

ผลของสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ต่อคุณภาพน้ำอัญชันพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษา

Effect of Pasteurisation on the Quality of Butterfly Pea

(*Clitoria ternatea* Linn.) Flower Beverage During Storage

ปิลันธสุทธิ์ สุวรรณเลิศ^{1*}
Piluntasoot Suwannalers^{1*}

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของน้ำอัญชันบรรจุขวดพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยทำการเปรียบเทียบกระบวนการเตรียมน้ำอัญชันก่อนและหลังการพาสเจอร์ไรซ์หรือวันเริ่มต้น (วันที่ 0) พบว่าน้ำอัญชันที่ผ่านการสกัดก่อนการพาสเจอร์ไรซ์มีปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าความสว่างของสี (L*) และค่าความสดใสของสี (C*) มากกว่าน้ำอัญชันทุกสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (TA) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) เมื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำอัญชันที่สภาวะการพาสเจอร์ไรซ์อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และอุณหภูมิ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25.75 ± 1.94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน โดยเทียบกับการพาสเจอร์ไรซ์วันเริ่มต้น (วันที่ 0) พบว่าทุกสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์มีปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี (L*) และค่าสี (C*) มีค่าลดลงจากวันเริ่มต้น (วันที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมดและปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ทุกสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา โคลิฟอร์ม ไอโคไล และสแตปไฟโลคอคคัส ออร์เรียสของทุกสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์มีค่าไม่เกินตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข

คำสำคัญ: อัญชัน สภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ การเก็บรักษา แอนโทไซยานิน ค่าสี

Abstract

The objective of this research is to study temperature and time of pasteurisation affecting the changes in physical, chemical and microbiological qualities of the bottled butterfly pea beverage during storage at an ambient temperature. The comparison of the unpasteurised beverage and pasteurised beverage at the initial storage (day 0) was found that the unpasteurised butterfly pea beverage had significant anthocyanin content, lightness value (L*) and Chroma value (C*) more than all pasteurised conditions ($P \leq 0.05$). The pH, total acidity and total solid values were not statistically significant difference ($P > 0.05$). The changes of butterfly pea beverage pasteurised at 65, 70 and 75°C for 15 min and 80, 85 and 90°C for 1 min during 7-day storage at 25.75 ± 1.94 °C was studied by comparison with an initial pasteurised sample (day 0). The result showed that all pasteurised conditions was significantly decreased in anthocyanin contents, lightness values (L*) and Chroma values (C*) than the initial stored sample ($P \leq 0.05$) while the pH, total acidity and total solid values of

¹ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50330

¹ Faculty of Agricultural Technology, Chiang Mai Rajabhat University, Chiang Mai, 50330

*Corresponding author: e-mail: piluntasoot_s@hotmail.co.th



all pasteurised treatments were not statistically significant difference ($P > 0.05$). The microbiological quality during the storage, including total microbial count, yeast, mold, coliform, *E. coli* and *Staphylococcus aureus* of all pasteurised conditions was not exceeded notification of the Ministry of Public Health.

Keywords: butterfly pea flower, pasteurization, storage, anthocyanin, colour

บทนำ

ปัจจุบันเครื่องดื่มจากดอกไม้กำลังเป็นที่นิยมอย่างมาก เนื่องด้วยสี กลิ่น รสที่เป็นเอกลักษณ์ เฉพาะตัวและมีคุณประโยชน์มากมาย บางชนิดยังจัดเป็นสมุนไพรเนื่องจากมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา เช่น ดอกคำฝอย ดอกดาหลา ดอกกุหลาบ ดอกดาวเรือง รวมถึงดอกอัญชันที่นิยมนำมาทำเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพกันอย่างแพร่หลาย เกล็ดลักษณะเฉพาะตัวของดอกอัญชัน คือ สีม่วง หรือ สีน้ำเงิน เป็นสารพฤกษเคมี (Phytochemicals) เรียกว่า “แอนโทไซยานิน” (Anthocyanin) จัดอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoid) สามารถละลายน้ำได้ มีสีช่วงสีแดงถึงสีน้ำเงิน โดยเปลี่ยนแปลงสีได้ตามค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีคุณสมบัติในการต่อต้านอนุมูลอิสระ ลดระดับน้ำตาลในเลือด และป้องกันการเกิดโรคมะเร็ง (ศศิพันธ์ และคณะ, 2550) จากการสำรวจตลาดจำหน่ายเครื่องดื่ม พบว่าเครื่องดื่มน้ำอัญชันบรรจุขวดยังมีจำหน่ายน้อย

การพาสเจอร์ไรซ์เป็นกระบวนการที่เหมาะสมต่อการผลิตเครื่องดื่มพืช ผักและผลไม้ กระบวนการฆ่าเชื้อทำได้ง่าย ไม่ยุ่งยาก โดยใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส โดยทั่วไปการเก็บรักษาหลังกระบวนการผลิตจะเก็บภายใต้อุณหภูมิต่ำ แต่ด้วยคุณสมบัติเฉพาะตัวของแอนโทไซยานินในดอกอัญชันที่มี acylated anthocyanin เป็นองค์ประกอบหลัก มีความคงตัวสูงจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นสารประกอบ polymeric เพียงเล็กน้อย จึงทำให้อัญชันสามารถทนต่อสภาวะวิกฤตโดยเฉพาะอุณหภูมิสูงได้ (อรุษา และ คณะ, 2552) ข้อมูลข้างต้นทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาสภาวะในการพาสเจอร์ไรซ์ด้วยอุณหภูมิและเวลาระดับต่างๆ ที่สามารถเก็บรักษาน้ำอัญชันที่อุณหภูมิห้องได้โดยมีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้อยที่สุด เช่นเดียวกับกระบวนการฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลส์ที่สามารถเก็บผลิตภัณฑ์อาหารที่อุณหภูมิห้องได้นาน (Fellos, 2000) สำหรับการเก็บรักษาเครื่องดื่มที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ในอุณหภูมิห้อง Singh-Khurdiya และคณะ (1996) ได้ทำการศึกษาเครื่องดื่มน้ำฝรั่งอัดลมบรรจุขวดแก้ว โดยพาสเจอร์ไรซ์อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 30 นาที เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (23-41 องศาเซลเซียส) ได้นาน 3 เดือน โดยปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ยังไม่เกินมาตรฐานและยังคงได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัส ทั้งนี้ Daniel *et al.* (2012) ได้ทำการสำรวจเครื่องดื่มน้ำผลไม้พาสเจอร์ไรซ์ชนิดพร้อมดื่มที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อแบบบรรจุร้อน (Hot fill processe) และบรรจุแบบปลอดเชื้อ (Aseptic processe) จำนวน 19 ยี่ห้อ โดยในส่วนผสมมีการเติมกรดแอสคอร์บิกปริมาณ 2.4-4.3 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ซึ่งวางจำหน่ายในตลาดประเทศกรีซโดยเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง (25 ± 2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 4 เดือน พบว่า ปริมาณแอสคอร์บิกลดลงจากร้อยละ 29 เป็นร้อยละ 41 ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงเป็นที่มาของงานวิจัยเรื่องนี้ โดยทำการศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของน้ำอัญชันบรรจุขวดพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยไม่มีการเติมสารกันเสียและสามารถเก็บได้นาน โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีลักษณะที่ปรากฏตามเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเครื่องดื่มน้ำอัญชันและมีความปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการพาสเจอร์ไรซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ของน้ำอัญชันบรรจุขวดพร้อมดื่มระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

ระเบียบวิธีวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การเตรียมวัตถุดิบ ดอกอัญชันแห้งจากร้านก้นตึกโตะ ชาสมุนไพโร ตลาดต้นพะยอม จังหวัดเชียงใหม่ เลือกลักษณะดอกที่มีกลีบดอกสีน้ำเงินเข้ม ใบเลี้ยงสีเขียว นำมาวัดปริมาณความชื้นด้วยเครื่องวัดความชื้น (Analytical Balance) ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น MJ33 ให้ได้ปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 10 และวัดค่าวอเตอร์แอกทีวิตีด้วยเครื่องวัดค่าวอเตอร์แอกทีวิตี ยี่ห้อ Aqua Lab รุ่น 4 ให้ได้ค่าวอเตอร์แอกทีวิตีไม่เกิน 0.6 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2560) หากมีปริมาณความชื้นและค่าวอเตอร์แอกทีวิตีเกินมาตรฐาน ทำการอบด้วยตู้อบลมร้อน ยี่ห้อ Memmert รุ่น UN75 ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และวัดค่าทุกๆ 30 นาที จนได้ค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด ดอกอัญชันแห้งที่มีค่าไม่เกินมาตรฐานทำการล้างให้สะอาดและวางบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ

การเตรียมน้ำอัญชันพาสเจอร์ไรซ์ นำดอกอัญชัน ร้อยละ 0.5 ต้มในน้ำร้อนอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 นาที ทำการกรองเอาเฉพาะน้ำอัญชัน จากนั้นผสมกับน้ำตาลทรายขาว ร้อยละ 5.5 และกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาณร้อยละ 0.2 บรรจุน้ำอัญชันในขวดแก้วขนาด 300 มิลลิลิตร ที่ลวกฆ่าเชื้อแล้วปริมาณ 250 มิลลิลิตร/ขวด ปิดฝาขวด นำไปพาสเจอร์ไรซ์ด้วยอุณหภูมิและเวลา ดังนี้ อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และ อุณหภูมิ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที ด้วยอ่างควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ Memmert รุ่น WO-12 ทำการควบคุมอุณหภูมิในการพาสเจอร์ไรซ์น้ำอัญชันโดยการเจาะฝาขวดตัวอย่างจำนวน 1 ขวด ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ ยี่ห้อ testo รุ่น 108 เป็นเครื่องมือในการควบคุมอุณหภูมิ เพื่อเป็นดัชนีควบคุมอุณหภูมิการพาสเจอร์ไรซ์ของน้ำอัญชันตามที่กำหนดในการทดลอง เมื่อครบเวลานำมาทำให้เย็นด้วยการแช่ขวดในน้ำที่ปรับอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งให้มีอุณหภูมิช่วง 5-10 องศาเซลเซียสและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง โดยวัดอุณหภูมิห้องทุกวัน ด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ยี่ห้อ Daiichi รุ่น TH-303C จำนวน 3 ครั้ง คือ 08.00 น. 12.00 น. และ 16.00 น.

ทำการวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* ค่าสี C* ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด และคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โคลิฟอร์มและอีโคไล และสแตปไฟโลคอคคัส ออร์เรียส ทุกวันของการเก็บรักษา จนครบ 7 วัน

การวิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด วิเคราะห์ปริมาณแอนโทไซยานินด้วยวิธี pH differential method (AOAC, 2005) ใช้น้ำอัญชัน 1 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้ครบ 10 มิลลิลิตร ด้วยสารละลายบัฟเฟอร์ pH 1.0 และ สารละลายบัฟเฟอร์ pH 4.5 นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 520 และ 700 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Thermo Scientific รุ่น Genesys 10S วัดค่า 3 ซ้ำ คำนวณปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด (มิลลิกรัม/ลิตร) จากสมการ

$$\text{ปริมาณแอนโทไซยานินทั้งหมด} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times l}$$

$$\text{โดย } A = (A_{520} - A_{700})_{\text{pH1}} - (A_{520} - A_{700})_{\text{pH4.5}}$$

$$MW = 449.2 \text{ g/mol (cyanidin-3-glucoside)}$$

$$DF = \text{dilution factor}$$

$$\epsilon = \text{molar extinction coefficient } 26,900 \text{ (L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}\text{) (cyanidin-3-glucoside)}$$

$$l = \text{ความกว้างของคิวเวต (cm)}$$

การวิเคราะห์ค่าสี สอบเทียบค่าสีด้วยแผ่นสอเทียบสีขาว ด้วยเครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ KONICA รุ่น CR-400 จากนั้นเตรียมน้ำอัญชันใส่ sample cell วัดค่าสีในระบบ CIE คือ ค่าสี L* และค่าสี C* จำนวน 3 ซ้ำ โดยค่าสี L* คือ ค่าความสว่าง และค่าสี C* คือ ค่าความสดสี

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ทำการสอบเทียบเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ยี่ห้อ Mettler Toledo รุ่น S220 ด้วยบัฟเฟอร์ pH 4.00 pH 7.00 และ pH 10.00 ก่อนการวัดค่าตัวอย่าง เตรียมน้ำอัญชันปริมาณ 50 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยอ่านค่าจากจอหน้าเครื่อง จำนวน 3 ซ้ำ

ปริมาณกรดทั้งหมด (Titratable Acidity: TA) วิเคราะห์ปริมาณกรดทั้งหมดด้วยวิธี (AOAC, 2000) ใช้น้ำอัญชัน 10 มิลลิลิตร ไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล โดยใช้ฟีนอล์ฟทาลีน เป็นอินดิเคเตอร์ จนกระทั่งกลายเป็นสีชมพูอ่อนถาวร (ณ จุดยุติ) คำนวณปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก

$$\text{Citric acid} = \frac{\text{ml NaOH} \times \text{n-NAOH} \times \text{meq.Citric acid} \times 100}{\text{ml samble}}$$

โดย ml NaOH = ปริมาณ NaOH ที่ใช้ไทเทรต (ml)
 n-NAOH = ความเข้มข้นของ NaOH ที่ใช้ไทเทรต (N)
 meq.Citric acid = มิลลิสมมูลย์ของกรดซิตริก มีค่าเท่ากับ 0.07 กรัม
 ml samble = ปริมาณของตัวอย่างที่ชั่งในการวิเคราะห์ (ml)

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids: TSS) ทำการสอบเทียบเครื่องวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ทั้งหมด ยี่ห้อ ATAGO รุ่น PAL3 ด้วยกลั่นก่อนการวัดค่าตัวอย่าง หยดน้ำอัญชัน 1-2 หยด ให้ท่วมผิวปริซึม (Prism) อ่านค่าจากจอหน้าเครื่อง จำนวน 3 ซ้ำ บันทึกหน่วยเป็น (°บริกซ์)

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ วิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดด้วยวิธี (AOAC, 990.12 Petifilm Method, 2002) ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 997.02 Petifilm Method, 2002) ปริมาณโคลิฟอร์มและอีโคไล (AOAC, 991.14 Petifilm Method, 2002) และ ปริมาณสแตปไฟโลคอคคัส ออร์เรียส (AOAC, 975.55 Petifilm Method, 2003)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย วิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

ผลการวิจัย

จากการศึกษาผลของสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และอุณหภูมิ 80 85 และ 90 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที ในวันเริ่มต้น (วันที่ 0) เปรียบเทียบกับน้ำอัญชันที่ผ่านการสกัดก่อนการให้ความร้อนด้วยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ พบว่า น้ำอัญชันที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ทุกสภาวะมีปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* และค่าสี C* น้อยกว่าน้ำอัญชันที่ยังไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยน้ำอัญชันที่ยังไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์มีค่าเฉลี่ยปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* และค่าสี C* เท่ากับ 2.65 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร 31.51 และ 3.93 ตามลำดับ ส่วนสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และอุณหภูมิ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที มีปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* และค่าสี C* มีค่าอยู่ในช่วง 2.29 – 2.37 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร 28.05-31.51 และ 3.61 – 3.99 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเปรียบเทียบกระบวนการเตรียมน้ำอัญชันก่อนและหลังการพาสเจอร์ไรซ์ในวันเริ่มต้น (วันที่ 0) ต่อปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* และค่าสี C*

กระบวนการเตรียมน้ำอัญชัน	สภาวะการพาสเจอร์ไรซ์	ปริมาณแอนโทไซยานิน มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร	ค่าสี L*	ค่าสี C*
ก่อนพาสเจอร์ไรซ์	-	2.65 ^a ±0.04	31.51 ^a ±0.17	3.93 ^a ±0.02
หลังพาสเจอร์ไรซ์	65°C, 15min	2.37 ^b ±0.01	31.21 ^a ±0.34	3.92 ^a ±0.06
	70°C, 15min	2.35 ^c ±0.14	30.89 ^a ±0.36	3.83 ^b ±0.02
	75°C, 15min	2.33 ^c ±0.01	30.46 ^a ±0.16	3.99 ^a ±0.07
	80°C, 1min	2.35 ^{bc} ±0.11	30.23 ^a ±0.22	3.76 ^{bc} ±0.02
	85°C, 1min	2.33 ^d ±0.12	30.44 ^a ±0.37	3.74 ^c ±0.04
	90°C, 1min	2.29 ^d ±0.10	28.05 ^b ±0.21	3.61 ^d ±0.01

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (3 ซ้ำ), แบบอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)



สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เมื่อเปรียบเทียบสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และอุณหภูมิ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที ในวันเริ่มต้น (วันที่ 0) กับน้ำอัญชันที่ผ่านการสกัดก่อนการให้ความร้อนด้วยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าเฉลี่ยความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 4.22 ร้อยละ 0.03 และ 8.00 °บริกซ์ ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบกระบวนการเตรียมน้ำอัญชันก่อนและหลังการพาสเจอร์ไรซ์ในวันเริ่มต้น (วันที่ 0) ต่อ ปริมาณความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (TA) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS)

กระบวนการเตรียมน้ำอัญชัน	สภาวะการพาสเจอร์ไรซ์	ค่ากรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°บริกซ์)
ก่อนพาสเจอร์ไรซ์	-	4.22 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	8.00 ^a ±0.00
หลังพาสเจอร์ไรซ์	65°C, 15min	4.22 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	8.00 ^a ±0.00
	70°C, 15min	4.22 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	8.00 ^a ±0.00
	75°C, 15min	4.22 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	8.00 ^a ±0.00
	80°C, 1min	4.22 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	8.00 ^a ±0.00
	85°C, 1min	4.23 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	8.00 ^a ±0.00
	90°C, 1min	4.23 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	8.00 ^a ±0.00

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (3 ซ้ำ), แบบอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

การศึกษาผลของสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ ของน้ำอัญชันที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และอุณหภูมิ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25.75±1.94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน โดยเปรียบเทียบค่าทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ วันเริ่ม ต้นของการเก็บรักษา (วันที่ 0) กับวันสิ้นสุดของการเก็บรักษา (วันที่ 7) พบว่า เมื่ออายุการเก็บรักษานานขึ้น ปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* และค่าสี C* ของทุกสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์มีค่าลดลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษา (วันที่ 0) อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติ ($P\leq 0.05$) โดยวันสิ้นสุดของการเก็บรักษา (วันที่ 7) ปริมาณแอนโทไซยานิน มีค่าอยู่ในช่วง 1.00–1.92 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ค่าสี L* มีค่าอยู่ในช่วง 25.80–26.19 และค่าสี C* มีค่าอยู่ในช่วง 2.65–2.75 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ผลของสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ต่อปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* และค่าสี C* ระหว่างการเก็บรักษา

สภาวะการพาสเจอร์ไรซ์	แอนโทไซยานิน (มก./100 มล.)		ค่าสี L*		ค่าสี C*	
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 0	วันที่ 7
65°C, 15min	2.37 ^a ±0.01	1.92 ^b ±0.01	31.21 ^a ±0.34	26.19 ^b ±0.38	3.92 ^a ±0.06	2.65 ^b ±0.02
70°C, 15min	2.35 ^a ±0.14	1.88 ^b ±0.22	30.89 ^a ±0.36	26.06 ^b ±0.54	3.83 ^a ±0.02	2.66 ^b ±0.04
75°C, 15min	2.33 ^a ±0.01	1.46 ^b ±0.17	30.46 ^a ±0.16	25.98 ^b ±0.16	3.99 ^a ±0.07	2.66 ^b ±0.06
80°C, 1min	2.35 ^a ±0.11	1.08 ^b ±0.25	30.23 ^a ±0.22	25.93 ^b ±0.30	3.76 ^a ±0.02	2.67 ^b ±0.01
85°C, 1min	2.33 ^a ±0.12	1.05 ^b ±0.10	30.44 ^a ±0.37	25.83 ^b ±0.25	3.74 ^a ±0.04	2.75 ^b ±0.02
90°C, 1min	2.29 ^a ±0.10	1.00 ^b ±0.10	28.05 ^a ±0.21	25.80 ^b ±0.53	3.61 ^a ±0.01	2.75 ^b ±0.02

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (3 ซ้ำ), แบบอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq 0.05$)

สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย โดยวันสิ้นสุดของการเก็บรักษา (วันที่ 7) มีค่าอยู่ในช่วง 4.20 – 4.21 ส่วนปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลงตลอดอายุการเก็บรักษา มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0.03 และ 7.00 °บริกซ์ ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติค่าทั้ง 3 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ผลของสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ต่อค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (TA) และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ระหว่างการเก็บรักษา

สภาวะการพาสเจอร์ไรซ์	ค่าความเป็นกรด-ด่าง		ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)		ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°บริกซ์)	
	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 0	วันที่ 7	วันที่ 0	วันที่ 7
	65°C, 15min	4.22 ^a ±0.00	4.21 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00
70°C, 15min	4.22 ^a ±0.00	4.20 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00
75°C, 15min	4.22 ^a ±0.00	4.20 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00
80°C, 1min	4.22 ^a ±0.00	4.21 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00
85°C, 1min	4.23 ^a ±0.00	4.21 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00
90°C, 1min	4.23 ^a ±0.00	4.21 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	0.03 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00	7.00 ^a ±0.00

*ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (3 ซ้ำ), แบบอักษรภาษาอังกฤษที่ต่างกันในแนวตั้งแสดงถึงมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เมื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า น้ำอัญชันพาสเจอร์ไรซ์ที่ผ่านการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 65 และ 70 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในวันที่ 6 และ 7 ส่วนอุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และ อุณหภูมิ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที ตรวจพบในวันที่ 7 เมื่อวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และราทุกสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ตรวจพบในวันที่ 7 สำหรับ โคลิฟอร์ม อีโคไล และสแตปทีโลคอคคัส ออเรียส ทุกสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ ตรวจไม่พบตลอดอายุการเก็บรักษา โดยปริมาณจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้น มีค่าไม่เกินมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 356 พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณจุลินทรีย์ในเครื่องดื่มน้ำอัญชันบรรจุขวดพร้อมดื่มที่มีอายุการเก็บรักษาเป็นวันที่ 7 ที่อุณหภูมิห้อง 25.75±1.94 องศาเซลเซียส

สภาวะการพาสเจอร์ไรซ์	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (โคโลนี/มิลลิลิตร)			
	จุลินทรีย์ทั้งหมด	ยีสต์และรา	อีโคไล/โคลิฟอร์ม	สแตปทีโลคอคคัส ออเรียส
65°C, 15min	5×10 ²	12	ND	ND
70°C, 15min	5×10 ²	12	ND	ND
75°C, 15min	2×10 ²	9	ND	ND
80°C, 1min	2×10 ²	7	ND	ND
85°C, 1min	1×10 ²	7	ND	ND
90°C, 1min	1×10 ²	7	ND	ND

*ND คือ ตรวจไม่พบ (Not Detected)

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ค่าทางกายภาพและเคมีในเครื่องดื่มน้ำอัญชันบรรจุขวดพร้อมดื่มที่มีอายุการเก็บรักษาเป็นวันที่ 7 แสดงให้เห็นว่าสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ค่าแอนโทไซยานินมีปริมาณคงเหลือมากที่สุดเท่ากับ 1.92 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร ส่วนค่าสี L* ค่าสี C* ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด มีค่าไม่แตกต่างกัน (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* ค่าสี C* ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด (TA) และ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (TSS) ในเครื่องดื่มน้ำอัญชันบรรจุขวดพร้อมดื่มที่มีอายุการเก็บรักษาเป็นวันที่ 7 ที่อุณหภูมิห้อง 25.75±1.94 องศาเซลเซียส

สภาวะการพาสเจอร์ไรซ์	ผลการวิเคราะห์ค่าทางกายภาพและเคมี					
	แอนโทไซยานิน (มก./100 มล.)	L*	C*	ค่ากรด-ด่าง	ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ)	ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°บริกซ์)
65°C, 15min	1.92	26.19	2.65	4.21	0.03	7.00
70°C, 15min	1.88	26.06	2.66	4.20	0.03	7.00
75°C, 15min	1.46	25.98	2.66	4.20	0.03	7.00
80°C, 1min	1.08	25.93	2.67	4.21	0.03	7.00
85°C, 1min	1.05	25.83	2.75	4.21	0.03	7.00
90°C, 1min	1.00	25.80	2.75	4.21	0.03	7.00

อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การให้ความร้อนน้ำอัญชันพร้อมต้มด้วยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ ที่อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และอุณหภูมิ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินลดลงเมื่อเทียบกับน้ำอัญชันที่ผ่านการสกัดก่อนการให้ความร้อนด้วยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์สภาวะต่างๆ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Brownmiller *et al.* (2008) พบว่า น้ำบลูเบอร์รี่ ที่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ด้วยอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส มีสารแอนโทไซยานินทั้งหมด (Total monomeric anthocyanins) น้อยกว่าน้ำบลูเบอร์รี่ที่ไม่ผ่านการพาสเจอร์ไรซ์ ดังนั้น อุณหภูมิและระยะเวลาในการฆ่าเชื้อจึงมีผลต่อการสลายตัวของแอนโทไซยานินและการสลายตัวของแอนโทไซยานินยังส่งผลต่อการลดลงค่าสี L* และ ค่าสี C*

ระหว่างการเก็บรักษา น้ำอัญชันพร้อมต้มที่สภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ อุณหภูมิ 65, 70 และ 75 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที และอุณหภูมิ 80, 85 และ 90 องศาเซลเซียส เวลา 1 นาที มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* และ ค่าสี C* ลดลงตลอดอายุการเก็บรักษาเป็นเวลา 7 วัน ซึ่งสาเหตุของการลดลงของ รุชา และคณะ (2552) ได้กล่าวว่า อัญชันเป็นพืชสมุนไพรที่มีสารแอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารต้านออกซิเดชันที่สำคัญ หลังจากการพาสเจอร์ไรซ์ น้ำอัญชันและทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานินมีแนวโน้มลดลงและการลดลงของแอนโทไซยานินมีผลทำให้ค่าสี C* ลดลงตาม โดยสอดคล้องกับงานวิจัยของ สลักจิตร์ (2550) ระบุว่า ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้แอนโทไซยานินซึ่งเป็นสารให้สีในอัญชันเกิดการสลายตัว จึงเป็นสาเหตุให้ค่าสี L* และ ค่าสี C* ในผลิตภัณฑ์น้ำลิ้นจี่เสริมสารสกัดดอกอัญชันมีค่าลดลง และสาเหตุของการสลายตัวของปริมาณแอนโทไซยานินเกิดจากปริมาณกรดที่ละลายในเครื่องต้ม รวมถึงอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษา (Garcia and Bridle, 1991) โดยกลไกการเปลี่ยนสีแอนโทไซยานินตามระยะเวลาในการเก็บรักษา มีรายงานว่า เปลี่ยนจากสีแดงที่ pH ต่ำ ไปเป็นสีน้ำตาลได้ (Sinela *et al.*, 2017) เนื่องจากเครื่องต้ม น้ำอัญชันที่ใช้ศึกษานานี้ มีการใช้กรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 50 ปริมาตรร้อยละ 0.2 ได้ค่า pH อยู่ในช่วง 4.2-4.3 การเติมกรดซิตริกลงในส่วนผสมน้ำอัญชันเพื่อปรับให้มีค่า pH ต่ำกว่า 4.6 โดยสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (2561) ได้กล่าวว่า การให้ความร้อนน้ำผักผลไม้หลังการบรรจุในภาชนะปิดสนิท หากน้ำผักและผลไม้มีสภาพที่เป็นกรด หรือ ค่า pH ต่ำกว่า 4.6 สามารถใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ น้ำเดือดปกติ 100 องศาเซลเซียสฆ่าเชื้อได้ ซึ่งเป็นช่วงของกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ แต่หาก pH มีค่าสูงกว่า 4.6 ต้องใช้ความร้อนสูงถึง 116-121 องศาเซลเซียสในการฆ่าเชื้อ ซึ่งเป็นช่วงของกระบวนการสเตอริไลส์ ผู้วิจัยได้นำเทคนิคนี้มาปรับปรุงคุณภาพกระบวนการผลิตเครื่องต้มพาสเจอร์ไรซ์เพื่อปรับปรุงคุณภาพเครื่องต้มให้สามารถเก็บได้ที่อุณหภูมิห้อง จึงอาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่ส่งผลให้ค่าสีของน้ำอัญชันลดลงตามอายุการเก็บรักษา

สรุปผลการวิจัย

การให้ความร้อนด้วยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์มีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* และค่าสี C* มีปริมาณน้อยกว่าน้ำอัญชันที่ผ่านการสกัดก่อนการให้ความร้อนด้วยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์ ในขณะเดียวกันค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด มีค่าคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อศึกษาผลของสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ต่อการเปลี่ยนแปลงค่าทางกายภาพ เคมีและจุลินทรีย์ระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเฉลี่ย 25.75±1.94 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน พบว่า ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลทำให้ปริมาณแอนโทไซยานิน ค่าสี L* และค่าสี C* ของทุกสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์มีค่าลดลงตลอดอายุการเก็บรักษา ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด มีค่าคงที่ สำหรับคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ รา โคลิฟอร์ม อีโคไล และสแตปไฟโลคอคคัส ออร์เรียส ทุกสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์มีค่าไม่เกินมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 356 พ.ศ. 2556 เรื่อง เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า กระบวนการเตรียมน้ำอัญชันด้วยวิธีการสกัดน้ำอัญชันที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส 1 นาที (ก่อนการพาสเจอร์ไรซ์) จากนั้นให้ความร้อนด้วยวิธีการพาสเจอร์ไรซ์หลังการบรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิทประเภทแก้ว สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้เป็นเวลา 7 วัน โดยใช้ระบบการพาสเจอร์ไรซ์

แบบช้า หรือ อุณหภูมิต่ำเวลานาน (Low Temperature Long Time, LTLT) จะช่วยให้ปริมาณแอนโทไซยานิน สลายตัวช้าลง ส่วนค่าสี L* ค่าสี C* ความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณกรดทั้งหมด และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมดมีค่าใกล้เคียงกับวันเริ่มต้น (วันที่ 0) และคุณภาพทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์ที่ปลอดภัย

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงสาธารณสุข. เครื่องดื่มในภาชนะที่ปิดสนิท. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 356 พ.ศ. 2556. [Online]. Available: [http:// food. fda. moph. go. th/ law/ data/ announ_ moph/ P356. pdf](http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P356.pdf). (สืบค้นเมื่อ กันยายน 2560)
- มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. ผักและผลไม้บดแห้ง มพช.136/2558. [Online]. Available: [http://tcps. tisi. go. th / pub/ tcps 0136 _58. pdf](http://tcps.tisi.go.th/pub/tcps0136_58.pdf). (สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2560)
- ศศิพันธ์ วงศ์สุทธาวาส, กนกอร นักบุญ, เสกสรร วงศ์ศิริ และดวงกมล แสนสวาท. 2550. ผลของการเก็บรักษาน้ำคั้นจากผลเม่าที่อุณหภูมิต่ำต่อเสถียรภาพของแอนโทไซยานิน. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน. สกลนคร.
- สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. 2561. กระบวนการผลิตน้ำผักและน้ำผลไม้บรรจุในภาชนะปิดสนิท. [Online]. Available: [http://www. clinictech. most. go. th/ online/ techlist/ attachFile/ 201310191139111. pdf](http://www.clinictech.most.go.th/online/techlist/attachFile/201310191139111.pdf). (สืบค้นเมื่อ มกราคม 2561)
- สลักจิตร์ ณะวงษ์. 2550. การพัฒนาน้ำลิ้นจี่เสริมสารสกัดจากดอกอัญชัน. ปริญญาานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- อรุษา เขาวนลิขิต, สุชาติ เจริญวงศ์ และฉภาธร ชะเอม. 2552. ผลกระทบของพาสเจอร์ไรซ์และความเป็นกรด-ด่างต่อปริมาณแอนโทไซยานินและอายุการเก็บของน้ำอัญชัน. วิทยาศาสตร์เกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. หน้า 433-436.
- AOAC. 2000. Official Method of analysis of AOAC International. 17th ed. The United States of America.
- AOAC. 2002. Official Method 2001.05 of *Staphylococcus aureus* in Selected Foods. [Online]. Available: [http:// down. 40777. Cn / standard/ 8/ 17. 5. 07% 20AOAC% 20Official% 20Method% 20% 202001. 05% 20Petrifilm% 20TM% 20Rapid% 20S. aureus. pdf](http://down. 40777. Cn / standard/ 8/ 17. 5. 07% 20AOAC% 20Official% 20Method% 20% 202001. 05% 20Petrifilm% 20TM% 20Rapid% 20S. aureus. pdf)
- AOAC. 2002. Official Method 990.12 of Aerobic Plate Counts in Foods. [Online]. Available: [https://www. edgeanalytical. com / wp- content/ uploads/ Food_ AOAC- 990. 12. pdf](https://www.edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-990.12.pdf). (สืบค้นเมื่อ มกราคม 2561)
- AOAC. 2002. Official Method 991.14 of Coliform and Escherichia coli Counts in Foods. [Online]. Available: [http:// edgeanalytical. com / wp- content/ uploads/ Food_ AOAC- 991. 14. pdf](http://edgeanalytical. com/wp-content/uploads/Food_AOAC-991.14.pdf). (สืบค้นเมื่อ มกราคม 2561)
- AOAC. 2002. Official Method 997.02 of Yeast and Mold Counts in Foods. [Online]. Available: [http:// edgeanalytical. com / wp- content/ uploads/ Food_ AOAC- 997. 02. pdf](http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Food_AOAC-997.02.pdf). (สืบค้นเมื่อ มกราคม 2561)
- AOAC. 2005. Official methods of Total Monomeric Anthocyanin Pigment Content of Fruit Juices, Beverages, Natural Colorants, and Wines. [Online]. Available: [https://www. researchgate. net/ publication/ 260264533/ PDF](https://www.researchgate.net/publication/260264533/PDF). (สืบค้นเมื่อ มกราคม 2561)
- Brownmiller, C., Howard, L.R., & Prior, L.R. 2008. Processing and Storage Effects on Monomeric Anthocyanins, Percent Polymeric Color, and Antioxidant Capacity of Processed Blueberry Products. Journal of Food science. Vol 73. pp. H72 – H79. [Online]. Available: [https://pubag. nal. usda. gov/ download/ 27270/ PDF](https://pubag.nal.usda.gov/download/27270/PDF). (สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2560)
- Daniel, G., Flavia, F. V., & Maria, L. 2012. Assessing the ascorbic acid contents in beverages and powdered juices: comparison between the experimental data and the values displayed on the product label. Rev Inst Adolfo Lutz. Vol 71. pp. 331-336 [Online]. Available: [http://www. ial. sp. gov. br/ resources/ insituto- adolfo- lutz/ publicacoes/ rial/ rial71_ 2_ completa/ 1472. pdf](http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/rial71_2_completa/1472.pdf). (สืบค้นเมื่อ ธันวาคม 2560)
- Fellows, P. 2000. Food Processing Technology: Principles and Practice. 2nd ed. Cambridge: Woodhead.
- Garcia-Viguera, C., & Bridle, P. 1999. Influence of structure on colour stability of anthocyanins and flavylium salts with ascorbic acid. Journal of Food Chemistry. pp. 21-26.
- Sinela, A., Rawat, N., Mertz, C., Achir, N., Fulcrand, H., & Dornier, M. 2017. Anthocyanins degradation during storage of Hibiscus sabdariffa extract and evolution of its degradation products. Journal of Food Chemistry. pp. 234-241.
- Singh-Khurdiya, S., Islam, & Prakash-Verma, O. 1995. Processing and storage of carbonated guava beverage. [Online]. Available: [https://onlinelibrary. wiley. com/ doi/ abs/ 10. 1111/ j. 1745- 4549. 1996. tb00342. x](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1745-4549.1996.tb00342.x) (สืบค้นเมื่อ มีนาคม 2561).