

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ซิงดองกวนผสมผักสำหรับไส้ขนมปัง

Development of pickled ginger paste mixed with vegetables for bread fillings

วิภา ประพินอักษร¹ และ นันทา เป็งเนตร^{1*}

Wipa Prapinagsorn¹ and Nantha Pengnet^{1*}

Received: 1 September 2024 ; **Revised:** 11 October 2024 : **Accepted:** 1 November 2024

บทคัดย่อ

บริษัทวังทองผลพืช จำกัด มีกำลังการผลิตซิงดองกวน 2,000 ตันต่อปี โดยปัญหาจากการผลิตพบว่าเศษซิงดองจากการตัดแต่งหลังดองคิดเป็นร้อยละ 5-10 ของปริมาณซิงดองทั้งหมด ผู้ประกอบการจึงมีแนวคิดนำเศษซิงดองมาเพิ่มมูลค่าโดยแปรรูปเป็นไส้ขนมปัง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษานิตของผักที่เหมาะสมต่อการผลิตซิงดองกวนผสมผัก ศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างซิงดองกับผักหอมผสมมันเทศสีม่วง (อัตราส่วน 3:1) โดยใช้ปริมาณซิงดองร้อยละ 35 40 45 50 และ 55 และของผักหอมผสมมันเทศสีม่วง ร้อยละ 25 30 35 40 และ 45 ของส่วนผสมทั้งหมด ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ซิงดองกวนผสมผักและวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ผลการศึกษาพบว่าชนิดของผักมีผลต่อค่า L^* a^* b^* ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และค่าความชื้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) คุณภาพด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคยอมรับซิงดองกวนผสมมันเทศสีม่วงมากที่สุด ค่าคะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมมีค่าเท่ากับ 7.61 7.55 7.17 และ 7.10 ตามลำดับ สูตรที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือ ซิงดองร้อยละ 40 และผักหอมผสมมันเทศสีม่วงร้อยละ 40 ผลิตภัณฑ์ซิงดองกวนผสมผักมีคุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน (35/2558) มีโปรตีน เส้นใย ไขมันและคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 1.90 15.17 4.14 และ 31.15 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการนำเศษซิงดองมาใช้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพ

คำสำคัญ: ซิงดองกวน, ซิงดอง, ไส้ขนมปัง

Abstract

The Wang Thong Agri-Products Co., Ltd. has a production capacity of 2,000 tons of pickled ginger per year, and the production problem was that the ginger residue from pickling trimming accounts for 5-10% of the total pickled ginger. Therefore, entrepreneurs have the idea of using pickled ginger scraps to increase their value by processing them into bread fillings. This research aimed to study the types of vegetables suitable for producing pickled ginger paste stirred with vegetables. The appropriate ratio between pickled ginger and taro mixed with purple sweet potato (ratio 3:1) was studied using the content of pickled ginger 35, 40, 45, 50, and 55 percent of the taro mixed with purple sweet potato—25, 30, 35, 40 and 45 percent of the total ingredients. Study the quality of pickled ginger products, stir the vegetable mixture, and analyze the chemical composition. The results showed that the type of vegetable had a statistically significant effect on L^* a^* b^* , total dissolved solids content, and moisture value ($p \leq 0.05$). The 40% pickled ginger and 40% taro mixed with purple sweet potato was the most accepted. The analysis of the quality of ginger paste products showed that the product was safe according to the standards of the stirred fruit and vegetable community product (35/2015). The chemical quality of the pickled ginger paste product stirred with vegetables was found to contain protein, fiber, fat, and carbohydrates at 1.90 g, 15.17 g, 4.14 g, and 31.15 g per 100 g, respectively. This research shows the potential to use pickled ginger scraps as a healthy product.

Keywords: Picked ginger paste, pickled ginger, bread filling

¹ อาจารย์, คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์ อำเภอเมือง จังหวัดอุตรดิตถ์ 53000

¹ Lecturer, Faculty of Agriculture, Uttaradit Rajabhat University, Muang District, Uttaradit 53000, Thailand.

* Corresponding author: nantha.pen@uru.ac.th

บทนำ

ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe) เป็นพืชสมุนไพรที่ปลูกได้ทั่วทุกภาคของประเทศไทย ส่วนของเหง้าขิงนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ การปรุงอาหาร เป็นเครื่องเทศ เครื่องดื่ม เครื่องสำอาง และด้านสมุนไพรการแพทย์ที่อยู่ในรูปขิงสด ขิงแห้ง ขิงผง ขิงดอง และน้ำมันขิง ประเทศไทยมีการผลิตขิงอ่อนร้อยละ 65 ซึ่งผลิตได้ปริมาณมากกว่าขิงแก่ (ร้อยละ 35) รวมทั้งมีสัดส่วนของการบริโภคขิงอ่อนสูงกว่าในรูปแบบของการดองและรับประทานสด (วทันยา ลิ้มปวยยอม และคณะ, 2557) บริษัทวังทองผลพืช จำกัด จังหวัดพิษณุโลก ดำเนินการผลิตขิงดองเค็มและขิงดองปรุงรส โดยมีกำลังการผลิตขิงดองประมาณ 2,000 ตันต่อปี กระบวนการแปรรูปขิงดองของบริษัทเริ่มจากการนำขิงสดมาทำความสะอาดด้วยเครื่องล้าง นำขิงไปทำการดองในบ่อซีเมนต์ ประมาณ 20 วัน หลังจากนั้นนำขิงดองเข้าเครื่องหมุนปอกเปลือกและตัดแต่งด้วยแรงงานคนโดยใช้มีดตัดแต่ง ขิงดองที่ผ่านการตัดแต่งแล้วนำไปบรรจุจำหน่ายหรือนำไปผลิตเป็นขิงดองปรุงรสต่อไป อย่างไรก็ตาม ปัญหาที่พบในกระบวนการแปรรูปขิงดองคือมีเศษขิงดองที่เหลือจากการตัดแต่งหลังการดอง คิดเป็นร้อยละ 5-10 ของปริมาณขิงดองทั้งหมด ซึ่งเศษขิงดองจากการตัดแต่งหลังดองจะมีน้ำหนักไม่เกิน 5 กรัมต่อชิ้น ทางบริษัทไม่สามารถจำหน่ายเศษขิงดองเหล่านี้ให้กับลูกค้าได้ และปัจจุบันยังไม่มี การนำเศษขิงดองไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ สำหรับการนำเศษขิงดองไปใช้ประโยชน์จากเศษขิงดองมีงานวิจัยก่อนหน้านี้มีการนำเศษขิงดองไปใช้เป็นอาหารสัตว์แต่ยังไม่พบมีการนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหาร อย่างไรก็ตามขิงเป็นสมุนไพรที่ประกอบด้วยสาร *zingiberene* มีฤทธิ์ช่วยในการย่อยอาหาร บรรเทาอาการผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร สารสกัดขิงสามารถฆ่าเชื้อ *Helicobacter pylori* ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคแผลในกระเพาะอาหาร อีกทั้งยังมีสรรพคุณในการลดการอักเสบ ลดระดับน้ำตาลและไขมันในเลือด ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้และความจดจำ ช่วยชะลอความชราและต้านอนุมูลอิสระ (Leal et al., 2003; วทันยา ลิ้มปวยยอม และคณะ, 2557) มีรายงานวิจัยพบว่า ขิงแก่มีปริมาณสารพอลิฟีนอลทั้งหมดสูงกว่าขิงอ่อนแต่ประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระของขิงอ่อนและขิงแก่ไม่แตกต่างกัน (Malipan, 2006) ขิงเป็นเครื่องเทศที่สำคัญในการรักษาโรคและช่วยยกระดับรสชาติของอาหารด้วยสารระเหยที่มีในขิง (Shivakumar, 2019; Spence, 2023) ดังนั้นด้วยคุณประโยชน์ของขิงดังกล่าวและความต้องการอาหารเพื่อสุขภาพเพิ่มขึ้น การนำเศษขิงอ่อนดองที่เหลือจากกระบวนการผลิตมาแปรรูปเป็นขิงดองกวนผสมผักสำหรับใช้เป็นไส้ขนมจะช่วยเพิ่มโอกาสในการบริโภคผลิตภัณฑ์จากขิงมากขึ้น

ไส้ขนมเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ใช้สำหรับสอดไส้ ขนมปัง ขนมพาย ขนมปังเวเฟอร์ ซึ่งไส้ขนมที่มักนิยมผลิต คือ ไส้ผลไม้ ไส้คัสตาร์ด ไส้ครีม ไส้ไก่ และไส้เนื้อ เป็นต้น (สุทธาทิพย์ สกุลพราหมณ์ และคณะ, 2566) ปัจจุบันพบว่าผู้บริโภคและผู้ผลิตเบเกอรี่นิยมใช้ผลิตภัณฑ์ไส้ขนมสำเร็จรูปมากขึ้นเนื่องจากสะดวกในการนำไปใช้โดยเฉพาะไส้ขนมจากผักและผลไม้กวนเนื่องจากมีรสชาติอร่อยรับประทานง่ายมีคุณค่าทางโภชนาการและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ไส้ขนมสำเร็จรูปที่จำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่จะผลิตจากถั่วแดง ถั่วทอง ถั่วดำ เผือก งาดำ ใบเตยและมันม่วง ซึ่งจากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมายังไม่พบว่ามีผู้นำขิงดองมาผลิตเป็นไส้ขนมสำหรับผลิตภัณฑ์ขนมอบต่าง ๆ อาจเนื่องจากขิงเป็นพืชสมุนไพรที่มีกลิ่นหอมฉุนเฉพาะตัวและมีรสเผ็ด จึงนิยมบริโภคในรูปขิงดองมากกว่า อย่างไรก็ตามทางโรงงานได้นำเศษขิงดองมาทดลองผลิตเป็นขิงดองกวน โดยใช้ขิงดองผสมกับแยมสับปะรดและน้ำตาลทราย พบว่าขิงดองกวนที่ใช้ปริมาณขิงดองร้อยละ 40 ให้กลิ่นและรสเผ็ดของขิงกำลังดีแต่คุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสอื่น ๆ ยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษานิยามของผักที่เหมาะสมในการผลิตขิงดองกวนผสมผักเพื่อรับประทานได้ง่ายขึ้น โดยทางโรงงานมีความต้องการนำผักทั้งสามชนิด ได้แก่ ถั่วแดง เผือกเขียว และมันเทศสีม่วง มาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิตขิงดองกวน ซึ่งผักทั้งสามชนิดนิยมนำมาใช้เป็นส่วนผสมสำหรับทำไส้ขนมต่าง ๆ เช่น ขนมปัง และขนมเปียะ ประกอบกับผักทั้งสามชนิดสามารถหาซื้อได้ง่าย ราคาไม่แพง และมีประโยชน์ทางคุณค่าทางโภชนาการ ศึกษาสัดส่วนระหว่างขิงดองกับเผือกหอมผสมมันเทศสีม่วงที่เหมาะสมในการผลิตขิงดองกวนผสมผัก และศึกษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์ขิงดองกวนผสมผักที่ได้ โดยผลที่ได้จากการวิจัยครั้งนี้ผู้ประกอบการบริษัทวังทองผลพืช จำกัด สามารถนำสูตรและกระบวนการผลิตขิงดองกวนผสมผักไปใช้สำหรับการผลิตและจำหน่ายได้ เป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเศษขิงดองที่ไม่สามารถขายได้ อีกทั้งช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการจัดการของเหลือทิ้งที่เกิดจากกระบวนการผลิต

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษานิยามของผักที่เหมาะสมในการผลิตขิงดองกวนผสมผัก
- 2) ศึกษาสัดส่วนระหว่างขิงดองกับเผือกหอมผสมมันเทศสีม่วงในการผลิตขิงดองกวนผสมผัก และ
- 3) ศึกษาคุณภาพของขิงดองกวนผสมผัก

วิธีการวิจัย

1. การศึกษานิตของผักที่เหมาะสมในการผลิตซิงตองกวนผสมผัก

1.1 การเตรียมซิงตอง นำเศษซิงตองจากบริษัทวังทองผลพืช จำกัด จังหวัดพิษณุโลก ที่มีน้ำหนักไม่เกิน 5 กรัม มาล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อกำจัดเกลือออกและนำซิงตองมาแช่ในน้ำสะอาดโดยมีอัตราส่วนของซิงตองต่อน้ำสะอาดเป็น 1 ต่อ 4 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ทำการเปลี่ยนน้ำแช่ซิงตองทุก 1 ชั่วโมง เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำไปต้มที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และปล่อยให้เย็น ทำการสุมตัวอย่างซิงตองมาบดละเอียดด้วยเครื่องปั่นอเนกประสงค์ (Philips รุ่น HR 2115) และกรองส่วนที่เป็นของเหลวมาทำการวัดค่าความเค็มด้วยเครื่องวัดความเค็มอาหาร (Food salinity meter) กำหนดค่าความเค็มไม่เกินร้อยละ 3 จากนั้นนำซิงตองมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอเนกประสงค์ นำซิงตองที่บดละเอียดบรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

1.2 การเตรียมส่วนผสมที่เป็นผักประกอบด้วย ผือกหอม ถั่วแดง พักเขียว และมันเทศสีม่วง โดยซื้อจากร้านค้าในตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปาเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับเปลือก ดำเนินการเตรียมส่วนผสม ดังนี้

1.2.1 ผือกหอมและมันเทศสีม่วง โดยนำมาหั่นลดขนาดแบ่งออกเป็น 4 ส่วนตามขนาดของหัว และนำมาหนึ่งที่อุณหภูมิน้ำเดือด เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำการปอกเปลือกและบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอเนกประสงค์ (Philips รุ่น HR 2115) บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

1.2.2 ถั่วแดง นำถั่วแดงมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปาเพื่อกำจัดสิ่งสกปรก จากนั้นแช่น้ำโดยมีอัตราส่วนระหว่างถั่วแดงต่อน้ำสะอาดเป็น 1 ต่อ 2 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำการล้างด้วยน้ำสะอาดอีก 1 รอบ นำไปต้มที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง พักให้เย็นและนำถั่วแดงทั้งเมล็ดมาบดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นอเนกประสงค์ (Philips รุ่น HR 2115) บรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

1.2.3 พักเขียว นำมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปาเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ติดมากับเปลือก ทำการปอกเปลือกและหั่นลดขนาดพักเขียวเป็นชิ้นเล็ก จากนั้นบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบดอเนกประสงค์ (Philips รุ่น HR 2115)

นำเนื้อพักเขียวมาต้มให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 80-90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที พักให้เย็นและบรรจุในถุงพลาสติกชนิด HDPE เก็บรักษาที่อุณหภูมิ -18 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปใช้ในการทดลอง

1.3 การผลิตซิงตองกวนผสมผัก

โดยใช้ซิงตองร้อยละ 40 (ของส่วนผสมทั้งหมด) โดยอ้างอิงจากสูตรพื้นฐานของบริษัทวังทองผลพืช จำกัด วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized design, CRD) โดยทำการแปรผันชนิดของ ถั่วแดง พักเขียว และมันเทศสีม่วง ดังแสดงใน Table 1 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยการชั่งส่วนผสมทั้งหมดตามสูตร

Table 1 The ingredients to produce pickled ginger paste with various vegetable

Ingredient (%)	Treatment 1	Treatment 2	Treatment 3
Pickled ginger *	40	40	40
Taro	30	30	30
Red bean	10	-	-
Wax Gourd	-	10	-
Purple Potatoes	-	-	10
Coconut milk	10	10	10
Sugar	10	10	10
Total (%)	100	100	100

Note: * The amount of pickled ginger in the production of pickled ginger paste according to Wang Thong Agri-Products Co., Ltd

นำมาใส่กระทะกวนโดยให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60-65 องศาเซลเซียส กวนนาน 5 นาที จากนั้นเติมน้ำตาลทรายและกวนให้เป็นเนื้อเดียวกันโดยปรับเพิ่มอุณหภูมิของการกวนเป็น 75 องศาเซลเซียส กวนนาน 15 นาที และปรับลดระดับอุณหภูมิของการกวนเป็น 55-60 องศาเซลเซียส ทำการกวนต่อเนื่องจนได้เนื้อสัมผัสของซิงตองกวนผสมผักเป็นเนื้อเดียวกันและเนื้อซิงตองกวนผสมผักไม่ติดกระทะ จากนั้นยกลงจากเตาเพื่อให้ซิงตองกวนผสมผักมีอุณหภูมิต่ำกว่า 45 องศาเซลเซียส บรรจุใส่ถุงพลาสติกปิดผนึกแบบสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น

1.4 การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซิงตองกวนผสมผัก

1.4.1 ค่าสี วิเคราะห์ด้วยเครื่องวัดสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น Colour Flex Miniscan XE plus แสดงผลค่าที่วัดในระบบ CIE ได้แก่ ค่า L* (L* คือ ค่าแสดงความสว่างของสี มีค่า 0 ถึง 100 โดย 0 หมายถึง ความสว่างสีดำ และ

100 ความสว่างสีขาว) ค่า a^* (a^* คือ ค่าแสดงความเป็นสีแดง และสีเขียว เครื่องหมาย + หมายถึง สีแดง และเครื่องหมาย - หมายถึง สีเขียว) และค่า b^* (b^* คือ ค่าแสดงความเป็นสีเหลืองและน้ำเงิน เครื่องหมาย + หมายถึง สีเหลือง และเครื่องหมาย - หมายถึง สีน้ำเงิน)

1.4.2 วิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง Texture Analyzer ยี่ห้อ Stable Systems รุ่น TA.XT. plus ใช้หัววัดแบบ cylinder probe P/2 กดลงบนตัวอย่าง 40 % ของความสูงเริ่มต้น ด้วยความเร็ว 0.3 มิลลิเมตรต่อวินาที บันทึกค่าแรงที่วัดได้ ระยะการกดต่างๆ รายงานค่าเป็นค่าความแข็ง (Hardness) ความสามารถในการเกาะยึด (Cohesiveness) และค่าความเหนียว (Gumminess)

1.4.3 วิเคราะห์คุณภาพทางด้านเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ SI Analytics รุ่น Lab 850 ประเทศเยอรมัน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (Total soluble solids; TSSs) ด้วยเครื่องรีแฟรคโทมิเตอร์ (Refractometer) ยี่ห้อ Atago รุ่น PAL-1 ประเทศญี่ปุ่น การเตรียมตัวอย่างโดยชั่งน้ำหนักตัวอย่าง 5 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากไอออน 50 กรัม คนให้ละลายเข้ากัน นำสารละลายไปวัด pH และ TSSs ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (Titratable acidity) (AOAC, 2000) และปริมาณความชื้น (AOAC, 2000)

1.4.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบค่าความชอบ 9 ระดับ (9-point hedonic scale) โดยมีค่าระดับคะแนนตั้งแต่ 1-9 (1 = ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 = ชอบมากที่สุด) ประเมินคุณลักษณะ ได้แก่ สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน ช่วงอายุระหว่าง 20-65 ปี วางแผนการทดลองแบบสุ่มไม่บล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) การทดลองนี้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ตามเลขที่การรับรอง URU-REC 056/65

1.4.5 วิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสังเกตด้วยวิธี ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple-range Test (DMRT) และกำหนดระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

2. การศึกษาสัดส่วนระหว่างขิงดองกับเผือกหอมผสมมันเทศสีม่วงที่เหมาะสมในการผลิตขิงดองกวนผสมผัก

ในการศึกษานี้ได้คัดเลือกสูตรที่เหมาะสมจากการทดลองในข้อ 1 มาทำการศึกษาสัดส่วนระหว่างขิงดองที่ระดับ

ร้อยละ 35 40 45 50 และ 55 ของส่วนผสมทั้งหมด กับเผือกหอมผสมมันเทศสีม่วง (ใช้อัตราส่วนเผือกหอม 3 ส่วนผสมกับมันเทศสีม่วง 1 ส่วน) ร้อยละ 25 30 35 40 และ 45 ของส่วนผสมทั้งหมด (Table 2) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely randomized design, CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์คุณภาพของขิงดองกวนผสมผักทางด้านกายภาพเคมี (ตามข้อ 1.4) และประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มไม่บล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) โดยวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าสังเกตด้วยวิธี ANOVA เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple-range Test (DMRT) และกำหนดระดับความเชื่อมั่นทางสถิติที่ระดับ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

3. การวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ขิงดองกวนผสมผัก

นำผลิตภัณฑ์ขิงดองกวนผสมผักที่มีสัดส่วนระหว่างขิงดองกับเผือกหอมผสมมันเทศสีม่วงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุดจากการทดลองในข้อ 2 มาวิเคราะห์คุณภาพตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน (35/2558) โดยวิเคราะห์คุณภาพ ได้แก่ ค่าวอเตอร์แอคทิวิตีด้วยเครื่อง Water Activity (Aqua Lab, 3TE, USA) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา และเชื้อเอสเชอริเชียโคไล (*E.coli*) (U.S. Food and Drug Administration, 2001a, 2001b, 2002)

วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขิงดองกวนผสมผัก ได้แก่ โปรตีน ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธีการของ AOAC (2000) ทำการทดลอง 3 ซ้ำและวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสถิติสำเร็จรูป

Table 2 The percentage of pickled ginger and taro mixed with purple potatoes in the pickled ginger paste product

Treatment	Pickled ginger (%)	Taro mixed with purple potato (%)
1	35	45
2	40	40
3	45	35
4	50	30
5	55	25

ผลการทดลองและอภิปรายผล

1. ชนิดของผักที่เหมาะสมในการผลิตซิงตองกวนผสมผัก

ผลการศึกษาชนิดของผักที่เหมาะสมในการผลิตซิงตองกวนผสมผักมีคุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L^* a^* b^* และค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ซิงตองกวนผสมผักจำนวน 3 สูตร ได้แก่ ถั่วแดง (สูตรที่ 1) พริกเขียว (สูตรที่ 2) และมันเทศสีม่วง (สูตรที่ 3) พบว่าชนิดของผักส่งผลต่อค่า L^* a^* และ b^* ของซิงตองกวนผสมผักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยซิงตองกวนผสมผักสูตรที่ 2 มีค่า L^* สูงสุดเท่ากับ 55.77 รองลงมา คือ สูตรที่ 1 และสูตรที่ 3 เท่ากับ 55.44 และ 44.41 ตามลำดับ การใช้พริกเขียวจะได้ซิงตองกวนผสมผักที่มีสีออกสว่างมากที่สุดเนื่องจากเนื้อพริกเขียวมีสีชาวจึงทำให้ซิงตองกวนมีสีเหลืองออกสว่างมากกว่าสูตรอื่น สำหรับค่า a^* และ b^* พบว่า ซิงตองกวนผสมผักสูตรที่ 3 มีค่า a^* สูงสุดและค่า b^* ต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 8.61 และ 6.29 ตามลำดับ แสดงถึงซิงตองกวนผสมผักสูตรที่ 3 มีสีออกแดงเล็กน้อยและมีความเป็นสีเหลืองน้อย เนื่องจากสูตรที่ 3 ใช้มันเทศสีม่วงเป็นส่วนผสมซึ่งในมันเทศสีม่วงมีรงควัตถุชนิดแอนโทไซยานินหรือสารสี (Pigment) ที่ให้สีแดงม่วงและน้ำเงิน (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนปณนธ์, 2567ก) ส่งผลให้ซิงตองกวนผสมผักมีสีแดงออกม่วงมากกว่าสูตรอื่น (Table 3)

ผลการศึกษาลักษณะเนื้อสัมผัสของซิงตองกวน ได้แก่ ค่าความแข็ง ความสามารถในการเกาะยึด และค่าความเหนียว พบว่าชนิดของผักมีผลต่อลักษณะเนื้อสัมผัสของซิงตองกวนผสมผักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยซิงตองกวนผสมผักในสูตรที่ 2 มีค่าความแข็งสูงสุด เท่ากับ 24.51 g เนื่องจากพริกเขียวที่นำมาใช้ในการทดลองเป็นผลแก่มีเนื้อแน่นแข็ง และในพริกเขียวมีคาร์โบไฮเดรตน้อยกว่าร้อยละ 3 (Zaini *et al.*, 2011) เมื่อนำมาทวนส่งผลให้ซิงตองกวนผสมผักมีเนื้อสัมผัสแข็ง ในขณะที่ซิงตองกวนผสมผักสูตรที่ 1 ที่ใช้ถั่วแดงมีค่าความแข็งต่ำสุด เท่ากับ 12.84 g เนื่องจากองค์ประกอบของถั่วแดงมีแป้งเป็นองค์ประกอบหลัก ในขั้นตอนการเตรียมถั่วแดงจะแช่ถั่วแดงในน้ำที่อัตราส่วน 1 ต่อ 2 แช่นาน 2 ชั่วโมงทำให้เม็ดแป้งถั่วแดงดูดซับน้ำได้มากขึ้น และเมื่อนำถั่วแดงไปต้มสุกทำให้เม็ดแป้งบางส่วนเกิดการเจลาติไนเซชัน (Gelatinization) รวมถึงเม็ดแป้งได้รับความร้อนในขณะทวน

พันธะไฮโดรเจนภายในโมเลกุลของเม็ดแป้งจะถูกทำลายส่งผลให้เม็ดแป้งพองตัวและแตกออก และให้ความเหนียวกับผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการที่มีสัดส่วนของเม็ดแป้งที่มีการพองตัวมากจึงทำให้โครงสร้างของผลิตภัณฑ์ไม่แข็งแรง เมื่อถูกแรงที่ใช้ในการกดตัวอย่างจึงแตกออกได้ง่าย (สิริการ หนูสิงห์ และบุศราภา ลีละวัฒน์, 2559) ค่าความสามารถในการเกาะยึดของซิงตองกวนผสมผักทั้ง 3 สูตร พบว่ามีระดับใกล้เคียงกัน (Table 3) โดยสูตรที่ 3 มีค่าสูงสุดที่ 0.71 ในขณะที่สูตรที่ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การลดอุณหภูมิของแป้งหลังการเจลาติไนเซชันทำให้โมเลกุลอะไมโลสจากเม็ดแป้งจัดเรียงตัวใหม่เกิดเป็นกระบวนการรีโทรเกรเดชัน (Retrogradation) ซึ่งส่งผลให้ความสามารถในการอุ้มน้ำลดลง (สุทธิณี สีสังข์, 2563) แป้งที่มีอะไมโลสสูงมักเกิดรีโทรเกรเดชันได้ง่าย เช่น แป้งถั่วแดงที่มีอะไมโลสร้อยละ 55.87 (จิรนาถ ทิพย์รักษา และสุภักษร นุดวงแก้ว, 2552) ขณะที่แป้งมันเทศมีปริมาณอะไมโลสเพียงร้อยละ 18-21 (กล้านรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2546) ทำให้การรีโทรเกรเดชันในแป้งมันเทศเกิดน้อยกว่าจึงได้ผลิตภัณฑ์ที่นุ่มและมีความสามารถในการเกาะยึดดีกว่า ต่างจากแป้งถั่วแดงที่เกิดรีโทรเกรเดชันมากขึ้น ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแห้งและร่วน ในขณะที่ค่าความเหนียวหรือค่าการแตกตัวพร้อมกลืน (Gumminess) ของสูตรที่ 1 มีค่าสูงสุดเท่ากับ 8.89 g เนื่องจากถั่วแดงที่ใช้มีปริมาณอะไมโลสสูงถึงร้อยละ 55.87 และอะไมโลเพกตินร้อยละ 44.13 (จิรนาถ ทิพย์รักษา และสุภักษร นุดวงแก้ว, 2552) ในขณะที่แป้งมันเทศมีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 18-21 (กล้านรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2546) ทำให้แป้งถั่วแดงมีโครงสร้างร่างแหในเม็ดแป้งที่แข็งแรงกว่าแป้งมันเทศ ส่งผลให้มีการพองตัวและการละลายต่ำ นอกจากนี้ไขมันที่อยู่ในเม็ดแป้งยังรวมตัวกับอะไมโลสเกิดเป็น amylose-lipid complex ซึ่งเสริมความแข็งแรงของเม็ดแป้งทำให้เม็ดแป้งพองตัวได้ช้า (กล้านรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2543) โดยถั่วแดงมีไขมันร้อยละ 2.20 (อุษาพร ภูคัสมาส, 2561) ในขณะที่พริกเขียวและมันเทศสีม่วงมีไขมันเพียงร้อยละ 0.3 และร้อยละ 0.04 ตามลำดับ (Zaini *et al.*, 2011; วชิราพรรณ บุญญาพุทธิพงศ์, 2547) จึงทำให้ซิงตองกวนผสมผักสูตรที่ 1 มีความเหนียวมากกว่าสูตรอื่น (Table 3)

Table 3 Physical properties of pickled ginger paste with various vegetable

Treatment	Color			Hardness (g)	Cohesiveness	Gumminess (g)
	L*	a*	b*			
Red bean	53.44±1.22 ^b	3.60±0.14 ^b	17.22±0.87 ^b	12.84±3.17 ^c	0.67±0.10 ^b	8.89±1.05 ^a
Wax Gourd	55.77±1.07 ^a	3.42±0.21 ^c	20.34±0.25 ^a	24.51±4.16 ^a	0.63±0.15 ^b	6.74±1.33 ^b
Purple Potato	44.41±0.56 ^c	8.61±0.09 ^a	6.29±0.58 ^c	21.02±2.33 ^b	0.71±0.09 ^a	5.41±0.76 ^c

Note: Data are presented as means ± standard error

abc in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

คุณภาพทางด้านเคมีของซิงดองกวนผสมผักพบว่า ชนิดของผักมีผลต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและค่าความชื้นของซิงดองกวนผสมผักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เนื่องด้วยองค์ประกอบทางเคมีของถั่วแดง พริกเขียวและมันเทศสีม่วงมีความแตกต่างกัน โดยซิงดองกวนผสมผักที่ใช้มันเทศสีม่วงเป็นส่วนผสมให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้มีค่าสูงสุดเท่ากับ 20.22 เปอร์เซ็นต์บริกซ์ เนื่องจากในหัวมันเทศสดจะพบน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุคโทสเป็นหลัก (Lewthwaite *et al.*, 1997) และองค์ประกอบของมันเทศ สีม่วงมีแป้งร้อยละ 15-28 (กัญญารัตน์ สันคำคุณ และจิตติรัตน์ นันทะกุล, 2563) เมื่อให้ความร้อนในระหว่างการกวนแป้งจะถูกเปลี่ยนเป็นเดกซ์ทรินและมอลโทสโดยเอนไซม์แอลฟา-อะไมเลส (alpha-amylase) และบีตา-อะไมเลส

(beta-amylase) (Lewthwaite *et al.*, 1997) ในขณะที่ซิงดองกวนผสมผักที่ใช้พริกเขียวมีปริมาณความชื้นสูงร้อยละ 64.22 ทั้งนี้เป็นผลเนื่องมาจากเนื้อผลของพริกเขียวมีองค์ประกอบของน้ำสูงร้อยละ 93.80-96.80 (Singh *et al.*, 2024) ในขณะที่ถั่วแดงและมันเทศสีม่วงมีองค์ประกอบของน้ำร้อยละ 12 และ 60.13 ตามลำดับ (อุษาพร ภูคัสมาส, 2561; กล้านรงค์ ศรีรอต และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ, 2546) เมื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมของซิงดองกวนผสมผักทำให้น้ำที่อยู่ในเนื้อของพริกเขียวเกิดรวมกับส่วนประกอบอื่น ๆ ส่งผลให้ปริมาณความชื้นสูงกว่าซิงดองกวนผสมผักสูตรอื่น ๆ ในขณะที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณกรดทั้งหมดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) (Table 4)

Table 4 Chemical properties of pickled ginger paste with various vegetable

Treatment	Total soluble solid (%Brix)	pH ^{ns}	TA (as citric acid) ^{ns} (%)	Moisture (%)
Red bean	15.55±0.09 ^c	5.51±0.05	0.43±0.17	62.06±0.14 ^b
Wax Gourd	16.90±0.31 ^b	5.40±0.01	0.53±0.17	64.22±0.39 ^a
Purple Potato	20.22±0.10 ^a	5.55±0.01	0.43±0.17	61.35±0.15 ^c

Note: Data are presented as means ± standard error

ns is not significantly different ($p > 0.05$)

abc in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่า ค่าคะแนนความชอบด้านคุณลักษณะ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมของซิงดองกวนผสมผักในสูตรที่ 3 มีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุด เท่ากับ 7.61 7.55 7.17 และ 7.10 ตามลำดับ จากคะแนนเต็ม 9 คะแนน โดยมีความชอบอยู่ในระดับความชอบปานกลาง เนื่องจากซิงดองกวนผสมผักที่ได้มีสีม่วงออกแดงซึ่งเป็นสีของมันเทศสีม่วงประกอบกับความหวานของมันเทศสีม่วงมีผลให้ผู้บริโภคชอบสี รสชาติ และความชอบโดยรวมมากกว่าซิงดองกวนผสมผักสูตรที่ 1 และสูตรที่ 2 ผลจากการประเมินความชอบด้านเนื้อสัมผัสพบ

ว่า ผู้บริโภคยอมรับซิงดองกวนผสมผักสูตรที่ 3 สูงสุดเนื่องจากมีค่าความสามารถในการเกาะยึดสูงซึ่งเป็นสมบัติการยึดเกาะกันภายในเนื้ออาหาร (ภาราตร งามดี และคณะ, 2562) เป็นความรู้สึกชอบของผู้บริโภคในขณะเคี้ยว ขณะเดียวกันความชอบด้านกลิ่นพบว่าทุกสูตรไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) เนื่องจากซิงดองกวนผสมผักทั้ง 3 สูตรใช้ซิงดองในปริมาณร้อยละ 40 เท่ากัน ทั้งนี้เป็นเพราะกลิ่นของซิงมีสารที่ชื่อว่าจินเจอร์อล (Gingerol) สามารถเปลี่ยนเป็นสารโชกาออล (Shogaol) และซิงเจอโรน (Zingerone) เมื่อผ่านการให้ความร้อนจะได้กลิ่นของซิงเพิ่มมากขึ้น

(Spence, 2023) รวมถึงชิงตองกวนผสมผักทั้ง 3 สูตรใช้เผือกหอมเป็นส่วนผสม เมื่อผ่านการต้มสุกจะให้กลิ่นหอมเฉพาะตัวของเผือกหอม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2567) จึงทำให้กลิ่น

ชิงตองกวนผสมผักทั้ง 3 สูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 5)

Table 5 Sensory evaluation of pickled ginger paste with various vegetable(n=30)

Treatment	Average acceptance score of the sensory evaluation				
	Color	Odor ^{ns}	Taste	Texture	Overall
Red bean	6.59±1.12 ^b	6.41±1.32	5.38±2.34 ^b	6.90±1.42 ^b	5.69±1.98 ^b
Wax Gourd	6.31±1.37 ^c	6.38±1.32	5.62±2.03 ^b	6.72±1.41 ^c	5.72±1.93 ^b
Purple Potatoes	7.61±0.79 ^a	7.24±1.15	7.17±1.73 ^a	7.55±0.91 ^a	7.10±1.70 ^a

Note: Data are presented as means ± standard error

ns is not significantly different ($p>0.05$)

abcin the same column with different superscripts are significantly different ($p\leq0.05$)

จากการศึกษาชนิดของผักที่เหมาะสมจากการทดลองในข้อ 1 ได้เลือกชิงตองกวนผสมผักในสูตรที่ 3 ที่ใช้มันเทศสีม่วงเป็นส่วนผสมเพื่อนำไปศึกษาทดลองในข้อ 2 เนื่องจากชิงตองกวนผสมผักในสูตรที่ 3 มีผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านคุณลักษณะ สี รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมมีค่าคะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุด ประกอบกับการใช้มันเทศสีม่วงเป็นส่วนผสมทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีม่วงออกแดง เนื้อสัมผัสมีลักษณะนุ่มและมีการเกาะตัวกันดีซึ่งเป็นคุณลักษณะที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่ชอบ

2. สัดส่วนระหว่างชิงตองกับเผือกหอมผสมมันเทศสีม่วงที่เหมาะสมในการผลิตชิงตองกวนผสมผัก

ผลการศึกษาสัดส่วนระหว่างชิงตองกับเผือกหอมผสมมันเทศสีม่วงในการผลิตชิงตองกวนผสมผัก พบว่าสัดส่วนของชิงตองเพิ่มขึ้นส่งผลต่อค่า L^* และค่า b^* ของชิงตองกวนผสมผักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) การใช้ปริมาณชิงตองเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่า L^* และค่า b^* ของชิงตองกวนผสมผักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยมีค่า L^* ระหว่าง 41.11-46.85 และค่า b^* ระหว่าง 4.67-12.73 ตามลำดับ

ในขณะที่ค่า a^* ของชิงตองกวนผสมผักในทุกสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) โดยมีค่า a^* ระหว่าง 8.04-9.25 (Table 6) การใช้ปริมาณชิงตองเพิ่มขึ้นส่งผลให้ชิงตองกวนผสมผักมีค่าความสว่างและค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากชิงตองมีการนำมาแช่ในน้ำสะอาดเพื่อลดความเค็มอย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนนำมาใช้จึงส่งผลให้เนื้อชิงตองมีสีเหลืองซีด เมื่อนำมาใช้เป็นส่วนผสมในการผลิต โดยเพิ่มสัดส่วนของชิงตองมากขึ้นในขณะเดียวกันสัดส่วนของเผือกหอมผสมกับ มันเทศสีม่วงลดลงจะส่งผลให้สีของชิงตองกวนผสมผักที่ได้มีสีม่วงจางและมีความสว่างเพิ่มขึ้น (Figure 1)

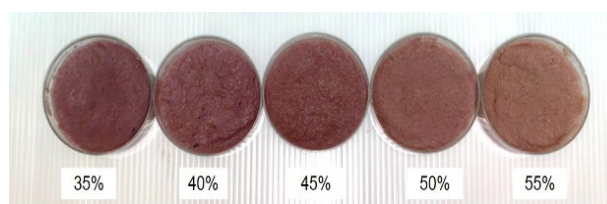


Figure 1 The percentage of pickled ginger used in pickled ginger paste product stirred with vegetable

ผลการวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัสของชิงตองกวนผสมผัก พบว่าปริมาณชิงตองที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าความแข็งและค่าความเหนียวของชิงตองกวนผสมผักมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ชิงตองกวนผสมผักที่ใช้ปริมาณชิงตองร้อยละ 35 มีค่าความแข็งและค่าความเหนียวสูงสุดเท่ากับ 22.41 g และ 16.03 g ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกันค่าความสามารถในการเกาะยึดของชิงตองกวนผสมผักในทุกสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงดัง Table 6 การเพิ่มปริมาณของชิงตองส่งผลให้ค่าความแข็งและค่าความเหนียวของชิงตองกวนผสมผักมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) ทั้งนี้เป็นผลมาจากใยอาหารในเผือกหอมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Alcantara *et al.* (2013) โดยพบว่าแป้งเผือกมีใยอาหาร ร้อยละ 3.10 เมื่อเพิ่มปริมาณแป้งเผือกในเส้นสปาเก็ตตี้มากขึ้นส่งผลให้เส้นสปาเก็ตตี้หลังจากต้มให้สุกมีค่าความเหนียวเพิ่มขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำที่อยู่ในแป้งเผือก โดยใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำประกอบด้วยเซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลส อาหารประเภทผักและผลไม้จะมีปริมาณเซลลูโลส มากถึงร้อยละ 20-50 มีองค์ประกอบคือโพลีเมอร์ของ β -D-glucose เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ B-1, 4-glucose bond เซลลูโลสจึงมีลักษณะจับกันเป็นเส้นใยอาหารหนาหยาบ ไม่ละลายน้ำ แต่สามารถดูดซับ

น้ำทำให้โมเลกุลเกิดการพองตัวได้ (Bittner *et al.*, 1982) นอกจากนี้ในเผือกยังมีกัมและมิวซิเลจ (Hong & Nip, 1990) ซึ่งสามารถรวมตัวกับน้ำได้สารละลายที่มีความข้นหนืดหรือเจล ส่งผลต่อความเหนียวของผลิตภัณฑ์ ในขณะที่ซิงสดทั้งซิงอ่อน ซิงกลาง และซิงแก่มีใยอาหารน้อยเพียงร้อยละ 0.15-0.29 (สิรินาฏ น้อยพิทักษ์ และอนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล, 2561) ดังนั้นการเพิ่มสัดส่วนของซิงต้องทำให้สัดส่วนของเผือกหอมในสูตรลดลงและส่งผลให้ใยอาหารในซิงต้องกวนผสมผักลดลงด้วย

คุณภาพทางด้านเคมีของซิงต้องกวนผสมผักพบว่า ปริมาณซิงต้องมีผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่าความชื้น มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ปริมาณซิงต้องเพิ่มขึ้นส่งผลให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดและค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของซิงต้องกวนผสมผักมีแนวโน้มลดลง ขณะที่ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่าความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น Table 7 เนื่องจากซิงต้องทั่วไปจะมี pH อยู่ในช่วง 3.25-3.75 (Chen *et al.*, 2023) ในขณะที่เผือกจะมี pH อยู่ในช่วง 5.98-6.16 (Boahemaa *et al.*, 2024) การเพิ่มสัดส่วนของซิงต้องมากขึ้นจึงส่งผลให้ pH ของซิงต้องกวนผสมผักมีแนวโน้มลดลง อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ได้นำซิงต้องมาแช่น้ำเป็นเวลา 2 ชั่วโมงและนำไปต้มให้สุกนาน 1 ชั่วโมง เพื่อลดความเค็มส่งผลให้เนื้อซิงต้องมีการดูดซับน้ำมากขึ้น เมื่อเพิ่มสัดส่วนของซิงต้องในสูตรจึงส่งผลให้ค่าความชื้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในขณะที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงเนื่องจากสัดส่วนของเผือกหอมผสมกับมันเทศสีม่วงลดลง ในส่วนของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้โดยคำนวณเป็นกรดซิตริก เนื่องจากมีการใช้กรดซิตริกในการดองซิง เมื่อเพิ่มปริมาณซิงต้องมากขึ้นส่งผลให้ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นด้วย

ผลการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ซิงต้องกวนผสมผักโดยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส จากการเตรียมขนมปังบรรจุไส้ซิงต้องกวนผสมผักให้ผู้บริโภคได้ทดสอบชิม (Figure 2 และ Table 8) พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านต่างๆ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวมมีแนวโน้มค่าคะแนนความชอบโดยเฉลี่ยลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณซิงต้องในซิงต้องกวนผสมผัก ปริมาณซิงต้องร้อยละ 35 และ 40 ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยมากที่สุด โดยความชอบด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบปานกลาง ส่วนความชอบด้านรสชาติอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย เมื่อเพิ่มซิงต้องในปริมาณร้อยละ 45-50 จะได้คะแนนความชอบเฉลี่ยในช่วงชอบเล็กน้อยถึงเฉยๆ และเมื่อเพิ่มซิงต้องในปริมาณร้อยละ 55 คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านรสชาติและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับไม่ชอบเลย ทั้งนี้บริษัทวังทองผลพืช จำกัด ต้องการนำซิงต้องมาใช้ในการผลิตซิงต้องกวนผสมผักให้ได้มากที่สุด ดังนั้นปริมาณซิงต้องร้อยละ 40 จึงเป็นปริมาณที่เหมาะสมและสอดคล้องกับความต้องการของผู้ประกอบการ

Table 6 Physical properties of pickled ginger paste product stirred with vegetable

Pickled ginger: Mixed taro and purple potato (w/w)	Color			Hardness (g)	Cohesiveness ^{ns}	Gumminess (g)
	L*	a* ^{ns}	b*			
35:45	41.11±0.04 ^e	8.04±2.27	4.67±0.13 ^e	22.41±1.73 ^a	0.74±0.10	16.03±1.29 ^a
40:40	43.06±0.05 ^d	9.04±0.03	5.52±0.19 ^d	10.63±2.02 ^b	0.80±0.02	11.57±3.23 ^b
45:35	45.09±0.06 ^c	9.06±0.03	7.99±0.03 ^c	10.99±2.29 ^b	0.78±0.03	6.35±0.64 ^c
50:30	46.02±0.09 ^b	9.18±0.07	9.52±0.14 ^b	10.50±3.52 ^b	0.73±0.07	5.07±1.31 ^c
55:25	46.85±0.04 ^a	9.25±0.03	12.73±0.13 ^a	8.72±0.51 ^b	0.76±0.05	2.91±0.63 ^d

Note: abcde in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

ns is not significantly different ($p > 0.05$)

Table 7 Chemical properties of pickled ginger paste product stirred with vegetable

Pickled ginger :Mixed taro and purple potato (w/w)	Total soluble solid(%Brix)	pH	TA (as citric acid) (%)	Moisture (%)
35:45	27.65±0.30 ^a	5.80±0.02 ^a	0.14±0.03 ^b	58.75±0.88 ^d
40:40	27.70±0.31 ^a	5.63±0.02 ^b	0.16±0.04 ^{ab}	62.94±0.68 ^c
45:35	25.20±0.27 ^b	5.51±0.07 ^c	0.17±0.03 ^a	64.13±0.22 ^b
50:30	24.60±0.33 ^c	5.42±0.02 ^d	0.19±0.00 ^a	64.63±0.35 ^b
55:25	23.85±0.37 ^d	5.39±0.02 ^d	0.19±0.04 ^a	67.27±1.49 ^a

Note: ^{abcd} in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 8 Sensory evaluation of pickled ginger paste product stirred with vegetable in bread filling (n=30)

Pickled ginger :Mixed taro and purple potato (w/w)	Average acceptance score of the sensory evaluation				
	Color	Odor	Taste	Texture	Overall
35:45	7.37±0.76 ^a	7.00±0.74 ^a	6.77±1.30 ^a	7.20±0.89 ^a	7.03±1.30 ^a
40:40	7.37±0.81 ^a	6.97±1.10 ^a	6.83±1.02 ^a	7.13±1.04 ^a	7.10±1.03 ^a
45:35	6.23±1.07 ^b	5.77±1.61 ^b	5.47±1.53 ^b	6.07±1.51 ^b	5.63±1.27 ^b
50:30	5.90±1.27 ^b	5.83±1.23 ^b	5.13±1.01 ^{bc}	5.73±1.41 ^{bc}	5.27±1.05 ^b
55:25	5.70±1.18 ^b	5.33±1.63 ^b	4.50±1.33 ^c	5.27±1.60 ^c	4.60±1.16 ^c

Note: ^{abcd} in the same column with different superscripts are significantly different ($p \leq 0.05$)

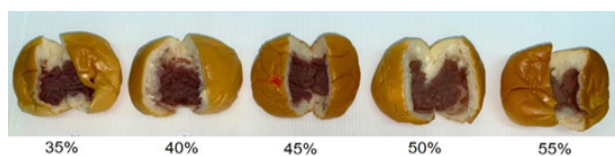


Figure 2 Pickled ginger paste product stirred with vegetable in bread filling

3. คุณภาพของผลิตภัณฑ์ซิงดองกวนผสมผักตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน (35/2558)

การวิเคราะห์คุณภาพซิงดองกวนผสมผักที่มีส่วนผสมของซิงดองร้อยละ 40 และเผือกหอมผสมมันเทศสีม่วงร้อยละ 40 พบว่ามีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี เท่ากับ 0.61 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และราไม่น้อยกว่า 10^2 cfu/g และไม่พบ *E. Coli* ในผลิตภัณฑ์ซิงดองกวนผสมผัก ตามข้อกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน (35/2558) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2558) ที่ระบุค่าวอเตอร์แอกทิวิตีต้องไม่เกิน 0.85 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 1×10^6 cfu/g ปริมาณยีสต์และร่าน้อยกว่า 1×10^3 cfu/g และ *E. Coli* น้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม ซึ่งโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีชี้บ่งในด้านสุขลักษณะของกระบวนการผลิตอาหาร และสามารถทำลายได้ด้วยความร้อนระดับการพาสเจอร์ไรซ์

(พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนานนท์, 2567ข) ซึ่งในกระบวนการผลิตซิงดองกวนผสมผักได้ใช้อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ประกอบกับในซิงดองมีสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ คือ สารประกอบฟีนอลิก (Otunola & Afolayan, 2013) ที่สามารถต้านเชื้อแบคทีเรียและต้านเชื้อราได้ (Spence, 2023; Chen *et al.*, 2023)

4. องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซิงดองกวนผสมผัก

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ซิงดองกวนผสมผักที่มีส่วนผสมของซิงดองร้อยละ 40 และเผือกหอมผสมมันเทศสีม่วงร้อยละ 40 พบว่ามีโปรตีน คาร์โบไฮเดรต ไขมัน และเส้นใย เท่ากับ 1.90 30.92 4.14 และ 15.17 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยของ เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และจักรวาล ภูเสม (2562) ที่พัฒนาไส้ขนมจากมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่พบว่าไส้ขนมปังที่ผลิตจากถั่วแดงมีโปรตีน เส้นใย ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรตเท่ากับ 9.86 4.67 10.06 และ 39.65 กรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ โดยซิงดองกวนผสมผักจะมีเส้นใยสูงกว่าไส้ขนมปังที่ผลิตจากถั่วแดงอาจเนื่องมาจากโครงสร้างของซิงดองมีเส้นใย (Spence, 2023) รวมถึงเส้นใยที่มาจากเผือกหอมและมันเทศสีม่วงที่เป็นส่วนผสมด้วยจึงช่วยเสริมเส้นใยได้มาก

ขึ้นและเนื่องจากเส้นใยมีคุณสมบัติที่ดีเชิงสุขภาพเส้นใยจะไม่ถูกย่อยและดูดซึมที่บริเวณกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กจะผ่านไปทีลำไส้ใหญ่เพื่อเป็นอาหารให้กับจุลินทรีย์โปรไบโอติกและส่งผลให้เกิดกระบวนการหมักเพื่อผลิตกรดไขมันสายสั้นซึ่งอาจช่วยลดความเสี่ยงของการเกิดโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่และเสริมภูมิให้กับร่างกาย (Dhingra *et al.*, 2012; เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และจักรวาล ภูเสม, 2562)

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

การใช้ชนิดของผักต่างกันส่งผลต่อค่า L^* a^* b^* และค่าเนื้อสัมผัสของซิงดองกวนผสมผัก โดยซิงดองกวนผสมผักที่ใช้ผักเขียวเป็นส่วนผสมจะมีความแข็งมากกว่าซิงดองกวนผสมผักที่ใช้มันเทศสีม่วงและถั่วแดง ในขณะที่ซิงดองกวนผสมผักที่ใช้มันเทศสีม่วงจะให้ค่าความสามารถในการเกาะยึดสูงกว่าผักเขียวและถั่วแดง ส่วนค่าความเหนียวพบว่าซิงดองกวนผสมผักที่ใช้ถั่วแดงจะให้ค่าความเหนียวสูงสุด การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสี รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของซิงดองกวนผสมผักที่ใช้มันเทศสีม่วงเป็นส่วนผสมมากที่สุด ในขณะที่ความชอบด้านกลิ่น ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบไม่แตกต่างกัน เมื่อนำซิงดองกวนผสมผักสูตรที่ใช้มันเทศสีม่วงไปศึกษาสัดส่วนระหว่างซิงดองกับเผือกหอมผสมกับมันเทศสีม่วง พบว่า การเพิ่มปริมาณซิงดองมีผลให้ซิงดองกวนผสมผักที่ได้มีค่า L^* และ b^* เพิ่มขึ้น สำหรับการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของซิงดองกวนผสมผักพบว่าการเพิ่มปริมาณซิงดองส่งผลให้ซิงดองกวนผสมผักมีค่าความแข็งและค่าความเหนียวลดลงสำหรับคุณภาพทางด้านเคมีพบว่าการเพิ่มปริมาณซิงดองส่งผลให้ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ลดลงในขณะที่ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้น การประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมของซิงดองกวนผสมผักที่ใช้ซิงดองร้อยละ 35 และ 40 มากที่สุด และคะแนนความชอบทุกด้านจะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณซิงดองมากกว่าร้อยละ 40 ผลิตภัณฑ์ซิงดองกวนผสมผักที่มีสัดส่วนระหว่างซิงดองร้อยละ 40 กับและเผือกหอมผสม มันเทศสีม่วงร้อยละ 40 มีความปลอดภัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนผักและผลไม้กวน (35/2558) การนำซิงดองมาใช้เป็นส่วนผสมในซิงดองกวนผสมผักได้มากถึงร้อยละ 40 นับว่าเป็นทางเลือกที่ดีให้กับผู้บริโภคเนื่องจากซิงดองกวนผสมผักจัดเป็น functional food ที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ คือสารประกอบฟีนอลิก และสอดคล้องกับความต้องการของผู้ประกอบการที่ต้องการนำซิงดองที่เหลือจากการตัดแต่งหลังดองที่ทาง

บริษัทไม่สามารถจำหน่ายให้กับลูกค้าได้มาใช้ในการผลิตซิงกวนให้ได้มากที่สุด

จากการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้มีข้อเสนอแนะเพิ่มเติมว่าควรศึกษาฤทธิ์ทางชีวภาพและปริมาณสารสำคัญในผลิตภัณฑ์ซิงดองกวนผสมผักเพิ่มจะช่วยเพิ่มคุณค่าของผลิตภัณฑ์ซิงดองกวนผสมผักสำหรับไส้ขนมปัง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากแผนงานพัฒนาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีและวิจัยของภาคเอกชนในพื้นที่ภายใต้การสนับสนุนตามกลไกอุทยานวิทยาศาสตร์ภาคเหนือและบริษัทวังทองผลพืช จำกัด จังหวัดพิษณุโลก

เอกสารอ้างอิง

- กัญญารัตน์ สินคำคุณ และจิตติรัตน์ นันทะกุล. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์ทาร์ตมันเทศสีม่วง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ. <https://research.rmutsb.ac.th/fullpaper/2562/research.rmutsb-2562-20200909094323598.pdf>
- กรมส่งเสริมการเกษตร. (2567). เผือกหอม. <https://esc.doae.go.th/wp-content/uploads/2015/02/taro.pdf>
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และเกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2543). เทคโนโลยีของแป้ง (พิมพ์ครั้งที่ 2). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กล้าณรงค์ ศรีรอด และ เกื้อกุล ปิยะจอมขวัญ. (2546). เทคโนโลยีของแป้ง (พิมพ์ครั้งที่ 3). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และจักรวาล ภูเสม. (2562). การพัฒนาไส้ขนมจากมันสำปะหลังในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร. https://repository.rmutp.ac.th/bitstream/handle/123456789/3251/HEC_63_05.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- จิรนาถ ทิพย์รักษา และสุภัทษร นุดวงแก้ว. (2552). พาสต้าเสริมเส้นใยจากแป้งถั่วแดงหลวง. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม, 4(1), 6-22.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนปนนท์. (2567ก). แอนโทไซยานิน. Food Network Solution. <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/word/1103/anthocyanin-แอนโทไซยานิน>
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนปนนท์. (2567ข). โคลิฟอร์ม. Food Network Solution. <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1127/coliform->

โคลิฟอร์ม

ภาราดร งามดี, อลิสร่า ศรีสุธรรม และอภิษฐา ทองมาก. (2562). ผลของการย่างและการลวกต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพ เนื้อสัมผัส และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ฟักทองย่าง พร้อมบริโภคจากฟักทองพันธุ์คางคกและพันธุ์ศรีเมือง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, 21(3), 152-165.

วชิราพรณ บุญญาพุทธิพงศ์. (2547). *การศึกษาสมบัติทางเคมีกายภาพของมันเทศ แป้งมันเทศและสตาร์ชมันเทศ*. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. https://www.esanpedia.oar.ubu.ac.th/e-research/sites/default/files/Wachiraporn_Boonyaputtipong2547.pdf

วทันยา ลิ้มปยยอม, ณัฏฐา เลหากุลจิตต์, ภรณ์ทิพย์ ดุษฎีลาวัฒน์ และเกษรา วามะศิริ. (2557). องค์ประกอบทางเคมีและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของน้ำมันหอมระเหยขิง. *วารสารวิจัยและพัฒนา มจร.*, 37(3), 297-312.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2558). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ผักและผลไม้กวน (มผช.35/2558)*. <http://www.tisi.go.th>

สุทธาทิพย์ สกุลพราหมณ์, กัญญา เมืองอยู่ และศรศรีวิเชียร. (2566). การทดสอบลักษณะการใช้งานเสมือนจริงของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มฟิลลิ่งและท็อปปิ้ง. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี. https://www.coop.rmutt.ac.th/?wpfb_dl=113

สุทธิณี สีสังข์. (2563). *คุณสมบัติของแป้งที่มีผลต่อการแปรรูปผลิตภัณฑ์ไส้ตัวน้ำ*. กรมประมง.

สิริการ หนูสิงห์ และบุศราภา ลีละวัฒน์. (2559). สมบัติทางรีโอโลยีและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของถั่วเขียว (Vigna radiate L) กวน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 24(2), 277-287.

สิรินาฏ น้อยพิทักษ์ และอนุพันธ์ เทอดวงศ์วรกุล. (2561). การจำแนกและทำนายความแก่ ปริมาณความชื้นและปริมาณเส้นใยของขิงสดด้วยสเปกโทรสโกปีอินฟราเรดย่านใกล้. *วารสารสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย*, 24(1), 58-65.

อุษาพร ภูตัสมาส. (2561). ถั่วแดงแหล่งโปรตีนจากพืช. *วารสารอาหาร*, 48(1), 59-62.

Alcantara, R. M., Hurtada, W. A., & Dizon, E. I. (2013). The nutritional value and phytochemical components of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) powder and its selected processed foods. *Nutrition and Food Sciences*, 3(3), 1000207. <http://doi.org/10.4172/2155->

9600.1000207

AOAC. (2000). *Official Method of Analysis of AOAC international* (17th ed.). The Association of Official Analytical Chemists.

Bittner, A. S., Burritt, E. A., Moser, J., & Street, J. C. (1982). Composition of dietary fiber: Neutral and acidic sugar composition of the alcohol insoluble residue from human foods. *Journal of Food Science*, 47(5), 1469–1471. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb04963.x>

Boahemaa, L. V., Dzandu, B., Amisah, J. G. N., Akonor, P. T., & Saalia, F. K. (2024). Physico-chemical and functional characterization of flour and starch of taro (*Colocasia esculenta*) for food applications. *Food and Humanity*, 2, 100245. <https://doi.org/10.1016/j.fooHum.2024.100245>

Chen, Y., Chen, L., Liu, L., Bi, X., & Liu, X. (2023). Characteristics of microbial communities in fermentation of pickled ginger and their correlation with its volatile flavors. *Food Bioscience*, 53, 102736. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.102736>

Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., & Patil, R. T. (2012). Dietary fibre in foods: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 49(3), 255–266. <https://doi.org/10.1007/s13197-011-0365-5>

Hong, G., & Nip, W. (1990). Functional properties of precooked taro flour in sorbets. *Food Chemistry*, 36(4), 261–270. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(90\)90065-C](https://doi.org/10.1016/0308-8146(90)90065-C)

Leal, P. F., Braga, M. E., Sato, D. N., Carvalho, J. E., Marques, M. O., & Meireles, M. A. (2003). Functional properties of spice extracts obtained via supercritical fluid extraction. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(9), 2520–2525. <https://doi.org/10.1021/jf0260693>

Lewthwaite, S. L., Sutton, K. H., & Triggs, C. M. (1997). Free sugar composition of sweetpotato cultivars after storage. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 25(1), 33–41. <https://doi.org/10.1080/01140671.1997.9513984>

Malipan, J. (2006). *Antiradical capacity and anti-microbial activity of extracts from ginger and its products* [Mas-

- ter's thesis, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang]. (In Thai)
- Otunola, G. A., & Afolayan, A. J. (2013). Evaluation of the polyphenolic contents and some antioxidant properties of aqueous extracts of Garlic, Ginger, Cayenne Pepper and their mixture. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 86, 66–70. <https://doi.org/10.5073/JABFQ.2013.086.010>
- Shivakumar, N. (2019). Biotechnology and crop improvement of Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). In *Ginger* (pp. 1–13). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.88574>
- Singh, S., Gohil, K. J., & Singh, M. P. (2024). Pharmacological update on Benincasa Hispida (Thunb.): A review. *Pharmacological Research - Modern Chinese Medicine*, 12, 100478. <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2024.100478>
- Spence, C. (2023). Ginger: The pungent spice. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 33, 100793. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2023.100793>
- U.S. Food and Drug Administration. (2001a). BAM Chapter 3: Aerobic Plate Count. In *Bacteriological Analytical Manual*. Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-3-aerobic-plate-count>
- U.S. Food and Drug Administration. (2001b). BAM Chapter 18: Yeasts, Molds and Mycotoxins. In *Bacteriological Analytical Manual*. Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-18-yeasts-molds-and-mycotoxins>
- U.S. Food and Drug Administration. (2002). BAM Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. In *Bacteriological Analytical Manual*. Retrieved from <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>
- Zaini, N. A. M., Anwar, F., Hamid, A. A., & Saari, N. (2011). Kundur [*Benincasa hispida* (Thunb.) Cogn.]: A potential source for valuable nutrients and functional foods. *Food Research International*, 44(7), 2368–2376. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.024>