

ผลของการให้ความร้อนที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำกระเจี๊ยบ

ผสมพุทราจีนพร้อมดื่ม

Effects of Heating Methods on the Quality of Ready-to-drink
Roselle Juice Mixed with Chinese Jujubes

บุญยกฤต รัตนพันธุ์*, วชิระ สิงห์คง, เอนก हालิ, ศิริลักษณ์ ดวงใจ

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

Boonyakrit Rattanapun*, Wachira Singkong, Anek Halee, Siriluk Duangjai

Food Science and Technology Program,

Faculty of Science and Technology, Kamphaeng Phet Rajabhat University.

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการให้ความร้อนที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่ม โดยศึกษาวิธีการให้ความร้อน 4 วิธี คือวิธีที่ 1 การให้ความร้อนโดยตรงที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที วิธีที่ 2 การให้ความร้อนโดยการตุ๋นที่อุณหภูมิ 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที วิธีที่ 3 การให้ความร้อนโดยการใช้ไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นาน 1 นาที และวิธีที่ 4 การให้ความร้อนโดยการใช้ไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นาน 2 นาที ผลการศึกษาพบว่า การให้ความร้อนทั้ง 4 วิธี มีผลทำให้น้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มมีค่า L^* และ b^* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่แตกต่างกัน ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 2.82 ถึง 3.03 ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลิก กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันด้วยวิธี DPPH และ แอนโทไซยานิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธีที่ 3 การให้ความร้อนด้วยการใช้ไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 1 นาที มีผลทำให้น้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่ม มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก (0.43 mg of gallic acid/100 g) กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน (85.53 μ M T.E/100 g) และปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด (177.50 mg/L of Delphinidin-3-glucoside) และวิธีนี้ให้ผลทดสอบทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ความชอบโดยรวม มีคะแนนความชอบสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการให้ความร้อนด้วยวิธีการอื่นๆ และน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทรา

* Corresponding author : boonyakrit.kpru@gmail.com

Received : 10/03/2022

Revised : 08/07/2022

Accepted : 06/08/2022

จิ้นพร้อมดื่มที่ผ่านวิธีการให้ความร้อนทั้ง 4 วิธี ตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา

คำสำคัญ : น้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจิ้นพร้อมดื่ม, ไมโครเวฟ, กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน, แอนโทไซยานิน

Abstract

This research aims to study the result of heating's effects on ready-to-drink roselle juice mixed with Chinese jujubes qualities by studying 4 heating methods: Method 1, direct heating at 72 degrees Celsius for 15 seconds; Method 2, heating by steaming at 72 degrees Celsius for 15 seconds; Method 3, heating by using an 800 watts microwave for 1 minute; and Method 4, heating by using an 800 watts microwave for 2 minutes. The research found the 4 heating methods caused ready-to-drink to have color values of L^* , a^* , and b^* differed in a statistically significant way. The pH values were between 2.82 to 3.03 which were not different. Conversely, phenolic compounds, antioxidant activities by DPPH method, and anthocyanins differed in a statistically significant way. Method 3 heating by using 800 watts for 1 minute caused ready-to-drink roselle juice mixed with Chinese jujubes to have the most quantities of phenolic compounds (0.43 mg of gallic acid/100 g), antioxidant activities (85.53 μ M T.E/100 g), and anthocyanins (177.50 mg/L of Delphinidin-3-glucoside). In addition, this method had the highest satisfaction scores in the sensory test which consisted of appearance; color; taste; and overall satisfaction when compared to other heating methods. The total viable count, total yeasts and molds count were undetectable in ready-to-drink roselle juice mixed with Chinese jujubes that went through the 4 heating methods.

Keywords : ready-to-drink roselle juice mixed with chinese jujubes, microwaves, antioxidant activities, anthocyanins

ที่มาและความสำคัญ

จากกระแสความตระหนักถึงการมีสุขภาพดี ทำให้ผู้บริโภคจำนวนมากเริ่มมองหาผลิตภัณฑ์อาหารที่ดีต่อสุขภาพ ซึ่งรวมถึงเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพเช่นกัน ประกอบกับมาตรการทางอ้อมของภาครัฐในการส่งเสริมการมีสุขภาพดี เช่น มาตรการจัดเก็บภาษีความหวานทำให้ผู้บริโภคได้ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการดื่ม หันมาเลือกเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพมากขึ้น[1] น้ำสมุนไพรพร้อมดื่มเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ผู้บริโภคสนใจ ทั้งนี้ น้ำสมุนไพรมีคุณสมบัติในการช่วยป้องกันโรคภัยต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น น้ำกระเจี๊ยบ มีสรรพคุณในการช่วยลดไขมันในเส้นเลือด ลดความดันโลหิต ช่วยย่อยอาหาร เป็นยาระบาย ละลายเสมหะ และแก้กระหายน้ำ ซึ่งในน้ำกระเจี๊ยบมีสารกลุ่มสำคัญคือ แอนโทไซยานิน (anthocyanins) และสารกลุ่มฟีนอลิกและฟลาโวนอยด์ เช่น protocatechuic acid และ quercetin ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระที่ดี [2] ส่วนพุทราจีนอุดมด้วยวิตามิน เอ วิตามิน ซี ฟอสฟอรัส แคลเซียม [3] และสารอื่นๆ เช่น แอนโทไซยานิน ไลโคปีน และฟลาโวนอยด์ ที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ[4] ซึ่งจะช่วยบำรุงเลือด ช่วย

บำรุงสายตา และบำรุงผิวให้สุขภาพดีไม่เป็นโรคเกี่ยวกับผิวพรรณและสายตา ตาไม่ฟาง ไม่บอดกลางคืน ช่วยบำรุงเลือด กระเพาะอาหารและม้าม ตามสูตรคนจีนการทำน้ำกระเจี๊ยบต้องใส่พุทราจีนแห้งลงไปต้มด้วย เพื่อป้องกันฤทธิ์ของกระเจี๊ยบไปทำลายไตและปอด[5] ดังนั้นน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนจึงมีคุณสมบัติในการช่วยขับปัสสาวะ ลดความดันโลหิต เป็นยาระบายอ่อนๆ ช่วยอาการกระหายน้ำ และที่สำคัญช่วยล้างไขมันในเลือดที่มีมากเกินไป เมื่อไขมันถูกล้างออกมาเรื่อยๆ โดยการต้มน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีน ผนังหลอดเลือดก็จะยืดหยุ่นบีบตัวและขยายตัว เพื่อให้การไหลเวียนของเลือดสะดวกขึ้น บีบตัวและขยายตัวตามจังหวะการเต้นของหัวใจให้สูบฉีดเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยไม่มีไขมันมาขัดขวางพวกเส้นเลือดอุดตันบรรเทา แล้วยังช่วยให้เส้นเลือดแข็งแรง ไม่เปราะ แต่ในการผลิตน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนนั้นได้มีการใช้ความร้อนในการผลิตส่วนใหญ่จะความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์โดยการต้มกับไฟโดยตรง จึงทำให้คุณค่าทางโภชนาการ สารอาหารต่างๆ สารต้านอนุมูลอิสระถูกทำลายด้วยความร้อนและมีผลต่อคุณภาพของน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนในด้านต่างๆ เช่น สี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส เป็นต้น และการพาสเจอร์ไรส์โดยการต้มมีความยุ่งยากในการผลิต[6] การใช้ไมโครเวฟในการให้ความร้อนกับอาหารเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ทำให้ความสะดวก รวดเร็ว เป็นเครื่องมือที่หาได้ง่ายที่มีใช้กันในครัวเรือน โดยไมโครเวฟมีหลักการทำงาน คือการสั่นสะเทือนของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้โมเลกุลของน้ำในเซลล์สั่นสะเทือนและเกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นผลให้เกิดการสูญเสียคุณภาพด้านต่างๆ เช่น กลิ่นรส สี และเนื้อสัมผัส และคุณค่าทางโภชนาการน้อยกว่าการให้ความร้อนแบบดั้งเดิม[7] แต่การใช้ไมโครเวฟต้องคำนึงถึงระดับพลังงาน(กำลังไฟ) และระยะเวลาในการให้ความร้อนด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาผลของวิธีการให้ความร้อนด้วยวิธีการต่างๆ ที่มีต่อคุณภาพของน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่ม เพื่อให้ได้วิธีการให้ความร้อนที่ทำให้กระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มมีคุณภาพดีและปลอดภัยกับผู้บริโภค

วิธีการดำเนินการวิจัย

เตรียมกระเจี๊ยบแห้ง 5 กรัม และพุทราจีน 5 กรัม ล้างน้ำให้สะอาด บีบน้ำพุทราจีนให้แตก ใส่รวมกันลงภาชนะเติมน้ำเปล่า 1 ลิตร ต้มน้ำให้เดือด(ประมาณ 95-98 องศาเซลเซียส) นาน 15 นาที เพื่อสกัดสารสำคัญออกมา จากนั้นกรองเอากากออกให้เหลือแต่น้ำ นำน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนที่เตรียมได้มาบรรจุใส่ขวดขนาด 250 มิลลิลิตร มาศึกษาผลของวิธีการให้ความร้อนที่มีต่อคุณภาพน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่ม โดยศึกษาวิธีการให้ความร้อนแก่น้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่ม 4 วิธี ได้แก่ วิธีที่ 1 ให้ความร้อนโดยตรง 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที วิธีที่ 2 ให้ความร้อนโดยการตุ๋น 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที วิธีที่ 3 ให้ความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นาน 1 นาที และวิธีที่ 4 ให้ความร้อนโดยใช้ไมโครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นาน 2 นาที แล้วทำให้เย็นโดยทันที จากนั้นนำน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มที่ได้มาตรวจสอบคุณภาพดังนี้

1. ค่าสี L^* a^* และ b^* ด้วยเครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Hunter Lab รุ่น color flex, U.S.A.
2. ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น S47 SevenMulti, U.S.A.
3. ปริมาณแอนโทไซยานิน ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-VIS Spectrophotometer) ยี่ห้อ Thermo รุ่น Genessys 10 series, U.S.A. [8]
4. ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-VIS Spectrophotometer) ยี่ห้อ Thermo รุ่น Genessys 10 series, U.S.A. [9]

5. กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน โดยวิธี DPPH ด้วยเครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (UV-VIS Spectrophotometer) ยี่ห้อ Thermo รุ่น Genesys 10 series, , U.S.A. [10]
 6. ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar โดยวิธี Pour plate technique [8]
 7. ปริมาณยีสต์และรา ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ Rose Bengal Chloramphenicol Agar โดยวิธี Spread plate technique [11]
 8. ทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบ 20 คน ให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยวิธี 9-point hedonic scale
- ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Random Design ; CRD) ส่วนทางประสาทสัมผัสใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ในบล็อก (Randomize Completely Block Design ; RCBD) จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อให้ได้วิธีการให้ความร้อนที่ทำให้ น้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มมีคุณภาพดีที่สุด

ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของวิธีการให้ความร้อนน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มทั้ง 4 วิธี ได้ผลการทดลองดังนี้

จากตารางที่ 1 พบว่าน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มที่ใช้วิธีการให้ความร้อน 4 วิธี มีค่า L^* , a^* และ b^* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดย L^* เป็นค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 38.46 ถึง 53.59 ค่า a^* เป็นค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดง มีค่าอยู่ในช่วง 27.81 ถึง 46.43 และค่า b^* เป็นค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเหลืองและ สีนํ้าเงิน มีค่าอยู่ในช่วง 21.26 ถึง 29.81 ทั้งนี้เพราะในแต่ละวิธีการให้ความร้อนมีระดับของความร้อนและระยะเวลาที่แตกต่างกันทำให้มีผลต่อค่าสีของผลิตภัณฑ์ และพบว่าวิธีการให้ความร้อนวิธีที่ 3 การให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟระดับพลังงาน 800 วัตต์ นาน 1 นาที ได้ผลิตภัณฑ์สีแดงเข้มที่สุด โดยมีค่า L^* ต่ำที่สุด และค่า a^* และ b^* มีค่ามากที่สุด เนื่องจากไมโครเวฟทำให้เกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็ว และใช้เวลาน้อย เป็นผลทำให้เกิดการสูญเสียปริมาณแอนโทไซยานินน้อยกว่าวิธีการอื่น เมื่อพิจารณาถึง pH ของน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่ม พบว่า pH ไม่แตกต่างกัน มีค่าอยู่ในช่วง 2.82 ถึง 3.03

จากตารางที่ 2 พบว่าการพาสเจอร์ไรส์น้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มโดยวิธีการให้ความร้อนทั้ง 4 วิธี มีผลทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน และปริมาณแอนโทไซยานิน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 0.26 ± 0.00 0.28 ± 0.05 0.43 ± 0.21 และ 0.35 ± 0.12 mg ของ gallic acid / ตัวอย่าง 100 g ตามลำดับ กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันมีค่า 54.82 ± 0.86 56.91 ± 1.04 85.53 ± 2.85 และ 67.98 ± 0.66 $\mu\text{M T.E./ตัวอย่าง 100 g}$ ตามลำดับ และปริมาณแอนโทไซยานิน มีค่า 36.73 ± 0.96 43.45 ± 2.19 177.50 ± 2.01 และ 134.65 ± 4.09 mg/L of Delphinidin-3-glucoside ตามลำดับ ซึ่งวิธีที่ 3 คือการให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นาน 1 นาที มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน และปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุด ซึ่งคล้ายกับการทดลองของ รุ่ง

ตารางที่ 1: ค่าสี และ pH ของน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มที่ใช้วิธีการให้ความร้อนแตกต่างกัน

วิธีการให้ความร้อน	ค่าสี			pH (ns)
	L^*	a^*	b^*	
โดยตรง 72 °C นาน 15 วินาที	47.94±6.13 ^b	28.26±2.04 ^c	18.18±4.00 ^c	2.82±0.34
โดยการตุ๋น 72 °C นาน 15 วินาที	53.59±2.12 ^a	27.81±4.75 ^c	21.26±2.96 ^{b,c}	3.03±0.19
ไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 1 นาที	38.46±2.72 ^d	46.43±1.70 ^a	29.81±3.83 ^a	2.99±0.08
ไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 2 นาที	42.74±1.65 ^c	42.13±0.43 ^b	22.45±1.49 ^b	3.03±0.08

หมายเหตุ: a , b , และ c เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวดิ่ง

ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

L^* เป็นค่าความสว่างของสีซึ่งมีค่าจาก 0 คือสีดำ ถึง 100 คือสีขาว

a^* เป็นค่าที่บ่งบอกความเป็นสีเขียวและสีแดง ค่าเป็นบวกแสดงความเป็นสีแดง ค่าเป็นลบแสดงความเป็นสีเขียว

b^* เป็นค่าบ่งบอกความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ค่าเป็นบวกแสดงความเป็นสีเหลือง ค่าเป็นลบแสดงความเป็นสีน้ำเงิน

ตารางที่ 2: ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน และปริมาณแอนโทไซยานินของน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มที่ใช้วิธีการให้ความร้อนแตกต่างกัน

วิธีการให้ความร้อน	ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก	กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน	แอนโทไซยานิน
	(mg ของ gallic acid / ตัวอย่าง 100 g)	(μ M T.E /ตัวอย่าง 100 g)	(mg/L of Delphinidin-3-glucoside)
โดยตรง 72 °C นาน 15 วินาที	0.26±0.00 ^c	54.82±0.86 ^c	36.73±0.96 ^d
โดยการตุ๋น 72 °C นาน 15 วินาที	0.28±0.05 ^c	56.91±1.04 ^c	43.45±2.19 ^c
ไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 1 นาที	0.43±0.21 ^a	85.53±2.85 ^a	177.50±2.01 ^a
ไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 2 นาที	0.35±0.12 ^b	67.98±0.66 ^b	134.65±4.09 ^b

หมายเหตุ: a , b , c และ d เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวดิ่ง

μ M T.E= micro mol per liter of Trolox equivalents

ทิวา วงศ์ไพศาลฤทธิ์ และคณะ [12] ที่ได้ศึกษาความคงตัวของสารแอนโทไซยานินในการผลิตภัณฑเครื่องดื่มบางชนิด พบว่าการให้ความร้อนแก่น้ำลูกหนามแดงที่อุณหภูมิสูง และใช้เวลาน้อย จะทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินหลงเหลืออยู่มากกว่าน้ำลูกหนามแดงที่ให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ เวลานาน เช่นเดียวกับการทดลองที่ใช้ไมโครเวฟเมื่อระยะเวลา นานขึ้นปริมาณแอนโทไซยานินลดลง รวมไปถึงวิธีการให้ความร้อนวิธีที่ 1 ให้ความร้อนโดยตรง 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที และวิธีที่ 2 ให้ความร้อนโดยการตุ๋น 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที ที่ทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลง เช่นเดียวกัน ทั้งนี้เนื่องจากไมโครเวฟเป็นสาเหตุให้เกิดการเร่งการเคลื่อนที่ของไอออน ทำให้เกิดการชนกับโมเลกุลอื่นๆ หรือเกิดจากสารประกอบที่มีซัลฟิไดต์ เกิดการหมุนตัวอย่างรวดเร็วตามการเปลี่ยนแปลงของสนามไฟฟ้าสลับเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างระดับทุติยภูมิและตติยภูมิของโปรตีนที่อยู่ภายในน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีน จึงทำให้ไมโครเวฟเกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วและเป็นผลทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพด้านต่างๆ และคุณค่าทางโภชนาการน้อยกว่าการให้ความร้อนด้วยการต้มโดยตรงและการตุ๋น [7] และเมื่อพิจารณาปริมาณสารประกอบฟีนอลิก พบว่าวิธีการให้ความร้อนวิธีที่ 1 ให้ความร้อนโดยตรง 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที และวิธีที่ 2 ให้ความร้อนโดยการตุ๋น 72 องศาเซลเซียส นาน 15 วินาที ทำให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกมีปริมาณต่ำกว่าวิธีที่ 3 คือการให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นาน 1 นาที และวิธีที่ 4 คือการให้ความร้อนโดยไม่โครเวฟที่ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นาน 2 นาที โดยวิธีที่ 3 จะมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกสูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากการใช้ความร้อนโดยตรงจะส่งผลกระทบต่อความคงตัวของสารประกอบฟีนอลิก เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกเสื่อมสลายและออกซิเดชันได้ง่ายด้วยความร้อน [13, 14]

จากตารางที่ 3 พบว่าน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มที่ผ่านวิธีการให้ความร้อนทั้ง 4 วิธี ไม่พบปริมาณ จุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา เนื่องจากความร้อนในการพาสเจอร์ไรส์น้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มทั้ง 4 วิธี มีความร้อนเพียงพอที่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานชุมชน เรื่อง น้ำกระเจี๊ยบ ซึ่งกำหนดไว้ว่า จุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร และปริมาณยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร [15] ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Juan *et al.* [16] ที่ศึกษาการพาสเจอร์ไรส์น้ำแอปเปิ้ลด้วยไมโครเวฟ พบว่า ระดับพลังงานที่มีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ คือ ระดับพลังงานที่ 720 วัตต์ เวลานาน 60 วินาที จะให้ผลดีที่สุด คือ ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด และถ้าใช้ระดับพลังงานและระยะเวลามากที่มากกว่านี้จะให้ผลต่อการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์เช่นเดียวกัน แต่ถ้าใช้ระดับพลังงานต่ำกว่านี้จะไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ เนื่องจากความร้อนจากไมโครเวฟไม่เพียงพอที่จะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Zhi *et al.* [17] ที่พบว่าการใช้ไมโครเวฟที่ระดับ 915 เมกะเฮิรตซ์ สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ในถั่วเขียวทำให้เก็บรักษาถั่วเขียวได้นาน 100 วัน ที่อุณหภูมิ 2 องศาเซลเซียส และ Gabriella *et al.* [18] ได้ทดลองพาสเจอร์ไรส์น้ำแอปเปิ้ลสดด้วยไมโครเวฟในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli* O157:H7 และ *Salmonella typhimurium* ที่อุณหภูมิ 80–90 องศาเซลเซียส นาน 25 วินาที สามารถลดเชื้อดังกล่าวได้ถึง 7 log ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ขององค์การอาหารและยาสำหรับการแปรรูปน้ำผลไม้

จากตารางที่ 4 พบว่าผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มที่ผ่านวิธีการให้ความร้อนทั้ง 4 วิธี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏมีค่า 6.10 ± 0.33 5.85 ± 0.96 6.75 ± 1.30 และ

ตารางที่ 3: ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดปริมาณยีสต์และราในน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มที่ใช้วิธีการให้ความร้อนแตกต่างกัน

วิธีการให้ความร้อน	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (cfu/ml)	ปริมาณยีสต์และรา (cfu/ml)
โดยตรง 72 °C นาน 15 วินาที	ไม่พบ	ไม่พบ
โดยการตุ๋น 72 °C นาน 15 วินาที	ไม่พบ	ไม่พบ
ไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 1 นาที	ไม่พบ	ไม่พบ
ไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 2 นาที	ไม่พบ	ไม่พบ

ตารางที่ 4: คะแนนทางประสาทสัมผัสของน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มที่ใช้วิธีการให้ความร้อนแตกต่างกัน

วิธีการให้ความร้อน	คุณลักษณะทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น (ns)	รสชาติ	ความชอบโดยรวม
โดยตรง 72 °C นาน 15 วินาที	6.10±0.33 ^b	5.95±1.19 ^c	6.10±1.21	5.30±1.75 ^c	5.65±1.42 ^b
โดยการตุ๋น 72 °C นาน 15 วินาที	5.85±0.96 ^b	5.25±1.25 ^d	5.85±1.39	5.45± 1.47 ^b	5.65±1.04 ^b
ไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 1 นาที	6.75±1.30 ^a	7.65±0.88 ^a	5.75± 1.62	6.40±1.54 ^a	6.80±1.15 ^a
ไมโครเวฟ 800 วัตต์ นาน 2 นาที	6.75±0.11 ^a	7.10±0.91 ^b	6.15±1.04	6.00± 1.17 ^{a,b}	6.55±1.15 ^a

หมายเหตุ: a, b, c และ d เป็นสัญลักษณ์ที่แสดงความแตกต่างของค่าเฉลี่ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในแนวนอน

ns คือ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

6.75±0.11 ตามลำดับ ด้านสีมีคะแนนคือ 5.59±1.19 5.25±1.47 7.65±0.88 และ 7.10±0.91 ตามลำดับ ด้านรสชาติมีคะแนน คือ 5.30±1.75 5.45±1.47 6.40±1.54 และ 6.00±1.17 ตามลำดับ และด้านความชอบโดยรวมมีคะแนนคือ 5.65±1.42 5.65±1.04 6.80±1.15 และ 6.55±1.15 ตามลำดับ ส่วนด้านกลิ่นมีคะแนนที่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) และเมื่อพิจารณาคะแนนทางประสาทสัมผัสจากผู้ทดสอบชิมทั้งหมด 20 คน พบว่าน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มที่ใช้วิธีการให้ความร้อน โดยการใชไมโครเวฟ ระดับพลังงาน 800 วัตต์ นาน 1 นาที ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ และความชอบโดยรวมมีค่ามากที่สุด ทั้งนี้เนื่องจากไมโครเวฟทำให้เกิดความร้อนขึ้นอย่างรวดเร็วและเป็นผลให้เกิดการสูญเสียคุณภาพด้านต่างๆ น้อยกว่าการให้ความร้อนโดยวิธีการอื่นๆ

สรุปผลการวิจัย

1. วิธีการให้ความร้อนและระยะเวลามีผลต่อคุณภาพในน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มทำให้ค่าสี ปริมาณสารประกอบฟีนอลิก กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชัน ปริมาณแอนโทไซยานิน และคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่า pH ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)
2. น้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มที่ผ่านวิธีการให้ความร้อนทั้ง 4 วิธี ไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณยีสต์และรา
3. วิธีการให้ความร้อนน้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีนพร้อมดื่มโดยใช้ไมโครเวฟระดับพลังงาน 800 วัตต์ นาน 1 นาที เหมาะสมที่สุด มีปริมาณสารประกอบฟีนอลิกเท่ากับ 0.43 mg of gallic acid/100 g กิจกรรมการเป็นสารต้านออกซิเดชันเท่ากับ 85.53 $\mu\text{M T.E./100 g}$ และปริมาณแอนโทไซยานินมากที่สุดคือ 177.50 mg/L of Delphinidin-3-glucoside และผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสให้คะแนนความชอบในด้านลักษณะปรากฏ สี รสชาติ ความชอบโดยรวมสูงที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ทางคณะผู้วิจัยขอขอบคุณโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์ เครื่องมือ และสารเคมีสำหรับการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

- [1] สถาบันอาหาร. (2562 ธันวาคม). ส่วนแบ่งตลาดเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพจากธรรมชาติ ปี 2561. ศูนย์วิจัยเพื่ออุตสาหกรรมอาหาร. <http://fic.nfi.or.th/FoodMarketShareInThailandDetail.php?id=295>.
- [2] ณัฐยา เหล่าฤทธิ และมยุรี กัลยาวัฒนกุล. (2555). รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง ฤทธิ์ทางชีวภาพและความคงตัวของสีจากเศษเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำกระเจี๊ยบ. มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง.
- [3] ศุภาพิชญ์ ชัดทา. (2551). การพัฒนาชาชงผสมลำไย พุทราจีนและใบหม่อน. การค้นคว้าแบบอิสระ วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- [4] ทีมแพทย์แผนไทยประยุกต์ HD. (2563). พุทราจีน (Jujube) : ประโยชน์และสรรพคุณทางยาของพุทราจีน. <https://hd.co.th/jujube>.
- [5] แพรภัทร ยอดแก้ว. (ม.ป.ป.). น้ำกระเจี๊ยบผสมพุทราจีน. Gotoknow. <http://www.gotoknow.org/posts/371535>.
- [6] ณัฏฐาณิลล ศรีสฐปรามิทธิ์, ชนิชา จินาการ และสุกัญญา วงวาท. (2556). ผลของการให้ความร้อนด้วยไมโครเวฟต่อคุณภาพน้ำผักชาผสมน้ำเสาวรส. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. ฉบับพิเศษ การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 5, 274-279.

- [7] บทที่ 8 การใช้ไมโครเวฟในการแปรรูปอาหาร. (ม.ป.ป.) http://conf.agi.nu.ac.th/agmis/download/publication/204_file.pdf.
- [8] Finocchiaro, F., Ferrari, B. and Gianinetti, A. (2010). A study of biodiversity of flavonoid content in the rice caryopsis evidencing simultaneous accumulation of anthocyanins and proanthocyanidins in a black-grained genotype. *Journal of Cereal Science*, 51, 28-34.
- [9] Singleton, V.L., Orthofer, R. and Lamuela-Raventós, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*. 299: 152-178.
- [10] Dasgupta, N. and Bratati, De. (2004). Antioxidant activity of Piper betle L. leaf extract in vitro. *Food Chemistry*, 88 (2), 219-224.
- [11] บุษกร อุตริชาติ. (2552). จุลชีววิทยาทางอาหาร. (พิมพ์ครั้งที่ 4). สงขลา: ศูนย์หนังสือมหาวิทยาลัยทักษิณ. รุ่งทิพา วงศ์ไพศาลฤทธิ์, ดวงฤทัย ชำรงโชติ และวิภาวัน จุลยา. (2551). ความคงตัวของแอนโทไซยานินใน ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มบางชนิด. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- [12] พชร สิริตระกูลศักดิ์ และสกุลกานต์ สิมลา. (2558). ผลของกรรมวิธีการประกอบอาหารต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในดอกขมจันทร์. *แก่นเกษตร*, 43 (ฉบับพิเศษ 1), 875-880.
- [13] วชิระ จิระรัตนรังษี และปิยะพร บุตรพรหม. (2560). ผลของกระบวนการแปรรูปที่แตกต่างกันต่อปริมาณ สารประกอบฟีนอลิก ปริมาณแอนโทไซยานิน ความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระ และการยอมรับจาก ผู้บริโภคของผลิตภัณฑ์ชาใบชาวก้าว. *วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)*. 9 (17), 91-103.
- [14] มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช.535/2554. (2554). น้ำกระเจี๊ยบ. กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.
- [15] Juan A. C., José, E.C., Johannes de B. and Leslie, V.V. (2002). Pasteurisation of apple juice by using microwaves. *LWT-Food Science and Technology*. 35 (5), 389-392.
- [16] Zhi Q., Zhongwei T., Fang L., Shyam S. S., Carolyn F. R., Sindhuja S. and Juming T. (2021). Quality of green beans (*Phaseolus vulgaris* L.) influenced by microwave and hot water pasteurization. *Food Control*. 124, 1-9.
- [17] Gabriella M-O, Amanda J. D, M. Fernanda S M-G, Osvaldo H. C. (2020). Microwave pasteurization of apple juice: modeling the inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhimurium* at 80–90 °C. *Food Microbiology*. 87, 1-12.