้อยละ 3) ส่วนผู้บริโภคร้อยละ 5 นั้น ระบุว่า ไม่ซื้อ เนื่องจาก รสชาติจืด ขาดรสหวานมัน และมี

ข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการปรับปรุงสีของขนมทองม้วน สำหรับผู้บริโภคร้อยละ 1 ไม่แสดงความคิดเห็น

ตารางที่ 4 คะแนนความชอบของผู้บริโภคต่อขนมทองม้วนสูตรดัดแปลงจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว C-1*

ลักษณะ	คะแนนความชอบ	ระดับความชอบ
ลักษณะปรากฏ	7.98±1.06	ชอบปานกลาง
สี	7.97±1.11	ชอบปานกลาง
กลิ่น	8.07±0.97	ชอบมาก
รสชาติ (ความกลมกล่อม)	8.27±0.91	ชอบมาก
เนื้อสัมผัส	8.23±0.90	ชอบมาก
กลิ่นรส	8.18±0.93	ชอบมาก
ความชอบโดยรวม	8.22±0.89	ชอบมาก

*ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (n=100)

สรุปผลการวิจัย

ขนมทองม้วนที่ผลิตจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียว ต่อน้ำกะทิด้วยอัตราส่วนเท่ากับ 1:1.5 (น้ำหนัก: น้ำหนัก) งดการเติมไข่และงามีปริมาณโปรตีนลดลงเหลือ 0.04 กรัมต่อ 100 กรัม และเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน (C) แล้วปริมาณโปรตีนลดลงถึงร้อยละ 98.8 การลดลงของปริมาณโปรตีนเป็นผลมาจากแป้งสตาร์ชถั่วเขียวร่วมกับการงดเติมไข่นอกจากนี้ ยังทำให้ขนมทองม้วนมีปริมาณไขมันลดลงและไม่พบคอเลสเตอรอล ขนมทองม้วนสูตร C-1 สามารถลดปริมาณฟอสฟอรัสและโซเดียมได้ถึงร้อยละ 29 และ 49.6ตามลำดับ ขนมทองม้วนที่ผลิตด้วยแป้งสตาร์ชถั่วเขียวร่วมกับการปรับส่วนผสมมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมสำหรับขนมทางเลือกให้กับผู้ป่วยโรคไตเรื้อรัง (ก่อนล้างไต) ระยะที่ 3-5

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนาแหล่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์สำหรับการ

สนับสนุนทุนวิจัยพัฒนานักวิจัยรุ่นใหม่ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ประจำปี 2564 (รหัส ร-ม 1.64)

เอกสารอ้างอิง

- Hyun YY, Lee KB, Han SH, et al. Nutritional Status in Adults with Predialysis Chronic Kidney Disease: KNOW-CKD Study. *J Korean Med Sci.* 2017;32(2):257-263.
- Pawlaczyk W, Rogowski L, Kowalska J, et al. Assessment of the Nutritional Status and Quality of Life in Chronic Kidney Disease and Kidney Transplant Patients: A Comparative Analysis. *Nutrients.* 2022;14(22):4814.
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 1577/2564. ขนมทองม้วน. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม 2564: 6 หน้า
- วิไลรัตน์ มั่นคง, จิราภรณ์ โตแหยม, จิราพัทธ์ แก้วศรีทอง, ผกาดี เอี่ยมกำแพง, อารี ธนวัฒน์



- ชัย. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมผงตะไคร้. การประชุมวิชาการระดับชาติ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ครั้งที่ 2; 22 ธันวาคม 2558; กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร; 2558. 595-602
5. สุนันท์ บุตรศาสตร์, สาริณี เสริมโธสง, รุ่งทิพย์ เจริญมูล. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทองม้วนข้าวกล้องมันปูผสมแก่นตะวันเสริมสารสีจากพืช. รายงานผลการวิจัย. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 2561
6. ศุภเวช ทิพย์ธาร. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมทองม้วนเสริมผักข้าว. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโท). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. 2560
7. รัชนิพร โพธินาม, อนุชิตา มุ่งงาม, ทัดดาว ภาชีผล. องค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติทางกายภาพของสตาร์ชถั่วเขียวและถั่วพุ่มและการประยุกต์ใช้ในการผลิตวุ้นเส้น. *วารสารแก่นเกษตร*. 2559;44(ฉบับพิเศษ1):1073-1079
8. รัมภา ศิริวงศ์. ขนมไทย เล่ม 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดวงกมลพับลิชชิง; 2552.
9. สุปราณี แพรศิริ. ขนมไทย. กรุงเทพฯ: เอ็มไอเอส; 2552.
10. ทศนีย์ โรจนไพบูลย์. ตำรับขนมไทย. กรุงเทพฯ: บริษัท เจเนอรัลบุ๊คส์ เซนเตอร์ จำกัด; 2532.
11. Kim YY, Woo KS, Chung HJ. Starch characteristics of cowpea and mungbean cultivars grown in Korea. *Food Chem*. 2018;263:104-111.
12. Fang C, Huang J, Pu H, Yang Q, Chen Z, Zhu Z. Cold-water solubility, oil-adsorption and enzymolysis properties of amorphous granular starches. *Food Hydrocolloids* [Internet]. 2021 Aug;117:106669.
13. Tester, R. F., & Morrison, W. R. Swelling and gelatinization of cereal starches. I. Effects of amylopectin, amylose, and lipids. *Cereal Chemistry*. 1990;67:551-557.
14. Chen Y, Chen Y, Fang Y, Pei Z, Zhang W. Coconut milk treated by atmospheric cold plasma: Effect on quality and stability. *Food Chem*. 2023;430:137045.
15. Ikizler TA, Burrowes JD, Byham-Gray LD, Campbell KL, Carrero J-J, Chan W, et al. KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in CKD: 2020 Update. *American Journal of Kidney Diseases* [Internet]. 2020 Sep;76(3):S1-107.
16. Liu T, Wu Y, Qin Y, Zhang Y. Characteristics of Protein from Mung Bean Starch Processing Wastewater. *Food Science*. 2017;38:104-110.