

การผลิตเครื่องดื่มคอมบูชาจากรากบัว Manufacture of Kombucha from lotus root

พันธ์ระวี หมวดศรี* และ วีระยุทธ เตียนธนา

Phanrawi Muadsri* and Teerayut Theantana

สาขาวิชาชีววิทยาและเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
Department of Biology and Biotechnology, Faculty of Science and Technology,
Nakhon Sawan Rajabhat University
Email: peerawon@gmail.com

Received : June 24, 2024
Revised : October 21, 2024
Accepted : November 29, 2024

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการผลิตคอมบูชาจากรากบัวอบแห้ง ที่มีอุณหภูมิในการอบแห้งรากบัวหลวงที่แตกต่างกัน โดยจุลินทรีย์โพรไบโอติกซึ่งมีการศึกษาสถานะที่เหมาะสมในการอบแห้ง ของวัตถุดิบทั้งหมด 3 สภาวะคือ ที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง โดยได้มีการวิเคราะห์ ค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าความหวาน จำนวนจุลินทรีย์ สารต้านอนุมูลอิสระ และปริมาณสารฟลาโวนอยด์ จากระยะเวลาในการหมัก 15 วัน พบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่อง ค่าความหวาน มีค่าที่เพิ่มขึ้น และลดลงในบางตัวอย่าง ในขณะที่จำนวนจุลินทรีย์ในคอมบูชา จากรากบัวที่อบแห้งอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีจำนวนจุลินทรีย์สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือ เท่ากับ 8.7×10^7 cfu/ml ในวันที่ 15 ของการหมัก นอกจากนี้ คอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระโดยวิธี DPPH สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือเท่ากับ 90.03 เปอร์เซ็นต์ และมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ที่สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือเท่ากับ 342 mgCE/mlDW นอกจากนี้ ยังพบว่าคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีค่าเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ และมีปริมาณสารฟลาโวนอยด์ใกล้เคียงกับ คอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส จากการทดลองคอมบูชาจากรากบัวที่มีการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีความเหมาะสมในการนำไปต่อยอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อไป

คำสำคัญ: รากบัว คอมบูชา โพรไบโอติก โพรไบโอติก

ABSTRACT

This research investigates the production of Kombucha from dried lotus root with different drying temperatures (50, 55, and 60 degrees Celsius) using probiotic microorganisms. The study examines the optimal drying conditions of the raw material, with three different drying temperatures at 50, 55, and 60 degrees Celsius for 48 hours. The pH, sweetness value, number of microorganisms, antioxidant activity, and flavonoid content were analyzed after 15 days of fermentation. It was found that the pH of the samples decreased continuously, while the sweetness value increased and decreased in some samples. The highest microbial count was found in the Kombucha from dried lotus root dried at 50 degrees Celsius, with a statistically significant difference at a 95% confidence level, reaching 8.7×10^7 cfu/ml on day 15 of fermentation. Additionally, Kombucha from dried lotus root at 55 degrees Celsius showed the highest free radical inhibition percentage using the DPPH method, with a statistically significant difference at a 95% confidence level, reaching 90.03%. It also had the highest flavonoid content at 342 mgCE/mlDW, with statistical significance at a 95% confidence level. Furthermore, Kombucha from dried lotus root at 50 degrees Celsius showed free radical inhibition and flavonoid content similar to that of Kombucha from dried lotus root at 55 degrees Celsius. Based on the experiment, Kombucha from lotus root dried at 50 degrees Celsius is suitable for further product development.

Key Words: Lotus root, Kombucha, Prebiotic, Probiotic

บทนำ

คอมบูชา (Kombucha) หรือชาหมัก เป็นเครื่องดื่มที่ส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้ที่บริโภค เพราะไม่เพียงมีสรรพคุณเช่นเดียวกับชา แต่ยังมีเชื้อโพรไบโอติกที่เป็นกลุ่มเชื้อจุลินทรีย์ และยีสต์ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ (Ahmed *et al.*, 2020) ในผลิตภัณฑ์ Kombucha ที่หมักจากชาเขียวจะอุดมไปด้วยสารต้านอนุมูลอิสระหลายชนิดที่ช่วยป้องกัน หรือยับยั้งความเสียหายของเซลล์ที่เกิดขึ้นจากอนุมูลอิสระอย่างสารโพลีฟีนอล (Polyphenol) (ธีรพงษ์ เทพภรณ์, 2557) โดยในปัจจุบันมีงานวิจัยที่ศึกษาคุณสมบัติของ Kombucha ในด้านนี้กับหนูทดลองที่ได้รับสารละลายตะกั่วติดต่อกัน 45 วัน โดยแบ่งหนูทดลองออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่กิน Kombucha ควบคู่กับได้รับ

สารตะกั่ว กับกลุ่มที่ไม่ได้กิน Kombucha พบว่าเซลล์ที่ถูกทำลายจากสารตะกั่วของหนูทดลองกลุ่มแรกนั้นมีจำนวนลดลง แสดงให้เห็นว่า เครื่องดื่มชนิดนี้สามารถช่วยลดความเป็นพิษของตับจากการได้รับสารเคมีที่เป็นพิษได้ (Kapp and Sumner, 2019)

โพรไบโอติก (Probiotic) เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น แบคทีเรียที่สร้างกรดแล็กติก (Lactic acid bacteria, LAB) ที่มักพบในผลิตภัณฑ์อาหารหมัก เช่น กิมจิ นมเปรี้ยว โยเกิร์ตและแหมม เป็นต้น (ธารารัตน์ ศุภศิริ, 2542) ซึ่งเชื่อโพรไบโอติกสามารถช่วยในการปรับสมดุลลำไส้ มีความสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรค ช่วยย่อยอาหารที่มนุษย์ย่อยไม่ได้ หรือย่อยได้ไม่หมด ช่วยการเพิ่มการดูดซึมของสารอาหาร ลดระดับคอเรสเตอรอล และสร้างวิตามินที่เป็นประโยชน์กับร่างกาย (Fuller, 1989) ซึ่งการที่เชื่อในกลุ่มโพรไบโอติกจะสามารถเพิ่มจำนวนได้นั้นนอกจากการรับประทานอาหารที่มีแบคทีเรียกลุ่มโพรไบโอติกโดยตรงแล้วนั้นผู้บริโภคสามารถเพิ่มปริมาณเชื้อโพรไบโอติกได้อีกวิธีคือการรับประทานอาหารที่มีสารอาหารที่ไปถึงเชื้อโพรไบโอติกที่อยู่ในลำไส้ได้โดยตรงที่เรียกว่า พรีไบโอติก (Gibson and Roberfroid, 1995)

บัวหลวง จัดเป็นไม้ล้มลุก มีอายุหลายปี ลำต้นมีทั้งเป็นเหง้าอยู่ใต้ดินและเป็นไหลอยู่เหนือดินได้น้ำ ลักษณะของเหง้าเป็นท่อนยาว มีปล้องสีเหลืองอ่อนจนถึงสีเหลือง ในรากบัวหลวงมีสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารพรีไบโอติก (Phanrawi, 2017) ซึ่งสารพรีไบโอติก (Prebiotic) คือ สารอาหารซึ่งร่างกายมนุษย์ไม่สามารถย่อย และไม่ถูกดูดซึมในระบบทางเดินอาหารทั้งกระเพาะอาหารและลำไส้เล็ก แต่จะถูกย่อยด้วยแบคทีเรียบริเวณลำไส้ใหญ่ โดยจะกระตุ้นการทำงานและส่งเสริมการเจริญของจุลินทรีย์โพรไบโอติก จัดเป็นอาหารในกลุ่มอาหารฟังก์ชัน (Functional food) คืออาหารที่มีสารอื่นที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ นอกเหนือจากมีสารอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการ เช่น ช่วยป้องกันโรค และรักษาโรคได้แล้ว ยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพ ซึ่งสารพรีไบโอติก สามารถพบได้ในอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะในผักที่มีการสะสมอาหาร เช่น รากชิคอรี่ หัวอาร์ทิโชค กระเทียม ห่อไม้ฝรั่ง ผลไม้บางชนิด และในเมล็ดธัญพืชบางชนิด เป็นต้น (Fuller and Gibson, 1997)

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยมีแนวความคิดในการพัฒนาเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพโดยการหมักขารากบัว เพื่อให้ผู้บริโภคได้คุณประโยชน์จากสารสำคัญในขารากบัว แล้วยังได้สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่เกิดจากการหมักโดยเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์ด้วย ซึ่งผู้วิจัยต้องการพัฒนากระบวนการผลิตคอมบูชาจากรากบัว โดยมีการควบคุมอุณหภูมิในการอบแห้งรากบัวเพื่อเป็นการหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิต นอกจากนี้ผู้วิจัยคาดว่าจะช่วยส่งเสริมการนำรากบัวมาแปรรูปทำให้เกิดการสร้างรายได้ในชุมชนในพื้นที่เป้าหมาย ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีความต้องการในการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากรากบัว ซึ่งในการทดลองนี้พื้นที่เป้าหมายที่มีความร่วมมืออยู่ในชุมชนคือ เขตพื้นที่ องค์การบริหารส่วนตำบลทับกฤช อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดนครราชสีมา ที่มีเกษตรกรทำนาบัวหลวงเป็นจำนวนมาก

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมหัวเชื้อ Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast หรือเรียกว่า SCOBY โดยนำใบชาดำ 2.575 กรัม ต้มกับน้ำสะอาด 500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นปรับความหวานให้ได้ 15 บริกซ์ จากนั้นกรองใบชาออกและนำน้ำใส่ขวดโหล รอให้น้ำเย็นใส่สับปะรดลงในขวดโหล 150 กรัม ปิดปากโหลด้วยผ้าขาวบางมัดด้วยยาง จากนั้นนำโหลไปวางในที่ร่มที่อุณหภูมิห้อง อย่างน้อย 1-21 สัปดาห์ หรือจนกว่าหัวเชื้อ “SCOBY” จะขึ้นใช้จุลินทรีย์ที่ก่อตัวเป็นเซลล์โกลที่มีลักษณะคล้ายวุ้นอยู่ด้านบนน้ำหมักเพื่อนำไปหมักคอมบูชาจากรากบัว

2. หมักคอมบูชาจากรากบัวด้วยเชื้อจุลินทรีย์ SCOBY โดยการนำรากบัวที่ได้จากนาบัวในเขตพื้นที่อำเภอทับกฤช มาทำการล้างแล้วหั่นเป็นชิ้นมาผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง มาทำการต้มในน้ำสะอาด 80 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน 1 : 30 w/v (g/ml) เป็นเวลา 15 นาที ปรับบริกซ์น้ำตาลให้ได้ 15 Brix ทิ้งให้เย็นจากนั้นลงหัวเชื้อ SCOBY หมักทิ้งไว้ 15 วันทำการเก็บผล

3. วัดการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์ชารากบัวหมัก นำตัวอย่างก่อนและหลังการหมักมาทำการวัดการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกโดยการนับจำนวนจุลินทรีย์ที่มีชีวิตโดยวิธี Pour plate โดยใช้อาหาร MRS วัดค่า pH และวัดค่าความหวาน

4. การวิเคราะห์ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในคอมบูชาจากรากบัว โดยวิธี DPPH

ทดสอบประสิทธิภาพในการต้านสาร อนุมูลอิสระ DPPH radical scavenging ability โดยใช้ 2,2- diphenyl-1-picryl-hydrazyl radical (DPPH) เป็น อนุมูลอิสระ เริ่มจากนำ สารสกัดตัวอย่าง ปริมาตร 150 ไมโครลิตร ใส่ในหลอดทดลอง เติมน้ำละลาย DPPH ความเข้มข้น 0.6 มิลลิโมลาร์ ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เขย่าให้ เข้ากัน เก็บในที่มืดอุณหภูมิห้อง 30 นาที วัดค่าการดูดกลืน แสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นเป็น blank แทนสารสกัดตัวอย่าง และใช้ Trolox ความเข้มข้น 25, 50, 100, 300 และ 600 μM เป็นสารมาตรฐาน นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐาน จากนั้นนำผลที่ได้จาก การทดสอบสารสกัดจากสมุนไพรไปเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐาน เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ รายงานผลในหน่วยของ μmol Trolox ต่อตัวอย่าง 1 กรัม

5. การวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในคอมบูชาจากรากบัว (ดัดแปลงวิธีจาก Prommuak *et al.*, 2008)

วิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์โดยวิธี aluminum chloride colorimetry โดยใช้เคอร์ซีติน (Quercetin) เป็นสารมาตรฐาน (ความเข้มข้น 12.5-100 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร) ละลายสารสกัดด้วยเมทานอล นำสารสกัดแต่ละชนิดมา 0.5 มิลลิลิตร ความเข้มข้นของสารสกัด 1 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร แล้วเติมเอทานอล 95 % ลงไป 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นเติมน้ำละลาย aluminium chloride ความเข้มข้น 10 % ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วนำไปเติมน้ำละลาย potassium acetate ความเข้มข้น 1 โมลาร์

ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตร ด้วยน้ำกลั่นจนครบ 5 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที นำสารละลายที่ได้ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 415 นาโนเมตร คำนวณหาปริมาณสารฟลาโวนอยด์ ในสารสกัดโดยเปรียบเทียบกับกราฟมาตรฐานของสารมาตรฐาน เคอร์ซีติน ในหน่วยมิลลิกรัมสมมูลของเคอร์ซีตินต่อกรัมสาร สกัด (mg of quercetin equivalent /g extract)

วิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ในการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่ด้วยวิธี Scheffe' test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลการวิจัย

ผลการวัดการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกของคอมบูชาจากรากบัวอบแห้ง

ผลของการวัดจำนวนจุลินทรีย์ของคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ในน้ำหมักตลอดระยะเวลาการหมักของทุกสภาวะมีแนวโน้มไม่คงที่ เนื่องมาจากการใช้หัวเชื้อที่อยู่ในรูป SCOBY ซึ่งเป็นแผ่นวุ้นโดยมีเชื้อจุลินทรีย์ที่มีความหลากหลาย ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่ตรวจสอบในน้ำหมักเป็นกลุ่มเชื้อ Lactic Acid Bacteria (LAB) เมื่อมีการเจริญของเชื้อในกลุ่มที่สร้างแผ่นวุ้นทำให้เชื้อจุลินทรีย์ที่อยู่ในน้ำหมัก สามารถเข้าไปอยู่ในรูพรุนของแผ่นวุ้นได้ ทำให้จำนวนของเชื้อมีการเปลี่ยนแปลงได้ จึงต้องทำการวัดจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำหมักเพื่อตรวจสอบว่าจำนวนเชื้อโพรไบโอติกที่มีในน้ำหมักมีปริมาณเพียงพอต่อการบริโภคแล้วทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกายหรือไม่ จากผลของจำนวนจุลินทรีย์ในน้ำหมักคอมบูชาจากรากบัวอบแห้ง (ตารางที่ 1) เมื่อการหมักเสร็จสิ้นมีค่ามากกว่า 10^6 cfu/ml ซึ่งเป็นค่าต่ำที่สุดเมื่อบริโภคเข้าไปแล้วทำให้เกิดประโยชน์ต่อร่างกาย โดยคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีการเจริญของเชื้อมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเวลาผ่านไป 9 วัน พบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ 7.5×10^7 cfu/ml ในขณะที่คอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 ให้จำนวนเชื้อจุลินทรีย์สูงที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 คือเท่ากับ 8.7×10^7 cfu/ml เมื่อสิ้นสุดการหมักที่เวลา 15 วัน จะเห็นได้ว่าอุณหภูมิในการอบแห้งมีผลต่อการเพิ่มจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ในคอมบูชาจากรากบัว นอกจากนี้อุณหภูมิในการอบแห้งยังมีผลต่อการเจริญต่อการเข้าสู่ช่วง log phase ของจุลินทรีย์ในคอมบูชาจากรากบัวจะเห็นได้ว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงกว่าจะทำให้เชื้อจุลินทรีย์สามารถเจริญเข้าสู่ช่วง log phase ได้ดีกว่ารากบัวที่อบแห้งในอุณหภูมิที่ต่ำกว่า ซึ่งผลจะสอดคล้องกับความเป็นกรด - ด่างที่เกิดขึ้น (ภาพประกอบ 1) ทั้งนี้อุณหภูมิในการอบที่สูงทำให้เกิดการย่อยสลายสารโพรไบโอติกในรากบัวให้กลายเป็นน้ำตาล ทำให้ช่วงแรกเจริญได้เร็วกว่าแต่ในระยะเวลาการหมักที่นานขึ้นเป็นระยะเวลาที่ 15 วัน ในกลุ่มตัวอย่างที่ใช้รากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำกว่ากลับมีค่าการเจริญสูงกว่าเป็นเพราะมีงานวิจัยพบว่า ในรากบัวมีสารในกลุ่มสารโพรไบโอติกอยู่ซึ่งในระยะแรกของการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์จะใช้น้ำตาลกลุ่มที่นำมาใช้ในการเจริญได้ง่ายก่อน หลังจากนั้นเชื้อจุลินทรีย์ค่อยจะเริ่มใช้น้ำตาลจาก

กลุ่มที่ต้องมีการย่อยสลายแล้วค่อยใช้ได้ ซึ่งสารในกลุ่มสารพรีไบโอติกส่วนใหญ่จะเป็นน้ำตาลในกลุ่มโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่นำไปใช้ได้ยากกว่า จึงทำให้เชื้อจุลินทรีย์เพิ่มจำนวนมากขึ้นในตอนท้ายของการหมักในเวลา 15 วัน (Phanrawi, 2017) (ตารางที่ 1)

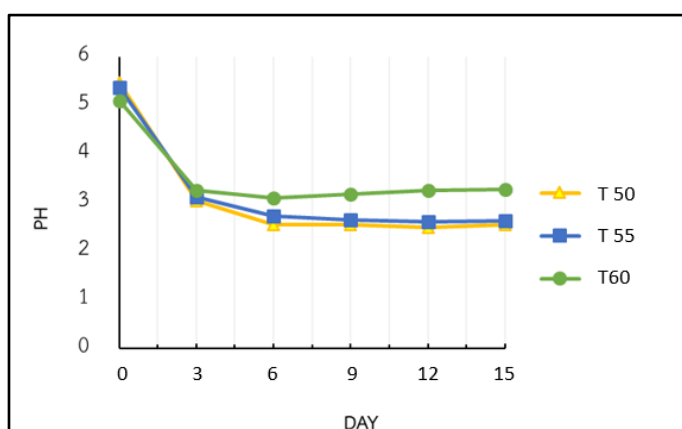
ตารางที่ 1 ผลของอุณหภูมิในการอบแห้งขารากบัวต่อการเจริญของเชื้อโพรไบโอติกในผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากรากบัว

Sample (Lotus root)	Day / (cfu/ml)					
	0	3	6	9	12	15
T 50	1.35×10^5 ^a	4.1×10^6 ^c	3.0×10^6 ^c	2.5×10^7 ^c	3.5×10^7 ^a	8.7×10^5 ^a
T 55	1.3×10^5 ^a	2.4×10^7 ^a	1.1×10^7 ^b	6.3×10^7 ^b	7.0×10^6 ^c	8.0×10^5 ^b
T 60	1.2×10^5 ^a	8.0×10^6 ^b	6.2×10^7 ^a	7.5×10^7 ^a	2.8×10^7 ^b	2.1×10^5 ^c

* Means within the same column follow by different letters showed significantly different between treatments by Scheffe' test at $P \leq 0.05$

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของคอมบูชาจากรากบัวอบแห้ง

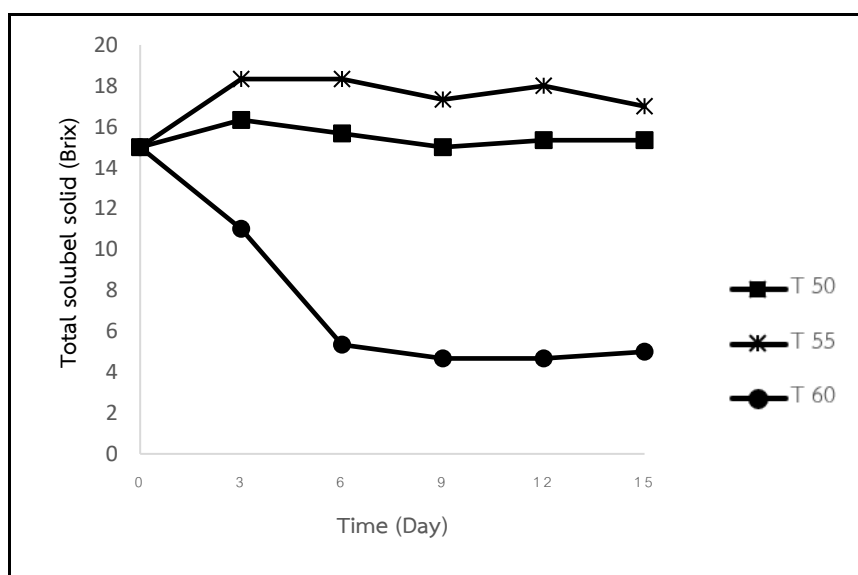
จากการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่า คอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นกรด-ด่างเริ่มต้น เท่ากับ 5.46 ± 0.15 , 5.37 ± 0.17 และ 5.10 ± 0.07 ตามลำดับ และลดลงอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 12 จากนั้นค่าความเป็นกรด-ด่าง มีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในวันที่ 15 ซึ่งเป็นวันสิ้นสุดการหมัก เท่ากับ 2.54 ± 0.10 , 2.62 ± 0.11 และ 3.27 ± 0.22 ตามลำดับ (ภาพประกอบ 1)



ภาพประกอบ 1 ค่า pH ของผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากรากบัวในระหว่างกระบวนการหมัก

ผลการวัดค่าความหวานของคอมบูชาจากรากบัวอบแห้ง

ผลจากการวัดค่าความหวานของคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส โดยทั้ง 3 สภาวะ มีค่าความหวานเริ่มต้นที่ 15 Brix เท่ากัน โดยคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส โดยตลอดระยะเวลาการหมักทั้ง 3 สภาวะ พบว่า คอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 และ 55 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานเพิ่มขึ้น ในขณะที่คอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีค่าความหวานลดลงไม่คงที่หลังสิ้นสุดการหมัก ซึ่งมีทั้งค่าความหวานที่ลดลงและเพิ่มขึ้น (ภาพประกอบ 2) มีความเป็นไปได้ว่าเชื้อ SCOBY ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ซึ่งเกิดจากเชื้อธรรมชาติ โดยใช้สับปะรด น้ำตาล ชาเป็นสารตั้งตัว ทำให้เกิดเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ที่หลากหลายทำให้มีแบคทีเรียบางชนิด เช่นแบคทีเรียสกุล *Gluconobacter* ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนน้ำตาลเป็นกรดอะซิติก และยังสามารถในการผลิตน้ำตาลแอลกอฮอล์ซึ่งเป็นสารให้ความหวานที่ใช้ในอาหาร เพื่อทดแทนน้ำตาล มักพบให้ลูกอม หมากฝรั่ง อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก เป็นต้น (นิสา ร่มสัมช่า และคณะ, 2564)

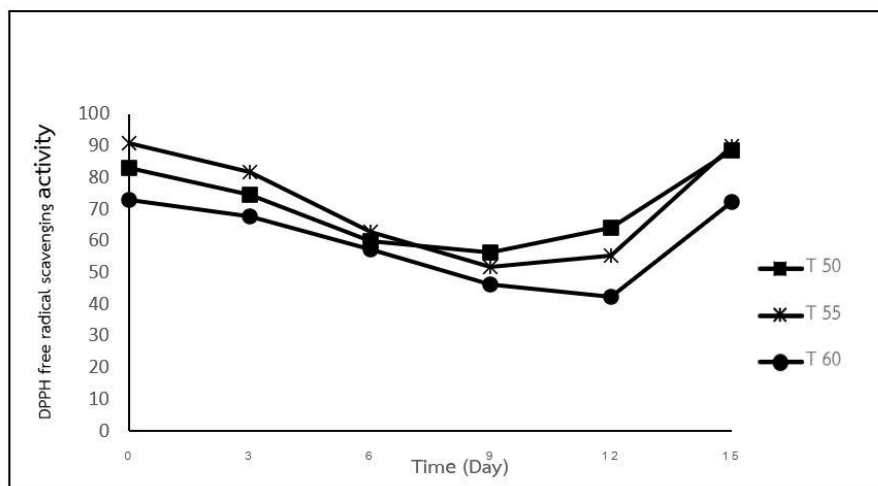


ภาพประกอบ 2 การเปลี่ยนแปลงของความหวาน (Brix) ระหว่างกระบวนการหมักในผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากรากบัว

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการต้านสารอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging ability จากการหมักคอมบูชาจากรากบัวอบแห้ง

ผลการทดสอบประสิทธิภาพในการต้านสารอนุมูลอิสระ โดยวิธี DPPH radical scavenging ability ของคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า คอมบูชาจาก

รากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส มีค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระที่ลดลงตั้งแต่เริ่มหมักและลดลงเรื่อย ๆ จนถึงระยะเวลาการหมักที่ 12 วัน ค่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระจึงค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนสิ้นสุดการหมัก โดยกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระร้อยละที่สูงที่สุด อยู่ในช่วงระยะเวลาการหมักที่ 15 วัน มีกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระร้อยละ เท่ากับ 88.73 ± 17.23 , 90.03 ± 1.76 , 72.22 ± 3.35 ตามลำดับ (ภาพประกอบ 3) ซึ่งเป็นไปได้ว่ากิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระที่ลดลงอย่างต่อเนื่องและเพิ่มขึ้น เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์ที่เพิ่มขึ้น นอกจากนี้แบคทีเรียกรดอะซิติกที่เพิ่มขึ้นก็ส่งผลต่อกิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระที่เพิ่มขึ้นเช่นกัน แต่เนื่องจากในสภาวะที่เป็นกรด phenolic compound จะมีความเสถียรมากขึ้นทำให้ยากที่จะปลดปล่อยโปรตรอนที่จะไปจับกับ DPPH ทำให้กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระลดลง (จุฑามาศ พรสันเทียะ และคณะ, 2563)

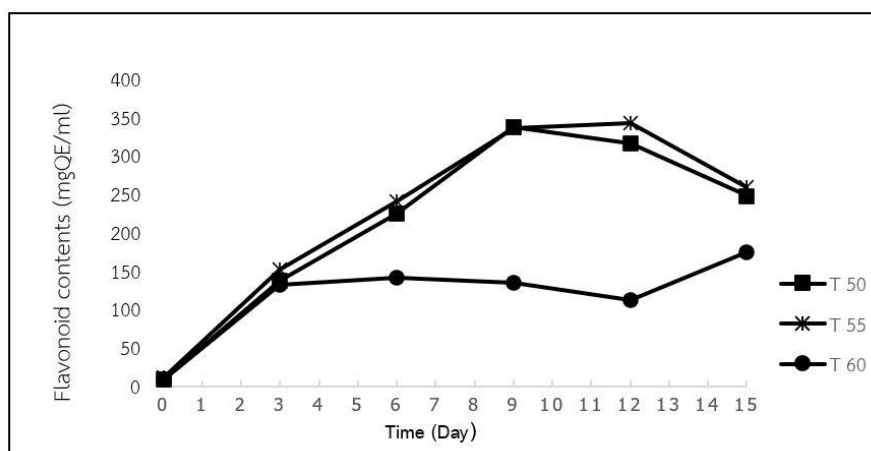


ภาพประกอบ 3 ค่าประสิทธิภาพการต้านอนุมูลอิสระในระหว่างการหมักผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากรากบัว

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ในคอมบูชาจากรากบัว

ผลการวิเคราะห์สารฟลาโวนอยด์ aluminum chloride colorimetry ของคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 55 และ 60 องศาเซลเซียส พบว่า มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงที่สุด เท่ากับ 316, 342 และ 174 mgQE/ml ตามลำดับ (ภาพประกอบ 4) โดยปริมาณสารฟลาโวนอยด์ของคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสสูงที่สุดอยู่ในช่วงเวลาหมักที่ 9 วัน ในขณะที่คอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงที่สุดอยู่ช่วงระยะเวลาหมักที่ 12 วัน และคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส มีปริมาณสารฟลาโวนอยด์สูงที่สุดอยู่ช่วงระยะเวลาหมักที่ 15 วัน จากผลของการ

วิเคราะห์กิจกรรมการต้านอนุมูลอิสระกับจำนวนจุลินทรีย์ และการเพิ่มขึ้นของปริมาณสารฟลาโวนอยด์อาจเกิดจากจุลินทรีย์บางชนิดที่อยู่ใน SCOBY ซึ่งมีความสามารถในการย่อยสลายสารประกอบโพลีฟีนอลใน รากบัวให้กลายเป็นฟลาโวนอยด์ในขณะที่อุณหภูมิที่สูงขึ้น ส่งผลต่อปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมด และความสามารถในการยับยั้งอนุมูล DPPH ลดลงไปด้วย (Laureys *et al.*, 2020)



ภาพประกอบ 4 ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ทั้งหมดระหว่างการหมักในผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากรากบัว

สรุปผลการวิจัย

จากการทดลองผลิตคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส จะให้สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการนำมาเป็นวัตถุดิบในการหมักเมื่อเทียบระยะเวลาในการหมักกับปริมาณ สารต้านอนุมูลอิสระที่ได้ และอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง เมื่อเทียบกับอีก 2 สภาวะที่ทำการทดลองเพราะในคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสใช้อุณหภูมิในการอบที่ต่ำกว่าทำให้ช่วยในเรื่องการประหยัดพลังงานในการอบแห้ง และยังคงคุณลักษณะของวัตถุดิบได้ดี อีกทั้งหลังจากการหมักยังให้ปริมาณสารฟลาโวนอยด์ใกล้เคียงกับคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส ในระยะเวลาการหมักที่ 9 วัน นอกจากนี้ยังพบว่าในคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์อยู่ในปริมาณที่สูงกว่าคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียสด้วย จากที่กล่าวมาคอมบูชาจากรากบัวอบแห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส สามารถนำไปต่อยอดเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพได้ในอนาคต

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสถาบันวิจัย และพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์ ประจำปี 2565

เอกสารอ้างอิง

- จุฑามาศ พรสันเทียะ, ทิพย์วรินทร์ รีมลัดวน, กุณทิกา เวชกลาง และนิสา ร่มสั่มซ่า. (2563). *ฤทธิ์ยับยั้งแบคทีเรีย และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชาในกระบวนการหมัก, นครราชสีมา: คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.*
- ธารรัตน์ ศุภศิริ. (2542). Probiotic: แบคทีเรียเพื่อสุขภาพ, *วารสารวิทยาศาสตร์, 53*(6), 357-360.
- ธีรพงษ์ เทพภรณ์. (2557). *ชา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- นิสา ร่มสั่มซ่า, จุฑามาศ พรสันเทียะ, ทิพย์วรินทร์ รีมลัดวน และกุณทิกา เวชกลาง. (2564). *คุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก. นครราชสีมา: คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน.*
- Ahmed, R.F., Hikal, M.S., & Abou-Taleb, K.A. (2020). Biological, chemical and antioxidant activities of different types Kombucha. *Annals of Agricultural Sciences, 65*(1), 35-41.
- Fuller, R. (1989). Probiotics in man and animals. *J Appl Bacteriol, 66*(5), 365-378.
- Fuller, R., & Gibson, G.R. (1997). Modification of the intestinal microflora using probiotics and prebiotics. *Scand. J Gastroenterol, 32*, 28-31.
- Gibson, G.R., & Roberfroid, M.B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotic. *J Nutr, 125*, 1401-1412.
- Kapp, M.J. & Sumner, W. (2019). Kombucha: a systematic review of the empirical evidence of human health benefit. *Annals of Epidemiology, 30*, 66-70.
- Laureys, D., Britton, S.J., & De Clippeleer, J. (2020). Kombucha Tea Fermentation: A Review, *Journal of the American Society of Brewing Chemists. 78*(3), 165-174.
- Phanrawi, M. (2017). The Influence of lotus root extract on *Lactobacillus casei* subsp. *rhamnosus* growth in fermented milk. *NSRU Science and Technology Journal, 9*(9), 20-25.
- Prommuak, C., De-Eknamkul, W., & Shotipruk, A. (2008). Extraction of flavonoids and carotenoids from Thai silk waste and antioxidant activity of extracts. *Separation and Purification Technology, 62*(2), 444-448.