

ผลของเพคตินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของแยมลูกหม่อน

Effect of Pectin from Coffee Husks on Quality of Mulberry Jam

ธัญนันท์ ฤทธิมนี^{1*}, นภารัตน์ จิวาลักษณ์² และ ครองจิต วรรณวงศ์¹
Thanyanun Rithmanee^{1*}, Naparat Jiwalak², and Krongjit Wannawong¹

¹ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

¹ Department of Home Economics, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

²ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่

² Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Chiang Mai Rajabhat University

Email: thanyanun_rit@cmru.ac.th

Received : December 22, 2023

Revised : April 5, 2024

Accepted : April 19, 2024

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของเพคตินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของแยมลูกหม่อน ด้วยการนำเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟแห้งมาใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหารในผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน ในปริมาณร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 และมีตัวอย่างสูตรควบคุมด้วยการใช้ผงเพคตินทางการค้าที่ปริมาณร้อยละ 0.75 จากนั้นนำไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน พบว่า ค่าความหนืดของแยมลูกหม่อนทั้ง 3 ปริมาณของการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟมีค่าเพิ่มขึ้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าสี pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแยมลูกหม่อนทั้งสูตรควบคุม และสูตรที่มีการเติมเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) แต่ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของแยมลูกหม่อนที่ใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) โดยปริมาณเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟทั้ง 3 ปริมาณที่ใส่ลงในแยมลูกหม่อน พบว่า แยมลูกหม่อน มีคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของแยม และเมื่อนำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนไปทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส พบว่า ปริมาณเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟที่ใส่ลงไปในการผลิตผลิตภัณฑ์แยมที่ร้อยละ 1.75 นั้น ได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุกคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในระดับชอบปานกลาง

คำสำคัญ: เพคติน เปลือกกาแฟ แยมลูกหม่อน

ABSTRACT

The study examined the effects of pectin extracted from coffee husks on the quality of mulberry jam. Pectin extracted from dried coffee husks was used as a food additive in mulberry jam at concentrations of 0.75%, 1.25%, and 1.75%. A control sample using commercial pectin powder at a concentration of 0.75% was also included. The analysis included physical, chemical, microbiological properties, and sensory preference testing of the mulberry jam. The results showed that the viscosity of the mulberry jam increased significantly with each of the three concentrations of coffee husk pectin ($P \leq 0.05$). There were significant differences in color, pH, and soluble solids content between the control sample and the samples with added coffee husk pectin ($P \leq 0.05$). However, the water activity (a_w) of the mulberry jam with added coffee husk pectin did not differ significantly ($P > 0.05$). All three concentrations of coffee husk pectin used in the mulberry jam met the physical, chemical, and microbiological quality standards for community product standards of jam. Sensory evaluation indicated that the mulberry jam with 1.75% coffee husk pectin received the highest preference scores in all sensory attributes at a moderate liking level.

Keywords: Pectin, Coffee Husks, Mulberry Jam

บทนำ

กาแฟเป็นเครื่องดื่มที่ทำมาจากเมล็ด ซึ่งได้จากต้นกาแฟและผ่านการคั่วหรือที่มักเรียกว่า เมล็ดกาแฟคั่ว ในปัจจุบันมีการปลูกกาแฟมากกว่า 70 ประเทศทั่วโลก สำหรับสายพันธุ์หลักของกาแฟที่ปลูกกันทั่วไปจะมีอยู่ด้วยกัน 2 สายพันธุ์ ได้แก่ กาแฟอาราบิก้า (Coffee arabica) และกาแฟโรบัสต้า (Coffee canephora) โดยกาแฟอาราบิก้าจะเป็นกาแฟที่ได้รับความนิยมในการดื่มมากกว่ากาแฟโรบัสต้า เนื่องจากกาแฟโรบัสต้ามีรสชาติที่ขมกว่าและให้รสชาติได้น้อยกว่ากาแฟอาราบิก้า ส่วนประกอบหลักของผลกาแฟ ได้แก่ ผิวหรือเปลือก มีซีเลจหรือชั้นเมือกหุ้มกะลา พาร์ชเมนต์หรือกะลากาแฟ สเปิร์มโมเดิร์มหรือเนื้อเยื่อบาง ๆ ห่อหุ้ม เมล็ดกาแฟ เอนโดสเปิร์มหรือส่วนที่ใช้สะสมอาหาร (นัทธมน และคณะ, 2561)

ในปัจจุบันประเทศไทยมีแนวโน้มการบริโภคกาแฟเพิ่มสูงขึ้นในทุก ๆ ปี ส่งผลให้มีความต้องการใช้เมล็ดกาแฟเพิ่มขึ้น จึงทำให้ปริมาณของเปลือกกาแฟที่มีการสีทิ้งจากกระบวนการผลิตมีมากขึ้นด้วย

ซึ่งในกระบวนการผลิต กาแฟทุก ๆ 2 ตัน จะมีการสีเปลือกกาแฟทั้งประมาณ 1 ตัน หากปล่อยทิ้งไว้ จะกลายเป็นปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมและสูญเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัด (นัทธมน และคณะ, 2561) จากการศึกษาพบว่า ในเปลือกกาแฟจะมีสารประกอบเพคตินเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย ทางผู้วิจัย จึงเล็งเห็นว่าในส่วนนี้น่าจะสามารถนำมาสกัดให้เป็นเพคติน เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการนำไปทำเป็น ผลิตภัณฑ์แยมได้ โดยแยมเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปจากเนื้อผลไม้กับสารให้ความหวาน อาจผสมน้ำผลไม้ หรือน้ำผลไม้เข้มข้นด้วย มีลักษณะเป็นเจล มีเนื้อสัมผัสกึ่งเหลวที่มีความข้นเหนียวพอเหมาะ สำหรับใช้ ทาบนขนมปังได้ (วรวิชนม์ และคณะ, 2563)

เพคตินเป็นสารผสมอาหารเพื่อให้เกิดเนื้อสัมผัสตามต้องการ เป็นตัวทำให้เกิดเจล (gelling agent) ทำให้เกิดความข้นหนืด (thickener) และทำให้เกิดการคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์อาหาร หลายประเภท เช่น เครื่องดื่ม เครื่องปรุง แยม เยลลี่ นม และโยเกิร์ต การนำเพคตินมาใช้ประโยชน์ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การนำไปใช้ ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารและชนิดของผลิตภัณฑ์อาหาร ในปัจจุบันเพคตินสกัดได้จากเนื้อของหัวผักกาดฝรั่ง (sugar beet pulp) ที่บีบน้ำตาลออกแล้ว เปลือกส้มชั้นใน (citrus albedo) และกากของแอปเปิ้ล (apple pomace) หลังจากแยกน้ำแอปเปิ้ล ออกแล้ว อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการใช้เพคตินทั่วโลกยังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง (Pasandide *et al*, 2017; หยาดรุ้ง และคณะ, 2562) ดังนั้น ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงได้นำเปลือกกาแฟมาสกัดให้เป็น ผงเพคติน จากนั้นนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารในผลิตภัณฑ์ ได้แก่ แยมลูกหม่อน เนื่องจากแยมเป็น ผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปจากผลไม้ที่มีเนื้อสัมผัสที่เหนียวหนืด ซึ่งเพคตินสามารถใช้เป็นส่วนผสมในการนำมา ทำผลิตภัณฑ์แยมตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลของเพคตินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน
2. เพื่อศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือก กาแฟ

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

องค์ประกอบทางเคมีของเปลือกกาแฟ

เปลือกกาแฟนั้นอุดมไปด้วย คาร์โบไฮเดรต โปรตีน แอนโทไซยานิน แทนนิน โพลีฟีนอล และ คาเฟอีน เมล็ดกาแฟหลังจากปอกเปลือกแล้วจะมีชั้นเนื้อกาแฟที่ห่อหุ้มเมล็ดไว้มีลักษณะเป็นเมือกหนา ราว 0.8 มิลลิเมตร ประกอบด้วย น้ำ ร้อยละ 84.2 โปรตีน ร้อยละ 8.9 น้ำตาลร้อยละ 4.1 และ สารประกอบเพคติน ร้อยละ 0.91 โดยทั่วไปเปลือกและเมือกของกาแฟจะถูกนำมาใช้ประโยชน์เพื่อ เพิ่มมูลค่า และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (นัทธมน และคณะ, 2561)

ปัจจุบันทั่วโลกมีกาแฟอยู่มากกว่า 6,000 สายพันธุ์ แต่พันธุ์ที่นิยมปลูกเพื่อการค้า ได้แก่ พันธุ์อาราบิก้าและโรบัสต้า กาแฟพันธุ์อาราบิก้า (*Coffea arabica*) เป็นพันธุ์ที่นิยมปลูกมากที่สุดในโลก อาราบิก้าเป็นพืชกึ่งเมืองหนาว สามารถเจริญเติบโตได้ดีในเขตร้อนชื้น พื้นที่ที่อยู่สูงกว่า ระดับน้ำทะเลประมาณ 800-1,500 เมตร สภาพอากาศค่อนข้างเย็นอุณหภูมิประมาณ 15-24

องศาเซลเซียส กาแฟอาราบิก้าให้กลิ่นหอมและรสชาตินุ่มนวลกลมกล่อมกว่ากาแฟสายพันธุ์อื่น ๆ ราคาต่อกิโลกรัม จึงสูงกว่ากาแฟพันธุ์โรบัสต้า นิยมนำมาคั่ว บด ชง โดยการกรองกากหรือที่นิยมเรียกว่า กาแฟสด ในประเทศไทยกาแฟพันธุ์อาราบิก้านิยมปลูกกันมากบนดอยสูงที่มีอากาศหนาวเย็น แล่ภาคเหนือ โดยเฉพาะในจังหวัดเชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน และตาก โดยฤดูกาลเก็บเกี่ยวกาแฟจะอยู่ในช่วงเดือนตุลาคมถึงกุมภาพันธ์ ในช่วงเวลานี้จะมีวัฏศุนีเข้าสู่กระบวนการผลิตมาก ทำให้มีวัศศุนีเหลือทิ้ง คือเปลือกกาแฟในปริมาณมาก (นิรมล และสุทธิวัลย์, 2554) ซึ่งในเปลือกกาแฟจะมีสารประกอบเพคตินเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย (นัทรณ และคณะ, 2561) ทางผู้วิจัยจึงเล็งเห็นว่าในส่วนนี้น่าจะสามารถนำมาสกัดให้เป็นเพคตินทางการค้าและนำไปจำหน่าย เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือทิ้ง โดยเปลือกเมล็ดกาแฟที่นำมาใช้ในการสกัดเพคติน ในงานวิจัยเป็นของวิสาหกิจชุมชนกาแฟต้นน้ำป่าแป๋ และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่

เพคติน

เพคตินเป็นสารประกอบพอลิเมอร์ที่พบในพืช เช่นเดียวกับแป้งและเซลลูโลส ประกอบด้วยกรดกาแลคทูโรนิก (galacturonic acid) ต่อกันด้วยพันธะแอลฟา 1,4 ไกลโคซิดิก (α - 1,4 glycosidic) ตามข้อกำหนดของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (Food and Drug Administration: FDA) ระบุว่า เพคตินต้องประกอบด้วยปริมาณกรดกาแลคทูโรนิกอย่างน้อยร้อยละ 65 เพคตินเป็นสารผสมอาหารเพื่อให้เกิดเนื้อสัมผัสตามต้องการ เป็นตัวทำให้เกิดเจล (gelling agent) ทำให้เกิดความข้นหนืด (thickener) และทำให้เกิดการคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์อาหารหลายประเภท เช่น เครื่องดื่ม เครื่องปรุง แยม เยลลี่ นม และโยเกิร์ต เพคตินสามารถนำมาใช้เป็นฟิล์มที่กินได้ (edible film) และฟิล์มที่ย่อยสลายได้ (biodegradable film) ตัวเชื่อมประสาน (adhesives) ป้องกันการกัดกร่อน (corrosion inhibitor) รวมทั้งพลาสติกไซเซอร์ (plasticizers) ในอุตสาหกรรม ยาและเครื่องสำอาง แต่การประยุกต์ใช้เพคตินต้องคำนึงถึงระดับการเกิด เอสเทอร์ิฟิเคชัน (degree of esterification, % DE) เพราะเป็นตัวบ่งบอกคุณสมบัติการเกิดเจล เพคตินสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามปริมาณหมู่เมทอกซิล ได้แก่ เพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซิลสูง (High Methoxyl Pectin, HMP) และเพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซิลต่ำ (Low Methoxyl Pectin, LMP) เพคตินแต่ละประเภทจะมีคุณสมบัติการเกิดเจลที่แตกต่างกัน เพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซิลต่ำ เป็นเพคตินที่มีระดับของเมทิลเอสเทอร์ิฟิเคชัน น้อยกว่าร้อยละ 50 เกิดเจลได้โดยไม่ต้องมีของแข็งที่ละลายได้ (soluble solid) แต่ต้องมีแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) ประมาณร้อยละ 3 มีของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solid) ร้อยละ 10-80 ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 2.9-5.5 เจลที่ได้จะมีลักษณะเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มและยืดหยุ่นมากกว่าเจลที่ได้จากเพคตินที่มีหมู่เมทอกซิลสูง เพคตินชนิดที่มีหมู่เมทอกซิลสูงเป็นเพคตินที่มีระดับของเมทิลเอสเทอร์ิฟิเคชัน มากกว่าร้อยละ 50 จะเกิดเจลได้เมื่อมีของแข็งที่ละลายได้มากกว่าร้อยละ 55 ใช้กับอาหารที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 3.5 การนำเพคตินมาใช้ประโยชน์ขึ้นอยู่กับวัศศุนีประสงค์การนำไปใช้ค่าความเป็นกรด-ด่างของอาหารและชนิดของผลิตภัณฑ์อาหาร ในปัจจุบันเพคตินสกัดได้จากเนื้อของ

หัวผักกาดฝรั่ง (sugar beet pulp) ที่บีบน้ำตาลออกแล้ว เปลือกส้มชั้นใน (citrus albedo) และกากของแอปเปิ้ล (apple pomace) หลังจากแยบน้ำแอปเปิ้ลออกแล้ว อย่างไรก็ตามปริมาณความต้องการใช้เพคตินทั่วโลก ยังเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งประเทศไทยเองมีการนำเข้าจากต่างประเทศเป็นปริมาณมากในแต่ละปีและมีราคาค่อนข้างแพง จึงมีงานวิจัยหลายงานที่มีการสกัดเพคตินจากเศษเหลือทางการเกษตรและเศษเหลือจากโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อใช้ทดแทนเพคตินทางการค้าที่มีอยู่ในปัจจุบัน เช่น เปลือกกล้วย เปลือกเสาวรส เปลือกแก้วมังกร กากแครอท และเปลือกผลไม้ตระกูลส้ม เป็นต้น (หยาดรุ้ง และคณะ, 2562)

วิธีการดำเนินการวิจัย

นำผงเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกาแฟแห้งด้วยวิธีการสกัด โดยใช้เปลือกกาแฟที่ไม่ปนแซ่สารละลายเอทานอลที่เป็นกรดทางอาหาร และใช้น้ำส้มสายชูในการสกัดเพคตินจากงานวิจัยเรื่องการสกัดเพคตินจากเปลือกกาแฟเพื่อใช้ประโยชน์ในการทำแยมลูกหม่อน (ธัญนันท์ และคณะ, 2565) โดยเปลือกเมล็ดกาแฟที่นำมาใช้ในการสกัดเพคติน ในงานวิจัยเป็นของวิสาหกิจชุมชนกาแฟต้นน้ำป่าแป๋ และการท่องเที่ยวเชิงอนุรักษ์ ตำบลป่าแป๋ อำเภอแม่แตง จังหวัดเชียงใหม่ ใส่ลงในแยมลูกหม่อนที่ปริมาณร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 และมีตัวอย่างควบคุมด้วยการใช้ผงเพคตินทางการค้าที่ปริมาณร้อยละ 0.75 ใส่ลงไปแยมลูกหม่อนเช่นกัน ซึ่งในกระบวนการทำแยมมีวิธีการด้วยการนำลูกหม่อนมาล้างให้สะอาด จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่องปั่น แล้วเทลงในกระทะทอง เติมน้ำตาลทราย และเพคตินในปริมาณต่าง ๆ ตามปริมาณการใช้ของแต่ละสูตร เคี่ยวด้วยไฟอ่อนถึงปานกลาง เมื่อเคี่ยวจนได้ที่ให้ยกลงและนำมาเทใส่ขวดแยมที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยการลวกหรือนึ่งพร้อมฝา แล้วปิดฝาทันที จากนั้นนำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนไปวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ เคมี จุลชีววิทยา และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน ดังนี้

1. การศึกษาผลของเพคตินจากเปลือกกาแฟต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน

1.1 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

1.1.1 ค่าสี L^* , a^* และ b^* ด้วยเครื่องมือ Color-meter (Chroma Meter: CR-400, Minolta, Japan)

1.1.2 ค่าความหนืด ด้วยเครื่องมือ Bostwick consistometer (Bostwick Consistometer: CSC Scientific, U.S.A.)

1.2 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

1.2.1 ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter (pH meter: 510, Eutech Instruments, Singapore)

1.2.2 ค่า water activity (a_w) ด้วยเครื่อง Water activity meter (Aqua Lab model series 3, Decagon Device Inc., USA)

1.2.3 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid, TSS) ด้วยเครื่อง hand refractometer (Refractometer: PAL- α , Atago, Japan)

1.3 การวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยา

1.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 2019)

1.3.2 ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 2019)

นำค่าที่ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance) โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design; CRD) และมีการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

2. การศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟ

ทำการศึกษาความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ด้วยการนำไปประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสหวาน ความหนืด และความชอบโดยรวม โดยมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

นำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟและสูตรควบคุม (control) มาทดสอบชิมเพื่อหาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์โดยจัดใส่ภาชนะสำหรับชิม จากนั้นให้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ผ่านการฝึกฝนทำการทดสอบชิมจำนวน 50 คน พร้อมน้ำเปล่า และทำการประเมินความชอบที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสหวาน ความหนืด และความชอบโดยรวม โดยทดสอบด้วยวิธีการให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9-point Hedonic Scale) กำหนดระดับความชอบดังนี้

1 = ไม่ชอบมากที่สุด	2 = ไม่ชอบมาก	3 = ไม่ชอบปานกลาง
4 = ไม่ชอบเล็กน้อย	5 = เฉย ๆ	6 = ชอบเล็กน้อย
7 = ชอบปานกลาง	8 = ชอบมาก	9 = ชอบมากที่สุด

จากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษา ความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน มาทำการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) (ANOVA) โดยมีการวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design; RCBD) และมีการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละการทดลองด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟ

การศึกษานี้ได้นำผงเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกาแฟใส่ลงไปในแยมลูกหม่อนที่ปริมาณร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 จากนั้นนำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนไปศึกษาสมบัติทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา ของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สมบัติทางเคมี กายภาพ และจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน

สมบัติทางกายภาพ	ปริมาณการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟในแยมลูกหม่อน (ร้อยละ)			
	Control (เพคตินทาง การค้า)	0.75	1.25	1.75
ค่าความหนืด (เซนติเมตร/นาที)	0.80 ^c ±0.04	1.20 ^b ±0.04	1.23 ^b ±0.08	2.00 ^a ±0.06
L*	14.47 ^b ±0.13	15.05 ^{ab} ±0.61	15.32 ^a ±0.34	15.32 ^a ±0.08
a*	9.39 ^c ±0.26	11.48 ^b ±0.98	12.61 ^{ab} ±0.62	13.07 ^a ±0.27
b*	3.89 ^c ±0.14	4.55 ^b ±0.37	5.21 ^a ±0.25	5.37 ^a ±0.06
สมบัติทางเคมี				
a _w ^{ns}	0.96±0.01	0.94±0.01	0.95±1.37	0.95±1.37
pH	3.50 ^a ±0.10	3.47 ^a ±0.10	3.33 ^a ±0.06	3.01 ^b ±0.12
ปริมาณของแข็งที่ละลาย น้ำได้ (%brix)	33.60 ^c ±0.46	41.13 ^a ±1.59	39.63 ^{ab} ±1.01	37.90 ^b ±0.26
สมบัติทางจุลชีววิทยา				
Total Plate Count (CFU/g)	2.0×10	1.5×10	3.8×10	3.5×10
Yeast and Mold (CFU/g)	<10	<10	<10	<10

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวนอนที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 1 เมื่อนำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนมาทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ ได้แก่ ค่าความหนืดและค่าสี พบว่า แยมลูกหม่อนที่มีการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟไปวัดค่าความหนืดพบว่า แยมที่ได้จากการเติมเพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟมีลักษณะค่อนข้างเหลว แต่มีความหนืดกว่าแยมที่ไม่ได้ใส่เพคติน ใช้ระยะเวลาในการเคี่ยวน้อยกว่าแยมสูตรควบคุม ส่วนแยมที่เติมเพคตินทางการค้ามีลักษณะข้นเหนียวและใช้ระยะเวลาในการเคี่ยวนานกว่า โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเพคตินที่ใส่ลงไป ในแยมลูกหม่อนนั้นจะเห็นได้ว่า ค่าความหนืดของแยมลูกหม่อนทั้ง 3 ปริมาณของการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟได้แก่ ร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 มีค่าเพิ่มขึ้นที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางเคมีของแยมลูกหม่อน ได้แก่ ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ พบว่า ค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) ของแยมลูกหม่อนที่ใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ส่วนค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ของแยมลูกหม่อนทั้งสูตรควบคุมและสูตรที่มีการเติม เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้มีค่าลดลงเมื่อมีการใส่ปริมาณเพคตินที่มากขึ้นลงไป ในแยมลูกหม่อน เช่นเดียวกับงานวิจัยของ [6] ในการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของผลิตภัณฑ์แยมกระเจียบแดงที่ใส่เพคตินจากเปลือกแตงโม พบว่ามีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 65-68 บริกซ์ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 2.2-2.4 โดยมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับแยมที่ใส่เพคตินทางการค้า

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนนั้น พบว่า ผลการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดและปริมาณเชื้อยีสต์และรา นั้น มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ $1.5 \times 10^3 - 3.5 \times 10^3$ CFU/g ส่วนปริมาณยีสต์และรานั้นมีปริมาณ < 10 CFU/g ทุกปริมาณการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟในแยมลูกหม่อน

2. ผลการศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟ

นำผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนทั้ง 4 สูตรไปทดสอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสหวาน ความหนืด และความชอบโดยรวม ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คะแนนการทดสอบความชอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อน

ปริมาณเพคตินสกัด จากเปลือกกาแฟใน ผลิตภัณฑ์แยมลูก หม่อน (ร้อยละ)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสหวาน	ความหนืด	ความชอบ โดยรวม
Control (เพคตินทางการค้า)	6.52±1.58	5.40±2.02	5.56 ^b ±2.03	5.30 ^b ±1.88	6.46 ^b ±1.51
0.75	6.64±1.63	5.74±1.94	6.66 ^a ±2.06	6.02 ^{ab} ±1.77	7.14 ^a ±1.53
1.25	6.78±1.66	5.90±1.92	6.64 ^a ±1.66	5.94 ^{ab} ±1.97	6.94 ^{ab} ±1.49
1.75	6.96±1.48	6.02±1.86	6.98 ^a ±1.71	6.36 ^a ±1.85	7.40 ^a ±1.39

หมายเหตุ : ตัวอักษรตัวพิมพ์เล็กภาษาอังกฤษที่กำกับค่าของข้อมูลในแนวดิ่งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

: ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 2 เมื่อทดสอบความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมทั้ง 4 สูตร จากผลคะแนนของการทดสอบความชอบของผู้บริโภค พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสหวาน ความหนืด และความชอบโดยรวม อยู่ในเกณฑ์ระดับชอบปานกลาง โดยในด้านสีมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.52–6.96 กลิ่นมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.40–6.02 รสหวานมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.56–6.98 ความหนืดมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.30–6.36 และความชอบโดยรวมมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.46–7.40 ซึ่งในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านรสหวาน ความหนืด และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับแยมลูกหม่อนสูตรควบคุม แต่ในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสด้านสีและกลิ่นนั้น พบว่า แยมลูกหม่อนที่มีการเติมเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) กับแยมสูตรควบคุมที่ใส่เพคตินทางการค้า โดยปริมาณเพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟที่ใส่ลงไประยะ 1.75 ในผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนนั้น ได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุก ๆ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ส่วนปริมาณเพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟที่ใส่ลงไประยะ 0.75 และ 1.25 ได้คะแนนความชอบรองลงมา ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

การนำเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟแห้ง มาใช้เป็นวัตถุเจือปนในอาหารในผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนในปริมาณร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 โดยเปรียบเทียบกับเพคตินทางการค้าที่ใส่ใน

ปริมาณร้อยละ 0.75 พบว่า เพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟเมื่อนำไปใส่ในแยมลูกหม่อนมีคุณสมบัติด้านความหนืดตามคุณสมบัติของเพคตินที่เป็นสารทำให้เกิดเจล (gelling agent) โดยเพคตินมีสมบัติพิเศษคือเมื่อรวมตัวกับน้ำตาลและกรดในปริมาณที่เหมาะสม ทำให้เกิดเป็นเจลที่อ่อนนุ่มสามารถนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์แยมและเยลลี่ได้

เพคตินเป็นสารผสมอาหารเพื่อให้เกิดเนื้อสัมผัสตามต้องการ เป็นตัวทำให้เกิดเจล (gelling agent) ทำให้เกิดความข้นหนืด (thickener) และทำให้เกิดการคงตัว (stabilizer) ในผลิตภัณฑ์แยมได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของหยาดรุ้ง และคณะ (2562) ที่มีการศึกษาการสกัดและการประยุกต์ใช้เพคตินจากเปลือกทุเรียนมาทำเป็นผลิตภัณฑ์แยมและเยลลี่ พบว่า ลักษณะของแยมสับปะรดที่เติมเพคตินจากเปลือกทุเรียนจะมีลักษณะเหลว เนื้อแยมอ่อนกว่าการเติมเพคตินทางการค้าส่วนเยลลี่ส้มที่มีการเติมเพคตินจากเปลือกทุเรียนมีลักษณะยืดหยุ่นน้อย และอ่อนนุ่มกว่าที่ใช้เพคตินทางการค้า ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณกรดกลูโคโนของเพคตินที่สกัดได้มีปริมาณน้อยกว่าเพคตินทางการค้า ส่วนค่าสีของผลิตภัณฑ์แยมที่ใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟทั้ง 3 ปริมาณมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับแยมสูตรควบคุมที่มีการใส่เพคตินทางการค้า ($P \leq 0.05$) เพราะสีของเพคตินที่สกัดได้จากเปลือกกาแฟมีสีน้ำตาลเข้มกว่าเพคตินทางการค้าอย่างเห็นได้ชัด จึงทำให้มีผลต่อสีของแยมลูกหม่อนที่มีสีม่วงแดง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอินทรา และคณะ (2563) ได้ศึกษาผลของเพคตินจากเปลือกแดงโมต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.) ซึ่งแยมกระเจี๊ยบแดงทุกชุดการทดลองมีสีม่วงแดง โดยมีการเติมปริมาณเพคตินทางการค้าที่ร้อยละ 0.49 ส่วนปริมาณเพคตินจากเปลือกแดงโมที่ร้อยละ 0.1, 0.49 และ 0.89 พบว่า ค่าสีของแยมในทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกันโดยมีค่าความสว่าง (L^*) เท่ากับ 21.03, 20.97, 21.73, และ 21.80 ตามลำดับ และค่าความเป็นสีเหลือง (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

การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณเชื้อยีสต์และราของผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนนั้น เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของแยม (มผช.342/2561) โดยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องน้อยกว่า 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม ยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2561) จากผลการทดลองพบว่า ผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนสูตรควบคุมและสูตรที่มีการเติมเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของแยม ตามประกาศของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ผลการศึกษาความชอบของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แยมลูกหม่อนที่มีเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟนั้น จะเห็นได้ว่า การใส่เพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟลงในแยมลูกหม่อนที่ปริมาณร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 ทำให้คะแนนความชอบจากผู้บริโภคเพิ่มขึ้นและมีคะแนนแตกต่างจากแยมลูกหม่อนสูตรควบคุมที่ใส่เพคตินทางการค้า

สรุปผล

ปริมาณเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟที่ใส่ลงในแยมลูกหม่อนทั้ง 3 ปริมาณที่ร้อยละ 0.75, 1.25 และ 1.75 ทำให้แยมมีค่าคุณภาพด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของแยม (มผช.342/2561) ตามประกาศของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ส่วนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์นั้น ปริมาณเพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟที่ใส่ลงไปในการผลิตแยมที่ปริมาณร้อยละ 1.75 นั้น ได้คะแนนความชอบจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุดในทุก ๆ คุณลักษณะทางประสาทสัมผัสในระดับชอบปานกลาง ดังนั้นการใช้ เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟอาจเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการผลิตแยมลูกหม่อน เนื่องจากการใช้เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟได้แยมที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเพคตินทางการค้า โดยสามารถใช้ได้ทั้งระดับต่ำสุดร้อยละ 0.75 ในการผลิตแยมได้

ข้อเสนอแนะ

เพคตินที่สกัดจากเปลือกกาแฟแห้งมีสีที่เข้ม จึงเหมาะในการไปใช้ประโยชน์ในการทำแยมและเยลลี่ที่มีผลไม้มี่เข้มตามไปด้วย เพื่อป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการใส่เพคตินสกัดจากเปลือกกาแฟแห้งมีสีคล้ำ

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (สกสว.) ปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

เอกสารอ้างอิง

- ธัญนันท์ ฤทธิมณี, นภารัตน์ จิวาลักษณ์ และครองจิต วรรณวงศ์. (2565). การสกัดเพคตินจากเปลือกกาแฟเพื่อใช้ประโยชน์ในการทำแยมลูกหม่อน (รายงานการวิจัย).
 เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่.
 นรมล ปัญญาบุญกุล และสุทธวิทย์ สีทา. (2554). ผลของการทำแห้งต่อองค์ประกอบและฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของเนื้อผลกาแฟ (รายงานการวิจัย). เชียงราย: มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
 นัทธมน อินทร์เขียว, ปาริฉัตร อิทธิธรรม และศศิธร ใบผ่อง. (2561). การสกัดเพคตินจากเปลือกกาแฟ (รายงานการวิจัย). เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

- วริศชนม์ นิลนนท์, กุลพร พุทธิมี และสุพร สังข์สุวรรณ. (2563). การพัฒนาผลิตภัณฑ์แยมทุเรียนไร้น้ำตาลด้วยการใช้สารให้ความหวานทดแทน. ใน *การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ครั้งที่ 15 ประจำปี 2563*. (น.1803-1812). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีปทุม.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2561). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนแยม. จาก [https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0342_61\(แยม\).pdf](https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0342_61(แยม).pdf).
- หยาดรุ้ง สุวรรณรัตน์, จิรพร สวัสดิการ และรุ่งทิวา สุวรรณรัตน์. (2562). การสกัดและการประยุกต์ใช้เพคตินจากเปลือกทุเรียน. *วารสารวิจัยรำไพพรรณี*, 13(2), 25-37.
- อินทรา ลิจันทรพร, นันทชนก นันทะไชย, ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์, อัญชลินทร์ สิงห์คำ และประดิษฐ์ คำหนองไผ่. (2563). ผลของเพคตินจากเปลือกแตงโมต่อคุณภาพของแยมกระเจี๊ยบแดง (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, 19(1), 64-73.
- AOAC. (2019). *Official Methods of analysis of AOAC international* (21th ed.), AOAC: Washington DC.
- Pasandide, B., Khodaiyan, Z., & Hosseini, S. (2017). Optimization of Aqueous Pectin Extraction from Citrus medica peel. *Carbohydrate Polymers*, 178, 27-33.