

บทความวิจัย

การยืดอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมทอง (*Musa sapientum*) สุกบดพาสเจอไรซ์
สำหรับใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมShelf-life Extension of Pasteurized Mashed Ripe Gros Michel Bananas
(*Musa sapientum*) for Using as an Ingredient in Banana Cake Productsนภเกตน์ สายสมบัติ¹, ภัทราภรณ์ สุขขาว^{1,*}, อนันต์ บุญปาน¹Noppakate Saisombut¹, Pattraporn Sukkhown^{1,*}, Anan Boonpan¹

Received: July 11, 2023

Revised: February 1, 2024

Accepted: February 6, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้ศึกษาภาวะการเตรียมกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ที่เหมาะสม โดยศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ ชนิด และปริมาณของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล การศึกษาการผลิตเค้กกล้วยหอมจากกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ คุณสมบัติของเค้กกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ และศึกษาการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสุกบดพาสเจอไรซ์ ผลการทดลอง พบว่าสามารถเพิ่มการใช้ประโยชน์ด้วยการยืดอายุการเก็บรักษาโดยที่ยังคงคุณภาพกล้วยไว้ได้ใกล้เคียงกับกล้วยหอมสุกสด โดยการนำกล้วยหอมไปบด แล้วเติมกรดซิตริก ร้อยละ 2 บรรจุในบรรจุภัณฑ์สุญญากาศ จากนั้นนำไปพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 72 °C นาน 15 วินาที สามารถเก็บรักษาอุณหภูมิ 4 °C ได้นานถึง 1 เดือน พบว่า กล้วยหอมทองบดที่ได้มีค่าความสว่าง (L*) 72.55 ค่าสีแดง (a*) 2.06 และค่าสีเหลือง (b*) 28.94 จากการนำไปทำการทดลองทำเค้กกล้วยหอม พบว่า เค้กกล้วยหอมสูตรที่เติมกรดซิตริก ร้อยละ 2 ให้ค่าการเกาะติด (adhesiveness) และค่าความแข็ง (hardness) มากกว่า เค้กกล้วยหอมสูตรควบคุม จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกโดยใช้กระบวนการพาสเจอไรซ์ที่ร้อยละ 25 พบว่า ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ได้รับคะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ (6.18) สี (6.26) กลิ่นโดยรวม (5.94) กลิ่นกล้วยหอม (5.92) รสหวาน (5.98) เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) (5.96) และความชอบโดยรวม (6.00) อยู่ในระดับความชอบเล็กน้อย และผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์ที่ร้อยละ 94 ดังนั้นจากผลงานวิจัยนี้ มีความเป็นไปได้ที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่กล้วยหอมทองสุกในรูปแบบของกล้วยบดพาสเจอไรซ์ ซึ่งช่วยยืดอายุการเก็บรักษาและแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารอื่นๆ ก่อให้เกิดการใช้ประโยชน์ได้มากขึ้น เป็นการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน และนำมาซึ่งการพัฒนาเศรษฐกิจอย่างยั่งยืนของประเทศต่อไป

คำสำคัญ : การใช้ประโยชน์จากกล้วย กล้วยหอมทอง กล้วยหอมทองที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดทางการค้า ผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม

ABSTRACT

This research studied the appropriate conditions for preparing pasteurized mashed ripe Gros Michel bananas (banana puree). The two factors studied were the type and quantity of browning inhibitors. The production of banana cake from pasteurized ripe Gros Michel bananas, the properties of pasteurized ripe golden banana cake and the sensory evaluation of pasteurized ripe golden banana cake were studied. The results of the experiment found that it was possible to increase utilization by extending the shelf life while maintaining the quality of the bananas similar to fresh ripe Gros Michel bananas. The bananas were ground then added with 2% citric acid, packed in vacuum packaging, pasteurized with 15 second heating at 72 °C. It can be stored in the refrigerator at 4 °C for up to 1 month. The result of color showed that banana puree had L* at 72.55, a* at 2.06, and b* at 28.94. The utilization of the mashed banana to make banana cake showed that banana cake formulated with 2% citric acid had a higher adhesiveness and hardness value than that of banana cake (control formula). The results of sensory evaluation with a 9-point hedonic scale method of banana cake product substituted with 25% of mashed- ripe Gros Michel bananas using pasteurization were found that the product sample obtain the preference score of appearance (6.18), color (6.26), overall flavor (5.94), banana flavor (5.92), sweetness (5.98) texture (softness) (5.96), and overall liking (6.00) in the level of “like slightly” and 94% consumer acceptability. Therefore, it is possible to add value of the ripe Gros Michel bananas in the form of pasteurized puree which can extend its shelf-life and process into food products resulting in generating the community income, making more utilization and developing the sustainable economy of country in the future.

Keyword: utilization from banana, Gros Michel banana, non-standard quality Gros Michel banana, banana cake product

*Corresponding author e-mail: pattrapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

บทนำ

ปัจจุบันความต้องการกล้วยหอมทองเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ รับประทานง่าย รับประทานได้ทุกเพศทุกวัย และราคาไม่แพง เป็นที่นิยมของผู้บริโภคทั้งไทย และต่างประเทศ กล้วยหอมทองจึงเป็นพืชผลทางการเกษตรที่มีการเติบโตสูง โดยเฉพาะกล้วยหอมพันธุ์หอมทอง *Musa acuminate* AAA Group ‘Gross Michel’ เป็นหนึ่งในผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ทำให้ผู้ประกอบการมาลงทุนปลูกและขยายพื้นที่ เพื่อเพิ่มผลผลิตเข้าสนองต่อความต้องการของตลาดทั้งไทย และต่างประเทศ โดยเฉพาะตลาดประเทศญี่ปุ่นที่มีความต้องการผลผลิตกล้วยหอมทองในปริมาณมาก ในจังหวัดสุราษฎร์ธานี มีพื้นที่เพาะปลูก จำนวน 3,041 ไร่ ส่วนใหญ่อยู่ในอำเภอพนม โดยมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 16,900 บาทต่อไร่ (เริ่มให้ผลผลิตในเดือนสิงหาคม จนถึงเดือนตุลาคมของทุกปี และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ประมาณ 2 ปี) ระยะเวลาเก็บเกี่ยว สามารถเก็บผลผลิตได้ตลอดทั้งปี ให้ผลผลิตเฉลี่ย 3,600 กิโลกรัมต่อไร่ คิดเป็นผลตอบแทนกำไรสุทธิอยู่ที่ 28,100 บาทต่อไร่ (ณ ราคาที่เกษตรกรขายได้ 12.50 บาทต่อกิโลกรัม) ด้านการจำหน่ายผลผลิต สหกรณ์การเกษตรบ้านนาสาร จำกัด เป็นผู้รวบรวมผลผลิตแล้วส่งผ่าน บริษัท แพน แปซิฟิค ฟู้ด คอร์ปอเรชั่น จำกัด เพื่อส่งต่อไปยังประเทศญี่ปุ่น ประมาณ 1,500 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ส่วนการส่งขายในประเทศทางหุ้นส่วนจำกัด แก้วมีณา เป็นผู้รวบรวมผลผลิตส่งให้กับร้านสะดวกซื้อเซเว่นอีเลฟเว่น แต่เนื่องจากเกษตรกรส่วนใหญ่จะปลูกกล้วยหอมทองเป็นพืชแซม ทำให้มีปริมาณผลผลิตไม่แน่นอน รวมถึงในบางพื้นที่ประสบปัญหาขาดแคลนแหล่งน้ำ และประสบภัยธรรมชาติ ส่งผลต่อคุณภาพและปริมาณของกล้วยหอมทองมีคุณภาพไม่เป็นไปตามเกรดมาตรฐานของตลาดที่กำหนดไว้ [1] คือ กล้วยหอมทองมีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินค่ามาตรฐานกำหนด มีผิวเปลือกที่ไม่สวย และน้ำหนักต่ำกว่า 1.8 กิโลกรัม/หวี [2] นอกจากนี้สหกรณ์ยังประสบปัญหาเช่นเดียวกัน คือ เมื่อถึงเวลาต้องรีบเก็บผลผลิต

เพื่อไม่ให้สุกคาต้น โดยเฉพาะในช่วงปลายฝนต้นหนาว กล้วยหอมทองบริเวณจังหวัดเพชรบุรีจะสุกเร็วมาก ทำให้มีปัญหาตามมา คือ การรับภาระผลผลิตกล้วยหอมทองตกเกรดมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น ปัจจุบันสหกรณ์ผู้ปลูกกล้วยหอมทองกว่า 10 แห่ง ประสบปัญหาด้านราคา และเมื่อปลูกแล้วไม่มีตลาดหรือหาตลาดไม่ได้ เพราะปลูกไม่ได้คุณภาพตรงตามเกรดมาตรฐานเพื่อการส่งออกที่ตั้งไว้ ดังนั้นสหกรณ์การเกษตร ขอความร่วมมือไปยังสหกรณ์บ้านลาด และสหกรณ์ท่าสาย จังหวัดเพชรบุรี ที่ส่งออกกล้วยหอมไปตลาดญี่ปุ่นเป็นหลัก เข้ามาช่วยเหลือถ่ายทอดความรู้เบื้องต้น เพื่อให้สามารถปลูกกล้วยได้ตามมาตรฐานที่ตลาดส่งออกต้องการได้ในอนาคต ปัจจุบันเกษตรกรแต่ละรายมีต้นทุนการผลิตเฉลี่ย 11 บาทต่อกิโลกรัม ราคากล้วยหอมทองส่งออกที่เกษตรกรขายได้เฉลี่ย 22 บาทต่อกิโลกรัม ทำให้เกษตรกรมีกำไรสุทธิอยู่ระหว่าง 30,000 - 40,000 บาทต่อไร่ [3]

กล้วยหอมมีสารต้านอนุมูลอิสระสูง โดยพบสารโตนามินในเปลือกและเนื้อผลของกล้วยหอมเขียวที่ระยะสุกต่าง ๆ โดยในเปลือกมีปริมาณสารโตนามินสูงที่สุดในระยะที่ 1-3 (ผลสีเขียวเข้ม-สีเขียวออกเหลือง) และในเนื้อพบปริมาณสารโตนามินสูงที่สุดในระยะสุกที่ 4-6 (ผลสีเหลืองอมเขียว-เหลืองทั้งผล) [4] ผลกล้วยมีการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพและเคมีชัดเจนในระหว่างการสุกการเปลี่ยนแปลงมีความแตกต่างกันไป ขึ้นกับสายพันธุ์ อุณหภูมิ และระยะเวลาเก็บรักษาเมื่อศึกษาการเก็บรักษาผลกล้วยทั้งหวีที่ 14 องศาเซลเซียส สามารถชะลอกระบวนการชีวเคมีได้อย่างดีกว่าเก็บที่ 25 องศาเซลเซียส ปัจจัยเหล่านี้อาจจะส่งผลถึงคุณภาพของเนื้อกล้วยด้วยเช่นกัน การส่งออกในรูปผลกล้วยหอมทองสด แต่ในบางฤดูนั้นมีปริมาณผลผลิตมากเกินความต้องการของตลาด มีจำนวนไม่น้อยที่ไม่ได้มาตรฐาน และถูกคัดทิ้งแม้คุณภาพของเนื้อกล้วยหอมทองสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ แนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าของกล้วยหอมที่สุกเกินรับประทานสด เนื่องจากกล้วยหอมสุกมีปริมาณน้ำตาลสูง คือ นำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อื่น [5] ได้แก่ กล้วยอบแห้ง กล้วย

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

หอมผง และกล้วยแปรรูปบรรจุกระป๋อง และเค้กกล้วยหอม กล้วยหอมทองแช่เยือกแข็ง การผลิตผลิตภัณฑ์กล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ เป็นต้น วัตถุประสงค์หนึ่งที่สำคัญต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากกล้วยให้มีคุณภาพสูงคือ กล้วยหอมแปรรูป แต่ปัญหาสำคัญ คือ การเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาทางเอนไซม์ในระหว่างกระบวนการผลิต ส่งผลโดยตรงต่อการรับรู้ทางประสาทสัมผัส และการยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจากมีเอนไซม์ที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพขององค์ประกอบทางเคมี และคุณภาพทางกายภาพโดยเฉพาะคุณภาพด้านสี เอนไซม์ที่ส่งผลต่อการการเสื่อมเสียของกล้วย ได้แก่ peroxidase (POD) และ polyphenol oxidase (PPO) [6] ในขณะที่การเกิดสีน้ำตาลคล้ำของเนื้อกล้วยหอม มีสาเหตุหลักมาจากปฏิกิริยาการออกซิไดซ์ (oxidation reaction) สารประกอบฟีนอลไปเป็น o-quinone และเกิดพอลิเมอร์ (polymerized) ต่อจนได้สารเชิงซ้อนสีน้ำตาล โดยมี PPO เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ปฏิกิริยานี้นอกจากจะทำให้เนื้อกล้วยหอมมีสีเข้มขึ้นแล้วยังทำให้เกิดกลิ่นรสผิดปกติได้ และส่งผลเสียต่อคุณค่าทางอาหาร ทั้งนี้ปัจจัยสำคัญที่เป็นตัวกำหนดอัตราการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาทางเอนไซม์ของเนื้อกล้วยหอม คือ สมบัติเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพของสารประกอบฟีนอล และ PPO ที่มีอยู่ในผัก และผลไม้ รวมทั้งค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ออกซิเจน และอุณหภูมิด้วย [7] ดังนั้นการป้องกันการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาของ PPO สามารถทำได้โดยขัดขวางหรือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์กำจัดหรือเปลี่ยนซับสเตรต กำจัดหรือลดปริมาณออกซิเจน หรือเติมสารที่มีผลต่อทั้งเอนไซม์และซับสเตรต เป็นต้น การศึกษาสารที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้ง PPO จากกล้วย *Musa sapientum* L. พบว่า ซีสเตอีน กรดแอสคอร์บิก กรด ซิตริก และกรดอะซีติก มีประสิทธิภาพในการยับยั้งกิจกรรมของ PPO ได้ดี กรดแอสคอร์บิกจึงถูกนำมาใช้บ่อยที่สุด สำหรับการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหาร Yang et al. (2000) [7] การปรับลดค่า pH ของระบบให้มีค่า pH ไม่เกิน 4 ด้วยกรดต่างๆ เช่น กรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และกรดอะซีติก สามารถควบคุมการเกิดสีน้ำตาลของ

น้ำผลไม้ และชิ้นผลไม้ได้ อย่างไรก็ตามการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในปริมาณที่มากหรือน้อยเกินไป อาจส่งผลให้เนื้อกล้วยหอมบดที่ได้มีกลิ่นรสผิดปกติจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค หรือไม่สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ได้ตลอดอายุการเก็บรักษา

กระบวนการผลิตพาสเจอร์ไรซ์ โดยการใช้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส เพื่อยืดอายุของผลิตภัณฑ์อาหารให้นานหลายวัน วิธีนี้สามารถใช้ในการถนอมอาหารได้โดยการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ และทำลายจุลินทรีย์ที่มีความทนทานต่อความร้อนต่ำ เช่น แบคทีเรียที่ไม่สร้างสปอร์ ยีสต์ และรา และจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงด้านประสาทสัมผัสและคุณค่าของอาหารน้อยที่สุด [8] ควบคู่ไปกับการปรับกรดอาหาร (acidification) ด้วยกรดอินทรีย์ ได้แก่ กรดซิตริก (citric acid) หรือกรดอะซีติก (acetic acid) ด้วยการเติมกรด การผสมกับอาหารหรือการลวก (blanching) อาหารในสารละลายกรด โดยอาหารปรับกรด สามารถทำให้ปลอดเชื้อทางการค้า (commercial sterilization) โดยใช้การพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส [9] นอกจากนี้การใช้ความร้อนสามารถยับยั้งการทำงานของ PPO ได้ เนื่องจากความร้อนจะทำให้ PPO ซึ่งเป็นโปรตีนเกิดการเสียสภาพจนไม่สามารถเร่งปฏิกิริยาได้ ทำให้กิจกรรมของ PPO ที่อยู่ภายในเซลล์จะสูญเสียไปมากกว่าร้อยละ 50 เมื่ออยู่ในสภาวะที่มีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที [7] ดังนั้นการเตรียมกล้วยหอมในงานวิจัยนี้ ในขั้นตอนจึงมีการนำกล้วยหอมทองสุกทั้งเปลือกใน มาให้ความร้อนโดยการนึ่งผ่านไอน้ำเดือด กำหนดให้ระยะเวลาในการให้ความร้อน 5 นาที เมื่อจุดกึ่งกลางของผลกล้วยหอม มีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส จากนั้นทำให้เย็นลงโดยแช่ในอ่างน้ำแข็งจนกล้วยมีอุณหภูมิใจกลางต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส เพื่อยับยั้งการทำงานของ PPO จากงานวิจัยของ Thaiphonit and Anprung (2014) [6] ศึกษาการให้ความร้อนด้วยไอน้ำเดือดกับผลกล้วยหอมทั้งผลจนมีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส นาน 3 นาที ร่วมกับการเติมกรดซิตริกหรือกรดแอสคอร์บิกตั้งแต่อ้อยละ 1.50 ถึง 3.00 โดยน้ำหนัก หรือการให้ความร้อนนาน 5 นาที ร่วมกับการเติมกรดซิตริกหรือร้อยละ 2.00 ถึง 3.00 หรือกรดแอสคอร์บิก

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

ตั้งแต่ร้อยละ 0.50 ถึง 3.00 โดยน้ำหนัก สามารถป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เนื้อกล้วยหอมตีปั่นพาสเจอไรซ์ได้อย่างสมบูรณ์ แต่มีเพียงการให้ความร้อนนาน 5 นาที ร่วมกับการเติมกรดแอสคอร์บิก ร้อยละ 0.50 โดยน้ำหนัก เท่านั้นที่ไม่ส่งผลต่อรสชาติของเนื้อกล้วยหอมตีปั่นพาสเจอไรซ์ และมีคะแนนความชอบ ความหวาน ความเปรี้ยว และความชอบโดยรวมดีที่สุด นอกจากนี้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับอัตราส่วนของกล้วยหอมทองสุกสดในการผลิตผลิตภัณฑ์เบเกอรี่ โดยจากงานวิจัยของ Homhua et al. (2019) [10] ทำการศึกษาอัตราส่วนของกล้วยหอมทองสุกสดในการผลิตผลิตภัณฑ์แพนเค้ก โดยการคิดจากอัตราส่วนของกล้วยหอมทองสุกสดจากน้ำหนักสุทธิของแป้ง คือ ร้อยละ 25, ร้อยละ 50 และ ร้อยละ 75 พบว่า ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่มีส่วนผสมของกล้วยหอมทองสุกสด ร้อยละ 50 จากน้ำหนักสุทธิของแป้ง ได้รับความพึงพอใจมากที่สุด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาสภาวะการเตรียมกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ที่เหมาะสม และประยุกต์ใช้ผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมโดยศึกษาอัตราส่วนของกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ แต่อย่างไรก็ตามยังไม่พบการศึกษาการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลโดยใช้สารผสม 2 ชนิด เพื่อเสริมประสิทธิภาพร่วมกัน เช่น การใช้กรดซิตริกร่วมกับกลีเซอรอล เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยเรื่องการยืดอายุการเก็บรักษาของกล้วยหอมทอง (*Musa sapientum*) สุกบดพาสเจอไรซ์ เพื่อใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมนี้มีการศึกษารวดเร็วกว่ากับกลีเซอรอล และศึกษาผลของระดับการใช้กล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ทดแทนกล้วยหอมทองสุกสดในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม ทำให้ทราบผลของการประยุกต์ใช้ จึงได้ข้อมูลผลการวิจัยที่กว้างขึ้น อันนำไปสู่การพัฒนาเค้กกล้วยหอมทองที่มีคุณภาพ และสามารถตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้สูงสุด ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะการเตรียมกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ที่เหมาะสม รวมถึงการศึกษาปริมาณการใช้กล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์แทนกล้วยหอมสดในการผลิตเค้กกล้วยหอมที่เหมาะสม และการทดสอบความชอบและการยอมรับของผู้บริโภคกลุ่ม เป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสุกบดพาสเจอไรซ์

วัสดุ อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาสภาวะการเตรียมกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ที่เหมาะสม

ผู้วิจัยศึกษาวิจัยโดยเลือกใช้กล้วยหอม พันธุ์หอมทอง จากกลุ่มธุรกิจสหกรณ์เกษตรบ้านลาด จำกัด จังหวัดเพชรบุรีที่ยังไม่ปอกเปลือก โดยเลือกกล้วยหอมที่สุกระดับที่ 1 (เปลือกมีสีเขียว และผลมีความแข็ง) ทั้งนี้เป็นกล้วยหอมที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามข้อกำหนดมีลักษณะผลมีรอยขีด ผิวมีลักษณะถูกแดดเผา และหัวมีขนาดผลต่างกันจากนั้นนำมาตัดแบ่งผล แล้วนำมาบ่มให้สุกในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดที่อุณหภูมิห้อง เมื่อกล้วยสุกถึงระยะที่ 7 (เปลือกกล้วยมีสีเหลือง และเริ่มมีจุดสีน้ำตาล กล้วยระยะนี้จัดว่าเป็นกล้วยที่สุกเต็มที่) [11] ใช้ระยะเวลาการบ่มนาน 1 สัปดาห์

โดยมีปัจจัยที่ต้องการศึกษา 3 ปัจจัย คือ ชนิดสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ใช้โดยวิธีการดังต่อไปนี้

1.1 นำกล้วยหอมทองสุกทั้งเปลือกในข้อที่ 1 มาให้ความร้อนโดยการนึ่งผ่านไอน้ำเดือด กำหนดให้ระยะเวลาในการให้ความร้อน 5 นาที เมื่อจุดกึ่งกลางของผลกล้วยหอม มีอุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส จากนั้นทำให้เย็นลงโดยแช่ในอ่างน้ำแข็งจนกล้วยมีอุณหภูมิใจกลางต่ำกว่า 10 องศาเซลเซียส [6]

1.2 ปอกเปลือก และแช่โพแทสเซียมเมแทไบซัลไฟต์ (KMS: Potassium Metabisulfite) เพื่อรักษาคุณภาพความสดใหม่ป้องกันการเปลี่ยนสีของกล้วยที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.5 เป็นเวลา 30 นาที และผึ่งให้แห้ง ตัดแปลงจาก Thaiphonit and Anprung (2015) [6]

1.3 ชั่งน้ำหนักเนื้อกล้วยในข้อ 1.2 จำนวน 300 กรัม เติมน้ำกลั่นที่ผ่านการต้มไอล่าอากาศปริมาตร 100 กรัม และสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในแต่ละสิ่งทดลองตาม Table 1 ซึ่งชนิดของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลที่ศึกษา มี 3 ชนิด ได้แก่ กรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) กรดซิตริก (citric acid) และกลีเซอรอล (glycerol) โดยแปรระดับการเติมสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณการใช้สารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลมีผลต่อคุณภาพของ กล้วยหอมทองสุกบด (banana puree) จึงต้องเลือก

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

ปริมาณการใช้สารที่เหมาะสม สิ่งทดลองแสดงดัง Table 1 แล้วนำส่วนผสมทั้งหมดมาบดด้วยด้วยเครื่องบดอาหาร (food processor) รุ่น Multipro compact FDP302SI

ยี่ห้อ Kenwood ประเทศอังกฤษ จนผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ใช้เวลา 5 นาที

Table 1 Types and amounts of browning inhibitors

Ingredients	Treatment 1 (Control) (grams)	Treatment 2 (grams)	Treatment 3 (grams)	Treatment 4 (grams)
Ripe Gros Michel Banana puree	300	300	300	300
RO water	100	100	100	100
Ascorbic acid	-	2	-	4
Citric acid	-	-	8	4
Glycerol	-	-	-	4

1.4 ทำการพาสเจอไรซ์ กล้วยหอมทองสุกบดโดยบรรจุลงในถุง Retort Pouch ตัวอย่างละ 400 กรัม ใช้หม้อนึ่งฆ่าเชื้อแบบพาสเจอไรซ์ด้วยวิธีการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิสูงเวลาสั้น (HTST: High Temperature - Short Time) ที่ระดับอุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที หรือจนกว่าอุณหภูมิใจกลาง 72 องศาเซลเซียส จากนั้นนำไปเก็บรักษาในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ตัดแปลงจาก [12]

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเนื้อกล้วยหอมทองสุกเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning reaction) ของผลิตภัณฑ์กล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ โดยศึกษาชนิดและปริมาณสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 1 (T1) คือ ตัวอย่างควบคุม, **สิ่งทดลองที่ 2 (T2)** คือ กรดแอสคอร์บิก, **สิ่งทดลองที่ 3 (T3)** คือ กรดซิตริก และ**สิ่งทดลองที่ 4 (T4)** คือ ส่วนผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และกลีเซอรอล เป็นต้น โดยทำการเก็บรักษาทุกสิ่งทดลองที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 2, 8, 14 และ 30 วัน ตามลำดับ จากนั้นทำการศึกษาอายุการเก็บรักษากล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์เป็นระยะเวลานาน 4 สัปดาห์ ด้วยการวิเคราะห์ค่าคุณภาพต่างๆ ของผลิตภัณฑ์กล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ ได้แก่ คุณภาพกายภาพ เคมี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ทั้งนี้ก่อนนำกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ไปวัดค่าสี โดยจะต้องวางผลิตภัณฑ์กล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ ไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อนรอ จนกระทั่งคลายความเย็น โดยมีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส คุณภาพที่ศึกษามีดังนี้

การวัดค่าสี: วัดค่าสี (L^*, a^*, b^*) ด้วยเครื่องวัดสี รุ่น CQXE.USVIS.US-PRO ยี่ห้อ Easy Math QC ประเทศสหรัฐอเมริกา ด้วย Mode # 5 คือ Mode type RSEX- Reflectance Specular excluded ขนาด Area view 0.780 inches และ UV Filter แบบ Nominal โดยเตรียมตัวอย่างใส่ช่องพลาสติกใสและวางตัวอย่างปิดบริเวณ Area view 0.780 inches ตามวิธีการของ Davis et al. (2003) [13]

ระบบสี CLE (L^*, a^*, b^*) ประกอบด้วยแปรสี 3 ค่า คือ L^* , a^* และ b^* ซึ่งมีความหมายดังนี้

ค่า L^* คือ ค่าความสว่างของสี ซึ่งค่า 0 หมายถึง สีดำ 100 หมายถึง สีขาว

ค่า a^* คือ ค่าความเป็นสีเขียวและสีแดง ค่าบวก หมายถึง สีแดง และค่าลบ หมายถึง สีเขียว

ค่า b^* คือ ค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ค่าบวก หมายถึงสีเหลือง และค่าลบหมายถึงสีน้ำเงิน

ร้อยละการเกิดซินเนอริซิส (Syneresis): โดยการชั่งตัวอย่างกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ 5 กรัม นำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3,000 rpm นาน 30 นาที แล้วนำน้ำที่แยกออกมาจากกล้วยเหี่ยวไปชั่ง

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

น้ำหนัก เพื่อคำนวณหาร้อยละการเกิดซินเนอริซิส ตามวิธีการของ Saraboot et al. (2018) [14] จากสมการ

$$\% \text{ Syneresis} = (W_e/W_g) \times 100$$

เมื่อ W_e = น้ำหนักของน้ำที่แยกได้ (กรัม)

W_g = น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)

ทำการคัดเลือกสิ่งทดลองจากสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเนื้อกล้วยหอมทองสุกเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (browning reaction) เพียงสิ่งทดลองเดียวเพื่อใช้ในการศึกษาในข้อ 2 ต่อไป

2. การศึกษาสูตรมาตรฐานผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมจากกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ และคุณสมบัติของเค้กกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์

ในขั้นตอนนี้จะทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานของเค้กกล้วยหอมทองที่ผลิตจากกล้วยหอมทองสด จำนวน 3 สูตร ดัง Table 2 ด้วยการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์เค้ก

กล้วยหอม ใช้ผู้ทดสอบกลุ่มเป้าหมายในระดับห้องปฏิบัติการที่ไม่ผ่านการฝึกฝน (ผู้บริโภคที่รับประทานผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม อายุ 18–60 ปี) จำนวน 50 คน ทำการทดสอบชิม 2 ซ้ำ การทดลองประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม กลิ่นกล้วยหอม รสหวาน เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม แล้วคัดเลือกสูตรที่มีคะแนนความชอบในด้านต่างๆ มากที่สุดมาทำการพัฒนาต่อ

จาก Table 2 ศึกษาสูตรมาตรฐานที่เหมาะสมกับการผลิตเค้กกล้วยหอม โดยนำกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์จากสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการคัดเลือกไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์โดยวางผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ ไว้ที่อุณหภูมิห้องก่อน ร่อนจนกระทั่งคลายความเย็นให้มีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นผลิตผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมทอง ดังนี้

Table 2 Ingredients and quantities for 3 banana cake recipes to make a basic formula.

Ingredients	Prototype banana cake		
	Recipe 1 (%)	Recipe 2 (%)	Recipe 3 (%)
Ripe Gros Michel Banana puree	18.83	20.36	24.81
Wheat flour (All purpose flour)	16.95	0.00	0.00
Cake flour	0.00	20.36	22.33
Icing sugar	16.95	23.07	17.37
Palm sugar	0.00	0.00	3.72
Rice oil	16.01	0.00	8.06
Unsalted butter	0.00	6.79	0.00
Margarine	0.00	5.43	0.00
Pasteurized milk	9.42	0.00	6.20
Condensed milk (Unsweetened)	0.00	8.48	0.00
Lime juice	0.47	1.02	0.00
Egg	20.24	14.08	15.38
Baking soda	0.28	0.17	0.31
Baking powder	0.19	0.14	0.81
Salt	0.19	0.10	0.19
Vanilla flavor	0.47	0.00	0.81

Source: Recipe 1 modified from Kongpan [15], Recipe 2 modified from Bakery society [16] and Recipe 3 modified from MaeBan [17]

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

เมื่อชั่งส่วนผสม ดัง Table 2 แล้วพิจารณาปริมาณกล้วยหอมทองสุกบดโดยน้ำหนักแบ่ง (คิดเทียบให้น้ำหนักแบ่งเท่ากับ ร้อยละ 100) พบว่าในสูตรที่ 1 มีปริมาณกล้วยหอมทองสุกบด เท่ากับร้อยละ 111.22 สูตรที่ 2 เท่ากับร้อยละ 100.00 และสูตรที่ 3 เท่ากับร้อยละ 111.10 จากนั้นบดกล้วยหอมพักไว้ ทำส่วนผสมบัตเตอร์มิว โดยผสมนมสดกับมะนาว พักไว้ 10-15 นาที ร่อนแป้ง ผงฟู และเบคกิ้งโซดา พักไว้ ตีไข่ด้วยหัวตระกร้อให้ขึ้นฟู ค่อย ๆ ใส่น้ำตาลจนหมด ตีจนส่วนผสมเป็นเนื้อครีม ใส่กล้วยบด ใส่น้ำมันพืช ตามด้วยไข่แบ่งสลับกับส่วนผสมนมกับมะนาวที่พักไว้ โดยเริ่มใส่ที่แบ่งและสิ้นสุดที่ไข่แบ่ง และใส่กลิ่นวานิลลาหรือกลิ่นกล้วยตากส่วนผสมใส่พิมพ์ อบที่อุณหภูมิ 175 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 นาที จนกระทั่งขนมสุกเป็นสีเหลืองทองและนำผลิตภัณฑ์ในแต่ละสูตรที่ได้ไปทำการทดสอบคุณภาพทางกายภาพ และการวัดค่าทางประสาทสัมผัส โดยมีรายละเอียดดังนี้

3. การทดแทนกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม และการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสุกบดพาสเจอร์ไรซ์

ทำการศึกษาการใช้กล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ทดแทนกล้วยหอมสุกบดในสูตรมาตรฐาน โดยมีสัดส่วนการทดแทน ดังนี้

สิ่งทดลองที่ 4 ผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดพาสเจอร์ไรซ์ ที่ร้อยละ 0 (สูตรพื้นฐาน)

สิ่งทดลองที่ 5 ผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดพาสเจอร์ไรซ์ ที่ร้อยละ 25

สิ่งทดลองที่ 6 ผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดพาสเจอร์ไรซ์ ที่ร้อยละ 50

สิ่งทดลองที่ 7 ผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดพาสเจอร์ไรซ์ ที่ร้อยละ 75

สิ่งทดลองที่ 8 ผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดพาสเจอร์ไรซ์ ที่ร้อยละ 100

จากนั้นทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อระดับการทดแทนกล้วยหอมทองสดด้วยกล้วยหอมสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ รวมถึงการเลือกซื้อของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ โดยกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย คือ กลุ่มตัวอย่างผู้บริโภคที่รับประทานผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม อายุ 18-60 ปี จำนวน 100 คน โดยใช้วิธี Central Location Test (CLT) ระยะเวลาในการทดสอบ จำนวน 1 วัน เพื่อทดสอบความชอบและการยอมรับผลิตภัณฑ์และการซื้อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม

4. การศึกษาคุณสมบัติของเค้กกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์

ในขั้นตอนนี้เป็นศึกษาการใช้กล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ทดแทนกล้วยหอมสุกบดในการผลิตเค้กกล้วยหอม แปรระดับปัจจัยที่ศึกษาได้แก่ กล้วยหอมทองสดบด และกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการผลิตซึ่งเป็นสิ่งทดลอง D30T3 (สิ่งทดลองที่ใช้กรดซิตริกเป็นสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาล เก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลาการเก็บรักษานาน 30 วัน) โดยสูตรที่ได้คะแนนความชอบของผู้บริโภคสูงสุดจากข้อ 3 คือ สูตรที่ทดแทนกล้วยหอมทองสดด้วยกล้วยหอมทองบดพาสเจอร์ไรซ์ ที่ระดับร้อยละ 25 จึงนำเค้กกล้วยหอมสูตรดังกล่าวมาวัดค่าคุณภาพทางกายภาพและทางเคมีเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมโดยวัดค่าคุณภาพทางด้านต่างๆ ดังต่อไปนี้

4.1 การวัดค่าคุณภาพทางกายภาพ

ค่าสี: วัดค่าสีในระบบ CIE Lab (L^* , a^* , b^*) รุ่น CQXE.USVIS.US-PRO ยี่ห้อ Easy Math QC ประเทศสหรัฐอเมริกา โดย L^* คือ ค่าความสว่างของสี ตั้งแต่ 0-100 (0 = สว่าง, 100 = สีดำน) ค่า a^* คือ ค่าความเป็นสีแดง-สีเขียว และค่า b^* คือ ค่าความเป็นสีเหลือง-สีน้ำเงิน

ค่าเนื้อสัมผัส: การประเมินคุณภาพทางด้านเนื้อสัมผัสของเค้กกล้วยหอมแบบ Texture Profile

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

Analysis (TPA) ด้วยเครื่อง Texture analyzer (TA-XT Plus, ประเทศอังกฤษ) เตรียมตัวอย่างโดยการหั่นตัวอย่างให้เป็นแผ่นขนาด 1.5 เซนติเมตร จากนั้นตัดขอบทั้ง 4 ด้านออก แล้วหั่นเค้กแต่ละแผ่นให้มีขนาดประมาณ 3*3*1.5 เซนติเมตร โดยทำการวัดค่าตัวอย่างด้วยหัววัดอะลูมิเนียมทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ($\varnothing$ 35 mm aluminum cylinder probe) โหลดเซลล์ที่ใช้ในการวัดค่า 50 กิโลกรัม โดยกำหนดสภาวะการวัดค่าของเครื่องมือ ดังนี้ ใช้ความเร็วก่อนการวัดค่าตัวอย่าง 1.00 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วขณะทำการวัดค่าตัวอย่าง 5.00 มิลลิเมตรต่อวินาที ความเร็วหลังการวัดค่าตัวอย่าง 5.00 มิลลิเมตรต่อวินาที ระยะเวลาระหว่างการกดครั้งที่สอง 5.00 วินาที ตัวอย่างจะถูกกดลงไปเป็น ระยะทางร้อยละ 50 ของความสูงตัวอย่าง ดัดแปลงจากวิธีการทดลองของ Gomez-(2007) [18]

4.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยใช้แบบทดสอบความชอบของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ทำการทดสอบ 2 ซ้ำ การทดลองประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม กลิ่นกล้วยหอม รสหวาน เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวม สถานที่ทดสอบ ณ ห้องทดสอบทางประสาทสัมผัส สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ระยะเวลาในการทดสอบ จำนวน 1 วัน จากนั้นจึงทำการคัดเลือกสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบมากที่สุด ไปศึกษาความชอบและการยอมรับรวมทั้งการตัดสินใจของผู้บริโภคกลุ่ม เป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสุกในข้อที่ 3 ต่อไป

5. การเก็บรวบรวม และการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผู้วิจัยทำการหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (content validity) โดยนำแบบสอบถามให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน เพื่อวิเคราะห์ดัชนีความสอดคล้อง IOC (Item Objective Congruence Index) แต่ละข้อคำถามว่ามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดหรือไม่

หลังจากนั้นนำแบบสอบถามไปตรวจสอบหาค่าความเชื่อมั่นต่อไป

2. การเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

2.1 ทดสอบความชอบและการยอมรับของกลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้บริโภคที่รับประทานผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม อายุ 18–60 ปี เป็นผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน

2.2 ทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์และการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายอายุ 18–60 ปี ที่รับประทานผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม จำนวน 100 คน

3. การวิเคราะห์ผลการทดลอง

สถิติเชิงพรรณนาที่ใช้ คือ ค่าร้อยละ (percentage) ค่าเฉลี่ย (mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) โดยวางแผนการทดลองแบบ Complete Block Design (CRD) ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance, ANOVA) และทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น ร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SPSS Version 12 (Version 12, SPSS Inc., ประเทศไทย)

ผลการทดลองและวิจารณ์

1. การศึกษาสภาวะการเตรียมกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ที่เหมาะสม

การเตรียมตัวอย่างกล้วยหอมทองสุกโดยเลือกใช้กล้วยหอมพันธุ์หอมทอง จากกลุ่มธุรกิจสหกรณ์เกษตรบ้านลาด จำกัด จังหวัดเพชรบุรี ที่ยังไม่ปอกเปลือก โดยเลือกกล้วยหอมที่สุกระดับที่ 1 (เปลือกมีสีเขียว และผลมีความแข็ง) จากนั้นนำมาตัดแบ่งผล แล้วนำมาบ่มให้สุกในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดที่อุณหภูมิห้อง เมื่อกล้วยสุกถึงระยะที่ 7 (เปลือกกล้วยมีสีเหลือง และเริ่มมีจุดสีน้ำตาล กล้วยระยะนี้จัดว่าเป็นกล้วยที่สุกเต็มที่) จึงทำการเก็บตัวอย่างสำหรับใช้ในการทดลองถัดไป ทั้งนี้กล้วยเป็นผลไม้ประเภทเปลี่ยนแปลงอัตราการหายใจตามอายุแก่

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

อ่อน (climacteric fruit) ซึ่งหลังการเก็บเกี่ยวจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางทางกายภาพและทางเคมีภายในผล ได้แก่ ความเข้มข้นของเอทิลีนภายในผล และการผลิตเอทิลีนมากขึ้น อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นการแสดงถึงการเริ่มต้นของกระบวนการสุก การเปลี่ยนสีของเปลือกโดยผลไม้มักมีแคโรทีนอยด์ และแซนโทฟิลล์เป็นองค์ประกอบ แต่ถูกสีเขียวของคลอโรฟิลล์บดบังไว้ แต่เมื่อผลไม้เข้าสู่กระบวนการสุก คลอโรฟิลล์จะสลายตัวไป สีของแคโรทีนอยด์จึงปรากฏให้เห็นสีเหลือง โดยที่ปริมาณของแคโรทีนอยด์ ในผลไม้ค่อนข้างคงที่ไม่ได้เพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงของเนื้อสัมผัส เกิดการนิ่มลงของเนื้อเยื่อ (softening) เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของผนังเซลล์ เช่น สารประกอบพวกเพกทิน (pectin) โมเลกุลของคาร์โบไฮเดรตเปลี่ยนแปลงไป โดยที่แบ่งเปลี่ยนเป็นน้ำตาล หรือน้ำตาลชนิดหนึ่งเปลี่ยนเป็นอีกชนิดหนึ่ง อัตราส่วนของน้ำตาลกับกรดเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงสัดส่วนของน้ำหนักรสเนื้อ และเปลือกขณะที่เกิดการสุก ซึ่งเกี่ยวข้องกับการสูญเสีย น้ำ การเปลี่ยนแปลงสารระเหย (Volatile) และการเกิดกลิ่น โดยปกติเมื่อผลไม้สุกจะมีทั้งปริมาณและชนิดของสารระเหยเพิ่มมากขึ้น และการเกิดกลิ่นเป็นผลมาจากการสร้าง สารผสมของสารระเหยหลายชนิด [19] ซึ่งการเปลี่ยนแปลงต่างๆที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการสุกนั้นมีความ สัมพันธ์กับระยะการสุกของผล และเป็นตัวกำหนดคุณภาพของผลไม้ ในขั้นตอนนี้จึงเลือกควบคุมสภาวะการทดลองโดยใช้กล้วยสุกถึงระยะที่ 7 (เปลือกกล้วยมีสีเหลือง และเริ่มมีจุดสีน้ำตาล กล้วยระยะนี้จัดว่าเป็นกล้วยที่สุกเต็มที่) ซึ่งเป็นระยะที่กล้วยเริ่มเสื่อมเสียและนำไปใช้ประโยชน์ได้น้อย จึงนำมาทำการศึกษากการผลิเต้กล้วยหอมจากกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ต่อไป

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเตรียมเนื้อกล้วยหอมทองสุกเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์กล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ โดยศึกษาชนิดและปริมาณสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลทั้งหมด 4 สิ่งทดลอง ได้แก่ สิ่งทดลองที่ 1 (T1) คือ ตัวอย่างควบคุม, สิ่งทดลองที่ 2 (T2) คือ กรดแอสคอร์บิก, สิ่งทดลองที่ 3 (T3) คือ กรดซิตริก และสิ่งทดลองที่ 4

(T4) คือ ส่วนผสมระหว่างกรดแอสคอร์บิก กรดซิตริก และกลีเซอรอล โดย D2, D8, D14, D30 คือ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 2, 8, 14, 30 วัน เนื่องจากในช่วงตอนต้น 2 สัปดาห์แรกปฏิกิริยา Browning reaction จะเกิดขึ้นได้เร็วในเค้กกล้วยหอมและจะคงที่เมื่อระยะเวลาผ่านไป หลังจาก 2 สัปดาห์

จากงานวิจัยของ Xu et al. [20] พบว่า กล้วยหอมสุกบดพาสเจอไรซ์หากนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จะสามารถเก็บรักษาไว้ได้นานประมาณ 30 วัน ทั้งนี้หากระยะเวลาที่นานกว่านี้จะมีปริมาณจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้นเกินกว่ามาตรฐานกำหนด ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์เป็นระยะเวลานาน 30 วัน ในขั้นต้นตัวอย่างจะเกิดการเปลี่ยนแปลงน้อย โดยจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาผ่านไปหลังจาก 14 วัน จึงได้ออกแบบการวิจัยศึกษาการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นที่ 14 และ 30 วัน เพื่อเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ทั้งนี้จากการศึกษา (Table 3) พบว่าการเก็บกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลานาน 2 และ 8 วัน มีค่าความสว่างของสี L^* ไม่แตกต่างกันทางสถิติในสิ่งทดลอง T1 และ T4 ($P \geq 0.05$) การเก็บนานขึ้นจากวันที่ 14 ($L^* = 47.13$) จนถึงวันที่ 30 ($L^* = 42.18$) พบว่ากล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์มีแนวโน้มเกิดสีคล้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมีความเข้มของสีไม่แตกต่างกัน โดยการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นสีจะมีความคล้ำเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจะเกิดขึ้นตั้งแต่วันที่ 8-14 โดยพบว่ามีค่าความสว่างของสี L^* ของวันที่ 8 อยู่ที่ 60.20 ส่วน L^* ของวันที่ 14 อยู่ที่ 47.13 โดยมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งสังเกตว่าสีคล้ำขึ้นอย่างชัดเจน เมื่อเก็บกล้วยหอมนานขึ้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงเกิดสีน้ำตาลจากการทำงานของเอนไซม์เป็นผลมาจากเอนไซม์พอลิฟีนอลออกซิเดส (Polyphenol Oxidase: PPO) ภายในเซลล์ของผลไม้นี้ มีโอกาสสัมผัสและทำปฏิกิริยากับสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compounds) เกิดเป็นสารประกอบพวกเมลานิน (melanin) ที่มีสีน้ำตาล

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

[21] ทำให้กล้วยมีสีคล้ำขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น แต่การใช้สารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลจะไปช่วยลดหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลลงได้ เนื่องจากกรดซิตริก และกรดแอสคอร์บิกเป็นสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในกลุ่ม acidulant ทำให้ค่า pH ลดลง โดยเมื่อทำให้ pH ต่ำกว่าค่า optimum pH ของ PPO จะทำให้กิจกรรม PPO ลดลง นอกจากนี้กรดซิตริกยังเป็นสารคีเลทจับกับทองแดงที่บริเวณเร่งของ PPO เมื่อทองแดงถูกดึงออกไปจะทำให้ PPO ไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากทองแดงเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เอนไซม์ทำงานได้ปกติ [7] การทดลองนี้พบว่า สิ่งทดลองที่ 3 (T3) คือ กรดซิตริก

ตัวอย่างที่ได้มีค่าความสว่างของสีสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่งทดลองอื่นๆที่ระยะเวลาการเก็บเดียวกัน เนื่องจากกรดซิตริกสามารถป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงของเอนไซม์ที่เกิดขึ้นได้ดีโดยมีค่าพีเอชไม่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งสิ่งทดลองที่ T3 สามารถรักษาคุณภาพของกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์ไว้ได้ดีที่สุดใกล้เคียงกับสูตรควบคุมที่วันแรกของการผลิต ดังนั้นจึงเลือกสิ่งทดลองดังกล่าวสำหรับการศึกษาในข้อที่ 3 ในการนำมาใช้เป็นส่วนผสมสำหรับทำเค้กกล้วยหอม

Table 3 The color of pasteurized ripe mashed bananas using the different anti-browning agent during 4 weeks of storage time.

Treatment	Color values		
	L* value	a* value	b* value
D2 T1	67.59 ^e ±0.31	0.20 ^e ±0.09	24.70 ^{ef} ±0.65
D8 T1	60.20 ^s ±0.31	0.40 ^{de} ±0.12	26.70 ^d ±0.28
D14 T1	47.13 ^h ±1.13	0.60 ^d ±0.30	25.27 ^e ±0.45
D30 T1	42.18 ⁱ ±0.38	0.70 ^d ±0.22	25.26 ^e ±0.75
D2T2	60.81 ^s ±0.19	3.06 ^a ±0.15	31.59 ^a ±0.58
D8T2	69.73 ^d ±0.06	2.34 ^b ±0.19	30.20 ^b ±0.64
D14T2	72.04 ^{ab} ±0.23	1.39 ^c ±0.05	29.87 ^b ±0.67
D30T2	68.56 ^d ±1.14	1.04 ^c ±0.01	28.98 ^c ±0.35
D2T3	72.42 ^a ±0.18	1.63 ^c ±0.24	27.98 ^c ±0.55
D8T3	72.08 ^{ab} ±0.73	0.69 ^d ±0.11	25.36 ^e ±0.17
D14T3	71.34 ^b ±0.43	0.97 ^{cd} ±0.05	27.20 ^{cd} ±0.53
D30T3	72.55 ^a ±0.40	2.06 ^b ±0.38	28.94 ^c ±0.20
D2T4	70.47 ^c ±0.74	1.27 ^c ±0.23	28.19 ^c ±0.66
D8T4	68.49 ^d ±1.04	0.41 ^d ±0.30	25.33 ^e ±0.27
D14T4	70.62 ^c ±1.40	0.78 ^d ±0.47	27.67 ^c ±1.10
D30T4	69.47 ^d ±0.82	0.66 ^d ±0.14	28.42 ^c ±0.62

Remark: T1 means control, T2 means adding ascorbic acid, T3 means adding citric acid and T4 means adding ascorbic acid, citric acid and glycerol D2 D8 D14 D30 means 2, 8, 14 and 30 days, respectively

^{a-i} Means within the same column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

^{NS} Means not significantly different within the same row ($P>0.05$).

จาก Table 4 การหว่านยละการเกิดซินเนอริซิส (syneresis) หรือการที่ของเหลวแยกตัวออกจากแป้งเมื่อเก็บไว้นานขึ้น พบว่าสิ่งทดลองที่ 3 (T3) คือ

กรดซิตริก ที่ใช้ในกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์เก็บในตู้เย็นเป็นระยะเวลานาน 8 วัน (D8T3) มีค่าร้อยละการเกิดซินเนอริซิสน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสิ่ง

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

ทดลองอื่นๆ ทั้งนี้กล้วยหอมทองสดพาสเจอร์ไรซ์มีแป้งเป็นองค์ประกอบ เมื่อเก็บไว้นานขึ้นแป้งจะเกิดการเกิดรีโทรเกรเดชันเกิดขึ้นอย่างจำกัด เมื่ออุณหภูมิต่ำลงการเรียงตัวของโครงสร้าง จะแน่นมากขึ้น โมเลกุลน้ำอิสระที่อยู่ภายในถูกบีบออกมาจนเกิดเจล เรียกว่า syneresis การคืนตัวจะทำให้สารละลายแป้งมีความหนืดมากขึ้น มีลักษณะขุ่นและทึบแสงเกิด การตกตะกอนของอนุภาค

แป้งที่ไม่ละลายทำให้เกิดเจลและน้ำถูกบีบออกมาจนเกิดเจล การคืนตัวของแป้ง เมื่อเกิดขึ้นอย่างช้าๆ และเกิดการตกตะกอน [22] การเกิดซินเนอริซิสจะทำให้เนื้อสัมผัสของกล้วยมีความเหลว และมีความคงตัวต่ำ ทำให้การนำไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์อาหารได้เนื้อสัมผัสที่ไม่ดีโดยเฉพาะใช้เป็นส่วนผสมของเค้ก ดังนั้นค่าเกิดซินเนอริซิสจึงสำคัญอย่างยิ่ง

Table 4 The average syneresis percentage of banana puree

Treatment	%Average syneresis
D2T1	51.98 ^d ±0.15
D2T2	56.13 ^b ±0.10
D2T3	57.87 ^b ±0.20
D2T4	27.07 ^s ±0.05
D8T1	27.07 ^s ±0.12
D8T2	27.25 ^s ±0.08
D8T3	16.79 ⁱ ±0.40
D8T4	20.59 ^h ±0.25
D14T2	54.98 ^c ±0.30
D14T3	49.33 ^f ±0.40
D14T4	62.62 ^e ±0.30
D30T2	48.02 ^f ±0.20
D30T3	50.01 ^e ±0.18
D30T4	61.45 ^a ±0.14

Remark: T1 means control, T2 means adding ascorbic acid, T3 means adding citric acid and T4 means adding ascorbic acid, citric acid and glycerol D2 D8 D14 D30 means 2, 8, 14 and 30 days, respectively

^{a-i} Means within the same column with different letters are significantly different ($P<0.05$).

2. การศึกษาสูตรมาตรฐานผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมจากกล้วยหอมทองสุกพาสเจอร์ไรซ์ และคุณสมบัติของเค้กกล้วยหอมทองสุกพาสเจอร์ไรซ์

การนำกล้วยหอมทองสุกพาสเจอร์ไรซ์ จากสภาวะที่เหมาะสมที่ได้จากการคัดเลือกในข้อ 2 ไปใช้เป็นส่วนผสมในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม โดยทำการคัดเลือกสูตรพื้นฐานจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย (ผู้บริโภคที่รับประทานผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม อายุ 18–60 ปี) ใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ในข้อ 2.1 เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานจากสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบใน

ด้านต่างๆ สูงสุดเพื่อใช้เป็นสูตรพื้นฐาน (สูตรควบคุม) และทำการศึกษาคูณสมบัติของเค้กกล้วยหอมทองสุกพาสเจอร์ไรซ์ ในข้อ 2.2 เปรียบเทียบกันระหว่างสูตรพื้นฐานกับกล้วยหอมสูตร D30T3 (กล้วยหอมทองสุกพาสเจอร์ไรซ์ สิ่งทดลองที่ 3 ที่ได้รับการทดลองตอนต้นในข้อ 1) โดยได้ผลการทดลองดังนี้

2.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของเค้กกล้วยหอมจากกล้วยหอมทองสดสุก

การวัดค่าคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้ผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 50 คน เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานของเค้กกล้วยหอม ทั้ง 3 สูตร โดย ผู้ทดสอบมีอายุ

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

21-30 ปี (ร้อยละ 52), อายุ 31-40 ปี (ร้อยละ 36), อายุ 41-50 ปี (ร้อยละ 8) และอายุ 50 ปีขึ้นไป (ร้อยละ 4)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสเค้กกล้วยหอมทั้ง 3 สูตร (Table 5) เพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานโดยประเมินกับผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายจำนวน 50 คน ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นโดยรวม กลิ่นกล้วยหอม รสหวาน เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมพบว่า เค้กกล้วยหอมสูตรที่ 1 ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เนื่องจากมีกลิ่นรสดี มีเนื้อสัมผัสที่เป็นที่

ชื่นชอบของผู้บริโภค อันเนื่องมาจากสูตรนี้มีส่วนผสมของนมและไข่ที่สูงจึงให้รสชาติที่หอม มันกลมกล่อม โดยมีคะแนนความชอบอยู่ในระดับชอบปานกลาง นอกจากนี้ยังมีคะแนนด้านคุณลักษณะอื่นๆ สูงกว่า ตัวอย่างที่ 2-3 เกือบทุกคุณลักษณะ ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกสูตรที่ 1 เป็นสูตรพื้นฐานสำหรับใช้ในการผลิตเค้กกล้วยหอมโดยใช้กล้วยที่ได้จากการเตรียมด้วยสิ่งทดลอง D30T3 มาศึกษาคุณภาพในการทดลองต่อไป

Table 5 Sensory properties of 3 banana cake recipes

Sensory attribute	Recipe 1	Recipe 2	Recipe 3
Appearance	6.92 ± 1.21 ^a	6.10 ± 1.51 ^a	6.98 ± 1.46 ^a
Color	7.20 ± 1.23 ^a	6.70 ± 1.51 ^b	6.94 ± 1.30 ^b
Overall flavor	6.78 ± 1.52 ^a	6.70 ± 1.49 ^a	6.30 ± 1.43 ^b
Banana flavor	6.72 ± 1.39 ^a	6.70 ± 1.67 ^a	6.52 ± 1.62 ^b
Sweetness	7.02 ± 1.58 ^a	6.36 ± 1.62 ^b	6.66 ± 1.85 ^b
Texture (Softness)	7.56 ± 1.11 ^a	6.62 ± 1.64 ^b	6.64 ± 1.69 ^b
Overall liking	7.34 ± 1.10 ^a	6.66 ± 1.40 ^c	6.90 ± 1.31 ^b

Remark: ^{a-c} Means within the same row with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

3. การทดแทนกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม และการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสุกบดพาสเจอร์ไรซ์

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ด้วยผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อระดับการทดแทนกล้วยหอมทองสดด้วยกล้วยหอมสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสุกบดพาสเจอร์ไรซ์ โดยผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายมีอายุ 18-60 ปี จำนวน 100 คน และรับประทานเค้กกล้วยหอมประเมินความชอบและการยอมรับของผลิตภัณฑ์จำนวน 5 ตัวอย่างนั้น พบว่า ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามพบว่า ผู้บริโภคเป็นเพศหญิง (ร้อยละ 66) มีสถานภาพโสดเป็นส่วนใหญ่ (ร้อยละ 82) ส่วนใหญ่มีอายุ 21-30 ปี (ร้อยละ 66) ระดับการศึกษาปริญญาตรี (ร้อยละ 81) และมีรายได้ต่อเดือนที่ 10,001-20,000 บาท (ร้อยละ 56)

จาก Table 6 ผลการทดลองด้านประสาทสัมผัสของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม พบว่า การทดแทนกล้วยหอมสดด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอร์ไรซ์ในระดับที่สูงขึ้นมีแนวโน้มทำให้ได้คะแนนด้านลักษณะปรากฏ กลิ่นโดยรวม กลิ่นกล้วยหอม รสหวาน เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมลดลง โดยจากการพิจารณาค่าสี จะเห็นว่าการใช้กล้วยหอมทองสุกบดสุกพาสเจอร์ไรซ์ในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลทำให้สีของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมคล้ำขึ้น เนื่องจากเค้กกล้วยหอมมีองค์ประกอบของน้ำตาลทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดคาราเมลไรซ์เซชัน (caramalization) ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสจะเห็นได้ว่าการใช้กล้วยหอมทองสุกบดสุกพาสเจอร์ไรซ์ในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมที่ร้อยละ 25 ขึ้นไปคะแนนจะลดลงตามลำดับ

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

Table 6 The sensory qualities of the banana cake substituted with pasteurized mashed ripe gros michel bananas (banana puree) formula D30T3 at 0%, 25%, 50%, 75% and 100%

Sensory attribute	Treatment 5	Treatment 6	Treatment 7	Treatment 8	Treatment 9
Appearance	6.58 ^a ± 1.32	6.54 ^a ± 1.14	6.18 ^{ab} ± 1.30	5.78 ^b ± 1.25	5.70 ^b ± 1.02
Color	6.94 ^{ab} ± 1.51	7.00 ^a ± 1.28	6.26 ^{bc} ± 1.10	5.74 ^c ± 1.34	5.98 ^c ± 1.22
Overall flavor	6.92 ^a ± 1.62	6.82 ^a ± 1.35	5.94 ^b ± 1.08	6.04 ^b ± 1.50	5.80 ^b ± 1.36
Banana flavor	6.86 ^a ± 1.74	6.80 ^a ± 1.50	5.92 ^b ± 1.20	5.84 ^b ± 1.02	6.02 ^b ± 1.27
Sweetness ^{NS}	6.58 ± 1.61	6.54 ± 1.23	5.98 ± 1.45	5.80 ± 1.09	5.84 ± 1.45
Texture (Softness)	6.34 ^a ± 1.30	6.18 ^{ab} ± 1.36	5.96 ^{ab} ± 1.24	5.58 ^{ab} ± 1.58	5.46 ^b ± 1.08
Overall liking	6.82 ^a ± 1.12	6.72 ^a ± 1.40	6.00 ^b ± 1.04	5.94 ^b ± 1.44	5.70 ^b ± 1.20
Consumer acceptance (%)	98	94	94	92	90

Remark: ^{a-c} Means within the same row with different letters are significantly different ($P < 0.05$).

^{NS} Means not significantly different within the same row ($P > 0.05$).

จากการพิจารณาค่าเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) พบว่า การใช้กล้วยหอมทองสุกบดสุกพาสเจอไรซ์ในผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลทำให้ค่าเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) ของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมลดลงทำให้เนื้อสัมผัสมีความแน่นมากขึ้น มีความแข็งที่เพิ่มขึ้นส่งผลทำให้ผู้บริโภคมีความชอบด้านเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) ลดลง ดัง Figure 1

สำหรับคะแนนด้านความชอบโดยรวม พบว่า สิ่งทดลองที่ 5 ที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองสุกบดสุกพาสเจอไรซ์ สูตร D30T3 ร้อยละ 0 ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดโดยอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.82) รองลงมาเป็นสิ่งทดลองที่ 6 ที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์ร้อยละ 25 (6.72) ตามด้วย สิ่งทดลองที่ 7 ที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์ร้อยละ 50 (6.00) สิ่งทดลองที่ 8 ที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์ร้อยละ 75 (5.94) และสิ่งทดลองที่ 9 ที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์ร้อยละ 100 (5.70) ตามลำดับ ($P < 0.05$) แต่อย่างไรก็ตามสิ่งทดลองที่ 5 และ 6 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ และมีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย (6.00) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าสามารถทดแทนกล้วยหอมทองสดบดด้วยกล้วยกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอไรซ์ได้สูงสุดที่ร้อยละ 25 (สิ่งทดลองที่ 6) ดังนั้นจึงสามารถใช้สภาวะการเตรียมกล้วยหอมทองบด

สุกพาสเจอไรซ์จากสิ่งทดลองนี้เพื่อใช้ยืดอายุการเก็บรักษาและเพิ่มมูลค่าให้แก่กล้วยหอมทองสุกที่มีคุณภาพไม่เป็นไปตามมาตรฐาน สามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นส่วนประกอบในการผลิตเค้กกล้วยหอมทดแทนกล้วยหอมทองสุกได้ถึงร้อยละ 25

การทดสอบความพอดีของเค้กกล้วยหอมในด้านคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น โดยรวม กลิ่นกล้วยหอม รสหวาน และเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) พบว่า สิ่งทดลองที่ 8-9 ซึ่งทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุก พาสเจอไรซ์ สูตร D30T3 ที่ร้อยละ 75 และ ร้อยละ 100 ตัวอย่างมีความพอดีในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นกล้วยหอม และเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) ในระดับที่น้อยกว่าร้อยละ 60 ดังนั้นจึงเป็นสูตรที่ไม่เหมาะสมในการทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์ สูตร D30T3 สำหรับสิ่งทดลองที่ 5-7 ที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์ สูตร D30T3 ที่ร้อยละ 0, ร้อยละ 25 และร้อยละ 50 นั้น ตัวอย่างมีความพอดีในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี รสหวาน และเนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของเค้กกล้วยหอมในระดับที่มากกว่าร้อยละ 60 แสดงว่าผู้ทดสอบชิมมีความชอบในตัวอย่างดังกล่าวจึงแสดงว่าเป็นสูตรที่เหมาะสม ดังนั้นจึงสามารถใช้กล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอไรซ์ สูตร D30T3 ทดแทนกล้วยหอมทองสดได้สูงที่ร้อยละ 25 โดยผู้บริโภคร้อยละ 90

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

ให้การยอมรับเค้กกล้วยหอมที่ใช้กล้วยหอมสดทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอร์ไรซ์ทุกตัวอย่าง โดยมีระดับการยอมรับผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมที่ทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอร์ไรซ์ สูตร D30T3 ที่ ร้อยละ

0, ร้อยละ 25, ร้อยละ 50, ร้อยละ 75 และ ร้อยละ 100 เท่ากับ ร้อยละ 98, ร้อยละ 94, ร้อยละ 94, ร้อยละ 96 และ ร้อยละ 90 ตามลำดับ

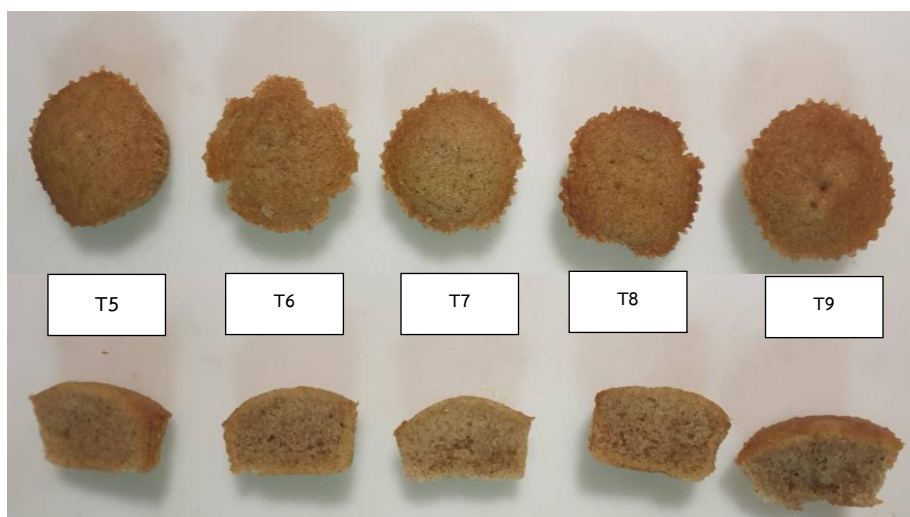


Figure 1 Banana cake substituted with pasteurized mashed ripe gros michel bananas (banana puree) formula D30T3 at 0% (T5), 25% (T6), 50% (T7), 75% (T8) and 100% (T9)

4. การศึกษาคุณสมบัติของเค้กกล้วยหอมทองสุกพาสเจอร์ไรซ์

การเปรียบเทียบคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสระหว่างเค้กกล้วยหอมที่ผลิตโดยใช้กล้วยหอมสด (กล้วยหอมสูตรควบคุม) เทียบกับกล้วยหอมสูตร D30T3 (กล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอร์ไรซ์) สิ่งทดลองที่ 3 ที่เก็บไว้ในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์) โดยเทียบจากสิ่งทดลองนี้เนื่องจากเป็นสิ่ง

ทดลองที่ดีที่สุดจากการศึกษาสภาวะการเตรียมกล้วยหอมทองสุกพาสเจอร์ไรซ์ที่เหมาะสม และจากการศึกษาระดับการแทนโดยใช้กล้วยหอมสดทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอร์ไรซ์พบว่าที่ระดับร้อยละ 25 ผู้บริโภคชื่นชอบมากที่สุดจึงนำมาศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัส ได้ผลดัง Table 7

Table 7 Texture Profile Analysis (TPA) of banana cake (D30T3)

Texture Attribute	Banana cake (Control)	Banana cake (D30T3)
Adhesiveness*	-44.32±1.476	-66.96±1.73
Chewiness ^{NS}	0.58±0.06	0.86±0.12
Cohesiveness ^{NS}	0.60±0.01	0.51±0.01
Fracturability	-	-
Hardness*	1.09±0.08	1.91±0.21
Springiness ^{NS}	0.90±0.02	0.88±0.03

Remark: ^{NS} Means not significantly different within the same row ($P>0.05$).

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

จากผลการทดลองใน Table 7 การทดสอบค่าเนื้อสัมผัสด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) (Figure 1) พบว่า เค้กกล้วยหอมสูตร D30T3 ให้ค่าการเกาะติด (adhesiveness) มากกว่า เค้กกล้วยหอมสูตรควบคุม ซึ่งสามารถอธิบายได้ว่าเค้กกล้วยหอมสูตร D30T3 มีค่าการเกาะติดของอาหารกับผิวสัมผัสมากกว่า เมื่อเคี้ยวจะติดฟันมากกว่า และมีความแข็ง (hardness) มากกว่าตัวอย่างควบคุมเล็กน้อย สามารถตรวจเช็คได้โดยใช้เครื่องทดสอบเนื้อสัมผัส แต่อย่างไรก็ตามค่าดังกล่าวหากทำการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสุกอบพาสเจอร์ไรซ์

ผู้บริโภคอาจไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างทางด้านเนื้อสัมผัส ด้านความแข็งของเค้กกล้วยหอมได้ เนื่องจากค่าความแข็ง (hardness) ต่างกันน้อยมาก สำหรับค่าอื่นๆ ได้แก่ chewiness, cohesiveness และ springiness ทั้ง 2 สิ่งการทดลองให้ผลไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P \geq 0.05$) เค้กกล้วยหอม D30T3 มีค่า adhesiveness และ hardness สูงกว่าตัวอย่างควบคุม เนื่องจากผ่านการรักษาคุณภาพของกล้วยหอมบดโดยใช้กรดซิตริก (citric acid) เค้กกล้วยหอมที่ได้จึงมีเนื้อสัมผัสเหนียวและคงตัวได้ดีกว่า

Table 8 Color value of banana cake

Color value	Banana cake (Control)	Banana cake (D30T3)
L* value	50.10±0.31	54.06±0.21
a* value	10.20±0.09	12.84±0.40
b* value	35.45±0.65	39.72±0.14

การวัดค่าสี ในระบบ L*a*b* (Table 8) พบว่าเค้กกล้วยหอมสูตรควบคุม มีค่าความสว่าง L* ที่ 50.10 ค่าความเป็นสีแดง-เขียว a* ที่ 10.20 และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน b* ที่ 35.45 เค้กกล้วยหอมสูตร D30T3 มีค่าความสว่าง L* ที่ 54.06 ค่าความเป็นสีแดง-เขียว a* ที่ 12.84 และค่าความเป็นสีเหลือง-น้ำเงิน b* ที่ 39.7 ซึ่งจากการเปรียบเทียบผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสูตร D30T3 ที่มีการนำกล้วยสุกบดมาทำการปรับความเป็นกรดในอาหาร และผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ส่งผลทำให้ผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมที่ได้มีค่าความสว่างและเฉดสีที่สว่างกว่าสูตรควบคุมเล็กน้อย สำหรับการทดสอบความชอบและการยอมรับรวมทั้งการซื้อของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสูตรที่ 1 (สูตรควบคุม) เปรียบเทียบกับเค้กกล้วยหอมสูตร D30T3 ซึ่งใช้กล้วยหอม สูตร D30T3 ทดแทนร้อยละ 50 ในกล้วยหอมทองสดบด

การประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมของผู้บริโภคกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสูตรที่ 1 (สูตรควบคุม)

เปรียบเทียบกับเค้กกล้วยหอมสูตร D30T3 ได้ผลดัง Table 9

จาก Table 9 พบว่า ผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมสูตรที่ 1 (สูตรควบคุม) กับเค้กกล้วยหอมสูตร D30T3 มีคุณภาพทางด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น โดยรวม กลิ่นกล้วยหอม รสหวาน เนื้อสัมผัส (ความนุ่ม) และความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางและไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \geq 0.05$) โดยเค้กกล้วยหอมสูตร D30T3 มีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างแข็งกำลังดี สอดคล้องกับผลการวัดค่าทางกายภาพ มีค่า hardness เท่ากับ 1.91 N สูงกว่าตัวอย่างควบคุม มีค่า hardness เท่ากับ 1.09 N ในการนี้จากการเปรียบเทียบการคำนวณต้นทุนระหว่างผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมที่จำหน่ายเชิงพาณิชย์สูตรควบคุมกับสูตรที่ผ่านการพัฒนา D30T3 พบว่า ต้นทุนจากการพัฒนามีต้นทุนที่ลดลง เนื่องจากราคากล้วยหอมทองปกติ ราคาอยู่ที่ 50 บาท/หวี ส่วนกล้วยหอมทองแบบตกรวด ราคาอยู่ที่ 10 บาท/กิโลกรัม [2] ทำให้ต้นทุนในการผลิตผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอมลดลงอย่างน้อยร้อยละ 80 แต่เนื่องจากการพัฒนาผลิตภัณฑ์เค้กกล้วยหอม สูตร D30T3 พบว่า

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

สามารถทดแทนกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรส์ ได้ ควบคุมร้อยละ 20 ร้อยละ 25 ดังนั้นทำให้ต้นทุนการผลิตลดลงจากสูตร

Table 9 The sensory qualities of the ripe banana cake formula 1 (control formula) compared with formula banana cake (D30T3)

Sensory attribute	Banana cake (Control)	Banana cake (D30T3)
Appearance ^{NS}	7.12 ± 1.32	7.04 ± 1.14
Color ^{NS}	7.18 ± 1.51	7.30 ± 1.28
Overall flavor ^{NS}	7.22 ± 1.62	7.52 ± 1.35
Banana flavor ^{NS}	6.86 ± 1.74	6.25 ± 1.50
Sweetness ^{NS}	7.22 ± 1.61	6.80 ± 1.23
Texture (Softness) ^{NS}	7.76 ± 1.30	7.13 ± 1.36
Overall liking ^{NS}	7.62 ± 1.12	7.18 ± 1.40

Remark: ^{NS} Means not significantly different within the same row ($P>0.05$).

สรุปผล

จากการศึกษาสภาวะการเตรียมกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรส์ที่เหมาะสม โดยศึกษา 2 ปัจจัย ได้แก่ ชนิด และปริมาณของสารยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล พบว่าสามารถยืดอายุการเก็บรักษาโดยที่ยังคงคุณภาพกล้วยไว้ได้ใกล้เคียงกับกล้วยหอมสุกสด โดยการนำกล้วยหอมไปบด และเติมกรดซิตริกร้อยละ 2 ในบรรจุภัณฑ์แบบสุญญากาศ และนำไปพาสเจอร์ไรส์ที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที สามารถเก็บรักษาในตู้เย็นอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ได้นานถึง 1 เดือน และเมื่อนำกล้วยหอมทองสุกบดพาสเจอร์ไรส์ดังกล่าวมาใช้ผลิตเค้กกล้วยหอม และศึกษาระดับการแทนโดยใช้กล้วยหอมสดทดแทนด้วยกล้วยหอมทองบดสุกพาสเจอร์ไรส์พบว่าที่ระดับร้อยละ 25 ผู้บริโภคชื่นชอบมากที่สุด โดยเค้กกล้วยหอมมีเนื้อสัมผัสที่ค่อนข้างแข็งกำลังดี ดังนั้นงานวิจัยเรื่องนี้ทำให้สามารถเพิ่มมูลค่าให้แก่กล้วยหอมทองสุกด้วยการยืดอายุการเก็บรักษา และแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ทำให้สามารถใช้ประโยชน์ได้มากขึ้นเป็นการสร้างรายได้ให้แก่ชุมชน และนำมาซึ่งการพัฒนาไปสู่ความยั่งยืนทางเศรษฐกิจของประเทศต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ งานวิจัยนี้สำเร็จไปได้ด้วยสมบูรณ์ และขอขอบคุณสำนักวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2564 ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Office of Agricultural Economics 8 Surat Thani Province. (2020). Quality golden hom bananas from Surat Thani Province export abroad ready to aim expand the area over 5 0 0 rai/ year. [Online] Available from <http://www.oae.go.th/view/1/TH-TH>. [Accessed March 11, 2020].
- [2] Teehirunyawatt, T. (2020). Result from Community Enterprise Plangyai Kluayhom Thong Nakhonratchasima province total

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

- profit 18 million baths. National News Bureau of Thailand Publishing. [Online] Available from https://nbtworld.prd.go.th/th/news/detail/TCATG210_520114450851. [Accessed June 10, 2020].
- [3] Silayoi, B. (2002). Banana. (3rded.). Kasetsart University Press, Bangkok. 357 p.
- [4] Kanazawa, K. and Sakakibara. H. (2000). High content of dopamine, a strong antioxidant, in Cavendish banana. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48: 844-848.
- [5] Kashyap, D.R., Vohra, P.K., Chopra, S. and Tewari, R. (2001). Application of pectinases in the commercial sector: a review. Bioresource Technology. 77(3): 215-227.
- [6] Thaiphanit, S. and Anprung, P. (2015). Inhibition of browning reaction in pasteurized fragrant banana purée. Journal of Food Technology, Siam University. 9(1): 39-51.
- [7] Yang, C.P., Fujita, S., Ashrafuzzaman, M.D., Nakamura, N. and Hayashi, N. (2000). Purification and characterization of polyphenol oxidase from banana (*Musa sapientum* L.) pulp. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48(7): 2732-2735.
- [8] Plianbangyang, S. (2019). Pasteurization process. [Online] Available from <https://web.ku.ac.th/schoolnet/snet4/cell/past.htm>. [Accessed May 8, 2020].
- [9] Food division. (2022). Control the production process. Ministry of Public Health of Thailand. Publishing. [Online] Available from https://food.fda.moph.go.th/media.php?id=51225696_1207738368&name=GMPKM_5.pdf. [Accessed January 9, 2024].
- [10] Homhua, N., Sangplung, B. and Wanwong, S. (2019). Development of pancake product with a mixture of ripe golden banana. Vocational Education Central Region Journal. 3(2): 17-20.
- [11] Srirod, K. and Piyajomkwan, K. (2003). Starch technology. (3rded.). Kasetsart University Press, Bangkok.
- [12] Yukisho, H. (2020). Banana puree. Nippon Del Monte Corp. Publishing [Online] Available from <https://patents.google.com/patent/JP4711932B2/en?inventor=%E7%A7%80%E5%89%87+%E6%96%B0%E4%BA%95>. [Accessed February 23, 2020].
- [13] Davis, A.R., Fish, W.W. and Veazie, P.P. (2003). A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. Postharvest Biology and Technology. 28: 425-430.
- [14] Saraboot, N., Huaisan, K., and Nitisuk, P. (2018). Effects of gellings agents on texture, syneresis and sensory characteristics of mahachanok jam. RMUTP Research Journal. 12(2): 73-82.
- [15] Kongpan, S. (2010). Quick & easy cake. (revised ed.). Sangdad Co., Ltd., Bangkok.
- [16] Bakery society. (2020). Bakery society talk every topic in bakery club. [Online]. Available from <https://www.facebook.com/groups/BakerySocietyOfficial/permalink/>

*Corresponding author e-mail: pattapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์

- 1621072701499834/. [Accessed October 10, 2020].
- [17] Maeban. (2014). Easy snack at home. pp. 25. Maeban Co. Ltd., Bangkok.
- [18] Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P.A., Blanco, C.A. and Rosell, C.M. (2007). Functionality of different hydrocolloids on the quality and shelf-life of yellow layer cakes. Food Hydrocolloids. 21 : 167-173.
- [19] Arora, S., Siddiqui, S., Gehlot, R. and Ahmed, N. (2018). Effects of anti-browning pretreatments on browning of banana pulp. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 7(4): 242–249.
- [20] Zhenzhen, X., Yongtao, W., Pengyan, R., Yuanying, N. and Xiaojun, L. (2015). Quality of banana puree during storage: a comparison of high pressure processing and thermal pasteurization methods. Food and Bioprocess Technology an International Journal. 9: 407-420.
- [21] Sapers, G.M. (1993). Browning of foods: control by sulfites, antioxidants and other means. Food Technology. 47: 75-84.
- [22] Goulao, L.F. and Oliveira, C.M. (2008). Cell wall modifications during fruit ripening: when a fruit is not the fruit. Trends in Food Science & Technology Journal. 19: 4-25.

*Corresponding author e-mail: pattrapornsukk@pim.ac.th

¹Faculty of Food Business Management, Panyapiwat Institute of Management

¹คณะกรรมการจัดการธุรกิจอาหาร สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์