วารสารวิจัยและส่งเสริมวิชาการเกษตร 41(3): 150-161

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชาเลือดมังกรพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา

Study on Quality Changes of Ready-to-Drink Dragon Blood (*Peristrophe bivalvis* (L.) *Merr.*) Tea During Storage

ภาสุรี ฤทธิเลิศ*

Pasuree Rittilert*

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ปทุมธานี 13180

Program in Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Technology

Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Pathum Thani, Thailand 13180

*Corresponding author: pasuree@vru.ac.th

Received: *December 12, 2023*

Revised: *May 05, 2024*

Accepted: *July 18, 2024*

Abstract

This research aimed to study the shelf life of ready-to-drink dragon blood tea during storage at room temperature (30±2°C) and refrigerator temperature (4±2°C) over a period of 24 days. The experimental results showed that dragon blood tea stored at room temperature could only be preserved for one day, on the day of production. In contrast, when stored in a refrigerator, it could be preserved for 15 days. The dragon blood tea stored at room temperature exhibited significant color changes, with the hue angle shifting from red purple to yellow red. There was an increase in light transmittance (Transmittance, $\%T_{670}$), decrease in alkalinity, and a significant increase of citric acid content ($p \leq 0.05$). Storing at refrigerator temperature could help decrease the color changes, with the hue angle of the dragon blood tea remaining red purple throughout the storage time. There were slight changes in acidity and citric acid content. Regarding microbial quality, it was found that dragon blood tea stored at room temperature had significantly higher total microbial, yeast, and mold count when compared with that stored in the refrigerator, resulting in shorter shelf life. In terms of sensory quality assessment, consumers consistently rated the taste of dragon blood tea stored in the refrigerator as moderately likable throughout the 15 days of storage time.

Keywords: dragon blood tea, ready-to-drink, storage, quality change

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มชาเลือดมังกรพร้อมดื่ม โดยติดตามการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2°ซ.) และอุณหภูมิตู้เย็น (4±2°ซ.) เป็นระยะเวลา 24 วัน จากผลการทดลองพบว่าเครื่องดื่มชาเลือดมังกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บได้เพียง 1 วัน ณ วันที่ผลิต ในขณะที่เครื่องดื่มชาเลือดมังกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นาน 15 วัน เครื่องดื่ม ชาเลือดมังกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างชัดเจน แสดงค่ามุมของสี (Hue angle) จากเฉด สีแดง-ม่วง (Red purple) เป็นเฉดสีเหลือง-แดง (Yellow red) มีค่าการส่องผ่านของแสง (Transmittance, $\%T_{670}$) สูง มีค่าความเป็นด่างลดลง ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดซิตริกเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงของค่าสี โดยเครื่องดื่มชาเลือดมังกรยังคงแสดงค่า Hue angle เป็นเฉดสีแดง-ม่วง ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณกรดที่ไทเทรตได้เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย ส่วนคุณภาพทางจุลินทรีย์พบว่าเครื่องดื่มชาเลือดมังกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา เพิ่มจำนวนขึ้นมากกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น จึงส่งผลให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น ทั้งนี้ในการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มชาเลือดมังกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นพบว่าผู้บริโภคยังคงให้คะแนนความชอบด้านรสชาติอยู่ในระดับปานกลางตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 15 วัน

คำสำคัญ: ชาเลือดมังกร พร้อมดื่ม การเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ

คำนำ

ชาเลือดมังกร (Dragon blood tea) เป็นชาที่ทำมาจากพืชล้มลุก Peristrophe ในวงศ์ Acanthaceae ที่เรียกว่า ต้นเลือดมังกร มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Peristrophe bivalvis* L. *Merr*. ชื่อพ้อง *Peristrophe roxburghiana* เป็นพืชที่มีถิ่นกำเนิดบริเวณตอนใต้ของประเทศจีน ปัจจุบันพบได้ทั้งในประเทศจีน เขมร อินเดีย อินโดนีเซีย ลาว มาเลเซีย เวียดนาม และไทย (Khue *et al*., 2014) ประเทศไทยมีการเพาะปลูกมากทางภาคเหนือในพื้นที่จังหวัดเชียงรายและเชียงใหม่ โดยกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตชาอินทรีย์บ้านห้วยน้ำกลืน อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย โดยปลูกเลี้ยงต้นเลือดมังกร แบบอินทรีย์ และทำชาด้วยกรรมวิธีการนวด การคั่ว และการตากชาให้แห้งก่อนการบรรจุเพื่อจำหน่ายเป็นผลิตภัณฑ์ของชุมชน นิยมดื่มเป็นชาร้อนจะได้น้ำชาที่มีสีแดงหรือสีแดงอมม่วงคล้ายเลือด ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของชาเลือดมังกร นอกจากนี้ยังมีข้อมูลการนำต้นเลือดมังกรไปใช้เป็นสีผสมอาหารจากธรรมชาติที่ให้สีม่วงในอาหารเวียดนาม เช่น เค้ก ข้าวเหนียว และขนมหวานบางประเภท (Thuy *et al*., 2022) ในทางการแพทย์แผนจีนนำมาใช้เป็นยาต้มรักษาโรคต่าง ๆ ได้แก่ อาการไอ บิด ท้องเสีย และหลอดลมอักเสบ (Tanaka and Ke, 2007) สารที่ให้สีม่วงและแดงที่พบในสารสกัดของใบเลือดมังกร เป็นสารในกลุ่มของแอนโทไซยานิน ได้แก่ พีลาร์โกนิดิน (Pelargonidin) และไพราโนไซยานิดิน (Pyranocyanidin) (Khue *et al*., 2014) จากข้อมูลการวิจัยของ Quan *et al*. (2016) รายงานว่าส่วนประกอบของสีที่ได้จากสารสกัด *Peristrophe bivalvis* สายพันธุ์ต่าง ๆ ที่พบในประเทศเวียดนาม เป็นสารประกอบเชิงซ้อนของรงควัตถุที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แสง แอนโทไซยานิน และฟลาโวนอยด์ สารสีมีปริมาณสารประกอบฟีนอลรวมและมีฤทธิ์เป็นสารต้านอนุมูลอิสระสูง จากข้อมูลดังกล่าวจึงมี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเลือดมังกรเป็นเครื่องดื่มพร้อมดื่ม ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตชาอินทรีย์บ้านห้วยน้ำกลืน อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ด้วยกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนและการบรรจุในภาชนะบรรจุแบบร้อน (Hot filling) ที่กลุ่มฯ สามารถผลิตและจำหน่ายในชุมชนได้ แต่ยังไม่มีข้อมูลการศึกษาอายุการเก็บรักษาซึ่งจำเป็นต้องระบุอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ไว้ที่บรรจุภัณฑ์เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นสำคัญ ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเครื่องดื่มชาเลือดมังกรพร้อมดื่มในระหว่างการเก็บรักษา เพื่อสนับสนุนการเพาะปลูก การแปรรูปเป็นสินค้าชุมชน และการท่องเที่ยวโดยชุมชนเกษตรกรในพื้นที่บ้านห้วยน้ำกลืน อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย ให้เกิดการเพิ่มมูลค่าและชุมชนได้รับประโยชน์สูงสุดต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

กระบวนการผลิตเครื่องดื่มชาเลือดมังกร

นำใบเลือดมังกรอบแห้งทางการค้า จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนผลิตชาอินทรีย์บ้านห้วยน้ำกลืน อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย โดยควบคุมความชื้นของใบเลือดมังกรอบแห้งไม่เกินร้อยละ 10 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เรื่องสมุนไพรรวมแห้งชงดื่ม มผช. 996/2556 (Thai Industrial Standards Institute, 2013) มาผลิตเครื่องดื่มชาเลือดมังกรตามวิธีการและสูตรต้นแบบของผลิตภัณฑ์จาก Rittilert and Suklim (2022) โดยการเตรียมน้ำชาด้วยการต้มใบเลือดมังกรปริมาณ 0.375% ในน้ำเดือดนาน 5 นาที จากนั้นกรองด้วยผ้าขาวบาง แล้วเติมสารสกัดน้ำตาลหล่อฮังก๊วย 0.20% คอลลาเจน 0.50% และอินูลิน 1% คนให้ละลาย แล้วบรรจุน้ำชาขณะร้อนในขวดแก้วใสที่ผ่านการล้างและนึ่งฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิน้ำเดือด (98±2°ซ.) เป็นเวลา 10 นาที โดยให้มีปริมาตรบรรจุทั้งหมด 180 มล. ปิดฝาให้สนิท ทำให้เย็นโดยการแช่ในน้ำที่มีน้ำแข็งทันทีนาน 30 นาที เก็บรักษาเครื่องดื่มที่อุณหภูมิห้อง (30±2°ซ.) และอุณหภูมิตู้เย็น (4±2°ซ.) บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพทางเคมีและจุลินทรีย์ ทุกๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 24 วัน เพื่อหาอายุการเก็บรักษาก่อนนำไปทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางเคมี

1. วิเคราะห์ค่าสีด้วยระบบ CIE L* a* b* ความอิ่มตัวของสี (Chroma) และค่ามุมของสี (Hue angle) ด้วยเครื่อง Spectrophotometer รุ่น Ultrascan VIS (HunterLab, USA) โหมด TTRAN (Total transmission)

2. ค่าการส่องผ่านแสง (Transmittance) ที่ความยาวคลื่น 670 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer รุ่น Ultrascan VIS

3. วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง Microprocessor pH meter รุ่น Cyberscan (Eutech, Singapore)

4. ปริมาณกรดทั้งหมด (%) นำน้ำชาเลือดมังกรพร้อมดื่มปริมาตร 2 มล. ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยใช้สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์ และไทเทรตจนถึงจุดยุติมีสีเขียวเข้ม แล้วคำนวณหาปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ในรูปกรดซิตริกมีหน่วยเป็น % ดังสมการ

$$\text{กรดซิตริก} = \frac{(\text{ml NaOH})\,(\text{N NaOH})\,(\text{meq.wt. acid})}{(\text{ml sample})} \times 100$$

ml NaOH คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไทเทรตกับน้ำชาเลือดมังกรหน่วยเป็น มล.

N NaOH คือ ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต หน่วยเป็นนอร์มอล

meq.wt. acid คือ มิลลิกรัมสมมูลย์ของน้ำหนักกรดซิตริก มีค่าเท่ากับ 0.064 กรัม

การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์

คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) และปริมาณยีสต์และรา ด้วยวิธี BAM (2002) อ้างอิงคุณภาพทางจุลินทรีย์ของชาเลือดมังกรพร้อมดื่มตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำลูกหม่อน (Thai Industrial Standards Institute, 2014) ซึ่งกำหนดให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร และปริมาณยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อ ตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร หากผลิตภัณฑ์ชาเลือดมังกรพร้อมดื่มมีปริมาณจุลินทรีย์เกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดให้ถือว่าสิ้นสุดอายุการเก็บรักษา

การศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำชาเลือดมังกรบรรจุขวดและทำให้เย็นทันทีภายในวันที่ผลิต ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ผู้ทดสอบแต่ละคนจะได้ตัวอย่างเครื่องดื่มชาประมาณ 15 มิลลิลิตร ใส่ในถ้วยแก้วที่มีรหัสเลขสุ่ม 3 หลัก ใช้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9 Point hedonic scale) ให้ระดับคะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด จนถึงระดับ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ โดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design: RCBD) ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติ SPSS V. 23

ผลการวิจัย

ลักษณะปรากกฏ

จากการสังเกตลักษณะปรากฏของชาเลือดมังกรพร้อมดื่ม มีสีแดงอมม่วงที่มาจากสีธรรมชาติของใบเลือดมังกร จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของเครื่องดื่มชาเลือดมังกรพร้อมดื่มในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2°ซ.) และอุณภูมิตู้เย็น (4±2°ซ.) พบว่าลักษณะปรากฏของสีของเครื่องดื่มที่เก็บรักษา ณ อุณหภูมิห้อง เป็นเวลานาน 3 วัน เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีจากสีแดงอมม่วงเป็นสีเหลืองอมแดงอย่างชัดเจน (Figure 1)

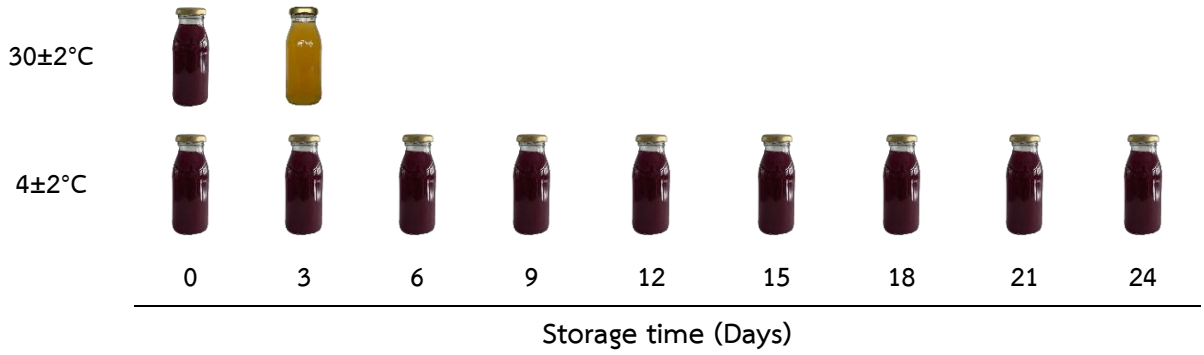

Figure 1 Appearance of ready-to-drink dragon blood tea during storage at different temperatures

ค่าสี และค่าการส่องผ่านแสง

จากการวิเคราะห์ค่าความสว่าง (L*) ค่าความเป็นสีแดง (a*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) ของผลิตภัณฑ์ ชาเลือดมังกรพร้อมดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน พบว่าเครื่องดื่มชาเลือดมังกรมีค่า L* มากขึ้น มีความเข้มของสีลดลง ค่าความเป็นสีแดง (a*) เป็นลบ แสดงถึงความเป็นสีเขียว และมีค่า b* เพิ่มขึ้นแสดงความเป็นสีเหลืองมากอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่เครื่องดื่มชาเลือดมังกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น ค่าสี L* และค่าสี b* มีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นเล็กน้อย โดยค่าสี a* ยังคงแสดงความเป็นสีแดง ดังแสดงใน Table 1 และ Figure 1 สัมพันธ์กับลักษณะปรากฏของสี ในทำนองเดียวกับผลการวิเคราะห์องศาของสี (Hue angle) ระบุว่าสีมีตำแหน่งอยู่ที่ใดในกราฟ มีหน่วยเป็นองศา โดยที่ 0 องศา และ 360 องศา เป็นสีแดง-ม่วง 90 องศา เป็นสีเหลือง 180 องศา เป็นสีเขียว และ 270 องศา เป็นสีน้ำเงิน โดยผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นวันที่ 3 มีค่า Hue angle เท่ากับ 75.00 แสดงเฉดสีเหลือง-แดง (Yellow red) ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นมีค่า Hue angle อยู่ระหว่าง 4.14-5.02 แสดงเฉดสีแดง-ม่วง (Red purple) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ค่าความอิ่มตัวของสี (Chroma) เป็นค่าความเข้มสี ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่า Chroma เพิ่มขึ้นจาก 1.88 เป็น 5.70 ส่วนผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น มีค่า Chroma อยู่ในช่วงระหว่าง 1.89-4.82 ส่วนค่าการส่องผ่านแสง (Transmittance, $\%T_{670}$) ของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีค่าสูงขึ้นจาก 35.63% เป็น 98.63% แสดงถึงความเข้มข้นของสารที่ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ที่เก็บในอุณหภูมิตู้เย็นมีค่าการส่องผ่านแสงอยู่ในช่วงระหว่าง 35.36-43.96% (Table 2)

Table 1 Changes in L* a* and b* value of ready-to-drink dragon blood tea during storage at different Temperatures

Storage time (day)	30±2°C			4±2°C		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	6.29±0.02^{b}	29.18±0.72^{b}	4.62±0.03^{b}	6.35±0.18^{c}	29.01±0.72^{b}	4.27±0.26^{b}
3	57.07±1.35^{a}	-16.37±0.34^{a}	49.45±0.19^{a}	6.73±0.47^{bc}	30.57±0.76^{ab}	5.11±0.13^{ab}
6				7.09±0.16^{bc}	31.87±0.34^{ab}	5.51±0.16^{ab}
9				7.20±0.63^{bc}	30.57±0.12^{ab}	5.28±0.37^{ab}
12				7.14±0.56^{bc}	31.16±0.79^{ab}	5.46±0.15^{ab}
15				8.44±0.21^{ab}	39.59±1.17^{a}	5.71±0.74^{a}
18				7.61±0.28^{abc}	36.67±5.91^{ab}	4.82±0.03^{ab}
21				7.54±0.11^{abc}	30.11±0.38^{ab}	5.04±0.22^{ab}
24				8.97±0.66^{a}	31.64±0.72^{ab}	5.82±0.15^{a}

$^{a-c}$ Different letters in the same column mean significantly different ($p \leq 0.05$).

Table 2 Changes in Transmittance ($\%T_{670}$), Hue angle and Chroma value of ready-to-drink dragon blood tea during storage at different temperatures

Storage time (day)	30±2°C			4±2°C		
	Transmittance ($\%T_{670}$)	Hue angle	Chroma	Transmittance ($\%T_{670}$)	Hue angle	Chroma
0	35.63±0.06^{b}	4.67±0.03^{b}	1.88±0.02^{b}	35.06±0.19^{e}	4.53±0.33^{abc}	1.82±0.04^{c}
3	98.63±0.28^{a}	75.00±0.32^{a}	5.70±0.34^{a}	36.15±0.50^{d}	4.51±0.15^{bc}	2.02±0.14^{bc}
6				37.41±0.62^{c}	4.81±0.05^{abc}	2.07±0.09^{bc}
9				37.30±0.17^{c}	4.83±0.03^{abc}	2.13±0.17^{bc}
12				36.63±0.71^{cd}	4.96±0.15^{a}	2.08±0.10^{bc}
15				39.43±0.26^{b}	4.93±0.05^{ab}	2.21±0.30^{b}
18				38.55±0.90^{b}	4.42±0.40^{c}	2.12±0.15^{bc}
21				39.19±0.42^{b}	4.48±0.32^{c}	2.30±0.07^{b}
24				40.53±0.01^{a}	4.65±0.23^{abc}	3.37±0.23^{a}

$^{a-c}$ Different letters in the same column mean significantly different ($p \leq 0.05$).

ค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด

ชาเลือดมังกรพร้อมดื่มมีค่า pH เป็นกลางอยู่ระหว่าง 7.18-7.2 การเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 วัน ผลิตภัณฑ์มีค่าความเป็นด่างลดลง pH เท่ากับ 5.94 แสดงถึงความเป็นกรดที่เพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกับปริมาณ กรดทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่เครื่องดื่มชาเลือดมังกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น มีการเปลี่ยนแปลงของค่า pH อยู่ในช่วงระหว่าง 7.03-7.40 ค่าความเป็นด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ส่วนปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกมีแนวโน้มลดลงจาก 0.08% เป็น 0.06% และคงที่ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 24 วัน (Figure 2)

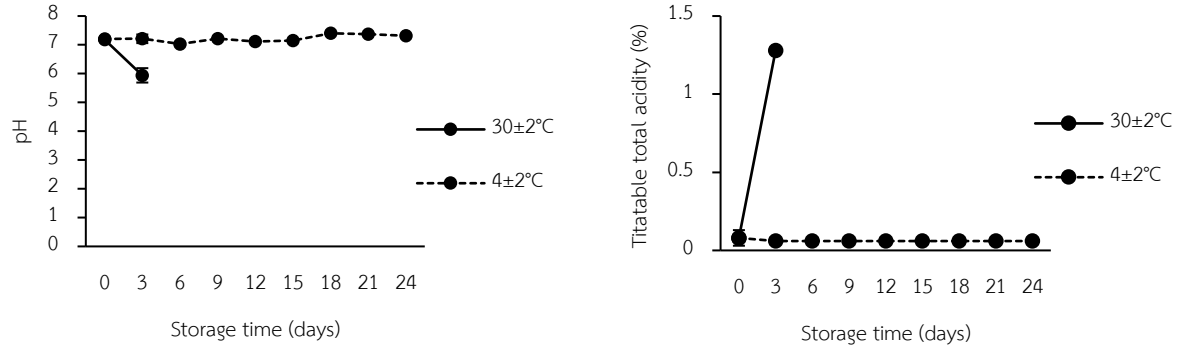

Figure 2 Changes in pH content and titratable acidity of ready-to-drink dragon blood tea during storage at different temperatures

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา

ชาเลือดมังกรพร้อมดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องพบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด เชื้อยีสต์และรา หลังจากเก็บไว้ 3 วัน (Table 3) จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่วิเคราะห์ได้เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน น้ำลูกหม่อน ซึ่งกำหนดการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มล. ยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มล. (Thai Industrial Standards Institute, 2014) จึงสามารถสรุปได้ว่าการเก็บรักษาเครื่องดื่มชาเลือดมังกรพร้อมดื่มบรรจุขวดแก้วใสที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน ณ วันที่ผลิต ในขณะที่เครื่องดื่มชาเลือดมังกรพร้อมดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นาน 15 วัน จึงควรบริโภคผลิตภัณฑ์ชาเลือดมังกรพร้อมดื่มไม่เกิน 15 วัน

Table 3 Changes in total plate count, yeast and mold value of ready-to-drink dragon blood tea during storage at different temperatures

Storage time	Total plate count (CFU/ml)		Yeast and mold (CFU/ml)	
(day)	30±2°C	4±2°C	30±2°C	4±2°C
0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
3	4.85×10^4	<25	4.9×10^4	n.d.
6		<25		n.d.
9		<25		<10
12		<25		<10
15		<25		<10
18		1.6×10^4		3.6×10^4
21		3.48×10^4		3.96×10^4
24		4.96×10^4		5.16×10^4

n.d. = not detected

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

เนื่องจากชาเลือดมังกรพร้อมดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน ณ วันที่ผลิต จึงไม่ได้ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษา ผลการประเมินการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบลดลงจากระดับคะแนนชอบปานกลางเป็นชอบเล็กน้อยเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ในทำนองเดียวกับคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม (Table 4)

Table 4 Sensory evaluation of ready-to-drink dragon blood tea during storage at refrigerator temperatures

Storage time (Days)	Appearance ^{ns}	Colour	Flavor	Taste	Overall acceptance
0	7.03±0.32	7.23±0.63^{a}	7.30±0.75^{a}	7.70±0.88^{a}	7.50±0.73^{a}
3	7.00±0.46	7.10±0.31^{a}	7.17±0.70^{a}	7.57±0.97^{ab}	7.40±0.23^{a}
6	6.97±0.42	7.07±0.45^{a}	6.93±0.70^{abc}	7.50±0.94^{ab}	7.37±0.77^{a}
9	6.77±0.43	7.00±0.46^{ab}	7.07±0.75^{ab}	7.17±0.79^{bc}	7.07±0.74^{abc}
12	6.93±0.45	6.97±0.42^{b}	6.90±0.85^{abc}	7.07±0.83^{bc}	7.20±0.55^{ab}
15	6.83±0.65	6.90±0.48^{b}	6.70±0.80^{bc}	7.23±1.04^{abc}	6.90±0.76^{bc}
18	6.80±0.81	6.93±0.45^{b}	6.60±0.77^{c}	6.83±1.09^{c}	6.67±1.09^{c}

^{ns} not significant different ($p>0.05$)

$^{a-c}$ Different letters in the same column mean significantly different ($p\leq0.05$).

วิจารณ์ผลการวิจัย

ชาเลือดมังกรพร้อมดื่ม เป็นเครื่องดื่มที่มีสีแดงอมม่วงตามสีธรรมชาติของใบเลือดมังกร เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2°ซ.) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (4±2°ซ.) พบว่าอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีผลต่ออายุการเก็บรักษา โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องสามารถเก็บได้เพียง 1 วัน (ณ วันที่ทำการผลิต) เท่านั้น ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นาน 15 วัน และมีความคงตัวของสี โดยผลิตภัณฑ์ยังคงมีลักษณะปรากฏเป็นสีแดงม่วง โดยค่า Hue angle แสดงเฉดสีแดงม่วง (Red purple) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 24 วัน ในขณะที่ผลิตภัณฑ์เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 3 เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีอย่างชัดเจน ค่าความเป็นสีแดง (a*) เป็นลบแสดงความเป็นสีเขียว และค่าความเป็นสีเหลือง (b*) สูง ในทำนองเดียวกับค่า Hue angle แสดงเฉดจากสีแดง-ม่วง (Red purple) เป็นเฉดสีเหลือง-แดง (Yellow red) ค่าความสว่าง (L*) เพิ่มขึ้นมากแปรผันตามกันกับค่าการส่องผ่านแสง ($\%T_{670}$) มีค่าสูงเท่ากับ 98.63% อาจอธิบายได้ด้วยกฎของเบียร์ (Beer's law) โดยอัตราการลดลงของความเข้มของแสงที่ถูกดูดกลืนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของสาร แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของสารที่อยู่ในเครื่องดื่มชาเลือดมังกรลดลงทำให้เครื่องดื่มมีความใสเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการวิเคราะห์ค่าความอิ่มตัวของสี (Chroma) ที่เพิ่มขึ้น ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของผลิตภัณฑ์ลดลง มี pH เป็นกรด สอดคล้องกับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริกเพิ่มขึ้น ทั้งนี้การเปลี่ยนแปลงของ pH อาจเป็นผลมาจากการย่อยสลายโมเลกุลของน้ำตาลโดยจุลินทรีย์ให้เป็นกรด (Fasoyiro *et al*., 2005) การเปลี่ยนแปลงของค่าสีของชาเลือดมังกรพร้อมดื่มอาจเนื่องมาจากแอนโทไซยานินที่มีอยู่ในเครื่องดื่มเกิดการสลายตัวในระหว่างการเก็บรักษา ความเข้มสีที่ลดลงอาจเป็นไปได้ว่าจะส่งผลต่อปริมาณแอนโทไซยานินของชาเลือดมังกรพร้อมดื่มลดลงด้วย (Thuy *et al*., 2022) โดยการศึกษาของ Rattanapanone (2014) อธิบายว่าสีของแอนโทไซยานินถูกควบคุมด้วยโครงสร้างและ pH หากในโครงสร้างวงแหวนฟีนิลมีจำนวนหมู่ไฮดรอกซิล หรือหมู่เมทอกซิลเพิ่มขึ้นจะมีผลต่อสีของแอนโทไซยานินและค่า pH ของสารละลายที่แอนโทไซยานินละลายอยู่มีผลต่ออัตราการสลายตัวของแอนโทไซยานิน ทำให้สีเปลี่ยนไปได้

นอกจากนี้มีหลายปัจจัยที่ส่งผลต่อความคงตัวของแอนโทไซยานิน รวมถึงกระบวนการแปรรูปอาหาร การใช้อุณหภูมิสูง ความเข้มข้นของน้ำตาล กรดอะมิโน กรดแอสคอร์บิก และภาวะที่มีออกซิเจนจะมีผลเร่งอัตราการสลายตัวของแอนโทไซยานินให้เกิดเร็วขึ้น (Levy *et al*., 2019; Rodriguez-Saona *et al*., 1999) งานวิจัยของ Muhamad *et al*. (2023) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแอนโทไซยานินในเครื่องดื่มน้ำผักกาดผสมน้ำกระเจี๊ยบที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่างกัน ได้แก่ ขวดแก้ว กระป๋อง ขวดพลาสติกพอลิโพรพีลีน เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29±2°ซ.) นาน 6 เดือน พบว่าปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด และความหนาแน่นของสี (Color density) ลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา สีของพอลิเมอร์ (Polymeric color) ที่วัดได้มีค่าเพิ่มขึ้นแสดงการเกิดสีน้ำตาลเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยเครื่องดื่มน้ำผักกาดผสมน้ำกระเจี๊ยบที่บรรจุขวดพลาสติกพอลิโพรพีลีนสูญเสียปริมาณแอนโทไซยานินมากกว่าขวดแก้วและกระป๋อง West and Mauer (2013) ศึกษาความคงตัวของสารละลายน้ำตาลที่มีการเติมไซยานิดิน 3-กลูโคไซด์ (Cyanidin 3-glucoside, C3G) ที่สกัดได้จากกากองุ่น มี pH ของสารละลาย C3G เท่ากับ 3-4 และติดตามการเปลี่ยนแปลงของค่าสี Hue angle และ L* ที่อุณหภูมิต่างกัน ได้แก่ 6, 25 และ 40°ซ. เป็นระยะเวลา 19 วัน พบว่าสารละลาย C3G ที่ pH 3-4 มีเฉดสีแดงน้ำเงิน (Red blue) สีมีความคงตัวตลอดระยะเวลา 19 วัน และการเปลี่ยนแปลงของสีเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นจาก 25°ซ เป็น 40°ซ โดยสารละลาย C3G ที่ pH 3 เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีหลังจากวันที่ 8 และวันที่ 4 ตามลำดับ สารละลาย C3G ที่ pH 4 เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีหลังจากวันที่ 6 และวันที่ 4 ตามลำดับ การเปลี่ยนแปลงของสารละลาย C3G จากสีแดงน้ำเงิน (Red blue) เป็นสีเหลืองอ่อน (Light yellow) โดยโครงสร้างของฟลาวิลเลียม (Flavylium) ซึ่งเดิมอยู่ในรูปโมโนเมอร์และมีสีแดงเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไดเมอร์มากขึ้น ส่งผลให้เปลี่ยนเป็นสีเหลืองมากขึ้น ค่า Hue angle และ L* เพิ่มขึ้นเมื่อเวลานานขึ้น ทั้งนี้ความคงตัวของสีมีความสัมพันธ์ผกผันกับการเพิ่มขึ้นของ pH และอุณหภูมิ

ส่วนการวิเคราะห์จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนเชื้อยีสต์และราของชาเลือดมังกรพร้อมดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องในวันที่ 3 มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐาน ผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำลูกหม่อนที่ระบุว่าการตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน $1x10^4$ โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มล. ยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มล. (Thai Industrial Standards Institute, 2014) และชาเลือดมังกรพร้อมดื่มมีจำนวนยีสต์และราเกินมาตรฐานของเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่ผ่านกรรมวิธีอื่นนอกเหนือจากวิธีสเตอริไลส์หรือยูเอชที ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทฉบับที่ 356 พ.ศ. 2556 ระบุการตรวจพบเชื้อยีสต์และราต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มล. แสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาชาเลือดมังกรพร้อมดื่มที่อุณหภูมิห้อง เก็บรักษาได้เพียง 1 วัน ณ วันที่ผลิต และชาเลือดมังกรพร้อมดื่มที่เก็บที่อุณหภูมิตู้เย็นสามารถเก็บรักษาได้นาน 15 วัน ดังนั้นจากผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของชาเลือดมังกรพร้อมดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น พบว่าการเปลี่ยนแปลงด้านลักษณะปรากฏในระหว่างการเก็บรักษา ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบลดลงจากระดับคะแนนชอบปานกลางเป็นชอบเล็กน้อยแต่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ในขณะที่คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม มีคะแนนความชอบลดลงจากระดับคะแนนชอบปานกลางเป็นชอบเล็กน้อย อย่างไรก็ตามในวันที่ 15 ของการเก็บรักษา ผู้บริโภคยังคงให้คะแนนความชอบชาเลือดมังกรพร้อมดื่มด้านรสชาติอยู่ในระดับชอบปานกลางไม่แตกต่างจากวันแรกที่เก็บรักษา ($p>0.05$) องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ร่วมกับเทคโนโลยีการแปรรูปโดยไม่ใช้ความร้อนและการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์อื่นที่สามารถชะลอการเปลี่ยนแปลงของสารพฤกษเคมีที่สำคัญของชาเลือดมังกรพร้อมดื่มได้ในระหว่างการเก็บ

รักษา ดังนั้นในการศึกษาวิจัยครั้งต่อไปจึงควรศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารแอนโทไซยานิน สารประกอบฟีนอลิกและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในขั้นตอนของการผลิตและการเก็บรักษาเครื่องดื่ม เพื่อให้เป็นแนวทางในการพัฒนาชาเลือดมังกรพร้อมดื่มให้ได้ประโยชน์ต่อสุขภาพสูงที่สุด

สรุปผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาเลือดมังกรพร้อมดื่ม โดยทำการศึกษาสภาวะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (30±2°ซ.) และที่อุณหภูมิตู้เย็น (4±2°ซ.) วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ ทุก ๆ 3 วัน เป็นระยะเวลา 24 วัน โดยชาเลือดมังกรพร้อมดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องมีการเปลี่ยนแปลงสี ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มสูงมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของค่าสีสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของค่าความเป็นด่างที่ลดลง ส่วนจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา เกินมาตรฐานที่กำหนดของมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข ทำให้สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาเลือดมังกรพร้อมดื่ม เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง ได้เพียง 1 วัน ณ วันที่ผลิต ในขณะที่ผลิตภัณฑ์ชาเลือดมังกรพร้อมดื่มที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิตู้เย็น อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยชะลอการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง โดยมีอายุการเก็บรักษา 15 วัน และยังคงมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติอยู่ในระดับคะแนนความชอบปานกลาง

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยงบประมาณด้านวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ประเภท Fundamental Fund ประจำปีงบประมาณ 2565 รหัสโครงการ 036/2565 ซึ่งผู้วิจัยขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ และงานวิจัยนี้ได้ผ่านการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา เอกสารรับรอง COA No. 007/2023

เอกสารอ้างอิง

BAM. 2002. **Food and Drug Administration Bacteriological Analytical Manual**. 8th ed. Gaithersburg: AOAC: International. 946 p.

Fasoyiro, S.B., O.A. Ashaye, A. Adeola and F.O. Samuel. 2005. Chemical and storability of fruit-flavoured (*Hibiscus sabdariffa*) Drinks. **World Journal of Agricultural Sciences** 1(2): 165-168.

Khue, D.B., D.S. Mai, P.M. Tuan, D.T.B. Oanh and L.T.H. Van. 2014. *Peristrophe roxburghiana*–a review Annals. **Food Science and Technology** 15(1): 1-9.

Levy, R., Z. Okun and A. Shpigelman. 2019. The influence of chemical structure and the presence of ascorbic acid on anthocyanins stability and spectral properties in purified model systems. **Foods** 8(6): 1-11.

Muhamad, N.F.H., F. Hussin and N. Arifin. 2023. Effect of packaging materials and storage time on anthocyanins stability of red cabbage-roselle mixed drink. **Food Research** 6(Suppl.2): 182-190.

Quan, N.V., D.T. Khang, L.T. Dep, T.N. Minh, N. Nobukazu and T.D. Xuan. 2016. The potential use of a food-dyeing plant *Peristrophe biavalvis* (L.) Merr. in Northern Vietnam. **International Journal of Pharmacology, Phytochemistry and Ethnomedicine** 4: 14-26.

Rattanapanone, N. 2014. **Food Chemistry**. 5th ed. Bangkok: Odeon Store. 504 p. [in Thai]

Rittilert, P. and A. Suklim. 2022. **Utilization of *Peristrophe roxburghiana* by Processing Beverage Product and Natural Food Colorant**. 105 p. *In* Research Report. Pathum Thani: Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage. [in Thai]

Rodriguez-Saona, L.E., M.M. Guisti and R.E. Wrolstad. 1999. Color and pigment stability of red radish and red fleshed potato anthocyanins in juice model systems. **Journal of Food Science** 64(3): 451-456.

Tanaka, Y. and N.V. Ke. 2007. **Edible Wild Plants of Vietnam: The Bountiful Garden**. Bangkok: Orchid Press. 176 p.

Thai Industrial Standards Institute. 2013. **Thai community product standard of dried mixed herbs for infusion (TCPS 996/2013)**. [Online]. Available https://archive.org/details/th.ps.996.2548 (October 1, 2023). [in Thai]

_____. 2014. **Thai community product standard of mulberry drink (TCPS 851/2014)**. [Online]. Available https://archive.org/details/th.ps.851.2548/page/n3/mode/2up. (September 11, 2023). [in Thai]

Thuy, N.M., D.H.N. Han, V.Q Minh and N.V. Tai. 2022. Effect of extraction methods and temperature preservation on total anthocyanins compounds of *Peristrophe bivalvis* L. *Merr* leaf. **Journal of Applied Biology & Biotechnology** 10(02): 146-153.

West, M.E. and L.J. Mauer. 2013. Color and chemical stability of a variety of anthocyanins and ascorbic acid in solution and powder forms. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 61(17): 4169-4179.