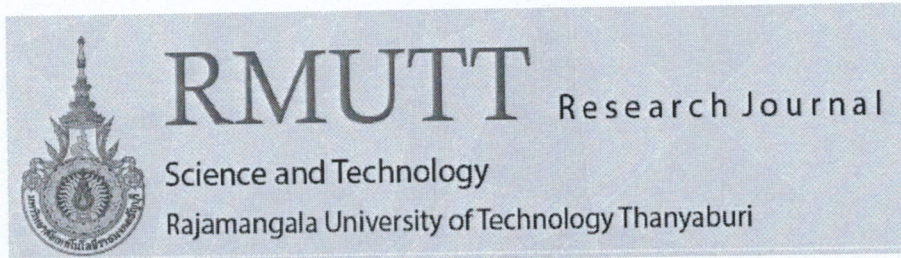


รายงานจำนวนผลงานวิชาการของอาจารย์ประจำหลักสูตร
หลักสูตรวิทยาศาสตรและเทคโนโลยีการอาหาร ประจำปี 2563

ชื่อ-นามสกุล	ชื่อผลงาน	แหล่งเผยแพร่/ตีพิมพ์	ค่าน้ำหนัก
ผศ.อัญชลินทร์ สิงห์คำ	อินทรีา ลิจันทรพร, นันทชนก นันทะไชย, ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์, อัญชลินทร์ สิงห์คำและประติษฐ์ คำหนองไผ่. ผลของเพคตินจากเปลือกแตงโมต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบแดง (HibiscussabdariffaL.).	Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi. Vol 19, Issue 1, 2020 Vol. 19, January - June ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online) (Page,64-73)	0.6
ผศ.ประติษฐ์ คำหนองไผ่	อินทรีา ลิจันทรพร, นันทชนก นันทะไชย, ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์, อัญชลินทร์ สิงห์คำและประติษฐ์ คำหนองไผ่. ผลของเพคตินจากเปลือกแตงโมต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบแดง (HibiscussabdariffaL.).	Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi. Vol 19, Issue 1, 2020 Vol. 19, January - June ISSN: 1686-8420 (Print), 2651-2289 (Online) (Page,64-73)	0.6
	Nanthachai, N., Lichanporn, I., Tangnurat, P, and Khamnongphi, P., Development of Pumpkin Powder Incorporated Instant Noodles.	Current Research in Nutrition and Food Science. Vol 8, Issue 2, (2020)	1
	อินทรีา ลิจันทรพร ประติษฐ์ คำหนองไผ่ ทิวากร ลำเทียน และระชตะ พิมพ์ทอง. 2564. ผลของสารเคลือบผิวอัลจิเนตต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลกล้วยน้ำว้า.	Proceedings การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 8, “วิทยาศาสตร์ วิจัย นวัตกรรม น้อมนำศาสตร์พระราชา เพื่อพัฒนาประเทศ” 28 มีนาคม 2564(รูปแบบออนไลน์). ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. หน้า 470-477.	0.2
ผศ.วัฒนา วิรุฒิก	Wirivutthikorn, W. 2020. APPROPRIATE RATIOS OF OKRA JUICE AND PANDAN LEAF JUICE ON SPORT DRINK PROCESSING.	International Journal of GEOMATE. Aug., 2020, Vol.19, Issue 72pp. 20 – 27 ISSN: 2186-2982 (P), 2186-2990 (O)	1
	วัฒนา วิรุฒิก. 2563. อัตราส่วนที่เหมาะสมของผงเมือกเมล็ดแมงลักต่อผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก.	วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 51 : 1 (พิเศษ) : 528-533.	0.2
	วัฒนา วิรุฒิก. 2563. อัตราส่วนที่เหมาะสมของเจลาตินที่มีต่อการผลิตกัมมีน้ำสับปะรดเสริมเชื้อห่มเมล็ดฟักข้าว.	วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 2563 : 38 (3) : หน้า 400 – 407.	0.6

	วัฒนา วิริวุฒิก. ผลของผงชาเขียวต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว.	Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi. Vol 19, Issue 2, 2020 July-December ISSN: 1 6 8 6 - 8420 (Print), 2651-2289 (Online) (หน้า164-173)	0.6
	วัฒนา วิริวุฒิก. 2564. ผลของชนิดและปริมาณนมแพะและนมวัวต่อคุณภาพเครื่องดื่มน้ำข้าวกล้องงอกไรซ์เบอร์รี่จากนมแพะผสมนมวัว.	รายงานสืบเนื่องการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ นำเสนอวันที่ 7 มกราคม 2564 หน้า 1106-1115.	0.2
	วัฒนา วิริวุฒิก. 2563. อิทธิพลของปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินและอุณหภูมิรมร้อนชาเข้าที่มีต่อคุณภาพน้ำอินทผลัมทำแห้งแบบพ่นฝอย.	การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 8. 26 มีนาคม 2564	0.2
ดร.ศรินญา สังข์สัญญา	รุ่งอรุณ พรชื่นชูวงศ์ และ ศรินญา สังข์สัญญา. 2563. การประเมินสมบัติทางกายภาพ เคมี และสารหอมระเหยในรกจันทน์จากผลจันทน์เทศในพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดนครศรีธรรมราช.	วารสารพีชศาสตร์สงขลานครินทร์. ปีที่ 7 ฉบับที่ 4 (ตุลาคม-ธันวาคม): 283-289, 2563	0.6
	ชอลดา เทียงพุก จันทรเพ็ญ แสงประกาย อภิญญา จุฑาทูกร ศรินญา สังข์สัญญา ภาวิณี นวมวิจิตร สุภารัตน์ เผ่าไทย และ กาญจน์สัร วรณปักษ์. 2563. การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำส้มจัดผสมสารสกัดจากเปลือกส้มจี๊ดพร้อมดื่ม.	วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 43 ฉบับที่ 3 กรกฎาคม-กันยายน 2563	0.6
ดร.นพพร ลาภส่งผล		ดร.นพพร ลาภส่งผล	



ผลของเพคตินจากเปลือกแตงโมต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.)

Effect of Pectin from Watermelon Rind on Quality of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Jam

อินทิรา ลิจันทรพร*, นันทชนก นันทะไชย, ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์, อัญชลินทร์ สิงห์คำ และ ประดิษฐ์ คำหนองไผ่
Intira Lichanporn*, Nanchanok Nanthachai, Palida Tanganurat, Auchalin Singkhumnok Nanthachai, Pradit Kromnongpai

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล อ.ธัญบุรี
Pathumthani 12110

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathumthani 12110, THAILAND

*Corresponding author e-mail: intira_l@rmutt.ac.th

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 9 April, 2020

Revised: 26 May, 2020

Accepted: 4 June, 2020

Available online: 12 June, 2020

DOI: 10.14456/rj-rmutt.2020.6

Keywords: watermelon rinds, pectin, roselle jam

This research aimed to determine the chemical and physical properties of pectin from watermelon rind and applied the extracted pectin for roselle jam production. The white and green parts of watermelon rind were boiled, dried (60 °C, 15 hours), and extracted by using 0.05 M hydrochloric acid and distilled water at 90 °C with an extraction time of 60 min. The results showed that the optimal extraction method to extract pectin from watermelon rind was hydrochloric acid extraction because of the moisture, ash, methoxyl content and degree of esterification (%DE) of extracted pectin were the most similar to the commercial pectin. The obtained pectin can be categorized as high methoxyl pectin (HMP). The extracted pectin was applied to the roselle jam product. The concentration of pectin from watermelon rind was varied at 0.10, 0.49, and 0.89 %, compared with commercial pectin (0.49 %). Results showed that roselle jam added with the watermelon pectin and

control were not significantly different in color, total soluble solid, pH, and titratable acidity. All treatments showed that L^* , a^* , and b^* values were in the ranges of 20.97-21.80, 0.37-0.77 and 2.27-2.90, respectively. Sensory evaluation of appearance, color, odor, taste, texture, and overall acceptance results indicated that roselle jam, and overall acceptance results indicated that roselle jam added with the watermelon pectin and control were not significantly different. However, results indicated that the jam with 0.89% watermelon rind pectin had a high overall acceptance which was not different from the commercial pectin. Therefore, pectin from watermelon rind could potentially be used for replacement of commercial pectin in the food industry.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของเพคตินจากเปลือกแตงโมและนำเพคตินไปใช้ในการผลิตแยมกระเจียบแดง โดยนำเปลือกแตงโมส่วนที่เป็นสีขาวและเขียวไปต้มและอบแห้ง (60 องศาเซลเซียส นาน 15 ชั่วโมง) และสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที พบว่าวิธีการสกัดเพคตินจากเปลือกแตงโมที่เหมาะสมคือการสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกเนื่องจากมีความชื้น ถ้า ปริมาณเมทอกซิล และค่าเอสเทอริฟิเคชัน (Degree of Esterification; %DE) ของสารสกัดเพคตินมีค่าใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้ามากที่สุด เพคตินที่สกัดได้จัดเป็นเพคตินเมทอกซิลสูง (High Methoxyl Pectin; HMP) จากการใช้เพคตินจากเปลือกแตงโมที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.10 0.49 และ 0.89 เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า (ร้อยละ 0.49) ผลแสดงให้เห็นว่าแยมกระเจียบที่เติมเพคตินจากเปลือกแตงโมและชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างของค่าสี ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ทุกชุดการทดลองมีค่าสี L^* , a^* และ b^* อยู่ในช่วง 20.97-21.80 0.37-0.77 และ 2.27-2.90 ตามลำดับ การประเมินคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะ

ปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมพบว่าแยมกระเจียบแดงที่เติมเพคตินจากเปลือกแตงโมและชุดควบคุมไม่มีความแตกต่างกัน อย่างไรก็ตามผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าแยมที่เติมเพคตินจากเปลือกแตงโมร้อยละ 0.89 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงไม่แตกต่างจาก เพคตินทางการค้า ดังนั้นเพคตินจากเปลือกแตงโมมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้เทียบเท่าเพคตินทางการค้าโดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหาร

คำสำคัญ: เปลือกแตงโม เพคติน แยม

กรดไฮโดรคลอริกเนื่องจากมีความชื้น ถ้า ปริมาณเมทอกซิล และค่าเอสเทอริฟิเคชัน (Degree of

บทนำ

ปัจจุบันมีของเสียเหลือทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นของเสียเหลือทิ้งจากครัวเรือนแหล่งค้าขายหรืออุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยเฉพาะของเสียเหลือทิ้งตามธรรมชาติที่ไม่ได้ถูกนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านอื่น ๆ เช่น เปลือกของผักผลไม้ที่พบว่ามีเพคตินอยู่ในปริมาณสูงซึ่งเพคตินเป็นสารประกอบพอลิแซ็กคาไรด์ที่พบตามธรรมชาติและยังเป็นโครงสร้างพื้นฐานของผนังเซลล์พืชชั้นสูง ทำหน้าที่เป็นสารเพิ่มความข้นหนืด (Thickener) สารทำให้เกิดเจล (Gelling agent) สารให้ความคงตัว (Stabilizer) สารที่ทำให้มีล้นชั้นคงตัว (Emulsifier) และสารที่ใช้ยึดเหนี่ยว (Cation-binding Agent) ใช้ใน

ผลิตภัณฑ์อาหาร เช่น เยลลี่ แยม โดยเพคตินนั้นต้องนำเข้าจากต่างประเทศทำให้มีต้นทุนในการผลิตอาหารสูงจากการตรวจสอบเอกสารงานวิจัยพบว่าเพคตินที่สกัดได้จากผลไม้ เช่น เปลือกมะนาวมีปริมาณเพคตินสูงเท่ากับร้อยละ 16.36 และมีปริมาณเมทอกซิลเท่ากับร้อยละ 11.38 ใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้า (มีปริมาณเมทอกซิลร้อยละ 11.50) (1) ขวัญ และคณะ (2) ได้สกัดเพคตินจากเปลือกและกากผลส้มเหลืองทั้งพบว่าเพคตินที่สกัดได้มีผลผลิต (Yield) ร้อยละ 18.48 ปริมาณความชื้นร้อยละ 7.79 ปริมาณเถ้าร้อยละ 5.42 ปริมาณกรดกาแลคทูโรนิก (Galacturonic acid) ร้อยละ 66.25 และปริมาณเมทอกซิล (Methoxyl) ร้อยละ 4.12 ซึ่งใกล้เคียงกับเพคตินระดับอุตสาหกรรม นอกจากนี้จากตารางและเมสไตลาลออันยังสามารถนำมาสกัดเพคตินได้ (3) เช่นเดียวกับการสกัดเพคตินจากของเหลือทิ้งขนุนซึ่งพบว่าเพคตินที่ได้มีปริมาณเมทอกซิลร้อยละ 2.69 ปริมาณกรดยูริกร้อยละ 57.08 และระดับการเกิดเอสเทอร์ร้อยละ 26.75 จัดเป็นเพคตินชนิดเมทอกซิลต่ำ และเมื่อนำไปทำเยลลี่สับปะรดพบว่าเยลลี่มีค่าความเป็นสีแดงสูงกว่าเยลลี่ที่ใช้เพคตินทางการค้าแต่มีความแข็งแรงของเจลใกล้เคียงกัน (4) การสกัดเพคตินนั้นมีหลายวิธี เช่น การสกัดด้วยไมโครเวฟ การสกัดด้วยเอนไซม์ การสกัดด้วยน้ำร้อน และการสกัดด้วยกรด ซึ่งการสกัดเพคตินด้วยไมโครเวฟ และเอนไซม์นั้นมีต้นทุนการสกัดสูงผลผลิตที่ได้ไม่แตกต่างจากการสกัดด้วยกรดและน้ำร้อน ซึ่งการสกัดด้วยกรดใช้กันมากในอุตสาหกรรมอาหารด้วยกรดจะไปไฮโดรไลซ์ทำให้เพคตินที่อยู่ในรูปไม่ละลายน้ำ (Insoluble Pectin) ถูกไฮโดรไลซ์เป็นเพคตินในรูปที่ละลายน้ำ (Soluble Pectin) กรดที่นิยมใช้ เช่น กรดไฮโดรคลอริก กรดซิตริก (5) โดยปัจจัยที่ส่งผลต่อการสกัดเพคติน ได้แก่ ชนิดของกรด อุณหภูมิ เวลาและกรดต่าง (6) ข้อดีของการใช้กรดคือได้เพคตินในปริมาณสูงมากกว่าการสกัดด้วยน้ำร้อน แต่การสกัดด้วยน้ำร้อนก็มีความปลอดภัยสูง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการสกัดเพคตินจากเปลือกแตงโมด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่น ตลอดจนศึกษาผลของ

เพคตินจากเปลือกแตงโมต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบแดง ซึ่งคาดว่าเพคตินที่ได้จากเปลือกแตงโมสามารถทดแทนเพคตินทางการค้าได้ โดยช่วยลดต้นทุนการนำเข้าเพคตินที่มีราคาสูงจากต่างประเทศและเป็นการลดหรือใช้ของเสียเหลือทิ้งมาทำให้เกิดประโยชน์ในผลิตภัณฑ์แยม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมเปลือกแตงโม

แตงโมซื้อจากห้างสรรพสินค้าที่อุปโภคบริโภค (คัดเลือกแตงโมแบบรดกลุ่มปลูกจากจังหวัดอยุธยา ซึ่งได้รับการรับรองมาตรฐานเกษตรอินทรีย์ เนื่องจากปลอดสารพิษ) การเตรียมตัวอย่างตัดแปลงกรรมวิธีมาจากงานวิจัยของณรงค์ (7) โดยนำแตงโมมาปอกเปลือกและล้างทำความสะอาด ขูดส่วนสีแดงออกเฉพาะสีเขียวและสีขาว นำมาหั่นเป็นชิ้นขนาด 2x2 เซนติเมตร ล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ครั้ง ต้มเปลือกกับน้ำในอัตราส่วน 1:1 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที เพื่อยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ จากนั้นบดด้วยเครื่องปั่นผลไม้ขนาด 2 นาที กรองวัตถุดิบผ่านผ้าขาวบาง นำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนแบบถาด อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งมีความชื้นประมาณร้อยละ 10 บดด้วยเครื่องบดละเอียด ร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 200 ไมโครเมตร เพื่อให้ได้เป็นผงและเก็บตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกที่ปิดสนิท

2. การสกัดเพคตินจากเปลือกแตงโม

นำเปลือกแตงโมที่สกัดได้จากขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบ มาสกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก และน้ำกลั่น (7) ดังนี้

2.1 การสกัดเพคตินด้วยกรดไฮโดรคลอริก

นำเปลือกแตงโมบดแห้งที่เตรียมไว้ ใส่บีกเกอร์ 40 กรัม เติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.05 โมลาร์ อัตราส่วนของเปลือกบดแห้งต่อกรดไฮโดรคลอริก เท่ากับ 1:12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำไปสกัดในอ่างควบคุม

อุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส 60 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น แล้วนำเปลือกที่กรองได้ไปเติมกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 0.05 โมลาร์ อัตราส่วนของเปลือกต่อกรดไฮโดรคลอริกเท่ากับ 1:12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วนำไปสกัดอีกครั้ง กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น นำสารละลายที่ได้ทั้งสองครั้งมารวมกัน ทำการตกตะกอนเพคติน โดยเติมเอทานอลเข้มข้น 95 เปอร์เซ็นต์ในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1:1 โดยปริมาตร (v/v) คนให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 ชั่วโมง กรองแยกเอาตะกอนเพคตินผ่านผ้าขาวบาง 4 ชั้น ด้วยกรวยบุชเนอร์พร้อมทั้งล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร ล้างตะกอนเพคตินด้วยอะซิโตนความเข้มข้นร้อยละ 50 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร นำตะกอนเพคตินที่ได้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 ชั่วโมงแล้วบดให้เป็นผง

2.2 การสกัดเพคตินด้วยน้ำกลั่น

นำเปลือกแดงโสมบดแห้งที่เตรียมไว้ ใส่ปิกเกอร์ 40 กรัม เติมน้ำกลั่น อัตราส่วนของเปลือกบดแห้งต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1:12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร นำไปสกัดในอ่างควบคุมอุณหภูมิที่ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น แล้วนำเปลือกที่กรองได้ไปเติมน้ำกลั่น อัตราส่วนของเปลือกต่อน้ำกลั่นเท่ากับ 1:12 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร แล้วนำไปสกัดอีกครั้ง กรองผ่านผ้าขาวบาง 1 ชั้น นำสารละลายที่ได้ทั้งสองครั้งมารวมกัน ทำการตกตะกอนเพคติน โดยเติมเอทานอลเข้มข้นร้อยละ 95 ในอัตราส่วนสารละลายต่อเอทานอล 1:1 โดยปริมาตร ทำการคนผสมแรง ๆ ให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 15 ชั่วโมง กรองแยกเอาตะกอนเพคตินผ่านผ้าขาวบาง 4 ชั้น ด้วยกรวยบุชเนอร์ พร้อมทั้งล้างตะกอนเพคตินที่ได้ด้วยเอทานอลร้อยละ 95 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร ล้างตะกอนเพคตินด้วยอะซิโตนความเข้มข้นร้อยละ 50 จำนวน 3 ครั้ง ครั้งละ 5 มิลลิลิตร นำตะกอนเพคตินที่ได้อบให้แห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วบดให้เป็นผง

3. ศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของเพคตินที่สกัดมาจากเปลือกแดงโสม ด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่นเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า

นำผงเปลือกแดงโสมที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่นมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเพคตินโดยเปรียบเทียบเพคตินทางการค้าเกรด 150 (เมทอกซิลสูง) เป็นเพคตินจากแอปเปิ้ล ดังนี้

3.1 ปริมาณเพคตินตามวิธีของธานูวัฒน์ และคณะ (1) คำนวณหาปริมาณเพคตินดังสมการที่ 1

$$\text{ปริมาณเพคติน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของเพคตินหลังสกัด (กรัม)}}{\text{น้ำหนักวัตถุดิบก่อนสกัด (กรัม)}} \times 100 \quad (1)$$

3.2 ปริมาณความชื้นและปริมาณเถ้า ตามวิธีของ AOAC (8)

3.3 ปริมาณเมทอกซิล (MeO) ตามวิธีการของ Ranganna (9)

3.4 เอสเทอร์ฟิเคชัน (Degree of Esterification) ตามวิธีการของ Nwankezi และคณะ (10)

4. ศึกษาผลของการใช้ประโยชน์เพคตินที่สกัดจากเปลือกแดงโสมเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบแดง

คัดเลือกเพคตินที่สกัดจากเปลือกแดงโสมด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่นโดยเลือกจากปริมาณเมทอกซิล และค่าเอสเทอร์ฟิเคชัน ที่มีปริมาณใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้ามากที่สุด นำมาใช้ในผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบแดงโดยแบ่งออกเป็น 4 สิ่งทดลอง (treatment) จำนวน 3 ซ้ำ/สิ่งทดลอง โดยวางแผนการทดลองแบบ สุ่ม อย่าง สมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) ดังนี้ สิ่งทดลอง 1 เพคตินจากทางการค้าร้อยละ 0.49 สิ่งทดลอง 2 เพคตินจากเปลือกแดงโสมร้อยละ 0.10 สิ่งทดลอง 3 เพคตินจากเปลือกแดงโสมร้อยละ 0.49 และสิ่งทดลอง 4 เพคตินจากเปลือกแดงโสมร้อยละ 0.89 วิธีการผลิตแยมกระเจียบแดง

ดัดแปลงจาก นันทกร และลำไพโร (11) โดยนำดอก กระเจี๊ยบแห้ง 234.35 กรัม น้ำตาลทราย 263.16 กรัม กรดซิตริก 2 กรัม เกลือ 1 กรัม และแปรปริมาณเพคติน ระดับร้อยละ 0.10 0.49 และ 0.89 โดยน้ำหนัก เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าที่ร้อยละ 0.49 วิธีการ ดังนี้กระเจี๊ยบแห้ง (กระเจี๊ยบ:น้ำ = 1:20) ต้มที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 20 นาที บดให้ละเอียดด้วย เครื่องปั่นอาหาร ประมาณ 15 วินาที (กระเจี๊ยบเข้มข้น) เคี่ยวกระเจี๊ยบเข้มข้นด้วยไฟอ่อน (สัดส่วนตามสูตร) พร้อมคนตลอดเวลา จนมีอุณหภูมิ ประมาณ 80 องศาเซลเซียส ค่อย ๆ เติมส่วนผสมของน้ำตาลและ เพคติน พร้อมทั้งคนตลอดเวลา เคี่ยวจนได้อุณหภูมิ 104-105 องศาเซลเซียส จับเวลา 7-10 นาที วัดปริมาณ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดไม่น้อยกว่า 65 °บริกซ์ เติม สารละลายกรดซิตริกทำให้เย็นจนถึงอุณหภูมิ 85±1 องศาเซลเซียส บรรจุขวดพร้อมปิดด้วยฝาชนิด เกลียวมีขอบยางกันอากาศเข้า หล่อเย็นจนถึงอุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เก็บที่อุณหภูมิห้องอย่างน้อย 24 ชั่วโมง วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และ ทดสอบทางประสาทสัมผัส ดังนี้

4.1 ค่าสี วิเคราะห์ค่าสีตามระบบ CIE (L^* , a^* , b^*) ด้วยเครื่องวัดสี (Color Meter Chroma, CR200, Japan)

4.2 ความเป็นกรดต่าง นำตัวอย่าง 30 กรัม วัด ค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่อง pH Meter ซึ่งค่าที่ได้ แสดงปริมาณความเข้มข้นของไฮโดรเจนไอออนในน้ำซึ่ง เกิดจากสารที่สามารถแตกตัวให้อนุกรดหรือเบสได้

4.3 ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ โดยใช้ตัวอย่าง แยมกระเจี๊ยบแดง 10 กรัม เจือจางในน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร จากนั้นนำตัวอย่างปริมาตร 2 มิลลิลิตร มาไทเทรตด้วย สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาเลีนความเข้มข้นร้อยละ 1 จำนวน 2-3 หยด เป็นตัวอินดิเคเตอร์ โดยมีจุดยุติที่ pH 8.2 ตัวอย่างจะเปลี่ยนสีเป็นสีชมพู นำค่าปริมาณของ

สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ต่อ 1 ตัวอย่างมา คำนวณ ในสมการที่ 2 รายงานหน่วยเป็นร้อยละ ดังนี้

$$\text{ปริมาณกรด (ร้อยละ)} = (A \times B \times 0.064) / C \quad (2)$$

กำหนดให้

A = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ต่อ 1 ตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

โซดที่ใช้ต่อ 1 ตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

C = ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)

4.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยนำ ตัวอย่างแยมกระเจี๊ยบแดงมาตรวจวัดด้วยเครื่องดิจิตอล รีแฟรกโตมิเตอร์ (Digital Refractometer; ATAGO PR-101, Japan) รายงานผลเป็น °บริกซ์ (°Brix)

4.5 การทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 30 คน อายุระหว่าง 15-25 ปี ประเมินความชอบลักษณะสี กลิ่น รสชาติ เนื้อ สัมผัส และความชอบโดยรวม จากระดับคะแนน 9 (9-Point Hedonic Scaling) (1 หมายถึง ไม่ชอบที่สุด 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด)

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

4.1 ค่าสี วิเคราะห์ค่าสีตามระบบ CIE จากการศึกษาวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของเพคติน ที่สกัดจากเปลือกแตงโมด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และน้ำกลั่น ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้า พบว่า ปริมาณเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่น มีค่าเท่ากับร้อยละ 16.35 และ 6.16 (ตารางที่ 1) จากการ หาปริมาณความชื้นพบว่าเพคตินทางการค้ามีความชื้นสูง มากที่สุดแตกต่างจากเพคตินที่สกัดได้จากกรดไฮโดรคลอริก อย่างมีนัยสำคัญ และความชื้นของเพคตินจากการสกัด เปลือกแตงโมด้วยน้ำกลั่นมีความชื้นต่ำที่สุด ซึ่งมีความชื้น เท่ากับร้อยละ 11.37 7.88 และ 5.69 ตามลำดับ ส่วน ปริมาณเถ้าในเพคตินมีค่าเท่ากับร้อยละ 5.69 7.82 และ 3.08 ตามลำดับ แสดงว่าปริมาณเถ้าที่สกัดด้วยกรดไฮโดร คลอริกมีแร่ธาตุเจือปนอยู่ในระดับใกล้เคียงกับงานวิจัย

ของ ขวัญ และคณะ (2) ซึ่งได้ผลิตเพคตินจากเปลือก และกากส้มเหลืองซึ่งได้ปริมาณเอ้าร้อยละ 5.42 ปริมาณ เมทอกซิลที่สกัดได้จากเพคตินสามารถบ่งบอกได้ว่า เพคตินนั้นเป็นเพคตินประเภทเมทอกซิลสูง (High Methoxyl Pectins; HMP) ซึ่งมีปริมาณเมทอกซิลตั้งแต่ ร้อยละ 8.16 ขึ้นไป หรือ ประเภทเมทอกซิลต่ำ (Low Methoxyl Pectins; LMP) ที่มีปริมาณเมทอกซิลต่ำกว่า ร้อยละ 8.16 (12) ปริมาณเมทอกซิลที่สกัดด้วยน้ำกลั่น และกรดไฮโดรคลอริกมีปริมาณสูงกว่าเพคตินทางการค้า แสดงให้เห็นว่า เพคตินที่สกัดได้เป็นเพคตินประเภท เมทอกซิลสูง การหาค่าเอสเทอร์ฟิเคชันของเพคตินทาง การค้า เพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่นมี ค่าร้อยละ 50.04 62.83 และ 93.73 ตามลำดับ โดย ปริมาณเมทอกซิล และค่าเอสเทอร์ฟิเคชันมีผลต่อการ เกิดเจลของเพคติน ซึ่งค่า DE ตั้งแต่ร้อยละ 50 ขึ้นไป จัดเป็นเพคตินชนิด HMP (12) ซึ่ง HMP สามารถเกิดเจล ได้โดยการสร้างพันธะไฮโดรเจนและแรงไฮโดรโฟบิก ระหว่างหมู่เมทอกซิลในสภาวะที่มีปริมาณน้ำตาลสูง และ pH ต่ำกว่า 3.5 (5)

แยมกระเจี๊ยบแดงทุกชุดการทดลองมีสีม่วงแดง (รูปที่ 1) และค่าสีของแยมในทุกชุดการทดลองไม่มีความ แตกต่างกันโดยมีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 21.03 20.97 21.73 และ 21.80 ตามลำดับ และค่าความเป็นสี เหลือง (b^*) เท่ากับ 2.70 2.90 2.90 และ 2.27 ตามลำดับ ส่วนค่าความเป็นสีแดง (a^*) เท่ากับ 0.40 0.77 0.57 และ 0.37 ตามลำดับ (ตารางที่ 2) จากการ วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบ แดงพบว่ามีความเข้มข้นของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ใน ช่วง 65-68 °บริกซ์ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 2.2-2.4 และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับร้อยละ 0.61 (ตารางที่ 3) ตามมาตรฐานการผลิตแยมปริมาณของแข็ง ที่ละลายน้ำได้อยู่ในช่วง 65.50-67.75 °บริกซ์ มีค่าความ เป็นกรด-ด่าง 2.8-3.5 และปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 0.89-0.97 ซึ่งในการผลิตแยมกระเจี๊ยบพบว่าความเป็น กรด-ด่าง และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าต่ำกว่า

มาตรฐานการผลิตทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกลีบเลี้ยงและ กลีบรองดอกของกระเจี๊ยบแดงมีสารสีแดงจำพวก แอนโทไซยานิน (Anthocyanin) จึงทำให้แยมมีสีม่วงแดง นอกจากนี้ยังมีกรดอินทรีย์ เช่น กรดแอสคอร์บิก (Ascorbic acid) กรดซิตริก (Citric acid) กรดมาลิก (Malic acid) และกรดทาร์ทาริก (Tartaric acid) ที่ทำให้ กระเจี๊ยบแดงมีรสเปรี้ยว (13) จากงานวิจัยของ นงลักษณ์ (14) ได้ศึกษาการพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมด้วยน้ำกลั่น กระเจี๊ยบแดงลดน้ำตาลโดยค่าความเป็นกรด-ด่างมีแนวทาง การแนวโน้มลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณกรดจะมีความไวต่ออุณหภูมิในการเก็บรักษา เช่นในแยมสตอเบอร์รี่ที่เก็บรักษาที่ 4 องศาเซลเซียสและน้ำกลั่น มีปริมาณกรดในรูปกรดแอสคอร์บิกลดลงร้อยละ 50 แต่กลับพบ เมื่อเก็บแยมสตอเบอร์รี่ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส มีผลลด กรดพบว่าปริมาณกรดลดลงถึงร้อยละ 70 เมื่อเก็บรักษานาน 28 วัน โดยมีอัตราการสลายเท่ากับ 2.08×10^{-2} ต่อวัน ที่ 4 องศาเซลเซียส และ 4.54×10^{-2} ต่อวัน ที่ 15 องศาเซลเซียส (15) สำหรับปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดซิตริกใน ผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงลดน้ำตาลมีปริมาณกรดที่ ไทเทรตได้ร้อยละ 0.61 ในทุกสูตร ซึ่งมีค่าเท่ากับงานวิจัย นี้ที่มีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เท่ากับร้อยละ 0.61 และปริมาณ กรดซิตริกในผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงมีลักษณะผิวมันวาวเป็น แผ่นฟิล์มไม่มีน้ำไหลเยิ้มและไม่ตกตะกอน เนื้อสัมผัสเรียบเนียนเป็นเนื้อเดียวกัน และมีการกระจายตัวของเนื้อ กระเจี๊ยบแดงสม่ำเสมอ ในด้านรสชาติมีรสหวานเท่ากับ 0.01 ออมเปรี้ยว เมื่อนำไปทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงทุกชุดการทดลองไม่มีผลต่อคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม (H) อยู่ใน ช่วง 2.0-2.5 (ตารางที่ 4) ดังนั้นการใช้เพคตินจากเปลือกแดงโมอาจ เป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตแยมกระเจี๊ยบแดง เนื่องจากการใช้เพคตินจากเปลือกแดงไม่ได้แยมที่มี ลักษณะสี กลิ่น รสใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้า โดยแยมที่ผลิต สามารถใช้เพคตินจากเปลือกแดงโมที่ระดับต่ำสุดร้อยละ 0.10 ในการผลิตแยมได้ และปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มีค่าต่ำกว่า

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของพอลิเมอร์ที่สกัดจากเปลือกแตงโมด้วยกรดไฮโดรคลอริกและน้ำกลั่น เปรียบเทียบกับพอลิเมอร์ทางการค้า

พอลิเมอร์	คุณสมบัติของพอลิเมอร์				
	ปริมาณพอลิเมอร์ (ร้อยละ)	ความชื้น (ร้อยละ)	เถ้า (ร้อยละ)	เมทอกซิล (ร้อยละ)	Degree of Esterification (ร้อยละ)
พอลิเมอร์ทางการค้า	-	11.37±0.27 ^a	3.08±0.13 ^c	8.15±0.18 ^c	50.04±1.03 ^c
สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริก	16.35±0.35	7.88±0.13 ^b	5.69±0.06 ^b	10.22±0.12 ^b	62.83±0.71 ^b
สกัดด้วยน้ำกลั่น	6.16±0.35	5.69±0.17 ^c	7.82±0.35 ^a	15.30±0.04 ^a	93.73±0.23 ^a

หมายเหตุ: a, b, c แสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวนอน ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 1 คุณลักษณะทางกายภาพของเยลลี่แตงโมที่มีปริมาณพอลิเมอร์จากการค้าร้อยละ 0.49 (1) และพอลิเมอร์จากเปลือกแตงโม ร้อยละ 0.10 (2) 0.49 (3) และ 0.89 (4)

ตารางที่ 2 ลักษณะสีของผลิตภัณฑ์เยลลี่แตงโมที่มีปริมาณพอลิเมอร์จากเปลือกแตงโม ร้อยละ 0.10 0.49 และ 0.89 เปรียบเทียบกับพอลิเมอร์ทางการค้าร้อยละ 0.49

ปริมาณพอลิเมอร์จากเปลือกแตงโม (ร้อยละ)	ค่าสี	ปริมาณพอลิเมอร์จากเปลือกแตงโม
	L* ^{ns}	a* ^{ns} b* ^{ns} (ร้อยละ)
0.49 (พอลิเมอร์ทางการค้า)	21.03±0.68	0.40±0.26 2.70±0.12
0.10	20.97±0.43	0.77±0.09 2.90±1.01
0.49	21.73±0.44	0.57±0.12 2.90±0.15
0.89	21.80±0.60	0.37±0.12 2.27±0.03

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบแดงที่มีปริมาณเพคตินจากเปลือกแตงโม ร้อยละ 0.10 0.49 และ 0.89 เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าร้อยละ 0.49

ปริมาณเพคตินจากเปลือกแตงโม (ร้อยละ)	กรด-ด่าง	ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ บริกซ์)	ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ (ร้อยละ) ^{ns}
0.49 (เพคตินทางการค้า)	2.42 $\pm$ 0.02 ^a	65.00 $\pm$ 0.58 ^b	0.49 0.61 $\pm$ 0.01
0.10	2.24 $\pm$ 0.08 ^b	68.00 $\pm$ 0.58 ^a	0.10 0.61 $\pm$ 0.01
0.49	2.32 $\pm$ 0.02 ^{ab}	65.00 $\pm$ 0.58 ^b	0.49 0.61 $\pm$ 0.01
0.89	2.26 $\pm$ 0.01 ^b	66.00 $\pm$ 0.58 ^b	0.89 0.61 $\pm$ 0.01

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

a, b หมายถึง ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าเฉลี่ยในแนวดิ่ง ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบแดงที่มีปริมาณเพคตินจากเปลือกแตงโมร้อยละ 0.10 0.49 และ 0.89 เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าร้อยละ 0.49

ปริมาณเพคตินจากเปลือกแตงโม (ร้อยละ)	คุณภาพทางประสาทสัมผัส				
	ลักษณะปรากฏ ^{ns}	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ ^{ns}	เนื้อสัมผัส ^{ns}
0.49 (เพคตินทางการค้า)	6.87 $\pm$ 0.17	6.97 $\pm$ 0.19	6.57 $\pm$ 0.20	7.27 $\pm$ 0.17	7.23 $\pm$ 0.20
0.10	6.87 $\pm$ 0.20	7.07 $\pm$ 0.18	6.57 $\pm$ 0.22	7.00 $\pm$ 0.20	7.00 $\pm$ 0.21
0.49	6.90 $\pm$ 0.17	6.97 $\pm$ 0.21	6.63 $\pm$ 0.19	7.30 $\pm$ 0.21	7.00 $\pm$ 0.21
0.89	6.80 $\pm$ 0.19	7.10 $\pm$ 0.18	6.90 $\pm$ 0.18	7.13 $\pm$ 0.21	7.13 $\pm$ 0.20

หมายเหตุ: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

สรุปผล

จากการศึกษาคุณสมบัติทางเคมีของเพคตินจากเปลือกแตงโมที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกที่ความเข้มข้น 0.05 โมลาร์ และสกัดด้วยน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที เปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าพบว่าเพคตินที่สกัดด้วยกรดไฮโดรคลอริกมีความชื้น ถ้า ปริมาณเมทอกซิลและค่าเอสเทอริฟิเคชัน (Degree of esterification) ใกล้เคียงกับค่าเพคตินทางการค้าจึงเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบแดง ซึ่ง

พบว่าแยมที่ใช้เพคตินทางการค้าและเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกแตงโม มีค่าสีและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้พบว่าแยมกระเจียบแดงที่ใช้เพคตินที่สกัดจากเปลือกแตงโมร้อยละ 0.10 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำสุด คือ 2.24 และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าสูงสุด คือ 68 $^{\circ}$ บริกซ์ อย่างไรก็ตามเมื่อทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าไม่มีความแตกต่างกันในแยมทุกสูตร

นำมาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบแดง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายกิตติศักดิ์ อิ่มรุ่งเรือง และ นายสรวิศ ทรัพย์ศาสตร์ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารที่ช่วยเหลือทำงานวิจัย และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ได้สนับสนุนเงินทุนงบรายได้ ประจำปี 2562 ในการทำงานวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

1. ชานุวัฒน์ ลากตันคุดผล, ปฏิมา ทองขวัญ, ศิริลักษณ์ สรพรมทิพย์. การสกัดเพคตินจากเปลือกผักและผลไม้. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 2556;44(2) พิเศษ:433-6.
2. ขวัญฤกษ์ สิทธิดิษฐ์รัตน์, พิลานี ไฉนอมสัจย์, จิราพร เชื้อกุล, ปรีศนา สิริอาษา. การผลิตเพคตินจากเปลือกและกากส้มเหลือง. ในรายงานการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 43 วันที่ 1-4 ก.พ. 2548; มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ: 2548. น. 469-80.
3. สุธิดา ทองคำ. การสกัดเพคตินจากจาวตาลและเมล็ดตาลอ่อน. วารสารวิทยาศาสตร์แห่งมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี. 2554;8(1):45-50.
4. มาริษา ไชยโอสถ. การสกัดเพคตินจากของเหลือทิ้งของขนุน วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา; 2549.
5. นวลกมล อำนวยสิน, ญัฐญากรณ์ เสือชุมแสง, เทพปัญญา เจริญรัตน์. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2561;7(5)ฉบับเสริม:481-90.
6. ขนิษฐา เลิกชัยภูมิ. การสกัดเพคตินจากส้มมะงั่วและการใช้ประโยชน์ในระบบอาหาร วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2545.
7. ณรงค์ ศิขิรัมย์. การสกัดและการหาลักษณะของเพคติน วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2546.
8. Association of Official Analytical Chemist (AOAC). Official Method of Analysis (15th ed.) Arlington Virginia: Association of Official Analytical Chemist; 1990.
9. Ranganna S. Handbook of Analysis and Quality Control for Fruit and Vegetable Products. Tata McGraw-Hill Publishing Company, New Delhi, India; 1986.
10. Nwanekezi EC, Alawuba OCG, Mkpolulu, CCM. Characterization of Pectic Substances from Selected Tropical Fruits [Master's thesis]. Abia State Nigeria: Graduated School, Abia State University; 1992.
11. นันทกร บุญเกิด, ลำไพระ ดิษฐวิบูลย์. คู่มือการแปรรูปองุ่นและผลไม้อื่นๆ เป็นแยมเจลลี่และน้ำผลไม้พร้อมดื่ม. พิมพ์ครั้งที่ 1. นครราชสีมา: โอเนล เบสท์ ดีไซน์ แอนด์ พรีนติ้ง; 2544.
12. YAPO BM. Pectin quantity, composition and physicochemical behaviour as influenced by the purification process. Food Res Int. 2009;42(8):1197-202.
13. Hussein RM, Shahein YE, Hakim AEE. Awad HM. Biochemical and molecular characterization of three colored types of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). J Am Sci. 2010;6:726-33.
14. นงลักษณ์ งามพิระพงศ์. การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมกระเจี๊ยบแดงลดน้ำตาล วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2557.

15. Patras A, Brunton NP, Tiwari BK, Butler F. Stability and degradation kinetics of bioactive compounds and colour in strawberry jam during storage. Food and Bioprocess Tech. 2011;4:1245-52.



Development of Pumpkin Powder Incorporated Instant Noodles

NUNCHANOK NANTHACHAI*, INTIRA LICHANPORN,
PALIDA TANGANURAT and PRADIT KUMNONGPHAI

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangalala and Technology, Faculty of
University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, 12130, Thailand

Abstract

Pumpkin is rich in nutrients, low fat, provide little energy and inexpensive. It is benefit to increase the nutritional value of instant noodles. Therefore, the objective of this research was to study the effect of pumpkin powder (PP) on qualities of instant noodle. PP was added as part of instant noodle at 0, 5, 10, 15 and 20% of the whole mixture basis. The results showed instant noodle without PP had highest water absorption rate, 71.97% ($p \leq 0.05$). Instant noodles tended to increase cooking loss when increasing the PP. The addition of PP had effect on product color, L* value decrease while a* and b* values increased ($p \leq 0.05$). The ash and beta-carotene content of PP instant noodles were significantly higher than control ($p \leq 0.05$). The sensory evaluation showed that the instant noodles substitute with 10% PP had higher score than the others ($p \leq 0.05$); color, flavor, taste, texture and overall acceptance were 8.77, 8.23, 8.73, 8.33, 8.33 and 8.76, respectively.



Article History

Received: 22 January 2020

Accepted: 15 June 2020

Keywords

Beta-Carotene Content;
Cooking Loss;
Instant Noodles;
Pumpkin.

Introduction

Instant noodle is a dry noodle that has already been prepared and eaten after adding hot water for 3-5 minutes. Beside the noodle there are the sachets of powdered broth and flakes of dried vegetables, meat or seafood in the package.¹ Nowadays, there are many brands of instant noodles. Most instant noodles are from Asia, such as China, Japan, Vietnam, Thailand and Korea. Meanwhile, instant noodles

are popular in Europe, North America or South America because they are inexpensive, convenient and save time to eat.² However, it was found that instant noodles have starch as the main ingredient, therefore providing high energy. Since consumers consider that instant noodles are unhealthy food so fortified with natural and healthy ingredients could be an effective option to improving the nutritional benefits of instant noodles.³ The studies

CONTACT Nunchanok Nanthachai ✉ nunchanok_n@rmutt.ac.th Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangalala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, 12130, Thailand.



© 2020 The Author(s). Published by Enviro Research Publishers.

This is an Open Access article licensed under a Creative Commons license: Attribution 4.0 International (CC-BY).

Doi: <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.8.2.18>

of improvement noodle qualities were investigated; such as oat flour noodle, tiger nut flour noodle, buckwheat noodle, green tea noodle, and noodles added with pea protein isolate or soybean milk. The study of gluten free noodle process found that using tiger nut in combination with 0.5% xanthan gum and optimal amount of water resulted in good noodle qualities, with low cooking losses and high firmness.⁴ Modified buckwheat noodles showed lower breakage ratio, higher hardness, elasticity, and total sensory score than those of raw buckwheat noodles.⁵ Heat-exposed green tea powder noodles had higher surface lightness due to the loss of chlorophyll. Heat treatment was also effectively inhibited the activity of polyphenol oxidase.⁶ The result of in vitro glucose release test of noodles showed that the noodles containing peanut protein had lower glucose. Moreover, the addition of protein had slightly effect on texture and sensory of the product.⁷ The addition of soybean milk in noodles improved sensory and texture properties of frozen-cooked noodles better than the control.⁸ However, there had been little study about nutritional enrichment in instant noodles. Some research found that protein in instant noodle increased while substitute refined flour with aleurone flour fraction, but it affected the cooking yield and hardness of the instant noodle.³ The antioxidant rutin was detected in instant noodles made from wheat flours mixed with 20% buckwheat flour.⁹

Pumpkin (*Cucurbita moschata*) is a short-day plant that can be grown in both tropical and cold regions. It is rich in fiber, vitamins, minerals and beta-carotene, which are beneficial to the body. Pumpkin is considered as a healthy food. Many researches show that pumpkin polysaccharide are capable of scavenging free radicals and can be used as antioxidant.¹⁰ Beta-carotene is classified as a group of carotenoids, which is present in vegetables and fruits that are yellow, orange, red and green. The substances in the carotenoids contain hundreds of species, but in the human blood stream there are about 20 species. Vitamin A has properties to help resist disease, because it can eliminate oxygen that damages cells in the body. In addition, the pumpkin also provides minerals such as phosphorus, which are essential nutrients for bones and teeth.¹¹ In Thailand, pumpkin has been utilized by modifying or fortifying other foods, however, it is not used as

a main ingredient in the food industry. Research had been conducted on the processing of fresh produce into dried pumpkin and osmotic dehydrated pumpkin products to extended shelf life or used in other products, such as pastries or blenderized tube feeding.¹²⁻¹⁴ The objectives of this research were to study the optimization of pumpkin added in the instant noodle and to study physical and chemical qualities and sensory evaluation of the instant noodle. Thus, it is a new option for consumers to have instant noodles that are more nutritious.

Materials and Methods

Pumpkin powder (PP) was also effectively inhibited the activity of polyphenol oxidase. Pumpkin was cleaned, cut into small pieces (2 × 5 inch) and soaked in a 250 ppm potassium sulphite solution for 10 minutes. Then the pieces of pumpkin were rinsed with clean water and allow them to air dried. Pumpkins were placed in hot air oven at 65°C for 6 hours, then finely ground into powder and sifted through a 220 mesh sieve. The physical and chemical qualities of PP were analyzed such as; color, moisture, ash and beta-carotene. Color was measured by color meter (CR-10 Colorimeter Machine) and expressed as L*, a* and b* values. Moisture and ash contents were analyzed by AOAC methods.¹⁵

The UV-Vis spectrophotometric method was used for determination of beta-carotene content.¹⁶

Instant Noodle Processing Pumpkin (*Cucurbita moschata*) is a short-day plant that can be grown in both tropical and cold regions. The ingredients of instant noodles in this study consist of wheat flour, PP, salt and water. Any other hydrocolloids did not apply since wheat flour mixed with PP was able to build up the dough. The process of instant noodles mixed with PP was modified from Choy *et al.*,¹⁷ All ingredients (wheat flour, PP, salt and water) were mixed and knead for 15-20 minutes. After left for 20 minutes the dough was pressed with pressing rollers. The dough was flattened with thickness of 1 mm and it was cut into width and length about 1x300 mm. The noodles were steamed for 1 minute at 100°C for starch pre-gelatinization. Noodles were put into a square shaped metal mold, deep-fried in the fryer at 160°C for 1 minute. The product was kept in 5x7 inches aluminum foil zip lock bag and stored at room temperature (30±2°C).

The Study of Optimization of Pp In the Instant Noodle

The study was carried by completely randomized design (CRD). The noodles substituted wheat flour with PP at 0, 5, 10, 15 and 20%. There were 3 replications in the experiment. Cooking loss, water absorption, tensile strength, color, moisture content, ash and beta-carotene of the noodle were investigated.^{15-16, 18} Sensory evaluation of the instant noodle was held by 9-point hedonic scaling with un-trained panelists. The hedonic scale was 9 categories range from "dislike extremely (1)" to "like extremely (9)". All treatments were cooked in boiling water at 100°C for 3 minutes. Each panelist was taken 10 grams of each sample. Color, flavor, taste, texture and overall acceptance of instant noodle were evaluated by 30 panelists.

Statistical Analysis

Data analyses were conducted in triplicate. The physical and chemical data were analyzed by one-way analysis of variance (ANOVA), while sensory evaluation data was analyzed by two-way ANOVA. Compare the mean difference by DMRT method at the significant level 0.05.

Results and Discussion

Physical and Chemical Qualities of PP

Fresh pumpkin provided 85.33, 12.13, 0.32, 1.37 and 0.85% of moisture, carbohydrate, fat, protein and fiber contents, respectively. After dried process, the dried PP was yellowish-brown color. The L*, a* and b* values were 56.08, 12.78 and 60.92, respectively.

Moisture and beta-carotene content of the powder were 2.56% and 1.25 mg/g, respectively. Some research reported that tray dried PP at 60°C for 9 hours had L*, a* and b* values of 63.20, 5.16 and 48.00, respectively. And moisture content of tray dried PP were 11.33%.¹⁴ The result of a* and b* values in this research was higher than the previous study, while L* value and moisture content was lower. It was possible that temperature and air flow in this study higher than that research.

Physical and Chemical Qualities of PP Instant Noodles

Color values of instant noodles substituted with pumpkin powder at 0, 5, 10, 15 and 20% were significantly different ($p \leq 0.05$). Wheat flour noodle was light-yellow, whereas, PP noodles were dark-yellow to brown. The addition of PP at higher levels resulted in decreasing L* values and increasing a* and b* values (Table 1). Pumpkin contained beta-carotene which was a yellow to red pigment.¹⁹ Thus increasing PP in the instant noodles, the a* and b* values of the noodles increase. Hydration and hydrocolloids had an effect on the color parameter L*, a* and b* values of cooked noodles. Tiger nut noodles had brownish color that came from the color of tiger nut (*Cyperus esculentus* L.) tubers. Noodles made with constant hydration had higher L*, a* and b* than general noodle. For example, riboflavin in aleurone flour blends caused yellowness in the flour.³ Or noodles consist of inulin were brighter, with reddish and brownish tone.⁴ The L*, a* and b* values were 56.08, 12.78 and 60.92, respectively.

Table 1: Color (L*, a* and b* values) of instant noodles substituted with PP

PP(%)	Color value		
	L*	a*	b*
0	70.70±0.64 ^a	3.15±0.56 ^c	31.26±1.43 ^d
5	59.32±0.96 ^b	6.53±0.18 ^b	35.35±0.77 ^c
10	59.02±0.51 ^b	11.73±0.32 ^a	37.33±0.74 ^c
15	56.08±0.11 ^b	12.28±0.38 ^a	53.32±1.24 ^b
20	55.73±0.89 ^b	12.78±0.76 ^a	61.07±0.85 ^a

The different superscript letters indicating mean of the same column are significantly differences ($p \leq 0.05$).

The appearance of PP instant noodles showed in Figure 1. Wheat flour noodle was smooth and elasticity, in contrast to PP noodle, the texture was rough and fracture. The gluten network provided cohesiveness, viscosity, and elasticity of the noodle dough.²⁰ The purpose of dough sheeting process was to achieve smooth dough with a desired thickness and a continuous gluten matrix.²¹ Instant noodle with high content on PP could not form gluten

network as better as wheat flour noodle. Thus, the appearances of PP instant noodles were not good enough when compared with wheat flour noodle. This result was consistent with oat flour noodle.²¹ Texture of noodle was also an important quality. Noodle with whole grain flour at high content was unable to form cohesive and viscoelastic doughs due to the weak gluten network in dough during sheeting.²¹

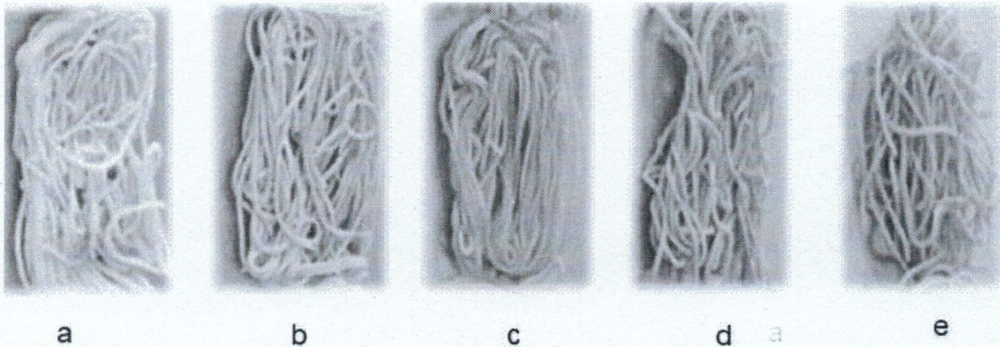


Fig.1: The instant noodles substituted with PP at different content; (a) 0, (b) 5, (c) 10, (d) 15 and (e) 20%, respectively

Table 2: Water absorption, cooking loss and tensile strength of instant noodles substituted with PP

PP (%)	Water absorption (%)	Cooking loss (%) ns	Tensile strength (N)
0	71.97±1.88 ^a	0.43±1.55	15.02±2.65 ^a
5	63.50±0.92 ^b	0.47±1.49	13.92±1.58 ^b
10	62.57±1.03 ^b	0.53±2.73	13.18±2.92 ^b
15	61.00±0.23 ^c	0.60±1.87	12.85±1.84 ^c
20	60.43±1.21 ^c	0.67±1.66	12.59±3.17 ^d

The different superscript letters indicating mean of the same column are significantly differences ($p \leq 0.05$).

ns = not significantly differences ($p > 0.05$)

Water absorption of instant noodles substituted with PP at 0, 5, 10, 15, and 20% were 71.97, 63.50, 62.57, 61.00 and 60.43%, respectively (Table 2). Increasing PP resulted in a decrease of water absorption of the noodle ($p \leq 0.05$). Cooking loss of instant noodles was in the range of 0.43 – 0.67%. However, cooking loss of PP instant noodles tended to higher than the instant noodles used wheat flour only (Table 2). Tensile strength significantly decreased while PP

was added in the noodle ($p \leq 0.05$). PP had poor water absorption property that caused the noodles absorbed less water. This result was consistent with the study of used baegu leaves and Jerusalem artichoke (*Helianthus tuberosus* L.) in noodles.²²⁻²³ Wheat flours have the ability to establish a gluten matrix, which provides the structure of the noodle.⁹ However, PP is non-gluten. So the gluten strength of noodle consisted of PP was weakened and

it obstructed the network structure of the noodles. Thus, increasing PP induced the solids leaching (cooking loss) from the noodles into the cooking water.⁹ Tensile strength was important property of noodle that could express the quality of ingredients and the effect of formulation. The decrease of tensile strength was found when applied PP in the noodle. This might be due to the loss of dough structure, therefore affected the elasticity of instant noodles.²²

Moisture content, ash and beta-carotene of instant noodles substituted with PP were significantly difference ($p \leq 0.05$). PP instant noodles had lower moisture and higher ash than control. The result was consistent with the moisture analysis according to the research of Jerusalem artichoke noodles. The noodle contained Jerusalem artichoke powder had lower moisture, protein, and fat but higher ash and carbohydrates than the original noodles.²³ Moisture content was related to the water absorption index of the noodle, and it also affected the properties of noodle processing.²¹ It was found that wheat flour

instant noodles had the highest moisture content, whereas, the noodle contained 20% of PP was the lowest moisture content (Table 3). The moisture content of the substance had an effect on internal diffusion of solvent and grease, thus the defatting efficiency was alternative. Some research reported that the optimum moisture content of instant noodle was 6%. Therefore, inappropriate moisture content led to increase residual lipid content.²¹

Addition of PP in instant noodles caused beta-carotene increased ($p \leq 0.05$). The instant noodles substituted with 20% PP had the highest beta-carotene content of 0.078 mg/g (Table 3). The content of beta-carotene in instant noodles products depended on the concentration of PP. Obviously, beta-carotene in noodles was not too high, probably due to beta-carotene was oxidized and degraded during heat processing.²⁴ However, instant noodles mixed with pumpkin powder had higher nutritional value than the control.

Table 3: Moisture, ash and beta-carotene of instant noodles substituted with PP

PP (%)	Moisture (%)	Ash (%)	Beta-carotene (mg/g)
0	10.46±1.01a	2.46±0.76e	n/a
5	9.28±0.67b	2.50±0.42d	0.019±0.09d
10	8.75±0.96c	2.65±1.04c	0.025±0.12c
15	8.34±0.05b	2.72±0.88b	0.057±0.45b
20	7.90±0.77d	2.97±0.56a	0.078±0.33a

The different superscript letters indicating mean of the same column are significantly differences ($p \leq 0.05$).
n/a = not available

Sensory Evaluation of PP Instant Noodles

Figure 2 showed sensory preferences in color, flavor, taste, texture and overall acceptance of the instant noodles. Substitution of PP in instant noodles had a significant effect on the sensory test ($p \leq 0.05$). The noodles contained 10% PP had the highest score of color, flavor, taste, texture and overall acceptance (8.77, 8.23, 8.73, 8.33 and 8.76, respectively). The total gluten content was reduced when substituted with PP in the noodle. It increased hardness and loss elasticity of noodle texture.⁷

The water absorption of PP noodle was reduced that also had an effect on noodle softness.²⁵ However, textural changes did not affect by sensory test. Sensory evaluation showed that the panels preferred instant noodle with 10% PP more than the wheat flour noodle. This result was consistent with the sensory characterization of the native and denatured pea protein isolated noodles.⁷ They reported that the instrumental could detect textural changes of pea protein isolated noodle, however, it did not affect the sensory panel.⁷

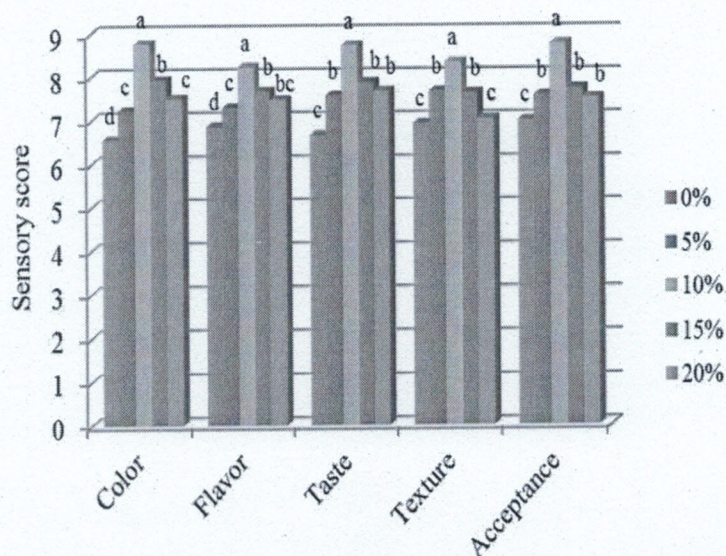


Fig. 2: Sensory evaluation of PP instant noodles was held by 9-point hedonic scaling. The different alphabets were indicated significantly differences ($p \leq 0.05$)

Conclusion

Wheat flour noodle was light-yellow, whereas, PP noodles were dark-yellow to brown. Instant noodle with high content on PP could not form gluten network as better as wheat flour noodle. Thus, the appearances of PP instant noodles were not good enough when compared with wheat flour noodle. Increasing PP resulted in a decrease of water absorption, tensile strength and moisture content of the noodle. Cooking loss of PP instant noodles tended to higher than the control. Addition of PP in instant noodles caused of increase ash and beta-carotene. The noodles contained 10% PP had the highest sensory score of color, flavor, taste, texture and overall acceptance. Thus, PP could be the option for adding nutritional value to instant noodles.

Acknowledgments

Authors would like to express our great appreciation to Faculty of Agricultural Technology for financial support.

Funding

The author(s) received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

Conflict of Interest

Authors declare that this research has no any conflict of interest.

References

1. Shim H.K., Lee C.L., Valentin D., Hong J.H. How a combination of two contradicting is represented: The representation of premium instant noodles and premium yogurts by different age groups. *Food Research International*. 2019; 125: 01-10.
2. World Instant Noodles Association (WINA). Instant noodles at a glance. <http://instantnoodles.org/en/outline/index.html>. Accessed date 15 February 2017.
3. Xu M., Hou G.G., Mae F., Ding J., Deng L., Kahraman O., Niug M., Trivette K., Lee B., Wu L., Baik B. Evaluation of aleurone flour on dough, textural, and nutritional properties of instant fried noodles. *LWT - Food Science and Technology*. 2020; 126: 109294.
4. Gasparre, N., Rosell, C.M. Role of hydrocolloids

- in gluten free noodles made with tiger nut flour as non-conventional powder. *Food Hydrocolloids*. 2019; 97: 105194.
5. Wang, R., Li, M., Chen, S., Hui, Y., Tang, A., Wei, Y. Effects of flour dynamic viscosity on the quality properties of buckwheat noodles. *Carbohydrate Polymers*. 2019; 207: 815–823.
 6. Yu, K., Zhou, H.M., Zhu, K.X., Guo, X.N., Peng, W. Increasing the physicochemical stability of stored green tea noodles: Analysis of the quality and chemical components. *Food Chemistry*. 2019; 278: 333–341.
 7. Wee, M.S.M., Loud, D.E., Tan, V.W.K., Forde, C.G. Physical and sensory characterisation of noodles with added native and denatured pea protein isolate. *Food Chemistry*. 2019; 294: 152–159.
 8. He, L.D., Guo, X.N., Zhu, K.X. Effect of soybean milk addition on the quality of frozen-cooked noodles. *Food Hydrocolloids*. 2019; 87: 187–193.
 9. Choy A.L., Morrison P.D., Hughes J.G., Marriott P.J., Small D.M. Quality and antioxidant properties of instant noodles enhanced with common buckwheat flour. *Journal of Cereal Science*. 2013; 57: 281–287.
 10. Chen, L., Huang, G. Antioxidant activities of phosphorylated pumpkin polysaccharide. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019; 125: 256–261.
 11. Chen L., Huang G. Antioxidant activities of sulfated pumpkin polysaccharide. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019; 126: 743–746.
 12. Research and Development Institute, Kasetsart University. The use of ultrasound in the drying process of pumpkin. <https://www3.rdi.ku.ac.th/?p=11438>. Accessed date 11 March 2014.
 13. Suwan W. Production of pumpkin, taro and red kidney bean powder and utilization in bakery products. Maejo University, Chiang Mai. 2012.
 14. Khamwachirapithak M., Suebsayjan S., Sukchoo U. Brurawat B. Some properties of dried pumpkin powder for use in oral blenderized tube feeding. *VRU Research and Development Journal*. 2017; 12(3): 117–126.
 15. AOAC. Official Method of Analysis of AOAC International. 17th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Virginia. 2000.
 16. Biswas A.K., Sahoo J., Chatli M.K. A simple UV-Vis spectrophotometric method for determination of Beta-carotene content in raw carrot, sweet potato and supplemented chicken meat nuggets. *Food Science and Technology*. 2011; 44: 1809–1813.
 17. Choy A.L., May B.K., Small D.M. The effects of acetylated potato starch and sodium carboxymethyl cellulose on the quality of instant fried noodles. *Food Hydrocolloids*. 2012; 26 (1): 2–8.
 18. AACC International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. Method AACC International. Approved Methods of Analysis, 11th Ed. 2001. Method 66–50.01. St. Paul, MN, U.S.A.: AACC International.
 19. Chen L., Huang G. Antioxidant activities of phosphorylated pumpkin polysaccharide. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2019; 125: 256–261.
 20. Silva E., Sagis L.M.C., van der Linden E., Scholten E. Effect of matrix and particle type on rheological, textural and structural properties of broccoli pasta and noodles. *Journal of Food Engineering*. 2013; 119: 94–103.
 21. Liu, S., Li, Y., Obadi, M., Jiang, Y., Chen, Z., Jiang, S., Xu, B. Effect of steaming and defatting treatments of oats on the processing and eating quality of noodles with a high oat flour content. *Journal of Cereal Science*. 2019; 89: 102794.
 22. Palasuwan S., Suwannarat S., Janchoo N. Development of fresh alkaline noodle from baegu (Liang). *Rajabhat Rambhai Barni Research Journal*. 2020; 14: 167–170.
 23. Malai D., Chaichawalit C., Janphen S., Mailaeed S. Development of fresh noodles by substitution of Jerusalem Artichoke powder. *Journal of Agricultural Science*. 2013; 44 (2)(Supl.): 269–272.
 24. Zeb A. Oxidation and formation of oxidation products of β -Carotene at boiling temperature. *Chemistry and Physics of Lipids*. 2012; 165(3): 277–281.
 25. Laleg, K., Barrón, C., Cordelle, S., Schlich, P., Walrand, S., & Micard, V. How the structure, nutritional and sensory attributes of pasta made from legume flour is affected by the proportion of legume protein. *LWT-Food Science and Technology*, 2017; 79: 471–478.

ผลของสารเคลือบผิวอัลจินตต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลกล้วยน้ำว้า Effect of alginate coating on extending shelf life of Namwa banana fruit

อินทิรา ลิจันทรพร¹, ประดิษฐ์ คำหนองไผ่¹, ทิวักร ลำเทียน¹ และรัชตะ พิมพทอง¹
Intira Lichanporn¹, Pradit Kamnongphai¹, Tiwakorn Lamtein¹ and Rachata Pimpong¹

¹คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

*ผู้ประสานงานหลัก อีเมล: intira_l@rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของสารเคลือบผิวอัลจินตต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลกล้วยน้ำว้า โดยนำกล้วยน้ำว้าไปเคลือบผิวด้วยอัลจินต ที่ระดับความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 นาที แล้วนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา ความชื้นสัมพัทธ์ 90-95 เปอร์เซ็นต์ นาน 28 วัน ผลการทดลองพบว่าการใช้สารเคลือบผิวอัลจินตจะลดการเปลี่ยนแปลงสีเหลืองของการทดสอบ (b*) และความสว่าง (L*) ความแข็ง การสูญเสียน้ำหนัก ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ คลอโรฟิลล์เอและบีแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ผลกล้วยน้ำว้าที่เคลือบด้วยอัลจินต 5 เปอร์เซ็นต์ แสดงการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (3.74 เปอร์เซ็นต์) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (5.74 เปอร์เซ็นต์) ผลกล้วยที่เคลือบด้วยอัลจินต 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่า b* L* ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ ปริมาณคลอโรฟิลล์เอและบีสูงสุด ส่วนค่าความแข็งของผลกล้วยที่เคลือบผิวอัลจินต 5 เปอร์เซ็นต์มีค่าสูงกว่าสิ่ง ทดลองอื่น จากผลการทดลองพบว่าสารเคลือบอัลจินตที่ 5 เปอร์เซ็นต์มีประสิทธิภาพในการยืดอายุการเก็บรักษาผลกล้วย ดังนั้น การเคลือบผิวอัลจินตที่ 5 เปอร์เซ็นต์ จึงเป็นวิธีการที่ไม่ใช้สารเคมีที่มีแนวโน้มในการเพิ่มคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและการเก็บ รักษาผลกล้วยน้ำว้าได้

คำสำคัญ: กล้วยน้ำว้า อัลจินต คลอโรฟิลล์

Abstract

The effect of alginate coating on extending shelf life of 'Namwa' banana were also evaluated. Banana fruit coated with 0 (control), 1, 3 and 5% of alginate coating for 1 min and stored at 4.°C and 90-95% relative humidity (RH) for 28 days. The results indicate that alginate coating significantly showed the delay of color (b*), and L*, hardness, weight loss, titratable acidity, chlorophyll a and b comparing with the control fruit. The banana fruit treated with 5% alginate coating did show a statistically significant weight loss low (3.74%) compared to these treated with control (5.74%). Banana coating with 5% alginate had highest b*, L*, titratable acidity, chlorophyll a and b. Hardness of banana coating with 5% alginate had higher than other treatment. It was found that 5% alginate coating was the most effective treatment to prolong storage life of banana. Thus, 5% alginate coating can emerge as a promising non-chemical approach towards extending postharvest quality and shelf life of 'Namwa' banana.

Keywords: 'Namwa' Banana, alginate, chlorophyll

บทนำ

กล้วยน้ำว้า มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Musa ABB cv.* อยู่ในวงศ์ *Musaceae* เป็นผลไม้พื้นเมืองของประเทศในกลุ่มอาเซียนที่สามารถปลูกและให้ผลผลิตตลอดทั้งปี สำหรับประเทศไทยสามารถปลูกได้ในทุกภาคของประเทศและมีพื้นที่ปลูกกล้วยน้ำว้า 457,555 ไร่ มีผลผลิต 665,860 ตัน⁽¹⁾ ส่วนต่าง ๆ ของกล้วยน้ำว้าประกอบด้วยหัวปลีซึ่งมีธาตุเหล็กสูง และส่วนของรากมีไตรเทอปีน (Triterpene) หรือ สเตียรอยด์ (Steroid) ผลกล้วยทุกชนิดประกอบด้วย น้ำ แป้ง โปรตีน ไขมัน เส้นใย เกลือแร่ต่าง ๆ (โดยเฉพาะแคลเซียม เหล็ก และโปรแตสเซียม) วิตามิน และเอนไซม์ต่าง ๆ นอกจากนี้ยังมี เซโรโทนิน (Serotonin) นอร์อะดรีนาลีน (Noradrenaline) และโดพามีน (Dopamine)⁽²⁾ กล้วยเป็นผลไม้ที่ยังคงมีอัตราการหายใจสูงหลังการเก็บเกี่ยวจึงสุกเร็ว และเมื่อสุกเกินไปเปลือกกล้วยจะเกิดจุดสีดำ และหลุดร่วงจากข้อได้ง่าย จึงมีอายุการเก็บสั้น เน่าเสียได้ง่าย ทำให้ราคาตกต่ำ เมื่อผลไม้ถูกเก็บเกี่ยวจะเกิดความเครียดขึ้นภายในเนื่องจากผลไม้ยังคงมีชีวิตอยู่แต่ถูกตัดขาดจากแหล่งอาหาร และน้ำจึงต้องมีการนำเอาอาหารและน้ำที่สะสมอยู่มาใช้ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ เช่น การหายใจ ซึ่งอาจส่งผลให้รสชาติเปลี่ยนไป การสูญเสียน้ำทำให้น้ำหนักและคุณภาพของผลลดลง การเปลี่ยนแปลงในด้านสีของผล การเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบเคมีที่สะสม เช่น แป้ง กรดอินทรีย์ ไขมัน การสูญเสียวิตามิน การสร้างกลิ่นเฉพาะตัวของผล⁽³⁾ การยืดอายุของผลไม้ทำได้โดยการควบคุมกระบวนการเปลี่ยนแปลงผลผลิตที่นำไปสู่ความเสื่อมสลาย โดยการควบคุมอัตราการหายใจของผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด ซึ่งสามารถทำได้โดยการแช่เย็น โดยการจัดการปัจจัยภายนอกให้เหมาะสม การยืดอายุผลไม้ไม่สามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเก็บรักษาในห้องเย็น การควบคุมสภาพของบรรยากาศ และการใช้สารเคลือบผิว โดยเฉพาะการใช้สารเคลือบผิวที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิดโดยทำหน้าที่ป้องกันการผ่านเข้าออกของก๊าซในระดับต่ำและสัมพันธ์กับขบวนการออกซิเดชัน⁽⁴⁾ สารเคลือบผิวอัลจิเนต หรืออัลจินซึ่งเป็นสารที่สกัดได้จากสาหร่ายทะเลสีน้ำตาล (Phaeophyceae) เป็นสารเคลือบที่ช่วยชะลอการสุก และมีประสิทธิภาพเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และสารต้านจุลินทรีย์ได้ อัลจินตมีคุณสมบัติในด้านความหนืด และคงตัว มีประสิทธิภาพในการเป็นสารเคลือบและแผ่นฟิล์มนำมาใช้ในการยืดอายุของสตรอเบอรี่⁽⁵⁾ ส้ม⁽⁶⁾ องุ่น⁽⁷⁾ มะเฟือง⁽⁸⁾ รวมทั้งมีรายงานว่าโซเดียมอัลจินตมีประสิทธิภาพในการรักษาคุณภาพของมะเขือเทศ⁽⁹⁾ และท้อ⁽¹⁰⁾ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัลจินตต่อการยืดอายุการเก็บรักษาผลกล้วยน้ำว้าซึ่งอาจเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาผลกล้วยน้ำว้าไว้ได้นานขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมวัสดุพืช

กล้วยน้ำว้าซื้อจากตลาดสี่มุมเมือง ลักษณะของกล้วยที่ใช้คือกล้วยที่มีระยะแก่ทางการค้า (70-80 เปอร์เซ็นต์) ผลมีสีเขียว คัดเลือกหวีที่มีความสม่ำเสมอ ไม่มีโรค จากนั้นนำมาแยกเป็นลูก และล้างทำความสะอาดด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรต์ความเข้มข้น 200 ppm นาน 2 นาที ผึ่งให้แห้ง

2. ศึกษาผลของโซเดียมอัลจินตต่อคุณภาพทางกายภาพ และเคมีของผลกล้วยน้ำว้า

เตรียมสารเคลือบผิวอัลจิเนตโดยนำผงโซเดียมอัลจินตที่ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ละลายในน้ำกลั่นที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส และกวนจนกว่าสารละลายโซเดียมอัลจินตใส เดิมกลีเซอรอล (11.6 กรัม/ลิตร) และน้ำมันทานตะวัน (0.25 กรัม/ลิตร) ปั่นผสมให้เป็นเนื้อเดียวกันนาน 5 นาที จากนั้นศึกษาผลของอัลจินตต่อคุณภาพและปริมาณคลอโรฟิลล์ของกล้วยน้ำว้าโดยแยกเป็นสี่ทดลองดังนี้ สี่ทดลองที่ 1 จุ่มผลกล้วยในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) สี่ทดลองที่ 2-4 จุ่มผลกล้วยในสารเคลือบผิวอัลจิเนต 1 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เป็นเวลา 1 นาที และผึ่งให้แห้งนาน 30 นาที ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากผลกล้วยน้ำว้าแห้งนำไปใส่ในถุงโฟลโฟลีนขนาด 6x9 นิ้ว เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 28 วัน นำมาตรวจวิเคราะห์ผลในวันที่ 0 7 14 21 และ 28 วัน ตรวจวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกโดยแสดงเป็นค่า L^* (ค่าความสว่าง) และ b^* (ค่าสีเหลือง) ค่าความแข็ง (Hardness) โดยใช้เครื่อง fruit hardness tester ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้⁽¹¹⁾ การสูญเสียน้ำหนัก และปริมาณคลอโรฟิลล์ของเปลือกผลกล้วยน้ำว้า⁽¹²⁾

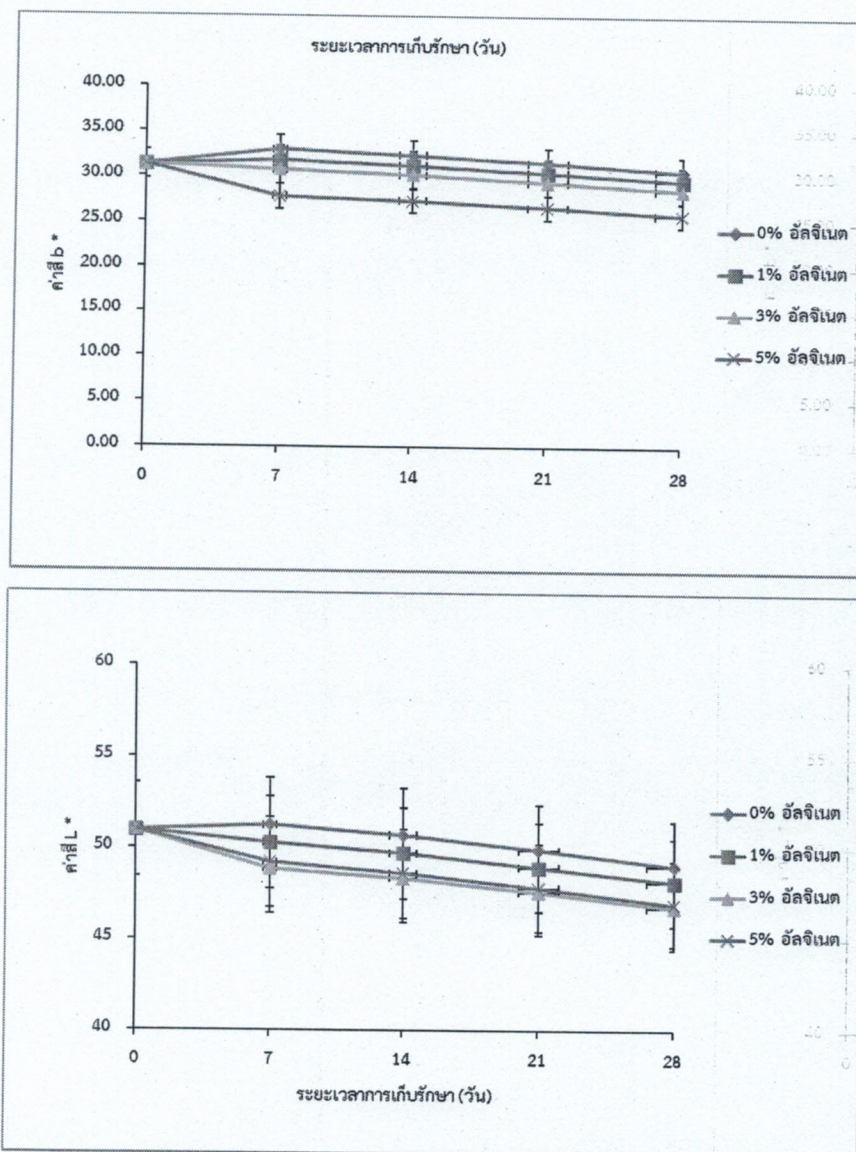
3. สถิติที่ใช้ในการทดลอง

วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design; CRD) วิเคราะห์ข้อมูลความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) ทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Statistics version 21 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

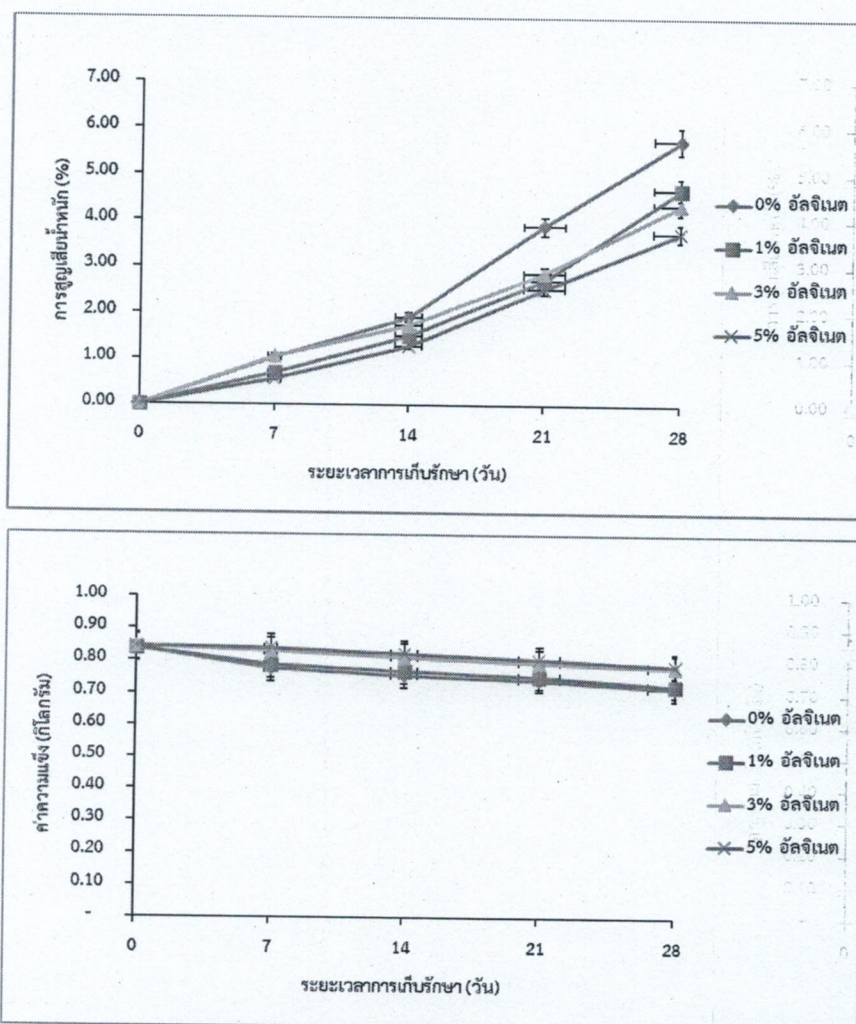
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

จากการเคลือบผิวของกล้วยน้ำว้าด้วยโซเดียมอัลจิเนตที่ความเข้มข้นต่าง ๆ พบว่ากล้วยน้ำว้าที่ไม่ได้เคลือบผิวมีค่า b^* (สีเหลือง) สูงกว่าผลกล้วยน้ำว้าที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตซึ่งสอดคล้องกับค่า L^* (ความสว่าง) แสดงถึงการเปลี่ยนจากสีเขียวไปเป็นสีเหลืองมากกว่ากล้วยน้ำว้าที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ภาพที่ 1) ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของวรรณพการณ และคณะ⁽¹³⁾ พบว่าการใช้สารเคลือบผิวอัลจิเนตร่วมกับวุ้นหางจระเข้ อัตราส่วน 85:15 ส่งผลให้มะนาวมีอายุการเก็บรักษา 6 วัน เมื่อเทียบกับชุดควบคุมซึ่งสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเขียวและมีค่าสีแดง (a^*) สูงกว่าชุดควบคุม สารเคลือบผิวที่ใช้กับผักและผลไม้ปอกคลุมไซท์ที่เคยมีอยู่และปิดช่องเปิดตามธรรมชาติ เช่น ปากใบ หรือ รอยแตกบริเวณผิวของลำต้นและปิดช่องเปิดตาม (lenticel) ทำให้การสูญเสียน้ำหนักและการแลกเปลี่ยนก๊าซลดน้อยลง ปริมาณออกซิเจนภายในผลลดลงเนื่องจากถูกใช้ไปในการหายใจ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มสูงขึ้น⁽¹⁴⁾ จากการทดลองเห็นได้ว่ากล้วยน้ำว้าที่ไม่ได้เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่ากล้วยน้ำว้าที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตซึ่งกล้วยน้ำว้าที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด 3.74 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2) ในงานวิจัยของ จิตตา และคณะ⁽¹⁵⁾ พบว่าการใช้สารเคลือบผิวเจลวุ้นหางจระเข้ ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ เคลือบผิวชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเท่ากับ 2.38 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่ผลชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์ที่ไม่เคลือบผิวมีการสูญเสียน้ำหนักเท่ากับ 4.35 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีรายงานว่ามีการใช้สารเคลือบผิวโซเดียมอัลจิเนตในเมล่อนตัดแต่งพร้อมบริโภค ลดการสูญเสียน้ำหนักเมื่อใช้ที่ 1.0 และ 2.0 กรัมต่อกรัมโซเดียมอัลจิเนต⁽¹⁶⁾ เนื่องจากสารเคลือบนี้จะไปจำกัดปริมาณก๊าซให้ลดการสูญเสียน้ำหนักได้ อีกทั้งเกิดการพอร์มตัวของแคลเซียมแลคเตทโดยแคลเซียมจะไปจับกับผนังเซลล์ เช่น เพคตินจึงทำให้โครงสร้างของผนังเซลล์แข็งแรง⁽¹⁷⁾ จึงลดการสูญเสียน้ำหนักได้ ผลกล้วยน้ำว้าที่ไม่ได้เคลือบอัลจิเนตมีความแข็งลดลงอย่างรวดเร็วและต่ำกว่าผลกล้วยน้ำว้าที่เคลือบอัลจิเนตความเข้มข้น 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ภาพที่ 2) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าการใช้สารโคโคแซนเคลือบผิวผลพุทรา⁽¹⁸⁾ และหน่อไม้ฝรั่ง⁽¹⁹⁾ สามารถรักษาความแน่นเนื้อได้ ทั้งนี้สารเคลือบผิวมีผลต่อองค์ประกอบของก๊าซภายในผลพุทราและลดอัตราการหายใจและเอนไซม์อะไมเลส ในที่สุดก็จะไปต้านการลดลงของความแน่นเนื้อได้ นอกจากนี้ผลการทดลองมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ จิตตา และคณะ⁽¹⁵⁾ ศึกษาเกี่ยวกับการใช้เจลวุ้นหางจระเข้เคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์ รายงานว่าชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์ที่เคลือบด้วยวุ้นหางจระเข้ ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ มีความหนาแน่นเนื้อดีสุดเท่ากับ 40.92 กิโลกรัม แตกต่างจากชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์ที่ไม่ได้เคลือบผิว ซึ่งมีค่าความหนาแน่นเนื้อต่ำที่สุด เท่ากับ 27.76 กิโลกรัม จากผลการทดลองปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของกล้วยน้ำว้าเคลือบอัลจิเนตมีปริมาณกรดที่ไทเทรตได้มากกว่าผลกล้วยน้ำว้าที่ไม่ได้เคลือบผิว โดยเฉพาะที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 3) ทั้งนี้ตามที่ Sadler และ Murphy⁽²⁰⁾ พบว่ากรดในผลไม้ไม่มีปริมาณลดลงเมื่อผลไม้สุกขณะที่ปริมาณน้ำตาลเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของกล้วยน้ำว้าทั้งเคลือบผิวและไม่เคลือบผิวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังนั้นการเคลือบผิวจึงอาจไม่ใช่สาเหตุของปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ คลอโรฟิลล์เป็นรงควัตถุสีเขียวมีหลายชนิด ได้แก่ คลอโรฟิลล์เอ บี ซี และดี การเปลี่ยนแปลงสีผิวเปลือกเป็นปัญหาสำคัญหลังการเก็บเกี่ยวของผลกล้วย การสลายตัวของคลอโรฟิลล์ในผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ถูกกระตุ้นโดยการย่อยหรือทำลายโครงสร้างโดยเอนไซม์ เช่น chlorophyllase นอกจากนี้ยังเป็นผลมาจากอุณหภูมิและวิธีการเก็บรักษา⁽¹⁴⁾ จากการทดลองพบว่าคลอโรฟิลล์เอของกล้วยน้ำว้าเคลือบอัลจิเนตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วในวันที่ 7, 14 และ 21 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (ภาพที่ 3) โดยผลกล้วยน้ำว้าที่เคลือบผิวด้วยอัลจิเนตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งปริมาณคลอโรฟิลล์สัมพันธ์กับค่าสี b^* และ L^* ที่มีปริมาณสูงกว่าสิ่งทดลองอื่นแสดงว่าผลกล้วยน้ำว้ามีการเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเหลือง ซึ่งผลการทดลองมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุทธิวิทย์ และคณะ⁽²¹⁾ ได้ศึกษาเกี่ยวกับผลของการ

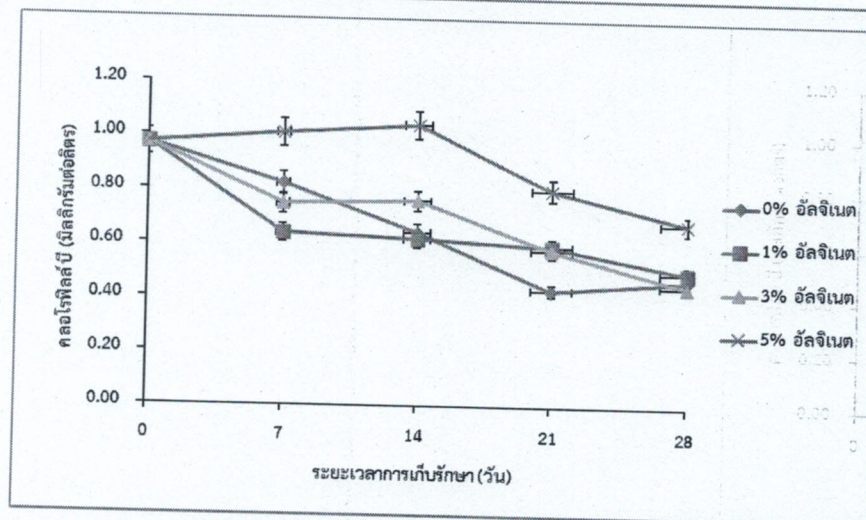
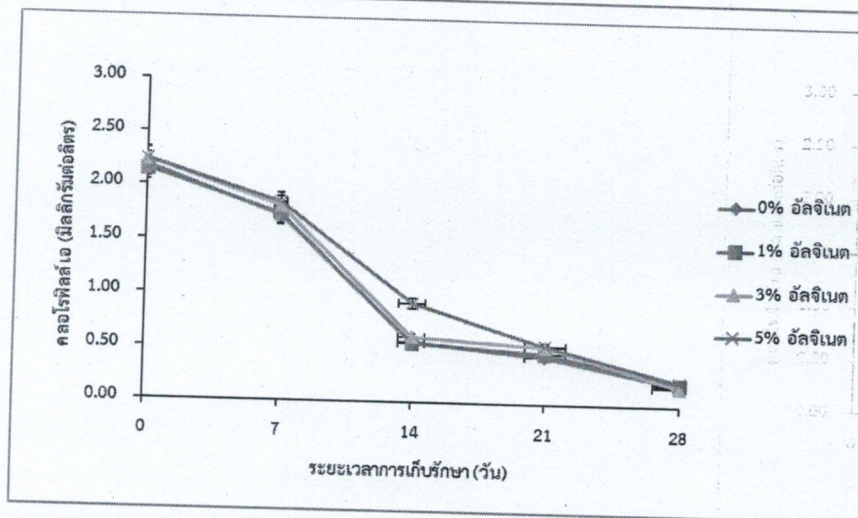
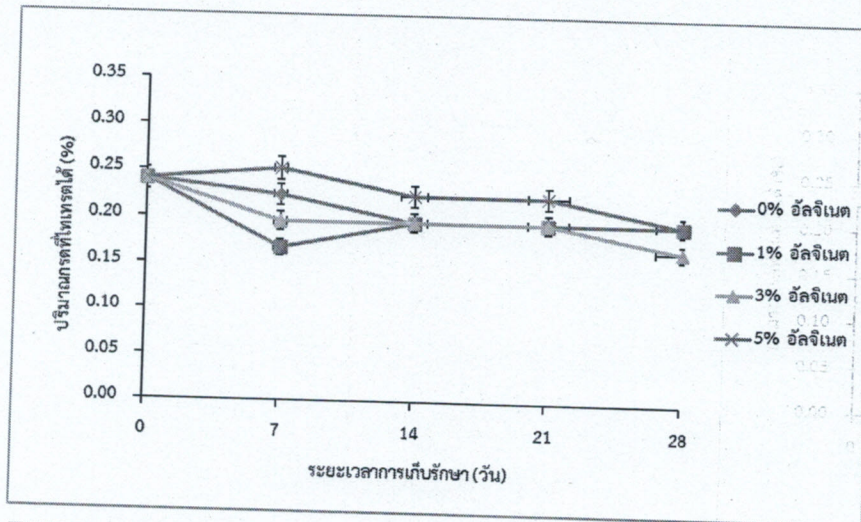
เคลือบผิวด้วยไคโนซานต่อการชะลอการสุกของกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช รายงานว่ากล้วยหอมที่เคลือบด้วยไคโตแซนที่มีความเข้มข้นร้อยละ 1.5 และ 2.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการลดลงของปริมาณคลอโรฟิลล์ได้ การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์บีของกล้วยน้ำว่าเคลือบอัลจินตเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ที่ความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ มีค่าคลอโรฟิลล์มากที่สุด ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ภาพที่ 3) Tiecher และคณะ⁽²²⁾ รายงานว่าการสลายตัวของคลอโรฟิลล์นั้นส่วนหนึ่งมาจากการผลิตเอทิลีน โดยกล้วยที่เปลี่ยนสีเขียวเป็นสีเหลืองมาจากกระบวนการสุกซึ่งมีเอทิลีนไปกระตุ้นให้เกิดการสุกทำให้คลอโรฟิลล์ลดลงและการเคลือบผิวด้วยอัลจินตจะส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนที่จะเข้าไปทำปฏิกิริยาในกระบวนการสลายคลอโรฟิลล์ถูกจำกัด จึงทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ในผลกล้วยที่เคลือบผิวด้วยอัลจินตเปลี่ยนสีช้ากว่าผลกล้วยที่ไม่เคลือบผิว ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวอัลจินตจึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการยืดอายุการเก็บรักษาของผลไม้ชนิดอื่นและยังสามารถนำไปใช้ประโยชน์ร่วมกับสารป้องกันการเกิดสีน้ำตาลได้



ภาพที่ 1 ค่าสี b* และ L* ของกล้วยน้ำว่าที่เคลือบด้วยอัลจินตที่ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 2 การสูญเสียน้ำหนัก และค่าความแข็งของก๊วยน้ำว้าที่เคลือบด้วยอัลจิเนตที่ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส



ภาพที่ 3 ปริมาณกรดที่ไทรหดได้ คลอโรฟิลล์ เอ และบี ของกล้วยน้ำว้าที่เคลือบด้วยอัลจิเนตที่ความเข้มข้น 0, 1, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

สรุป

จากการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลกล้วยน้ำว้าด้วยสารเคลือบผิวอัลจินตพบว่าการใช้สารเคลือบผิวอัลจินตความเข้มข้น 5 เปอร์เซ็นต์ สามารถชะลอการสุก คงความแน่นเนื้อ และลดการสูญเสียน้ำหนักของผลกล้วยน้ำว้าได้ ดังนั้นสารเคลือบผิวอัลจินตสามารถนำไปใช้กับผลไม้ชนิดอื่นที่ต้องการยืดอายุการเก็บรักษาหรือใช้ร่วมกับสภาพบรรยากาศดัดแปลงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของสารเคลือบผิว

กิตติกรรมประกาศ

การทำงานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ตลอดจนนักศึกษาปริญญาตรีที่ได้ช่วยปฏิบัติงานวิจัยจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. ผู้จัดการออนไลน์. กลยุทธ์ปลุกกล้วยให้ได้ประโยชน์ กินก็ดี ขาย-ส่งออกก็ได้กำไร: สถานการณ์การผลิตกล้วยของไทย ปี 2558-2562 [อินเทอร์เน็ต]. สืบค้นเมื่อวันที่ 12 ธ.ค. 2563. จาก <https://mgronline.com/smes/detail/9630000126929>.
2. สุนันทา คะเนนอก. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเปลือกกล้วยน้ำว้าเพื่อสุขภาพ. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา 2556.
3. สังคม เตชะวงศ์เสถียร. สรรพวิทยาการสุกของผล. ขอนแก่น : มหาวิทยาลัยขอนแก่น 2554.
4. Nawab A, Alam F, Hasnain, A. Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf-life of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit. *Int. J. Biol. Macromol* 2017; 103: 581-586.
5. Peretto G, Du, WX, Avena-Bustillos RJ, Berrios JDJ, Sambo P, McHugh T.H. Electrostatic and conventional spraying of alginate-based edible coating with natural antimicrobials for preserving fresh strawberry quality. *Food and Bioprocess Tech* 2017; 10 (1): 165-174.
6. Chen C, Peng X, Zeng R, Chen M, Wan C, Chen J. Ficus hirta fruits extract incorporated into an alginate-based edible coating for Nanfeng mandarin preservation. *Sci Hort* 2016; 202: 41-48.
7. Aloui H, Khwaldia K, Sanchez-Gonzalez L, Muneret L, Jeandel C, Hamdi M, Desobry S. Alginate coatings containing grapefruit essential oil or grapefruit seed extract for grapes preservation. *J. Food Sci. Technol* 2014; 49: 952-959.
8. Gol NB, Chaudhari ML, Rao TR. Effect of edible coatings on quality and shelf life of carambola (*Averrhoa carambola* L.) fruit during storage. *J. Food Sci. Technol* 2005; 52(1): 78-91.
9. Zapata PJ, Guillén F, Martínez-Romero D, Castillo S, Valero D, Serrano M. Use of alginate or zein as edible coatings to delay postharvest ripening process and to maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill) quality. *J. Sci. Food Agric* 2008; 88: 1287.
10. Maftoonazad N, Ramaswamy HS, Marcotte M. Shelf life extension of peaches through sodium alginate and methyl cellulose edible coatings. *Int. J. Food Sci. Technol* 2008; 43: 951.
11. AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th ed., Maryland, USA 2000.
12. สันท ละอองศรี. การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ในใบชาสด. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยแม่โจ้; 2551.
13. วรณทการณ สติดยกุล และลดาวัลย เลิศเลอวงศ์. ผลของการใช้สารเคลือบผิวจากอัลจินตและสารสกัดว่านหางจระเข้ต่อการเปลี่ยนแปลงสีและคุณภาพผลของมะนาวพันธุ์แป้น. รายงานวิจัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์; 2559.

14. สมัคร แก้วสุกแสง. เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผลมะนาว. พิมพ์ครั้งที่ 1 บริษัทแดเน็กซ์อินเตอร์คอร์ปอเรชั่น จำกัด. กรุงเทพฯ; 2562.
15. จิตตา สาตร์เพชร, อภิตี อุทัยรัตนกิจ, วาริช ศรีละออง, ศิริชัย กัลป์ยานรัตน์ และปิยะ เฉลิมกลิ่น. ผลของการใช้เจลว่านหางจระเข้เคลือบผิวเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาชมพูพันธุ์ทับทิมจันทร์. การประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 7, 26-30 พฤษภาคม 2551.
16. Sipahi RE, Castell-Peres ME, Moreira RG, Gomes C, Castillo A. Improved multimicrobial alginate-based edible coating extends the shelf life of fresh-cut watermelon (*Citrullus lanatus*). *LWT - Food Sci Technol* 2013; 51: 9-15.
17. Alandes L, Perez-Munuera I, Llorca E, Quiles A, Hernando I. Use of calcium lactate to improve structure of "Flor de Invierno" fresh-cut pears. *Postharvest Biol. Technol* 2009; 53: 145-151.
18. Zhong QP, Xia WS. Effect of 1-methylcyclopropene and/or chitosan coating treatments on storage life and quality maintenance of Indian jujube fruit. *LWT - Food Sci Technol* 2007; 40: 404-411.
19. Qiu M, Jiang. H, Ren G, Huang J, Wang X. Effect of chitosan coatings on postharvest green asparagus quality. *Carbohydr. Polym* 2013; 92(2): 2027-2032.
20. Sadler GD, Murphy PA. pH and titratable acidity. In: Suzanne Nielsen, S. (Ed.), *Food Analysis*. Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland 1998: pp. 101-116.
21. สุทธิวัลย์ สีทา. ผลของการเคลือบผิวด้วยไคโตแซนต่อการชะลอการสุกของผลกล้วยหอมพันธุ์คาเวนดิช. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ; 2552.
22. Tiecher A, Paula LAD, Chaves FC, Rombaldi CV. UV-C effect on ethylene Polymines and the regulation of tomato fruit ripening. *Postharvest Biol. Technol* 2013; 86: 230-239.

ASTC 2021

การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



ครั้งที่

8



Proceedings

วิทยาศาสตร์ วิจัย นวัตกรรม
น้อมนำศาสตร์พระราชา
เพื่อพัฒนาประเทศ

Academic Science and
Technology Conference

วันศุกร์ที่ 26 มีนาคม 2564

(รูปแบบ Online)

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี



การประชุมวิชาการระดับชาติวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีระหว่างสถาบัน ครั้งที่ 8
(The 8th Academic Science and Technology Conference 2021)

“วิทยาศาสตร์ วิจัย นวัตกรรม น้อมนำศาสตร์พระราชา เพื่อพัฒนาประเทศ”

วันศุกร์ที่ 26 มีนาคม 2564

ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

- ผู้จัดหลัก : คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และคณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
- ผู้จัดร่วม : คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ
คณะวิทยาศาสตร์ และวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยรังสิต
วิทยาลัยการแพทย์แผนไทย และคณะเทคโนโลยีการเกษตร วิทยาลัยการแพทย์แผนไทย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย
คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
วิทยาเขตกำแพงแสน
คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

APPROPRIATE RATIOS OF OKRA JUICE AND PANDAN LEAF JUICE ON SPORT DRINK PROCESSING

*Wattana Wirivutthikorn¹

¹Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT)
Thailand

*Corresponding Author, Received: 19 July 2019, Revised: 24 Sept. 2019, Accepted: 16 Feb. 2020

ABSTRACT: The major advantages of Thai herbal plants are good bioactive ingredients and antioxidants that are beneficial to the body are possible when used to produce as a sports drink. There are possibilities to produce sports drinks by using Thai herb as raw materials. The objective of this research was to study the optimum ratios of okra juice and pandan leaf juice with vitamin C supplementation of mixed juice. Four ratios of okra juice and pandan leaf juice were performed into 4 experiments. Experiment 1: (control formula) okra juice 100 ratios, Experiment 2: blended okra juice and pandan leaf 70:30 ratio, Experiment 3: blended okra juice and pandan leaf 60:40 ratio and Experiment 4: blended okra juice and pandan leaf 50:50 ratio. The results from physical measurement (L, a*, b* and percent of transmittance) were significantly different ($P \leq 0.05$). The study chemical of measurements, i.e. pH, percentage of acidity and total soluble solids were performed. The results showed that Experiment 4 had the lowest pH and gave the highest percentage of acidity values of 3.15 and 0.28, respectively. The microbiological properties revealed that the number of microorganisms in each treatment was not found. The sensory evaluation on overall acceptability by using 9-point hedonic scale revealed that panelists accepted with the highest scores of 7.13 on okra juice (control). From the information obtained, the formulation of sports drink produced from Thai herbs can be developed to be accepted by consumers, which has increased steadily and expanded in the large future level in the beverage industry.

Keywords: Okra, Pandan leaf, Juice, Sport, Drink

1. INTRODUCTION

At the present, Thai society has seen the importance and pay attention to exercise more sports. In order to have a healthy, healthy body without the disease, athletes must pay attention to their health care. Health supplement products have become more actives. Especially the use of vitamins and minerals enhances health and fitness [1]. Sports drinks, called electrolyte drinks, refer to beverages that contain minerals as the main ingredients. Includes dry mineral drinks as well as a liquid replacement drink that is lost during exercise or sport. The lost fluid is the loss of sweat. The sweat contains as much as 99 percent water and contains 1 percent more minerals. Drinking of sodium-containing solutions during exercise and recovery may help maintain the condition and normalize the amount of blood and also help maintain the water in the space between cells. But still have thirst, while drinking clean water will help suppress appetite [2]. The major components of sports drink according to the FDA requirements are that they should contain sodium chloride minerals and magnesium in quantities not exceeding 25 g / l. If the concentration of minerals and sugar is high, it will slow down the absorption, so drinking mineral drinks or other beverages need to be diluted before. To allow the absorption of

water to replace sweat quickly, Sport drink is a specific control food. It must have quality or standards as announced by the Thai Ministry of Public Health. Especially minerals controlled in 1-liter sports drink containing these minerals: sodium not less than 20 meq, glucose not less than 2 percent of weight or sucrose not less than 4 percent of weight, potassium not more than 5 meq (if any) and bicarbonate or citrate not more than 15 meq. In addition to previous components may use minerals other than 3 and 4 or other sugars to be approved by the Food and Drug Administration [3]. Chloride is one of the minerals that is controlled in sports drinks. The reason for having to control the amount of salt in food or chloride in sports drinks, if there is too much salt, it may be a major cause of high blood pressure. Chloride is the most important negative ion in the body. Most of the body gets it in the form of sodium salt. Chloride acts to balance the pH of the body and a component of hydrochloric acid in the stomach. If the body is absent, it will vomit. In general, the body gets chloride along together with sodium [4]. The utilization possibility of okra to be processed into sport drinks for those who lack nutrients and exercise Because, it is rich in nutrients that are nutritious, such as carbohydrates as fiber, protein, folate, calcium, phosphorus, potassium, magnesium, iron, vitamin A, vitamin B1, vitamin

B2 and vitamin C in sufficient quantities. Because okra is highly nutritious, in addition to food and the drink also has properties for the treatment of diseases such as fresh okra with high amounts of ginseng and pectin. Several compounds such as gum and pectin in high amounts cause mucus, which will help reduce the symptoms of gastroenteritis, prevent atherosclerosis, maintaining normal blood pressure, nourishing the brain and also being a good laxative [5]. Pandan leaf has a fragrant aroma of essential oils. The aroma of pandan leaf is very much from the chemical called 2-acetyl-1-pyrroline, which is the same smell that can be found in jasmine rice, white bread and flowers. Pandan leaf contains proteins, carbohydrates, fiber, calcium, phosphorus, iron, essential oils (containing linalil acetate, benzyl acetate, linoleol and ethyl vanillin, geranium, and kumarin fragrance). It contains chlorophyll pigment, making it green with β -carotene, which is the essence that is beneficial to the body, helps in excretion and can resist cancer as well [6]. There is research related to the comparison of chloride determination in 10 commercially available sports drinks by using the titration method and the sedimentation method for silver chloride analysis. The results showed that the values obtained in both methods are highly correlated ($r^2 = 0.9582$) and when analyzing results were tested with a t-test. It was found that both methods were not statistically different. When calculating the cost of chemicals used, it was found that the method of precipitation in silver chloride required a cost of 1.3 times higher than the titration method. The cost of chemicals is 7.1455 and 5.5424 baht, respectively. In addition, the titration method took 15 minutes per sample, whereas the settling silver chloride method took approximately 9 hours per sample [7]. But there was no information about the formulation of okra mixed with pandan leaf. For this reason, of okra and pandan leaf benefits, the researchers mentioned the importance of producing water-based okra and pandan leaf with the healthy sport drink by studying an appropriate amounts of okra and pandan leaf ratios on the physical, chemistry quality and sensory acceptance of the consumer towards the product in order to obtain the taste that is acceptable to the consumer, which help with the quenching of thirst and help relax or make the body. The data obtained from this research was an alternative to applying by making a sports drink containing both okra and pandan leaf as raw materials to improve the nutritional quality and good health. Sport drink that has benefits and suitable for people who love to exercise, love health and also solve the problems of bringing agricultural products that are processed with higher values.

2. METHODOLOGY

The research was carried out at the Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Pathum Thani Province Thailand. The samples used in this study were purchased from Rangsit Market which is located in Pathum Thani Province Thailand.

2.1 Dried Okra Preparation

The okra was washed and cut into thin small pieces. Then 5 kg of okra was dried at 75°C for 3 hrs. Stored products that were packed in plastic zipper bags with desiccants [8].

2.2 Pandan Leaf Preparation

The pandan leaf was washed and cut into thin small pieces. Then 100 g of broken pandan leaf was dried at 75°C for 2 hrs. Stored products that were packed in plastic zipper bags with desiccants [8].

2.3 Production of Blended Dried Okra Juice and Pandan Leaf Juice with Vitamin C Supplementation

2.3.1 Okra Juice Preparation

Weigh 50 g of dried okra was placed in a stainless steel pot containing 1,000 ml of water and heated to 100°C. Then, put pandan leaf to reduce the green odor of okra. The aliquot was filtered through a cloth until there was no sediment and then stored its in the refrigerator [8].

2.3.2 Pandan Leaf Preparation

Weigh 10 g of dried pandan leaf was placed in a stainless steel pot containing 1,000 ml of water and heated to 100°C. The aliquot was filtered through a cloth until there was no sediment and then stored its in the refrigerator adapted from [8].

2.3.3 Blended Okra Juice and Pandan Leaf Juice Preparation

This research was performed as four experiments (three replications): 1) okra juice (control); 2) blended okra juice and pandan leaf juice 70:30; 3) blended okra juice and pandan leaf juice 60:40 and 4) blended okra juice and pandan leaf juice 50:50. Bring the okra juice mixed with pandan leaf juice to be homogeneous and add other ingredients as shown in Table 1 [8].

2.3.4 Production of Blended Okra Juice and Pandan Leaf Juice with Vitamin C Supplementation

Weigh 50 g of dried okra was placed in a stainless steel pot containing 1,000 ml of water and heated to 100°C for 5 minutes. The aliquot was filtered through a cloth until there was no sediment. Bring okra juice blended with pandan leaf juice. Addition of some detailed ingredients as shown (Table 1). (65 g of sucrose, 1.2 g of citric acid, 8g of sodium chloride and 0.5 g of vitamin C), then cooling and heated to 70°C for 15 minutes. The blended aliquots were placed in 250 ml of sterilizing colored glass bottles by means of cooling immediately and storage at 4°C adapted from [9].

2.4 Recording of Data

The numerical data were collected and recorded from experiments (three replications) for statistical analysis. The Experimental design for physical and chemical quality analysis was evaluated by using a completely randomized design (CRD). A randomized complete block design (RCBD) for sensory evaluation was used with the analysis of variance. Analysis of the mean differences of experiments was performed using Duncan's new multiple range test [10].

2.5 Physical Measurement

2.5.1 Observation by eyes

Observation of the external appearance of mineral drink products, okra juice, mixed with pandan leaf juice, vitamin C supplementation in all 4 experiments [11].

2.5.2 Measurement by using the instrument

The color brightness (L^*), color as green ($-a^*$) and yellow ($+b^*$) were measured by using Minolta CR-10 and recorded as values adapted from [11]. The sedimentation was detected by using Visible Spectrophotometer Metertech Model SP830 and the sedimentation value was recorded as values adapted from were recorded as a percent of transmittance values (% T) adapted from [11].

2.6 Chemical Measurement

The pH, total soluble solid (TSS) and percentage of total acidity (calculated as citric acid) were measured by using pH meter OHAUS ST3100-F, using hand refractometer (measured as °Brix and titration with 0.1N sodium hydroxide (phenolphthalein as indicator as values), respectively adapted from [12].

2.7 Microbiological Measurement

The total microbiology was measured as total plate count by using plate count agar adapted from [13].

2.8 Sensory Evaluation

The sensory evaluation was carried out by 30 untrained panelists in Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Thailand. Panelists were asked to analyze their level of preference for each treatment by using a 9-point hedonic scale test based on the attributes of color, odor, taste, clarify and overall acceptability. A randomized complete block design was used with the analysis of variance. Analysis of the mean differences of experiments was performed using Duncan's new multiple range test [14].

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Physical appearances of okra juice and passion leaf

The characteristics of sport drink products, okra juice was mixed with pandan leaf juice and vitamin C supplementation. When considering the appearance, it was found that Experiment 1 and 2 had a lot of suspended sediments of okra. Experiment 3 showed that there was a little suspended okra and Experiment 4 was found that there was no sediment of okra. When considering the color, it was found that Experiment 1 had a light brown color, but Experiment 2 had an orange-brown color, whereas Experiment 3 was yellowish-brown, the last Experiment 4 had a clear yellow color. The results revealed that Experiments 1, 2 and 3 were brown in color from the okra juice in a ratio greater than pandan leaf [15]. The possible reason was that okra contains a soluble fiber pigment such as pectin and mucilage caused by acetylated acidic polysaccharide compounds and galacturonic acid. Experiment 4 had a clear yellow color due to the ratio of okra juice and pandan leaf juice in the same ratio. When considering the smell, it was found that the smell varies according to the amount of okra juice that was reduced and the amount of pandan leaf juice was increased. Compared to the control sample, when considering the taste, it revealed that all experiments had a slightly sour, sweet, salty taste due to flavoring with sucrose at the equal amount of sodium chloride and citric acid in all experiments [16].

3.2 Physical measurement

Table 2, The results revealed that all of (L*), (a*), (b*) and percent of transmittance values and physical appearance depending on different ratios of okra juice and pandan leaf juice. The results showed that all values were different ($P \leq 0.05$). The physical characteristics of blended okra juice and pandan leaf juice products with vitamin C supplementation, comparing the differences between the experiments of color values (L*), (-a*), (b*) and percent of transmittance. The results revealed that the brightness value (L*) were of 27.61, 28.48, 29.78 and 29.58, respectively. The color values (-a*) and (b*) were -3.00, -2.67, -6.35 and -10.08, 10.59, 12.13, 12.51 and 13.55, respectively. The percentage of transmittance from all treatments with a value of 77.09, 74.02, 83.63 and 87.50, respectively [17]. This may be caused by the ratios between okra juice and pandan leaf juice with different amounts due to each experiment to have different values. The experiment with a large amount of pandan leaf ratio had a darker color and more brightness than the experiment with the ratio of the less amount of okra juice. One possible reason was both okra and pandan leaf have a chlorophyll (as green pigment), but increasing the amount of pandan leaf juice results in an increasing trend of all values [18].

3.3 Chemical Measurement

Table 3, The results indicated that the pH, total soluble solids and percentage of total acidity in okra juice products with pandan leaf juice, depended on the different ratios (Table 3) [18]. The result was found that the measured values were statistically significant differences ($P \leq 0.05$), while the total soluble solid was not statistically different. This value depends on the increasing okra juice and pandan leaf juice ratio, resulting in lower pH values (more acidity). The results indicated a tendency for the percent of total acidity did not decrease low values in comparison with the control samples. The values analyzed were consistent with the percentage of total acid content in the form of citric acid that was higher with the increase in vitamin C. The total soluble solid was not significantly different ($p > 0.05$) due to the number of solid ingredients added in all experiments [19],[20].

3.4 Microbiological Measurement

Based on the analysis of total microbial counts by using the total plate count method in blended okra juice, and pandan leaf juice with vitamin C supplementation. The results showed that microorganisms were not found in all experiments.

One reason the possibility was due to the pasteurization process of sports drink before packaging. This processing is a thermal processing method with the main purpose to destroy pathogenic microorganisms, including microorganisms and related enzymes that cause food degradation [21].

3.5 Sensory Evaluation

Table 4, The sensory characteristics It was found that the sensory scores on color, smell, taste, texture from the comparison of differences between experimental items were not statistically significant difference ($p > 0.05$) in which each experiment had not different on preference scores [22],[23],[24]. The experiment with the highest liking scores was Experiment 1. For one possible reason was the ratios of okra juice and pandan leaf juice were not significantly different, resulting in the consumer's acceptability for color, odor, taste and clarity [25],[26]. The other reason, maybe the amount of vitamin C that was added to each experiment may be too little, therefore almost panelists could not so clearly distinguished in each experiment. For overall acceptability, panelists preferred Experiment 1 than compared to the other experiments, since there was only okra juice. From the results of this research, it revealed that increasing the proportion of pandan leaf juice was likely to cause consumers to dislike it, possibly due to the pandan leaf smell that is too strong [27],[28].

Table 1 Different ratios of blended okra juice and pandan leaf with vitamin C supplementations

Ingredient	Experiment 1	Experiment 2	Experiment 3	Experiment 4
okra juice)ml(	1000	700	600	500
pandan leaf)ml(	0	300	400	500
sucrose)g(	65	65	65	65
citric acid)g(	1.2	1.2	1.2	1.2
sodium chloride)g(	8	8	8	8
vitamin C)g(	0.5	0.5	0.5	0.5

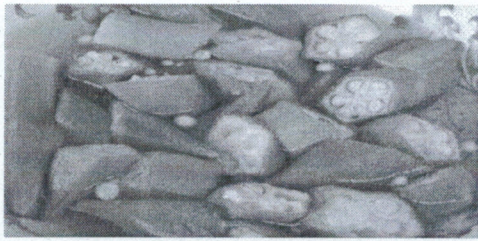


Fig. 1 Fresh okra [8]

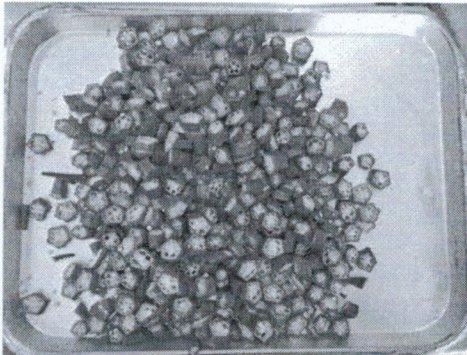


Fig. 2 Piece of okra (before drying) [8]

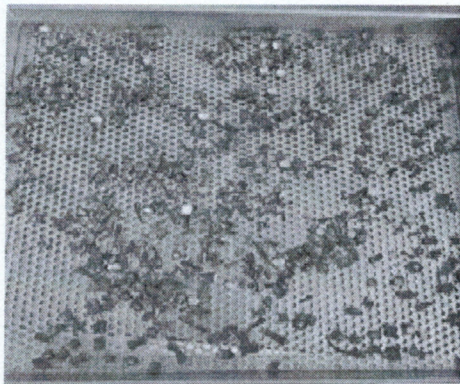


Fig. 3 Dried piece of okra (after drying) [8]



Fig. 4 Sliced pandan leaf [8]



Fig. 5 Dried pandan leaf [8]



Fig. 6 Okra boiling [8]



Fig. 7 Pandan leaf boiling [8]



Fig. 8 Aliquot filtration through filter cloth [8]

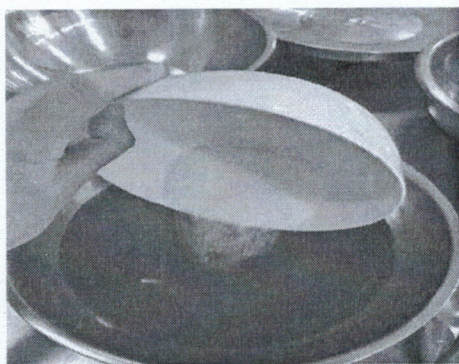


Fig. 9 Addition of mixed ingredients [8]



Fig. 10 Hot filling in plastic container [8]

Table 2 Physical measurement of blended okra juice and pandan leaf juice products with vitamin C supplementation

Experiment	physical values*			
	L*	-a*	b*	% T
1	27.61 ^b	-3.00 ^a	10.59 ^c	77.09 ^c
2	28.48 ^b	-2.67 ^a	12.13 ^b	74.02 ^d
3	29.78 ^a	-6.35 ^b	12.51 ^{ab}	83.63 ^b
4	29.58 ^a	-10.08 ^c	13.55 ^a	87.50 ^a

Note: *a-d The different letters in the same column mean significant difference ($P \leq 0.05$)

Table 3 Chemical measurement of blended okra juice and pandan leaf juice products with vitamin C

Experiment	chemical values		
	pH*	TSS (°Brix) ^{ns}	% total acidity*
1	4.01 ^b	9.00	0.13 ^b
2	4.08 ^a	9.10	0.21 ^a
3	3.65 ^d	9.08	0.23 ^a
4	3.71 ^c	9.07	0.14 ^b

Note: *a-d The different letters in the same column mean significant difference ($P \leq 0.05$) and ns non significant difference ($P > 0.05$)

Table 4 Mean score of preference for sensory properties of blended okra juice and pandan leaf juice products with vitamin C supplementation

Experiment	scores			
	color ^{ns}	odor ^{ns}	taste ^{ns}	overall acceptability*
1	7.03	6.77	6.63	6.83
2	7.30	6.57	5.91	6.57
3	7.13	6.37	5.80	6.31
4	6.77	6.30	6.17	6.42

Note: *a-d The different letters in the same column mean significant difference ($P \leq 0.05$) and ns non significant difference ($P > 0.05$)

4. CONCLUSION

1. The uses of different ratios of raw material preparation had effects on the quality of mixed okra juice and pandan leaf juice.

2. The results of the physical properties analysis showed that all values were statistically significant differences ($P \leq 0.05$).

3. The results of the chemical analysis showed that percent of total acidity (except pH and total soluble solid) were significantly different ($P \leq 0.05$).

4. Blended okra juice (control) gave the most overall acceptability of 7.13 values from the panelists.

5. The results of total plate count indicated that no microorganism in each experiment was not found.

6. Based on this research, the researchers will be able to launch new sport drink products in the future by selecting the appropriate Thai local vegetables and fruits that are beneficial for antioxidants, an option for health-conscious consumers.

5. ACKNOWLEDGMENTS

The researchers would like to thank the 4th grade students and officials of the Division of Food Science and Technology, the Faculty of Agricultural Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi (RMUTT), Pathum Thani Thailand that contributed some parts in the research. The Faculty of Agricultural Technology provided support facilities and budgets for the research.

6. REFERENCES

- [1] Nguyen T.H, Gizaw A., Factors that influence consumer purchasing decisions of Private Label Food Products, School of Business, Society and Engineering Bachelor thesis in Business Administration, 2014, pp. 1-92.

- [2] Wiriyajaree P., Role of beverage industry, Department of Food Science and Technology, Faculty of Agriculture, Chiang Mai University, Chiang Mai, 1992, pp. 1-10.
- [3] Ministry of Public Health, Notification of the Ministry of Public Health. Electrolyte Drinks, No. 195, 2000, pp. 1-2.
- [4] Zoroddu M.A., Aaseth J., Crisponi G., Medici S., Peana M., Nurchi W.M., The essential metals for humans: a brief overview, *Journal of Inorganic Biochemistry*, Vol. 195, No. 1, 2019, pp. 120-129.
- [5] Singh P., Chauhana V., Tiwaria B.K., Chauhan S.S., Simonb S., Bilal S., Abidia A.B., An overview on okra (*Abelmoschus esculentus*) and it's importance as a nutritive vegetable in the world, *International Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, Vol. 4, No. 2, 2014, pp. 227-233.
- [6] Aini R., Mardiyarningsih A., Pandan leaves extract (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) as a food preservative, *Indonesian Journal of Medicine and Health*, Vol 7, No. 4, 2016, pp. 166-173.
- [7] Phiromkraipak C., Comparison of the determination of chloride content in electrolyte drinks by titration and sedimentation, *Research report*, Phetchaburi Rajabhat University, 1997, pp. 1-30.
- [8] Asa J., Kongkakul C., Development of okra and pandan leaf juice with vitamin C supplementation, B.Sc. Pre Project, Division of Food Science and Technology Faculty of Agricultural Technology Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand, 2016, pp. 1-97.
- [9] Rapeesak S., Effect of Pasteurization storage and food additive on capable of antioxidant in tangerine Juice, Faculty of Agricultural Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 2004, pp.1-20.
- [10] Damnum A., Statistical analysis and data analysis, Kasetsart University Press. Bangkok, 2006, pp. 1-30.
- [11] Lozano J.E., Fruit manufacturing: Scientific: basis, engineering properties, and deteriorative reactions of technological importance, Springer Science & Business Media, LLC.. USA, 2006, pp. 30-40.
- [12] AOAC, Official Method of analysis, Virginia: The Association of official Analytical Chemists, 2000, pp. 1111-1113.
- [13] ICMSF, Microorganism in food 1: Their significance and methods of enumeration, 2 nd, Ed., International Commission on Microbiological Specifications for Food of the International Association of Microbiological Societies, Toronto: University of Toronto Press, 1978, pp. 1-10.
- [14] Anprung P., Principle of food analysis by sensory evaluation, Bangkok: Chulalongkorn University Press, 2004, pp. 3-97.
- [15] Wirivutthikorn W., Jenkunawatt S., Preference colors of gac fruit blended with pineapple juice, Tien-Rein LEE (Editor -in-Chief), The 2nd Conference of Asia Color Association URBAN COLOR FOR LIFE, Journal of Taipei, Taiwan, 2014, pp. 304-307.
- [16] Wirivutthikorn W., Effect of lemongrass and pandan leaf ratios on production of mixed juices with lycopene supplementation, *International A.B. An Conference of Agriculture (and) Natural Resources*, Proceedings ANRES, Bangkok, 2018, pp. 378-381.
- [17] Wirivutthikorn W., Jenkunawatt S., Factors affecting on drying of okra and gac fruit in okra blended with gac fruit powdered beverage production, *Research Report*, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, 2017, pp. 1-44.
- [18] Wirivutthikorn W., Effect of ratio of okra gac fruit and passion fruit on color and preferences of mixed juice, *International Journal of Food Engineering*, Vol. 4, No.3, 2018, pp. 212-215.
- [19] Kinchampa A., Anothaiwattana A., Study of physical and sensory properties on the consumer of carrot juice products with passion fruit juice, Bachelor of Science degree Science and Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum Thani, 2009, pp. 1-70.
- [20] Rebecca L.J., Sharmila S., Das M.P., Seshiah C., Extraction and purification of carotenoids from vegetables, *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, Vol. 6, No. 4, 2014, pp. 594-598.
- [21] Ciuffreda E., Bevilacqua A., Sinigaglia M., Corbo M.R., Alicyclobacillus spp.: New and insights on ecology and preserving food quality through new approaches, *Microorganisms*, Vol. 3, No. 4, 2015, pp. 625-640.
- [22] Wirivutthikorn W., Effect of passion fruit Juice and sugarcane juice ratios on blended passion fruit juice and sugarcane juice production, *Agricultural Sci. J.* Vol. 49, No.3 (Suppl), 2018, pp. 229-235.
- [23] Obasi B.C., Whong C.M.Z., Ameh J.B., Nutritional and sensory qualities of commercially and laboratory prepared orange juice, *African Journal of Food Science*, Vol. 11, No. 7, 2017, pp. 189-199.
- [24] Wirivutthikorn W., Effects of types and quantities of sweeteners on development of blended lotus root juice and goji berry product,

- In: Proc. the 6th Academic Science and Technology Conference, 2018, pp. AS176-AS180.
- [25] Intakul N., Product development of passion fruit product, Research report. Division of Food Science and Technology, Faculty of Science and Technology, Chiang Rai Institute. Chiang Rai, 2001, pp. 1-30.
- [26] Figueiredo L.P., Dias M.V., Valente W.A., Borges S.V., Pereira A.G.T., Patrícia P.A.P., Queiroz F., Influence of process parameters on the color and texture of passion fruit albedo preserved in syrup, J. Food Sci Technol Campinas, Vol. 33, No. 1, 2013, pp. 116-121.
- [27] Wirivutthikorn W., Appropriate ratios of producing riceberry blended with gac fruit and roselle beverage, In Proc 3rd National and International Research Conference NIRC III "Challenges of Higher Education in Production of Graduate Students in the 21st Century". Buriram Rajabhat University, Buriram, Thailand, 2019, pp. 2117-2126.
- [28] Wirivutthikorn W., Optimum ratios of okra and tangerine ratios on production of mixed juice with lycopene supplementation, International Journal of Geomate, Vol. 17, No. 61, 2019, pp. 8-13.

Copyright © Int. J. of GEOMATE. All rights reserved, including the making of copies unless permission is obtained from the copyright proprietors.

อัตราส่วนที่เหมาะสมของผงเมือกเมล็ดแมงลักต่อผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก
 Appropriate Ratios of Sweet Basil Mucilage Powder on Pad Thai Sauce Products
 Supplemented with Squid Remnant

วัฒนา วิริวตทิกร^{1*}Wattana Wirivutthikorn^{1*}¹สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12130¹Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathum-Thani, Thailand 12130

*Corresponding author: wattana@rmutt.ac.th

ABSTRACT

The objective of this research was to study the suitable amounts sweet basil mucilage powder for being a stabilizer in Pad Thai sauce supplemented with squid remnant by addition at 0.0, 0.1, 0.3, 0.5 and 0.7 percent by weight of sweet basil mucilage powder. The physical properties as brightness (L^*), redness ($+a^*$), yellowness ($+b^*$) and Bostwick viscosimeter were determined. It was found that increasing sweet basil mucilage powder up to 0.7 percent by weight, the L^* , $+a^*$, $+b^*$ and Bostwick viscosity were at the highest values of 24.40, 5.23, 5.73 and 0.06 cm /s, respectively. The study of the stability test of the product at room temperature for a period of 5 weeks showed that there was no separation layer of all the Pad Thai sauces and squids. Types of sensory evaluation of product acceptance from all treatments as color, odor, taste and overall acceptability by using 30 of untrained panelists were 9-points hedonic scale. The results of the research revealed that all analysis values were not statistically significant differences ($P>0.05$). The Pad Thai sauce supplemented with squid remnant at 0.5 percent by weight of sweet basil mucilage powder gave the highest overall acceptability scores of 6.33.

Keywords: Pad Thai Sauce, Sweet Basil Mucilage Powder, Squid Remnant

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือเพื่อศึกษาปริมาณผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เหมาะสมสำหรับการเป็นสารให้เกิดความคงตัวในผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกโดยแปรปริมาณของผงเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.0, 0.1, 0.3, 0.5 และ 0.7 โดยน้ำหนัก ศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านความสว่าง สีแดง สีเหลือง และความหนืดแบบบอสวิกส์ ผลการวิจัยพบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณของผงเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.7 โดยน้ำหนัก มีผลทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองและค่าความหนืดในรูปอัตราการไหลมีค่ามากที่สุดเท่ากับ 24.40, 5.23, 5.73 และ 0.06 cm/s ตามลำดับ ศึกษาการทดสอบค่าความคงตัวของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์พบว่าไม่เกิดการแยกชั้นกันของซอสผัดไทยและเศษปลาหมึกทุกตัวอย่าง การทดสอบทางประสาทสัมผัสของการยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกทุกสิ่งทดลองด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับรวมใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน แบบ 9-point Hedonic scale ผลการวิจัยพบว่า ทุกค่าที่วิเคราะห์ได้ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกด้วยผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ความเข้มข้นร้อยละ 0.5 โดยน้ำหนักให้คะแนนการยอมรับรวมสูงที่สุดเท่ากับ 6.33

คำสำคัญ: ซอสผัดไทย, ผงเมือกเมล็ดแมงลัก, เศษปลาหมึก

บทนำ

เศษปลาหมึกเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตปลาหมึกซึ่งมีจำนวนมากทั้งในรูปของแข็งและของเหลวมีทั้งส่วนที่บริโภคได้คือส่วนหัวและครีบบีปริมาณร้อยละ 30 และ 12 ตามลำดับของปลาหมึกทั้งตัว โดยสามารถนำส่วนที่บริโภคไม่ได้ เช่น กระดอง หน้ และเครื่องในใช้เป็นอาหารสัตว์โดยเฉพาะเครื่องในซึ่งมีกรดอะมิโน เกลือแร่ วิตามินบีสูงนอกจากนี้ยังพบกรดไขมันไม่อิ่มตัวแบบโอเมกา 3 สูง (Naksod, 1995) เมล็ดแมงลักมีสารเมือก (mucilage) ที่สามารถพองตัวในน้ำได้ดีดูดซับน้ำได้ถึง 25 เท่าของน้ำหนักตัวเองและเมื่อดูดซับน้ำไว้โยอาหารจากเมล็ดแมงลักมีลักษณะเป็นเยื่อเมือกเส้นที่เรียกว่า mucilage ส่วนนี้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ทางการแพทย์ได้ และคุณค่าทางโภชนาการประกอบด้วยโปรตีนร้อยละ 0.81 ไขมันร้อยละ 1.73 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 65.20 และเส้นใยร้อยละ 17.35 (Ruangchakrpet and Anprung, 2002a; Khampeng *et al.*, 2012) และเป็นแหล่งของใยอาหารที่ช่วยเพิ่มความหนืดในทางเดินอาหารเพิ่มปริมาณอุจจาระ และอัตราการส่งผ่านในลำไส้ใหญ่และเป็นยาระบาย (Rojanapanthu *et al.*, 1983; Mazza and Biliaderis, 1989) ปัจจุบันมีการนำเมือกเมล็ดแมงลักมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารต่าง ๆ เช่น การใช้เป็นสารเพิ่มความเหนียวในขนมปัง พบว่าการเพิ่มผงเมือกเมล็ดแมงลักทำให้ขนมปังมีร้อยละของการดูดน้ำเพิ่มขึ้น เวลาในการคืนรูปลดลงและมีความเหนียวเพิ่มขึ้น (Sajjaanantakul and Simsriskul, 2003) ซอสพริก น้ำจิ้มไก่ มายองเนส และไอศกรีม พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณผงเมือกเมล็ดแมงลักทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดสูงขึ้น (Wongekalak, and Limroongreungrat, 2002; Noiduang and Wilepana, 2006; Noiduang and Wongwan, 2010; Noiduang *et al.*, 2018; 2019) ผักไทยจัดเป็นอาหารจานร้อน ๆ ประยุกต์เมื่อสั่งเป็นเมนูอาหารภาคกลางอีกเมนูอาหารไทยที่ชาวต่างชาติรู้จักและนิยมบริโภคกันมาก ปัจจุบันนั้นผักไทยมีหลากหลายเมนู เช่น ผักไทยห่อไข่ ผักไทยโบราณ วุ้นเส้นผักไทย เป็นต้น น้ำปรุงรสจัดได้ว่ามีความสำคัญต่อรสชาติและการยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งน้ำปรุงรสที่ดีต้องมีคุณภาพสม่ำเสมอ และได้มาตรฐานและควรเก็บได้เป็นระยะเวลานานโดยที่ยังคงคุณภาพเดิมอยู่ทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการแยกชั้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้นั้นต้องมีลักษณะของเนื้อสัมผัสที่ได้มาตรฐานส่วนใหญ่จะมีความข้นหนืดที่สม่ำเสมอ (Ruchikachorn *et al.*, 2005) จากข้อดีและตัวอย่างที่มีการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดต่าง ๆ งานวิจัยนี้มีแนวคิดจะพัฒนาซอสผัดไทย โดยศึกษาการพัฒนาสูตรน้ำปรุงรสในรูปซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกที่เหลือทิ้งในส่วนหัว ครีบกกระดองและหน้ให้มีความคงตัวโดยเลือกใช้สารให้ความคงตัว คือ ผงเมือกเมล็ดแมงลัก รวมทั้งศึกษาปริมาณที่เหมาะสมของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ใช้ในการเพิ่มความคงตัวในซอสผัดไทยโดยเพื่อเพิ่มความแปลกใหม่ให้กับผลิตภัณฑ์ซอสปรุงรสและทำให้ผู้บริโภคให้การยอมรับต่อผลิตภัณฑ์และเป็นการนำเศษปลาหมึกซึ่งเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมอาหารมาเป็นแนวทางสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับเศษเหลือจากกระบวนการผลิตอาหารได้อีกทางหนึ่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมผงเมือกเมล็ดแมงลัก (Ruangchakrpet and Anprung, 2002b) การเตรียมผงเมือกเมล็ดแมงลัก

ทำการสกัดในภาวะแบบเปียกด้วยการแช่น้ำโดยใช้เมล็ดแมงลักมีลักษณะกลมยาวสม่ำเสมอและมีสีดำ 10 กรัม ผสมน้ำสะอาด 250 มิลลิลิตร แช่นาน 30 นาที ทำการปั่นเพื่อให้เกิดเป็นเมือกแยกสารเมือก กรองแยกสารเมือกผ่านผ้าขาวบางนำไปอบแห้งโดยใช้ตู้อบลมร้อนจำนวน 12 ถาด (ADV รุ่น TD-012T ประเทศไทย) ที่อุณหภูมิ 50-60 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ความชื้นสุดท้ายประมาณร้อยละ 12 ต่อกันนั้นนำมาทำให้มีขนาดเล็กลงโดยการร่อนผ่านตะแกรงให้มีขนาดสม่ำเสมอและโดยใช้เครื่องบดไฟฟ้าให้เป็นผง

การผลิตซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก ดัดแปลงจาก Eakpiyakul (2005) การผลิตซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก

นำเศษปลาหมึกที่เป็นวัสดุเหลือทิ้งนำมาใช้ให้เป็นประโยชน์โดยนำส่วนหัว ครีบกกระดองและหน้มาทำเป็นวัตถุดิบ ล้างทำความสะอาดสะอาดด้วยน้ำโดยใส่ตะแกรงพักไว้ให้สะอาดน้ำให้แห้ง ขั้นตอนต่อไปคือการเตรียมผงเมือกเมล็ดแมงลักวิธีการเตรียมอธิบายในหัวข้อการเตรียมผงเมือกเมล็ดแมงลัก ต่อกันนั้นทำการชั่งส่วนผสมตามเท่ากันทุกสิ่งทดลองยกเว้นผงเมือกเมล็ดแมงลัก รายละเอียดดังแสดงใน Table 1 นำส่วนผสมที่ชั่งได้ทั้งหมดมาปั่นด้วยกันแล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 °C นาน 30 นาที เติมน้ำปลา เกลือ น้ำมะเขือเทศพร้อมเนื้อและน้ำมะขามเปียก ต้มต่อที่อุณหภูมิ 95 °C นาน 20 นาที เติมน้ำผงเมือกเมล็ดแมงลักและน้ำตาลปี๊บควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ที่ 85 °C นาน 20 นาที บรรจุในขวดแก้วปริมาตร 400 มล ที่อุณหภูมิ 80 °C ทำให้เย็น การศึกษครั้งนี้มีสิ่งทดลองรวมทั้งสิ้น 5 สิ่งทดลอง จำนวน 3 ซ้ำ คือ สิ่งทดลองที่ 1 ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก (สูตรควบคุม) สิ่งทดลองที่ 2 ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกอัตราส่วนผงเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.1 สิ่งทดลองที่ 3 ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกอัตราส่วนผงเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.3 สิ่งทดลองที่ 4 ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก

อัตราส่วนผงเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 สิ่งทดลองที่ 5 ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกอัตราส่วนผงเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.7

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองมาใส่ในบีกเกอร์พร้อมตรวจวัดคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง ($+a^*$) และค่าสีเหลือง ($+b^*$) โดยใช้เครื่องวัดสี (Minolta รุ่น CR-10 ประเทศญี่ปุ่น) และสังเกตลักษณะปรากฏภายนอกของผลิตภัณฑ์ด้านสี กลิ่น และการเกิดตะกอนโดยดัดแปลงจากตามวิธีของ AOAC (2000) วิเคราะห์หาค่าความหนืดแบบบอสวิกส์โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ใส่ในรางและปล่อยให้เกิดการไหลจากส่วนบนมายังส่วนล่าง จับเวลา 30 วินาที วัดระยะทางที่เคลื่อนที่ได้เทียบกับเวลา และการวิเคราะห์หาค่าความคงตัวโดยทำการวัดปริมาตรการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้อง ($28-30^{\circ}\text{C}$) เป็นระยะเวลา 5 สัปดาห์ และอ้างอิงวิธีการที่ดัดแปลงจาก Ruchikachorn et al (2005)

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

นำตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ได้ในแต่ละสิ่งทดลองมาดำเนินการวิเคราะห์สมบัติด้านประสาทสัมผัส ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบแบบ 9-point Hedonic scale โดยระดับการให้คะแนนคือ 1 ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9 คะแนนชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 30 คน (Wiriyaajaree, 2004)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Microsoft excel 2016 การทดลองใช้แผนการทดลองแบบ CRD สำหรับการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพด้านความสว่างและความหนืดแบบบอสวิกส์ สำหรับการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบ RCBD และวิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่างสิ่งทดลองโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Wiriyaajaree, 2004)

ผลการทดลองและวิจารณ์

การวิเคราะห์ทางกายภาพของซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก

Table 2 แสดงผลการศึกษาศักยภาพด้านความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลือง และความหนืดจากการวิเคราะห์ค่าความสว่างและค่าสีเป็นปัจจัยสำคัญต่อลักษณะปรากฏที่ได้ในผลิตภัณฑ์พบว่า ค่า L^* และค่า $+a^*$ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนค่าสี $+b^*$ นั้นมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P\leq 0.05$) ในสิ่งทดลองที่ 5 มีค่ามากที่สุดเท่ากับ 5.73 สำหรับเหตุผลที่เป็นไปได้คือ เมื่อปริมาณผงเมือกเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้นในระหว่างการให้ความร้อนทำให้การจับยึดกันระหว่างโมเลกุลของผงเมือกเมล็ดแมงลักลดลงเกิดปฏิกิริยาเจลาตินในเซชันของผงเมือกเมล็ดแมงลักซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้น (Birch and Prestley, 1973; Matsuo et al., 1992; Noiduang and Wilepana, 2006) จากการวิเคราะห์ค่าความหนืดซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อลักษณะปรากฏโดยวัดในรูปอัตราการไหลของผลิตภัณฑ์พบว่า ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกทั้ง 5 สิ่งทดลอง มีความแตกต่างทางสถิติ ($P\leq 0.05$) โดยสิ่งทดลองที่ 5 มีความหนืดในรูปอัตราการไหลน้อยที่สุด เนื่องจากอัตราการไหลน้อยที่สุดแสดงถึงตัวอย่างมีความหนืดมากที่สุด เนื่องจากปริมาณผงเมือกเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้นในสิ่งทดลองที่ 5 มีผลต่อการให้ความร้อนและการพองตัวในน้ำเพิ่มขึ้นมีผลทำให้การดูดซับน้ำมากขึ้นทำให้เกิดการจับยึดกันระหว่างโมเลกุลของผงเมือกเมล็ดแมงลักลดลงเกิดปฏิกิริยาเจลาตินในเซชันของผงเมือกเมล็ดแมงลักทำให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดเพิ่มขึ้น อัตราการไหลของผลิตภัณฑ์จึงลดลง (Birch and Prestley, 1973; Ruangchakrpet and Anprung, 2002b; Noiduang and Wilepana, 2006) จากการวิเคราะห์ค่าความคงตัวซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญต่อลักษณะปรากฏโดยวัดปริมาตรของการแยกชั้นเมื่อปริมาณของผงเมือกเมล็ดแมงลักเพิ่มขึ้น พบว่าซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกทั้ง 5 สิ่งทดลองนี้มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง $28-30^{\circ}\text{C}$ ประมาณ 5 สัปดาห์ ลักษณะทางกายภาพที่มองเห็นด้วยสายตาของผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการแยกชั้น แสดงว่าการใส่ผงเมือกเมล็ดแมงลักทำให้ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวทั้ง 5 สิ่งทดลองมีความคงตัวผลิตภัณฑ์ค่อนข้างสูง

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสของซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก

จาก Table 3 เมื่อนำผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกทุกสิ่งทดลองมาทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point Hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบชิมที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน เพื่อหาปริมาณของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่เหมาะสมในการใช้เป็นการเพิ่มความคงตัวในซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก ผลการวิจัยพบว่า ไม่พบความแตกต่างทุกค่า

คุณลักษณะในด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมในทุกสิ่งทดลอง สำหรับเหตุผลที่เป็นไปได้คือขั้นตอนในการผลิตซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก เนื่องจากส่วนผสมของวัตถุดิบที่นำมาทำการผลิตนั้นมีปริมาณที่เท่ากันเกือบทุกค่ายกเว้นปริมาณของผงเมือกเมล็ดแมงลักที่ใส่ลงในแต่ละสิ่งทดลองในปริมาณที่แตกต่างอาจจะแตกต่างไม่มากเพียงพอที่จะทำให้ผู้บริโภคสามารถแยกความแตกต่างของผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้ โดยคุณลักษณะที่สำคัญของผงเมือกเมล็ดแมงลักคือการเป็นสารที่มีปริมาณเส้นใยสูง แต่ในด้านรสชาติและความชอบโดยรวมพบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านรสชาติและความชอบโดยรวมสูงที่สุดในสิ่งทดลองที่ 4 ซึ่งในสิ่งทดลองนี้มีการเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักในปริมาณร้อยละ 0.5 จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสชี้ให้เห็นว่า รสชาติและความชอบโดยรวมเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญในการยอมรับผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึก การเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักในอัตราส่วนที่มากกว่าร้อยละ 0.5 ทำให้ผู้ทดสอบชิมเริ่มไม่ยอมรับในผลิตภัณฑ์ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการเติมผงเมือกเมล็ดแมงลักมากเกินไปส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกที่ได้มีความเหนียวข้นมากเกินไป (Eakpiyakul, 2005; Ruchikachorn *et al.*, 2005; Noiduang and Wilepana, 2006).

สรุป

การใช้เมือกเมล็ดแมงลักเป็นสารเพิ่มความหนืดให้กับผลิตภัณฑ์และให้ความคงตัวในผลิตภัณฑ์ซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกพบว่าทำให้มีผลต่อความหนืดของซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกเพิ่มสูงขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณของผงเมือกจากเมล็ดแมงลักมากขึ้น และเมื่อนำซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกที่ใช้ผงเมือกจากเมล็ดแมงลักปริมาณร้อยละ 0.5 เป็นสารให้ความคงตัวมาทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติ โดยปริมาณผงเมือกเมล็ดแมงลักร้อยละ 0.5 ให้คุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตซอสผัดไทยเสริมเศษปลาหมึกโดยให้คะแนนด้านรสชาติและด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 6.13 และ 6.33 ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ พบว่าค่าสีเหลืองและค่าความหนืดมีความแตกต่างทางสถิติ ($P \leq 0.05$) และเมื่อนำผลิตภัณฑ์ดังกล่าวทุกสิ่งทดลองมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง 28-30 °C เป็นเวลา 5 สัปดาห์พบว่าไม่เกิดการแยกชั้นของผลิตภัณฑ์ในทุกสิ่งทดลอง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณนักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารชั้นปีที่ 4 เจ้าหน้าที่สาขา ฯ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ช่วยเหลือด้านการเตรียมตัวอย่าง การเก็บข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลและอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ในการปฏิบัติการตลอดจนการสนับสนุนทุนวิจัยด้วยเงินงบประมาณคณะ ฯ จนแล้วเสร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- AOAC. 2000. Official method of analysis, 17th edition. The Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Washington, D.C.
- Birch, G.G. and R.J. Prestley. 1973. Degree of gelatinization of cooked rice. *Die Starke*. 25(3): 98–100.
- Eakpiyakul, W. 2005. Product development of blood clam (*Anadara granosa*) sauce. MS Thesis, Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Khampeng, S., J. Peerapattana and K. Nantachai. 2012. Extraction and properties of *Ocimum canum* seed mucilage. *Agricultural Sci. J.* 43(3)(Suppl.): 372–375. (in Thai)
- Matsuo, R.R., L.J., Malcolmson, N.M., Edward and J.E., Dexter. 1992. A colorimeter method for estimating spaghetti cooking losses. *Cereal Chem.* 69(1): 27–29.
- Mazza, G. and G. Biliaderis. 1989. Functional properties of flax seed mucilage. *Journal of Food Science*. 54 (5): 1302–1305.
- Naksod, D. 1995. Production and quality improvement of frozen cuttlefish balls. MS Thesis, Prince of Songkla University, Songkla. (in Thai)
- Noiduang, P. and N. Wilepana. 2006. Utilization of mucilage from hairy basil seed (*Ocimum Canum* Sims.) as a stabilizer in chicken dipping sauce. *Food Technology*. 3(1): 22–29. (in Thai)
- Noiduang, P. and R. Wongwan. 2010. Development of ice cream formulation from custard apple using mucilage powder

- from hairy basil seed (*Ocimum canum* Sims.) as a stabilizer. Food Technology. 5(1): 36–46. (in Thai)
- Noiduang, P., A. Ittakornpan and V. Marukatat. 2018. Use of mucilage of hairy basil powder as prebiotics in yoghurt ice cream production. Agricultural Sci. J. 49(2)(Suppl.): 372–375. (in Thai)
- Noiduang, P., J. Boonkong and P. Ngamwattanukul. 2019. Microwave assisted for extraction of mucilage from hairy basil seed. Agricultural Sci. J. 50(2)(Suppl.): 641–644. (in Thai)
- Rojanapanthu, P., S. Siripraiwan, N. Yukuntapompong, N. Teerawatanasuk and S. Thongsthep. 1983. *Ocimum canum* seeds. I: mucilage separation. Journal of Pharmaceutical Sciences. 10(1): 19–24. (in Thai)
- Ruangchakrpet, S. and P. Anprung. 2002a. Physical characterization of *Ocimum canum* Sims. seed mucilage powder. Food Journal. 32(3): 223–232. (in Thai)
- Ruangchakrpet, S. and P. Anprung. 2002b. Production of *Ocimum canum* Sims. seed mucilage powder. Food Journal. 32(2): 144–153. (in Thai)
- Ruchikachorn, N., P. Chompreeda, V. Haruthaithanasan and S. Chuenput. 2005. Formulation and process optimization of peanut sauce. In Proc. the 43rd Kasetsart University Annual Conference : Animals and Agro-Industry, 1–4 February 2005. (in Thai)
- Sajjaanantakul, K. and M. Simsriskul. 2003. Effect of hairy basil (*Ocimum americanum* Linn.) mucilage powder as a binding agent in cooked dried noodle. In Proc. the 41th Kasetsart University Annual Conference: Agro-Industry, 3–7 February, 2003. Kasetsart University, Bangkok. (in Thai)
- Wiriayajaree, P. 2004. Sensory evaluation. Chiangmai : Faculty of Agro Industry, Chiangmai University. (in Thai)
- Wongekalak, L. and K. Limroongreunrat. 2002. Alternative : Utilization of dried mucilage from hair basil seed (*Ocimum canum* Sims.) as a stabilizer in chili sauce and mayonnaise. Burapa Science Journal. 7(1): 17–24. (in Thai)

Table 1 Mixed ingredients for Pad Thai sauce supplemented with squid remnant and different levels of sweet basil mucilage powder.

Ingredients	Treatment 1 (g)	Treatment 2 (g)	Treatment 3 (g)	Treatment 4 (g)	Treatment 5 (g)
1. Sweet basil mucilage powder	-	1.83	5.50	9.17	18.33
2. Squid remnant	87.32	87.32	87.32	87.32	87.32
3. Water	120	120	120	120	120
4. Minced pickled garlic	45	45	45	45	45
5. Minced radish	100	100	100	100	100
6. Tomato puree	200	200	200	200	200
7. Fish sauce	135	135	135	135	135
8. Tamarind juice	420	420	420	420	420
9. Palm sugar	700	700	700	700	700
10. Salt	26.4	26.4	26.4	26.4	26.4
Total	1833.72	1835.55	1839.22	1842.89	1852.05

N.B. treatment 1 no sweet basil mucilage powder added.

N.B. treatment 1 no sweet basil mucilage powder added.

Table 2 Physical properties of Pad Thai sauce supplemented with squid remnant and different levels of sweet basil mucilage powder.

Treatment	Attribute values				
	L* ^{ns}	a* ^{ns}	b*	Viscosity as flow rate (cm/s)*	
T1	21.83±0.12	4.86±0.45	3.93±0.21 ^{ab}	T1	0.28±0.22 ^a 0.12
T2	21.33±0.23	4.66±0.12	3.16±0.24 ^b	T2	0.17±0.16 ^b 0.23
T3	22.96±0.08	3.96±0.09	3.13±0.34 ^b	T3	0.13±0.33 ^c 0.08
T4	23.56±0.41	5.23±0.23	3.86±0.13 ^{ab}	T4	0.08±0.22 ^d 0.41
T5	24.40±0.05	5.23±0.32	5.73±0.11 ^a	T5	0.06±0.08 ^e 0.05

*Different letters within a column indicate value differences determined by Duncan's new multiple range test (DMRT) at the 95 percent level of significance, ns means non significant. T1 = Pad Thai sauce (control) T2, T3, T4 and T5 = Pad Thai sauce supplemented with squid remnant at 0.1, 0.3, 0.5 and 0.7 percent by weight of sweet basil mucilage powder. T4 and T5 = Pad Thai sauce supplemented with squid remnant at 0.3, 0.5 and 0.7 percent by weight of sweet basil mucilage powder.

Table 3 Sensory scores of Pad Thai sauce supplemented with squid remnant and different levels of sweet basil mucilage powder.

Treatment	Sensory scores				Overall acceptability ^{ns}
	Color ^{ns}	Odor ^{ns}	Taste ^{ns}		
T1	6.43±0.22	5.83±0.25	6.10±0.25		6.30±0.09
T2	6.10±0.45	5.63±0.45	5.90±0.14		6.03±0.21
T3	5.96±0.23	5.73±0.33	5.76±0.34		6.00±0.29
T4	6.23±0.41	6.03±0.21	6.13±0.43		6.33±0.41
T5	6.13±0.18	5.73±0.24	5.76±0.25		6.03±0.35

ns means non significant

T1 = Pad Thai sauce (control) T2, T3, T4 and T5 = Pad Thai sauce supplemented with squid remnant at 0.1, 0.3, 0.5 and 0.7 percent by weight of sweet basil mucilage powder. T3, 0.5 and 0.7 percent by weight of sweet basil mucilage powder.

อัตราส่วนของเจลาตินที่เหมาะสมของเจลลาตินที่มีต่อการผลิตกัมมีน้ำสับประรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว

Appropriate Ratios of Gelatin on Pineapple Juice Gummy Production

Supplemented with Gac Fruit Aril

วัฒนา วิรุฒิกอร์
Wattana Wirutthikorn¹

บทคัดย่อ

ฟักข้าวเป็นพืชสมุนไพรที่นิยมบริโภคกันมากในประเทศไทย ให้บริโภคเป็นอาหาร สารที่สำคัญคือ β -carotene และไลโคปีนพบในเมล็ดฟักข้าวและน้ำมันเป็นค่าที่บ่งบอกถึงลักษณะเนื้อเยื่อจำเพาะที่มีสีแดงส้ม งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของปริมาณเจลาตินที่มีต่อคุณภาพการผลิตผลิตภัณฑ์กัมมีน้ำสับประรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว แบ่งเป็น 5 ชุดการทดลองที่ 1 เป็นสูตรควบคุมปริมาณเจลาตินตามสูตรมาตรฐานในการทำเยลลี่กัมมี คือ 14.2 กรัม ชุดการทดลองที่ 2 เจลาติน 5.0 กรัม ชุดการทดลองที่ 3 เจลาติน 10.0 กรัม ชุดการทดลองที่ 4 เจลาติน 15.0 กรัม และชุดการทดลองที่ 5 เจลาติน 20.0 กรัม ตามลำดับ โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของกัมมี ได้แก่ ค่าความแข็ง ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ร้อยละความชื้น และปริมาณกรด ปริมาณไขมัน วิตามินซี จากนั้นศึกษาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธี 9-point hedonic scale ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบ โดยรวม ผลการวิจัยพบว่า ค่าที่วิเคราะห์ได้ทุกค่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ยกเว้นค่าร้อยละความชื้น ความแตกต่างของสี และปริมาณไขมัน โดยค่าร้อยละความชื้นและไขมันที่วิเคราะห์ได้อยู่ระหว่าง 2.41-2.81 และ 1.57-1.58 มก/กก ตามลำดับ โดยจากการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ชุดการทดลองที่ 4 ให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 7.63

คำสำคัญ: เจลาติน ฟักข้าว กัมมี น้ำสับประรด

Abstract

Gac fruit is an herb that is very popular in Thailand as a food. Important substances such as β -carotene and lycopene are found in the seeds of the gac fruit and its oil. The characteristic reddish-orange colors of the Gac fruit's various plant tissues reflect the presence and amount of substances such as β -carotene and lycopene. The objective of this research was to study the effect of gelatin on the quality of the production of pineapple juice gummy that had been supplemented with gac fruit aril. This research consisted in five experiments: 1) the control formula that contained gelatin based on standard formula, which was 14.2 g of gelatin; 2) 5.0 g of gelatin; 3) 10.0 g of gelatin; 4) 15.0 g of gelatin; and 5) 20.0 g of gelatin. The control formula that contained gelatin based on standard formula of 14.2 g of gelatin, 5.0 g of gelatin, 10.0 g of gelatin, 15.0 g of gelatin and 20.0 g of gelatin, respectively. The physical and chemical properties as L^* , a^* , b^* values, hardness, pH, percentage of total acidity, total soluble solid, percentage of moisture and lycopene content were determined. In addition, a sensory evaluation of each product's color, odor, taste, texture, and overall acceptability was performed using a 9-point hedonic scale. The results indicated that all values were statistically different ($P \leq 0.05$), except for the percentage of moisture and lycopene values. The percentage of moisture and lycopene values were also analyzed, and the results fell in the percentage range of 2.41-2.81 and 1.57-1.58 mg/kg, respectively. The sensory evaluation results revealed that the experiment 4 showed the highest scores and equal scores on texture and overall acceptability value of 7.63. The sensory evaluation revealed that experiment 4 showing the highest scores equally to texture and overall acceptability value of 7.63.

Keywords: gelatin, gac fruit, gummy, pineapple juice

¹ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

อ. ธีรพันธุ์ จ. ปทุมธานี 12130

¹ Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thanyaburi, Pathum Thani 12130

*Corresponding author, Email: wattana@rmu.ac.th

คำนำ

ผลิตภัณฑ์ประเภทกัมมี่ (gummy) และเยลลี่ (jellies) เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาดกลุ่มใหญ่ที่มีกรรมวิธีในการผลิตที่น่าสนใจแตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้สำหรับผู้บริโภคทั่วไปมักจะเข้าใจว่าเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกันและมักเรียกรวมกันว่า เยลลี่ เนื่องจากมีลักษณะคล้ายกัน คือ เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความยืดหยุ่นนิ่ม เหนียว ต้องเคี้ยวกิน มีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างกันออกไป (จุฑามาศ พืระพัชระ, 2558; สุวรรณ สุภิมารส, 2543) ประเทศไทยมีสมุนไพรหลายชนิดที่สามารถนำมาผลิตกัมมี่ได้ พักข้าว จัดได้ว่าเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาเป็นส่วนผสมในการผลิตกัมมี่ โดยองค์ประกอบหลักของพักข้าวที่พบ คือ เนื้อพักข้าวและเยื่อหุ้มเมล็ดที่มีสีแดงสดมีคุณค่าทางโภชนาการสูง เยื่อหุ้มเมล็ดของพักข้าวมีปริมาณเบต้าแคโรทีนและมีไลโคปีน การรับประทานเบต้าแคโรทีนจากพักข้าว พบว่า สามารถดูดซึมในร่างกายได้ดีเพราะละลายได้ในกรดไขมัน ไลโคปีนเป็นสารในกลุ่มแคโรทีนอยด์ พบได้ในผักและผลไม้บางชนิด ทำหน้าที่เป็นรงควัตถุรวบรวมแสงให้แก่พืชและป้องกันพืชผักจากออกซิเจน โมเลกุลเดี่ยว (อนุมูลอิสระ) และแสงที่เข้มเกินไป การบริโภคไลโคปีนที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชัน ได้รับการพิสูจน์จากวงการแพทย์ ว่ามีผลลดความเสี่ยงของการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคมะเร็งต่อมลูกหมาก มะเร็งปอด และมะเร็งกระเพาะอาหาร เนื่องจาก เยื่อหุ้มเมล็ดพักข้าวมีไลโคปีนมากกว่าผลไม้ทุกชนิด (ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี, 2558; สุทธิพงศ์ ถิ่นเขาน้อย, 2554) เจลาตินเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งที่ได้มาจากเส้นใยคอลลาเจนประกอบด้วยกรดอะมิโนทั้งหมด 19 ชนิด ต่อกันด้วยพันธะเพปไทด์ (peptide) เป็นสายยาวย่อยง่าย เจลาตินเป็นโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากขาดกรดอะมิโนที่จำเป็น คือ ทรีโตนีน เจลาตินผลิตจาก 4 แหล่งด้วยกัน คือ ปลาหนังหมู กระดูกวัว และหนังวัวที่กำจัดเกล็ดแล้วออก เจลาตินที่ได้มาจากแหล่งต่างชนิดจะมีองค์ประกอบที่แตกต่างกัน และใช้เป็นส่วนประกอบที่ใช้ทั่วไปในการผลิต ผลิตภัณฑ์ประเภทลูกกวาด เจลาตินมีหน้าที่ในการขึ้นรูป ปรับปรุงโครงสร้าง และสร้างความแข็งแรงให้กับเนื้อสัมผัสของ ผลิตภัณฑ์ ในผลิตภัณฑ์กัมมี่และเยลลี่ เจลาตินจะมีเนื้อสัมผัสค่อนข้างนุ่มเหนียวและมีความยืดหยุ่น นอกจากนี้มีการเติมน้ำตาลซึ่งเป็นสารในกลุ่มคาร์โบไฮเดรตมีหลายชนิด (สุวรรณ สุภิมารส, 2543; อรุณ ชาญชัยเขาวีวัฒน์ และคณะ, 2560) น้ำตาลทรายหรือซูโครส (sucrose) เป็นส่วนผสมหลักในการผลิตลูกกวาดทั่วไป น้ำตาลทรายมีคุณสมบัติ คือ เป็นสารให้ความหวานซึ่งเป็นลักษณะที่เด่นมากของผลิตภัณฑ์ในกลุ่มที่มีน้ำตาลเป็นส่วนผสมหลัก ให้น้ำและน้ำหนักแก่ผลิตภัณฑ์ เนื่องจากในส่วนผสมโดยทั่วไปจะมีการใช้น้ำตาลร้อยละ 70 ของน้ำหนักทั้งหมด กลูโคสไซรัปจัดเป็นวัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตลูกกวาดทุกชนิด รองลงมาจากน้ำตาลทราย น้ำที่ของกลูโคสไซรัป คือ ทำให้น้ำตาลที่อยู่ในสภาวะเป็นสารละลายอึดตัวยิ่งยวด ไม่ตกผลึกออกมาหรือเกิดผลึกข้างหรือน้อยลง นอกจากนี้ยังมีผลต่อรสชาติและอายุการเก็บรักษา และกรดเป็นสารปรุงแต่งที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์ลูกกวาด กัมมี่ และเยลลี่รสชาติดีขึ้น กรดที่นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกกวาดมีอยู่ประมาณ 4-5 ชนิด ได้แก่ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดทาร์ทาริก กรดแล็กติก และกรดแอสติก (Woo, 1988) พจณี อุปโภชน์ (2546) ศึกษาการพัฒนาเยลลี่เจลาตินผสมชาเขียว เริ่มจากการสำรวจข้อมูลของผู้บริโภค พบว่าผู้บริโภคร้อยละ 84 เคยบริโภคชาเขียว ชาเขียวที่ทำจากยอดชาอ่อนและใบชาแก่ของชาพันธุ์อัสสัมมีค่า a_w น้อยกว่า 0.6 ทั้ง 2 ชนิด ค่าสีของผงชาเขียวบดละเอียด และค่าสีน้ำชาที่ได้มีลักษณะเป็นสีเขียวอมเหลือง ชาเขียวยอดอ่อนจะมีปริมาณแทนนิน สาร epigallocatechin gallate (EGCG) และคาเฟอีนมากกว่าชาเขียวใบแก่ แต่ค่าฟลูออไรด์จะมีค่าน้อยกว่าชาเขียวใบแก่ ผลการศึกษาการพัฒนาสูตรของเยลลี่เจลาตินผสมชาเขียว จะประกอบด้วยเจลาตินร้อยละ 6.84 กลูโคสไซรัปร้อยละ 46.58 น้ำตาลทรายร้อยละ 19.79 น้ำชาเขียวผสมร้อยละ 25.90 ผงชาเขียวผสมร้อยละ 0.38 เมนทอล ร้อยละ 0.01 และกลิ่นรสชาเขียวสังเคราะห์ร้อยละ 0.5 โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเตรียมสารละลายกลูโคสไซรัปและน้ำตาลทรายเท่ากับ 123 องศาเซลเซียส จากการประเมินค่าคุณภาพของเยลลี่เจลาตินผสมชาเขียวทางกายภาพ ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า L^* , a^* และ b^* เท่ากับ 28.10, 0.70 และ 8.16 ค่าความแข็ง 17.88 นิวตัน ค่าความสามารถในการเกาะตัวรวมกัน 0.78 ค่าความยืดหยุ่น 1.65 มิลลิเมตร ค่าความเหนียวเท่ากับ 18.38 นิวตัน ค่าความสามารถในการเกาะติดผิวเท่ากับ 1.81 นิวตันมิลลิเมตร และค่า a_w เท่ากับ 0.714 ค่าคุณภาพทางเคมี ผลิตภัณฑ์มีปริมาณของแข็งทั้งหมดร้อยละ 81.05 ความชื้นร้อยละ 18.95 คาเฟอีน 0.39 มิลลิกรัม/กรัม ฟลูออไรด์ 0.01 มิลลิกรัม/กรัม และปริมาณสาร epigallocatechin gallate 0.24 มิลลิกรัม/กรัม ค่าคุณภาพทางจุลินทรีย์มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 250 โคโลนี/กรัม อาหาร ปริมาณยีสต์และราน้อยกว่า 10 โคโลนี/กรัมอาหาร เยลลี่เจลาตินผสมชาเขียวบรรจุในซอง OPP20/DL/CPP VM25 ความหนา 45 ไมครอน ที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บได้นานกว่า 8 สัปดาห์ จากการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคพบว่าผู้บริโภค ร้อยละ 91 ยอมรับผลิตภัณฑ์และมีความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง เศรษฐินี แสงอ่อน และคณะ (2558) ศึกษาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่โดยทดสอบหาตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดหามาโดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด ได้แก่ เอทานอลร้อยละ 95 เอทานอลร้อยละ 50 และน้ำ วิเคราะห์แอนโทไซยานิน โพลีฟีนอล และฟลาโวนอยด์ โดยนำสารสกัดหามาที่สกัดได้มาศึกษาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่โดยใช้เจลาตินเป็นสารก่อเจล ผลการศึกษาพบว่าเอทานอลร้อยละ 95 ให้ผลผลิต

ร้อยละสูงกว่าตัวทำละลายอีก 2 ชนิด อินทรี ลิจันทรพร และคณะ (2558) ศึกษาพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากใบบัวหลวง โดยเปรียบเทียบปริมาณน้ำใบบัวหลวงร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 พบว่า การเพิ่มปริมาณผงใบบัวหลวงในผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่ส่งผลให้ความความแข็ง และความสม่ำเสมอภายในมีค่าสูงขึ้น โดยผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากน้ำผงใบบัวหลวงร้อยละ 100 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากน้ำผงใบบัวหลวงร้อยละ 100 สูงที่สุด จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีพบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากน้ำผงใบบัวหลวงร้อยละ 100 มีปริมาณมากที่สุด และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าผู้บริโภคให้การยอมรับผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากใบบัวหลวงร้อยละ 0, 25, 50, 75 และ 100 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติเพื่อพิจารณาเพื่ช้ระดับฟ้า และศุนิศา โพธิ์สามต้น (2560) ศึกษาพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลี่จากสมุนไพรชนิดที่มีน้ำตาลต่ำให้มีรสชาติเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยพัฒนาสูตรกัมมีเยลลี่จากสมุนไพร 4 ชนิด สูตรเก็บเกี่ยวประกอบด้วยเจลาตินร้อยละ 9.2 กลูโคสไซรัปร้อยละ 24 ไชลิทอลร้อยละ 24 ซูคราโลสร้อยละ 0.04 กรดซิตริกร้อยละ 2.4 และน้ำเก็กฮวยร้อยละ 28.4 สูตรกระเจี๊ยบแดงประกอบด้วยเจลาตินร้อยละ 9.6 กลูโคสไซรัปร้อยละ 24 กรดซิตริกร้อยละ 2.8 ไชลิทอลร้อยละ 24 ซูคราโลสร้อยละ 0.04 และน้ำกระเจี๊ยบแดงร้อยละ 27.6 สูตรมะตูมประกอบด้วยเจลาตินร้อยละ 9 กลูโคสไซรัปร้อยละ 24 กรดซิตริกร้อยละ 3 ไชลิทอลร้อยละ 36 และน้ำมะตูมร้อยละ 28 สูตรมะขามป้อมประกอบด้วยเจลาตินร้อยละ 9.7 กลูโคสไซรัปร้อยละ 24 กรดซิตริกร้อยละ 2.6 ไชลิทอลร้อยละ 36 และน้ำมะขามป้อมร้อยละ 27.7 ทดสอบทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale พบว่า กัมมีเยลลี่สูตรเก็กฮวยและสูตรกระเจี๊ยบแดงได้รับคะแนนความชอบโดยรวมเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติเท่ากับ 6.4 และ 6.3 จากรายงานวิจัยข้างต้นยังไม่พบข้อมูลการผลิตกัมมีเยลลี่จากพืชข้าว จากข้อดีสรรพคุณพืชข้าวดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าพืชข้าวมีประโยชน์เนื่องจากประกอบทางด้านเคมีและเหมาะสมที่จะนำมาศึกษาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารให้มีความหลากหลายมากขึ้น งานวิจัยนี้ศึกษาผลของปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมที่มีต่อการผลิตกัมมีเยลลี่รสส้มเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าว รวมถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์เพื่อให้เกิดคุณสมบัติที่ดีต่อความต้องการของผู้บริโภคในด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวและเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ทางอาหารจากเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวต่อไปในอนาคต

วิธีการศึกษา

การเตรียมตัวอย่างผงเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าว

นำผลพืชข้าวมาล้างน้ำให้สะอาด ทำการปอกเปลือกพืชข้าวและแยกส่วนเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าว นำมากรองเอาเมล็ดออกโดยใช้กระชอนแยก นำมาวางลงในถาดสแตนเลสอบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 20 ชั่วโมง ปริมาณความชื้นเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าวหลังอบมีค่าเท่ากับร้อยละ 2.95 หลังจากนั้นนำมาบั่นด้วยเครื่องบั่นไฟฟ้าให้ละเอียดและทำการแช่โดยเครื่องแช่ตะแกรงร่อนแยกขนาดที่ 500 ไมครอน บรรจุใส่ถุงปิดสนิทเก็บในโถดูดความชื้น (อินทรี ลิจันทรพร และคณะ, 2558)

การผลิตกัมมีเยลลี่รสส้มเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าว

การศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมที่มีต่อการผลิตกัมมีเยลลี่รสส้มเยื่อหุ้มเมล็ดพืชข้าว โดยศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสม รายละเอียดดังแสดงใน (Table 1)

Table 1 Mixed ingredients ratio in the production of pineapple juice gummy supplemented with gac fruit aril powder.

Experiment	Gac fruit aril powder (g)	Pineapple juice (ml)	Glucose syrup Experiment (g)	Gac fruit Gelatin powder (g)
1	3	70	70	14.2
2	3	70	70	5.0
3	3	70	70	10.0
4	3	70	70	15.0
5	3	70	70	20.0

N.B. Experiment 1 is a treatment control of gelatin according to the standard formula.

Source: Adapted from Supimaros (2000); Garcia (2000)

ซึ่งเจลาตินปริมาณ 14.2, 5.0, 10.0, 15.0 และ 20.0 กรัม ละลายในน้ำสับปะรด 35 มิลลิลิตรที่ผ่านการให้ความร้อน ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที จนกระทั่งสารละลายและเตรียมกลูโคสไซรัปโดยการชั่ง 70 กรัม ละลายใน น้ำสับปะรดปริมาตร 35 มิลลิลิตร นำไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที เติมน้ำเชื่อมเมลลิตฟักข้าว 3 กรัม นำส่วนผสมเจลาตินและกลูโคสไซรัปที่เตรียมได้ผสมให้เป็นเนื้อเดียวกัน เทลงแม่พิมพ์ที่เตรียมไว้รอให้อุณหภูมิลดลงแล้วนำเข้า ตู้เย็นนาน 30 นาทีเพื่อให้กัมมีคงรูป (อินทวิภา ลิขจันทร์พร และคณะ, 2558)

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

สมบัติทางกายภาพที่ทำการศึกษา ได้แก่ การวิเคราะห์เนื้อสัมผัสความแข็ง (hardness) ด้วยเครื่อง texture analyzer ค่าที่วัดได้ระบุความแข็งแรงของเจล (gel strength) (Bourne, 1978) และการวิเคราะห์ค่าสี ความสว่าง (L^*) สีแดงและสีเหลือง (a^* และ b^*) ด้วย colorimeter ตามวิธี AOAC (2000)

การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

สมบัติทางเคมีที่ทำการศึกษา ได้แก่ การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้ pH meter การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด (total soluble solid) โดยใช้ hand refractometer การวิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity) โดยการไตเตรต ตามวิธี AOAC (2000) การวิเคราะห์หาความชื้น ตามวิธี AOAC (2000) และการวิเคราะห์ปริมาณไลโคปีน ตามวิธี Fish et al. (2002)

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส

ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยทดสอบความชอบด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยใช้จำนวนผู้ทดสอบ ที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน กำหนดให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุดไปจนถึงระดับคะแนน 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด โดยให้พิจารณาการให้คะแนนด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านความใส และด้านความชอบโดยรวม (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2555)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและทางเคมีโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) วิเคราะห์การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (ไพโรจน์ วิริยจารี, 2555)

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ศึกษาผลของปริมาณการเติมเจลาตินที่มีต่อคุณภาพของกัมมีน้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมลลิตฟักข้าว โดยแปรผันชุด การทดลองดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 (สูตรควบคุม) เติมน้ำเจลาตินตามสูตรมาตรฐานการทำกัมมีเยลลี่ คือ เจลาติน 14.2 กรัม ชุดการทดลองที่ 2 เจลาติน 5.0 กรัม ชุดการทดลองที่ 3 เจลาติน 10.0 กรัม ชุดการทดลองที่ 4 เจลาติน 15.0 กรัม และชุดการ ทดลองที่ 5 เจลาติน 20.0 กรัม ตามลำดับ เมื่อสังเกตลักษณะภายนอกผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่ามีความแตกต่างกัน ในด้านสี เนื้อสัมผัส และความแข็งแรงของเจล เนื่องจากในแต่ละชุดการทดลองแปรผันปริมาณเจลาตินที่แตกต่างกัน จากผล การวัดค่าความแข็งแรงของเจลโดยวัดในรูปความแข็ง ชุดการทดลองที่ 5 มีความแข็งแรงของเจลมากที่สุด ส่วนชุดการทดลองที่ 2 มีความแข็งแรงของเจลต่ำที่สุด ผลการทดลองดังแสดงใน Table 2

Table 2 Physical appearances of pineapple juice gummy products supplemented with gac fruit aril.

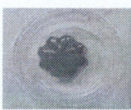
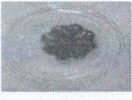
Experiment	Picture	Color	Odor	Experiment	Picture	Gel strength	Color
1		Dark brown	Mixed gac fruit and pineapple			Medium gel strength	
2		Pale brown	Mixed gac fruit and pineapple			Slightly gel strength	

Table 2 (continued).

Table 2 (continued).

Experiment	Picture	Color	Odor	Gel strength
3		Dark brown	Mixed gac fruit and pineapple	Medium gel strength
4		Dark brown	Mixed gac fruit and pineapple	Hard gel strength
5		Dark brown	Mixed gac fruit and pineapple	Strongest gel strength

จาก Table 3 แสดงคุณสมบัติทางกายภาพกัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว จากการวิเคราะห์คุณภาพกัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว พบว่า ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์กัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว ชุดการทดลองที่ 1 ของผลิตภัณฑ์กัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว มีค่าความสว่างมากที่สุด คือ 35.46 รองลงมาคือ ชุดการทดลองที่ 5, 2, 4 และ 3 มีค่า 31.21, 26.37, 26.09 และ 21.64 ตามลำดับ ดังแสดงใน Table 3 เห็นได้ว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว ชุดการทดลองที่ 1 มีค่าความสว่างมากที่สุด เนื่องจากมีการใช้น้ำสับประดในการผลิตกัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว จึงทำให้มีค่าสีเหลืองมากกว่าค่าสีแดงของเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว ซึ่งสีของผลิตภัณฑ์เป็นสีจากธรรมชาติโดยไม่ได้มีการเติมแต่งสีใด ๆ ลงไป แนวโน้มการเติมปริมาณเจลาตินลงไปมากขึ้น ส่งผลให้ค่าสีแดงลดลงแต่ค่าสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น (จุฑามาศ, พิรพัชระ, 2554; กมลพิพัฒน์ ชนะสิทธิ์ และคณะ, 2559) จากการวิเคราะห์คุณภาพสมบัติทางกายภาพในด้านความแข็ง ค่าที่วัดได้ ดังแสดงใน Table 3 ซึ่งค่านี้สามารถบ่งบอกถึงความแข็งแรงของเจลได้ ถ้าค่าที่วัดได้มีค่ามาก เจลมีความแข็งแรงมาก เมื่อพิจารณาจากค่าความแข็งแรงของเจล พบว่าลักษณะเนื้อสัมผัสที่มีความแข็งแรงสูงสุด คือ ชุดการทดลองที่ 5 มีค่าความแข็งแรงสูงสุด เนื่องจากปริมาณเจลาตินที่เติมมีความเข้มข้นมากกว่าชุดอื่น ส่วนชุดการทดลองที่ 2 มีค่าความแข็งแรงต่ำสุด เนื่องจากมีปริมาณเจลาตินต่ำกว่าชุดการทดลองอื่นจึงทำให้มีโครงสร้างของเจลที่มีความแข็งแรงมากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ เจลของเจลาตินจะมีความยืดหยุ่น (elastic) ความแข็งแรงของเจลจะมีความสัมพันธ์แปรผกผันกับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิลดลงความแข็งแรงของเจลก็จะเพิ่มขึ้น เวลาในการเกิดเจลขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเจลาติน ความแข็งแรงของเจลจะเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาเพิ่มขึ้น (Demars and Ziegler, 1996; Glicksman, 1969)

Table 3 Physical properties of pineapple juice gummy products supplemented with gac fruit aril.

Experiment	Values*			Hardness (N)
	L*	a*	b*	
1	35.46 ^a	1.34 ^b	1.56 ^c	0.866 ^c
2	26.37 ^{bc}	6.26 ^a	6.63 ^{ab}	0.129 ^d
3	21.64 ^c	5.53 ^a	5.56 ^{ab}	0.755 ^a
4	26.09 ^{bc}	5.14 ^a	4.50 ^b	1.330 ^b
5	31.21 ^{ab}	4.73 ^a	7.48 ^a	1.560 ^a

Data were based on 3 replications.

Data were based on 3 replications.

Means in the different vertical column followed by the same letter are significantly different at 5% level by DMRT.

จาก Table 4 แสดงคุณภาพทางเคมีของกัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว ผลการทดลองพบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์กัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวโดยทำการวัดทั้งหมด 5 ชุดการทดลอง มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมดก่อนหยอดผลิตภัณฑ์ลงแม่พิมพ์ประมาณ 61.00-63.67 °Brix ค่าความเป็นกรด-ด่างพบว่าผลิตภัณฑ์กัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 3.82- 4.04 โดยกรดจะช่วยในเรื่องกลิ่นรสแล้วยังมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย กรดจะมีผลต่อการเกิดเจล ค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 4 จะมีผลต่อความแข็งแรงของเจลเจลาติน เพราะความเป็นกรด-ด่างที่เหมาะสมมีผลต่อการเกิดเจลอยู่ในช่วง 2.8-3.5 แม้ว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง

ที่วัดได้สูงกว่าเกณฑ์แต่ก็ยังสามารเกิดเจลได้ดี อาจเป็นผลเนื่องมาจากปริมาณน้ำเชื่อมกลูโคสที่เติมลงไปมีความหวานมาก ทำให้มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างที่วัดได้ ส่งผลให้ค่าที่วัดได้สูงกว่าช่วงที่เหมาะสมต่อการเกิดเจล จากชุดการทดลองที่ 1, 2, 3 และ 4 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ต่ำกว่า 4 ยกเว้นชุดการทดลองที่ 5 มีค่าเท่ากับ 4.04 มีค่าสูงกว่าทุกชุดการทดลองเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากปริมาณเจลาตินที่เติมลงไปมากกว่าทุกชุดการทดลอง ทำให้ค่าที่วัดได้มีค่าสูงกว่าเล็กน้อย (ชรินทร์ อุดมเมืองคำ, 2552; วิลาลินี ติปัญญา, 2551; Pye, 1997) ปริมาณกรดทั้งหมดคำนวณในรูปกรดซิตริกของผลิตภัณฑ์ก็มีน้ำสับปะรดเสริม เยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนูมีปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ระหว่างร้อยละ 0.57-0.80 จะเห็นได้ว่าปริมาณกรดทั้งหมดของชุดการทดลองที่ 5 มีค่ามากที่สุด เพราะเป็นช่วงปริมาณกรดทั้งหมดที่เหมาะสมต่อการนี้จะมีผลต่อการเกิดเจลของเจลาตินได้มากกว่าชุดการทดลองอื่น ๆ นอกจากนี้ปริมาณกรดที่ใส่จะช่วยในเรื่องกลิ่นรสแล้ว ยังมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ด้วย กรดจะมีผลต่อการเกิดเจลของเจลาตินและการเกิดอินเวอร์ชันของซูโครสในระหว่างกรรมวิธีการผลิต (ศิวาพร ศิวเวช, 2535) โดยในการวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดจะรายงานในรูปของกรดซิตริกเสมอและปริมาณกรดทั้งหมดที่ใส่ก็จะไม่ได้บอกค่าความเป็นกรด-ด่างได้ สำหรับชุดการทดลองที่ 5 แนวโน้มอาจจะไม่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน สาเหตุหนึ่งที่เป็นไปได้คือ การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างทางเคมีหรือปริมาณกรดทั้งหมดอาจมีข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทดลอง (สุวรรณา สุภิมารส, 2543) ค่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ก็มีน้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนูแต่ละชุดการทดลองมีความไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งค่าความชื้นมีค่าไม่แตกต่างกันเนื่องจากปริมาณน้ำสับปะรดถูกควบคุมในชุดการทดลอง พบว่าความชื้นของผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 ชุดการทดลองอยู่ในช่วงร้อยละ 2.41-2.81 (ดวงกมล ตั้งสถิตพร และคณะ, 2556) ก็มีและเยลลี่เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความชื้นสูง คือ มีความชื้นร้อยละ 10-25 ถึงแม้ค่าความชื้นสัมพัทธ์สมมูลไม่สูงมากนัก ทั้งนี้เนื่องจากไฮโดรคอลลอยด์ที่เป็นส่วนประกอบทำหน้าที่ในการยึดจับน้ำส่วนหนึ่งไว้ (สุวรรณา สุภิมารส, 2543; Uddin and Khanom, 1992) จากการวิเคราะห์ปริมาณไลโคปีนของผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนูไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ ($P>0.05$) ซึ่งปริมาณไลโคปีนที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์มีการเติมเยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนูในปริมาณที่เท่ากันทั้ง 5 ชุดการทดลอง จึงทำให้ปริมาณไลโคปีนที่วิเคราะห์ได้ไม่มีความแตกต่างกันมากเมื่อเปรียบเทียบปริมาณไลโคปีน เยื่อหุ้มพริกขี้หนูภายหลังการเตรียมพบว่ามีความเท่ากับ 1.60 mg/kg มีค่าลดลงเล็กน้อย อาจเนื่องมาจากการสูญเสียความร้อนในกระบวนการผลิต (Fish et al., 2002)

Table 4 Chemical properties of pineapple juice gummy products supplemented with gac fruit aril of pineapple juice Gummy Products

Treatment	Values				
	TSS (°Brix)	pH	% Total acidity	% Moisture	TSS Lycopene (mg/kg)
1	63.00 ^a	3.96 ^b	0.71 ^{ab}	2.50	63.00 ^a 1.57
2	61.00 ^b	3.82 ^d	0.57 ^c	2.81	61.00 ^b 1.58
3	62.00 ^{ab}	3.90 ^c	0.67 ^b	2.68	62.00 ^{ab} 1.58
4	63.33 ^a	3.97 ^b	0.76 ^a	2.54	63.33 ^a 1.57
5	63.67 ^a	4.04 ^a	0.80 ^a	2.41	63.67 ^a 1.57

Data were based on 3 replications.

Data were based on 3 replications.

Means in the different vertical column followed by the same letter are significantly different at 5% level by DMRT.

จาก Table 5 คุณภาพด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์ที่มีน้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนูจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9-point-hedonic scaling (1-9 คะแนน) (Meilgaard et al., 1999) ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน โดยกำหนดปัจจัยคุณภาพด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม การเติมเจลาตินลงในผลิตภัณฑ์ในปริมาณต่างกันพบว่า ปริมาณเจลาตินมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค จากข้อมูลที่ได้จะเห็นได้ว่าการเติมปริมาณเจลาตินที่มากขึ้นส่งผลให้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์เพิ่มมากขึ้น โดยชุดการทดลองที่ 4 ปริมาณเจลาติน 15.0 กรัม เป็นสูตรที่ได้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด เนื่องจากเป็นสูตรที่มีปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมทำให้ผลิตภัณฑ์ได้มีลักษณะสีที่เข้ม มีกลิ่นของเยื่อหุ้มเมล็ดพริกขี้หนู มีรสชาติและเนื้อสัมผัสที่ดี ซึ่งคะแนนที่ได้ไม่แตกต่างกันทางสถิติสำหรับชุดการทดลองที่ 1 (7.60) ซึ่งชุดการทดลองที่ 4 มีปริมาณเจลาตินใกล้เคียงสูตรมาตรฐาน แสดงว่าปริมาณเจลาตินที่เติมลงไปยังไม่ทำให้เกิดความแตกต่างในการยอมรับมาก แต่ทั้งนี้คงต้องดูผลส่วนอื่นด้วย เช่น การวิเคราะห์ทางกายภาพ การวิเคราะห์ทางเคมี และนำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาสรุปร่วมกัน ส่วนปริมาณเจลาตินที่เติมมากเกินไปส่งผลให้แนวโน้มการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก

ปริมาณเจลาตินที่เติมมากลงไปส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งของเจลมากขึ้น ซึ่งผู้ทดสอบชิมจะไม่ชอบความแข็ง (ศิมาภรณ์ มีแสง, 2546; สุวรรณ สุภิมาธ, 2543; Sousa et al., 1997)

Table 5 Sensory properties of pineapple juice gummy products supplemented with gac fruit aril.

Treatment	Values				Treatment	Values			
	Color	Odor	Taste	Texture		Color	Overall acceptability	Odor	Texture
1	7.30 ^{ab}	7.53 ^a	8.00 ^a	7.60 ^a	1	7.30 ^{ab}	7.60 ^a	7.53 ^a	7.60 ^a
2	7.00 ^b	7.20 ^{ab}	6.26 ^b	6.86 ^b	2	7.00 ^b	6.86 ^b	7.20 ^{ab}	6.86 ^b
3	6.80 ^b	7.03 ^{ab}	6.70 ^b	6.93 ^b	3	6.80 ^b	6.93 ^b	7.03 ^{ab}	6.93 ^b
4	7.60 ^a	7.50 ^a	7.73 ^a	7.63 ^a	4	7.60 ^a	7.63 ^a	7.50 ^a	7.63 ^a
5	6.90 ^b	6.80 ^b	6.26 ^b	6.90 ^b	5	6.90 ^b	6.90 ^b	6.80 ^b	6.90 ^b

Data were based on 3 replications.

Means in the different vertical column followed by the same letter are significantly different at 5% level by DMRT.

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมต่อการผลิตกัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาว พบว่าปริมาณเจลาตินที่เหมาะสมต่อการผลิตกัมมี่ คือ ชุดการทดลองที่ 4 ปริมาณเจลาติน 15.0 กรัม มีความคงตัวและมีการเกิดเจลมากที่สุดและเหมาะสมในการนำมาทำผลิตภัณฑ์กัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาว และคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์กัมมี่น้ำสับประดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักขาว ในขณะที่การประเมินการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกัน โดยที่คุณลักษณะด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนชุดการทดลองที่ 4 มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณนักศึกษาศาสาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร ชั้นปีที่ 4 เจ้าหน้าที่สาขา คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรีที่ให้ความช่วยเหลือด้านการเตรียมตัวอย่าง การเก็บและวิเคราะห์ข้อมูล และอำนวยความสะดวกด้านสถานที่ในการปฏิบัติการ ตลอดจนการสนับสนุนทุนวิจัยด้วยงบประมาณคณะฯ จนแล้วเสร็จลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- กมลทิพัฒน์ ชนะสิทธิ์, ปรัชญา แพนงคล และศศิธร บ่อมเชียงพิน. 2559. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่มะม่วงหาวมะนาวโห่. *นิตยสารเกษตร* 38(2) : 10-15.
- ในการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 8. น. 63-71. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ, กรุงเทพมหานคร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2558. ความรู้เรื่องเยลลี่. กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. <http://www.clinictech.most.go.th> (29 ตุลาคม 2558).
- ชรินทร์ อดเมืองคำ. 2552. การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากสาหร่ายไค. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ฐานข้อมูลสมุนไพร คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. 2558. ผักขาว. มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี. <http://www.phargarden.com> (2 พฤศจิกายน 2558).
- ดวงกมล ตั้งสถิตพร, ธัญชนก จรเสมอ และชิตชนก เอมอมร. 2556. การใช้ประโยชน์จากแกนสับประดและชาวกุ๊ในผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมดื่ม. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร* ฉบับพิเศษ: 24-35.
- พจน์ อุปโภชน. 2546. การพัฒนาเจลลี่เจลาตินผสมชาเขียว. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพโรจน์ วิจัยจวี. 2555. การออกแบบการทดลอง. พิมพ์ครั้งที่ 2. เชียงใหม่: สาขาวิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- เพ็ญฟ้า เพชรประดับฟ้า และศุภนิดา โพธิ์สามต้น. 2560. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่สมุนไพรที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ. ศึกษาศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาอาหารเคมี คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
- วิลาสินี ตีปัญญา. 2551. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมี่เยลลี่มะขาม. ใน *รายงานการวิจัย*. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.

- ตีมากรณ์ มีแสง. 2546. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลีรสมะนาววิตามินซีสูง. วิทยาสตรมหาบัณฑิต, ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศิวาพร ศิวเวหะ. 2553. วัตถุเจือปนอาหารในผลิตภัณฑ์อาหาร. นครปฐม: โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสน.
- เศรษฐินี แสงอ่อน, สุภาวดี ดาวดี และดวงกมล คักดีเลิศสกุล. 2558. การพัฒนาผลิตภัณฑ์กัมมีเยลลีจากสารสกัดหมากเมา (*Antidesma velutinsum* Blume). วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน 11(ฉบับพิเศษ): 261-266.
- สุรพงศ์ ถิ่นเขาน้อย. 2554. พืชอาหารต้านโรค สำหรับรับประทานอาหารแทนยา. กรุงเทพฯ: นีออน บิ๊ก มีเดีย.
- สุวรรณา สุภิมากร. 2543. เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณ ชาญชัยเชาววิวัฒน์, ณัฐดนัย สิงห์คสิวรรณ และสุวินัย เกิดทับทิม. 2560. การสร้างตุ้มลูกโป่งและการแปรรูปกัมมีเยลลีจากข้าวหมากผสมสมุนไพรเพื่อเป็นขนมเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการและใช้เป็นผลิตภัณฑ์ชุมชน. ใน รายงานการวิจัยและการพัฒนาการวิจัยการเกษตร ฉบับสมบูรณ์. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา.
- อินทรา ลิจันทรพร, ภูรินทร์ อัครกุลธร, นพรัตน์ ปานสะอาด และวิไลนา สวยทอง. 2558. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกและสารต้านอนุมูลอิสระของผักที่เสริมผงใบบัวหลวง. ใน การประชุมวิชาการ "การพัฒนาบัวให้เป็นพืชเศรษฐกิจ ครั้งที่ 12" ปทุมธานี ... เมืองบัว. น. 110-114.
- พิพิธกันต์บัว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, ปทุมธานี.
- AOAC. 2000. *Official methods of analysis*, 17th ed. USA: The Association of Official Analytical Chemists (AOAC).
- Bourne, M. C. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology* 32: 62-66.
- Demars, L. L., and Ziegler, G. 1996. Texture and structure of gelatin / HM pectin-based gummy confections. *Food Hydrocolloids* 15(4): 643-653.
- Fish, W. W., Perkins-Veazie, P., and Collins, J. K. 2002. A quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. *Journal of Food Composition and Analysis* 15(3): 309-317.
- Garcia, T. 2000. Analysis of gelatin-based confections. *The Manufacturing Confectioner* 80(6): 93-101.
- Glicksman, M. 1969. *Gum technology in food industry*. New York: Academic Press.
- Meilgaard, M., Civille, C. V., and Carr, B. T. 1999. *Sensory evaluation techniques*: 3rd ed. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Pye, J. 1997. Gelatin and applications. In *Symposium on Confectionery Technology, Food Science and Technology Association of Thailand*, S. Maneepan, ed. pp. 28-40. Bangkok: n.p.
- Sousa, I. M. N., Matias, E. C., and Laureano, O. 1997. The texture of low calorie grape juice jelly. *Journal of Zeitschrift fuer Lebensmitteluntersuchung und -Forschung (Germany)* 205 (2): 140-142.
- Supimaro, S. 2000. *Technology of confectionery and chocolate production*. Bangkok: Chulalongkorn University Press.
- Uddin, M. B., and Khanom, S. A. A. 1992. Comparative studies on single and mixed-fruit jelly preparation. *Bangladesh Journal of Nutrition* 5 (2): 21-26.
- Woo, A. 1988. Use of organic acids in confectionery. *The Manufacturing Confectioner* 78(8): 63-70.

วันรับบทความ (Received date) : 25 ก.ค. 62

วันแก้ไขบทความ (Revised date) : 21 พ.ค. 63

วันตอบรับบทความ (Accepted date) : 5 มิ.ย. 63



วารสาร

เกษตรพระจอมเกล้า

KING MONGKUT'S AGRICULTURAL JOURNAL

ปีที่ 38 ฉบับที่ 3

VOLUME 38 NUMBER 3

กรกฎาคม – กันยายน 2563

ISSN 2651-2203 (Online)

July – September 2020

บทความวิจัย

- ❑ ผลของความเข้มข้นสารละลาย KNO₃ และระยะเวลาในการเตรียมพร้อมเมล็ดพันธุ์ต่อความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ผักชีลาว
- ❑ ผลของสูตรอาหารและสารควบคุมการเจริญเติบโตของพืชต่อการเจริญเติบโตของเอื้องช้างน้าวในสภาพปลอดเชื้อ
- ❑ ผลของสารละลายธาตุอาหารต่อการเจริญเติบโตและคุณภาพของผักสลัดพันธุ์กรีนโอ๊ค ในระบบไฮโดรโปนิกส์
- ❑ ผลของวัสดุปลูกและปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตของพรมญี่ปุ่น
- ❑ การจำแนกความเหมาะสมของดินอัลทิซอลส์และแอลฟีซอลส์ในสวนลองกอง อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์
- ❑ อิทธิพลของวัสดุคลุมดินต่อการควบคุมวัชพืชและการแตกยอดใหม่ของต้นลำไย
- ❑ ศักยภาพของดิน และความเหมาะสมของที่ดินทางการเกษตรในพื้นที่นาเมืองท่าพระบาท แขวงบอลิคำไซ สาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว (สปป.ลาว)
- ❑ การศึกษาลักษณะทางชีวโมเลกุลของ Squash leaf curl China virus ที่เข้าทำลายพืชทอง ในจังหวัดกาญจนบุรี
- ❑ การใช้น้ำส้มควันไม้ต่อการยับยั้งเชื้อราบนยางแผ่นธรรมชาติ
- ❑ การผลิตโพลีโคลนอลแอนติบอดีที่จำเพาะต่อ Tomato leaf curl New Delhi virus โดยใช้เปปไทด์สังเคราะห์เป็นแอนติเจน
- ❑ ผลของช่วงเวลาในการเก็บเกี่ยวพริกขี้หนูของพันธุ์รองปริมาณผลในถาดรวมและถาดด้านอนุผลอิสระ
- ❑ ผลของการเสริมรำข้าวในสูตรอาหาร ต่อประสิทธิภาพการผลิตและสภาวะความเครียด จากอนุมูลอิสระ ในไก่กระดุกดำ
- ❑ การประเมินคุณภาพอาหารหยาบและเศษเหลือทางการเกษตรสำหรับเกษตรกรผู้เลี้ยงโคนม ในจังหวัดสระแก้ว
- ❑ ประสิทธิภาพของน้ำแข็งผสมกรดอินทรีย์ต่อการรักษาคุณภาพหมึกกล้วย
- ❑ การจัดการเพาะพักแม่ปูม้า (*Portunus pelagicus*) ไขนอกกระดองสีเทาดำ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประกอบอาชีพทางการประมง
- ❑ อัตราส่วนที่เหมาะสมของเจลาตินที่มีต่อการผลิตกัมมีน้ำสับปะรดเสริมเยื่อหุ้มเมล็ดผักชีลาว
- ❑ ปัจจัยที่มีผลต่อความสำเร็จในการดำเนินงานของวิสาหกิจชุมชนปาล์มน้ำมัน ตามมาตรฐานการผลิตปาล์มน้ำมันอย่างยั่งยืน อำเภอสิเกา จังหวัดตรัง

สารบัญ

- กัณจน์ต์ สุขเกษม ปริญญ์ จุลกะ และพิจิตรา แก้วสอน 280
- นุชจรี สิงห์พันธ์ และแพรวพรรณ จันเงิน 288
- นพดล ชุ่มอินทร์ 296
- ชัยพร อนุวงศ์ สุริยา ก่อสินวัฒนา และสมลักษณ์ มะโรงชัย 304
- กรรณก ดีพรมกุล นิวัติ อนุวงศ์ และสุนทร คำยอง 315
- ณัฐพงศ์ หงษ์ทอง และธีรานุช เจริญกิจ 325
- วิศา เมษตระกูล เสาวนุช ทาวรพฤษณ์ ณัฐพล จิตมาตย์ และเอิบ เขียววันมณี 332
- จิวรรณ ปิยทัตส์ และรัชนี สงประยูร 342
- จันทิมา ชั่งศิริพร พฤกระยา พงศ์ยี่หล้า กาญจนา ชันทะพะพันธ์ และนิรนา ชัยฤกษ์ 351
- กานต์ชนก โพธิ์ชะคุ่ม และรัชนี สงประยูร 356
- อิมรอน มีชัย และอิสมะแอ เจ๊ะหลง 363
- วัชร และน้อย สุรีย์พร แสงวงศ์ และมนตรี ปัญญาทอง 370
- ปณัฏ์ สุขสร้อย 376
- สวามิณี วีระวุฒิ และปริญญ์ ขวัญอ่อน 382
- ไพโรจน์ แก้วมาก วุฒิชัย อ่อนเอี่ยม วาสนา อากรรณ์ จักรพงษ์ หวังเจริญ ประกายดาว ยิ่งสง่า และยุทธพล สาเอี่ยม 392
- วัฒนา วิวิธมิก 400
- สินีนภา จานงค์ พัทธวดี ศรีบุญเรือง และชลาร จูเจริญ 408

บทความวิชาการ

- ❑ การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับธาตุอาหารพืชต่อความงอกของเมล็ดและความแข็งแรงของต้นกล้า

จักรพงษ์ กางเสภา 417

วารสารเกษตรพระจอมเกล้า

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเผยแพร่ความก้าวหน้าของวิชาการที่เกี่ยวข้องกับการเกษตร
2. เพื่อส่งเสริมความร่วมมือและแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดเห็นระหว่างผู้ที่อยู่ในวงการเกษตรหรือสถาบันต่าง ๆ

การส่งเรื่องลงพิมพ์

เรื่องที่ส่ง ได้แก่ บทความวิจัย บทความวิชาการที่เกี่ยวข้องกับทางการเกษตรหลักเกณฑ์และการเตรียมต้นฉบับได้ระบุไว้ตอนท้ายของวารสารพระจอมเกล้า

สำนักงาน

งานวารสารเกษตรพระจอมเกล้า
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์/โทรสาร : 0-2329-8524
E-mail : ajournal@kmitl.ac.th
www.tci-thaijo.org/index.php/agritechjournal/index

กำหนดการตีพิมพ์ : วารสารเกษตรพระจอมเกล้า กำหนดตีพิมพ์ปีละ 4 ฉบับ

- ฉบับที่ 1 มกราคม – มีนาคม
- ฉบับที่ 2 เมษายน – มิถุนายน
- ฉบับที่ 3 กรกฎาคม – กันยายน
- ฉบับที่ 4 ตุลาคม – ธันวาคม

ที่ปรึกษา

คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร
รองคณบดี
ผู้ช่วยคณบดี
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช
หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์และประมง
หัวหน้าภาควิชาวนวัตกรรมสื่อสารและพัฒนากการเกษตร
รศ. ดร.จัญญ์ เล่าสินวัฒนา
(บรรณาธิการ พ.ศ. 2555-2558)
รศ. ดร.อำมร อินทร์สังข์
(บรรณาธิการ พ.ศ. 2558-2561)

บรรณาธิการบริหาร

รศ. ดร.ณัฐกร สงคราม
รศ. ดร.กนก เลิศพานิช

บรรณาธิการ

ผศ. ดร.สุกัญญา แยมประชา

ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผศ. ดร.ช่อแก้ว อนิลบล

ผู้ดูแลระบบ

นายอภิสิทธิ์ แสนหล้า
นายปิยวัฒน์ ศรีสวัสดิ์

กองบรรณาธิการ

ศ. ดร.บัญชา สมบูรณ์สุข
ศ. ดร.สุดฤดี ประเทืองวงศ์
ศ. ดร.อังคณา จันทราปัติย์
ศ. ดร.ฉลอง วชิราภากร
รศ. ดร.กานต์ สุขสุแพทย์
รศ. ดร.กักร์ หลุยยะพงศ์
รศ. ดร.จินดา ชลิตทอง
รศ. ดร.จุฑารัตน์ เศรษฐกุล
รศ. ดร.ทฤกร หนียสาแม
รศ. ดร.เนาวนิตย์ สงคราม
รศ. ดร.ปรเมศ บันเทิง
รศ. ดร.วรเดช จันทรร
รศ. ดร.วรนาท เทพาหุดี
รศ. ดร.ศิริชัย กัลยาณรัตน์
รศ. ดร.สนธิชัย จันทร์เปรม
ผศ. ดร.จักรมาส เลาวอนิช
ผศ. ดร.พิศสุวรรณ เขียมสมบัติ
ผศ. ดร.เยาวรัตน์ ศรีวรานันท์
ผศ. ดร.วัชร ชินโตโกวิท
ผศ. ดร.วีระนัย ทองศรี
ผศ. ดร.เสาวคนธ์ เหมวงษ์
คุณอัญชลี สุวจิตตานนท์
รศ. ดร.พรหมมาศ คุณากาญจน์
รศ. ดร.กัญญา แซ่เตียว
ผศ. ดร.นิตยา ผกามาต
ผศ. ดร.อจักษ์ เรืองเดช
ผศ. ดร.จำลอง มิตระชาวไทย
ผศ. ดร.กัลยาณี เต็งพงศธร
ผศ. ดร.ดวงกมล ปานรศทิพ ธรรมาธิวัฒน์
ผศ. ดร.สุณิพร สุวรรณมณีพงษ์
ผศ. ดร.สมศักดิ์ ความโชติ
ดร.ธนัท สมณคุปต์
ดร.มัลลิกา กิลลาไธ

เลขานุการและงานทะเบียน

นางสาวอาชรา อูมา

ติดต่อสอบถามรายละเอียดได้ที่

กองบรรณาธิการวารสารเกษตรพระจอมเกล้า
คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กรุงเทพมหานคร 10520
โทรศัพท์ 096-176-3329

E-mail : ajournal@kmitl.ac.th

สำนักพิมพ์ : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เลขที่ 1 ซอยฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

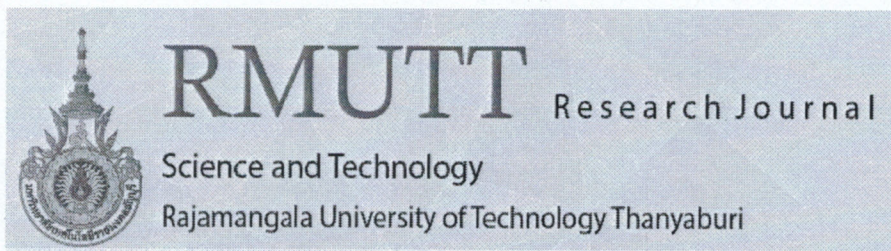
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ข้าราชการบำนาญ (หมู่บ้านเมืองทองธานี)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ข้าราชการบำนาญ (หมู่บ้านชลลดา-สุวรรณภูมิ)
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช
ข้าราชการบำนาญ (หมู่บ้านตำบลคลองเกลือ)
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ข้าราชการบำนาญ (หมู่บ้านสุขุมวิท 81)
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
มหาวิทยาลัยมหิดล
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
มหาวิทยาลัยนครพนม
กรมส่งเสริมการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ข้อความและบทความในวารสารนี้เป็นความคิดเห็นของผู้เขียนโดยเฉพาะ
กองบรรณาธิการไม่มีส่วนรับผิดชอบในเนื้อหาและข้อคิดเห็นนั้น ๆ แต่อย่างใด

บทบรรณาธิการ

เรียนนักวิจัยและผู้อ่านทุกท่าน สำหรับวารสารเกษตรพระจอมเกล้าปีที่ 38 ฉบับที่ 3 นี้ ทางกองบรรณาธิการได้รวบรวมเกษตรพระจอมเกล้า ผลงานวิจัยที่มีคุณภาพ อาทิเช่น ผลงานวิจัยทางด้านเมล็ดพันธุ์ผักชีลาว สูตรอาหารที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ และผักสลัด ผลของวัสดุปลูกและปุ๋ยคอกต่อการเจริญเติบโตของพรมญี่ปุ่น ปริมาณฟลาโวนอยด์รวมและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของพรอพอลิสในชันโรง การศึกษาคุณภาพอาหารสัตว์ในไก่กระดูกดำ และโคนม การใช้น้ำแข็งผสมกรดอินทรีย์ เพื่ออาหารสัตว์ต่อการรักษาคุณภาพของหมักกล้วย การจัดการเพาะปลูกแม่ปูม้า เป็นต้น อีกทั้งในฉบับนี้ ยังมีบทความวิชาการอีก 1 เรื่องที่น่าสนใจคือ การเคลือบเมล็ดพันธุ์ร่วมกับธาตุอาหารพืชต่อความงอกของเมล็ดและความแข็งแรงของต้นกล้า กองบรรณาธิการหวังว่าวารสารฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อท่านผู้อ่าน และขอขอบคุณนักวิจัยทุกท่านที่ให้ความสนใจและสนับสนุนวารสารเกษตรพระจอมเกล้าอย่างต่อเนื่อง ขอให้เพลิดเพลินกับการอ่านบทความและรักษาสุขภาพกันด้วยนะคะ แล้วพบกันใหม่ฉบับหน้าค่ะ

กองบรรณาธิการ



ผลของผงชาเขียวต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว Effect of Green Tea Powder on Development of Fresh Milk Egg Thai Custard on Development of Dessert Product Supplemented with Green Tea Powder Product Supplemented with Green Tea

วัฒนา วิรุฒธิกร*

Wattana Wirivutthikorn*

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
จ. ปทุมธานี 12130

Division of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Pathumthani 12130, THAILAND

*Corresponding author e-mail: wattana@rmutt.ac.th

ARTICLE INFO

Article history:

Received: 9 April, 2020

Revised: 8 October, 2020

Accepted: 30 October, 2020

Available online: 22 December, 2020

DOI: 10.14456/rj-rmutt.2020.27

Keywords: Thai custard

dessert, fresh milk, green tea, product

ABSTRACT

Thai custard dessert is a Thai traditional dessert that is modified by adding green tea powder in order to add varieties to Thai dessert custard products and new options for healthy consumers. Green tea is highly nutritious and contains important substances that are beneficial to the body. The objective of this research was to study the optimum ratios of green tea powder on fresh milk egg Thai custard dessert supplemented with green tea products development. This research consisted in four treatments: Egg Thai custard dessert (a control), green tea powder in various ratios of 25, 50 and 75 (w/v) of fresh milk were obtained, respectively. The physical properties as L^* , a^* , b^* value and texture measurement (hardness, gumminess, chewiness and springiness) were investigated. The chemical composition by proximate analysis of fat, protein, fiber, ash and carbohydrate were determined. The microbiological property was studied by total plate count analysis. In addition, the sensory evaluation was performed by using 9-points hedonic scale. The results from physical properties showed that L^* , a^* , b^* and hardness

were statistically significant ($P < 0.05$). The chemical composition revealed that Treatment 4 had the lowest fat value of 6.05% but gave the highest protein, fiber and ash values of 6.29%, 1.07% and 0.85%, respectively. The microbiological results indicated that total plate count in all treatments were less than 1×10^6 CFU/g within standard criteria. The sensory properties revealed that panelists accepted on treatment 4 which gave the same highest scores on taste, overall acceptability and odor of 7.73 and 7.76, respectively.

บทคัดย่อ

ขนมหม้อแกงเป็นขนมไทยดั้งเดิมมาดัดแปลงโดยนำผงชาเขียวมาเสริมลงไปเพื่อเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงและเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้ผู้บริโภคที่สนใจด้านสุขภาพ เนื่องจากชาเขียวมีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีประโยชน์ต่อร่างกายหลายด้าน จุดประสงค์งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาอัตราส่วนผงชาเขียวที่เหมาะสมที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวแบ่งออกเป็น 4 สิ่งทดลอง คือ ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 0 25 50 และ 75 (w/v) ของปริมาณนมสด จากนั้นศึกษาสมบัติทางกายภาพด้านความสว่าง สีเขียว สีเหลือง การวัดค่าเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง ความเหนียว แรงที่ใช้ในการเคี้ยว และความยืดหยุ่น สมบัติทางเคมีโดยการวิเคราะห์ไขมัน โปรตีน เส้นใย เถ้า และคาร์โบไฮเดรต สมบัติทางจุลชีววิทยาโดยวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และทางประสาทสัมผัสวิเคราะห์โดยใช้ 9-points Hedonic Scale ผลการทดลองด้านกายภาพพบว่า ความสว่าง ค่าสีเขียว สีเหลือง ค่าความแข็ง ยกเว้นค่าความเหนียว แรงที่ใช้ในการเคี้ยว และความยืดหยุ่นมีความแตกต่างทางสถิติ สมบัติทางเคมีพบว่า สิ่งทดลองที่ 4 ให้ค่าไขมันต่ำที่สุดร้อยละ 6.05 แต่ให้ค่าโปรตีน เส้นใยและเถ้าสูงสุทธ้อยละ 6.29 1.07 และ 0.85 ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดพบปริมาณโคลินี้อยกว่า 1×10^6 CFU/g ในทุกการทดลองและมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบชิมยอมรับ

คะแนนด้านรสชาติและความชอบโดยรวมการทดลองที่ 4 เท่ากันและสูงสุดเท่ากับ 7.73 คะแนนยอมรับด้านกลิ่นสูงสุดเท่ากับ 7.76

คำสำคัญ: ขนมหม้อแกง นมสด ชาเขียว ผลิตภัณฑ์

บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันคนไทยได้รับวัฒนธรรมด้านอาหารของชาติต่าง ๆ เข้ามาทำให้คนไทยบางส่วนลิ้มขนมไทยไปโดยเฉพาะเด็กวัยรุ่นสมัยนี้ให้ความสนใจขนมของต่างชาติมาก เช่น อาหารจำพวกขนมอบต่าง ๆ และเครื่องดื่ม ซึ่งอาหารเหล่านี้มีรสชาติหลากหลายได้เลือกบริโภคเสริมกลิ่นรส เช่น รสส้ม รสสตอเบอร์รี่ รสองุ่น รสชาเขียว และอื่น ๆ อีกมาก ขนมหม้อแกงซึ่งถือเป็นขนมไทยดั้งเดิมมาตั้งแต่โบราณเป็นขนมที่นิยมบริโภคทำจากไข่เป็ด น้ำตาลปืบ เฝือก และนมสด มีลักษณะนุ่ม ส่วนประกอบของขนมหม้อแกงมี ส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน คือ แป้ง มะพร้าวหรือกะทิ และน้ำตาล (1-3) ในปัจจุบันมีการนำวัตถุดิบหลายชนิด เช่น ข้าวไรซ์เบอร์รี่ ถั่วข้าวโพดหวาน แก่นตะวัน ชาเขียว การเสริมนมสดลงในขนมหม้อแกงเพื่อเพิ่มความหลากหลายในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเพิ่มมากขึ้น (3) ในส่วนชาเขียวมีคุณประโยชน์มีคุณค่าทางโภชนาการสูงและมีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียมีฤทธิ์ต้านมะเร็ง และสารแคเทชินช่วยการสลายปริมาณของคอเลสเตอรอลในลำไส้ (4-5) นอกจากนี้ชาเขียวช่วย

เผาผลาญพลังงานได้มากเป็นผลทำให้น้ำหนักตัวลดลง โดยไม่มีผลกระทบต่ออัตราการเต้นของหัวใจ รวมถึงสามารถป้องกันมะเร็งผิวหนังได้ด้วย (4-5) ดังนั้นผู้วิจัยจึงเกิดแนวคิดในการนำผงชาเขียวมาเสริมในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเพื่อพัฒนาขนมหม้อแกงนมสดด้วยการศึกษาปริมาณการใส่ผงชาเขียวในอัตราส่วนที่เหมาะสมผสมนมสดเพื่อให้ขนมหม้อแกงมีความแปลกใหม่มีกลิ่นรสชาติที่ดีขึ้น รวมทั้งเป็นการเพิ่มคุณค่าทางโภชนาการ โดยในงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการเสริมผงชาเขียวในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสด ศึกษาองค์ประกอบทางกายภาพทางเคมี ทางจุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัสในขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวเพื่อดูการยอมรับของผู้ทดสอบชิมที่มีต่อผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวเพื่อเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้กับผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงเป็นการเพิ่มทางเลือกใหม่ให้ผู้บริโภคที่มีความสนใจในด้านสุขภาพมากขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนการเตรียมขนมหม้อแกงนมสดเสริมชาเขียว

ขั้นตอนแรกเตรียมนมสดผสมผงชาเขียว ซึ่งผงชาเขียวร้อยละ 16 ต่อปริมาณนมสด นำผงชาเขียวที่ได้มาละลายกับน้ำนมสดอุณหภูมิ 70 - 80 °C เป็นเวลา 5 นาที กรองผงชาเขียวออกตวงน้ำนมผสมผงชาเขียวตามอัตราส่วนที่กำหนด ดังตารางที่ 1 ต่อจากนั้นเข้าสู่ขั้นตอนการเตรียมเปลือกโดยปอกเปลือกเปลือกพร้อมล้างให้สะอาด นำเปลือกที่ได้มาหั่นให้ได้ขนาดประมาณ 1x5 เซนติเมตร นำไปนึ่งในรังถึงนาน 3 นาที บดให้ละเอียด ซึ่งเปลือกให้ได้ 300 กรัม ซึ่งส่วนผสมต่าง ๆ ให้ได้ตามอัตราส่วนที่กำหนด ดังตารางที่ 1 นำไข่เป็ดมาตีให้ขึ้นฟู ใส่น้ำตาลปีบ แบ่งข้าวเจ้า และแบ่งมันสำปะหลัง ผสมจนน้ำตาลละลายหมดนำไปกรองด้วยผ้าขาวบางนำเปลือกที่บดละเอียดใส่ผสมและนมผสมผงชาเขียวที่เตรียมไว้ผสมให้เข้ากันเทลงในภาชนะ (ภาชนะที่เตรียมไว้จะต้องทาน้ำมันรำข้าวแล้วนำไปอบที่

อุณหภูมิ 180 °C ประมาณ 10 - 15 นาที) ที่เตรียมไว้อบที่อุณหภูมิ 200 °C ประมาณ 30 นาที ดัดแปลงจาก (6-8)

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

นำตัวอย่างขนมหม้อแกงที่จะทำการวิเคราะห์มาหั่นให้เป็นชิ้นสี่เหลี่ยมขนาด 3x3 เซนติเมตร ทำการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Colorimeter) ยี่ห้อ Minolta รุ่น CR-10 เนื้อสัมผัสด้วย Texture Analyzer LLOYD รุ่น TA.XT plus โดยใช้หัวกดแบบทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ใช้ความเร็ว 20 มิลลิเมตร/นาที โปรตีน (Crude Protein) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์โปรตีน ยี่ห้อ FOSS รุ่น Kjeltac TM 8100 ไขมัน (Crude Fat) โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ไขมันยี่ห้อ VELP รุ่น Scientifica Ser 148 เส้นใย (Crude Fiber) ยี่ห้อ FOSS รุ่น FT 122 Fibertec เถ้า (Ash) ยี่ห้อ Carbolite รุ่น Parsons Lane Hope Valley S 33 และคาร์โบไฮเดรต ตามวิธี (9)

การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count, TPA) ตามวิธี (10)

การทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัส

งานวิจัยนี้ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 30 คนที่ไม่ผ่านการฝึกฝนโดยทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสแบบ 9- points Hedonic scale test ในด้านสี รสชาติ กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม ตามวิธี (11)

การบันทึกข้อมูล

วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและทางเคมี โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2016 วางแผนการทดลองโดยใช้ Completely Randomized Design (CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ ส่วนการทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองโดยใช้ Randomized Complete Block Design (RCBD) ทดลอง 3 ซ้ำเช่นเดียวกับการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) (12)

ตารางที่ 1 ส่วนผสมในการทำขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว

ส่วนประกอบของ ขนมหม้อแกงนมสด (g)	สูตรผงชาเขียว (w/v)	สูตรผงชาเขียว (w/v)	สูตรผงชาเขียว (w/v)	สูตรผงชาเขียว (w/v)
ไข่ขาว	500	500	500	500
ไข่แดง	200	200	200	200
น้ำตาลโตนด	500	500	500	500
แป้งข้าวเจ้า	20	20	20	20
แป้งมันสำปะหลัง	20	20	20	20
เผือกนึ่งบดละเอียด	300	300	300	300
นมสดผสมผงชาเขียว	ไม่มี	125	250	375
น้ำมันสด	500	375	250	125
ไข่ทั้งฟอง	2	2	2	2

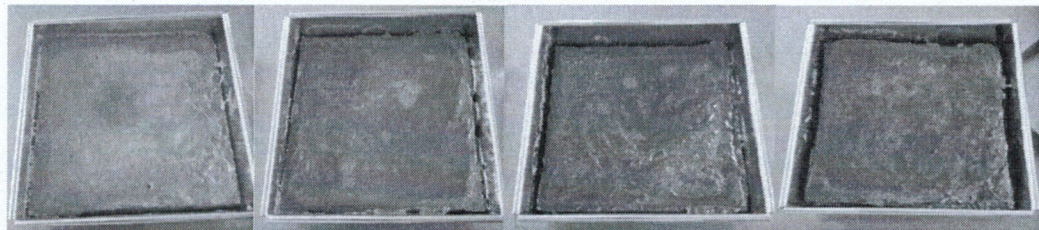
ผลการศึกษาและอภิปรายผล

วิเคราะห์ค่าความสว่าง (L^*) ของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดลอง ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2 พบว่า ค่าความสว่างของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 0 (w/v) จะมีค่าความสว่างมากที่สุด คือ 73.17 เมื่อเปรียบเทียบกับขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 25 50 และ 75 (w/v) ซึ่งมีค่าความสว่างลดลงเรื่อย ๆ เนื่องมาจากชาเขียวเมื่อได้รับความร้อนในช่วงเกิดปฏิกิริยาทำให้ผงชาเขียวจะทำให้ขนมหม้อแกงมีสีเขียวยิ่งขึ้น (13) ซึ่งสีเขียวยิ่งขึ้นจะส่งผลต่อค่าความสว่างที่ได้ทั้งนี้ยังสอดคล้องกับ (14) ที่ศึกษาการพัฒนาสูตรขนมจีนโดยเพิ่มน้ำชาเขียว ซึ่งเมื่อนำไปวัดค่าสีแล้วพบว่า เส้นของขนมจีนมีค่าความสว่าง (L^*) ลดลง แต่ค่าความเป็นสีเขียว ($-a^*$) และค่าความเป็นสีเหลือง ($+b^*$) เพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มปริมาณของน้ำชาเขียวในสูตรของขนมจีน ค่าสีเขียวยของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (15) โดยขนมหม้อแกงนมสดเสริมผง

ชาเขียว 0 (w/v) จะมีค่าความเป็นสีแดง คือ 57.86 ส่วนขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 25, 50 และ 75 (w/v) จะมีค่าความเป็นสีเขียว ดังแสดงในตารางที่ 2 เนื่องจากใบชาได้รับความร้อนทำให้ใบชาจะมีสีเขียวเข้มขึ้น (16) ทำให้ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 75 (w/v) ที่มีปริมาณของผงชาเขียวมากที่สุดเมื่อวัดค่าสีแล้วจะได้ค่าของสีเขียวยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 25 และ 50 (w/v) (รูปที่ 1) ซึ่งค่าที่วัดได้ตามปริมาณผงชาเขียวที่เติมลงไปผลการทดลองที่ได้สอดคล้องกับ (17) ทำการศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตผงรสชาเขียวโดยพบว่า โยเกิร์ตผงรสชาเขียวเมื่อนำไปคั้นรูปมีค่าความสว่างลดลงในขณะที่ค่าความเป็นสีเหลืองมีค่าเพิ่มขึ้น ค่าสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดลองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 50 และ 75 (w/v) จะมีค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด คือ 26.57 และ 28.37 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมผงชาเขียวจะส่งผลต่อค่าความเป็นสีเหลืองของผลิตภัณฑ์ในทุกตัวอย่าง เนื่องจากใบชาเขียวเมื่อนำมาชงน้ำร้อนแล้วจะได้น้ำชาสีเขียวยิ่งขึ้นหรือสีเหลืองอมเขียว (18) นอกจากสีเหลืองที่ได้จากผงชาเขียวแล้วยังมีส่วนของส่วนผสมอื่น คือ น้ำตาลปี๊บโดยน้ำตาลเมื่อ

ถูกความร้อนจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองนวลขึ้นโดยอาศัยการแทนที่ของอากาศ ซึ่งอากาศประกอบด้วยก๊าซออกซิเจนทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงจนได้น้ำตาลสีเหลืองนารับประทาน (19) รวมถึงไข่เป็ด และนมสดที่ใช้ในการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว ลักษณะ

เนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวด้านค่าความแข็ง ค่าความเหนียว แรงที่ใช้ในการเคี้ยว และค่าความยืดหยุ่น จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 25 (w/v) มีค่าความแข็งต่ำที่สุดคือ 5.63 นิวตัน



(ก)

(ข)

(ค)

(ง)

รูปที่ 1 แสดงลักษณะผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว (w/v) 0 (ก) 25 (ข) 50 (ค) และ 75 (ง) หลังการอบ

ตารางที่ 2 ค่าความสว่างและค่าสีของเนื้อผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวที่แตกต่างกัน

ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว (w/v)	ค่าที่วิเคราะห์ได้*		
	(L*) ^{1/}	(a*) ^{1/}	(b*) ^{1/}
0	73.17±0.91 ^a	57.86±0.61 ^a	12.36±0.27 ^d
25	57.96±1.12 ^b	-2.90±0.45 ^b	14.27±0.87 ^c
50	49.57±0.21 ^c	-17.17±0.65 ^c	26.57±0.19 ^a
70	34.50±0.65 ^d	-24.53±0.54 ^d	28.37±0.54 ^a

a,b,c,d มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05)

ตารางที่ 3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวที่แตกต่างกัน

ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว (w/v)	ลักษณะเนื้อสัมผัส			
	ค่าความแข็ง ^{ns} (นิวตัน)	ค่าความเหนียว ^{ns}	แรงที่ใช้ในการเคี้ยว ^{ns}	ค่าความยืดหยุ่น ^{ns} (นิวตัน)
0	7.01±0.34 ^a	0.37±0.23	1.81±0.54	0.69±0.73
25	5.63±0.71 ^b	0.32±0.44	1.67±0.31	0.54±0.38
50	7.49±0.76 ^a	0.31±0.15	1.18±0.63	0.61±0.51
75	7.47±0.62 ^a	0.30±0.76	1.59±0.71	0.59±0.43

a,b,c,d มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05)

^{ns} ที่กำกับเหนือตัวเลขในแนวดิ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ศึกษาการผลิตขนมหม้อแกงนมสดมีการเสริมปริมาณของผงชาเขียวในปริมาณที่แตกต่างกัน ผลของการเติมปริมาณผงชาเขียวที่ต่างกันได้ทำให้ได้ลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้นแต่เมื่อเพิ่มปริมาณ

ผงชาเขียวมากเกินไปหรือไม่ได้ใส่ก็จะส่งผลต่อค่าความแข็งที่วัดได้ ทั้งนี้ค่าความแข็งที่เกิดขึ้นอาจเกิดขึ้นจากในขั้นตอนการอบโดยการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวในปริมาณที่แตกต่างกัน การใช้ความร้อน

อุณหภูมิสูงในการอบสูง คือ 200°C (20) ซึ่งอุณหภูมิสูงมีผลต่อการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีทำให้ความแข็งที่ได้แตกต่างกัน (19-20) นอกจากนี้ในการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวมีการใช้ไข่เปิดเป็นวัตถุดิบหลักซึ่งเมื่อไข่แดงและไข่ขาวได้รับความร้อนจะทำให้เกิดความแข็งตัวมากขึ้นโดยไข่ขาวจะเริ่มแข็งตัวที่อุณหภูมิ 62 °C และไข่แดงจะเริ่มแข็งตัวที่อุณหภูมิ 65 °C ส่วนค่าความเหนียว แรงที่ใช้ในการเคี้ยว และความยืดหยุ่น

ขนมหม้อแกงนมสดเสริมชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติทั้งนี้เพราะในการทำขนมหม้อแกงมีการใช้นมสดในปริมาณที่เท่ากันทั้ง 4 สิ่งทดลอง ซึ่งในนมสดจะมีปริมาณของโปรตีนอยู่โดยเมื่อโปรตีนนั้นได้รับความร้อนจะทำให้เปลี่ยนสภาพไปจากธรรมชาติส่งผลต่อปริมาณของอาหารทำให้มีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นทำให้ขนมหม้อแกงมีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้น (20-21) การเคี้ยว และความยืดหยุ่น

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวที่แตกต่างกัน สมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว

ขนมหม้อแกงนมสดเสริม ผงชาเขียว (w/v)	ค่าที่วิเคราะห์ได้ (ร้อยละ)				
	ไขมัน ^{ns/}	โปรตีน ^{1/}	เส้นใย ^{1/}	เถ้า ^{ns/}	คาร์โบไฮเดรต ^{1/}
0	6.35±0.27	5.82±0.76 ^b	0.91±0.75 ^b	0.79±0.22	29.84±0.25 ^b
25	6.11±0.76	6.28±0.55 ^a	0.97±0.43 ^{ab}	0.82±0.56	32.34±0.74 ^a
50	6.48±0.18	6.28±0.45 ^a	1.00±0.66 ^{ab}	0.85±0.16	29.85±0.81 ^b
75	6.05±0.49	6.29±0.87 ^a	1.07±0.71 ^a	0.85±0.72	30.59±0.61 ^b

a,b,c,d มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P≤0.05)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีด้านไขมันของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวพบว่าขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นเพราะในชาเขียวที่นำมาใช้จะไม่มีปริมาณของไขมันเป็นส่วนประกอบ (22) ทำให้เมื่อทำการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวจึงไม่มีผลต่อปริมาณไขมันที่ได้ นอกจากปริมาณของผงชาเขียวแล้วในการผลิตขนมหม้อแกงมีการใช้นมสดเป็นวัตถุดิบหลักซึ่งทั้ง 4 สิ่งทดลองมีการใช้ปริมาณของนมสดเท่ากันโดยนํ้ามนมสดนั้นมีองค์ประกอบของไขมันอยู่ร้อยละ 3.20 (22-23) ทำให้เมื่อทำการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวค่าไขมันที่วิเคราะห์ได้จึงไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โปรตีนของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวพบว่าขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 0 (w/v) จะมีโปรตีนต่ำ

ที่สุด คือ ร้อยละ 5.82 เมื่อเปรียบเทียบกับขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 25, 50 และ 75 (w/v) จะมีปริมาณโปรตีนมากขึ้นซึ่งมีปริมาณของโปรตีนที่สูงกว่าขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 0 (w/v) เนื่องจากในชาเขียวมีองค์ประกอบของโปรตีนอยู่ร้อยละ 20-30 ของน้ำหนักแห้ง โดยในชาเขียวจะประกอบเป็นด้วยกรดอะมิโน คือ ฮีอานีน (22) นอกจากนี้ในชาเขียวจะสูญเสียไปเกือบหมดถ้าใช้ระยะเวลาในการชงชาเขียวนานเกินไป (23) ซึ่งในการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวในขั้นตอนการสกัดชาเขียวนมทั้ง 4 สิ่งทดลองไม่ได้ทำในครั้งเดียวกันอาจทำให้เวลาในการชงคลาดเคลื่อนทำให้โปรตีนในชาบางส่วนสูญเสียไปส่งผลทำให้โปรตีนในขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 25, 50 และ 75 (w/v) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เส้นใยอาหารในขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 75 (w/v) จะมีเส้นใยมากที่สุด คือ ร้อยละ 1.07 เมื่อเปรียบเทียบกับขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 0, 25 และ

50 (w/v) ที่มีเส้นใยต่ำกว่าดังแสดงในตารางที่ 4 เนื่องจากในใบชาจะประกอบด้วยเซลลูโลส โยอาหารที่ละลายน้ำได้ และโปรตีนซึ่งมีของแข็งรวมกันได้ร้อยละ 25 โดยปริมาตร (24) ส่งผลทำให้ปริมาณของเส้นใยในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีการเสริมผงชาเขียวในปริมาณที่มากขึ้นทั้งนี้ในการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวในขั้นตอนการสกัดชาเขียวไม่มีการใช้ส่วนของกากชาเขียวซึ่งทำให้เส้นใยในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวมีค่าไม่สูงมากนัก ถ้าในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดสอบไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าชาเขียวที่นำมาใช้การผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวมีปริมาณของแร่ธาตุต่าง ๆ ต่ำไม่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าที่ได้หรือถ้าเพิ่มขึ้นก็เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย เพราะปริมาณค่าที่วัดได้จะเป็นตัวแทนของปริมาณแร่ธาตุที่มีอยู่ในอาหาร โดยอาหารที่มีปริมาณแร่ธาตุสูงจะมีปริมาณค่าสูง (24) นอกจากนี้ในการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวยังมีส่วนผสมหลักซึ่งก็คือไข่เป็ด (ทั้งฟอง) จะมีค่าร้อยละ 0.9 ต่อน้ำหนักเปียก (24-25) โดยในการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวมีการใช้ปริมาณของไข่เป็ดเท่ากันทั้ง 4 สิ่งทดสอบทำให้ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวไม่มีความแตกต่างกัน การโบไฮเดรตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง

4 สิ่งทดสอบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 25 (w/v) จะมีค่ามากที่สุด คือร้อยละ 32.34 เมื่อเปรียบเทียบกับขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 0.50 และ 75 (w/v) ที่มีการโบไฮเดรตต่ำกว่าโดยการโบไฮเดรตที่ได้ในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวนั้นมาจากในส่วนของชาเขียวที่นำมาใช้มีการโบไฮเดรตอยู่ร้อยละ 20-25 ของน้ำหนักแห้ง (25-26) และนอกจากการโบไฮเดรตที่ได้จากชาเขียวแล้วในการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวยังมีการใช้เปลือกเป็นส่วนประกอบสำคัญซึ่งองค์ประกอบโดยน้ำหนักแห้งของเปลือกมีการโบไฮเดรตอยู่ร้อยละ 83.1-91.7 (26-27) ชาเขียวที่นำมาใช้การผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดสอบ พบว่า ปริมาณจุลินทรีย์ในอาหาร

ในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดสอบมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยกว่า 250 CFU/g ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนไทยมาตรฐานเลขที่ มพช. 1/2552 มีจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ (Total Plate Count: TPC) ไม่เกิน 1×10^6 CFU/g (27) แสดงว่าขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดสอบมีความปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวที่ต่างกัน

ขนมหม้อแกงนมสด เสริมผงชาเขียว (w/v)	ค่าที่วิเคราะห์ได้				
	สี ^{ns/}	รสชาติ ^{1/}	กลิ่น ^{1/}	เนื้อสัมผัส ^{1/}	ความชอบโดยรวม ^{1/}
0	7.30±0.23	6.36±0.21 ^c	6.63±0.54 ^b	6.93±0.33 ^b	6.86±0.66 ^b
25	7.03±0.76	7.16±0.78 ^b	7.53±0.43 ^a	7.03±0.98 ^a	7.40±0.51 ^a
50	7.16±0.43	7.40±0.32 ^{ab}	7.56±0.48 ^a	7.56±0.66 ^a	7.43±0.42 ^a
75	7.23±0.26	7.73±0.15 ^a	7.76±0.24 ^a	7.16±0.17 ^b	7.73±0.69 ^a

a,b,c, d มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05)

ผลการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสีขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวทั้ง 4 สิ่งทดสอบ

ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมผงชาเขียวในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนม

สดไม่มีผลต่อคะแนนความชอบถึงแม้ว่าในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 0 (w/v) จะให้สีที่แตกต่างจากขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว รสชาติขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 75 (w/v) จะมีคะแนนความชอบมากที่สุด คือ 7.73 ดังแสดงในตารางที่ 5 เมื่อเปรียบเทียบกับขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 0 (w/v) ซึ่งแสดงว่าในการเสริมผงชาเขียวจะช่วยปรับปรุงรสชาติให้เป็นที่ต้องการสำหรับผู้ทดสอบชิม โดยเฉพาะผู้ที่นิยมรับประทานชาเขียวอยู่แล้วซึ่งชาเขียวนับเป็นเครื่องดื่มที่ผู้คนนิยมกันอย่างแพร่หลาย (28) กลิ่นขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 25 50 และ 75 (w/v) มีคะแนนความชอบไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 0 (w/v) จะมีคะแนนความชอบด้านกลิ่นน้อยที่สุด ซึ่งเป็นเพราะในชาเขียวจะมีกลิ่นชาเขียวเป็นเอกลักษณ์ และในชาเขียวมีคาเทชิน (Catechin) เป็นสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic Compound) ประเภทโพลีฟีนอล (Polyphenol) ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) ซึ่งปริมาณคาเทชินในใบชามีผลต่อ สี กลิ่น และรสชาติของชาเขียว ยิ่งปริมาณคาเทชินเพิ่มขึ้น ทำให้ชาเขียวมีสีกลิ่นรสมากขึ้น (29) นอกจากนี้กลิ่นที่ได้จากชาเขียวยังช่วยลดกลิ่นคาวของไข่เบ็ดที่เป็นส่วนผสมในการผลิตขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวด้วยส่งผลให้เป็นที่นิยมรับต่อผู้ทดสอบชิม เนื้อสัมผัสขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 25 และ 50 (w/v) จะมีคะแนนด้านเนื้อสัมผัสมากที่สุด ทำให้ทราบว่าการใส่ผงชาเขียวควรเลือกใส่ในปริมาณที่เหมาะสม คือการเสริมผงชาเขียว 25 (w/v) หรือ 50 (w/v) เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวเป็นที่นิยมรับสำหรับผู้บริโภคปริมาณที่เติมลงไปอยู่ในช่วงที่เหมาะสมเนื่องจากชาเขียวมีรังควาณที่สำคัญคือคลอโรฟิลล์ที่มีสีเขียว ส่วนคาเฟอีนทำให้ชามีรสชาติที่ดีและเพิ่มการทำงานของสารสื่อประสาทโดปามีน (Dopamine) ซึ่งทำให้สมองมีการตื่นตัว และมีคาเทชินมีส่วนช่วยให้ชาเขียวมีสี กลิ่น รสและเนื้อสัมผัสที่ดีทำให้ผู้บริโภครู้สึกพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์มากขึ้น (29-30)

ความชอบโดยรวมขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 0 (w/v) จะมีค่าคะแนนความชอบน้อยที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 50 และ 75 (w/v) ที่มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมมากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเสริมผงชาเขียวในผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดจะช่วยปรับปรุงรสชาติ กลิ่น เนื้อสัมผัส มีผลทำให้ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวเป็นที่ชื่นชอบสำหรับผู้ทดสอบชิม (30) ชาที่ดีให้เป็นที่ต้องการสำหรับผู้ทดสอบชิมโดยเฉพาะผู้ที่นิยมรับประทานชาเขียวอยู่แล้วซึ่งชาเขียวนับเป็นเครื่องดื่มที่ผู้คนนิยมกันอย่างแพร่หลาย (28) กลิ่นชาเขียวมีคุณสมบัติทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่มีฤทธิ์ต้านมะเร็ง สามารถนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงนมสดโดยการเติมผงชาเขียวลงไป จัดได้ว่าเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแบบใหม่ให้มีความน่าสนใจในการบริโภคมากขึ้น ปริมาณผงชาเขียวที่ต่างกันมีผลทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีเขียว สีเหลือง และค่าความเข้มมีความแตกต่างกัน ขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียว 75 (w/v) ให้ค่าไขมันต่ำที่สุดร้อยละ 6.05 แต่ให้ค่าโปรตีน เส้นใย และเถ้าสูงสุทธ้อยู่ที่ 6.29 1.07 และ 0.85 ตามลำดับ ส่วนผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ขนมหม้อแกงนมสดที่เสริมผงชาเขียวร้อยละ 75 ผู้ทดสอบชิมให้ค่าคะแนนการยอมรับด้านรสชาติและความชอบโดยรวมเท่ากันและสูงสุดเท่ากับ 7.73 ส่วนคะแนนยอมรับด้านกลิ่นสูงสุดเท่ากับ 7.76

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาขนมหม้อแกงนมสดเสริมผงชาเขียวสำเร็จจุลลงไปด้วยดีผู้วิจัยใคร่ขอขอบคุณ นักศึกษาสาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารชั้นปีที่ 4 เจ้าหน้าที่ อาจารย์คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้การสนับสนุนการทำวิจัยด้านเงินทุนทำวิจัยและห้องปฏิบัติการจนแล้วเสร็จจุลลงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. แดงด้อย มาลี. ขนมห่มอแกง. กรุงเทพฯ: เลิฟแอนด์ลิฟเพรส; 2542.
2. วันชัย อิงปัญจลาภ. ขนมห่มไทย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช; 2547.
3. วรณิศ ศิริวงศ์. หนังสือขนมห่มไทย เล่ม 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ดวงกมล; 2550.
4. Morita O, Kirkpatrick JB, Tamaki Y, Chengelis CP, Beck MJ. Safety assessment of heat-sterilized green tea catechin preparation: A 6-month repeat-dose study in rats. J Food Chem Toxicol. 2009;47:1760-70.
5. Zaveri NT. Green tea and its polyphenolic catechins: Medicinal uses in cancer and non cancer applications. Life Sci. 2006;78:2073-80.
6. ทวีพร เนียมมกล้วย, จุฑามาศ ชาญชัย, อรุณี แก้วบริสุทธิ, รัฐวัฒน์ รื่นเรือง. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมห่มอแกงนมสดเมืองเพชรบุรี [ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์บัณฑิต]. เพชรบุรี: สถาบันราชภัฏเพชรบุรี; 2546.
7. วรรัตน์ สานนท์, ทศนีย์ ลิ้มสุวรรณ, สีส อังศรีสว่าง. การพัฒนาขนมห่มอแกงใช้ลดพลังงานและปรับปรุงสัดส่วนกรดไขมันด้วยซูคราโลสและกะทิธัญพืช. ใน: เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ครั้งที่ 47; 20 มี.ค. 2552; มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 16-24.
8. ศรีสมร คงพันธุ์, มณี สุวรรณผ่อง. ขนมห่มไทย 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แสงแดด; 2549.
9. AOAC. Official method of analysis. 18th ed. Virginia: The Association of official Analytical Chemists; 2005.
10. AOAC. Official Methods of Analysis. 17th ed. Washington, D.C.: The Association of Official Analytical Chemists; 1995.
11. ไพโรจน์ วิริยจารี. การทดสอบทางประสาทสัมผัส. เชียงใหม่: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2547.
12. อนันต์ชัย เชื้อนธรรม. วิเคราะห์ทางสถิติและการวิเคราะห์ข้อมูล. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2549.
13. สมพล นิลเวศน์. คุณประโยชน์ของชาเขียว. กลีกร. 2543;73(2):163-5.
14. เกียรติพงษ์ เจริญจิตต์. การพัฒนาสูตรขนมห่มผสมน้ำแครอท น้ำชาเขียว และน้ำดอกอัญชัน [ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต]. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม; 2552.
15. สุนัน ปานสาคร, จตุรงค์ ลังกาพินธุ์, รัตนา ม่วงรัตน์. ผลของการแช่เยือกแข็งต่อความคงตัวของกาบาและแอนโทไซยานินในข้าวกล้องงอกหุงสุกพันธุ์ไรซ์เบอร์รี่. วารสารวิจัย มทร.ธัญบุรี. 2562;18(1):1-13.
16. ประภัสสร สุรวัฒนาวรรณ. ชาเขียว [อินเทอร์เน็ต]. 2556 [สืบค้นเมื่อวันที่ 24 ม.ค. 2556]. จาก: www.gpo.or.th/rdi/htmls/greentea.html
17. ลินจง สุขลำภู, ไกรวุฒิ นุชประมูล, นรากร ศรีสุข. การศึกษาคุณภาพของโยเกิร์ตผงรสชาเขียวในระหว่างการเก็บรักษา. ใน: เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ครั้งที่ 44; 30 ม.ค.-2 ก.พ. 2552; มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 176-83.
18. อธิพงษ์ เทพกรณ์. รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชนิดและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (โพลีฟีนอล) ในระหว่างกระบวนการผลิตชาเขียวและชาอู่หลงของจังหวัดเชียงราย [อินเทอร์เน็ต]. 2556 [สืบค้นเมื่อวันที่ 24 ม.ค. 2005].

- 2556]. จาก: <http://archives.mfu.ac.th/database/items/show/1775>
19. สุคนธา สุคนธ์ธारा. การพัฒนาขนมหม้อแกงเสริมข้าวไรซ์เบอร์รี่เพาะงอกสูตรลดน้ำตาล. วารสารวิทยาศาสตร์ มศว. 2559;32(2):195-209.
20. อภิญา มานะโรจน์, เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์, จักรวธ ภู่เสม. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงจากข้าวโพดหวาน [อินเทอร์เน็ต]. 2558 [สืบค้นเมื่อวันที่ 17 ธ.ค. 2558]. จาก: <http://newtdc.thailis.or.th/docview.aspx?tdcid=40824>
21. รัชณี ดันตะพานิชกุล. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์; 2535.
22. โรงงานใบชาสยาม. วิธีการชงชาดื่มที่ง่าย สะดวก และอร่อย [อินเทอร์เน็ต]. 2556 [สืบค้นเมื่อวันที่ 24 ม.ค. 2556]. จาก: www.cha-thai.com
23. Togari N, Kobayashi A, Aishima T. Relating sensory properties of tea aroma to gas chromatographic data by chemometric calibration methods. Food Res Int. 1995;28(5):485-93.
24. สายพิน โขติวิเชียร, วรชาติ ธนนิเวศน์กุล. ชาเขียว ... ไม่ว่าจะไร้กี้ต้องชาเขียวไว้ก่อน. นนทบุรี: กระทรวงสาธารณสุข, กรมอนามัย, สำนักโภชนาการ; 2549.
25. จิรายุทธ จุมพลหล้า. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ขนมหม้อแกงแค้นตะวันผงเพื่อสุขภาพ [ปริญญาานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร; 2539.
26. นิธิยา รัตนานนท์. เคมีอาหาร. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์; 2549.
27. กระทรวงอุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนขนมไทย. มาตรฐานเลขที่ มผช. 1/2552. กรุงเทพฯ: สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม; 2552.
28. Lee J, Chambers DHA. Lexicon for flavor descriptive analysis of green tea. J Sensory Studies. 2007;22:256-72.
29. Nicolas L, Marquily C, Mahony MO. The 9-point hedonic scale: Are words and numbers compatible? Food Qual Prefer. 2010;21:1008-15.
30. กมลวรรณ แจ้งชัด, วิชัย หลุ้ยยธนาสันต์, เกศรินทร์ มงคลวรรณ, นกสร จุ้ยเจริญ. การพัฒนาขนมหม้อแกงถั่วกึ่งสำเร็จรูป. ใน: เอกสารประกอบการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร ครั้งที่ 41; 3-7 ก.พ. 2546; มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 175-84.