

ผลของปริมาณชาดอกปอเทืองต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ และคุณลักษณะของเครื่องดื่มชาหมัก

THE EFFECT OF SUNN HEMP FLOWER TEA CONTENTS ON TOTAL ANTIOXIDANT CAPACITY AND CHARACTERISTICS OF FERMENTED TEA

ผกามาศ จุลศรี^{1*}, ณภาพัช ไชยน้ำอ้อม² และ นภาพร เวชกามา³

Phakamas Jullsi^{1*}, Napapach Chainamoom², and Napharporn Wetchakama³

¹สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

²สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

³สาขาวิชาเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

¹Program in Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

²Program in Biology, Faculty of Science and Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

³Program in Agriculture, Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University

*corresponding author e-mail: phakamas.ra@rmu.ac.th

(Received: 3 October 2023; Revised: 28 November 2023; Accepted: 29 November 2023)

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณชาดอกปอเทืองต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและคุณลักษณะระหว่างกระบวนการหมักชาดอกปอเทือง ตลอดจนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทืองหมัก โดยการแปรผันปริมาณชาดอกปอเทือง 10 30 และ 50 กรัมต่อลิตร ผลการทดลอง พบว่า ปริมาณชาดอกปอเทืองที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการหมักชาดอกปอเทือง คือ 10 กรัมต่อลิตร ซึ่งมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นในช่วง 7 วันแรกของการหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.49 มิลลิกรัมทริลออกซ์ต่อมิลลิลิตร ในการหมักวันที่ 21 ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมด (% เทียบกับกรดอะซิติก) เพิ่มขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก และ pH มีค่าลดลง ส่วนปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มค่าลดลงและจำนวนแบคทีเรียและยีสต์เพิ่มขึ้นในช่วง 7 วันแรกของการหมัก นอกจากนี้ผลการตรวจสอบค่าสีของชาดอกปอเทืองหมัก พบว่า L^* (ค่าความสว่าง) จะลดลง และค่า b^* (ค่าความเป็นสีเหลือง) จะเพิ่มขึ้นในน้ำชาเริ่มต้นตามปริมาณของชาดอกปอเทืองที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่พบเปลี่ยนแปลงของค่าสีที่ชัดเจนในระหว่างกระบวนการหมัก และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาดอกปอเทืองหมักโดยผู้ทดสอบที่ไม่ได้ฝึกฝน พบว่า คะแนนความชอบโดยรวมของชาดอกปอเทืองหมักปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร มีคะแนนความพึงพอใจสูงที่สุดเท่ากับ

7.13 ดังนั้นสามารถนำข้อมูลจากกระบวนการผลิตชาดอกปอเทืองหมักจากชาดอกปอเทืองปริมาณเริ่มต้น 10 กรัมต่อลิตร เพื่อพัฒนาเครื่องดื่มชาหมักจากชาดอกปอเทืองได้ต่อไปในอนาคต

คำสำคัญ: ปอเทือง ชาหมัก สารต้านอนุมูลอิสระ

Abstract

The purpose of this research was to study the effect of Sunn hemp flower tea contents on total antioxidant capacity and characteristics during Sunn hemp flower tea fermentation process, as well as sensory testing of Sunn hemp flower tea fermented products. The experiment was conducted by varying the amount of Sunn hemp flower tea at 10, 30 and 50 g/l. The results showed that the optimal amount of Sunn hemp flower tea for Sunn hemp flower tea fermentation was 10 g/l, which the antioxidant capacity was significantly increased ($P < 0.05$) during the 7 days of fermentation and had the highest inhibition capacity of 0.49 mg TE/ml at 21 days of fermentation. While the total titratable acidity (% acetic acid) was increased and pH decreased during the fermentation process, total soluble solids tended to decrease and the number of bacteria and yeast were increased at the 7 days. In addition, the results on color values of Sunn hemp flower tea fermented revealed L^* (lightness value) were decreased and b^* (yellow value) were increased in the initial tea as rise in the amount of tea. But no significant changes in color values were observed during the fermentation process. The sensory testing of Sunn hemp flower tea fermented by untrained subjects found the highest overall acceptability score of 7.13 in Sunn hemp flower tea content of 10 g/l. Therefore, these experiment data on Sunn hemp flower tea fermented content of 10 g/l could be used for developing fermented tea beverages in the future.

Keywords: Sunn hemp, Fermented tea, Antioxidant

บทนำ

ชาหมักหรือคอมบูชา (Kombucha) เป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่เกิดจากการหมักชากับน้ำตาลด้วยจุลินทรีย์ที่ทำงานร่วมกัน คือ ยีสต์และแบคทีเรียกรดอะซิติก เรียกว่า Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast หรือ “SCOBY” โดยยีสต์จะใช้น้ำตาลในชาหมักเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ ซึ่งจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกรดอะซิติกที่จะใช้แอลกอฮอล์เปลี่ยนเป็นกรดอะซิติก

(Jayabalan et al., 2007 อ้างอิงโดย ปฏิญา และสุกฤษฎี, 2561) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมัก จะมีผลิตภัณฑ์สองส่วน คือ ส่วนของเซลล์ลูโลสซึ่งได้จากแบคทีเรียกรดอะซิติกและส่วนของน้ำชาหมักคอมบูชาที่มีรสชาติหวานอมเปรี้ยว มีกลิ่นแอลกอฮอล์เล็กน้อย นอกจากนี้คอมบูชายังมีประโยชน์อีกมากมาย เช่นต่อต้านอนุมูลอิสระ ต้านสารก่อมะเร็ง (Jayabalan et al., 2011) ต้านเบาหวาน (Aloulou et al., 2012) และลดคอเลสเตอรอล (Yang et al., 2009) เป็นต้น

ชาหมักหรือคอมบูชาเป็นอีกหนึ่งเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพที่ยังคงเป็นที่นิยมในต่างประเทศ เช่น ประเทศอังกฤษ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย เป็นต้น และมีแนวโน้มขยายตลาดมากขึ้นในประเทศไทย ส่วนสำคัญที่ทำให้ชาหมักได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากการบอกต่อประสบการณ์ของผู้ดื่มเป็นประจำในสังคมออนไลน์ นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มรสชาติให้มีความหลากหลายขึ้น เช่น การเติมสมุนไพร เครื่องเทศ ผลไม้ ดอกไม้ และผักเป็นส่วนผสม โดยสมุนไพรไทย ได้แก่ ัญชัน มะตูม และดอกกระเจี๊ยบ มีสรรพคุณช่วยส่งเสริมกระบวนการหมักผลิตภัณฑ์ชาหมัก ซึ่งมีการรายงานว่า ชาดอกกระเจี๊ยบหมักมีปริมาณกรดอินทรีย์ที่น่าสนใจ ส่วนชาดอกัญชันหมักมีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระสูงสุด ในขณะที่ชามะตูมหมักช่วยให้ผลิตภัณฑ์ชาหมักมีกลิ่นหอมที่โดดเด่นและมีปริมาณวิตามินซีสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสมุนไพรตัวอื่น (สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา, 2562) ดังนั้นการผลิตผลิตภัณฑ์ชาหมักจากพืชหรือสมุนไพรไทยชนิดอื่นๆ นอกจากชาเขียว ชาขาว และชาดำ จึงได้รับความสนใจเพิ่มขึ้นเนื่องจากประเทศไทยมีพืชและสมุนไพรหลากหลายชนิด พืชและสมุนไพรเหล่านี้ยังมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงอีกด้วย โดยสารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) คือ สารปริมาณน้อยที่สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิด ปฏิกิริยาออกซิเดชันของอนุมูลอิสระได้ เป็นสารประกอบที่ทนต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันในเซลล์ สารเหล่านี้จะมีกลไกในการต้านอนุมูลอิสระหลายแบบ และสามารถพบได้ในธรรมชาติในรูปแบบต่างๆ เช่น วิตามินซี วิตามินอี สารประกอบฟีนอลิกซึ่งมีฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย ต้านไวรัส ต้านการอักเสบ ต้านการแพ้ และมีคุณสมบัติสลายลิ่มเลือด และสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ เป็นต้น (นันทิดา, 2557)

ปอเทือง (Sun hemp; *Crotalaria juncea* L.) จัดเป็นพืชในวงศ์ถั่ว ดอกมีสีเหลือง ลักษณะช่อดอกเป็นแบบกระจับ (Raceme) ดอกจะมีก้านดอกยาวเท่าๆ กัน และเรียงตามแกนที่ยาวไม่จำกัด ดอกที่อยู่โคนช่อจะบานก่อนดอกที่อยู่ปลายช่อเสมอ ช่อหนึ่งยาวประมาณ 25 เซนติเมตร ลักษณะการบานของดอกเป็นแบบทยอยบาน (Indeterminate) (Cobley & Steele, 1976) ในประเทศไทยมีส่วนปอเทืองในหลายภูมิภาค ซึ่งส่วนมากมักเป็นแหล่งท่องเที่ยวที่นักท่องเที่ยวนิยมไปถ่ายภาพ อีกทั้งมีประโยชน์ในด้านการปรับปรุงดินโดยตรง เมื่อไถกลบลงดินแล้วจะย่อยสลายอินทรีย์วัตถุได้ด้วย นอกจากนี้ยังมีการศึกษาผลของการใช้ปอเทืองแห้งเป็นแหล่งอาหารหยาบสำหรับโคเนื้อ ในวิถีชาวบ้านมีการนำดอกปอเทืองมาต้มจมน้ำพริก ในขณะที่ปอเทืองมีสรรพคุณทางยา เช่น ลดอาการแก้ท้องพ้อขับลม หรือต้มต้นปอเทืองกับน้ำเพื่อใช้อาบแก้อาการคันและรักษาโรคผิวหนัง

บางประเภทได้ (Cook & White, 1996) และมีรายงานผลการทดลองแปรรูปดอกปอเทืองเป็นผงชาพบว่า น้ำชาจากดอกปอเทืองมีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระ โดยมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 49.40–56.39 มิลลิกรัมโทรลอคซ์ต่อ 100 มิลลิลิตร (ชนิษฐา และคณะ, 2564)

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณชาดอกปอเทืองต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและคุณลักษณะเบื้องต้นบางประการระหว่างกระบวนการหมักชาดอกปอเทือง และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณชาเริ่มต้นต่างๆ เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาหมักที่ไม่มีส่วนผสมคาเฟอีนต่อไปในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมชาดอกปอเทือง

เก็บดอกปอเทืองที่บานเต็มที่มานึ่งผ่านไอน้ำ 2 นาที และตากแดดจนแห้งหรือได้น้ำหนักคงที่ นำชาดอกปอเทืองที่เตรียมได้มาห่อด้วยกระดาษและใส่ในถุงซิปล็อคพลาสติก เก็บในบริเวณแห้งและพ่นแสงเพื่อใช้ในการทดลองขั้นต่อไป

การเตรียมน้ำชาดอกปอเทืองด้วยการต้มน้ำให้เดือดแล้วยกลงจากเตา เติมน้ำชาดอกปอเทืองที่ปริมาณต่างๆ ได้แก่ 10 30 และ 50 กรัมต่อลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที กรองกากชาดอกปอเทืองออก เก็บตัวอย่างน้ำชาเพื่อวัดคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ pH ปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด ค่าสี และปริมาณกรดทั้งหมด

2. ศึกษาอิทธิพลของปริมาณชาดอกปอเทืองต่อกระบวนการผลิตชาดอกปอเทืองหมัก

2.1 การหมักชาดอกปอเทือง

การเตรียมน้ำชาดอกปอเทืองหวานหรือน้ำชาหวาน ด้วยการต้มน้ำให้เดือดแล้วยกลงจากเตา เติมน้ำชาดอกปอเทืองที่ปริมาณต่างๆ ได้แก่ 10 30 และ 50 กรัมต่อลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที กรองกากชาดอกปอเทืองออก จากนั้นเติมน้ำตาลทรายแดงอินทรีย์เข้มข้น 100 กรัมต่อลิตร คนจนน้ำตาลละลาย ทิ้งให้น้ำชาหวานอุ่น จากนั้นใส่หัวเชื้อคอมบูซาทางการค้า (Scoby) ปริมาณ 20% (ปริมาตรโดยปริมาตร) ปิดฝาภาชนะหมักด้วยผ้าขาวบาง (นิสา และคณะ, 2564) บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน และเก็บตัวอย่างในวันที่ 0 7 14 และ 21 เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในชาดอกปอเทืองหมักระหว่างกระบวนการหมักที่อุณหภูมิห้อง ตลอดจนวัดคุณลักษณะเบื้องต้นอื่นๆ ได้แก่ pH ปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด ค่าสี ปริมาณกรดทั้งหมด และจำนวนแบคทีเรียและยีสต์

2.2 วิธีการติดตามการเปลี่ยนแปลงของชาดอกปอเทืองหมัก ดังนี้

1) ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของชาดอกปอเทืองหมักด้วยวิธี DPPH assay ดัดแปลงวิธีของ Wanyo et al. (2011) โดยการนำน้ำชาดอกปอเทืองหมักปริมาตร 100 ไมโครลิตร

แล้วเติมสารละลาย 0.1 มิลลิโมลาร์ DPPH (2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl) ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันดี วางไว้ในที่มืด ณ อุณหภูมิห้อง นาน 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง ที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (% inhibition จากสมการ ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระ (%) = $[(OD_{control} - OD_{sample}) \times 100] / OD_{control}$ เมื่อ $OD_{control}$ คือ ค่าการดูดกลืนแสง ของ Blank (ตัวทำละลาย+DPPH) และ OD_{sample} คือ ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง (น้ำชา ดอกปอเทืองหมัก+DPPH) จากนั้นคำนวณฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระที่ได้เปรียบเทียบกับ สารละลายโทรลอกซ์ (Trolox) ซึ่งคำนวณได้จากกราฟมาตรฐานของโทรลอกซ์ รายงานผลเป็น ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในหน่วยของ mg equivalent to Trolox ต่อตัวอย่างน้ำชาดอกปอเทืองหมัก 1 มิลลิลิตร (mgTE/ml) หรือมิลลิกรัมโทรลอกซ์ต่อมิลลิลิตร

2) การวัดค่า pH ด้วย pH meter

3) ปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด (°Brix) (Total Soluble Solid; TSS) ด้วย Hand Refractometer

4) การวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี HunterLab ColorFlex EZ Standardization

5) ปริมาณกรดทั้งหมด (% เทียบกับกรดอะซิติก) (Total Titratable Acidity; TA) โดยใช้วิธีการไทเทรต (AOAC, 2000) และดัดแปลงวิธีของ พรพิมล (2548) เติมน้ำชาดอกปอเทือง หมักปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในขวดรูปชมพู่ และเติมน้ำกลั่นปริมาตร 90 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันดี หยดสารละลายฟีนอล์ฟทาลีนเข้มข้น 1% จำนวน 2–3 หยด ไทเทรตกับสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนได้จุดยุติสีชมพูอ่อน บันทึกปริมาตรของสารละลายโซเดียม ไฮดรอกไซด์ที่ใช้ไป และคำนวณหาปริมาณกรดทั้งหมดเทียบกับกรดอะซิติกจากสมการ ปริมาณ กรดทั้งหมด (% เทียบกับกรดอะซิติก) = $(N \times V \times 60 \times 100) / (v \times 1,000)$ โดยที่ N คือ ความเข้มข้น สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล) V คือ ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ที่ใช้ไทเทรต (มิลลิลิตร) v คือ ปริมาตรของสารตัวอย่างที่นำมาไทเทรต (มิลลิลิตร) และค่าคงที่ 60 คือ มวลโมเลกุลของกรดอะซิติก

6) การนับจำนวนแบคทีเรียและยีสต์ (เซลล์ต่อมิลลิลิตร) บนสไลด์ Haemocytometer ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

2.3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory test)

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่อชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณชาดอกปอเทือง เริ่มต้น 10 30 และ 50 กรัมต่อลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน โดยใช้การทดสอบลักษณะ ปรากฏ 5 อย่าง ประกอบด้วย ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม ด้วยการใช้ วิธีการทดสอบแบบ 9 point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด 2=ไม่ชอบมาก 3=ไม่ชอบ ปานกลาง 4=ไม่ชอบเล็กน้อย 5=เฉยๆ 6=ชอบเล็กน้อย 7=ชอบปานกลาง 8=ชอบมาก และ

9=ชอบมากที่สุด) และใช้จำนวน ผู้ทดสอบที่ไม่ได้ฝึกฝน จำนวน 30 คนขึ้นไป จากนั้นวิเคราะห์คุณลักษณะเบื้องต้นของน้ำชาดอกพ้อเทืองหมักสูตรที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด โดยบริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

เก็บรวบรวมข้อมูลและบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองในแต่ละสิ่งทดลอง โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธี Duncan's new multiple range test; DMRT ประมวลผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS version 26.0

ผลการวิจัย

1. ผลการเตรียมชาดอกพ้อเทือง

เก็บตัวอย่างดอกพ้อเทืองหลังการปลูก ประมาณ 45–50 วันหลังเมล็ดงอก พ้อเทืองจะเริ่มออกดอก ดอกจะมีสีเหลือง ดอกที่อยู่โคนช่อจะบานก่อนดอกที่อยู่ปลายช่อ ดังภาพที่ 1(ก) จากนั้นนำดอกพ้อเทืองที่บานเต็มที่มาเตรียมน้ำชาดอกพ้อเทืองปริมาณต่างๆ ได้แก่ 10 30 และ 50 กรัมต่อลิตร น้ำชาดอกพ้อเทืองจะมีสีเหลืองใสและสีเข้มขึ้นตามปริมาณของชาดอกพ้อเทือง ดังภาพที่ 1(ข) ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำชาดอกพ้อเทือง พบว่า ปริมาณชาดอกพ้อเทืองที่ 30 และ 50 กรัมต่อลิตร มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.47 และ 0.49 มิลลิกรัมโพลีฟีนอลต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างจากชาดอกพ้อเทืองปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร ที่มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุดเท่ากับ 0.19 มิลลิกรัมโพลีฟีนอลต่อมิลลิลิตร ส่วนปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด และปริมาณกรดทั้งหมด (% เทียบกับกรดอะซิติก) จะพบค่าสูงที่สุดเท่ากับ 1.73 °Brix และ 0.14% ในน้ำชาดอกพ้อเทืองปริมาณ 50 กรัมต่อลิตร ค่า pH ไม่แตกต่างกันในน้ำชาดอกพ้อเทือง ซึ่งมีค่าระหว่าง 4.99–5.21 ส่วนค่าสี L^* (ค่าความสว่าง) จะลดลง และค่า b^* (ค่าความเป็นสีเหลือง) จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณของชาดอกพ้อเทืองที่เพิ่มขึ้น ดังตารางที่ 1 ซึ่งปรากฏลักษณะสีของน้ำชาดอกพ้อเทืองที่มีสีเหลืองคล้ำมากขึ้นเมื่อปริมาณของชาดอกพ้อเทืองมากขึ้น ดังภาพที่ 1(ข)



(ก)



(ข)

ภาพที่ 1 ปอเทือง (ก) ลักษณะดอกปอเทืองที่บานเต็มที่ และ (ข) น้ำชาดอกปอเทืองที่ความเข้มข้น 10 30 และ 50 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

ตารางที่ 1 คุณลักษณะของน้ำชาดอกปอเทืองที่ปริมาณต่างๆ

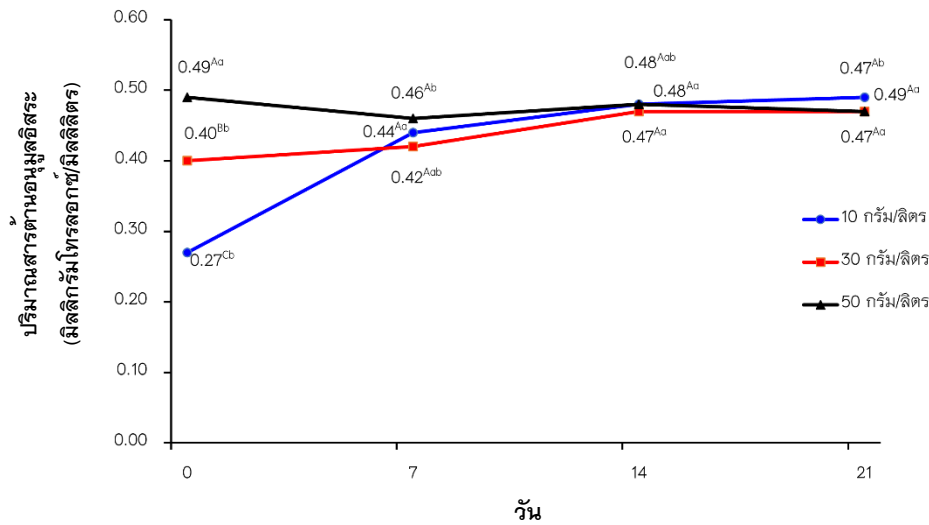
รายการวิเคราะห์	ปริมาณชาดอกปอเทือง (กรัมต่อลิตร)		
	10	30	50
ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ (มิลลิกรัมโพลีฟีนอลต่อมิลลิลิตร)	0.19±0.02 ^B	0.47±0.04 ^A	0.49±0.00 ^A
pH	5.06±0.03 ^A	4.99±0.01 ^A	5.21±0.19 ^A
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ทั้งหมด (°Brix)	1.00±0.00 ^C	1.43±0.11 ^B	1.73±0.58 ^A
ค่าสี			
L*	62.44±3.89 ^A	50.73±5.23 ^B	48.28±1.98 ^B
a*	-1.56±0.78 ^C	8.61±2.47 ^B	14.48±0.26 ^A
b*	31.53±1.82 ^C	49.30±0.11 ^B	57.91±0.90 ^A
ปริมาณกรดทั้งหมด (%เทียบกับกรดอะซิติก)	0.03±0.00 ^C	0.10±0.01 ^B	0.14±0.04 ^A

หมายเหตุ ^{ABC} อักษรต่างกันว่ากำกับในปริมาณน้ำชาดอกปอเทืองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2. ผลการศึกษาอิทธิพลของปริมาณชาดอกปอเทืองต่อกระบวนการผลิตชาดอกปอเทืองหมัก

2.1 ผลการหมักชาดอกปอเทือง

แปรผันปริมาณชาดอกปอเทืองที่ 10 30 และ 50 กรัมต่อลิตร หมักที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 21 วัน และเก็บตัวอย่างน้ำชาดอกปอเทืองหมักในวันที่ 0 7 14 และ 21 เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระระหว่างกระบวนการหมัก และคุณลักษณะเบื้องต้น ได้แก่ pH ปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมด ค่าสี ปริมาณกรดทั้งหมด และจำนวนแบคทีเรียและยีสต์ ผลการทดลอง พบว่า ระหว่างกระบวนการหมักชาดอกปอเทืองมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในชาดอกปอเทืองหมักปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร มีค่าเพิ่มขึ้นในช่วง 7 วันแรกของการหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จาก 0.27 เป็น 0.47 มิลลิกรัมโทรลอคซ์ต่อมิลลิลิตร และ มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.49 มิลลิกรัมโทรลอคซ์ต่อมิลลิลิตร ในการหมักเป็นระยะเวลา 21 วัน ส่วนชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณ 30 และ 50 กรัมต่อลิตร มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงตั้งแต่วันแรกและพบการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยระหว่างกระบวนการหมัก 21 วัน โดยมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.47 และ 0.48 มิลลิกรัมโทรลอคซ์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ในการหมักวันที่ 14 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังภาพที่ 2 ส่วนคุณลักษณะเบื้องต้นของชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณต่างๆ ระหว่างกระบวนการหมักตั้งแต่วันที่ 0–21 พบว่า ค่า pH มีค่าลดลง ในขณะที่ปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก pH และปริมาณกรดทั้งหมดมีค่าในช่วง 2.76–4.64 และ 0.07–1.05% (% เทียบกับกรดอะซิติก) ตามลำดับ ส่วนปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มค่าลดลงซึ่งเกิดจากการที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้น้ำตาลเพื่อการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนเซลล์ โดยจำนวนแบคทีเรียเพิ่มขึ้นใน 7 วันแรกของการหมักอย่างเห็นได้ชัด ซึ่งในวันเริ่มต้นมีจำนวนแบคทีเรีย 8.80×10^6 – 1.40×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เมื่อผ่านการหมัก 7 วัน พบว่ามีจำนวนแบคทีเรีย 3.56×10^7 – 1.36×10^8 เซลล์ต่อมิลลิลิตร แล้วเริ่มไม่พบการเปลี่ยนแปลง หลังจากนั้น ส่วนยีสต์พบจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดในชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณ 10 และ 30 กรัมต่อลิตร จาก 6.00×10^6 – 7.20×10^6 เซลล์ต่อมิลลิลิตร เพิ่มจำนวนเป็น 1.60×10^7 – 1.68×10^7 เซลล์ต่อมิลลิลิตร ในการหมักเป็นระยะเวลา 7 วัน หลังจากนั้นไม่พบการเจริญของยีสต์ที่เห็นได้ชัด และมีการสร้างแผ่นฟิล์มชีวภาพหรือแผ่นเซลล์ลอยขึ้นเป็นชั้นบางๆ ผิวหน้าของน้ำชาดอกปอเทืองหมัก นอกจากนี้ผลการตรวจสอบค่าสีของชาดอกปอเทืองหมัก พบว่า ค่า L^* (ค่าความสว่าง) ค่า a^* (ความเป็นสีแดง) และค่า b^* (ความเป็นสีเหลือง) ซึ่งน้ำชาดอกปอเทืองเริ่มต้นจะมีสีคล้ำขึ้นตามปริมาณของชาดอกปอเทือง แต่ระหว่างกระบวนการหมักค่าสีในชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณต่างๆ ไม่พบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน ดังตารางที่ 2



ภาพที่ 2 ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระของชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณต่างๆ ระหว่างกระบวนการหมัก 21 วัน

หมายเหตุ ^{ABC} อักษรต่างกันที่กำกับในวันหมักเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
^{ab} อักษรต่างกันที่กำกับในชาปอเทืองปริมาณเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณลักษณะของชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณต่างๆ ระหว่างกระบวนการหมัก 21 วัน

วัน	ปริมาณของชา ดอก ปอเทือง (กรัมต่อลิตร)	pH	ปริมาณของแข็ง ที่ละลายได้ ทั้งหมด (°Brix)	ค่าสี			ปริมาณกรด ทั้งหมด (%เทียบกับ กรดอะซิติก)	ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ (เซลล์ต่อมิลลิลิตร)	
				L*	a*	b*		แบคทีเรีย	ยีสต์
0	10	4.60±1.16 ^{Aa}	13.17±0.31 ^{Ba}	6.38±1.32 ^{Aa}	-0.72±0.05 ^{Bb}	1.84±0.04 ^{Cc}	0.07±0.00 ^{Bd}	8.80×10 ⁶	7.20×10 ⁶
	30	4.36±0.01 ^{Aa}	12.17±0.12 ^{Bb}	7.48±0.49 ^{Ab}	-0.79±0.06 ^{Bb}	3.71±0.23 ^{Bd}	0.08±0.00 ^{Bd}	1.20×10 ⁷	6.00×10 ⁶
	50	4.64±0.01 ^{Aa}	18.33±2.45 ^{Aa}	5.38±0.01 ^{Ac}	-0.32±0.27 ^{Ad}	5.53±0.35 ^{Ac}	0.14±0.01 ^{Ad}	1.40×10 ⁷	1.72×10 ⁷
7	10	3.31±0.01 ^{Cb}	11.67±0.32 ^{Cab}	6.98±0.05 ^{Ca}	-0.17±0.15 ^{Bb}	7.74±0.40 ^{Ca}	0.24±0.00 ^{Ac}	3.56×10 ⁷	1.60×10 ⁷
	30	4.05±0.02 ^{Ab}	15.33±0.15 ^{Aa}	10.25±0.12 ^{Ba}	-0.13±0.27 ^{Bb}	11.50±0.59 ^{Ba}	0.16±0.00 ^{Ac}	4.72×10 ⁷	1.68×10 ⁷
	50	3.98±0.03 ^{Bb}	13.57±0.06 ^{Bb}	13.69±0.04 ^{Aa}	3.09±0.08 ^{Ac}	16.67±0.09 ^{Aa}	0.20±0.00 ^{Ac}	1.36×10 ⁸	1.20×10 ⁷
14	10	3.01±0.02 ^{Cb}	10.60±0.89 ^{Bb}	4.37±0.29 ^{Bb}	2.01±0.18 ^{Ba}	5.88±0.16 ^{Bb}	0.63±0.05 ^{Ab}	3.24×10 ⁷	9.60×10 ⁶
	30	3.51±0.01 ^{Bc}	8.10±0.00 ^{Cd}	6.95±0.49 ^{Ab}	2.90±0.98 ^{Ba}	9.68±0.37 ^{Ab}	0.31±0.01 ^{Bb}	5.60×10 ⁷	1.56×10 ⁷
	50	3.80±0.01 ^{Ac}	13.57±0.32 ^{Ab}	7.56±0.81 ^{Ab}	8.12±0.06 ^{Aa}	10.44±1.65 ^{Ab}	0.25±0.01 ^{Bb}	1.34×10 ⁸	1.20×10 ⁷
21	10	2.76±0.02 ^{Cb}	10.20±1.47 ^{Ab}	3.46±0.35 ^{Bb}	2.86±0.78 ^{Ba}	4.87±0.77 ^{Ab}	1.05±0.01 ^{Aa}	2.00×10 ⁷	9.20×10 ⁷
	30	3.41±0.00 ^{Bd}	8.80±0.26 ^{ABc}	4.02±0.04 ^{Bc}	4.06±0.22 ^{ABa}	5.42±0.04 ^{Ac}	0.59±0.02 ^{Ba}	3.16×10 ⁷	3.40×10 ⁷
	50	3.89±0.01 ^{Ad}	8.20±0.10 ^{Bc}	4.88±0.13 ^{Ac}	5.66±0.35 ^{Ab}	6.14±0.25 ^{Ac}	0.30±0.01 ^{Ca}	1.32×10 ⁸	2.68×10 ⁷

หมายเหตุ ^{ABC} อักษรต่างกันที่กำกับในวันหมักเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

^{abcdefg} อักษรต่างกันที่กำกับในชาดอกปอเทืองปริมาณเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

2.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส (Sensory test)

การทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาดอกปอเทืองหมักด้วยวิธีการทดสอบแบบ 9 point hedonic scale โดยใช้ผู้ทดสอบที่เป็นบุคคลที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 80 คน ที่มีอายุระหว่าง 11–58 ปี เพศชาย 32 คน และเพศหญิง 48 คน ซึ่งทดสอบคุณลักษณะปรากฏ 5 อย่าง ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่าคะแนนความพึงพอใจต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมต่อชาดอกปอเทืองหมักที่มีปริมาณ 10 และ 30 กรัมต่อลิตร ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งชาดอกปอเทืองหมักที่มีปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร มีค่าคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดเท่ากับ 7.13 ± 1.75 ส่วนชาดอกปอเทืองหมักที่มีปริมาณ 50 กรัมต่อลิตร มีค่าคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสต่ำกว่าสูตรอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ดังตารางที่ 3 จากนั้นวิเคราะห์คุณลักษณะเบื้องต้นของน้ำชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณชาเริ่มต้น 10 กรัมต่อลิตร ที่ได้รับคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด พบว่ามีปริมาณกรดทั้งหมด จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนยีสต์ทั้งหมด และปริมาณน้ำตาลทั้งหมดเท่ากับ 0.90 กรัมต่อ 100 กรัม (เทียบกับกรดอะซิติก) 7.40×10^3 CFU ต่อมิลลิลิตร 7.3×10^3 CFU ต่อมิลลิลิตร และ 7.45 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 3 ค่าการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาดอกปอเทืองหมัก บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

ปริมาณของ ชาดอก ปอเทือง (กรัมต่อลิตร)	คะแนนความพึงพอใจ				
	ลักษณะ ปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความชอบ โดยรวม
10	6.84 ± 1.83^A	7.21 ± 1.30^A	6.46 ± 1.68^A	6.73 ± 2.22^A	7.13 ± 1.75^A
30	6.91 ± 1.55^A	7.10 ± 1.38^A	6.46 ± 2.09^A	6.38 ± 1.84^A	6.93 ± 1.68^A
50	5.28 ± 1.78^B	5.91 ± 1.64^B	4.49 ± 1.80^B	3.59 ± 2.36^B	4.50 ± 2.46^B

หมายเหตุ ^{AB} อักษรต่างกันที่กำกับในปริมาณชาดอกปอเทืองมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4 คุณลักษณะเบื้องต้นของน้ำชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณชาเริ่มต้น 10 กรัมต่อลิตร บ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน

รายการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์
ปริมาณกรดทั้งหมด (กรัมต่อ 100 กรัม เทียบกับกรดอะซิติก)	0.90
จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (CFU ต่อมิลลิลิตร)	7.40×10^3
จำนวนยีสต์ทั้งหมด (CFU ต่อมิลลิลิตร)	7.3×10^3

ตารางที่ 4 (ต่อ)

รายการวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์
เอทานอล (% ปริมาตรโดยปริมาตร)	1.21
ฟรุกโทส (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	4.38
กลูโคส (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	3.07
ซูโครส (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	<0.30
มอลโทส (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	<0.30
แลคโทส (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	<0.30
ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร)	7.45

อภิปรายผล

จากการศึกษาคุณลักษณะของน้ำชาดอกปอเทือง ได้แก่ ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ pH ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าสี และปริมาณกรดทั้งหมด ซึ่งแปรผันปริมาณของชาดอกปอเทือง 3 สูตร คือ 10 30 และ 50 กรัมต่อลิตร พบว่า ที่ปริมาณชาดอกปอเทือง 30 และ 50 กรัมต่อลิตร มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระสูงไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าเท่ากับ 0.47 และ 0.49 มิลลิกรัมไทโรลออกซ์ต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนิษฐา และคณะ (2564) ที่ทำการศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระในชาดอกปอเทือง พบว่า มีสารต้านอนุมูลอิสระอยู่ในกลุ่มฟลาโวนอยด์และแทนนิน (Tannin) ซึ่งมาจากพืชผักและผลไม้ และมีความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระเท่ากับ 49.40–56.39 มิลลิกรัมไทโรลออกซ์ ต่อ 100 มิลลิลิตรของสารสกัดตัวอย่าง และค่าความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของชาดอกปอเทืองเพิ่มขึ้นตามลำดับ

กระบวนการหมักชาดอกปอเทืองที่ปริมาณต่างๆ เป็นระยะเวลา 21 วัน ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า ปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร ที่เริ่มต้นมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระต่ำที่สุดเพียง 0.19 มิลลิกรัมไทโรลออกซ์ต่อมิลลิลิตร กลับมีปริมาณเพิ่มขึ้นในช่วง 7 วันแรกของการหมักอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จนมีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.49 มิลลิกรัมไทโรลออกซ์ต่อมิลลิลิตร ในการหมักเป็นระยะเวลา 21 วัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Nurikasari et al. (2017) ที่ศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคอมบูชา (ชาเขียวหมัก) โดยทำการหมักเป็นระยะเวลา 11 วัน พบว่า ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระจะเพิ่มขึ้นในช่วง 7 วันแรกของการหมัก คือ ในวันที่ 3 5 และ 7 ซึ่งให้ฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 90.51 91.88 และ 93.79% ตามลำดับ หลังจากนั้นในวันที่ 9 และ 11 มีฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระลดลงเท่ากับ 93.56 และ 93.21% ตามลำดับ ซึ่งปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในชาหมักจะมีในปริมาณมากกว่าชาที่ไม่ผ่านการหมัก เนื่องจากในระหว่างการหมักแบคทีเรียกรดอะซิติกและยีสต์จะมีการผลิตเอนไซม์เข้าไปย่อยขนาดโมเลกุลของโพลีฟีนอลในน้ำชาให้มีขนาดและโครงสร้างใหม่

ส่งผลให้มีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้น (Jayabalan et al., 2007) และปริมาณของแข็งละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้มมีค่าลดลงซึ่งเกิดจากการที่เชื้อจุลินทรีย์ใช้น้ำตาลเพื่อการเจริญเติบโตเพิ่มจำนวนเซลล์ โดยจำนวนแบคทีเรียและยีสต์เพิ่มขึ้นในช่วง 7 วันแรกของกระบวนการหมักอย่างเห็นได้ชัด มีการสร้างแผ่นฟิล์มชีวภาพหรือแผ่นเซลล์ูลอสขึ้นแต่เป็นชั้นบางๆ เนื่องจากมีรายงานว่าการหมักของพืชมีสารต้านอนุมูลอิสระกลุ่มฟลาโวนอยด์และแทนนินปริมาณมากส่งผลให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ไม่สมดุล จึงทำให้แผ่นฟิล์มชีวภาพหรือแผ่นเซลล์ูลอสมีชั้นที่บางกว่าคอมบูชาที่หมักด้วยชาเขียว ชาดำ และชาอู่หลง อีกทั้งชาดอกปอเทืองเป็นชาสมุนไพรซึ่งไม่มีคาเฟอีนเพราะคาเฟอีนเป็นอีกปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดแผ่นฟิล์มชีวภาพหรือแผ่นเซลล์ูลอส (Jayabalan et al., 2014) นอกจากนี้ระหว่างกระบวนการหมักจะพบปริมาณกรดเพิ่มขึ้นมีค่าสูงสุดที่ปริมาณชาดอกปอเทืองเริ่มต้น 10 กรัมต่อลิตร ในการหมักวันที่ 21 เท่ากับ 1.05% (% เทียบกับกรดอะซิติก) ซึ่งมีรายงานว่าคอมบูชาปริมาณกรดทั้งหมดประมาณ 33 กรัมต่อลิตร (กรดอะซิติกเท่ากับ 7 กรัมต่อลิตร) ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกรดอะซิติก โปรตีนและสารเคทาซิน โดยกรดอะซิติกและคาเทซินสามารถยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคทั้งแกรมบวกและแกรมลบได้ (Sreeramulu et al., 2000) ส่วนชาดอกปอเทืองหมักปริมาณ 30 และ 50 กรัมต่อลิตร จะพบปริมาณกรดน้อยกว่าชาดอกปอเทืองหมักปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร เนื่องจากชาดอกปอเทืองมีสารกลุ่มฟลาโวนอยด์และแทนนินที่ส่งผลให้การเจริญเติบโตของแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ไม่สมดุล ดังนั้นยังความเข้มข้นชาดอกปอเทืองสูงยิ่งส่งผลต่อการเจริญของแบคทีเรียอะซิติกและยีสต์ โดยยีสต์จะใช้น้ำตาลในชาหมักเปลี่ยนเป็นแอลกอฮอล์ได้ปริมาณน้อย ซึ่งจะส่งผลต่อการเจริญเติบโตของแบคทีเรียอะซิติกที่จะใช้แอลกอฮอล์เปลี่ยนเป็นกรดอะซิติกได้น้อยตามไปด้วย (Jayabalan et al., 2007) และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของชาดอกปอเทืองหมัก พบว่า คะแนนความพึงพอใจต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของชาดอกปอเทืองหมักที่ปริมาณ 10 กรัมต่อลิตร มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดสูงกว่าปริมาณ 50 กรัมต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เนื่องจากยิ่งปริมาณชาดอกปอเทืองเริ่มต้นเพิ่มขึ้น ชาดอกปอเทืองหมักก็จะปรากฏสีเหลืองคล้ำออกโทนน้ำตาลมากขึ้น ตลอดจนมีกลิ่นจากดอกปอเทืองเพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งเป็นสีและกลิ่นที่ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสไม่พึงพอใจ

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาอิทธิพลของปริมาณชาดอกปอเทืองต่อปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและคุณลักษณะเบื้องต้นบางประการระหว่างกระบวนการหมักชาดอกปอเทือง เพื่อเป็นแนวทางการแปรรูปดอกปอเทืองเป็นเครื่องดื่มเพื่อสุขภาพประเภทชาหมัก เป็นทางเลือกสำหรับผู้ไม่ดื่ม

คาเฟอีน พบว่า ชาดอกปอเทืองหมักจากการทดลองมีปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและกรดอะซิติก เพิ่มขึ้นระหว่างกระบวนการหมักซึ่งเป็นสารสำคัญที่มีประโยชน์ต่อร่างกายในเครื่องดื่มชาหมักทั่วไป เช่น ชาเขียว ชาดำ และชาอู่หลง อีกทั้งยังมีรสชาติและคุณลักษณะเป็นที่ยอมรับจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยบุคคลทั่วไปที่ไม่เคยดื่มชาหมักอีกด้วย จากงานวิจัยนี้จึงสามารถใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาหมักจากดอกปอเทืองที่ไม่มีส่วนผสมคาเฟอีนได้ต่อไปในอนาคต อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาชนิดของสารต้านอนุมูลอิสระและชนิดของกรดอินทรีย์ที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการหมักเพิ่มเติมต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากกองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (ววน.) โดย มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

เอกสารอ้างอิง

- ชนิษฐา พันชูกลาง, ฤทัยวรรณ บุญครองชีพ, วณิดา เพ็ชรลมูล, และอภิชาติ พันชูกลาง. (2564). ปริมาณฟีนอลรวม แทนนิน และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระในชาปอเทือง. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 29(4), 653–665.
- นันทิดา ลิ่มเสฏฐิ์. (2557). *สารต้านอนุมูลอิสระในผลิตภัณฑ์ ใบชา ใบหม่อน และใบมะรุม* (รายงานการวิจัย). สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา.
- นิสา ร่มลัมข่า, จุฑามาศ พรสันเทียะ, ทิพย์วรินทร์ รีมลำดวน, และกนกทิภา เวชกลาง. (2564). คุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์คอมบูชาที่เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการหมัก. *วารสารนเรศวรพะเยา*, 14(1), 75–87.
- ปฎิญา มั่นเกษตรกิจ, และสฤณณี บวรสมบัติ. (2561). การพัฒนาผลิตภัณฑ์คอมบูชาจากชาดำ โดยใช้เชื้อบริสุทธิ์. ใน *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 8* (น. 1344–1355) กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.
- พรพิมล ควรรณสุ. (2548). *ผลของพันธุ์และระดับการขัดสีชาต่อการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบทางเคมีระหว่างการหมักไว้น้ำชา*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต). จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, คณะวิทยาศาสตร์, สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ.
- สถาบันเทคโนโลยีจิราดา. (2562). *Kombucha ชาหมักเครื่องดื่มสุดฮิต พบงานวิจัยไทยใช้ยีสัน มะตูม ดอกกระเจี๊ยบ ช่วยเพิ่มสรรพคุณ*. สืบค้นเมื่อ 5 สิงหาคม 2564, จาก <http://omni-recipes.com/2019/01/10/kombucha/?fbclid=IwAR2X8ZLRi8j4edtYH3q9VltnSDeyo7P-eSOuPHYo5jVXkLKRSOXlmLeJo>
- Aloulou, A., Hamden, K., Elloumi, D., Ali, M.B., Hargafi, K., Jaouadi, B., Ayadi, F., Elfeki, A., & Ammar, E. (2012). Hypoglycemic and antilipidemic properties of Kombucha tea in alloxan-induced diabetic rats. *BMC Complementary & Alternative Medicine*, 12(63). <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-63>
- AOAC. (2000). *Official methods of analysis*. (17th ed.). USA: Association of Official Analytical Chemists.

- Cobley, L.S., & Steele, W.M. (1976). **An Introduction to the Botany of Tropical Crops**. (2nd ed.). London: Longman Group Limited.
- Cook, C.G., & White, G.A. (1996). *Crotalaria juncea*: A potential multi-purpose fiber crop. In J. Janick (Ed.), **Proceeding of National Symposium on New Crops** (pp. 389–394). ASHS Press: Arlington.
- Jayabalan, R., Chen, P.N., Hsieh, Y.S., Prabhakaran, k., Pitchai, P., Marimuthu, S., Thangaraj, P., Swaminathan, K., & Yun, S.E. (2011). Effect of solvent fractions of Kombucha tea on viability and invasiveness of cancer cells–characterization of dimethyl 2–(2–hydroxy–2–methoxypropylidene) malonate and vitexin. **Indian Journal of Biotechnology**, 10, 75–82.
- Jayabalan, R., Malbasa, R.V., Loncar, E.S., Vitas, J.S., & Sathishkumar, M. (2014). A review on kombucha tea–microbiology composition, fermentation beneficial effects toxicity and tea fungus. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 13(4), 538–550.
- Jayabalan, R., Marimuthu, S., & Swaminathan, K. (2007). Changes in content of organic acids and tea polyphenols during Kombucha tea fermentation. **Food Chemistry**, 102(1), 392–398.
- Nurikasari, M., Puspitasari, Y., & Siwi, R.P.Y. (2017). Characterization and analysis kombucha tea antioxidant activity based on long fermentation as a beverage functional. **Journal of Global Research in Public Health**, 2(2), 90–96.
- Sreeramulu, G., Zhu, Y., & Knol, W. (2000). Kombucha fermentation and its antimicrobial activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 48(6), 2589–2594.
- Wanyo, P., Siriamornpun, S., & Meeso, N. (2011). Improvement of quality and antioxidant properties of dried mulberry leaves with combined far–infrared radiation and air convection in Thai tea process. **Food and Bioproducts Processing**, 89(1), 22–30.
- Yang, Z.W., Ji, B.P., Zhou, F., Li, B., Luo, Y., Yang, L., & Li, T. (2009). Hypcholesterolaemic and antioxidant effects of kombucha tea in high–cholesterol fed mice. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 89(1), 150–156.