สภาวะที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรส์พิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อฟักข้าวต่อปริมาณไลโคปีน และเบต้าแคโรทีน
Optimization of Pasteurizer of Gas aril and Pulp puree on Lycopene and Beta-carotene content

ณัฎวลิณคล เศรษฐปราโมทย์[1*] นิตยา ภูงาม[1] และชณิชา จินาการ[2]
Settapramote, N.[1*], Pungam, N.[1] and Jinakarn, C.[2]

Abstract

The objective of this research was to study the optimum conditions for pasteurization of gac aril and pulp puree on lycopene and beta-carotene content. Temperature (75-95 degrees Celsius) and time (0-10 minutes) of pasteurization were studied. The CCD (Central composite Design) experiment was designed, and the lycopene and beta-carotene content were analyzed. It showed that the optimum condition of pasteurization of gac aril and pulp puree were 90 degrees Celsius for 8 minutes 30 seconds and 92 degrees Celsius for 8 minutes 31 seconds, respectively. Furthermore, lycopene and beta-carotene content of gac aril and pulp puree were 489.28 mg/g, 73.95 µg/g and 23.94 mg/g, 8.66 µg/g, respectively.

Keywords: Gac purée, beta-carotene, lycopene, pasteurization

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการพาสเจอร์ไรส์พิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อฟักข้าวต่อปริมาณไลโคปีน และเบต้าแคโรทีน โดยศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรส์ ระหว่าง 75-95 องศาเซลเซียส และ 0-10 นาที ออกแบบการทดลองแบบ CCD (Central composite Design) จากนั้นนำมาวิเคราะห์ปริมาณไลโคปีน และเบต้าแคโรทีน พบว่าสภาวะการพาสเจอไรส์ที่เหมาะสมของพิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวและเนื้อฟักข้าวคือ 90 องศาเซลเซียส นาน 8 นาที 30 วินาที และ 92 องศาเซลเซียสนาน 8 นาที 31 วินาที ตามลำดับ โดยพิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวและเนื้อฟักข้าวมีปริมาณไลโคปีน และเบต้าแคโรทีนเท่ากับ 489.28 µg/g, 73.95 µg/g และ 23.94 µg/g, 8.66 µg/g ตามลำดับ

คำสำคัญ: พิวเร่ฟักข้าว เบต้าแคโรทีน ไลโคทีน พาสเจอร์ไรส์

คำนำ

ฟักข้าวเป็นพืชพื้นเมืองที่อุดมไปด้วยวิตามินและเกลือแร่ต่าง ๆ โดยเฉพาะสารพฤกษาเคมีที่สำคัญในฟักข้าว คือ ไลโคปีน และเบต้าแคโรทีน ซึ่งสารทั้งสองเป็นสารกลุ่มแคโรทีนอยด์ มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชั่น สามารถป้องกันเซลล์ถูกทำลายจากกระบวนการออกซิเดชั่นได้ จึงมีผลลดความเสี่ยงของการเกิดโรคต่าง ๆ อาทิเช่น โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคมะเร็งต่อมลูกหมาก โรคมะเร็งปอด และโรคมะเร็งกระเพาะอาหาร (ณัฐณิชา, 2560) นอกจากนี้ฟักข้าวเป็นผลไม้ที่อุดมไปด้วยคุณค่าทางโภชนาการ เช่น กรดไขมัน วิตามินอี และสารประกอบฟีนอลิค (Kha และคณะ, 2013) สารประกอบฟีนอลิคเป็นสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ (bioactive compound) ประกอบด้วย สารประกอบออกานิคที่มีกลุ่มไฮดรอกซิลบนวงแหวนอะโรมาติก มีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ทำให้ฟักข้าวเป็นพืชที่มีความน่าสนใจที่ควรนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในเชิงพาณิชย์ต่อไป (Banchog และคณะ, 2010) ซึ่งสารสำคัญดังกล่าวจะพบมากในเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว และเนื้อฟักข้าว มีนักวิจัยหลายท่านสนใจนำฟักข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพ ผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และผลิตภัณฑ์เครื่องสำอาง อาทิเช่น เครื่องดื่มสารสกัดฟักข้าว ซอสปรุงรส ผลิตภัณฑ์เสริมอาหารแคปซูล เซรั่มชะลอแก่ ครีมป้องกันรังสียูวี และโลชั่นให้ความชุ่มชื้นผิวต่าง ๆ แต่มักประสบปัญหาเรื่องวัตถุดิบของฟักข้าวเนื่องจากฟักข้าวออกผลตามฤดูกาล จึงต้องการเก็บฟักข้าวเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ให้ได้ตลอดทั้งปี มีนักวิจัยนำฟักข้าวมาทำเป็นผงแห้งโดยวิธีพ่นฝอย หรือ ทำการแช่แข็ง การอบแห้งด้วยลมร้อน การทำแห้งแบบสุญญากาศ และการทำแห้งแบบลูกกลิ้ง เป็นต้น แต่ละวิธีมีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกัน (Henriquez และคณะ, 2014) ซึ่งวิธีที่กล่าวมาข้าต้นค่อนข้างใช้ต้นทุนในการผลิตสูง ดังนั้นผู้วิจัยจึงแนวคิดนำฟักข้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์พิวเร่ ที่มีลักษณะ ข้น หนืด เนื้อเนียน ได้จากการแยกส่วนที่กินได้และการ

[1] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์, จังหวัดสุรินทร์
[2] สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง, ลำปาง
[1] Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture and technology, Rajamangala University of Technology Isan Surin Campus, Surin.
[2] Department of Agro-Industry. Faculty of Agricultural Science and Technology, Rajamangala University of Technology Lanna, Lampang

ปอกเปลือก แต่ต้องมิได้มีการนำน้ำของผลไม้ดังกล่าวออกไป จากนั้นผ่านกระบวนการพลาสเจอร์ไรส์ที่มีวิธีการไม่ซับซ้อน ต้นทุนในการผลิตต่ำ และยังสามารถเก็บไว้ได้นานที่อุณหภูมิห้อง แต่ขณะเดียวกันกระบวนการพลาสเจอร์ไรส์เป็นกระบวนการที่ใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานาน ซึ่งอาจส่งผลต่อปริมาณไลโคปีน และเบต้าแคโรทีน ซึ่งเป็นสารพฤกษาเคมีที่สำคัญในฟักข้าว ดังนั้นวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมในการพลาสเจอร์ไรส์ต่อปริมาณไลโคปีน และเบต้าแคโรทีนของผลิตภัณฑ์พิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อฟักข้าว

อุปกรณ์และวิธีการ

1.วัตถุดิบ: เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว และพิวเร่เนื้อฟักข้าว ผลฟักข้าวมาจากจังหวัดนครปฐม นำมาแยกเยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อฟักข้าว เก็บไว้ที่ -18 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาศึกษาต่อไป

2. วิธีการทดลอง: ผลิตภัณฑ์พิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ด และเนื้อฟักข้าวดังนี้

นำเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวและเนื้อฟักข้าว มาทำการปรับความเป็นกรด- ด่างด้วยกรดซิตริกเข้มข้นในช่วง 3.8- 4.1 โดยนำเยื่อหุ้มฟักข้าว และเนื้อฟักข้าว บรรจุลงในถุงพลาสติกชนิด Polypropylene เก็บรักษาในตู้แช่แข็ง อุณหภูมิ -21 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาทำการศึกษาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมในการพาสเจอไรส์ ขั้นตอนการพาสเจอไรส์ นำเยื้อหุ้มฟักข้าว หรือเนื้อฟักข้าว ใส่ลงในหม้อสแตนเลท และนำไปพาสในหม้ออีกชั้นที่ใส่น้ำและต้มให้ร้อน ในระหว่างขั้นตอนการพาสเจอไรส์ใช้เทอโมมิเตอร์วัดอุณหภูมิ และจับเวลาด้วยนาฬิกาดิจิตอล (Wayne et al., 2002) และทำการบันทึกอุณหภูมิ และระยะเวลาที่เหมาะสม ปัจจัยที่ศึกษาคือระยะเวลาการพาสเจอไรส์ 0-10 นาที และอุณหภูมิในการพาสเจอไรส์ 75-95 องศาเซลเซียส จากนั้นนำตัวอย่างที่ได้จากการทดลองไปตรวจสอบคุณภาพดังนี้ **(1) ปริมาณไลโคปีน และ ปริมาณเบต้าแคโรทีน** นำเยื่อหุ้มฟักข้าว และเนื้อฟักข้าวสับละเอียด หรือพิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อฟักข้าวที่ผ่านการพาสเจอไรส์ แล้วมาชั่งให้ได้น้ำหนัก 0.2 กรัม ใส่ในหลอดทดลองขนาด 50 มิลลิลิตร เติม Hexane: Acetone: Ethanol (HAE) อัตราส่วน 2:1:1 ปริมาตร 5 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปปั่นด้วยเครื่อง Homogenizer (รุ่น Polytron PT 2100) เติม HAE ปริมาตร 15 มิลลิลิตรต่อหลอด ปิดฝาแล้วตั้งทิ้งไว้ 15 นาที แล้วเติมน้ำกลั่น 3 มิลลิลิตร ปิดฝาตั้งทิ้งไว้อีก 15 นาที นำส่วนที่เป็นสารละลายด้านบน (Hexane) มาวัดค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 444 และ 503 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer (รุ่น Genesys 10S UV-VIS) โดยใช้ Hexane เป็นตัวเปรียบเทียบ แล้วคำนวณหาปริมาณไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนตามสูตร (Gordon, 2007) ดังนี้

ปริมาณไลโคปีน (µg/100 กรัม) = $(6.95\times \text{Abs.503}) - (1.59\times \text{Abs.444})\times 295.35\times \frac{V}{W} \times 100$

ปริมาณเบต้าแคโรทีน (µg /100 กรัม) = $(9.38\times \text{Abs.444}) - (6.70\times \text{Abs.503}) \times 295.35\times \frac{V}{W} \times 100$

เมื่อ Abs.503 คือ ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 503 นาโนเมตร; Abs.444 คือ ค่าการดูดกลืนคลื่นแสงที่ความยาวคลื่น 444 นาโนเมตร; V คือ ปริมาตรสารละลาย HAE (มิลลิลิตร) W คือ น้ำหนักเยื่อฟักข้าว หรือ เนื้อฟักข้าว (มิลลิกรัม)

(2) การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อทั้งหมด นำพิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อฟักข้าว มาวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แล้วนำมานับจำนวนโคโลนีเชื้อจุลินทรีย์บนอาหารตัวอย่าง ในแต่ละความเจือจาง (30-300 โคโลนี) แล้วทำการบันทึกผล ทำการคำนวณจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เป็น Colony forming unit / gram (cfu/g) (AOAC, 2000)

3. การวิเคราะห์ข้อมูลทำการทดลอง 3 ซ้ำ โดยออกแบบการทดลองแบบ CCD (Central composite Design) โดยทำการวิเคราะห์ผลของปัจจัยต่อคุณภาพการเก็บรักษา 2 ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิ และระยะเวลาในการพาสเจอไรซ์พิวเร่ ทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของสิ่งทดลอง ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Design-Expert Version 6.0.2 (Minneapolis, Minnesota)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของพิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อฟักข้าวไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของพิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อฟักข้าว ดังแสดงในTable1 เนื่องจากในผลิตภัณฑ์พิวเร่ฟักข้าวมีนำกระบวนการพาสเจอร์ไรส์ ซึ่งเป็นการใช้ความร้อน (Thermal processing) ในการฆ่าเชื้อเชิงพาณิชย์ที่ช่วยยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จึงส่งผลให้ไม่พบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างกระบวนการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์พิวเร่ฟักข้าว (จริยา, 2561) จากการวิเคราะห์ปริมาณไลโคปีนและปริมาณเบต้าแคโรทีนของพิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อฟักข้าว พบว่ามีปริมาณระหว่าง 360.83 – 490.23 mg/g และ 50.55-73.44 µg/g และ14.56-25.01 mg/g และ 7.29-9.25 µg/g เมื่อนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หาสมการถดถอยโดยใช้โปรแกรม Design Expert (Ver. 6.0.2) และได้สมการที่มีนัยสำคัญ ($p< 0.05$) และค่า Adjust R^2 มากกว่าหรือเท่ากับ 0.75 ได้ดังสมการดังนี้

ผลิตภัณฑ์พิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว

ปริมาณไลโคปีน = $-5286.07+133.17X_1 -34.08X_2 -0.78X_1^2 -2.75X_2^2 + 0.81X_1X_2$ R-Squared 0.89

ปริมาณเบต้าแคโรทีน = $9.93+1.63 X_1-20.56 X_2-0.01X_1^2+0.21 X_2^2+0.22X_1 X_2$ R-Squared 0.84

ผลิตภัณฑ์พิวเร่เนื้อฟักข้าว

ปริมาณไลโคปีน = $240.75-5.19 X_1-7.35 X_2+0.03 X_1^2+0.10 X_2^2+0.07X_1 X_2$ R-Squared 0.90

ปริมาณเบต้าแคโรทีน = $31.65-0.27X_1-1.83X_2+0.022X_1X_2$ R-Squared 0.75

เมื่อ X_1: อุณหภูมิ, X_2: เวลา

จากภาพที่ 1-A และ 2-A ปริมาณไลโคปีนของพิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดฟักและพิวเร่เนื้อฟักข้าวเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่ม สอดคล้องกับภาพที่ 1-B และ 2-B ปริมาณเบต้าแคโรทีนของพิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดฟักและพิวเร่เนื้อฟักข้าว ซึ่งเมื่อพิจารณาปริมาณไลโคปีนและปริมาณเบต้าแคโรทีนของพิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดและเนื้อฟักข้าว จะพบว่าเมื่อใช้อุณหภูมิสูงและระยะเวลานานในการพาสเจอไรส์มีแนวโน้มส่งผลให้ปริมาณไลโคปีนและปริมาณเบต้าแคโรทีนมีค่าสูงขึ้น สอดคล้องการวิจัยของ Praychoen และคณะ (2013) ศึกษาผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาณพฤกษเคมีและกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระของน้ำฟักข้าว แสดงให้เห็นว่าปริมาณของปริมาณไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนของน้ำฟักข้าวมีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และ Novelinaa และคณะ (2016) ได้ศึกษาปริมาณไลโคปีนในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเจลลี่จากน้ำมะเขือเทศ พบว่าอุณหภูมิในการแปรรูปผลิตภัณฑ์สูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณไลโคปีนสูงขึ้นเช่นกัน รวมทั้งมีการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่ากระบวนการแปรรูปด้วยความร้อนส่งให้ต่อสารไลโคปีน ทำให้สารไลโคปีนที่เป็นไอโซเมอร์แบบทรานส์เปลี่ยนเป็นไอโซเมอร์แบบซิสซึ่งมี bioavailability มากกว่า (Agarwal, 2001) และในการทดลองครั้งนี้เป็นกระบวนการพาสเจอไรส์แบบระบบเปิด โดยในระหว่างการให้ความร้อนปริมาณน้ำที่อยู่ภายในผลิตภัณฑ์จะระเหยออกไปด้วยจึงส่งผลให้ปริมาณไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนมีความเข้มขึ้นมากขึ้น (วัฒนา, 2554) รวมทั้งมีการปรับกรดด้วยกรดซิตริกจึงมีผลต่อปริมาณไลโคปีนเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาการเติมน้ำมะนาวในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มเจลลี่จากน้ำมะเขือเทศที่แสดงให้เห็นว่าเมื่อเติมน้ำมะนาวลงในผลิตภัณฑ์ทำให้ปริมาณไลโคปีนเพิ่มขึ้นสองเท่า (Novelinaa และคณะ, 2016) นอกจากนี้มีการศึกษาของวัฒนา (2554) การเสียสภาพของสารไลโคปีนที่กล่าวว่าสารไลโคปีนจะเกิดการเสียสภาพและมีปริมาณลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิ 100 และ120 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตามมีงานวิจัยที่ขัดแย้งกับผลการทดลอง โดยวัฒนา (2554) แสดงให้เห็นว่าเมื่อการพาสเจอไรส์ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส และระยะเวลานาน 20 นาที ในผลิตภัณฑ์น้ำมะเขือเทศส่งผลให้ปริมาณไลโคปีนมีค่าลดลง รวมทั้ง Engin และคณะ (2013) และ หยาดฝน และพูนพัฒน์ (2557) ได้ทำการศึกษาปริมาณไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนในฟักข้าว พบว่าเมื่ออุณหภูมิในการแปรรูปฟักข้าวสูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณไลโคปีนและเบต้าแคโรทีนลดลง เมื่อทำการวิเคราะห์หาระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการพาสเจอไรส์พิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว คือ 90 องศาเซลเซียส นาน 8 นาที 30 วินาที แสดงดัง Figure 1-C และ ระยะเวลาและอุณหภูมิที่เหมาะสมที่สุดในการพาสเจอไรส์พิวเร่เนื้อฟักข้าว คือ 92 องศาเซลเซียสนาน 8 นาที 31 วินาที แสดงดังภาพที่ 2-C จากนั้นนำค่าการทำนายคุณภาพทางกายภาพและคุณภาพทางเคมีของเนื้อฟักข้าวที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Design Expert มาทำการหาเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนกับข้อมูลผลการทดลองที่วิเคราะห์ได้ พบว่าปริมาณไลโคปีน และปริมาณเบต้าแคโรทีน ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10

สรุปผล

ฟักข้าวเป็นพืชพื้นบ้านที่มีสารอาหารและสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพปริมาณสูง โดยเฉพาะในเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าวที่เป็นมีสีแดง และเนื้อฟักข้าวที่มีสีเหลือง ซึ่งมีปริมาณสารไลโคปีน และเบต้าแคโรทีนสูง สารดังกล่าวมีฤทธิ์ในการต้านการเกิดออกซิเดชั่น เมื่อศึกษาสภาวะการพาสเจอไรส์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์พิวเร่เยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว คืออุณหภูมิและเวลาเท่ากับ 90 องศาเซลเซียส นาน 8 นาที 30 วินาที และสภาวะการพาสเจอไรส์ที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์พิวเร่เนื้อฟักข้าว คือ 92 องศาเซลเซียสนาน 8 นาที 31 วินาที ซึ่งในสภาวะการพาสเจอไรส์นี้จะทำให้มีปริมาณไลโคปีน และเบต้าแคโรทีนสูงที่สุด

เอกสารอ้างอิง

จริยา สุขจันทรา, 2561, การยืดอายุการเก็บรักษาน้ำบูดูผสมโดยวิธีการพาสเจอร์ไรส์. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. ยะลา. หน้า 909-916.

ณัฐณิชา ทวีแสง, 2560, การศึกษาปริมาณผงฟักข้าวและวิธีการอบแห้งที่เหมาะสมในการผลิตปลาแผ่น,วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 25(3): 412-423.

วัฒนา วิริวุฒิกร, 2554, ผลของอุณหภูมิที่มีต่อปริมาณวิตามินซีและไลโคปีนในผลิตภัณฑ์น้ำมะเขือเทศผสมน้ำส้มเขียวหวาน,

รายงานการวิจัย คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี, กรุงเทพมหานคร, 79 หน้า.

หยาดฝน ทะนงการกิจ และพูนพัฒน์ พูนน้อย, 2557, การผลิตสีผสมอาหารธรรมชาติจากเยื่อหุ้มเมล็ดฟักข้าว, รายงานการวิจัย คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่, 42 หน้า.

Agarwal, A., Shen, H., Rao, A.V., 2001, Lycopene Content of Tomato Products: Its Stability, Bioavailability and In Vivo Antioxidant Properties, Journal of Medicinal Food, 4: 9-15.

Association official Analytical chemists (AOAC), 1990, Official Methods of Anlysis of the Association Official Analytical Chemists. 14thed, Woshington, D.C., 1141 p.

Biswas, J. Sahoo, M.K. Chatli., 2011, A simple UV-Vis Spectrophotometric Method for Determination of β-carotene Content in Raw Carrot, Sweet potato and Supplemented Chicken Meat Nuggets, LWT-Food Science and Technology, 44(8): 1809-1813.

Engin D., Yahya, T. and Yusuf, Y., 2013, Degradation kinetics of Lycopene, β -Carotene and Ascorbic acid in Tomatoes During Hot Air Drying, LWT-Food Science and Technology, 50: 172-176.

Gordon Anthon and Diane M.Barrett., 2007, Standardization of a Rapid Spectrophometric Method for Lycopene Analysis, Acta Hort, 758: 111-127.

Henríquez, C., Cordova, A., Almonacid, S. and Saavedra, J., 2014, Kinetic Modeling of Phenolic Compound Degradation During Drum-drying of Apple Peel By-Products, Journal of Food Engineering, 143: 146-153.

Kha, T.C., Nguyen, M.H., Roach, P.D., Parks, S.E and Stathopoulos, C., 2013, Gac Fruit: Nutrient and Phytochemical Composition, and Options for Processing, Food Reviews International, 29(1): 92-106.

Novelinaa, N. Nazira, and M. Reza Adrian, 2016, The Improvement Lycopene Availability and Antioxidant Activitiesof Tomato (Lycopersicum esculentum, Mill) Jelly Drink, Agriculture and Agricultural Science Procedia, 9: 328–334.

Praychoen, P., Praychoen, P., and Phongtongpasuk, S., 2013, Effect of Thermal Treatment on Phytochemical Content and Antioxidant Activity of Gac Juice, Burapha Science Journal, 18: 90-96.

Wayne W. Fish, P. Perkins-Veazie, and J. K. Collins., 2002, A Quantitative Assay for Lycopene That Utilizes Reduced Volumes of Organic Solvents, Journal of Food Composition and Analysis, 15(3): 309-317.

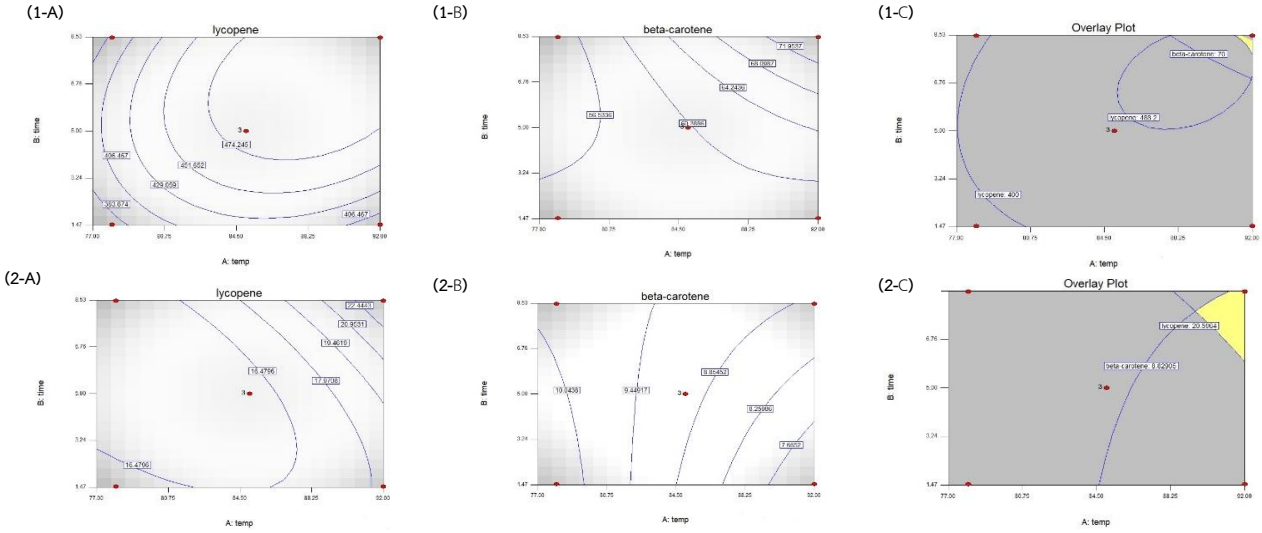

Figure 1 Response surface analysis on the effect of (1-A) lycopene, (1-B) beta-carotene and (1-C) the optimum condition pasteurization of gac aril puree. And response surface analysis on the effect of (2-A) lycopene, (2-B) beta-carotene and (2-C) the optimum condition pasteurization of gac pulp puree.