

การพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิง
DEVELOPMENT OF AN IMMUNE-BOOSTING FOOD PRODUCT
FROM THE PLANT BELONGING TO ZINGIBERACEAE FAMILY



¹ณัฐพงศ์ ชัยภักดี, ²กุลวดี คตชนะเลขา, ³จันทร์จิรา ตรีเพชร, ⁴กาญจนา สุขบัว,
⁵สิขรินทร์ ก้อนในเมือง

¹Nattapong Chaipukdee, ²Kulwadee Khotchanalekha, ³Janjira Triped,
⁴Kanjana Sukbua and ⁵Sikharin Konnaimuang

มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ, ประเทศไทย
Chaiyaphum Rajabhat University, Thailand

¹nattapong-c@cpru.ac.th

Received : December 3, 2024; Revised : March 2, 2025; Accepted : April 29, 2025

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่ออาหารเสริมภูมิคุ้มกันเพื่อนำไปใช้ในการพัฒนาเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันที่มีส่วนประกอบของพืชวงศ์ขิงจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ กระชาย ขิง ข่า และขมิ้น ซึ่งทำในรูปแบบของธัญพืชอัดแท่งโดยการปรับปรุงสูตรจากผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งที่จำหน่ายในท้องตลาดที่ผู้บริโภคชื่นชอบ เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคคือแบบสอบถามกับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 100 คน ในจังหวัดชัยภูมิ จากการสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบรับประทานธัญพืชอัดแท่ง (ร้อยละ 91.0) และชอบรสช็อกโกแลต นอกจากนี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 90.0) ให้ความสนใจในการบริโภคธัญพืชอัดแท่งที่มีส่วนประกอบของพืชวงศ์ขิงที่สามารถสร้างภูมิคุ้มกัน

¹อาจารย์ ดร. คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ (corresponding author)

²อาจารย์ ดร. คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

³อาจารย์ ดร. คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

⁴ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

⁵อาจารย์ คณะครุศาสตร์และการพัฒนามนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏชัยภูมิ

ให้กับร่างกายด้วย ผลิตรสชาติที่ได้หลังจากการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale พบว่าผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ชนิดเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคโดยมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบโดยรวมอยู่ในช่วง 7.68 - 8.11 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก โดยชนิดขมิ้นมีคะแนนมากที่สุด สูตรผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ประกอบด้วย ข้าวพอง ร้อยละ 41.5 กลูโคสไซรัป ร้อยละ 23.7 องุ่นอบแห้ง ร้อยละ 17.8 น้ำตาลมะพร้าว ร้อยละ 11.9 งาขี้ม่อนคั่ว ร้อยละ 2.4 งาขาวคั่ว ร้อยละ 1.2 งาดำคั่ว ร้อยละ 1.2 เกล็ด ร้อยละ 0.2 และผงขมิ้น ร้อยละ 0.2 ต้นทุนผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงน้ำหนักแห้งละประมาณ 15 กรัม อยู่ในช่วง 2.60 - 2.77 บาท การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิดด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging (DPPH assay) พบว่าสารสกัดของขิงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ($IC_{50} = 34.7 \mu\text{g/mL}$) ตามด้วยขมิ้น กระชาย และข่า ($IC_{50} = 102.5, 191.8$ และ $303.0 \mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ) ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้ใช้สนับสนุนความสามารถของผลิตภัณฑ์ต้นแบบทั้ง 4 ชนิดในการเสริมภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายได้

คำสำคัญ : ธัญพืชอัดแท่ง, ข้าวพอง, พืชวงศ์ขิง, ภูมิคุ้มกัน

Abstract

This research aims to explore consumer attitudes towards immune-boosting food product for the development of immune-boosting food prototype products containing four types of Zingiberaceae Family plants, including fingerroot, ginger, galangal, and turmeric. These were formulated into cereal bars by modifying recipes from cereal bar products available in the market and favored by consumers. The tool used to assess consumer attitudes was a questionnaire administered to a target group of 100 general consumers in Chaiyaphum province, Thailand. The survey revealed that the majority of consumers prefer cereal bars (91.0%) and favor chocolate flavor. Additionally, the majority (90.0%) expressed interest in consuming cereal bars with Zingiberaceae Family plant ingredients known to enhance immunity. Post-analysis of consumer acceptance using the 9-point Hedonic Scale showed that all four types of products were well-accepted, with overall liking scores ranging from 7.68 to 8.11 out of 9, indicating a moderate to high level of liking. Turmeric-flavored bars received the highest score. The

formulation of this product includes puffed rice (41.5%), glucose syrup (23.7%), raisins (17.8%), coconut sugar (11.9%), roasted perilla seeds (2.4%), roasted white sesame seeds (1.2%), roasted black sesame seeds (1.2%), salt (0.2%), and turmeric powder (0.2%). The production cost of immune-boosting food products, weighing approximately 15 grams per bar, ranges from 2.60 to 2.77 Baht. The analysis of the antioxidant properties of extracts from all four types of Zingiberaceae family plants using the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging (DPPH assay) revealed that ginger extract exhibited the highest antioxidant activity ($IC_{50} = 34.7 \mu\text{g/mL}$), followed by turmeric, fingerroot, and galangal ($IC_{50} = 102.5, 191.8, \text{ and } 303.0 \mu\text{g/mL}$, respectively). These findings support the potential of the four prototype products to enhance immune function in the body.

Keywords: cereal bar, puffed rice, Zingiberaceae, immune-boosting food product

บทนำ

ปัจจุบันเกษตรอินทรีย์ได้เติบโตอย่างรวดเร็วเนื่องจากผลผลิตที่ได้มีความปลอดภัยจากสารเคมี สะอาด ได้จากธรรมชาติ และมีผลดีต่อสุขภาพ จึงทำให้เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค หน่วยงานภาครัฐหลายส่วนได้สนับสนุนให้มีพื้นที่ทำการเกษตรในระบบเกษตรอินทรีย์ที่มากยิ่งขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการสินค้าเกษตรอินทรีย์ที่มีมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมุ่งเน้นการผลิต ร่วมกับการพัฒนาชุมชนเพื่อทำให้เกิดผลผลิตจากเกษตรอินทรีย์ที่ยั่งยืนและมีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการ ซึ่งอุตสาหกรรมแปรรูปอาหารจะมีบทบาทสำคัญในการช่วยเพิ่มมูลค่าของผลผลิตเกษตรอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี (Panchit, 2013) ในส่วนของจังหวัดชัยภูมิ หน่วยงานภาครัฐในจังหวัดได้มีการส่งเสริมการทำเกษตรอินทรีย์โดยการจัดตั้งเป็นกลุ่มเกษตรอินทรีย์ พร้อมทั้งให้ความช่วยเหลือเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดชัยภูมิให้หันมาปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้สารชีวภัณฑ์ รวมทั้งแนะนำวิธีการทำการเกษตรแบบอินทรีย์โดยการหลีกเลี่ยงไม่ใช้สารเคมีในการทำการเกษตรให้แก่เกษตรกรภายในจังหวัดอีกด้วย (สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชัยภูมิ, 2562)

ในสถานการณ์ปัจจุบันมีการแพร่ระบาดของไวรัสโควิด-19 สำหรับระบบภูมิคุ้มกันของมนุษย์นั้น ภูมิคุ้มกันของผู้สูงอายุจะลดลงตามวัย โดยผู้สูงอายุนับเป็นกลุ่มเสี่ยงต่อการติดเชื้อโรคโควิด-19 โดยเฉพาะผู้สูงอายุที่มีโรคประจำตัว ดังนั้นจึงจำเป็นต้องรักษาสุขภาพให้แข็งแรงด้วยการ

รับประทานอาหารในสัดส่วนที่เหมาะสม รวมถึงพืชหรือสมุนไพรเพื่อเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน รวมทั้งพักผ่อนให้เพียงพอและออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ (โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์, 2563)

พืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) คาดว่ามีอยู่ในโลกประมาณ 1,500 ชนิด สำหรับประเทศไทยคาดว่าจะพบได้ประมาณ 300 ชนิด โดยมีการรายงานฤทธิ์ทางชีวภาพมาอย่างหลากหลาย โดยเฉพาะฤทธิ์ในการเสริมภูมิคุ้มกันแก่ร่างกาย พืชวงศ์ขิงเป็นที่รู้จักและได้นำมาใช้เป็นประโยชน์ต่อมนุษย์เป็นเวลายาวนาน โดยนำมาใช้ประกอบอาหารหรือใช้เป็นเครื่องเทศ เช่น ขิง (*Zingiber officinale*) ข่า (*Alpinia galanga*) กระชาย (*Boesenbergia rotunda*) เป็นต้น (Zhou, 2018) ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เห็นความสำคัญของผลิตภัณฑ์เกษตรอินทรีย์ในจังหวัดชัยภูมิที่จะสามารถนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันโดยมีพืชวงศ์ขิงเป็นส่วนประกอบที่สามารถออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการเสริมสร้างภูมิคุ้มกันแก่ร่างกายได้ โดยผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะสามารถนำมาจำหน่ายและสร้างรายได้ให้กับชุมชนภายในจังหวัดชัยภูมิได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถเพิ่มมูลค่าของผลผลิตเกษตรอินทรีย์ของจังหวัดชัยภูมิ และเป็นการเพิ่มทางเลือกอาหารเพื่อสุขภาพให้แก่ผู้บริโภคทั่วไปหรือผู้ที่ต้องการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกัน
2. เพื่อพัฒนานับแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิง
3. เพื่อวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิดที่นำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารเสริมภูมิคุ้มกัน
4. เพื่อวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงที่ได้จากการวิจัย
5. เพื่อถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงจำนวน 1 ชนิด ให้แก่สมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในตำบลท่ามะไฟหวาน อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในขั้นตอนการสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่ออาหารเสริมภูมิคุ้มกัน และการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ คือ ประชากรผู้อาศัยในเขตจังหวัดชัยภูมิ จำนวน

1,118,750 คน (กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด สำนักงานจังหวัดชัยภูมิ, 2565)

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ทำการคัดเลือกและเก็บข้อมูลจากอาสาสมัครที่อาศัยอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดชัยภูมิเพื่อเข้าร่วมการวิจัยจำนวนทั้งสิ้น 100 คน การกำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่างใช้ตารางสำเร็จรูปของ Taro Yamane (Yamane, 1967) การสุ่มตัวอย่างอาสาสมัครใช้วิธี convenience sampling ทำโดยการเข้าพบ ชี้แจงข้อมูล และขอความยินยอมกับอาสาสมัครโดยตรงที่บริเวณศูนย์จำหน่ายอาหาร ร้านอาหาร ตลาด สวนสาธารณะ ศาลาประชาคมหมู่บ้าน หรือบริเวณสาธารณะอื่น ๆ รวมถึงพื้นที่อาศัยส่วนบุคคล เช่น บ้าน เป็นต้น โดยใช้เกณฑ์ในการคัดเลือกอาสาสมัครเข้าโครงการวิจัย คือ เป็นผู้มีสุขภาพดี ไม่มีโรคประจำตัวหรือโรคติดต่อร้ายแรง เชื้อชาติไทย สัญชาติไทย มีอายุระหว่าง 18-60 ปี ไม่เป็นบุคคลวิกลจริตหรือมีความผิดปกติด้านสติปัญญา สามารถอ่านเขียนภาษาไทยได้ และเป็นผู้ไม่มีประวัติแพ้อาหารตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ ส่วนเกณฑ์ในการคัดเลือกอาสาสมัครออกจากโครงการวิจัย คือ เป็นผู้มีปัญหาในการรับรสและกลืน มีปัญหาเกี่ยวกับการเคี้ยวหรือการกลืน เจ็บป่วยด้วยโรคที่ก่อให้เกิดอุปสรรคต่อการรับรสและรับกลิ่นของอาหาร ป่วยด้วยโรคติดต่อร้ายแรง ตาบอดสี มีประวัติการแพ้อาหารตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ หรือมีปัญหาทางจิตที่ส่งผลต่อการสื่อสาร

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 แบบสอบถามเรื่อง ทักษะคิดของผู้บริโภคต่อธัญพืชอัดแท่ง ความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งจำนวน 5 ชนิดที่วางจำหน่ายในท้องตลาด และลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันที่ต้องการ

2.2 แบบสอบถามเรื่อง ระดับความพึงพอใจในต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงจำนวน 4 ชนิด

2.3 เครื่อง UV-Visible spectrophotometer สำหรับการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิง

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่ออาหารเสริมภูมิคุ้มกัน ใช้สถิติการวิเคราะห์โดยการแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution) และค่าร้อยละ (Percentage) ส่วนขั้นตอนการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ใช้การหาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัย

1. การสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกัน

จากการสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกัน พบว่าผู้บริโภคเป้าหมายจำนวน 100 คน เป็นผู้ชายร้อยละ 26.0 และผู้หญิงร้อยละ 74.0 อายุของกลุ่มผู้บริโภคอยู่ในช่วง 18 ถึง 56 ปี การศึกษาของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ คือ มัธยมศึกษาตอนปลาย หรือเทียบเท่า ร้อยละ 43.0 รองลงมาคือ ปริญญาตรี ร้อยละ 26.0 ผู้บริโภคที่ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีรายได้ในช่วง 5,001 - 15,000 บาท คิดเป็นร้อยละ 66.0 และส่วนใหญ่มีอาชีพนักเรียนหรือนักศึกษาร้อยละ 55.0 ผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยและขอรับประทานธาตุพืชอัดแท่ง นอกจากนี้ยังให้ความสนใจในการบริโภคธาตุพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมของพืชวงศ์ขิงที่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายด้วยโดยคิดเป็นร้อยละ 90.0 ส่วนผสมที่ผู้บริโภคต้องการให้มีในธาตุพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมของพืชวงศ์ขิง 3 อันดับแรกคือ ผลไม้อบแห้ง น้ำผึ้ง และถั่วชนิดต่าง ๆ โดยคิดเป็นร้อยละ 17.4 16.3 และ 15.8 ตามลำดับ โดยร้านสะดวกซื้อเป็นสถานที่ที่ผู้บริโภคเห็นว่าควรวางจำหน่ายมากที่สุด สำหรับราคาที่ผู้บริโภคต้องการซื้อธาตุพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมของพืชวงศ์ขิงขนาดบรรจุซองละ 20 - 30 กรัม คือ 5 - 10 บาท และจากการสำรวจความชอบตัวอย่างธาตุพืชอัดแท่ง 5 ชนิดที่วางจำหน่ายในท้องตลาด ได้แก่ ชนิดที่ 1 เกรนนี่ ธัญพืชแท่งผสมผลไม้รวม 15 ชนิด ชนิดที่ 2 เกรนเนย์ ธัญพืชอัดแท่งรสฮันนี่อัลมอนด์ ชนิดที่ 3 เกรนเนย์ ธัญพืชอัดแท่งรสมะทละชาเขียว ชนิดที่ 4 ขนมห้าวไอ้ต รสช็อกโกแลต ตรา เพนนี่โอ และชนิดที่ 5 ขนมห้าวไอ้ต รสนมตรา เพนนี่โอ พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบชนิดที่ 4 เป็นจำนวนที่มากที่สุด (ร้อยละ 29.0) ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Boustani ว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบและเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ธาตุพืชอัดแท่งรสช็อกโกแลตมากกว่ารสชาติอื่น ๆ (Boustani, 1990) ส่วนชนิดที่ผู้บริโภคชอบรองลงมาคือชนิดที่ 1 เกรนนี่ ธัญพืชแท่งผสมผลไม้รวม 15 ชนิด ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 25.0 ส่วนชนิดที่ชอบน้อยที่สุดคือชนิดที่ 3 เกรนเนย์ ธัญพืชอัดแท่งรสมะทละชาเขียว โดยผู้บริโภคให้ความเห็นว่ามิกลิ้นชาเขียวที่แรงเกินไป

2. การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิง

พืชวงศ์ขิงที่นำมาเตรียมและพัฒนาเป็นอาหารเสริมภูมิคุ้มกันต้นแบบจะใช้พืชวงศ์ขิงจำนวน 4 ชนิด คือ กระชาย (*Boesenbergia rotunda*) ขิง (*Zingiber officinale*) ขมิ้น (*Curcuma longa*) และข่า (*Alpinia galangal*) โดยเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันในรูปแบบของธาตุพืชอัดแท่งซึ่งใช้การปรับปรุงสูตรจากผลิตภัณฑ์ธาตุพืชอัดแท่งที่จำหน่ายในท้องตลาด และใช้พืชวงศ์ขิงแต่ละชนิดเป็นส่วนประกอบของผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

จากการสำรวจความชอบตัวอย่างธัญพืชอัดแท่ง 5 ชนิดที่วางจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบชนิดที่ 4 มากที่สุด คือ ขนมข้าวโอ๊ตรสช็อกโกแลต ตรา เพนนี่โอ ซึ่งมีมากถึงร้อยละ 29.0 มีส่วนประกอบ คือ โอ๊ตมีล 40.0% ไขมันพืช 30.0% ครีมเทียม 9.0% น้ำตาล 9.5% ผงโกโก้ 5.5% มอลโทเดกซ์ทริน 4.5% ซอเยเลซิทิน 1.0% และเกลือ 0.5% ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำธัญพืชอัดแท่งชนิดนี้มาเป็นตัวอย่างในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิง

การออกแบบสูตรผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของขิง ผู้วิจัยเปลี่ยนส่วนผสมหลักจากโอ๊ตมีลร้อยละ 40.0 เป็นข้าวพองร้อยละ 41.3 เนื่องจากโอ๊ตมีลเป็นวัตถุดิบที่มีราคาค่อนข้างสูง หากต้องการผลิตเพื่อจำหน่ายจะต้องใช้ต้นทุนที่สูงขึ้นมากกว่าที่ใช้วัตถุดิบทั่วไปที่สามารถหาได้ในท้องถิ่น ดังนั้นผู้วิจัยจึงใช้ข้าวพองเป็นวัตถุดิบหลักในการพัฒนาธัญพืชอัดแท่ง โดยใช้ข้าวสารเหนียวอินทรีย์เป็นวัตถุดิบในการผลิตเป็นข้าวพอง ซึ่งหาได้ง่ายและมีการปลูกอย่างแพร่หลายโดยกลุ่มเกษตรกรในพื้นที่จังหวัดชัยภูมิ เมื่อพิจารณาถึงธัญพืชอัดแท่งตัวอย่างแล้วพบว่าไม่มีส่วนประกอบของธัญพืชชนิดอื่นนอกจากโอ๊ตมีล แต่สำหรับธัญพืชอัดแท่งต้นแบบที่จะพัฒนาผู้วิจัยได้เพิ่มธัญพืชชนิดอื่น ๆ เข้าไปเป็นส่วนประกอบด้วย ได้แก่ งาขาว งาดำ และงาขี้ม่อน โดยเหตุผลที่เพิ่มธัญพืชทั้ง 3 ชนิดเข้าไปเพื่อให้มีกลิ่นธัญพืชที่มากกว่าข้าวพองเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้เพื่อเพิ่มคุณค่าทางอาหารและสรรพคุณทางยาให้กับธัญพืชอัดแท่งต้นแบบด้วย โดยเฉพาะงาขี้ม่อนมีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระ ป้องกันระบบประสาท ช่วยในเรื่องความจำ ป้องกันโรคความจำเสื่อมในวัยชรา ป้องกันโรคเมเร็ง ช่วยชะลอความแก่ ป้องกันโรคหัวใจและสมองขาดเลือด รวมถึงมีคุณสมบัติในการลดอาการแพ้ด้วย (Adam, 2023) (Yu, 2017)

จากการสำรวจส่วนผสมที่ต้องการให้มีในธัญพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมของพืชวงศ์ขิง พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 17.4 ต้องการให้มีผลไม้อบแห้งอยู่ในผลิตภัณฑ์ด้วย ซึ่งผู้วิจัยได้ใช้ขิงอ่อนเชื่อมเป็นส่วนประกอบของธัญพืชอัดแท่งแทนผลไม้อบแห้ง โดยใช้ขนาดขิงขิงใกล้เคียงกับชิ้นผลไม้อบแห้งที่เป็นส่วนประกอบในตัวอย่างธัญพืชอัดแท่งชนิดที่ 1 (เกรนนี้ ธัญพืชแท่งผสมผลไม้รวม 15 ชนิด) ขิงที่ใช้เป็นส่วนประกอบนั้นเป็นพืชที่ปลูกได้ทั่วไปในพื้นที่จังหวัดชัยภูมิ ผู้ผลิตไม่จำเป็นต้องซื้อจากแหล่งอื่น จึงทำให้มีความสะดวกและไม่เป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิต ดังนั้นขิงจึงเป็นวัตถุดิบที่เหมาะสมที่นำมาใช้ในธัญพืชอัดแท่ง ผู้วิจัยนำผงโกโก้เข้ามาเป็นส่วนประกอบเพื่อทำให้ธัญพืชอัดแท่งมีกลิ่นรสเป็นช็อกโกแลตตามที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชื่นชอบ ส่วนของรสหวานของธัญพืชอัดแท่งใช้น้ำตาลมะพร้าวเนื่องจากให้ความหอมมากกว่าน้ำตาลทราย โดยใช้ในปริมาณที่ไม่ทำให้ธัญพืชอัดแท่งมีรสหวานมากเกินไปและใช้กลูโคสไซรัปเป็นตัวช่วยทำให้ส่วนประกอบเกาะตัวสามารถอัดเป็นแท่งได้

การออกแบบสูตรผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมของกระชายนั้นผู้วิจัยออกแบบคล้ายกันกับของชิง เพียงแต่เปลี่ยนจากชิงอ่อนเชื่อมเป็นกระชายเชื่อม และมีการเพิ่มปริมาณของงาขาวคั่ว งาดำคั่ว และงาขี้ม้อนเพื่อลดความแรงของกลิ่นกระชายให้น้อยลง การออกแบบสูตรผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมของข่านั้นผู้วิจัยออกแบบคล้ายกันกับของชิง เพียงแต่เปลี่ยนจากชิงอ่อนเชื่อมเป็นข่าอ่อนเชื่อม โดยจะใช้ขนาดชิ้นของข่าที่เล็กกว่าชิงเล็กน้อยเนื่องจากความแข็งของข่ามีมากกว่าชิงทำให้ยากต่อการเคี้ยวให้ละเอียด ซึ่งเหตุผลที่ผู้วิจัยเลือกใช้ข่าอ่อนเนื่องจากข่าอ่อนมีกลิ่นและความแข็งที่น้อยกว่าข่าแก่ ดังนั้นข่าอ่อนจึงเหมาะสมมากกว่าที่จะใช้เป็นส่วนประกอบของธัญพืชอัดแท่ง ส่วนการออกแบบสูตรผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมของขมิ้นจะใช้ขมิ้นผงเป็นส่วนประกอบโดยไม่ใช้ผงโกโก้ ทั้งนี้เพื่อต้องการให้ธัญพืชอัดแท่งมีสีเหลืองที่เด่นชัดจากขมิ้น และใช้ผลไม้อบแห้ง คือ องุ่นอบแห้งเข้ามาเป็นส่วนประกอบตามที่ผู้บริโภคต้องการให้มีในส่วนประกอบของธัญพืชอัดแท่ง สำหรับส่วนประกอบอื่น ๆ เช่นเดียวกันกับสูตรผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมของชิง ซึ่งส่วนประกอบทั้งหมดและปริมาณในหน่วยร้อยละของสูตรผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิดที่ได้จากการออกแบบแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบส่วนประกอบขนมข้าวโอ๊ตรสช็อกโกแลต ตรา เพนนี่โอ (ผลิตภัณฑ์ตัวอย่างสำหรับใช้พัฒนา) กับต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันที่มีส่วนผสมของพืชวงศ์ขิง

ขนมข้าวโอ๊ตรสช็อกโกแลต ตรา เพนนี่โอ		ธัญพืชอัดแท่ง ที่มีส่วนผสม ของชิง		ธัญพืชอัดแท่ง ที่มีส่วนผสม ของกระชาย		ธัญพืชอัดแท่ง ที่มีส่วนผสม ของข่า		ธัญพืชอัดแท่ง ที่มีส่วนผสม ของขมิ้น	
ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)	ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)	ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)	ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)	ส่วนประกอบ	ปริมาณ (ร้อยละ)
โอ๊ตมีล	40.0	ข้าวพอง	41.3	ข้าวพอง	40.1	ข้าวพอง	41.3	ข้าวพอง	41.5
ไขมันพืช	30.0	งาขาวคั่ว	1.2	งาขาวคั่ว	2.3	งาขาวคั่ว	1.2	งาขาวคั่ว	1.2
ครีมเทียม	9.0	งาดำคั่ว	1.2	งาดำคั่ว	2.3	งาดำคั่ว	1.2	งาดำคั่ว	1.2
ขอยเลซิดิน	1.0	งาขี้ม้อนคั่ว	2.4	งาขี้ม้อนคั่ว	2.9	งาขี้ม้อนคั่ว	2.4	งาขี้ม้อนคั่ว	2.4
เกลือ	0.5	เกลือ	0.2	เกลือ	0.2	เกลือ	0.2	เกลือ	0.2
น้ำตาล	9.5	น้ำตาลมะพร้าว	11.8	น้ำตาลมะพร้าว	11.5	น้ำตาลมะพร้าว	11.8	น้ำตาลมะพร้าว	11.9
มอลโท เดกซ์ทริน	4.5	กลูโคส ไซรัป	23.6	กลูโคส ไซรัป	22.9	กลูโคส ไซรัป	23.6	กลูโคส ไซรัป	23.7
ผงโกโก้	5.5	ผงโกโก้	0.7	ผงโกโก้	0.7	ผงโกโก้	0.7	ผงขมิ้น	0.2
		ชิงอ่อนเชื่อม	17.7	กระชายเชื่อม	17.2	ข่าอ่อนเชื่อม	17.7	องุ่นอบแห้ง	17.8

จากนั้นทำการทดลองและเตรียมผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงที่ ออกแบบ จนทำให้ได้ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันที่แตกต่างกันตามชนิดของพืชวงศ์ขิงที่ นำมาใช้เป็นส่วนประกอบ โดยใช้ขั้นตอนหลักอยู่ 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมพืชวงศ์ขิงที่ใช้เป็น ส่วนประกอบในธัญพืชอัดแท่ง การเตรียมข้าวพอง และการผสมส่วนประกอบและขึ้นรูปธัญพืชอัด แท่ง การเตรียมพืชวงศ์ขิงที่ใช้เป็นส่วนประกอบในธัญพืชอัดแท่ง ขิงเชื่อมเตรียมโดยนำขิงอ่อนล้าง ทำความสะอาด ปอกเปลือกแล้วล้างให้น้ำหนัก 500 กรัม หั่นขิงอ่อนเป็นชิ้นทรงลูกเต๋าขนาด กว้าง x ยาว x สูง ประมาณ $0.7 \times 0.7 \times 0.7$ เซนติเมตร ต้มด้วยน้ำเดือดปริมาณ 1,500 กรัม เป็น เวลา 10 นาที นำขิงที่ต้มสุกแล้วแช่น้ำเย็นเป็นเวลา 5 นาทีจากนั้นกรองเอาน้ำออก ใส่ลงใน กระทะแล้วเติมน้ำตาลทรายจำนวน 300 กรัม เคี่ยวด้วยไฟอ่อนจนกระทั่งน้ำแห้ง กระชายและข่า อ่อนเชื่อมเตรียมโดยใช้วิธีทำเดียวกันกับขิงเชื่อม แต่จะหั่นให้ได้ขนาดของชิ้นทรงลูกเต๋า กว้าง x ยาว x สูง ประมาณ $0.5 \times 0.5 \times 0.5$ เซนติเมตร ส่วนขมิ้นผงเตรียมโดยนำหัวขมิ้นแก่ล้างทำความสะอาดแล้วพักให้แห้ง หั่นเป็นชิ้นบาง อบให้แห้งด้วยเตาอบที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48 ชั่วโมงแล้วบดให้ละเอียด การเตรียมข้าวพอง เตรียมโดยนำข้าวสารเหนียวอินทรีย์แช่น้ำเป็น เวลา 6 ชั่วโมง นำขึ้นให้สะเด็ดน้ำแล้วนึ่งให้สุก นำข้าวที่นึ่งสุกแล้วอบให้แห้งโดยใช้เตาอบที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำข้าวที่อบแห้งแล้วทอดด้วยน้ำมันพืชโดยใช้ไฟ กลางค่อนข้างแรง จากนั้นพักให้สะเด็ดน้ำมัน การผสมส่วนประกอบและขึ้นรูปธัญพืชอัดแท่งทั้ง 4 ชนิด ทำโดยผสมส่วนประกอบได้แก่ น้ำตาลมะพร้าว กลูโคสไซรัป ผงโกโก้ และเกลือตามปริมาณ ในสูตรในตารางที่ 1 ลงในกระทะ ยกเว้นชนิดขมิ้นจะใช้ผงขมิ้นแทนผงโกโก้ จากนั้นเติมน้ำเปล่าผสม เล็กน้อย (ประมาณ 150 กรัม) เพื่อให้ส่วนประกอบต่าง ๆ สามารถละลายเข้ากันได้ เคี่ยวด้วยไฟ กลางเพื่อระเหยน้ำที่เติมลงไปให้ออกไปบางส่วนซึ่งจะทำให้ส่วนผสมเหนียวขึ้น เติมข้าวพอง งาขาว คั่ว งาดำคั่ว งาขี้ม่อนคั่ว ขิงเชื่อม กระชายเชื่อม ข่าเชื่อม หรือผลไม้อ่อนๆลงไปตาม ปริมาณในสูตร จากนั้นคนให้ส่วนผสมทั้งหมดให้เข้ากันอย่างรวดเร็ว เทลงบนพิมพ์แล้วกดอัด เพื่อให้ส่วนผสมแน่นและเกาะตัวกัน รอให้ส่วนผสมเย็นลงแล้วใช้มีดตัดเป็นแท่ง จากนั้นนำออก จากพิมพ์ ผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมของพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิดที่ได้จากการเตรียมแสดงใน รูปที่ 1



(1) (2) (3) (4)

รูปที่ 1 ต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิด
ได้แก่ ธัญพืชขัดแต่งที่มีส่วนผสมของขิง (1) กระชาย (2) ข่า (3) และขมิ้น (4)

การวิเคราะห์ต้นทุนของการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกัน ทำโดยการวิเคราะห์ราคาต้นทุนผลิตต่อ 1 แท่ง น้ำหนักแท่งละประมาณ 15 กรัม การวิเคราะห์ต้นทุนผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันทั้ง 4 ชนิดแสดงในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ต้นทุนผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันทั้ง 4 ชนิด

รายการ	ราคา (บาท) /100 กรัม	ชนิดกระชาย		ชนิดขิง		ชนิดข่า		ชนิดขมิ้น	
		ปริมาณ (กรัม)*	ต้นทุน (บาท)	ปริมาณ (กรัม)*	ต้นทุน (บาท)	ปริมาณ (กรัม)*	ต้นทุน (บาท)	ปริมาณ (กรัม)*	ต้นทุน (บาท)
ข้าวพอง	12.00	350	42.00	350	42.00	350	42.00	350	42.00
งาขาว	23.00	20	4.60	10	2.30	10	2.30	10	2.30
งาดำ	18.00	20	3.60	10	1.80	10	1.80	10	1.80
งาขี้ม่อน	57.00	25	14.25	20	11.40	20	11.40	20	11.40
เกลือ	1.20	1.4	0.02	1.4	0.02	1.4	0.02	1.4	0.02
น้ำตาลมะพร้าว	5.50	100	5.50	100	5.50	100	5.50	100	5.50
กลูโคสไซรัป	3.60	200	7.20	200	7.20	200	7.20	200	7.20
ผงโกโก้	23.80	6.2	1.48	6.2	1.48	6.2	1.48		
กระชายเชื่อม	9.21	150	13.82						
ขิงเชื่อม	10.40			150	15.60				
ข่าเชื่อม	10.25					150	15.38		
ขมิ้นผง	39.00							1.5	0.59
อุนงอบแห้ง	15.00							150	22.5
รวม			92.47		87.30		87.08		93.31
Overhead** (30%)			27.74		26.19		26.12		27.99
ต้นทุนส่วนประกอบทั้งหมด			120.21		113.49		113.20		121.30
ต้นทุนต่อแท่ง			2.40		2.27		2.26		2.43
ซองบรรจุ (0.34 บาท/ซอง)			0.34		0.34		0.34		0.34
ต้นทุนทั้งหมด (ต่อแท่ง)			2.74		2.61		2.60		2.77

* คือ ปริมาณส่วนประกอบที่ใช้สำหรับผลิตธัญพืชขัดแต่งที่สามารถตัดแบ่งให้ได้จำนวน 50 แท่ง แท่งละประมาณ 15 กรัม

** คือ ค่าดำเนินการต่าง ๆ เช่น ค่าน้ำ ค่าเชื้อเพลิง ค่าสถานที่ ค่าพลังงาน ค่าเสื่อมของเครื่องมือ เป็นต้น

3. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิดที่นำมาใช้เป็น ส่วนประกอบของอาหารเสริมภูมิคุ้มกัน

การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากตัวอย่างพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิด ทำโดยใช้วิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging (DPPH assay) โดยใช้เครื่อง UV-Visible spectrophotometer เป็นเครื่องมือในการทดสอบและใช้ขั้นตอนการทดสอบตามวิธีของ Bonina F และคณะ (Bonina F, 2000) โดยผลการทดสอบแสดงในตารางที่ 3 ดังนี้

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลของพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิด

พืชตัวอย่าง	IC ₅₀ ^a (µg/mL)
กระชาย	191.8
ขิง	34.7
ขมิ้น	102.5
ข่า	303.0
gallic acid ^b	6.0

^a ค่าการออกฤทธิ์ยับยั้งอนุมูลอิสระของการลดลง 50% ของ DPPH radical, ^b สารมาตรฐาน

จากผลการทดสอบฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดเอทานอลของพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิด ด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging (DPPH assay) พบว่าสารสกัดของขิงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด (IC₅₀ = 34.7 µg/mL) ตามด้วยขมิ้น กระชาย และข่า (IC₅₀ = 102.5, 191.8 และ 303.0 µg/mL ตามลำดับ) ซึ่งจากผลการทดสอบทำให้ทราบว่าพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพ โดยเหตุผลที่ขิงมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่มากที่สุด อาจเป็นเพราะในการศึกษาทางพฤกษเคมี (phytochemical investigation) ของขิงพบว่า มีสารประเภท gingerols, shogaols และ paradols อยู่ในปริมาณมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารประเภทโพลีฟีนอลิก ได้แก่ 6-gingerol, 8-gingerol และ 10-gingerol รวมถึงสารประเภทฟีนอลิก ได้แก่ Quercetin, Zingerone, Gingerenone-A และ 6-Dehydrogingerdione เป็นต้น (Mao, 2019) ซึ่งสารเหล่านี้มีอยู่เป็นองค์ประกอบหลักและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้เป็นอย่างดี สำหรับการศึกษาทางพฤกษเคมีของขมิ้น กระชาย และข่า พบว่าขมิ้นมีสารประเภท Curcuminoids ได้แก่ Curcumin, Demethoxycurcumin, Bisdemethoxycurcumin (Soleimani, 2018) กระชายมีสาร Alpinetin, Boesenbergin A, Cardamonin, Krachazin A, Panduratin A, Pinostrobin, Pinocembrin (Gurung, 2022) ส่วนข่ามีสาร Kaempferol, Pinobanksin, (2R,3S)-pinobanksin-3-cinnamate, 3-O-acetylpinobanksin, Galanganones A-C เป็นต้น (Ma,

2017) ซึ่งสารพวกนี้จัดเป็นสารประกอบประเภทฟีนอลิกและโพลีฟีนอลิกที่มีคุณสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระอย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับกลไกการยับยั้งอนุมูลอิสระตามการรายงานของ Nimse SB (Nimse SB, 2015)

สารต้านอนุมูลอิสระ โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารประเภทโพลีฟีนอลิก เมื่อร่างกายได้รับเข้าไปจะสามารถเพิ่มภูมิคุ้มกันต้านทานโรคให้แก่ร่างกายได้ในหลายกลไก เช่น เพิ่มการตอบสนองของระบบภูมิคุ้มกันแบบเฉียบพลัน เพิ่มภูมิคุ้มกันต่อโรคมะเร็ง เพิ่มภูมิคุ้มกันต้านทานต่อมะเร็งและการอักเสบ เป็นต้น (Ding, 2018) (Szliszka, 2011) (Bendich, 1993) และด้วยความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่มีประสิทธิภาพของพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิด จึงกล่าวได้ว่าส่วนผสมในอาหารเสริมภูมิคุ้มกัน ได้แก่ กระชาย ขิง ขมิ้น และข่า มีความสามารถในการเสริมภูมิคุ้มกันให้แก่ร่างกายได้

4. การวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงที่ได้จากการวิจัย

การวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ทำได้โดยการทดสอบความชอบระดับ 9 คะแนน (9-point Hedonic Scale) (9 = ชอบอย่างยิ่ง 8 = ชอบมาก 7 = ชอบปานกลาง 6 = ชอบเล็กน้อย 5 = บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 4 = ไม่ชอบปานกลาง 3 = ไม่ชอบเล็กน้อย 2 = ไม่ชอบมาก 1 = ไม่ชอบอย่างยิ่ง) เพื่อศึกษาความชอบและความพอใจของแต่ละคุณลักษณะคะแนนที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการยุติการพัฒนาผลิตภัณฑ์ คือ คะแนนความชอบเฉลี่ยอย่างน้อย 6 คะแนนจาก 9 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4 โดยมีคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.68 - 8.11 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งหมายถึง “ชอบปานกลาง” จนถึง “ชอบมาก” ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันที่มีส่วนผสมของพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิดเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

ตารางที่ 4 การทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ขิงอัดแท่งที่มีส่วนผสมของพืชวงศ์ขิงแต่ละชนิด (n = 100)

คุณลักษณะ	คะแนนความชอบผลิตภัณฑ์ขิงอัดแท่งที่มีส่วนผสมของพืชวงศ์ขิงแต่ละชนิด			
	กระชาย	ขิง	ขมิ้น	ข่า
สี	7.29±1.65	7.42±1.49	7.79±1.51	7.47±1.43
รสชาติ	7.48±1.68	7.50±1.67	7.86±1.48	7.68±1.45
กลิ่น	7.46±1.70	7.46±1.72	7.80±1.43	7.45±1.55
เนื้อสัมผัส	7.51±1.62	7.55±1.68	7.77±1.43	7.59±1.44
ความชอบโดยรวม	7.68±1.43	7.74±1.45	8.11±1.27	7.79±1.31

5. การถ่ายทอดองค์ความรู้เกี่ยวกับการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงสู่ชุมชน

สูตรต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันที่มีส่วนผสมของขมิ้นที่ได้จากการวิจัยนี้นำไปถ่ายทอดให้แก่สมาชิกในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนในตำบลท่ามะไฟหวาน อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ ซึ่งมีผู้สนใจเข้าร่วมจำนวน 27 คน โดยมีการสาธิตถึงวิธีการเลือกส่วนประกอบที่จะนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ปริมาณส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ใช้ในสูตร เทคนิคการผสมส่วนประกอบ สาธิตวิธีการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ แนะนำวิธีการบรรจุหีบห่อ พร้อมทั้งให้ผู้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีทุกคนได้ทดลองและฝึกปฏิบัติจนสามารถผลิตผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันได้ด้วยตนเอง



รูปที่ 2 การถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน ณ ตำบลท่ามะไฟหวาน อำเภอแก้งคร้อ จังหวัดชัยภูมิ

อภิปรายผล

1. การสำรวจทัศนคติของผู้บริโภคต่ออาหารเสริมภูมิคุ้มกัน พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่เคยและชื่นชอบในการรับประทานธัญพืชอัดแท่ง ผู้บริโภคร้อยละ 90 มีความสนใจที่จะบริโภคธัญพืชอัดแท่งที่มีส่วนผสมของพืชวงศ์ขิงที่สามารถสร้างภูมิคุ้มกันให้กับร่างกายได้ โดยผลไม้อบแห้งเป็นส่วนประกอบที่ผู้บริโภคต้องการให้มีในธัญพืชอัดแท่งมากที่สุด และจากการสำรวจความชอบตัวอย่างธัญพืชอัดแท่ง 5 ชนิดที่วางจำหน่ายในท้องตลาด พบว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบชนิดที่ 4 คือ ขนมข้าวโอ๊ตรสช็อกโกแลต ตรา เพนนี่โอ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Boustani (Boustani, 1990) ว่าผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบและเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ธัญพืชอัดแท่งรสช็อกโกแลตมากกว่ารสชาติอื่น ๆ

2. การพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิด ตามด้วยวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิด โดยผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของขมิ้นมีคะแนนความชอบมากที่สุด รองลงมาคือข่า ขิง และกระชาย โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนในช่วง 8.11 – 7.68 จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ซึ่งหมายถึง “ชอบปานกลาง” จนถึง “ชอบมาก” และ

หลังจากการวิเคราะห์ต้นทุนของผลิตภัณฑ์ต่อแท่ง ขนาดแท่งละประมาณ 15 กรัม พบว่าราคาต้นทุนต่อแท่งอยู่ในช่วง 2.60 - 2.77 บาท

3. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิดด้วยวิธี 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging (DPPH assay) พบว่าสารสกัดของขิงมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด ($IC_{50} = 34.7 \mu\text{g/mL}$) ตามด้วยขมิ้น กระชาย และข่า ($IC_{50} = 102.5, 191.8$ และ $303.0 \mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ) ซึ่งผลการวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระนี้บ่งชี้ว่าพืชวงศ์ขิงทุกชนิดมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี และสามารถยืนยันได้ว่าพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิดมีความสามารถในการเพิ่มภูมิคุ้มกันให้แก่วัยรุ่นได้ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Ding Szliszka และ Bendich (Ding, 2018) (Szliszka, 2011) (Bendich, 1993)

องค์ความรู้ที่ได้จากการศึกษา

การวิจัยนี้ทำให้ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับการพัฒนาต้นแบบผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันที่มีส่วนประกอบของพืชวงศ์ขิงจำนวน 4 ชนิด คือ กระชาย ขิง ข่า และขมิ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้หลังจากการวิเคราะห์การยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ด้วยวิธี 9-point Hedonic Scale พบว่าผลิตภัณฑ์ชนิดขมิ้นมีคะแนนเฉลี่ยของความชอบที่มากที่สุด คือ 8.11 คะแนนจากคะแนนเต็ม 9 คะแนน ส่วนชนิดอื่นอยู่ในช่วง 7.68 - 7.79 คะแนน ต้นทุนผลิตภัณฑ์อาหารเสริมภูมิคุ้มกันจากพืชวงศ์ขิงน้ำหนักแท่งละประมาณ 15 กรัม อยู่ในช่วง 2.60 - 2.77 บาท การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 4 ชนิดด้วยวิธี DPPH assay พบว่าสารสกัดของขิง ขมิ้น กระชาย และข่ามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในหน่วย $IC_{50} = 34.7, 102.5, 191.8$ และ $303.0 \mu\text{g/mL}$ ตามลำดับ ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้ใช้สนับสนุนความสามารถของผลิตภัณฑ์ต้นแบบทั้ง 4 ชนิดในการเสริมภูมิคุ้มกันให้แก่วัยรุ่นได้

เอกสารอ้างอิง

- โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์. (2563). *คลังความรู้สู่โควิด-19*. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566. จาก <https://chulalongkornhospital.go.th>
- สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดชัยภูมิ. (2562). *คนชัยภูมิผนึกกำลังจัดตั้งกลุ่มเกษตรกรอินทรีย์ ปลูกข้าวปลอดภัย ไร้สารพิษ*. สืบค้น 1 พฤศจิกายน 2566. จาก <https://cpho.moph.go.th/?p=2723>

- กลุ่มงานยุทธศาสตร์และข้อมูลเพื่อการพัฒนาจังหวัด สำนักงานจังหวัดชัยภูมิ. (2565). *ประชากรและโครงสร้างประชากรจังหวัดชัยภูมิ*. สืบค้น 15 มิถุนายน 2566. จาก https://www.chaiyaphum.go.th/page_about/about2.1.php
- Adam, G., Robu, S., Flutur, M. M., Cioanca, O., Vasilache, I. A., Adam, A. M., ... & Hancianu, M. (2023). *Applications of Perilla frutescens extracts in clinical practice*. *Antioxidants*, 12(3), 727.
- Bendich, A. (1993). *Symposium: Antioxidants, immune response, and animal function*. *Journal of Dairy Science*, 76, 2789-2794.
- Bonina F, Puglia C, Tomaino A, Saija A, Mulinacci N, Romani A, Vincieri FF. (2000). *In-vitro antioxidant and in-vivo photoprotective effect of three lyophilized extracts of Sedum telephium L. leaves*. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 52, 1279-85.
- Boustani, P., & Mitchell, V. W. (1990). *Cereal bars: a perceptual, chemical and sensory analysis*. *British Food Journal*, 92(5), 17-22.
- Ding, S., Jiang, H., & Fang, J. (2018). *Regulation of immune function by polyphenols*. *Journal of immunology research*, 2018(1), 1264074.
- Gurung, A. B., Ali, M. A., Al-Hemaid, F., El-Zaidy, M., & Lee, J. (2022). *In silico analyses of major active constituents of fingerroot (Boesenbergia rotunda) unveils inhibitory activities against SARS-CoV-2 main protease enzyme*. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 29(1), 65-74.
- Ma, X. N., Xie, C. L., Miao, Z., Yang, Q., & Yang, X. W. (2017). *An overview of chemical constituents from Alpinia species in the last six decades*. *RSC advances*, 7(23), 14114-14144.
- Mao, Q. Q., Xu, X. Y., Cao, S. Y., Gan, R. Y., Corke, H., Beta, T., & Li, H. B. (2019). *Bioactive compounds and bioactivities of ginger (Zingiber officinale Roscoe)*. *Foods*, 8(6), 185.
- Nimse SB, Pal D. (2015). *Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms*. *RSC Advances*, 5(35), 27986-28006.
- Panchit Seeniang and Supaporn Thaipakdee. (2013). *Key Success Factors and Constraints of Organic Vegetable Production Systems in Thailand: Lessons*

Learned from Selected Cases of Best Practices. Kasetsart Journal of Social Sciences, 34, 162 – 170.

Soleimani, V., Sahebkar, A., & Hosseinzadeh, H. (2018). *Turmeric (Curcuma longa) and its major constituent (curcumin) as nontoxic and safe substances*. Phytotherapy Research, 32(6), 985-995.

Szliszka, E., & Krol, W. (2011). *The role of dietary polyphenols in tumor necrosis factor-related apoptosis inducing ligand (TRAIL)-induced apoptosis for cancer chemoprevention*. European Journal of Cancer Prevention, 20(1), 63-69.

Yamane, T., (1967). *Statistics: An Introductory Analysis*, 2nd edition, NewYork: Harper and Row. p886.

Yu, H., Qiu, J. F., Ma, L. J., Hu, Y. J., Li, P., & Wan, J. B. (2017). *Phytochemical and phytopharmacological review of Perilla frutescens L.(Labiatae), a traditional edible-medicinal herb in China*. Food and Chemical Toxicology, 108, 375-391.

Zhou, Y. Q., Liu, H., He, M. X., Wang, R., Zeng, Q. Q., Wang, Y., ... & Zhang, Q. W. (2018). *A review of the botany, phytochemical, and pharmacological properties of galangal*. Natural and artificial flavoring agents and food dyes, 351-396.