

การพัฒนาเครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

The Development of Beverage from Durian mixed Mangosteen

วิทิต เลิศนิตมมงคล^{1*} นฤมล มงคลธนะวัฒน์¹ สุรีย์พร บุญนา¹ สรลรัตน์ พ่วงบริสุทธิ์¹ และ นิภาพร คังคะวิสุทธิ์¹

¹สาขาวิชานวัตกรรมอาหารและธุรกิจ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี

Witit Lertnimitmongkol^{1*}, Naruemon Mongkontanawat¹, Sureporn Boonna¹,

Saranrat Phuangborisut¹ and Nipaporn Kangkawisut

¹Department of Food Innovation and Business, Faculty of Agro-Industry Technology,

Rajamangala University of Technology Tawan-Ok, Chanthaburi Campus.

*Corresponding author Email: witit_le@mutto.ac.th

(Received: August 1, 2025; Revise: December 27, 2025; Accepted: December 27, 2025)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรและวิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด โดยศึกษาอัตราส่วนร้อยละของทุเรียนต่อมังคุดที่เหมาะสม ด้วยการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) ได้สิ่งทดลอง 6 ตัวอย่าง ได้แก่ 30:0, 27:3, 24:6, 21:9, 18:12 และ 15:15 ผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่ 5 อัตราส่วนทุเรียนร้อยละ 18 ต่อมังคุดร้อยละ 12 มีคะแนนด้านสี กลิ่น รสชาติ ความชอบรวม สูงสุด และเป็นที่ยอมรับมากที่สุด โดยมีคะแนนเท่ากับ 7.06 ± 1.22 , 6.86 ± 1.23 , 7.14 ± 1.23 และ 7.02 ± 1.22 ตามลำดับ เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ พบว่า มีค่าความสว่าง (L^*) 52.33 ± 0.06 ค่าสีแดง (a^*) -0.80 ± 0.02 และค่าสีน้ำเงิน (b^*) 1.02 ± 0.01 วัดค่าความหนืด 27.00 ± 0.78 cP การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี พบว่า ค่าของแข็งที่ละลายได้ (TSS) 10 ± 0.00 °brix, ค่าปริมาณความชื้นอิสระ (aw) 0.872 ± 0.00 , ค่าความเป็นกรดต่าง (pH) 5.03 ± 0.01 จากการวัดค่าการต้านอนุมูลอิสระ มีค่า IC_{50} DPPH 3.97 ± 0.02 µg/ml และ Inhibition (DPPH) ร้อยละ 96.71 ± 0.05 เมื่อนำมาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ในสัปดาห์แรก ผลที่ได้คือ ไม่พบ ยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด

คำสำคัญ: เครื่องดื่ม ทุเรียน และ มังคุด

Abstract

The objective of this research was to develop a formula and analyze the quality of Beverage from Durian mixed Mangosteen. The experiment was designed using a Randomized Complete Block Design (RCBD) study the amount percent of Durian per Mangosteen to all 6 sample are 30:0, 27:3, 24:6, 21:9, 18:12 and 15:15. The result revealed that formulation number 5 contained 18% of Durian and 12% of Mangosteen that received the highest sensory scores of color, aroma, taste, texture and most acceptable with the scores of 7.06 ± 1.22 , 6.86 ± 1.23 , 7.14 ± 1.23 and 7.02 ± 1.22 respectively. Result of the lightness (L^*) 52.33 ± 0.06 , the redness (a^*) -0.80 ± 0.02 , yellowness (b^*) 1.02 ± 0.01 , viscosity 27.00 ± 0.78 cP, total soluble solids (TSS) 10 ± 0.00 °brix, aw 0.872 ± 0.00 and pH 5.03 ± 0.01 . The antioxidant activity measurement revealed an IC_{50} (DPPH) value

of $3.97 \pm 0.02 \mu\text{g/mL}$ and a DPPH inhibition of $96.71 \pm 0.05\%$. Result of the microbiological quality, in the first week, no yeast, mold, and microorganisms were not found.

Keywords: Beverage, Durian, and Mangosteen

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในผู้ผลิตผลไม้เขตร้อนที่สำคัญของโลก โดยเฉพาะทุเรียนและมังคุดซึ่งมีบทบาทอย่างยิ่งต่อเศรษฐกิจภาคการเกษตรและอุตสาหกรรมอาหารแปรรูป อย่างไรก็ตาม การพึ่งพาการจำหน่ายผลผลิตในรูปแบบผลสดเป็นหลักยังคงก่อให้เกิดความผันผวนด้านราคาและปัญหาผลผลิตล้นตลาด โดยเฉพาะมังคุดซึ่งในบางฤดูกาลมีปริมาณผลผลิตสูงเกินความต้องการของตลาด ส่งผลให้เกิดการสูญเสียหลังการเก็บเกี่ยวและรายได้ของเกษตรกรลดลงอย่างมีนัยสำคัญ [1–2] สถานการณ์ดังกล่าวสะท้อนถึงความจำเป็นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าและสร้างช่องทางการใช้ประโยชน์จากผลไม้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

น้ำผลไม้ หมายถึง น้ำผลไม้ที่อยู่ในลักษณะพร้อมที่จะใช้บริโภคได้โดยตรงทำจากผลไม้ที่สด สะอาด สุกโดยกรรมวิธีเชิงกล น้ำผลไม้ที่นำจากน้ำผลไม้ที่ทำให้เข้มข้นโดยผ่านกรรมวิธีระเหยน้ำออกจนเข้มข้น แล้วนำมาเจือจางภายหลังด้วยประสงค์จะรักษาคุณภาพและองค์ประกอบสำคัญไว้ น้ำผลไม้ที่อยู่ในสถานะบรรจุต้องผ่านกรรมวิธีการเก็บถนอมอาหาร [1]

ทุเรียน ชื่อสามัญ : Durian ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Durio zibethinus Murray* เป็นพืชเศรษฐกิจที่ปลูกมากในภาคตะวันออกและภาคใต้ และในปัจจุบันมีการปลูกแพร่หลาย ทั้งในและต่างประเทศ เป็นผลไม้เศรษฐกิจหลักที่มีมูลค่าสูงและมีความต้องการในตลาดทั้งในและต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การแปรรูปทุเรียนเชิงอุตสาหกรรมในรูปแบบเครื่องดื่มยังคงมีข้อจำกัดด้านความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ ต้นทุนการผลิต และความเสถียรของคุณภาพ ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อการขยายตัวของตลาดผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากทุเรียน [3] การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่สามารถเพิ่มมูลค่าและลดต้นทุนการผลิตจึงเป็นประเด็นที่ได้รับความสนใจมากขึ้นในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา

มังคุด ชื่อสามัญ : Mangosteen ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Garcinia mangostana Linn.* หรือได้ชื่อว่าเป็น ราชินีผลไม้ ในประเทศไทยมีการปลูกมังคุดมานานแล้วและเคยปรากฏในวรรณกรรมในสมัยรัชกาลที่ 1 และเคยมีวังที่มีชื่อว่า “วังสวนมังคุด” ได้รับการยอมรับว่าเป็นแหล่งสำคัญของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยเฉพาะสารประกอบฟีนอลิกและแซนโทน ซึ่งมีศักยภาพในการนำไปประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่มเพื่อเพิ่มคุณค่าทางหน้าที่และความน่าสนใจเชิงสุขภาพของผลิตภัณฑ์ [4] จากมุมมองด้านการจัดการผลผลิต การนำมังคุดมาใช้เป็นส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์แปรรูปจึงไม่เพียงช่วยรองรับปัญหาผลผลิตล้นตลาด แต่ยังช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลไม้ที่มีขนาดหรือเกรดต่ำซึ่งไม่เหมาะสำหรับการจำหน่ายเป็นผลสด

ในมิติด้านอุตสาหกรรมและเศรษฐศาสตร์การผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มผสมจากทุเรียนและมังคุดยังมีศักยภาพในการลดต้นทุนวัตถุดิบ ปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ และเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตในระดับอุตสาหกรรม ซึ่งสอดคล้องกับนโยบายการส่งเสริมอุตสาหกรรมเกษตรแปรรูปและการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรของประเทศไทยในช่วงปีที่ผ่านมา [5] ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาสูตรและประเมินคุณภาพของเครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุดโดยพิจารณาคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ เพื่อสนับสนุนการใช้ประโยชน์จากผลไม้ท้องถิ่นอย่างยั่งยืนและเพิ่มศักยภาพการแข่งขันของอุตสาหกรรมแปรรูปผลไม้ไทย

2. ระเบียบวิธีวิจัย

2.1 ขั้นตอนการผลิตเครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

ทุเรียนหอมทอง ที่ใช้คือ ทุเรียนที่ตกไซส์ ที่มีเนื้อสัมผัสตั้งแต่ที่เริ่มนิ่มโดยดูจากการใช้นิ้วกดที่เนื้อทุเรียนจนไปถึงนิ่มและแต่ยังมีลักษณะของพูเนื้อที่ยังเป็นชั้นอยู่ ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยังสามารถบริโภคได้ ไม่น่าเสีย มังคุดที่สามารถใช้ในงานวิจัย คือมังคุดที่มีขนาดตกไซส์ โดยเลือกมังคุดที่มีผิวสีชมพูอ่อนไปจนถึงดำอมม่วงเข้มมาแกะเอาเฉพาะเนื้อจากนั้นทำการคั้นแยกเนื้อกับเมล็ดด้วยเครื่องสกรูเพรส จากนั้นนำเนื้อทุเรียนและมังคุดมาแยกเนื้อกับเมล็ดออก นำมาผสมกันตามสูตรการทดลอง ทำการต้มของเหลวในหม้อมีอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส แล้วเติมน้ำตาลทรายร้อยละ 3 คนผสมให้เข้ากัน นำไปบรรจุในขวดแก้วใส ขนาด 150 มิลลิลิตร ทำการฆ่าเชื้อ ให้ความร้อนด้วยการต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที [6]

2.2 การพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

โดยทำการศึกษาอัตราส่วนร้อยละของเนื้อทุเรียนผสมเนื้อมังคุด โดยทั้งสองส่วนผสมรวมกันต้องไม่เกิน ร้อยละ 30 ในส่วนผสมทั้งหมดของแต่ละตัวอย่าง และใช้ปริมาณน้ำตาล เกลือ และน้ำ ในปริมาณที่คงที่ ดัดแปลงมาจาก Charoensuk et al. [7] ซึ่งจะได้ 6 ตัวอย่าง ได้แก่ 30:0, 27:3, 24:6, 21:9, 18:12 และ 15:15 แสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1

ตารางที่ 1 สูตรการทดลองเครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Sample	Durian %(w/w)	Mangosteen %(w/w)	Sugar %(w/w)	Salt %(w/w)	Water %(w/w)
1	30.00	0.00	3.00	0.05	66.95
2	27.00	3.00	3.00	0.05	66.95
3	24.00	6.00	3.00	0.05	66.95
4	21.00	9.00	3.00	0.05	66.95
5	18.00	12.00	3.00	0.05	66.95
6	15.00	15.00	3.00	0.05	66.95



ตัวอย่าง 1 ตัวอย่าง 2 ตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง 5 ตัวอย่าง 6
 30 : 0 27 : 3 24 : 6 21 : 9 18 : 12 15 : 15

รูปที่ 1 เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุดทั้ง 6 ตัวอย่าง

2.3 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี ประสาทสัมผัสและจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

2.3.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกาย โดยทำการวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดสี (Color meter รุ่น ZE-2000 / NIPPON) วัดค่าความสว่าง (L) ค่าความเป็นสีแดง (a) และค่าความเป็นสีเหลือง (b) ใช้ Spare lamp (55919) เป็นแสงมาตรฐานในการวัด และการวัดความหนืด (Viscosity) ด้วยเครื่อง Viscometer Brookfield รุ่น MODEL DV-III RV ใช้หัววัด Rotor spindle 02 (RV-02), Apparent viscosity 250 rpm (SRC=0) , ขนาดของตัวอย่าง 500 มิลลิลิตร อุณหภูมิตัวอย่างในการวัด 25±1 องศาเซลเซียส

2.3.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี โดยทำการวัด ค่า ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ (TSS) ค่าปริมาณความชื้นอิสระ (aw) และค่าความเป็นกรดต่าง (pH) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง 3 ซ้ำ แผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 [8]

วิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

การศึกษาประสิทธิภาพในการต้านอนุมูลอิสระ 2, 2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH Radical Scavenging Capacity Assay) โดยเตรียมตัวอย่างที่ความเข้มข้น 0 – 20 µg/ml นำตัวอย่างแต่ละความเข้มข้นมา 1 ml เติมสารละลาย DPPH ที่มีความเข้มข้น 0.1 mM ในสารละลายเอทานอลร้อยละ 95 ปริมาณ 1 ml ผสมให้เข้ากันและตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 30 นาที จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง UV-Visible spectrophotometer (PG Instruments รุ่น T85/T85+ ประเทศสหราชอาณาจักร) ใช้คิวเวตที่มีความยาวทางเดินแสง 1 เซนติเมตร วัดที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร ทำการทดลองตัวอย่างละ 3 ซ้ำ [9] โดยใช้สาร Trolox และ Ascorbic acid เป็นสารละลายมาตรฐานเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ แล้วนำค่าการดูดกลืนแสงไปคำนวณหาค่า ร้อยละ DPPH radical scavenging activity (% inhibition) ด้วยสมการ

$$\% \text{ inhibition} = [(A_0 - A_1) / A_0] \times 100$$

% inhibition = % DPPH radical scavenging activity

A_0 = ค่าดูดกลืนแสงของเอทานอล 95% ที่เติมสารละลาย DPPH

A_1 = ค่าดูดกลืนแสงของสารสกัดที่เติมสารละลาย DPPH

นำค่า ร้อยละ Radical scavenging activity ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ของสารทดสอบมาสร้างกราฟเพื่อคำนวณหาค่า IC_{50} โดยที่ค่า IC_{50} คือ ความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่สามารถกำจัดอนุมูลอิสระ DPPH ได้ร้อยละ 50 [10]

2.3.3 วิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) [11] โดยใช้ผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส จำนวน 50 คน ตอบแบบประเมิน 9-point Hedonic scale (1 ไม่ชอบมากที่สุด-9 ชอบมากที่สุด) ใช้เป็นข้อมูลวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan' new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 [8]

2.3.4 วิเคราะห์ปริมาณยีสต์ รา จุลินทรีย์ทั้งหมด นำตัวอย่างที่ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสที่มีคะแนนเฉลี่ยมากที่สุดมาวิเคราะห์ ด้วยวิธี Standard plate count และวิเคราะห์ปริมาณโคลิฟอร์มโดยวิธีมาตรฐานของ Bacteriological Analytical Manual (BAM) ซึ่งได้แก่วิธี Most probable number (MPN) ตามวิธีที่กำหนดโดย AOAC. [12]

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

3.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

จากการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ พบว่า ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ทั้ง 6 สูตร มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวอย่างที่ 1 มีค่าความสว่าง (L^*) มากที่สุด ตัวอย่างที่ 1 มีค่าสีแดง (a^*) มากที่สุด และสูตรที่ 6 มีค่าสีเหลือง (b^*) มากที่สุด เนื่องจากปริมาณมังคุดที่ผสมเพิ่มลงไปมีผลต่อค่าความสว่าง และค่าสีเหลือง ทำให้ค่าที่วัดได้ลดลงตามลำดับ แต่มีผลทำให้ค่าสีแดงเพิ่มขึ้น ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านความหนืด พบว่า ตัวอย่างที่ 1 (control) มีค่าความหนืดสูงที่สุด คือ 81.50 ± 3.03 cP โดยสิ่งทดลองทั้ง 6 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) เนื่องจากปริมาณมังคุดที่เพิ่มขึ้นในแต่ละตัวอย่างส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีความหนืดที่ลดลง เนื่องจากในเนื้อทุเรียนมีปริมาณแป้งและน้ำตาลที่สูงกว่ามังคุด แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Sample	Durian : Mangosteen (%)	Color			Viscosity (cP)
		L^*	a^*	b^*	
1	30 : 0	68.42 ± 0.13^a	-2.79 ± 0.02^d	15.83 ± 0.09^a	81.50 ± 3.03^a
2	27 : 3	68.05 ± 0.02^a	-2.75 ± 0.01^d	14.58 ± 0.02^b	65.70 ± 4.47^b
3	24 : 6	59.34 ± 0.02^b	-1.99 ± 0.02^c	8.32 ± 0.02^c	38.50 ± 0.64^c
4	21 : 9	54.22 ± 0.13^c	-1.24 ± 0.04^b	2.75 ± 0.04^d	31.60 ± 0.64^d
5	18 : 12	52.33 ± 0.06^d	-0.82 ± 0.02^b	1.02 ± 0.01^e	27.00 ± 0.78^e
6	15 : 15	49.69 ± 0.05^e	-0.29 ± 0.01^a	-0.62 ± 0.01^f	20.50 ± 1.66^f

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$), L= ความสว่าง (100 = light, 0 = dark), a = + แสดงค่าสีแดง, - แสดงค่าสีเขียว, b = + แสดงค่าสีเหลือง, - แสดงค่าสีน้ำเงิน

3.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

จากการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (TSS) พบว่าทั้ง 6 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวอย่างที่ 1 และ 2 มีค่าของแข็งที่ละลายได้มากที่สุด คือ 13 ± 0.00 °brix เนื่องจากปริมาณมังคุดที่ผสมเพิ่มลงไปมีผลต่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ทำให้ค่าที่วัดได้ลดลงตามลำดับ จากการวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำอิสระ (aw) พบว่า ทั้ง 6 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวอย่างที่ 6 มีค่าปริมาณน้ำอิสระ มากที่สุด คือ 0.873 ± 0.00 และจากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดต่ำ (pH) พบว่า ทั้ง 6 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวอย่างที่ 1 มีความเป็นกรดต่ำ มากที่สุด คือ 6.01 ± 0.01 และตัวอย่างที่ 6 มีความเป็นกรดต่ำ น้อยที่สุด คือ 4.73 ± 0.01 แสดงว่ายิ่งเติมมังคุดในปริมาณมากขึ้นมีผลต่อค่าความเป็นกรดต่ำที่ลดลง แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Sample	Durian : Mangosteen (%)	TSS (°brix)	aw	pH
1	30 : 0	13±0.00 ^a	0.866±0.00 ^d	6.01±0.01 ^a
2	27 : 3	13±0.00 ^a	0.868±0.00 ^{cd}	5.70±0.01 ^b
3	24 : 6	11±0.00 ^b	0.869±0.00 ^{bcd}	5.51±0.01 ^c
4	21 : 9	11±0.00 ^b	0.870±0.00 ^{abc}	5.42±0.01 ^d
5	18 : 12	10±0.00 ^c	0.872±0.00 ^{ab}	5.03±0.01 ^e
6	15 : 15	10±0.00 ^c	0.873±0.00 ^a	4.73±0.01 ^f

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ ตัวอย่างที่ 6 มีปริมาณมังคุดมากที่สุดในตัวอย่างทั้งหมด คือ ร้อยละ 15 มีค่า IC_{50} คือ $3.88 \pm 0.01 \mu\text{g/ml}$ น้อยที่สุด แต่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระดีที่สุด และมีค่า Inhibition (DPPH) มากที่สุด คือ ร้อยละ 94.30 [13] โดยทั้ง 6 ตัวอย่าง มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยตัวอย่างที่ได้คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสมากที่สุด คือ ตัวอย่างที่ 5 ใช้สารสกัด $3.97 \pm 0.02 (\mu\text{g/ml})$ สามารถต้านสารอนุมูลอิสระ ได้ ร้อยละ 50 และมีค่า Inhibition (DPPH) คือ ร้อยละ 96.71 ± 0.05 แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Sample	Durian : Mangosteen (%)	IC_{50} DPPH ($\mu\text{g/ml}$)	Inhibition (DPPH) (%)
1	30 : 0	4.38 ± 0.02^a	94.30 ± 0.00^d
2	27 : 3	4.22 ± 0.02^b	95.37 ± 0.16^c
3	24 : 6	4.17 ± 0.04^b	96.11 ± 0.16^b
4	21 : 9	4.03 ± 0.01^c	96.67 ± 0.21^a
5	18 : 12	3.97 ± 0.02^d	96.71 ± 0.05^a
6	15 : 15	3.88 ± 0.01^f	96.78 ± 0.16^a
Ascorbic acid		3.90 ± 0.01	97.82 ± 0.01

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

จากการการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่น และรสชาติ ของทั้ง 6 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) แต่ประสาทสัมผัสด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ของทั้ง 6 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p < 0.05$) ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ตัวอย่างที่ 5 ได้คะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมมากที่สุด คือ 6.86 ± 1.23 , 7.14 ± 1.23 และ 7.02 ± 1.22 ตามลำดับ ซึ่งคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก แสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Sample	Durian:					Overall Acceptability ^{ns}
	Mangosteen (%)	Color ^{ns}	Aroma	Taste	Texture ^{ns}	
1	30 : 0	6.78±1.04	6.44±1.03 ^b	6.72±0.93 ^c	6.78±1.15	6.68±1.08
2	27 : 3	6.88±1.17	6.68±1.19 ^{ab}	6.78±1.06 ^{bc}	6.84±1.25	6.70±1.21
3	24 : 6	6.86±1.17	6.64±1.21 ^{ab}	7.00±1.21 ^{abc}	6.82±1.36	6.88±1.18
4	21 : 9	6.82±1.21	6.80±1.25 ^a	7.10±1.22 ^{ab}	6.76±1.38	6.98±1.16
5	18 : 12	7.06±1.22	6.86±1.23 ^a	7.14±1.23 ^a	6.98±1.35	7.02±1.22
6	15 : 15	7.18±1.23	6.82±1.22 ^a	7.08±1.23 ^{abc}	7.04±1.34	6.96±1.20

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่ต่างกันตามแนวตั้ง แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

3.1.4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของตัวอย่างที่ 5 ที่ได้รับคะแนนการยอมรับจากผู้ทดสอบชิมมากที่สุด มาทำการตรวจหาปริมาณยีสต์ รา จุลินทรีย์ทั้งหมด ในสัปดาห์แรก ผลที่ได้ คือ ไม่พบยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน [14] แสดงดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุด

Microbial	Week	Result
Yeast and mold counts (CFU/g)	1	Not Detected
Total viable count (CFU/g)	1	Not Detected

4. อภิปรายผล

จากการศึกษาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมังคุดในคุณภาพด้านต่างๆ พบว่า ถ้าเพิ่มสัดส่วนของมังคุดลงไปในส่วนผสมของน้ำทุเรียน จะมีผลต่อ คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) ค่าสีเหลือง (b^*) และค่าความหนืดลดลง เนื่องจากคุณสมบัติของเนื้อมังคุด มีค่าสีที่แตกต่างจากเนื้อทุเรียนในระดับที่สามารถสังเกตได้ด้วยตา คือ มีสีขาวอมชมพู จากการวัดค่าความหนืด พบว่า การวัดความหนืดของตัวอย่าง ด้วยเครื่อง Brookfield viscometer โดยรายงานผลเป็นความหนืดเชิงปรากฏ (apparent viscosity) ที่ความเร็วรอบ 250 รอบต่อนาที ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ไม่สามารถกำหนดอัตราเฉือนได้โดยตรง ($SRC = 0$) ซึ่งจากการเพิ่มปริมาณอัตราส่วนมังคุดในส่วนผสมน้ำทุเรียนมีผลทำให้ค่าความหนืดลดลงเนื่องจากจากมังคุดมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เช่น แป้งละลายที่น้อยกว่าทุเรียน [15] มีผลทำให้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และจากผลการวัดค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ลดลงจาก 81.50 เป็น 27.00 cP เมื่อเพิ่มมังคุดจาก ร้อยละ 0% เป็น ร้อยละ 12% (ตัวอย่างที่ 5) ค่าเหล่านี้มีนัยสำคัญทางวิศวกรรม เนื่องจากความหนืด 27 cP จัดอยู่ในกลุ่มของเหลวหนืดปานกลาง (medium viscosity fluid) ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการเลือกอุปกรณ์สูงจ่ายในระบบการผลิต ซึ่งเหมาะสมกับการใช้ปั๊มแบบแรงเหวี่ยง (centrifugal pump) ในระบบผลิตต่อเนื่องแทนที่จะใช้ปั๊มปริมาตรแทนที่บวก (positive displacement pump) ที่มักใช้กับของไหลที่มีความหนืดสูง (> 50 cP) และมีผลต่อประสิทธิภาพของปั๊มแรงเหวี่ยงอย่างชัดเจน [16–17] ส่งผลให้ ลดต้นทุนอุปกรณ์ลงได้ประมาณ 15–20% นอกจากนี้ความหนืดที่ลดลงยังช่วยลดพลังงานในการผสม (mixing energy) และเพิ่มอัตราการถ่ายโอนความร้อนระหว่างการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ ความหนืดที่ลดลงยังส่งผลให้การสูญเสียพลังงานในกระบวนการสูบจ่ายลดลง และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของปั๊มแรงเหวี่ยงภายใต้เงื่อนไขการไหลเดียวกัน [18] ในด้านกระบวนการผสม ความหนืดที่ลดลงสัมพันธ์กับค่าตัวเลขเรย์โนลด์ (Reynolds number) ที่สูงขึ้นในถังผสม ส่งผลให้กำลังและ

พลังงานที่ใช้ในการผสมลดลงภายใต้เงื่อนไขการทำงานเดียวกัน [19] ความหนืดที่ลดลงยังช่วยเพิ่มอัตราการถ่ายโอนความร้อนเชิงพาความร้อนในกระบวนการให้ความร้อนหรือการฆ่าเชื้อของผลิตภัณฑ์อาหาร เนื่องจากสัมประสิทธิ์การถ่ายเทความร้อนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับความหนืดของของไหล ซึ่งส่งผลให้ประสิทธิภาพการถ่ายเทความร้อนในระบบเพิ่มขึ้น [20]

จากการวัดคุณภาพทางเคมี พบว่า การเพิ่มปริมาณมัจจุคในตัวอย่าง มีผลต่อค่าของแข็งที่ละลายได้ และค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ลดลง แต่ค่าปริมาณความชื้นอิสระ (aw) เพิ่มขึ้น และมัจจุคมีค่าปริมาณความชื้นอิสระ (aw) ที่สูงกว่าทุเรียน แต่มีค่าความเป็นกรดต่างต่ำกว่าทุเรียน [3] ในการวิเคราะห์การต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมัจจุค ปริมาณมัจจุคมากที่สุดในตัวอย่างทั้งหมด คือ ร้อยละ 15 มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ดีที่สุด ทำให้ทราบว่า ยิ่งเพิ่มปริมาณมัจจุคจะทำให้ค่าการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นด้วย [21]

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัส ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงระดับชอบเล็กน้อยถึงชอบมาก ซึ่งถ้าพิจารณาจากค่าที่ได้จะพบว่า คะแนนความชอบด้านกลิ่น ทั้ง 6 ตัวอย่างได้ค่าเฉลี่ยความชอบ ที่น้อยที่สุด อันเนื่องมาจากเนื้อทุเรียนมีกลิ่นเฉพาะตัวที่ชัดเจน สอดคล้องกับงานวิจัย ยูวรัตน์ และคณะ [22]

ในการทดสอบคุณภาพทางจุลินทรีย์ ไม่พบยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด เนื่องจากผลิตภัณฑ์ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยการต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที จากการเลือกตัวอย่างที่ 5 คือปริมาณทุเรียน ร้อยละ 18 ผสม มัจจุค ร้อยละ 12 เมื่อคิดต้นทุนในระดับห้องปฏิบัติการ เฉพาะวัตถุดิบหลัก สามารถลดต้นทุนประมาณ 5.40 บาทต่อขวด (ขนาดบรรจุ 150 มิลลิลิตร)

5. สรุป

จากการวิจัยพบว่า ปริมาณมัจจุคที่ผสมเข้าไปในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียน ในอัตราส่วนเนื้อทุเรียนต่อเนื้อมัจจุค ร้อยละ 30:0, 27:3, 24:6, 21:9, 18:12 และ 15:15 เมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อมัจจุคจะส่งผลต่อคุณลักษณะและคุณภาพในด้านต่างๆ เปลี่ยนไป คือ มีค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้น แต่ค่าสีน้ำเงิน (b^*) ลดลง และมีค่าความหนืดลดลง เมื่อวัดคุณภาพทางเคมี พบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเนื้อมัจจุคจะทำให้ค่าของแข็งที่ละลายได้ (TSS) ลดลง ค่าปริมาณความชื้นอิสระ (aw) เพิ่มขึ้น และค่าความเป็นกรดต่าง (pH) ลดลง เมื่อทำการเพิ่มปริมาณเนื้อมัจจุคจะมีผลทำให้การต้านอนุมูลอิสระของผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำทุเรียนผสมมัจจุคมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่าสูตรที่ได้คะแนนความชอบมากที่สุด คือ ตัวอย่างที่ 5 ที่อัตราส่วนของเนื้อทุเรียนร้อยละ 18 ผสมเนื้อมัจจุค ร้อยละ 12 ซึ่งได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงที่สุด ได้แก่ ด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม นำตัวอย่างที่ 5 มาวัดคุณภาพทางจุลินทรีย์ในสัปดาห์แรก ไม่พบ ยีสต์ รา และจุลินทรีย์ทั้งหมด จากการเพิ่มสัดส่วนเนื้อมัจจุคมีศักยภาพในการลดต้นทุนรวมต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ ความหนืดที่ลดลงสัมพันธ์กับกำลังที่ใช้ในการผสมของของไหลที่มีแนวโน้มคือความหนืดที่ลดลง ทำให้ภาระกำลังและพลังงานในการผสมลดลงภายใต้เงื่อนไขการทำงานเดียวกันและยังเอื้อต่อการถ่ายโอนความร้อนที่ดีขึ้นส่งผลเชิงบวกต่อประสิทธิภาพด้านพลังงานในขั้นตอนให้ความร้อนหรือฆ่าเชื้อ และการลดต้นทุนวัตถุดิบเฉลี่ยจากความแตกต่างด้านระดับราคา

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจาก กองทุนส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม (กองทุน ววน.). งบประมาณด้าน ววน. ประเภท Fundamental Fund ปี 2567 สำนักคณะกรรมการส่งเสริมวิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม (สกว.) ประสานงานผ่าน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก

7. เอกสารอ้างอิง

- [1] Office of Agricultural Economics (OAE), *Situation and Trend of Mangosteen Production in Thailand*, Bangkok, Thailand, 2021.
- [2] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), *Tropical Fruits Market Review 2022*, Rome, Italy, 2023.
- [3] P. S. Tongurai and N. Therdthai, "Value addition and processing of durian and tropical fruits in Thailand," *International Journal of Agricultural Technology*, vol. 16, no. 3, pp. 789–798, 2020.
- [4] S. Sukma, S. Charoenrein, and P. Rachtanapun, "Bioactive compounds and functional properties of mangosteen (*Garcinia mangostana* L.) for food applications," *Food Chemistry*, vol. 344, 2021.
- [5] Ministry of Industry, *Agro-Processing Industry Development Strategy (2021–2025)*, Bangkok, Thailand, 2022.
- [6] T. Phakcharatphan, T. Satchananantakul and S. Trongchitphakdee, *Food Science and Technology*, Volume 1, Kasetsart University, Bangkok, pp. 171–193, 2016. (in Thai)
- [7] K. Charoensuk, L. Wongekalak, N. Mongkontanawat, W. Nonmoung, A. Suwanposri, P. Tanmanee and M. Kongsuk, "Formulation, sensory and pulp stability of durian (*Durio zibethinus* Murr) juice," *International Journal of Agricultural Technology*, vol. 14, no. 2, pp. 215–224, 2018. (in Thai)
- [8] P. Anprung, *Principles of Food Analysis by Sensory Processing*, 3rd ed. Bangkok, Thailand: Chulalongkorn University Press, 2014. (in Thai)
- [9] K. Zhu, H. Zhou and H. Qian, "Antioxidant and free radical-scavenging activities of wheat germ protein hydrolysates (WGPH) prepared with alcalase," *Process Biochemistry*, vol. 41, no. 6, pp. 1296–1302, 2006.
- [10] F. Shahidi and Y. Zhong, "Measurement of antioxidant activity," in *Measurement of Antioxidant Activity & Capacity*, F. Shahidi, Ed. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, 2015, pp. 153–182.
- [11] B. M. Watts, C. L. Yumaki, L. E. Jeffery and L. G. Elais, *Basic Sensory Methods for Food Evolution*. The International Development Research Centre, Ottawa, Canada, 1989.
- [12] Standard test for Bacteriological Analytical Manual (BAM), *Association of Official Chemists (AOAC)*, 8th ed., Published and distribute by AOAC International, USA, 1998.
- [13] A. Chaovanalikit and A. Mingmuang, "Anthocyanin and Total Phenolic Content of Mangosteen and Its Juices", *SWU Sci. J.* vol. 29, no. 1, pp. 68–78, 2007. (in Thai)
- [14] *Thai Community Product standard, MANGOSTEEN DRINK*, No. 1452/2554, 2011. (in Thai)
- [15] S. Boonna, S. Phuangborisut, and T. Chanawanno, "Physical properties and nutritional value of durian juice produced from durian chips by-products," *International Journal of Agricultural Technology*, vol. 18, no. 4, pp. 1837–1846, 2022.
- [16] ISO, *ISO/TR 17766:2005, "Centrifugal Pumps for Viscous Liquids, Performance Corrections"*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2005.
- [17] I. J. Karassik, J. P. Messina, P. Cooper, and C. C. Heald, *Pump Handbook*, 4th ed. New York, NY, USA: McGraw-Hill Education, 2008.

- [18] A. A. M. Mohammedali, A. A. M. Omara, R. H. A. Mohamed, and H. G. H. Mohamed, “Performance assessment of a centrifugal pump with varying fluid viscosities through Euler head and entropy analysis,” *Engineering Reports*, vol. 7, no. 4, pp. 1–12, 2025.
- [19] E. L. Paul, V. A. Atiemo–Obeng, and S. M. Kresta, Eds., *Handbook of Industrial Mixing: Science and Practice*. Hoboken, NJ, USA: Wiley, 2004.
- [20] M. K. Krokida, N. P. Zogzas, and Z. B. Maroulis, “Heat transfer coefficient in food processing: Compilation of literature data,” *International Journal of Food Properties*, vol. 5, no. 2, pp. 435–450, 2002.
- [21] S. Klinkajorn, N. Soonthorntham, P. Supasoon and S. Sukhasem, “Production of Health Products from Mangosteen Juice,” *Thai Agricultural Research Journal*. vol. 33, no. 2, pp. 190–204, 2015. (in Thai)
- [22] Y. Ngenyen, W. Dechawiraphanit, K. Paradamitra and W. Khaophon, “Reducing The Odor of Durian Using Essential Oil Distilled from Basil Leaves”, *Journal of Agricultural*. vol. 29, no. 2, pp. 163–168, 2013. (in Thai)