วารสารแก่นเกษตร

Khon Kaen Agriculture Journal SUPPL.
Agricultural Conference
Journal Home Page : https://ag2.kku.ac.th/kaj

JOURNAL KAJ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด

Product development of furikake-rice seasoning from the cricket

รัชดาภรณ์ ปานสันเทียะ[1], กัลยานิมิตร แฟนพิมาย[1], จริยา รอดดี[1]*, สุภาวดี พรหมบุตร[1], ปภังกร ส่างสวัสดิ์[2], กิติพงษ์ พรมโย[3] และ ไตรภพ พาหอม[3]

Ratchadapons Pansuntia[1], Kanlayanimit Fanpimai[1], Jariya Roddee[1]*, Supawadee Promboot[1], Papungkorn Sangsawad[2], Kitipong Promyo[3] and Traiphop Phahom[3]

[1] สาขาเทคโนโลยีการผลิตพืช สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000
[1] School of Crop Production Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology 30000
[2] สาข าวิชาเทคโนโลยีและนวัตกรรมทางสัตว์ สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000
[2] School of Animal Technology and Innovation, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology 30000
[3] สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร สำนักเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา 30000
[3] School of Food Technology, Institute of Agricultural Technology, Suranaree University of Technology 30000

บทคัดย่อ: ปัจจุบันจิ้งหรีดได้รับความนิยมและถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอาหาร วัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด โดยพัฒนาผลิตภัณฑ์ 4 สูตร ได้แก่ สูตรที่ 1 และ 2 เป็นผงโปรตีนจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* รสต้มยำและรสดั้งเดิม สูตรที่ 3 และ 4 ผงโปรตีนจากสะดิ้ง *A. domesticus* L. รสต้มยำและรสดั้งเดิม วิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบการยอมรับการด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ผลการศึกษาพบว่า ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวทั้ง 4 สูตร อยู่ระหว่าง 4.11 - 5.26 (w/w) ผงโรยข้าวสูตรที่ 3 และสูตรที่ 4 สะดิ้ง *A. domesticus* (รสต้มยำและรสดั้งเดิม) มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุดแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) กับผงโรยข้าวสูตรที่ 1 และ 2 จิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* (รสต้มยำและดั้งเดิม) และผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเชิงการค้า ผลการยอมรับด้านสี พบว่า สูตรที่ 1 และ 2 มีความชอบมากถึงมากที่สุด 71 – 72% ผงโรยข้าวสูตรที่ 3 และ สูตรที่ 2 มีความชอบด้านกลิ่นมากถึงมากที่สุด 61% นอกจากนี้ ผงโรยข้าวสูตรที่ 3 มีผลการยอมรับด้านรสชาติมากที่สุด 66% และการทดสอบการยอมรับและความชอบโดยรวม พบว่า ผงโรยข้าวสูตรที่ 3 และ 4 สะดิ้ง *A. domesticus* รสต้มยำและดั้งเดิมมีความชอบมากถึงมากที่สุด 71-72% จากการศึกษานี้ จิ้งหรีดสามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ให้โปรตีน สามารถเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถต่อยอดเป็นแหล่งอาหารโปรตีนทางเลือกใหม่สำหรับเด็กและผู้สูงวัยได้

คำสำคัญ: จิ้งหรีด; โปรตีน; ผงโรยข้าว; *Acheta domesticus* L.; *Gryllus bimaculatus*

ABSTRACT: Currently, crickets are popular and used as an important component of food. The objective of this was to develop a new product of furikake-rice seasoning from crickets. The furikake-rice seasoning 4 product formulas, namely recipes 1st and 2nd, from field cricket *G. bimaculatus*, (Tom Yum and Original Flavors) and recipes 3rd and 4th from house cricket *A. domesticus* L. (Tom Yum and Original Flavors). The physical properties and nutritional values were analyzed. The sensory test was used to evaluate the customer acceptance of these developed products, color, aroma, flavor, and overall preference. The results showed that the moisture content of the 4 recipes of furikake-rice seasoning was between 4.11 - 5.26 (w/w). In the 3rd and 4th recipes, house cricket *A. domesticus* (Tom Yum and original flavors), where the highest protein content was significantly different ($P<0.01$) from recipes 1st and 2nd *G. bimaculatus* (Tom Yum and Original flavors) and commercial rice powder products. Recipes 1 and 2 had the highest preference, 71-72% in terms of color acceptance. In terms of aroma, found that recipes 3rd and 2nd had the most preference at 61%. Moreover, recipe 3rd had the highest taste acceptance at 66%, and the overall preference

* Corresponding author: jariyaroddee@g.sut.ac.th

acceptance found that the 3rd and 4th recipes, house cricket *A. domesticus*, (Tom Yum and Original flavors) had the most preference at 71-72%. From this study, crickets can be developed into high-protein food products. This product can be developed as an alternative protein source for children and the elderly.
Keywords: cricket; protein; furikake-rice seasoning; *Acheta domestica*; *Gryllus bimaculatus*

บทนำ

ปัจจุบันแมลงได้รับความนิยมและถูกนำมาประยุกต์ใช้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของอาหาร เพื่อรับประทานอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีงานวิจัยต่าง ๆ รับรองว่าแมลงเป็นอาหารที่ให้โปรตีนสูง สามารถเป็นแหล่งอาหารโปรตีนทางเลือกใหม่ที่จะนำมาใช้แก้ไขปัญหาการขาดแคลนอาหารที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต ทำให้แมลงได้รับความสนใจจากผู้บริโภคจำนวนมากในตลาดเอเชียและยุโรป (สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครซิดนีย์, 2563) โดยเฉพาะจิ้งหรีด cricket เป็นแมลงที่สามารถนำมาบริโภคได้ มีความปลอดภัย และสามารถนำมาเลี้ยงขยายพันธุ์ได้ (พิพัฒ, 2554) มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งโปรตีนที่มีประสิทธิภาพสูง และในประเทศไทยมีเกษตรกรสนใจการเลี้ยงจิ้งหรีดยึดเป็นอาชีพหลักผลิตส่งขายทั่วประเทศเป็นจำนวนมาก ทำให้ผลผลิตล้นตลาดมีราคาต่ำ (กวินทรา, 2557) จึงต้องมีการนำจิ้งหรีดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่า จิ้งหรีดมีสารอาหารรองอื่น ๆ ที่ร่างกายต้องการ เช่น กรดอะมิโนที่จำเป็น 9 ชนิด, กรดไขมัน โอเมก้า 3 และ 6, วิตามิน B12, ธาตุเหล็ก และมีประโยชน์ต่อลำไส้ นอกจากนี้การเลี้ยงจิ้งหรีดไม่ใช้สารปฏิชีวนะ (Antibiotic) และสารเร่งการเติบโต (Growth Hormone) เหมือนการเลี้ยงเพื่อบริโภคในสัตว์อื่น ๆ (ฟงหวิน, 2564) จากที่กล่าวมาข้างต้น แมลงกินได้จึงเป็นทางเลือกของการผลิตอาหารที่มีโปรตีน สามารถบริโภคทดแทนโปรตีนจากเนื้อสัตว์ โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์และส่งออกไปยังต่างประเทศได้ (วันวิสาข์ และ บุษกรณ์, 2564) ซึ่งราคาจิ้งหรีดปัจจุบันอยู่ที่ 100 - 200 บาท/กก. หากแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ เช่น ผงโปรตีน แป้ง นม ขนม เป็นต้น ราคาของจิ้งหรีดแปรรูปสามารถสร้างมูลค่าการตลาดได้มากกว่า 10 เท่า (ธนาคารกรุงเทพ, 2563)

ผงโรยข้าว (ฟุริคาเกะ) เป็นผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำ หรือผลิตภัณฑ์ปศุสัตว์ต่าง ๆ โดยกระบวนการแปรรูปในการผลิตฟูริคาเกะ คือ การอบแห้งและการลดขนาดเพื่อให้มีลักษณะเป็นผงเกร็ด แล้วนำมาปรุงรสหรือผสมกับส่วนผสมอื่น ๆ เช่น สาหร่าย หรืองา ปัจจุบันในประเทศไทยมีผู้สูงอายุจำนวนไม่น้อยที่พบปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการรับประทานอาหาร ส่งผลให้ผู้สูงอายุมีข้อจำกัดในการเลือกอาหารรับประทาน เช่น ปัญหาสุขภาพช่องปาก ความแข็งแรงและความสมบูรณ์ของฟันและเหงือก การรับรสชาติอาหารที่ลดลง เกิดความเบื่อหน่ายขณะรับประทานอาหาร รวมถึงการบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสมมีรสชาติที่หวานหรือเค็มมากเกินไป ซึ่งอาจส่งผลเสียต่อสุขภาพในอนาคต *“ผงโรยข้าวช่วยให้รับประทานได้มากขึ้นสำหรับผู้สูงอายุ”* ได้รับการพัฒนาคิดค้นเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเพื่อช่วยให้ผู้สูงอายุสามารถรับประทานอาหารได้มากขึ้น (สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร, 2016) สำหรับในประเทศไทยพบรายงานการวิจัยเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากวัตถุดิบภายในประเทศหลากหลายชนิด เช่น พัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากปลาสลิด (รจนา, 2551) พัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากหนังปลากะพงขาวทอดกรอบ (นพรัตน์ และคณะ, 2562) แต่ยังไม่มีการศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด

ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้จึงพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด ตรวจวัดปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์และประเมินการยอมรับการบริโภคผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด 2 ชนิด คือสะดิ้ง (*Acheta domesticus* L.) และจิ้งหรีดทองดำ (*Gryllus bimaculatus*)

วิธีการศึกษา

เตรียมจิ้งหรีดผงโปรตีน

จิ้งหรีด 2 สายพันธุ์ ได้แก่ สะดิ้ง house cricket (*A. domesticus*) และจิ้งหรีดทองดำ field cricket (*G. bimaculatus*) นำมาใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ได้รับความอนุเคราะห์จิ้งหรีดจากฟาร์มจิ้งหรีดพิมพา จังหวัดนครราชสีมา และพัฒนาผงโรยข้าวโดยนำสะดิ้ง *A. domesticus* และจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* จำนวน 5 กก. มาล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง และนึ่งในน้ำเดือด 10 นาที จากนั้นนำไปอบที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 12 ชม. (พัตรเพ็ญ และคณะ, 2562) พักให้เย็น นำจิ้งหรีดที่ผ่านการอบมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นบด และร่อนส่วนที่เป็นกากออกด้วยตะแกรง นำผงโปรตีนจิ้งหรีดที่ได้ไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด

นำผงโปรตีนจิ้งหรีดที่ผ่านกระบวนการในขั้นตอนแรกมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว เนื่องจากต้องการให้รสชาติของผงโรยข้าวมีความแปลกใหม่มากขึ้นจึงได้พัฒนาเป็น 4 สูตร สูตรที่ 1 และ 2 เป็นผงโปรตีนจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* พัฒนาเป็นรสต้มยำ (Tom Yum) และรสดั้งเดิม (Original) สูตรที่ 3 และ 4 ผงโปรตีนจากสะดิ้ง *A. domesticus* พัฒนาเป็นรสต้มยำและรสดั้งเดิม สูตรผงโรยข้าวแสดงใน **Table 1** ส่วนผสมรสต้มยำ สูตรที่ 1 และ 3 นำใบมะกรูด ตะไคร้ หอมแดง และข่า มาล้างน้ำให้สะอาด หั่นวัตถุดิบให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 12 ชม. อบพริกแห้งที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 3 ชม. จากนั้นนำส่วนผสมบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นบด เพื่อเตรียมผสมเป็นผลิตภัณฑ์ โดยคลุกเคล้าให้เข้ากัน เติมส่วนผสมงาและสาหร่ายในสูตร 2 และ 4 สูตรดั้งเดิม (ณิชาภา และคณะ, ม.ป.ป.)

Table 1 Furikake-rice seasoning ingredients

Ingredients	Percentage volume			
	recipe 1 Field cricket (Tom Yum)	recipe 2 Field cricket (Original)	recipe 3 House Cricket (Tom Yum)	recipe 4 House Cricket (Original)
Field cricket powder	50.00	50.00	-	-
House cricket powder	-	-	50.00	50.00
Salt	12.50	15.00	12.50	15.00
Sugar	9.00	16.00	9.00	16.00
Lime seasoning powder	6.00	-	6.00	-
Lemongrass powder	4.50	-	4.50	-
Kaffir lime leaf powder	2.00	-	2.00	-
Red shallot powder	5.00	17.00	5.00	17.00
Galangal powder	4.00	-	4.00	-
Chili powder	7.00	-	7.00	-
White sesame seeds	-	1.00	-	1.00
Nori seaweed	-	1.00	-	1.00

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณค่าทางโภชนาการ

การวัดปริมาณความชื้น

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ คณะผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความชื้น (ร้อยละโดยน้ำหนักเปียก) ของผงโรยข้าวทั้ง 4 สูตร และผงโรยข้าวเชิงการค้า โดยใช้เครื่องวัดความชื้น (Moisture Analyze, MB54, OHAUS, Switzerland) นำผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวแต่ละสูตรจำนวน 1 กรัม ใส่ลงในเครื่องวัดความชื้น (ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำต่อหนึ่งตัวอย่าง) และปรับตั้งค่าการวัดความชื้นที่อุณหภูมิ 105 °C

การตรวจวัดคุณค่าทางโภชนาการ

เนื่องจากการพัฒนาผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดเป็นการเสริมคุณค่าทางโภชนาการด้านโปรตีนให้กับผู้บริโภค คณะผู้วิจัยจึงได้วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนจากผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว แต่ละสูตรด้วยวิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl method, AOAC Method 928.08) โดยชั่งตัวอย่างผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทั้ง 4 สูตร และผงโรยข้าวเชิงการค้า จำนวน 0.1-0.5 g ใส่ในหลอดย่อย Kjeldahl Flask ใช้หลอดเปล่า 1 หลอด เป็น sample blank เติม mixed catalyst ประมาณ 2 g เติมกรดกรดซัลฟิวริกเข้มข้น H_2SO_4 20 mL จากนั้นนำไปย่อยใน digestion block ภายในตู้ดูดควัน เพิ่มอุณหภูมิจาก 100-380 °C จนกระทั่งสีของสารละลายที่ย่อยเปลี่ยนเป็นสีใสหรือสีขาวขุ่น และเติม

สารละลายกรดบอริก 20 mL ลงในขวด 125 mL แยกไว้ และนำตัวอย่างที่ย่อยแล้วไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่นและสารละลาย 10 M. NaOH 25 mL ใช้กรดบอริกจับแก๊สแอมโมเนียที่เกิดขึ้น จากนั้นนำไปไตเตรทด้วยสารละลาย 0.025 M. HCL จนสีของอินดิเคเตอร์เปลี่ยนจากสีเขียวกลับไปเป็นสีชมพู sample blank ทำเช่นเดียวกับตัวอย่างทั้ง 4 สูตร คำนวณหาปริมาณโปรตีน (Convection Factor = 6.25)

โดย $\%\ \text{ไนโตรเจน (total nitrogen)} = \frac{(A-B) \times C \times 0.014 \times 100}{D}$

% โปรตีน (Crude protein) = %N × 6.25 (Kjeldahl factor meat)

กำหนดให้ A = มิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.1 นอร์มอล ที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง

B = มิลลิลิตรของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก 0.1 นอร์มอล ที่ใช้ไตเตรทกับ blank

C = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริก

D = น้ำหนักของตัวอย่าง (g)

การประเมินการยอมรับในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

การทดสอบการยอมรับและความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด ใช้วิธีการประเมินทางประสาทสัมผัส โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized complete block Design (RCBD) ด้วยแบบทดสอบ 5-point hedonic scale (คะแนน) 1-5 คะแนน และใช้สถิติพรรณนาในการวิเคราะห์ข้อมูลการยอมรับและความพึงพอใจของผู้บริโภคโดยใช้ตารางแจกแจงความถี่ (frequency) ร้อยละ (percentage) โดยมีเกณฑ์การกำหนดระดับ 5 ระดับ คือ 5 คะแนน คือ ชอบมากที่สุด (Like extremely), 4 คะแนน คือ ชอบมาก (Like very much), 3 คะแนน คือ ชอบปานกลาง (Like moderately), 2 คะแนน คือ ชอบเล็กน้อย (Like slightly) และ 1 คะแนน คือ ไม่ชอบ (Dislike) (Lim, 2009; 2011) ใช้จำนวนผู้ทดสอบกลุ่มผู้บริโภคผงโรยข้าวจำนวน 100 คน ภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยผู้ทดสอบจะได้รับตัวอย่างผงโรยข้าว 4 สูตรพร้อมกัน เตรียมโดยนำผงโรยข้าวคลุกข้าวสวยอัตรา 1:3 แล้วปั้นเป็นก้อน ก่อนนำไปประเมินความชอบในคุณลักษณะ กลิ่น สี รสชาติ และความชอบโดยรวม นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล

วิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ปริมาณโปรตีนในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด 4 สูตร และผงโรยข้าวเชิงการค้า การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ การทดสอบทางประสาทสัมผัสของผงโรยข้าว ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Excel (version 2010) วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of Variance, ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยของโปรตีน และการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ด้วยโปรแกรม SPSS

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด

ผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่พัฒนาขึ้น 4 สูตร มีลักษณะสี กลิ่น เนื้อสัมผัสที่แตกต่างกัน โดยผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* สูตรที่ 1 (รสต้มยำ) **(Figure1A)** มีลักษณะสีส้มสดเข้มกว่าผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* สูตรที่ 3 (รสต้มยำ) **(Figure1C)** ที่มีสีน้ำตาลปนส้ม และผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* สูตรที่ 2 (รสดั้งเดิม) **(Figure1B)** มีลักษณะสีเข้มดำปนเทาและกลิ่นความเป็นเอกลักษณ์ของแมลงมากกว่าผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* สูตรที่ 4 (รสดั้งเดิม) **(Figure1D)** ที่มีสีเทาอ่อน ลักษณะกลิ่นของผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* สูตรที่ 1 (รสต้มยำ) และสะดิ้ง *A. domesticus* สูตรที่ 3 (รสต้มยำ) มีกลิ่นที่เฉพาะตัวของรสต้มยำ (กลิ่นใบมะกรูด มะนาว และเครื่องต้มยำอื่น ๆ) ส่วนสูตรที่ 2 และ 4 (รสดั้งเดิม) มีกลิ่นของสาหร่ายและงา ลักษณะเนื้อสัมผัสทั้ง 4 สูตรมีลักษณะเป็นผงละเอียด เนื่องจากใช้การปั่นที่มีความแรงเท่ากัน แต่จะแตกต่างรสดั้งเดิมที่มีสาหร่ายและงาเป็นส่วนผสม

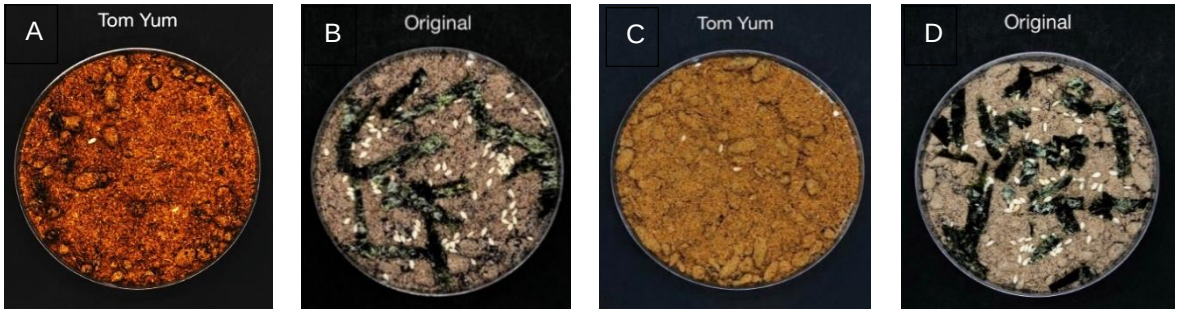

Figure 1 The 4 recipes of furikake-rice seasoning from the field cricket *Gryllus bimaculatus* and house cricket *Acheta domestica*

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและคุณค่าทางโภชนาการ

การวัดปริมาณความชื้น

ผลความชื้นของผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวทั้ง 4 สูตร พบว่าค่าความชื้นอยู่ระหว่าง 4.11 - 5.26 (w/w) **(Table 2)** โดยผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวสูตรที่ 1 field cricket *Gryllus bimaculatus* (Tom Yum) มีความชื้นมากที่สุด 5.26 ± 0.05 % แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.01$) กับสูตรที่ 2 3 และ 4

การตรวจวัดคุณค่าทางโภชนาการ

ผงโรยข้าวทั้งหมดมีปริมาณโปรตีนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) โดยที่ผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* สูตรที่ 3 และ 4 (รสต้มยำและรสดั้งเดิม) มีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด รองลงมา คือผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวเชิงการค้า ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* สูตรที่ 2 (รสต้มยำ) ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* รสดั้งเดิมมีปริมาณโปรตีนน้อยที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังแสดงใน **Table 2** ผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* ต้มยำและรสดั้งเดิมมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* ทั้ง 2 รสชาติ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภกาญจน์ และคณะ (2560) ที่ศึกษาผลของสภาวะอบแห้งและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดอบกรอบ พบว่าสะดิ้ง *A. domesticus* มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* และงานวิจัยของ อรนุช และคณะ (2561) คุณค่าทางโภชนาการของแมลงกินได้ในจังหวัดกาฬสินธุ์ พบว่าองค์ประกอบหลักของสารอาหารในแมลงคือโปรตีน โดยสะดิ้ง *A. domesticus* มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* ทั้งนี้โปรตีนมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น การเลี้ยงดู อาหารที่ใช้เลี้ยง อายุ กระบวนที่ใช้ในการแปรรูป และปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ ซึ่งส่งผลให้แมลงมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกัน (ธิดารัตน์, 2563) และจากการศึกษาเปรียบเทียบผงโรยข้าวที่พัฒนาขึ้นกับผงโรยข้าวเชิงการค้าเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เสริมโปรตีนเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภค พบว่าผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* มีปริมาณโปรตีนมากกว่าเนื่องจากสะดิ้งมีองค์ประกอบของโปรตีนสูง เมื่อเสริมลงในอาหารทำให้มีปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้น สอดคล้องตามงานวิจัยของ Mafu et al., (2022) ที่เสริมผงจิ้งหรีดลงในขนมปังโฮลวีต พบว่าขนมปังมีปริมาณโปรตีนและแร่ธาตุอื่น ๆ เพิ่มขึ้น รวมทั้งเพิ่มสีและรสชาติของขนมปังอีกด้วย แต่ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* สูตรที่ 1 มีปริมาณโปรตีนไม่แตกต่างจากผงโรยข้าวเชิงการค้า ในขณะที่ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* สูตรที่ 2 มีปริมาณโปรตีนน้อยกว่าผงโรยข้าวเชิงการค้าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.01$) **(Table 2)** เนื่องจากในผงโรยข้าวเชิงการค้ามีส่วนผสมของผงกุ้งและปลาที่มีโปรตีนประมาณ 16-28 g/100 g (วันวิสาข์, 2563) ซึ่งใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนจิ้งหรีด จึงเป็นผลให้ผงโรยข้าวเชิงการค้ามีโปรตีนใกล้เคียงหรือมากกว่าผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* นอกจากนี้ในผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* รสต้มยำยังมีปริมาณโปรตีนแตกต่างกันอย่างชัดเจนในรสชาติดั้งเดิม ซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการแปรรูป ความชื้นในส่วนผสมอื่น (pre-mix) หรือขั้นตอนการผสมอาจเป็นปัจจัยที่ทำให้มีปริมาณโปรตีนต่างกัน

Table 2 The moisture and protein content of furikake-rice seasoning, Mean ± SD

Furikake-rice seasoning	Moisture content (w/w)	Protein content (%)
Commercial product	4.027 ± 0.081 [c1/]	25.146 ± 0.852 [b]
Formula 1 Field cricket *G. bimaculatus* (Tom Yum)	5.260 ± 0.054 [a]	24.597 ± 1.540 [b]
Formula 2 Field cricket *G. bimaculatus* (Original)	4.282 ± 0.088 [c]	22.025 ± 0.205 [c]
Formula 3 House Cricket *A. domesticus* (Tom Yum)	4.739 ± 0.027 [b]	28.111 ± 0.335 [a]
Formula 4 House Cricket *A. domesticus* (Original)	4.105 ± 0.028 [c]	28.477 ± 0.479 [a]

[1/] Mean values in the same column with the same letter do not differ significantly (P<0.05 according to DMRT)

การประเมินการยอมรับในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว

ผลการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อสูตรผงโรยข้าว 4 สูตร จากแบบสอบถามของผู้บริโภคจำนวน 100 คน เพศชาย 52 คน และเพศหญิง 48 คน ผลการทดสอบสีของผงโรยข้าว พบว่าผู้บริโภคให้ความชอบด้านสีอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก 3.79 ± 0.92 ถึง 4 ± 0.95 ผลการทดสอบประสาทสัมผัสด้านกลิ่น รสชาติ พบว่า ผู้บริโภคให้ความชอบด้านกลิ่นอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก 3.52± 1.02 ถึง 3.68 ± 0.96 ความชอบด้านรสชาติอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก 3.52 ± 0.97 ถึง 3.67 ± 0.96 และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก 3.66 ± 0.97 ถึง 3.78 ± 0.91 เมื่อประเมินเปรียบเทียบสัดส่วนความชอบของผงโรยข้าวทั้ง 4 สูตร ผลการยอมรับด้านสีของผงโรยข้าว พบว่า สูตรที่ 1 และ 2 ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* รสต้มยำและรสดั้งเดิม มีความชอบมากถึงมากที่สุด 71 – 72% ซึ่งมีความชอบมากกว่าผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* สูตรที่ 3 และ 4 **(Figure 2A)** ผลการยอมรับด้านกลิ่น พบว่า ผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* รสต้มยำและจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* รสดั้งเดิม มีความชอบมากถึงมากที่สุด 61% (Figure 2B) ผลการยอมรับด้านรสชาติ พบว่า ผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* รสต้มยำ มีความชอบมากถึงมากที่สุด 66% (Figure 3C) และการทดสอบการยอมรับและความชอบโดยรวม พบว่า ผงโรยข้าวสูตรสะดิ้ง *A. domesticus* รสต้มยำและดั้งเดิม มีความชอบมากถึงมากที่สุด 71-72% **(Figure 4D)** ซึ่งเป็นการยอมรับในระดับความชอบมาก ทั้งนี้เนื่องจากตัวสะดิ้งมีสีน้ำตาลปนเหลืองเมื่อนำมาบดเป็นผงผสมในอาหารจะได้สีสันที่ดูน่ารับประทานมากกว่าผงจิ้งหรีดทองดำที่มีสีดำหรือสีน้ำตาลปนดำ (ธิมาภรณ์, 2563) และจิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* ยังมีกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ของจิ้งหรีดมากกว่าสะดิ้ง *A. domesticus* ทำให้เมื่อแปรรูปจึงมีกลิ่นรุนแรงกว่า ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์จากสะดิ้งได้รับคะแนนความชอบมากกว่า จากข้อมูลการสำรวจพบว่าคนไทยนิยมรับประทานรสหวานและรสเค็มมากขึ้น โดยรสหวานจาก 11.2% เพิ่มเป็น 14.2% รสเค็ม 13.0% เพิ่มเป็น 13.8% (Thumbsupteam, 2019) ซึ่งสูตรสะดิ้งรสดั้งเดิมให้รสหวานและเค็มเล็กน้อย มีความหอมจากงาและสาหร่าย จึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการให้คะแนนของผู้ทดลองชิม สอดคล้องกับวิจัยของ วันวิสาข์ และคณะ (2564) ศึกษาองค์ประกอบของการยอมรับโปรตีนจิ้งหรีดของผู้บริโภคในออสเตรเลีย พบว่าองค์ประกอบในการยอมรับโปรตีนจิ้งหรีดในออสเตรเลียมี 6 ด้าน ได้แก่ ด้านทัศนคติด้านรูปแบบของอาหารที่แปรรูปจากโปรตีนจิ้งหรีด ด้านการรับรู้ความสามารถในการควบคุมพฤติกรรม ด้านความตั้งใจยอมรับโปรตีนจิ้งหรีดของผู้บริโภค ด้านการคล้อยตามกลุ่มอ้างอิง และด้านความกลัวอาหารจากแมลง ซึ่งมีการยอมรับการบริโภคโปรตีนจิ้งหรีดในออสเตรเลียสูงถึง 73.77%

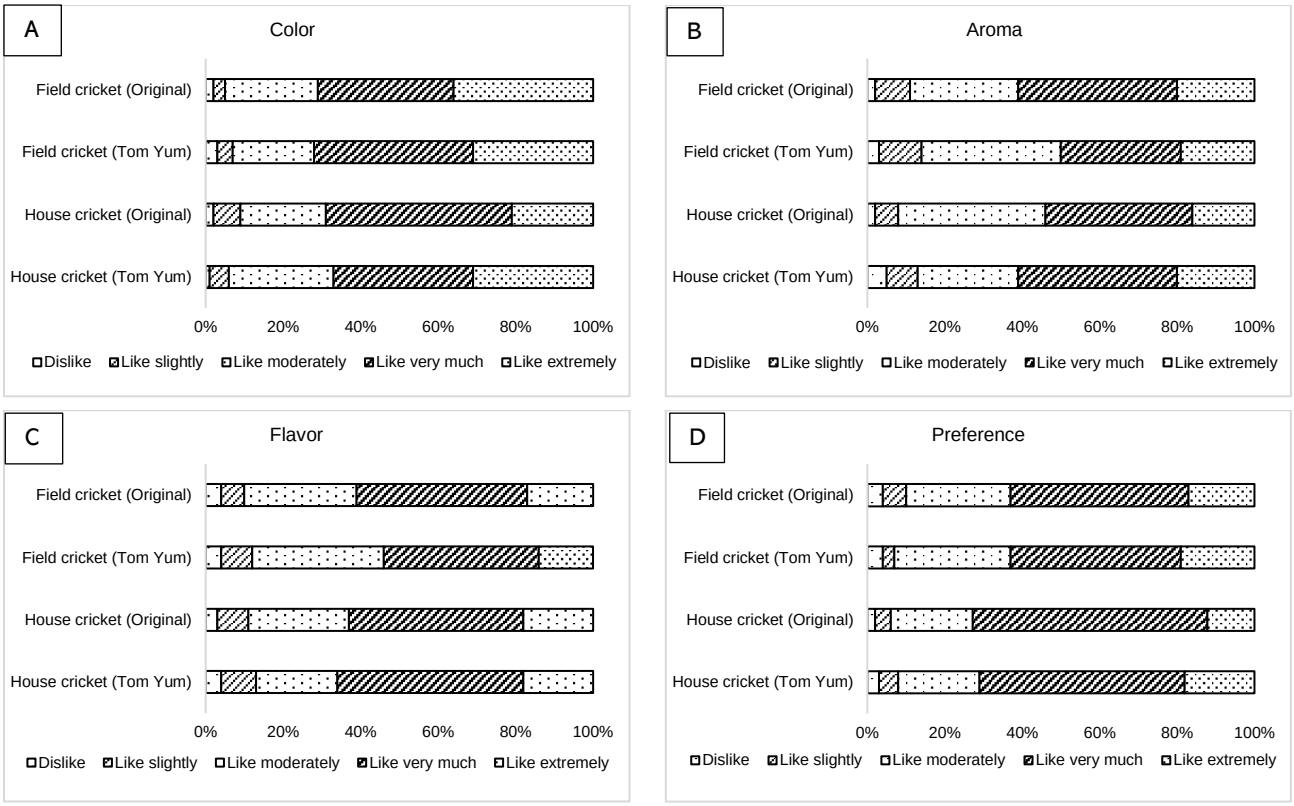

Figure 2 The 5-point hedonic scale for color aroma flavor and preference score of furikake-rice seasoning

สรุป

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวจากจิ้งหรีด 2 ชนิด คือ สะดิ้ง (*A. domesticus*) และ จิ้งหรีดทองดำ (*Gryllus bimaculatus)* เป็นรสชาติต้มยำและรสชาติดั้งเดิม พบว่าผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* มีปริมาณโปรตีนสูงกว่า จิ้งหรีดทองดำ *G. bimaculatus* และการยอมรับต่อการบริโภคของผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* มีคะแนนที่สูงกว่า ดังนั้น ผงโรยข้าวจากสะดิ้ง *A. domesticus* จึงสามารถเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถต่อยอดเป็นแหล่งอาหารโปรตีนทางเลือกใหม่สำหรับเด็กและผู้สูงวัยได้

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่สนับสนุนงบประมาณในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ขอบคุณผู้ทดสอบตอบแบบสอบถามและประเมินการยอมรับในผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าวที่สละเวลาให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามทำให้ได้ข้อมูลที่สมบูรณ์และผลการศึกษาที่เป็นประโยชน์ในการนำไปพัฒนาและ ปรับปรุงรูปแบบผลิตภัณฑ์ให้ดีที่สุด ขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการกีฏวิทยา ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้บริการเครื่องมือและอุปกรณ์ในการศึกษาวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กวินทรา ใจซื่อ. 2557. ผลิตภัณฑ์ผงโปรตีนจิ้งหรีดเมนูเพิ่มรสชาติ-เพิ่มค่าตลาด. แหล่งข้อมูล: http://www.ftawatch.org/node/46977 ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2565.

ณิชาภา อินสุวรรณ์, นฤภร บรรเทา และวัชรพงษ์ เกิดโภคา. (ม.ป.ป.) การเปรียบเทียบคุณภาพผงปรุงรสต้มยำ. วิทยาลัยอาชีวศึกษาสุราษฎร์ธานี สำนักงานคณะกรรมการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. สุราษฎร์ธานี.

ธนาคารกรุงเทพ. 2563. ‘จิ้งหรีด’ Novel Food แห่งอนาคตตลาดรับซื้อทั่วโลก. แหล่งข้อมูล: https://www.bangkokbanksme.com ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2565.

ธิดารัตน์ พันโท. 2563. แมลงกินได้ คุณค่าทางโภชนาการ และการแปรรูปเพื่อนำไปใช้ประโยชน์. วารสารอาหาร. 50(1): 5-12.

ธิมาภรณ์ จันทร์สม. 2563. ผลอาหารที่แตกต่างกันต่อการเจริญเติบโต อัตราการสืบพันธุ์และปริมาณโปรตีนของจิ้งหรีดทองดำ. ปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชากีฏวิทยา ภาควิชากีฏวิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นพรัตน์ มะเห, ดลฤดี พิชัยรัตน์ และนัฏฐา คเชนทร์ภักดี. 2562.การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากหนังปลากะพงขาวทอดกรอบ. รายงานการวิจัย.คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการประมง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย. 51 หน้า

พัตรเพ็ญ เพ็ญจำรัส, อิศรา วัฒนภาเกษม และอนุกูล จันทร์แก้ว. 2562. ผลิตภัณฑ์แปรรูปจากจิ้งหรีด. สาขาเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้-แพร่. แพร่. 2 หน้า.

พิพัฒ สมวัน. 2554. การเลี้ยงจิ้งหรีดพันธุ์ทองดำ. แหล่งข้อมูล: https://rakbankerd.com/agriculture/print.php?id=2227&s=tblareablog ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2565.

ฟงหวิน ศักดิ์อัศวิน. 2563. จิ้งหรีดโปรตีนแห่งอนาคต วัตถุดิบใหม่ในการผลิตอาหารยุคปัจจุบันผลิตโปรตีนผงและจิ้งหรีดอบแห้ง. แหล่งข้อมูล: https://www.komchadluek.net/news/434462 ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2565

รจนา นุชนุ่ม. 2551. การพัฒนาผงโรยข้าว (ฟูริคาเกะ) จากปลาสลิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยา ศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัย ศิลปากร.

วันวิสาข์ โปทอง. 2563. “แป้งจิ้งหรีด” แป้งเบเกอรี่ทางเลือกใหม่. แหล่งข้อมูล: https://kindconnext.com/mankind/cricket/ ค้นเมื่อ 4 พฤศจิกายน 2565.

วันวิสาข์ มงคล และบุษกรณ์ ลีเจ้ยวะระ. 2564. องค์ประกอบของการยอมรับโปรตีนจิ้งหรีดในออสเตรเลีย. Journal of Modern Learning Development*, 6*(2), 208-222.

ศูนย์ส่งเสริมเทคโนโลยีการเกษตรด้านแมลงเศรษฐกิจ. 2564. จิ้งหรีด. แหล่งข้อมูล: http://www.aopdb04.doae.go.th ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2565.

สำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครซิดนีย์. 2563. ตลาดอาหารจากแมลงโปรตีนทางเลือกใหม่ในออสเตรเลีย. แหล่งข้อมูล: https://www.ditp.go.th/contents_attach/643761/643761.pdf ค้นเมื่อ 15 สิงหาคม 2565.

สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (องค์การมหาชน). 2016. ผงโรยข้าวช่วยให้รับประทานได้มากขึ้นสำหรับผู้สูงอายุ แหล่งข้อมูล: Tech2Biz. https://www.tech2biz.net/content/1829. ค้นเมื่อ 24 พฤศจิกายน 2565.

สุภกาญจน์ พรหมขันธ์, สุกัญญา สายธิ และชนิษฎา วงศ์บาสก์. 2563. ผลของสภาวะอบแห้งและอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์จิ้งหรีดอบกรอบ. วารสารแก่นเกษตร. 48(1): 1-12.

สุวภัทร ดีอุดม และจรีพร ศรีทอง. 2561. การสำรวจทัศนคติและพฤติกรรมข องผู้บริโภคในเขตบางกระปิ กรุงเทพมหานครเพื่อออกแบบและผลิตอาหารที่แปรรูปจากจิ้งหรีด. สาขาวิชาเอกการตลาด คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. กรุงเทพมหานคร.

อรนุช สีหามาลา, หนูเดือน สาระบุตร, พรประภา ชุนถนอม และศุภชัย ภูลายดอก. 2561. คุณค่าทางโภชนาการของแมลงกินได้ในจังหวัดกาฬสินธุ์. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 36(2): 98-105.

Lim, J., A. Wood, and B.G. Green. 2009. Derivation and evaluation of a labeled hedonic scale. Chemical Senses. 34: 739–751.

Lim, J. 2011. Hedonic scaling: A review of methods and theory. Food Quality and Preference. 22 (8): 733-747.

Mafu, A., S. Ketnawa, S. Phongtha, R. Schönlechner, and S. Rawdkuen. 2022. Whole Wheat Bread Enriched with Cricket Powder as an Alternative Protein. Foods. 11(14): 2142.

Thumbsupteam. 2019. SCB EIC พบคนไทยกินในปริมาณมากขึ้นแต่ก็ยังอดอาหาร-ทานอาหารเสริม. แหล่งข้อมูล: https://www.thumbsup.in.th/scb-eic-released-eating-info-oct-2019 ค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2565.