

การผลิตเครื่องดื่มโกโก้คอมบูชาจากเปลือกเมล็ดโกโก้และน้ำโกโก้สด

Production of Cocoa Kombucha from Cocoa Bean Husk and Cocoa Juice

จันทิมา ชั่งสิริพร*, พฤกระยา พงศ์ยี่หล้า, นิรนา ชัยฤกษ์, เจตนิพัทธ์ ประจงพงศ์พันธุ์, นนทพันธ์ แก้วมณี
Juntima Chungsiriporn*, Prukraya Pongyeela, Nirana Chairerk, Jetniphat Prajongphongphan,
Nontapun Kaewmanee

สาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90110
Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering, Prince of Songkla University, Songkhla, 90110

*Corresponding author E-mail: juntima.c@psu.ac.th

(Received: November 19, 2024; Revised: March 28, 2025; Accepted: April 1, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มโกโก้คอมบูชาจากเปลือกเมล็ดโกโก้และน้ำโกโก้สด ศึกษาผลของความเข้มข้นชาเปลือกเมล็ดโกโก้ที่ร้อยละ 4-10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งแต่ต้น 15-30 องศาบริกซ์ และปริมาตรน้ำหัวเชื้อ 10-40 มิลลิลิตร ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ในระหว่างกระบวนการหมัก และวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ และศึกษาสภาวะการเก็บรักษาเครื่องดื่มโกโก้คอมบูชา พบว่าสภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตโกโก้คอมบูชาที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่สูงที่สุด คือ ความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเริ่มต้น 15 องศาบริกซ์ และปริมาตรน้ำหัวเชื้อที่ 10 มิลลิลิตร ที่ระยะเวลาการหมัก 7 วัน มีค่า pH เท่ากับ 3.05 และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 55.55 และเมื่อเจือจางโกโก้คอมบูชาต่อน้ำในอัตราส่วน 1:0.5 และปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ได้เป็น 15 องศาบริกซ์ จะให้รสชาติของเครื่องดื่มที่เหมาะสมที่สุด การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C ให้ความซ่าของเครื่องดื่มเพิ่มขึ้นและสามารถยืดอายุได้นานถึง 14 วัน

คำสำคัญ: โกโก้คอมบูชา เปลือกเมล็ดโกโก้ น้ำโกโก้สด ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

This research studies the optimal conditions for producing cocoa kombucha beverage from cocoa bean husks and fresh cocoa juice. Study on the effects of cocoa bean husk tea concentration at 4-10% (w/v), initial total soluble solids at of 15-30 °Brix and concentrate volume at 10-40 mL. Changes in pH and total soluble solids during the fermentation process were measured, and antioxidant content was analyzed. The storage conditions of the cocoa kombucha beverage were also investigated. The results indicated that the most suitable conditions for producing cocoa kombucha with the highest antioxidant activity were a fresh cocoa tea concentration of 10% (w/v), an initial total soluble solid of 15 °Brix, and a concentrate volume of 10 mL. After 7 days of fermentation, the pH value was 3.05 and antioxidant activity reached 55.55%. When the cocoa kombucha was diluted with water at a ratio of 1:0.5 and the total soluble solids were adjusted to 15 °Brix, the most favorable taste was achieved. Storage at 4 °C resulted in increased fizziness and extended the beverage's shelf life to 14 days.

Keywords: Cocoa kombucha, Cocoa bean husk, Fresh cocoa juice, Antioxidant activity

บทนำ

คอมบูชาเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่มีต้นกำเนิดจากการผลิตดั้งเดิมจากใบชา ซึ่งมีคุณสมบัติที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายหลายประการ เช่น โพรไบโอติกที่ช่วยเสริมสร้างระบบภูมิคุ้มกัน และสารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยชะลอวัย กรรมวิธีการผลิตคอมบูชานั้นเริ่มจากการหมัก ซึ่งส่วนประกอบหลักประกอบด้วย น้ำชา น้ำหัวเชื้อ (SCOBY) และน้ำตาล โดยจะต้องใช้เวลาการหมักประมาณ 7-14 วัน เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่มีรสชาติและกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์ ในปัจจุบันความใส่ใจต่อสุขภาพของผู้คนเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การเลือกดื่มเครื่องดื่มที่มีประโยชน์เป็นสิ่งที่ได้รับความนิยม คอมบูชาจึงกลายเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ โดยเฉพาะเมื่อมีการนำเสนอรสชาติที่หลากหลาย ในตลาดคอมบูชาส่วนใหญ่จะผลิตจากใบชาเขียว ซึ่งมีรสชาติที่เรียบง่าย อย่างไรก็ตามการผลิตคอมบูชาจากเปลือกเมล็ดโกโก้และน้ำโกโก้สดเริ่มได้รับความนิยม เนื่องจากให้รสชาติและกลิ่นที่เป็นเอกลักษณ์ ช่วยให้ออมบูชามีเสน่ห์มากยิ่งขึ้น และอาจเพิ่มความนิยมในกลุ่มผู้ที่ต้องการลองสิ่งใหม่ ๆ

คอมบูชาผลิตโดยการหมักชาที่มีสารให้ความหวานโดยใช้แบคทีเรียและยีสต์ที่ทำงานร่วมกัน (SCOBY) หรือที่เรียกว่า เยื่อบาง แบคทีเรียกรดอะซิติก (AAB) ของสกุล *Komagataeibacter*, *Acetobacter* และ *Gluconobacter* และยีสต์ เช่น *Zygosaccharomyces* spp., *Saccharomyces* spp. และ *Brettanomyces* spp. [1] [2] ยีสต์ในแผ่นสโคบี้จะทำการย่อยน้ำตาลในชา โดยกระบวนการนี้จะสร้างแอลกอฮอล์และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งทำให้เกิดฟองในคอมบูชา แบคทีเรียในแผ่นสโคบี้ เช่น *Acetobacter* จะเปลี่ยนน้ำตาลและแอลกอฮอล์เป็นกรดอะซิติก ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้คอมบูชามีรสเปรี้ยวและช่วยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียที่ไม่พึงประสงค์ ในระหว่างการหมักมีการผลิตสารประกอบที่มีประโยชน์ เช่น โพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์ ซึ่งมีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระ ช่วยเสริมสร้างสุขภาพ มีการสร้างวิตามินบีและวิตามินอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย โดยรวมแล้วปฏิกิริยาเหล่านี้ทำให้คอมบูชากลายเป็นเครื่องดื่มที่ไม่เพียงแต่มีรสชาติที่หลากหลาย แต่ยังเต็มไปด้วยคุณประโยชน์ต่อสุขภาพอีกด้วย [3]

เปลือกเมล็ดโกโก้และน้ำโกโก้สดเป็นผลผลิตพลอยได้จากกระบวนการผลิตช็อกโกแลต เปลือกเมล็ดโกโก้และน้ำโกโก้สดถือเป็นแหล่งที่มีสารต้านอนุมูลอิสระสูง ซึ่งมีประโยชน์ต่อสุขภาพ หนึ่งในวิธีการใช้เปลือกเมล็ดโกโก้ที่กำลังเป็นที่นิยมในประเทศไทย คือ การนำไปชงเป็นชา โดยเปลือกเมล็ดโกโก้มีสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพมากมาย เช่น สารต้านอนุมูลอิสระที่ช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพของเซลล์ ฟลาโวนอยด์ที่ช่วยปรับปรุงการไหลเวียนของเลือด และอีโอบโรมินที่ช่วยกระตุ้นพลังงานและสมาธิ ส่วนน้ำโกโก้สดถือเป็นแหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระที่มีคุณค่า โดยเฉพาะในรูปของโพลีฟีนอล ซึ่งมีฤทธิ์ช่วยลดการเกิดอนุมูลอิสระในร่างกาย ช่วยปกป้องเซลล์จากความเสียหายและลดความเสี่ยงในการเกิดโรคต่าง ๆ เช่น มะเร็งและโรคหัวใจ [4] ดังนั้นการบริโภคเครื่องดื่มโกโก้คอมบูชาจากเปลือกเมล็ดโกโก้และน้ำโกโก้สดในชีวิตประจำวันจึงเป็นวิธีง่าย ๆ ในการเสริมสร้างสุขภาพที่ดี ด้วยการผลิตเป็นเครื่องดื่มโกโก้คอมบูชา ที่เพิ่มสารต้านอนุมูลอิสระให้กับร่างกาย ช่วยให้ร่างกายสามารถต่อสู้กับความเสื่อมโทรมและรักษาสุขภาพได้

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษาเพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มโกโก้คอมบูชาจากเปลือกเมล็ดโกโก้และน้ำโกโก้สด โดยศึกษาความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total soluble solid) ที่ใช้ในการหมัก และปริมาณน้ำตาลหัวเชื้อ ต่อคุณภาพของเครื่องดื่มคอมบูชา และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาเครื่องดื่มคอมบูชา ผลจากงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์คอมบูชาใหม่ ๆ ที่ใช้วัตถุดิบจากโกโก้ ทำให้ผู้บริโภคมีทางเลือกที่หลากหลายและมีคุณค่าทางโภชนาการมากขึ้น

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมน้ำหัวเชื้อและแผ่นสโคบี้

การผลิตแผ่นสโคบี้ทำได้โดยการนำสับปะรด 600 กรัม ผสมกับน้ำเปล่าสะอาด 2,000 มิลลิลิตร และน้ำตาล 200 กรัม มาผสมในขวดโหลที่สะอาดผ่านการฆ่าเชื้อ จากนั้นปิดขวดโหลด้วยผ้าขาวบาง หมักเป็นระยะเวลา 3 เดือน [5] จะเกิดแผ่นสโคบี้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การหมักสับปะรดสำหรับเตรียมน้ำหัวเชื้อและแผ่นสโคบี้

2. การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคอมบูชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สด

2.1 การศึกษาผลของความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดต่อคุณภาพโกโก้คอมบูชา โดยนำน้ำโกโก้สดปริมาณ 300 มิลลิลิตร เติมเปลือกเมล็ดโกโก้ ดังภาพที่ 2 ให้มีความเข้มข้นร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 20 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำหัวเชื้อ 30 มิลลิลิตร และแผ่นสโคบี้ปริมาณ 25 กรัม ปิดภาชนะด้วยผ้าขาวบาง หมักเป็นเวลา 14 วัน



ภาพที่ 2 เปลือกเมล็ดโกโก้

2.2 การศึกษาผลปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่อคุณภาพของคอมบูชา โดยใช้ชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดความเข้มข้นร้อยละ 8 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 15, 20,

25 และ 30 องศาบริกซ์ เติมปริมาตรน้ำหัวเชื้อ 30 มิลลิลิตร และแผ่นสโคบี้ปริมาณ 25 กรัม ปิดภาชนะด้วยผ้าขาวบาง หมักเป็นเวลา 14 วัน

2.3 การศึกษาผลของปริมาตรน้ำหัวเชื้อเริ่มต้นต่อคุณภาพของคอมบูชา โดยนำน้ำชาโกโก้สดที่ความเข้มข้นร้อยละ 8 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 20 องศาบริกซ์ ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ใส่ในขวดโหลที่สะอาด เติมน้ำหัวเชื้อปริมาณ 10, 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร เติมแผ่นสโคบี้ปริมาณ 25 กรัม ปิดภาชนะด้วยผ้าขาวบาง หมักเป็นเวลา 14 วัน

3. การวิเคราะห์ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

ผสมตัวอย่างปริมาณ 1 มิลลิลิตร กับสารละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.1 มิลลิโมลาร์ ปริมาณ 3 มิลลิลิตร ทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร [6] คำนวณร้อยละของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดังสมการที่ 1

$$\% \text{Inhibition} = (A_{\text{control}} - (A_{\text{sample,DPPH}} - A_{\text{sample,Ethanol}})) / A_{\text{control}} \times 100 \quad (1)$$

โดย $\% \text{Inhibition}$ คือ ร้อยละของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ

A_{control} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารละลาย DPPH

$A_{\text{sample,DPPH}}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ผสมกับสารละลาย DPPH

$A_{\text{sample,Ethanol}}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสงของสารตัวอย่างที่ผสมกับสารละลายเอทานอล

4. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษาโกโก้คอมบูชา

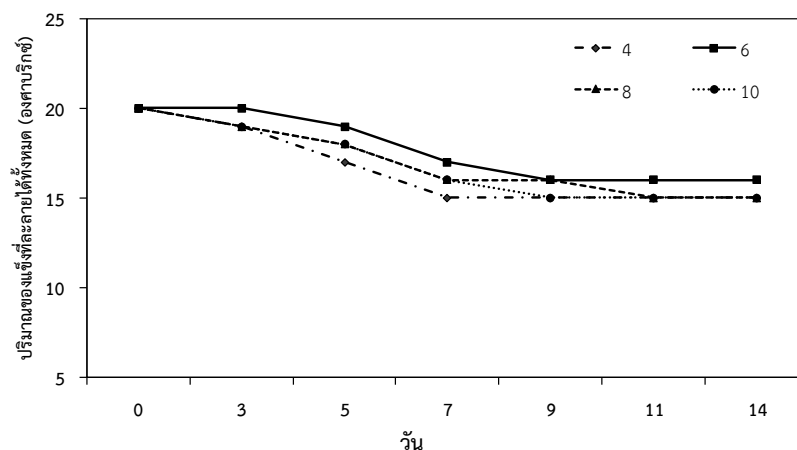
โดยนำโกโก้คอมบูชาสถานะที่เหมาะสมมาเจือจางด้วยน้ำต้มสุก ในอัตราส่วน 1:0.5 จากนั้นทำการปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดด้วยไซรัปให้มีค่า 15 องศาบริกซ์ เติมตัวอย่างลงในขวดพลาสติกปริมาณ 80 มิลลิลิตร เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และอุณหภูมิห้อง สังเกตลักษณะการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพประกอบด้วย รสชาติ กลิ่น สี ความขุ่น และการเกิดตะกอน พร้อมทั้งวัดค่า pH ของตัวอย่างในวันที่ 7 และ 14 ของการเก็บรักษา

ผลการวิจัย

1. ผลของความเข้มข้นชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดต่อโกโก้คอมบูชาในระหว่างกระบวนการหมัก

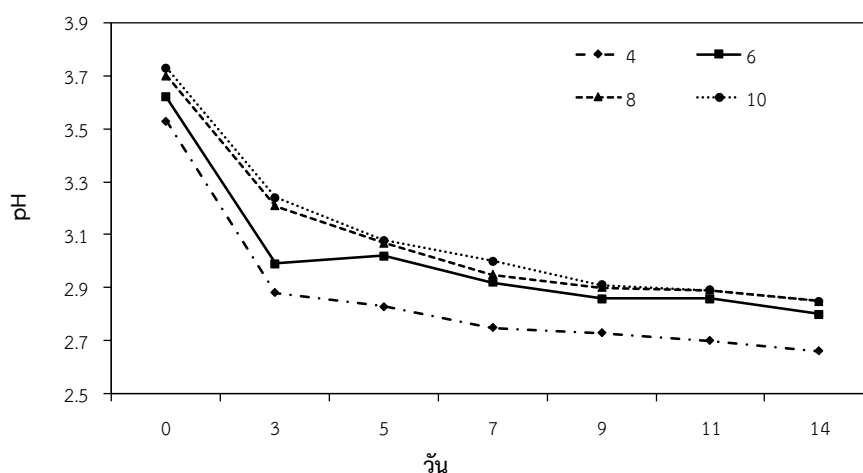
ผลของความเข้มข้นชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 20 องศาบริกซ์ และปริมาตรน้ำหัวเชื้อ 30 มิลลิลิตร ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ดังภาพที่ 3 พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีค่าลดลงถึงวันที่ 7 และมีแนวโน้มคงที่อยู่ที่ 15 องศาบริกซ์ ในระยะเวลาการหมัก 7-14 วัน แสดงให้เห็นว่า กระบวนการหมักคอมบูชาอาศัยเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำงานร่วมกันในสองชนิดประกอบด้วยแบคทีเรียกรดอะซิติกและยีสต์ [7] ในช่วงวันที่ 1-7 ระยะเริ่มต้นของกระบวนการหมักยีสต์จะทำหน้าที่ย่อยน้ำตาลซูโครสให้เป็นกลูโคส และฟรุกโตส [8] และเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวให้เป็นแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ จึงทำให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลง และในช่วงวันที่ 7-14 แอลกอฮอล์จะกระตุ้นการเจริญของแบคทีเรียที่ผลิตกรดอะซิติก ซึ่งสามารถเปลี่ยนกลูโคสให้เป็นกรดกลูโคนิกและเปลี่ยนฟรุกโตสให้เป็นกรดอะซิติก ก่อให้เกิดจุลินทรีย์และยีสต์สายพันธุ์

ตีปริมาณมากซึ่งดีต่อระบบย่อยอาหารของร่างกาย [9] จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด



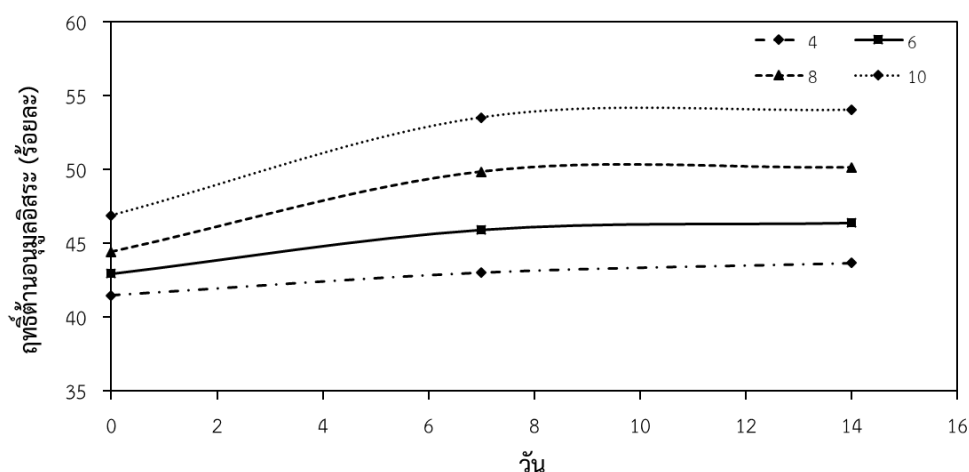
ภาพที่ 3 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix) ในระหว่างการหมักโกโก้คอมบูชาที่มีความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดแตกต่างกัน

ผลของความเข้มข้นชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 20 องศาบริกซ์และปริมาตรน้ำหัวเชื้อ 30 มิลลิลิตร ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ดังภาพที่ 4 พบว่า ค่า pH มีการเปลี่ยนแปลงตามความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สด โดยเมื่อเพิ่มความเข้มข้นชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สด ค่า pH จะมีการเพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากการเพิ่มความเข้มข้นของเปลือกโกโก้ในน้ำโกโก้สดอาจส่งผลให้มีสารบางชนิดที่สามารถลดอัตราการเกิดกรด ทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของชา ในระหว่างกระบวนการหมักค่า pH จะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในระยะเวลาการหมัก 1-3 วันแรก และมีแนวโน้มลดลงต่อเนื่องช้า ๆ ในทุก ๆ ความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สด เนื่องจากใน 1-3 วันแรก จุลินทรีย์ทำการหมักน้ำตาลและผลิตกรดอินทรีย์อย่างเข้มข้น แต่หลังจากนั้น ค่า pH จะลดลงช้าลงเนื่องจากการเข้าสู่ระยะสมดุลของกระบวนการหมัก และการสะสมของกรดที่ส่งผลต่ออัตราการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ที่ความเข้มข้นชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดแตกต่างกัน

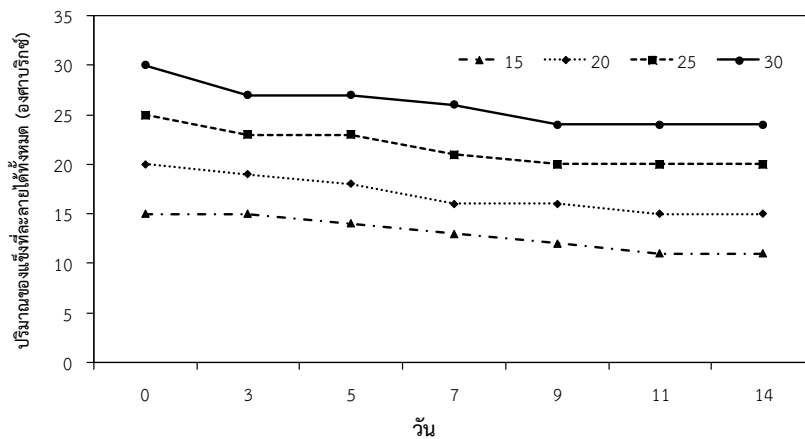
ผลของความเข้มข้นชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดที่ร้อยละ 4, 6, 8 และ 10 โดยน้ำหนักต่อปริมาตรที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 20 องศาบริกซ์ และปริมาตรน้ำหัวเชื้อ 30 มิลลิลิตร ต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดังภาพที่ 5 พบว่า ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีค่าสูงขึ้นตามความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สด โดยความเข้มข้นชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 10 ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระสูงสุดร้อยละ 54 และความเข้มข้นชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 4 ให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระต่ำสุดร้อยละ 43 เนื่องจากเปลือกโกโก้มีสารสำคัญกลุ่มสารต้านอนุมูลอิสระ คือ สารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) เช่น กรดแกลลิก (Gallic acid) ฟลาโวนอยด์ทั้งหมด (Total flavonoids) เช่น อีพิกาทะชิน (Epicatechin) คาเทชิน (Catechin) และโพรไซยานิดิน (Procyanidins) เป็นต้น [10, 11] ซึ่งการใช้เปลือกโกโก้ในความเข้มข้นสูงจะส่งผลให้มีสารต้านอนุมูลอิสระสูงขึ้นตามไปด้วย



ภาพที่ 5 ฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระที่ความเข้มข้นชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดแตกต่างกัน

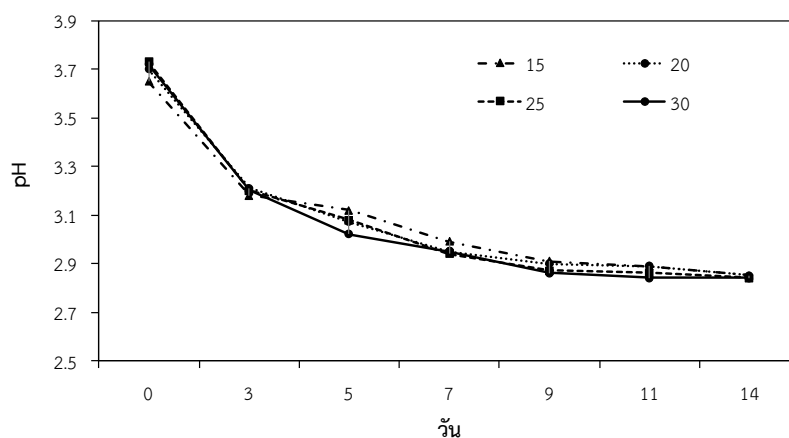
2. ผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดต่อโกโก้คอมบูชาในระหว่างกระบวนการหมัก

ผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งต้นที่ 15, 20, 25 และ 30 องศาบริกซ์ ที่ความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 8 เนื่องจากเป็นระดับที่ยังคงรสชาติของโกโก้ได้ดี โดยไม่ทำให้รสของเครื่องดื่มเสียสมดุล และปริมาตรน้ำหัวเชื้อ 30 มิลลิลิตร ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงในระหว่างกระบวนการหมัก และจะเริ่มคงที่ในวันที่ 7 ของการหมัก ซึ่งมีอัตราการลดลงของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากันในทุกสภาวะ ดังภาพที่ 6 โดยปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งต้นที่เหมาะสมในการหมักโกโก้คอมบูชา คือ 15 องศาบริกซ์ ที่เพียงพอสำหรับการเกิดกระบวนการหมักและส่งผลต่อรสชาติโกโก้คอมบูชาที่ดี



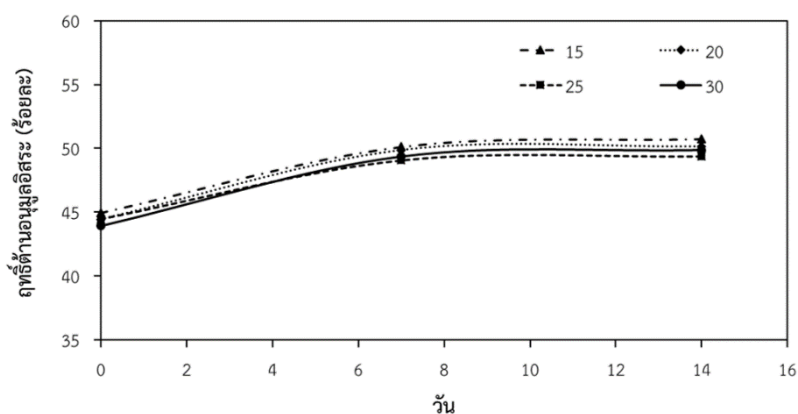
ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งต้น 15, 20, 25 และ 30 องศาบริกซ์

ผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งต้นที่ 15, 20, 25 และ 30 องศาบริกซ์ ที่ความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 8 และปริมาตรน้ำหัวเชื้อ 30 มิลลิลิตร ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเริ่มต้นที่ 15, 20, 25 และ 30 องศาบริกซ์ ให้ค่า pH เริ่มต้นที่ใกล้เคียงกัน โดยมีค่า pH เท่ากับ 3.65, 3.70, 3.72 และ 3.73 ตามลำดับ และเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการหมักที่ 14 วัน มีค่า pH เท่ากับ 2.85 ในทุกปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งต้น ดังภาพที่ 7 แสดงให้เห็นว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งต้นไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ระหว่างกระบวนการหมัก เนื่องจากการผลิตกรดจากจุลินทรีย์เป็นปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลมากกว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งต้นในระหว่างการหมัก ในระหว่างการหมักปริมาณยีสต์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเริ่มต้นของการหมัก ซึ่งยีสต์จะใช้ประโยชน์จากน้ำตาลในการผลิตเอทานอล จากนั้นแบคทีเรียกรดอะซิติกจะเปลี่ยนเอทานอลเป็นกรดอะซิติก ส่งผลให้ค่า pH ลดลง [12] แม้ว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งต้นจะเป็นแหล่งพลังงานสำหรับจุลินทรีย์ แต่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่แตกต่างกันในช่วง 15-30 องศาบริกซ์ อาจไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกระบวนการผลิตกรดโดยจุลินทรีย์เป็นปัจจัยหลักที่กำหนดค่า pH ในระหว่างการหมักโกโก้คอมบูชา



ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 15, 20, 25 และ 30 องศาบริกซ์

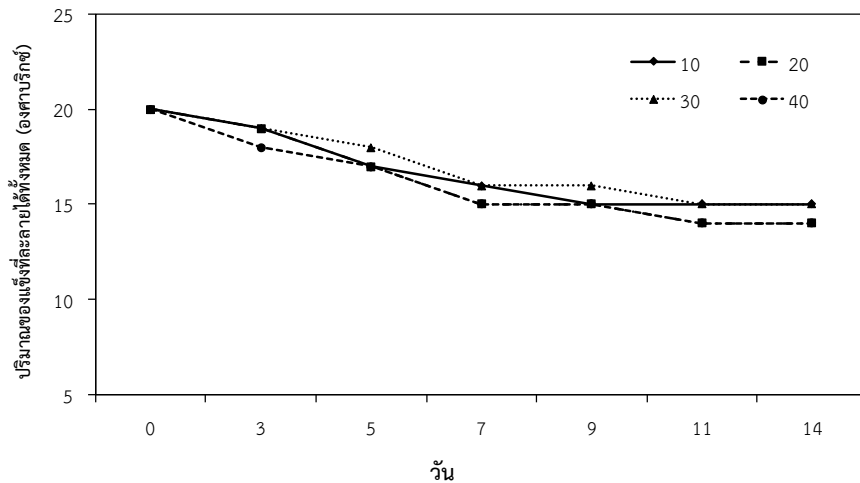
ผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งต้นที่ 15, 20, 25 และ 30 องศาบริกซ์ ที่ความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 8 และปริมาตรน้ำหัวเชื้อ 30 มิลลิลิตร ต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่าในช่วง 1-7 วันแรกของการหมัก ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมีค่าเพิ่มขึ้น เนื่องจากใน 1-7 วัน จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการหมัก เช่น ยีสต์และแบคทีเรียกรดอะซิติกจะผลิตสารเมตาบอไลต์รองที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ทำให้โกโก้คอมบูชามีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้น แต่หลังจากนั้นในช่วง 7-14 วัน จะเห็นว่าค่าต้านอนุมูลอิสระคงที่ ดังภาพที่ 8 ซึ่งบ่งชี้ว่าการเพิ่มปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดตั้งต้นไม่ได้มีผลต่อการเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกระบวนการหมัก โดยอาจจะมียปัจจัยอื่น ๆ ที่มีอิทธิพลต่อการพัฒนาของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเพียงอย่างเดียว



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระที่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 15, 20, 25 และ 30 องศาบริกซ์

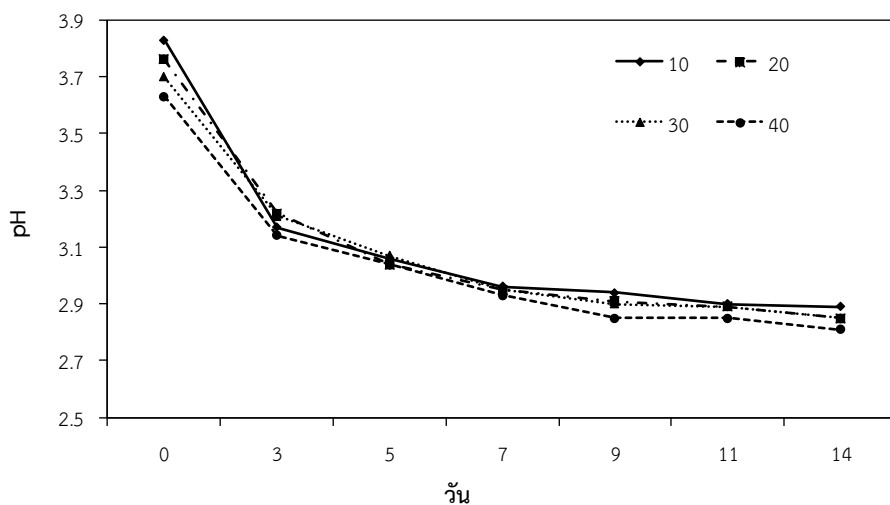
3. ผลของปริมาตรน้ำหัวเชื้อต่อโกโก้คอมบูชาในระหว่างกระบวนการหมัก

ผลปริมาตรน้ำหัวเชื้อที่ 10, 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 8 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ 20 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่าการเติมปริมาตรน้ำหัวเชื้อที่ 20 และ 40 มิลลิลิตร ให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดสุดท้ายที่เท่ากัน คือ 14 องศาบริกซ์ และปริมาตรน้ำหัวเชื้อที่ 10 และ 30 มิลลิลิตร ให้ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเท่ากับ 15 องศาบริกซ์ ซึ่งมีความใกล้เคียงกัน ดังภาพที่ 9 ดังนั้นการใช้ปริมาตรน้ำหัวเชื้อที่ 20 มิลลิลิตร จึงมีความเพียงพอในการเติมเพื่อให้เกิดปฏิกิริยาในกระบวนการหมักโกโก้คอมบูชา



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ปริมาตรน้ำหั่วเชื้อที่ 10, 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร

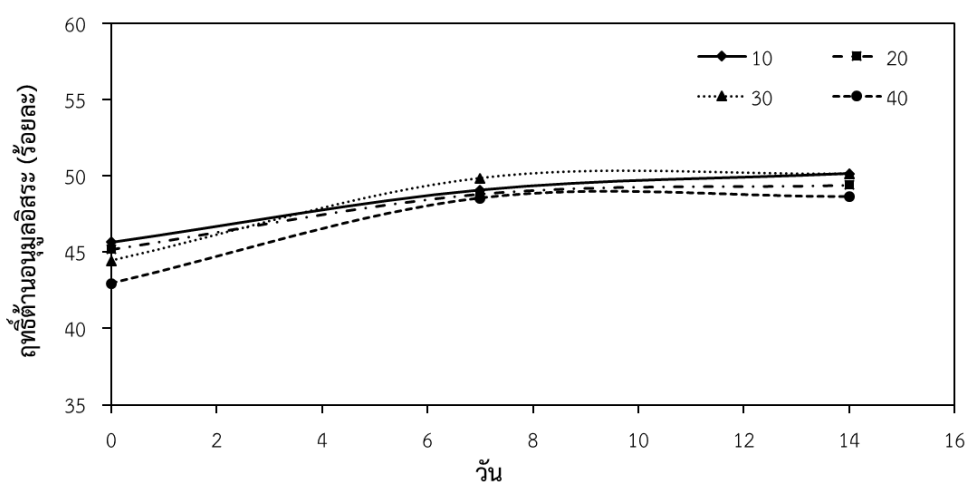
ผลปริมาตรน้ำหั่วเชื้อที่ 10, 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 8 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ 20 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่า ปริมาตรน้ำหั่วเชื้อที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อการลดลงของค่า pH โดยปริมาตรน้ำหั่วเชื้อที่ 10, 20, 30 และ 40 มิลลิลิตรให้ค่า pH สุดท้ายที่ 2.89, 2.85, 2.85 และ 2.81 ตามลำดับ ดังภาพที่ 10 ซึ่งเป็นค่า pH ที่เหมาะสมในการหมักโกโก้คอมบูชา ในกระบวนการหมักมีค่า pH ต่ำกว่า 4 ที่ช่วยลดการปนเปื้อนจุลินทรีย์ชนิดอื่นระหว่างกระบวนการหมัก [13] โดยทั่วไปการหมักจะทำให้ค่า pH ลดลง เนื่องจากการผลิตกรดจากกระบวนการย่อยสลายของน้ำตาลโดยจุลินทรีย์ในน้ำหั่วเชื้อ ปริมาตรน้ำหั่วเชื้อที่มากขึ้นอาจช่วยเพิ่มจำนวนจุลินทรีย์และเร่งกระบวนการผลิตกรด ส่งผลให้ค่า pH ลดลงอย่างรวดเร็ว



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงของค่า pH ที่ปริมาตรน้ำหั่วเชื้อที่ 10, 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร

ผลของปริมาตรน้ำหั่วเชื้อที่ 10, 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 8 และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ 15 องศาบริกซ์ ต่อการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้าน

อนุมูลอิสระในระหว่างกระบวนการหมัก พบว่า การเติมปริมาณน้ำหัวเชื้อที่ 10, 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร ในระยะเวลาการหมัก 14 วัน มีค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 50.15, 49.40, 50.15 และ 48.65 ค่าฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระค่อนข้างใกล้เคียงกันในปริมาณน้ำหัวเชื้อ 10 และ 30 มิลลิลิตร ซึ่งอาจบ่งชี้ว่าปริมาณน้ำหัวเชื้อที่แตกต่างกันไม่ได้ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาของฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ โดยการเติมน้ำหัวเชื้อมากขึ้น (20 และ 40 มิลลิลิตร) ไม่ส่งผลต่อการเพิ่มฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระอย่างมีนัยสำคัญ ดังภาพที่ 11 ซึ่งอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่มีบทบาทสำคัญในการสร้างฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในกระบวนการหมัก เช่น ชนิดของจุลินทรีย์หรือองค์ประกอบอื่น ๆ ในซาโปเล็กโกโก้และน้ำโกโก้สด



ภาพที่ 11 การเปลี่ยนแปลงฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระที่ปริมาณน้ำหัวเชื้อที่ 10, 20, 30 และ 40 มิลลิลิตร

4. ผลของสภาวะการเก็บรักษาเครื่องต้มโกโก้คอมบูชา

ผลสภาวะการเก็บรักษาเครื่องต้มคอมบูชาในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C และอุณหภูมิห้อง ด้วยการเจือจางโกโก้คอมบูชาต่อน้ำดื่มในอัตราส่วน 1:0.5 มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่ 9 องศาบริกซ์ และมี pH 3.10 พบว่า การเก็บเครื่องต้มโกโก้คอมบูชาเป็นเวลา 7 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C ส่งผลให้โกโก้คอมบูชา มีรสชาติเปรี้ยวเพิ่มขึ้นเล็กน้อยและมีกลิ่นเหมือนเดิม แต่จะมีความซ่าที่เพิ่มขึ้นจากเดิมมาก มีค่า pH เท่ากับ 3.18 ส่วนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องส่งผลให้เครื่องต้มโกโก้คอมบูชา มีรสชาติที่เปรี้ยวเพิ่มขึ้นสูงกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C อย่างชัดเจน มีกลิ่นเปรี้ยวของเครื่องต้มหมักที่สูงขึ้น ไม่มีความซ่าเกิดขึ้น มีตะกอนเกิดขึ้นเล็กน้อย และมีค่า pH เท่ากับ 3.13 เมื่อเก็บเครื่องต้มโกโก้คอมบูชาเป็นเวลา 14 วัน ที่อุณหภูมิ 4 °C พบว่า เครื่องต้มมีความเปรี้ยวเพิ่มขึ้นจากเดิมในระดับหนึ่ง มีกลิ่นเปรี้ยวของเครื่องต้มหมักที่เพิ่มขึ้นแต่เป็นกลิ่นที่เปรี้ยวหอม มีความซ่าที่สูงมากคล้ายน้ำอัดลม เริ่มมีตะกอนเกิดขึ้นเล็กน้อย และมีค่า pH เท่ากับ 3.16 และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 14 วัน พบว่า เครื่องต้มโกโก้คอมบูชา มีรสชาติที่เปรี้ยวเพิ่มขึ้นมาก มีกลิ่นเปรี้ยวของเครื่องต้มหมักสูงขึ้นคล้ายกลิ่นน้ำส้มสายชู มีความซ่าเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มีสีอ่อนลง และเกิดตะกอนเพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 1 ดังนั้น การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C ทำให้เครื่องต้มคงรสชาติสัมผัสคงเดิมได้นานกว่าแต่จะเสริมให้ความซ่าเพิ่มมากขึ้น และมีการลดลงของค่า pH ที่ช้ากว่า

ตารางที่ 1 ผลการเก็บรักษาเครื่องต้มโกโก้คอมบูชาในสภาวะการเก็บที่อุณหภูมิ 4 °C และอุณหภูมิห้อง

วัน	สภาวะ	ผลการทดสอบ					
		รสชาติ	กลิ่น	สี	ความซ่า	การเกิดตะกอน	pH
7	อุณหภูมิ 4°C	เปรี้ยวขึ้นเล็กน้อย	ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิมมาก	ไม่เปลี่ยนแปลง	เพิ่มขึ้นปานกลาง	ไม่เกิดตะกอน	3.18
	อุณหภูมิห้อง	เปรี้ยวขึ้นปานกลาง	กลิ่นเปรี้ยวขึ้นเล็กน้อย	ไม่เปลี่ยนแปลง	ไม่เปลี่ยนแปลง	มีตะกอนเกิดขึ้นเล็กน้อย	3.13
14	อุณหภูมิ 4°C	เปรี้ยวขึ้นปานกลาง	กลิ่นเปรี้ยวขึ้นเล็กน้อย	ไม่เปลี่ยนแปลง	เพิ่มขึ้นมาก	มีตะกอนเกิดขึ้นเล็กน้อยมาก	3.16
	อุณหภูมิห้อง	เปรี้ยวขึ้นมาก	กลิ่นเปรี้ยวขึ้นมาก	สีจางเล็กน้อย	เพิ่มขึ้นเล็กน้อย	มีตะกอนเกิดขึ้นมาก	3.12

สรุปผลการวิจัยและวิจารณ์

สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตโกโก้คอมบูชาที่มีฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระสูงสุด คือ ความเข้มข้นของชาเปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดร้อยละ 10 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดเริ่มต้นที่ 15 องศาบริกซ์ และปริมาตรน้ำหัวเชื้อที่ 10 มิลลิลิตร โดยการหมักเป็นเวลา 7 วัน มีฤทธิ์สารต้านอนุมูลอิสระร้อยละ 55.55 โกโก้คอมบูชาที่ได้มีค่า pH ต่ำกว่า 4.2 ซึ่งเป็นสภาวะที่ปลอดภัยในกระบวนการหมักโกโก้คอมบูชา [14] แสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการใช้วัตถุดิบจากโกโก้ในการผลิตเครื่องดื่มที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ การใช้เปลือกโกโก้และน้ำโกโก้สดเป็นส่วนประกอบหลักนั้นถือเป็นแนวทางที่น่าสนใจ เพราะโกโก้ไม่เพียงแต่มีรสชาติที่ดี แต่ยังเต็มไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระและสารฟลาโวนอยด์ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ การผสมผสานคุณสมบัติเหล่านี้เข้ากับกระบวนการผลิตคอมบูชาอาจช่วยเสริมสร้างผลิตภัณฑ์ที่ไม่เพียงแต่มีรสชาติที่น่าพึงพอใจ แต่ยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่ดีกว่าเครื่องดื่มประเภทอื่น ๆ ในตลาด

การเจือจางคอมบูชาด้วยน้ำในอัตราส่วน 1:0.5 จะได้รับรสชาติของเครื่องดื่มโกโก้คอมบูชาที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความสำคัญของการปรับสูตรเพื่อให้ได้รสชาติที่ดีและตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภค การทำให้รสชาติของผลิตภัณฑ์โดดเด่นจะช่วยสร้างความได้เปรียบในการแข่งขัน นอกจากนี้การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C ช่วยคงรสสัมผัสและเพิ่มความซ่าของเครื่องดื่ม ซึ่งถือเป็นปัจจัยสำคัญในการยืดอายุการใช้งานและรักษาคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยการเก็บรักษาอย่างเหมาะสมสามารถลดการเกิดการเสื่อมสภาพของเครื่องดื่มได้เป็นอย่างดี อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับผลกระทบของการเก็บรักษาในระยะยาวต่อคุณภาพของโกโก้คอมบูชา รวมถึงการสำรวจความคิดเห็นจากผู้บริโภคเกี่ยวกับรสชาติและกลิ่น เพื่อให้สามารถปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้ตอบโจทย์ตลาดได้ดียิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ที่สนับสนุนสถานที่การทำงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Liu, C., Hsu, W., Lee, F., & Liao, C. (1996). The isolation and identification of microbes from a fermented tea beverage, Haipao and their interactions during Haipao fermentation. *Food Microbiol*, 13, 407–415. DOI no.: 10.1006/fmic.1996.0047
- [2] Mayser, P., Fromme, S., Leitzmann, G., & Gründer, K. (1995). The yeast spectrum of the ‘tea fungus kombucha’. *Mycoses*, 38, 289–295. DOI no.: 10.1111/j.1439-0507.1995.Tb00410.x
- [3] สุภาดา ฟองอากาศ. (2567). *คอมบูชา (Kombucha)*. สืบค้นจาก https://hdmall.co.th/blog/health/what-is-kombucha/?utm_source=chatgpt.com
- [4] Zekrumah, M., Begua, P., Razak, A., Wahab, J., Moffo, N., Ivane, A., Oman, M., Elrashied, H., Zou, X., & Zhang, D. (2023). Role of dietary polyphenols in non-communicable chronic disease prevention, and interactions in food systems: An overview. *Nutrition*, 112, 112034. DOI no.: 10.1016/j.nut.2023.112034. Epub 2023 Mar 15. PMID: 37285724.
- [5] วิธีทำ Scoby ขึ้นเอง หัวเชื้อคอมบูชา Step-by-Step. (2564). สืบค้นจาก https://www.Naturekombuchath.com/post/how-to-make-scoby-from-scratch?utm_source=chatgpt.com
- [6] Namchot, C., Phasuk, S., & Takonphakdee, P. (2013). Efficiency of Feronia lomonía swingle branch crude extract as antioxidant. pp. 251-260. *In the 5th Rajamangala University of Technology National Conference*, 28 March 2014, IMPACT Muang Thong Thani, Nonthaburi. (in Thai)
- [7] Dufresne, C., & Farnworth, E. (2000). Tea, Kombucha, and health: a review. *Food Research International*, 33(6), 409-421. DOI no.: 10.1016/S0963-9969(00)00067-3
- [8] Balentine, D. A. (1997). Special issue: tea and health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 8, 691-692.
- [9] พิสุทธิ บุตรสุวรรณ. (2561). ชาหมักคอมบูชา. *Food*, 48(1), 56-58.
- [10] Okiyama, D.C.G., Soares, I.D., Cuevas, M.S., Crevelin, E.J., Moraes, L.A.B., Melo, M.P., Oliveira, A.L., & Rodrigues, C.E.C. (2018). Pressurized Liquid Extraction of Flavanols and Alkaloids from Cocoa Bean Shell Using Ethanol as Solvent. *Food Res. Int.* 2018, 114, 20–29. DOI no.: 10.1016/j.foodres.2018.07.055
- [11] ศิริพร เหลียงกอบกิจ. (2551). โกโก้ที่มาของความอร่อย. *จุลสารข้อมูลสมุนไพร*, 25(4), 3-12.

- [12] นิสา ร่มสั่มซ่า, จุฑามาศ พรสันเทียะ, ทิพย์วรินทร์ รีมลัดวน, และ กุณทิกา เวชกลาง. (2564). คุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก. *วารสารนเรศวรพะเยา*, 14(1), 76-87.
- [13] สาวิตรี ลิ้มทอง. (2549). *ยีสต์: ความหลากหลายและเทคโนโลยีชีวภาพ*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, (น. 611).
- [14] Nyhan, L.M., Lynch, K.M., Sahin, A.W., & Arendt, E.K. (2022). Advances in Kombucha Tea Fermentation: A Review. *Appl. Microbiol*, 2, 73–103. DOI no.: 10.3390/applmicrobiol2010005