

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอิมานาน

มัลลิกา อุปอินทร์, รุ่งฤดี ชนุดหอม, สุรภัญญา ไชยงค์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานสูตรต้นแบบ จากการพัฒนาพบว่าพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานสูตรต้นแบบประกอบด้วยเนื้อหมูบด, มันฝรั่งต้ม, แป้งข้าวเหนียว, แครอท, ผงสับปะรด, ข้าวโอ๊ตและเกลือ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละโดยน้ำหนัก 56.0, 28.0, 4.6, 9.0, 1.0, 1.0 และ 0.4 ตามลำดับ จากนั้นนำผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานสูตรต้นแบบไปศึกษาระยะเวลาที่ทำให้ผู้ทดสอบชิมมีความอึดท้องโดยเปรียบเทียบกับอาหารควบคุม (ข้าวเหนียวหุงต้ม) พบว่าระยะเวลาหลังจากที่ผู้ทดสอบรับประทานผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานและอาหารควบคุม เริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งเฉลี่ยคือ 126.4 ± 12.87 และ 102.6 ± 10.25 นาที ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าอาหารอิมานานมีผลต่อระยะเวลาที่เริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งของผู้ทดสอบที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 50 กิโลกรัม ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานสูตรต้นแบบมีศักยภาพทำให้ผู้ทดสอบอึดได้นานกว่าอาหารควบคุมถึง 23.8 ± 2.62 นาที และในการศึกษาการหาปริมาณของสารประกอบหลักในอาหารของผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานและอาหารควบคุม พบว่าผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานมีปริมาณโปรตีน, ไขมัน, ความชื้น, เยื่อใยและเถ้ามากกว่าอาหารควบคุม โดยมีปริมาณคาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมัน, ความชื้น, เยื่อใยและเถ้าเฉลี่ย 19.14 ± 1.89 , 19.29 ± 0.75 , 26.64 ± 0.53 , 27.53 ± 0.15 , 3.97 ± 0.54 และ 3.43 ± 0.04 ตามลำดับ จากการศึกษาข้อมูลพบว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาในด้านของความอึดท้องของวัตถุดิบในเชิงเดี่ยว แต่ยังไม่ในด้านของความอึดท้องของผลิตภัณฑ์ยังมีการศึกษาที่น้อยมาก ดังนั้นที่มวิจัยจึงมีความสนใจจัดทำงานวิจัยนี้ขึ้น

คำสำคัญ : อาหารอิมานาน, คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ข้าวเหนียวหุงต้ม

1. บทนำ

ในปัจจุบันมีบางสภาวะที่ผู้คนจำเป็นต้องใช้อาหารเพื่อการยังชีพ เช่น การเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ งานทางราชการทหาร เป็นต้น ซึ่งต้องการอาหารที่มีสารอาหารครบทั้ง 5 หมู่ ให้พลังงานสูง สามารถพกพาได้สะดวกและสามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของอาหารพบว่าอาหารบางประเภทที่สามารถย่อยได้อย่างช้าๆ ส่งผลทำให้ช่วงระยะเวลาที่เริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งนั้นนานขึ้น จึงทำให้รู้สึกอึดท้องได้นาน อันได้แก่อาหารประเภทโปรตีน เช่น เนื้อสัตว์ ไข่ และถั่ว อาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน เช่น แป้งไม่ขัดสี, ข้าวโอ๊ต, ข้าวกล้อง, ข้าวซ้อมมือ, ธัญพืช, ถั่ว, ผักสีเขียวและสีเหลือง, มันหวาน และผลไม้บางชนิด ซึ่งคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน จัดเป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดดี คือมีองค์ประกอบของสารชนิดอื่นๆ เช่น ไขมันหรือโปรตีน ประกอบอยู่ในโมเลกุลด้วย โดยที่คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนเป็นคาร์โบไฮเดรตที่แตกตัวยากและยังให้พลังงานสูงในขณะที่ให้แคลอรีน้อย ซึ่งก็ทำให้กระบวนการย่อยกลายเป็นน้ำตาลของคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนเกิดขึ้นช้า ส่งผลให้

ระดับน้ำตาลในเลือดจะเพิ่มคงที่สม่ำเสมอทำให้มีพลังงานต่อเนื่อง จึงมีความอึดอยู่ท้องได้นาน ทำให้ไม่รู้สึกหิวบ่อย และเส้นใยอาหารยังช่วยส่งเสริมระบบย่อยอาหารและขับถ่าย ซึ่งจากงานวิจัย(Holt SHA, et al ,1995)พบว่าข้าวโอ๊ต มันฝรั่งต้มและเนื้อสัตว์มีค่าSI (Satiety Index) อยู่ในระดับสูง แสดงให้เห็นว่ามีความอึดอยู่ท้องได้นาน เหล่าอาหารที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น สามารถนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอึดนานได้ อีกทั้งงานวิจัยในด้านนี้ยังไม่ค่อยมีการศึกษากันอย่างกว้างขวางมากนัก จึงต้องการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอึดนาน ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้จริงในชีวิตประจำวันอันเร่งรีบ รวมถึงช่วยแก้ปัญหาภาวะการขาดแคลนอาหารจากปัญหาข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้วได้

*อาหารอึดนาน คือ อาหารที่รับประทานในปริมาณปกติแต่สามารถอยู่ท้องได้นาน

2.อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของอาหารอึดนาน

2.1.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอึดนาน

นำส่วนผสมดังตารางที่ 1 ผสมให้เข้ากัน จากนั้นจึงขึ้นรูปด้วยพิมพ์ขนาด 2x4x0.2 เซนติเมตรและนำไปแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -18°C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปทอดด้วยน้ำมันปาล์มที่อุณหภูมิ 180°C วัดอุณหภูมิโดยใช้เครื่อง Infrared Thermometer เวลา 1 นาที พักไว้ให้สะเด็ดน้ำมันแล้วซับด้วยกระดาษซับน้ำมันอย่างน้อย 1-2 นาที

ตารางที่1 แสดงสัดส่วนของส่วนผสมในสูตรผลิตภัณฑ์อาหารอึดนานทั้ง 3 สูตร

ส่วนผสม	สูตรที่ 1 (กรัม)	สัดส่วนคิด เป็นร้อยละ โดยน้ำหนัก	สูตรที่ 2 (กรัม)	สัดส่วนคิด เป็นร้อยละ โดยน้ำหนัก	สูตรที่ 3 (กรัม)	สัดส่วนคิด เป็นร้อยละ โดยน้ำหนัก
เนื้อหมู	40	45.71	50	51.28	60	55.81
มันฝรั่งต้ม	30	34.29	30	30.77	30	27.91
แป้งข้าว เหนียว	5	5.71	5	5.13	5	4.65
แครอท	10	11.43	10	10.25	10	9.30
ผงสปีปะรด	1	1.14	1	1.025	1	0.93
ข้าวโอ๊ต	1	1.14	1	1.03	1	0.93
เกลือ	0.5	0.57	0.5	0.51	0.5	0.46
รวม	87.5	100	97.5	100	107.5	100

2.1.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของอาหารอิมานาน

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของอาหารอิมานานทั้ง 3 สูตร ด้วยผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 25 คน (นิสิตระดับปริญญาตรีปริญญาโทปริญญาตรีภายในคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) โดยใช้แบบทดสอบความชอบแบบสเกล 9 ระดับ (9 – Point hedonic scale) กำหนดการให้คะแนนเป็นดังนี้ 1 = ไม่ชอบมากที่สุด, 2 = ไม่ชอบมาก, 3 = ไม่ชอบปานกลาง, 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย, 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ, 6 = ชอบเล็กน้อย, 7 = ชอบปานกลาง, 8 = ชอบมาก และ 9 = ชอบมากที่สุด

2.2 การทดสอบระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งของอาหารควบคุม(ข้าวเหนียวห่มูบั้ง) และอาหารอิมานาน

ทดสอบระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มมีความรู้สึกหิวอีกครั้งของอาหารควบคุมและอาหารอิมานาน โดยให้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 10 คน (นิสิตระดับปริญญาตรีปริญญาโทสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เพศหญิง มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 40 – 70 กิโลกรัม) งดอาหารเป็นเวลา 23.00 น. จากนั้นในเช้าวันถัดไป ให้ผู้ทดสอบรับประทานอาหารทดสอบ ปริมาณ 50 กรัม (อาหารอิมานานและข้าวเหนียวห่มูบั้ง) และดื่มน้ำตามปริมาณ 150 มิลลิลิตร ผู้ทดสอบต้องบันทึกเวลาที่เริ่มรับประทานและเวลาที่เริ่มมีความรู้สึกหิวอีกครั้งหนึ่งซึ่งในการทดสอบนี้ต้องใช้ผู้ทดสอบชุดเดียวกันและทำการทดสอบ 2 ครั้งทั้งในอาหารควบคุมและอาหารตัวอย่าง

2.3 การวิเคราะห์การหาปริมาณของสารประกอบหลักในอาหาร (ความชื้น, คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมัน, เยื่อใยและเถ้า)

วิเคราะห์ปริมาณของสารประกอบของอาหารอิมานานสูตรที่ได้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมมากที่สุด

- วิเคราะห์ปริมาณความชื้น (Moisture Content) ด้วยเครื่อง Moisture Balance ยี่ห้อ Sartorius รุ่น MA 45 ประเทศอังกฤษ
- วิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (Carbohydrate Content) โดยวิธีผลต่างของสารอาหารทั้งหมด
- วิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนโดยวิธีการเผาไหม้ (Combustion Method) ด้วยเครื่อง Nitrogen Temperature Combustion ยี่ห้อ LECO รุ่น FP 528
- วิเคราะห์ปริมาณไขมัน (Fat Content) โดยวิธีซอลล์เกต (Soxhlet Method) ด้วยเครื่องสกัด Soxtec Avanti 2050 (Auto Extraction System)
- วิเคราะห์ปริมาณเยื่อใย (Fiber Content) โดยวิธีย่อยด้วยกรดและด่าง ด้วยเครื่อง Fiber Extractors ยี่ห้อ VELP รุ่น FIWE

- วิเคราะห์ปริมาณเถ้า (AshContent) โดยวิธี AOAC(1984) 923.03 ด้วยเตาเผา ยี่ห้อ CARBOLITE

2.4 การจำลองสภาวะของระบบการย่อยอาหาร

(1) การจำลองสภาวะของระบบการย่อยอาหารภายในปากแบบเชิงกล

นำตัวอย่างอาหารควบคุมและอาหารอิมมูนานบดละเอียดปริมาณ 5 กรัม ผสมกับน้ำ เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำสารละลายไปหาปริมาณน้ำตาลกลูโคสและปริมาณโปรตีน โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer: Model Genesys 10 UV Scanning

- หาปริมาณน้ำตาลกลูโคสโดยวิธี DNS (3,5 – Dinitrosalicylic Acid Method)นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณกลูโคสเทียบกับกราฟมาตรฐานกลูโคส

- ปริมาณโปรตีนโดยวิธี Biuret นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 570 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณโปรตีนเทียบกับกราฟมาตรฐานโปรตีน (โปรตีนมาตรฐานที่ใช้ คือ Bovine Serum Albumin, BSA)

(2)การจำลองสภาวะของระบบการย่อยอาหารภายในปาก

เตรียมสารละลาย Salivaดังตาราง ที่2 นำตัวอย่างอาหารควบคุมและอาหารอิมมูนานบดละเอียดปริมาณ 5 กรัม ผสมกับสารละลาย Saliva ที่เตรียมไว้เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปแช่ในเครื่อง Shaker Water Bath อุณหภูมิ 37 °C (อุณหภูมิปกติของร่างกายมนุษย์) เวลา 5 นาที จากนั้นนำสารละลายไปหาปริมาณน้ำตาลกลูโคสและปริมาณโปรตีนเช่นเดียวกับข้อ (1)

(3)การจำลองสภาวะของระบบการย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร

เตรียมสารละลาย Gastric juice ดังตาราง ที่ 2ผสมกับสารละลายจากข้อ (2) เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปแช่ในเครื่อง Shaker Water Bath อุณหภูมิ 37 °C เวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายไปหาปริมาณน้ำตาลกลูโคสและปริมาณโปรตีนเช่นเดียวกับข้อ (1)

ตารางที่ 2 แสดงการเตรียมสารละลาย Saliva และ Gastric juice และสภาวะในการย่อย

	Saliva (mouth step)	Gastric juice (stomach step)
Organic and inorganic components	1.7 mL NaCl (175.3 g/L)	6.5 mL HCl (37 g/L)
	8 mL urea (25 g/L)	18 mL CaCl ₂ 2H ₂ O (22.2 g/L)
	15 mg uric acid	1 g bovine serum albumin
pH	6.8 ± 0.2	1.50 ± 0.02

ที่มา: (Hur, Lim et al., 2011; Oomen et al., 2003; Versantvoort et al., 2005)

2.5 วิเคราะห์ผลทางสถิติ

- การวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของอาหารอิมานาน 3 สูตร โดยใช้ตาราง ANOVA (IBM SPSS Statistics 23) ค่าความแตกต่างทางสถิติโดย Duncan มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)
- การวิเคราะห์การหาปริมาณของสารประกอบหลักในอาหารและข้อมูลการทดสอบระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มมีความรู้สึกหิวอีกครั้งของอาหารควบคุมและอาหารอิมานาน โดยใช้ T Test Paired – Samples for Mean (IBM SPSS Statistics 23) มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

3.1 การพัฒนาผลิตภัณฑ์และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบโดยรวมของอาหารอิมานาน

ตารางที่ 3 แสดงผลการประเมินด้านประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานโดยวิธี 9 point hedonic scale

ผลิตภัณฑ์อาหารอิมานาน	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3
เนื้อสัมผัส	5.80±1.87 ^a	5.76±1.66 ^a	5.48±1.39 ^a
สี	6.20±1.12 ^b	6.44±1.087 ^b	7.12±0.83 ^a
กลิ่น	6.52±1.23 ^a	6.40±1.22 ^a	6.60±1.50 ^a
รสชาติ	6.40±1.22 ^a	5.92±1.04 ^a	6.28±1.10 ^a
ความชอบโดยรวม	6.32±1.18 ^a	6.12±1.01 ^a	6.40±1.08 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษร a และ b ในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

จากผลการประเมินทางประสาทสัมผัสข้างต้นนั้น พบว่า ผลการประเมินในด้านเนื้อสัมผัส กลิ่น รสชาติ รวมถึงการยอมรับโดยรวมนั้น ทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 แต่มีด้านสีของผลิตภัณฑ์ ที่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งในสูตรที่ 3 คะแนนการยอมรับในด้านสีมากที่สุด จึงเลือกสูตรที่ 3 เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณของสารประกอบหลักในอาหารทดสอบระยะเวลาในการเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งและทดสอบการย่อยโดยการจำลองสภาวะของระบบการย่อยอาหาร โดยอาหารอิมานานสูตรที่ 3 มีส่วนผสมดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงส่วนผสมคิดเป็นร้อยละของอาหารอิมมูโนสูตรที่ 3 ในปริมาณ 50 กรัม

ส่วนผสม	สูตรที่ 3 (กรัม)	สัดส่วนคิด เป็นร้อยละ โดยน้ำหนัก
เนื้อหมู	28.0	56.0
มันฝรั่งต้ม	14.0	28.0
แป้งข้าว เหนียว	2.3	4.6
แครอท	4.5	9.0
ผงสปีปะรด	0.5	1.0
ข้าวโอ๊ต	0.5	1.0
เกลือ	0.2	0.4
รวม	50	100

3.2 การทดสอบระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งของอาหารควบคุมและอาหารอิมมูโน

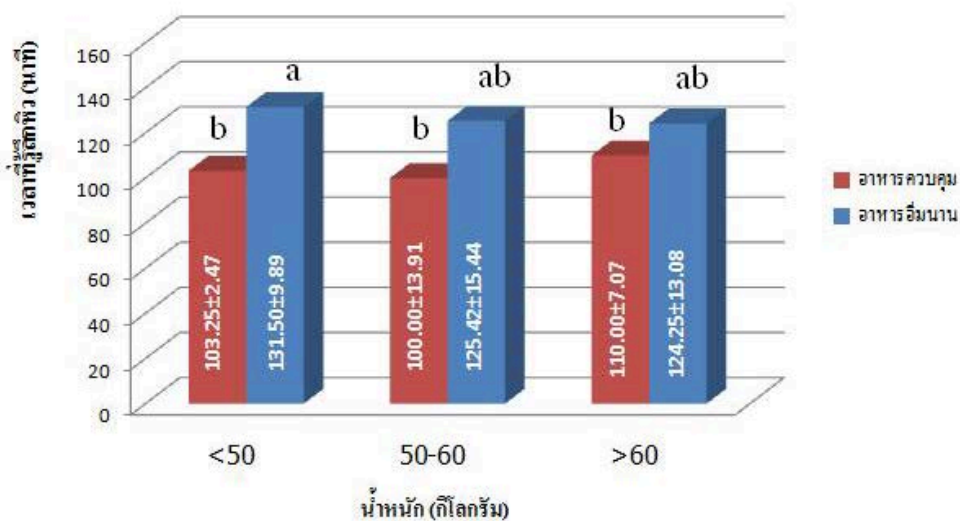
ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ยระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งหลังจากทานอาหารจากอาหารควบคุมและอาหารอิมมูโน ปริมาณ 50 กรัม จำนวนผู้ทดสอบ 10 ทำซ้ำ 2 ครั้ง

ตัวอย่างอาหาร	ระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มหิวอีกครั้ง(นาที)
อาหารควบคุม	102.6±10.25 ^b
อาหารอิมมูโน	126.4±12.87 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษร a และ b แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งหลังจากรับประทานอาหารควบคุมและอาหารอิมมูโนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยในผลิตภัณฑ์อาหารอิมมูโน ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งใช้ระยะเวลา 126.4±12.87 นาทีและในอาหารควบคุมผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งใช้ระยะเวลา 102.6±10.25 นาที ดังนั้นผลิตภัณฑ์อาหารอิมมูโนมีศักยภาพทำให้ผู้ทดสอบอิมมูโนได้นานกว่าอาหารควบคุมถึง 23.8±2.62 นาที

แสดงว่าปริมาณของสารประกอบหลักในอาหารมีผลต่อระยะเวลาที่เริ่มรู้สึกหิวอีกครั้ง ดังแสดงในตารางที่ 5 จะเห็นว่าอาหารอิมมทานมีปริมาณของสารประกอบหลัก ได้แก่ โปรตีน,ไขมัน,ความชื้น,เยื่อใยและเถ้า มากกว่าอาหารควบคุม ซึ่งสารประกอบเหล่านี้มีผลต่อความอยู่ท้อง และถึงแม้ว่าอาหารอิมมทานจะมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าอาหารควบคุมแต่ในอาหารควบคุมมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยว(ข้าวเหนียว) ซึ่งร่างกายย่อยได้ง่ายกว่าคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนซึ่งมีในอาหารอิมมทาน(มันฝรั่งต้มและข้าวโอ๊ต)ดังนั้นอาหารอิมมทานมีผลทำให้อิ่มท้องได้นานกว่าอาหารควบคุม



หมายเหตุ: ตัวอักษร a และ b แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

รูปที่ 1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลของน้ำหนักผู้ทำการทดสอบกับค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งของอาหารควบคุมและอาหารอิมมทาน

จากข้อมูลข้างต้นพบว่าในแต่ละช่วงน้ำหนักผลของน้ำหนักผู้ทำการทดสอบกับค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งของอาหารควบคุมไม่มีความแตกต่าง เช่นเดียวกับในอาหารอิมมทาน ในผู้ทดสอบที่มีน้ำหนักน้อยกว่า 50 กิโลกรัม พบว่าผลของน้ำหนักผู้ทำการทดสอบกับค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งของอาหารควบคุมและอาหารอิมมทานมีความแตกต่าง ส่วนในผู้ทดสอบที่มีน้ำหนัก 50 – 60 กิโลกรัม และมากกว่า 60 กิโลกรัม พบว่าผลของน้ำหนักผู้ทำการทดสอบกับค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งของอาหารควบคุมและอาหารอิมมทานไม่มีความแตกต่าง

จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่าในกลุ่มผู้ทดสอบที่มีน้ำหนักน้อยจะมีผลของค่าเฉลี่ยของระยะเวลาที่ผู้ทดสอบเริ่มรู้สึกหิวอีกครั้งของอาหารควบคุมและอาหารอิมมทานแตกต่างกัน และในทุกช่วงน้ำหนักของผู้ทดสอบ อาหารอิมมทานมีความอยู่ท้องมากกว่าอาหารควบคุม

3.3 การวิเคราะห์การหาปริมาณของสารประกอบหลักในอาหาร (ความชื้น, คาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมัน, เยื่อใยและเถ้า)

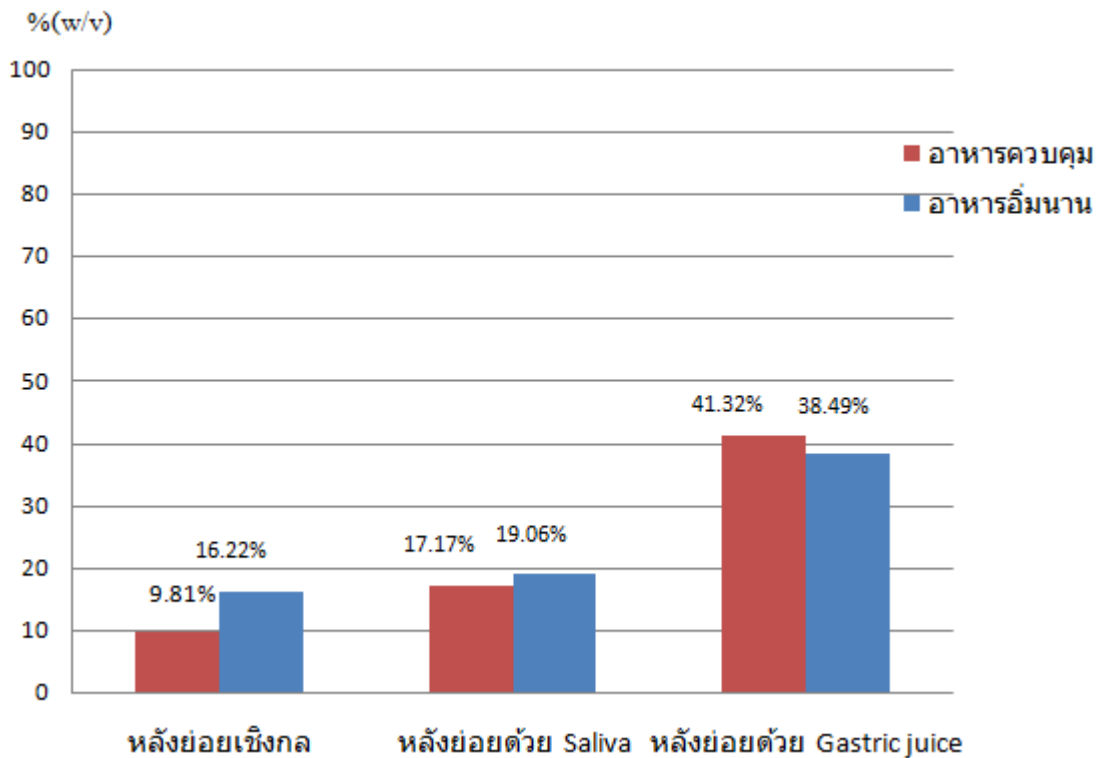
ตารางที่ 6 แสดงผลการวิเคราะห์การหาปริมาณของสารประกอบหลักในอาหาร

สารประกอบที่วิเคราะห์	ปริมาณของสารประกอบ (%)	
	อาหารควบคุม	อาหารอิมมูนา
คาร์โบไฮเดรต	54.25±1.67 ^a	19.14±1.89 ^b
โปรตีน	15.15±1.91 ^b	19.29±0.75 ^a
ไขมัน	4.12±0.04 ^b	26.64±0.53 ^a
ความชื้น	23.69±0.88 ^a	27.53±0.15 ^b
เยื่อใย	1.46±0.49 ^b	3.97±0.54 ^a
เถ้า	1.33±0.01 ^b	3.43±0.04 ^a

หมายเหตุ: ตัวอักษร a และ b ในแนวนอนแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ $p < 0.05$

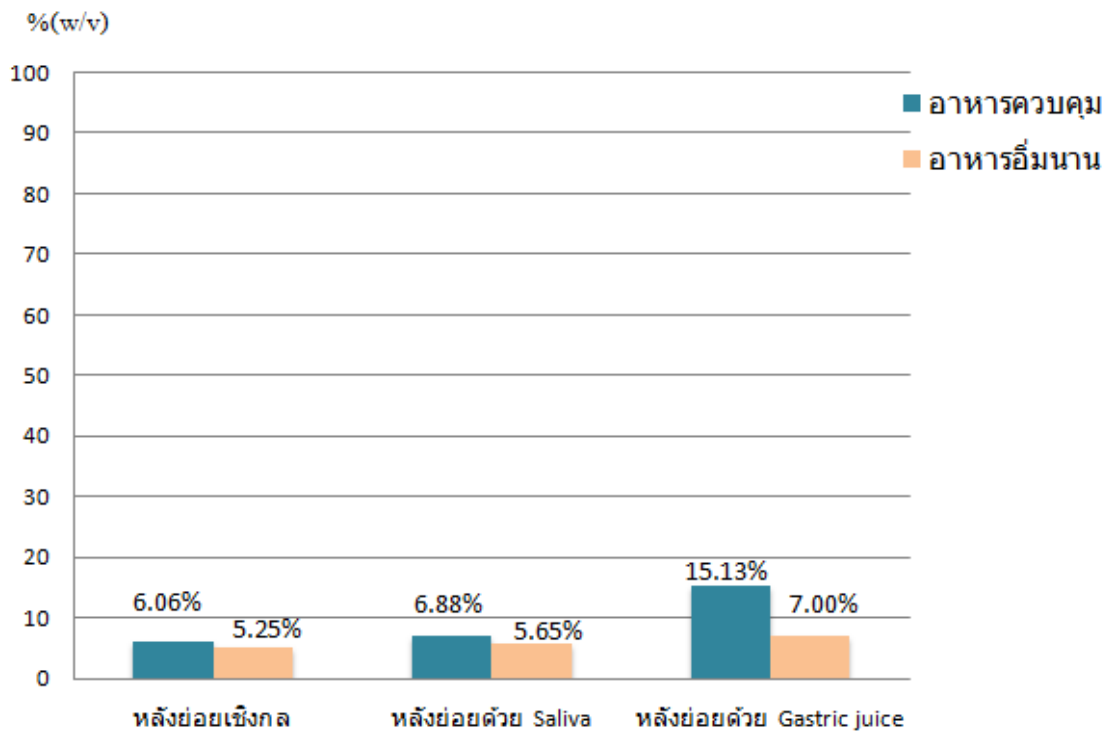
จากข้อมูลข้างต้นพบว่าควบคุมและอาหารอิมมูนาที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต, โปรตีน, ไขมัน, ความชื้น, เยื่อใยและเถ้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 โดยอาหารอิมมูนามีปริมาณของสารประกอบหลัก ได้แก่ โปรตีน, ไขมัน, ความชื้น, เยื่อใยและเถ้ามากกว่าอาหารควบคุม ยกเว้นปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่มีปริมาณน้อยกว่าอาหารควบคุมซึ่งจากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าอาหารอิมมูนามีคุณค่าทางโภชนาการสูงกว่าอาหารควบคุม เนื่องจากมีปริมาณโปรตีน เยื่อใย และแร่ธาตุสูง และปริมาณคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าอาหารควบคุม หากอาหารที่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรตสูง เมื่อผ่านกระบวนการย่อยอาหารในร่างกาย คาร์โบไฮเดรตจะถูกย่อยสลายเป็นน้ำตาลและถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย ทำให้ระดับน้ำตาลในเลือดสูง ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อร่างกายได้ รวมถึงการมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตที่มากเกินไปในร่างกายจะเก็บสะสมไว้ในร่างกาย เช่น ที่ตับ หรือตามผนังเซลล์หรือเนื้อเยื่อภายในร่างกายได้

3.4 การจำลองสภาวะของระบบการย่อยอาหาร



รูปที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารละลายโปรตีนของอาหารควบคุมและอาหารอิมมูนาในระบบการย่อยอาหารสภาวะต่างๆ

จากกราฟแสดงให้เห็นว่า ปริมาณสารละลายโปรตีนที่ได้จากการย่อยมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นในแต่ลำดับขั้นของการย่อย โดยในขั้นตอนการย่อยอาหารภายในปากแบบเชิงกลและขั้นตอนการย่อยอาหารภายในปาก พบว่าในอาหารอิมมูนามีปริมาณสารละลายโปรตีนที่ได้จากการย่อยมากกว่าอาหารควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 6 ที่ได้แสดงปริมาณสารละลายโปรตีนในอาหารไว้ ส่วนในขั้นตอนการย่อยอาหารภายในกระเพาะอาหารพบว่าในอาหารอิมมูนามีปริมาณสารละลายโปรตีนที่ได้จากการย่อยน้อยกว่าอาหารควบคุม ซึ่งอาจเป็นผลจากโปรตีนบางส่วนจับกับเส้นใยในอาหาร ทำให้การย่อยในส่วนนี้ไม่สามารถย่อยโปรตีนออกมาได้ทั้งหมด จึงทำให้ได้ปริมาณสารละลายโปรตีนที่น้อยกว่าอาหารควบคุม แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของอาหารอิมมูนาสูตรต้นแบบ มีความอึดท้องมากกว่าอาหารควบคุม อันเนื่องมาจากการย่อยที่เป็นไปอย่างช้าๆ



รูปที่ 3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณสารละลายกลูโคสที่ได้จากการย่อยคาร์โบไฮเดรตของอาหารควบคุมและอาหารหมักน่านในระบบการย่อยอาหารสภาวะต่างๆ

จากกราฟแสดงให้เห็นว่า ปริมาณสารละลายกลูโคสที่ได้จากการย่อยคาร์โบไฮเดรต มีปริมาณเพิ่มมากขึ้นในแต่ละลำดับขั้นของการย่อย โดยในขั้นตอนการย่อยอาหารภายในปากแบบเชิงกล ขั้นตอนการย่อยอาหารภายในปากและขั้นตอนการย่อยอาหารภายในกระเพาะอาหาร พบว่าในอาหารควบคุมมีปริมาณสารละลายกลูโคสที่ได้จากการย่อยคาร์โบไฮเดรตมากกว่าอาหารหมักน่านซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลที่แสดงในตารางที่ 6 ที่ได้แสดงปริมาณคาร์โบไฮเดรตในอาหารไว้ จากกราฟข้างต้นยังแสดงให้เห็นว่าอาหารควบคุมมีการปลดปล่อยสารละลายกลูโคสออกมามากกว่าอาหารหมักน่าน เนื่องจากในอาหารควบคุมมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยว(ข้าวเหนียว) ซึ่งร่างกายย่อยได้ง่ายกว่าคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนซึ่งมีในอาหารหมักน่าน(มันฝรั่งต้มและข้าวโอ๊ต) ดังนั้นอาหารควบคุมจึงมีความอยู่ท้องน้อยกว่าอาหารหมักน่าน

4.สรุปผลการทดลอง

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานสูตรต้นแบบ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานสูตรต้นแบบที่ประกอบด้วยเนื้อหมูปด, มันฝรั่งต้ม, แป้งข้าวเหนียว, แครอท, ผงสับปะรด, ข้าวโอ๊ตและเกลือ โดยได้รับการยอมรับโดยได้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย จากการประเมินทางประสาทสัมผัส และมีคุณค่าทางโภชนาสูง นอกจากนี้ยังพบว่าผลิตภัณฑ์อาหารอิมานานสูตรต้นแบบมีศักยภาพทำให้ผู้ทดสอบอิมิตได้นานกว่าอาหารควบคุมถึง 23.8 ± 2.62 นาที

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษานี้สำเร็จลุล่วงลงได้ด้วยความรู้ความกรุณาและอนุเคราะห์ช่วยเหลือเป็นอย่างดีจาก รศ.ดร.อภิรักษ์ เพียรมงคล อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำ ข้อคิด และให้ความช่วยเหลือด้านข้อมูล แนวทางการทำวิจัยที่ถูกต้องตามระเบียบวิธี จึงทำให้งานวิจัยชิ้นนี้เสร็จสมบูรณ์ไปได้ด้วยดีและขอขอบคุณสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ให้ทำการวิจัย ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

เอกสารอ้างอิง

Alexander, R.R., Griffith, J.M., and Wilkinson, M.L., (1985), Basic Biochemical Method, John Wiley & Sons, New York.

Fullness Factor. [ออนไลน์]. 2014. เข้าถึงจาก <http://nutritiondata.self.com/topics/fullness-factor>. สืบค้นเมื่อ 29 มีนาคม 2559.

Holt S.H., et al., "A satiety index of common foods," Eur J Clin Nutr 1995 Sep; 49(9): 675-690

Hur, S. J., Lim, B. O., Decker, E. A., & McClements, D. J. (2011). In vitro human digestion models for food applications. Food Chemistry, 125(1), 1–12.

Oomen, A. G., Rompelberg, C. J. M., Bruil, M. A., Dobbe, C. J. G., Pereboom, D. P. K. H., & Sips, A. J. A. M. (2003). Development of an in vitro digestion model for estimating the bioaccessibility of soil contaminants. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 44, 281–287.

Seung-Jae Lee a,b, Seung Yuan Lee a, Myung-Sub Chung c, Sun Jin Hur. (2016). Development of novel in vitro human digestion systems for screening the bioavailability and digestibility of foods. Functional Foods, 22, 113–121.

Versantvoort, C. H. M., Oomen, A. G., Van de Kamp, E., Rompelberg, C. J. M., & Sips, A. J. A. M. (2005). Applicability of an in vitro digestion model in assessing the bioaccessibility of mycotoxins from food. *Food and Chemical Toxicology*, 43(1), 31–40.

คู่มือปฏิบัติการชีวเคมี 1. 2557. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
เชียงใหม่.