

สัดส่วนที่เหมาะสมของกัมอารบิกและมอลโทเดกซ์ทรินต่อคุณภาพเครื่องดื่มลูกหว้าผง ที่ผลิตด้วยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอย

Optimum Ratios of Gum Arabic and Maltodextrin on the Quality of Powdered Jambolan Beverage by Spray Drying Method

สุนทรณ์ พักเฟื่อง

Fakfoun Sunthon

สาขาวิชาวิศวกรรมอาหารและธุรกิจ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก
Faculty of Agro-Industrial Technology, Rajamangala University of Technology Tawan-ok, Chanthaburi Campus

E-mail: sunthon_fa@mutto.ac.th; โทร. 0917451927

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสัดส่วนของกัมอารบิกต่อมอลโทเดกซ์ทรินที่เหมาะสมในการผลิตเครื่องดื่มลูกหว้าผงด้วยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยนำผลลูกหว้าสุกของชนิด *Syzygium cumini* (L.) ที่รวบรวมจากแหล่งปลูกในจังหวัดจันทบุรี มาแปรรูปเป็นน้ำลูกหว้าแล้วปรับให้มีความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายได้ เท่ากับ 16 °Brix จากนั้นเติมกัมอารบิกและมอลโทเดกซ์ทริน ตามสัดส่วนที่ต่างกัน 5 ระดับ คือ 0:100, 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60 (w/w) ก่อนนำทุกสัดส่วนไปทำแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้อุณหภูมิลมเข้า 150 องศาเซลเซียส พบว่า การกำหนดสัดส่วนของกัมอารบิกต่อมอลโทเดกซ์ทรินเท่ากับ 10:90 ส่งผลให้คุณภาพด้านสีของเครื่องดื่มลูกหว้าผงใกล้เคียงกับน้ำลูกหว้าสดมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม เพื่อให้ผลิตภัณฑ์เกิดประโยชน์ทางสุขภาพสูงสุดต่อผู้บริโภค งานวิจัยนี้แนะนำให้ใช้สัดส่วนของกัมอารบิกต่อมอลโทเดกซ์ทรินเท่ากับ 30:70 เนื่องจากเป็นสัดส่วนที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มลูกหว้าผงมีปริมาณวิตามินซีและแอนโทไซยานินมากที่สุดและมากกว่าสัดส่วนอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยมีปริมาณเท่ากับ 3.35 ± 0.02 และ 156.96 ± 0.08 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร ตามลำดับ

คำสำคัญ : การทำแห้งแบบพ่นฝอย กัมอารบิก มอลโทเดกซ์ทริน ลูกหว้า

Abstract

This research aimed to optimize the ratio between gum arabic and maltodextrin in the production of jambolan beverage powder by spray drying method. The ripened of jambolan, *Syzygium cumini* were collected from planting area in Chanthaburi Province. They were processed into juice, adjusted to 16 °Brix, prior to the gum arabic and maltodextrin were added into the juice with 5 different ratios: 0:100, 10:90, 20:80, 30:70 and 40:60 (w/w). All treatments were performed using spray dryer, using inlet air temperature of 150 °C. The results showed that the proportion of gum arabic to maltodextrin at 10:90, resulting in the color quality of the powdered jambolan beverage as close as possible to fresh jambolan juice. However, to making of health-friendly products, this study suggests the proportion of gum arabic to maltodextrin at 30:70; since it resulted to significantly higher contained of vitamin C and anthocyanin than other proportion, with the amount of 3.35 ± 0.02 and 156.96 ± 0.08 milligrams/100 milliliters, respectively.

Keywords : Spray dry method, Gum arabic, Maltodextrin, *Syzygium cumini*

1. บทนำ

“หว่า” ไม่ยืนต้นที่มีถิ่นกำเนิดในกลุ่มประเทศเอเชียใต้ ได้แก่ บังกลาเทศ อินเดีย ศรีลังกา และเนปาล รวมถึงในบางประเทศของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เช่น อินโดนีเซีย ฟิลิปปินส์ และไทย เป็นต้น ชื่อสามัญคือ Jambolan Plum หรือ Java Plum มีชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Syzygium cumini* (L.) Skeels. ชื่อตามท้องถิ่นของไทยคือ หว่า หว่าป่า หว่าขาว หว่าขัณฑ์ หว่าขี้แพะ ชาวอินเดียจะเรียกลูกหว่าว่า “จามาน” หรือ “จา” เป็นพืชที่จัดอยู่ในวงศ์ Myrtaceae เช่นเดียวกับชมพู สามารถขึ้นได้ตั้งแต่ป่าดิบใกล้ทะเลขึ้นไปถึงเขาสูงไม่น้อยกว่า 800 เมตร ขึ้นได้ดีในที่ค่อนข้างชื้น ดินอุดมสมบูรณ์ ด้วยปุ๋ยธรรมชาติ (Free encyclopedia, 2017) พืชชนิดนี้มีกพบมากตามภูมิศาสตร์เนเขา ผลมีขนาดเล็กติดต่อกันคล้ายช่อคล้ายองุ่น เมื่อผลเริ่มสุกจะมีสีแดง แต่เมื่อผลสุกเต็มที่จะมีสีม่วงถึงดำซึ่งอุดมไปด้วยสาร “แอนโธไซยานิน” ซึ่งสารนี้มักพบในพืชผัก ผลไม้ที่มีสีม่วงเข้มหรือสีแดง สารดังกล่าวมีคุณสมบัติช่วยต้านอนุมูลอิสระ เสริมภูมิคุ้มกันให้ร่างกาย ลดความเสี่ยงของเซลล์ มีฤทธิ์ช่วยยับยั้งเซลล์มะเร็งลำไส้ ลดน้ำตาลในเลือดสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน และยังมีส่วนประกอบของสาร “แทนนิน” ซึ่งมีประโยชน์ต่อระบบทางเดินอาหาร ช่วยรักษาอาการท้องเสีย และรักษาแผลในกระเพาะอาหารได้อีกด้วย (Samerwong, 2017) อย่างไรก็ตามลูกหว่าเป็นผลไม้ที่เน่าเสียง่าย เนื่องจากมีปริมาณน้ำสูง เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ และยังมีลักษณะอวบน้ำ ซึ่งเมื่อได้รับแรงกระแทกจากการเก็บเกี่ยว ทำให้บอบช้ำได้ง่าย ดังนั้นการแปรรูปให้อยู่ในรูปของผลิตภัณฑ์จึงเป็นกระบวนการที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการลดการสูญเสียยืดอายุการเก็บรักษา ยกระดับราคาผลิตผลและเพิ่มพูนรายได้ให้แก่ประชาชนผู้ทำการผลิตและแปรรูป ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มตลอดห่วงโซ่การผลิต

ลูกหว่าเป็นผลไม้ที่มีเม็ดสีอยู่ในปริมาณมาก ขณะที่สุกอมมีกลิ่นหอมและรสชาติอมเปรี้ยว เมื่อผสมกับน้ำจะได้น้ำลูกหว่าที่มีสีแดงเข้ม และมีกรดผลไม้ค่อนข้างมาก ซึ่งเหมาะที่จะนำมาทำเครื่องดื่มได้ (Konghom, 2004) หรือนำมาหมักเป็นไวน์ได้ (Phuseerit *et al.*, 2019) ปัจจุบันสามารถพบเห็นเครื่องดื่มน้ำลูกหว่ามีวางขายในตลาดท้องถิ่นอย่างแพร่หลาย แต่จะพบเห็นได้เฉพาะในฤดูกาลที่ลูกหว่าให้ผลผลิตเท่านั้น การทำน้ำลูกหว่าให้อยู่ในรูปแบบเครื่องดื่มฉบับใหม่เป็นทางเลือกของการสร้างผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ที่น่าสนใจ เนื่องจากการผลิตเครื่องดื่มแบบผงเป็นกรรมวิธีการผลิตสมัยใหม่ที่สามารถแปรรูปจากของเหลวเป็นของแข็งที่ขนาดของอนุเล็กลง สามารถดึงเอกลักษณ์ของน้ำผลไม้แท้ได้เต็มที่ จึงทำให้ได้รสชาติน้ำผลไม้แท้ คงคุณค่าทางโภชนาการ ยืดอายุการเก็บรักษา ทำให้ผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักเบา และง่ายต่อการคืนรูปเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มด้วยการชงในน้ำ กระบวนการทำน้ำผลไม้ให้เป็นผงในปัจจุบันนิยมใช้วิธีนำน้ำผลไม้มาแช่แข็ง แล้วนำมามาอบภายใต้สภาวะสุญญากาศหรือที่เรียกว่าเทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอย เพื่อให้ น้ำแข็งในน้ำผลไม้ระเหิดกลายเป็นไอ ส่วนที่เป็นของแข็งจะคงลักษณะเดิม ดังนั้นผลิตภัณฑ์หลังอบแห้งจึงมีลักษณะเป็นรูพรุน ทำให้กลับคืนรูปเดิมได้ง่าย ซึ่งเทคนิคการอบแห้งแบบพ่นฝอยนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม การผลิตสารให้กลิ่นรส เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้ระยะเวลาการทำแห้งสั้น สามารถกักเก็บและป้องกันการสูญเสียคุณค่าทางโภชนาการไว้ได้ และเป็นกรรมวิธีที่สามารถเติมสารช่วยทำแห้งได้หลายชนิด โดยเฉพาะสารช่วยทำแห้งประเภทคาร์โบไฮเดรต เช่น มอลโทเดกซ์ทริน และ กัมอารบิก ทั้งนี้ Pornchaloempong and Rattanapanone (2021a) ระบุว่า มอลโทเดกซ์ทรินช่วยเพิ่มเนื้อในการทำแห้งอาหารแห้งประเภทอาหารผง หรือ เครื่องดื่มผงด้วยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอย รวมถึงห่อหุ้มสารให้กลิ่นรส ส่วนกัมอารบิกจะใช้เป็น clouding agent ช่วยทำให้เกิดความข้นคล้ายกับว่ามีเนื้อผลไม้มากขึ้น จึงใช้ได้ดีทั้งในรูปแบบที่เป็นเครื่องดื่มเป็นเหลวและแบบผง (Pornchaloempong and Rattanapanone, 2021b) การใช้สารช่วยทำแห้งทั้งสองดังกล่าว จำเป็นต้องทราบสัดส่วนที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีวัตถุประสงค์ศึกษาสัดส่วนของกัมอารบิกต่อมอลโทเดกซ์ทรินที่เหมาะสมในการผลิตผงลูกหว่าโดยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอย

2. วิธีการศึกษา

2.1 การเตรียมวัตถุดิบ

รวบรวมลูกหว้า (*Syzygium cumini*) ที่สุกเต็มที่จากแหล่งปลูกในจังหวัดจันทบุรีในช่วงเดือนมิถุนายน คัดเลือกลูกหว้าที่มีสีม่วงเข้มจนถึงดำ ลักษณะผลสมบูรณ์ไม่เน่าเสีย นำมาล้างทำความสะอาด 1-2 ครั้ง พักให้สะเด็ดน้ำแล้วคว้านเมล็ดกลางผลออก แล้วนำไปปั่นผสมกับน้ำสะอาดโดยใช้สัดส่วนลูกหว้า 800 กรัม ต่อน้ำสะอาด 1,200 มิลลิลิตร นำไปต้มที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที จากนั้นนำเนื้อลูกหว้าสุกที่ได้มากรองด้วยผ้าขาวบาง 3 ชั้น เพื่อแยกเอากากออก และแบ่งน้ำลูกหว้าส่วนหนึ่งไปวิเคราะห์คุณภาพของน้ำลูกหว้าก่อนทำแห้ง และน้ำลูกหว้าส่วนที่เหลือนำไปศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมระหว่างปริมาณกัมอาร์บิกและมอลโทเดกซ์ทริน

2.2 การศึกษาสัดส่วนที่เหมาะสมของกัมอาร์บิกและมอลโทเดกซ์ทรินในการทำเครื่องดื่มลูกหว้าผงด้วยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอย

วางแผนการศึกษาโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ Completely Randomized Design (CRD) ที่มี 3 ซ้ำ ปัจจัยที่ศึกษา คือ สัดส่วนของกัมอาร์บิกต่อมอลโทเดกซ์ทริน (w/w) ที่แตกต่างกัน 5 ระดับได้แก่ 0:100, 10:90, 20:80, 30:70 และ 40:60

การศึกษาเริ่มต้นด้วยการนำน้ำลูกหว้าจากข้อ 2.1 มาวัดค่าของแข็งที่ละลายน้ำได้ด้วยเครื่อง Digital Hand Refractometer และปรับความเข้มข้นของของแข็งที่ละลายได้เท่ากับ 16 °Brix แล้วนำมาเติมมอลโทเดกซ์ทรินและกัมอาร์บิกตามสัดส่วนที่กำหนดไว้ในแผนการศึกษา จากนั้นนำน้ำลูกหว้าของแต่ละชุดการทดลองไปปั่นด้วยเครื่องผสมไฮโมจิโนเซอร์ (Dragon Lab, D-160,) ใช้ความเร็วการปั่น 19,000 RPM นาน 5 นาที แล้วนำไปเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย (Spray dryer, Buchi B-290, Germany) โดยกำหนดสภาวะดังนี้ อุณหภูมิลมเข้า 150 องศาเซลเซียส อัตราการป้อน 10 เปอร์เซ็นต์ (feed flow 2 มิลลิลิตรต่อนาที) (ดัดแปลงวิธีจาก Swaminathan *et al.*, 2015) หลังจากเสร็จสิ้นการอบแห้ง นำลูกหว้าผงที่ได้บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ลามิเนต เก็บในตู้กันความชื้นที่อุณหภูมิห้อง เพื่อรอการวิเคราะห์ต่อไป

2.3 การตรวจวัดคุณภาพของเครื่องดื่มลูกหว้าผง

นำตัวอย่างเครื่องดื่มลูกหว้าผงของแต่ละชุดการทดลองที่ได้ในข้อ 2.2 มาทำการวิเคราะห์คุณภาพ ดังนี้

2.3.1 วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ โดยวัดค่าสีในระบบ CIE โดยใช้เครื่อง Colorimeter (Nippon, ZE-2000, Japan) ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

2.3.2 วิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ดังนี้ วัดค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) โดยใช้ pH-meter (Consort, C3010, USA) วัดปริมาณความชื้นด้วยเครื่องหาความชื้นแบบอินฟราเรด (Sartorius, MA 45, Germany) วัดปริมาณน้ำอิสระ (aw) ด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ (NOVASINA, LabMaster.aw, Switzerland) และวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Soluble Solids; TSS) ด้วยเครื่อง Digital hand-held refractometer (ATAGO, Master-3M, Japan)

2.3.3 วิเคราะห์ปริมาณวิตามินซี โดยวิธีไตเตรทตามวิธีการของ AOAC (2000) และวิเคราะห์ปริมาณแอสคอร์บิกแอซิด โดยใช้วิธี pH-differential ที่ดัดแปลงจากวิธีการของ Giusti and Wrolstad (2003)

2.3.4 คำนวณปริมาณผลผลิตที่ได้จาก $\%Yield = \frac{\text{ผลผลิตที่ได้}}{\text{น้ำหนักเริ่มต้น}} \times 100$

2.3.5 ตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ ดังนี้ ตรวจสอบการปนเปื้อนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา โดยเทคนิค pour plate (AOAC, 1990)

2.4 การทดสอบความสามารถในการละลายได้ของเครื่องดื่มลูกหว้าผง

การทดสอบความสามารถในการละลายได้ของผงลูกหว้าที่อุณหภูมิห้องดัดแปลงวิธีจาก Sirilert *et al.* (2017) โดยชั่งตัวอย่าง 0.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นปริมาตร 25 มิลลิลิตร กวนด้วยแท่งแม่เหล็กกวนสารที่ความเร็วรอบ 100 รอบ

ต่อนาที นาน 1 ชั่วโมง นำตัวอย่างเข้าเครื่องปั่นเหวี่ยงความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เทส่วนใสใส่ถ้วยอะลูมิเนียมที่ผ่านการอบที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง และชั่งน้ำหนักแล้ว นำตัวอย่างเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง นำออกมาทำเยนในโถดูดความชื้น ทำการชั่งน้ำหนักถ้วยอะลูมิเนียมหลังอบ นำมาคำนวณค่าร้อยละการละลาย ดังนี้

$$\text{การละลาย (ร้อยละ)} = (\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)} / \text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}) \times 100$$

2.5 การวิเคราะห์ทางสถิติ

นำข้อมูลของการทดลอง ได้แก่ ค่าที่วัดได้จากการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมี ปริมาณผลผลิตที่ได้ และความสามารถในการละลาย มาหาความแตกต่างทางสถิติ โดยวิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำลูกหว้าสด

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำลูกหว้าสดที่เตรียมก่อนนำไปทำให้เป็นผงแสดงดังตารางที่ 1 ลักษณะของน้ำลูกหว้าสดที่ผ่านการเจือจางในสัดส่วน 1:1.5 ก่อนนำไปทำแห้งมีค่าความสว่างอยู่ในระดับ 32.5 และมีค่าสีแดงในระดับ 40.42 หมายความว่า น้ำลูกหว้าก่อนที่นำไปทำแห้งมีสีม่วงแดงค่อนข้างเข้ม และมีความเป็นกรดสูงเนื่องจากมีค่า pH อยู่ในระดับต่ำมากคือ 3.28

ตารางที่ 1 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของน้ำลูกหว้าสด

พารามิเตอร์	ค่าที่วัดได้
<u>คุณภาพทางกายภาพ</u>	
1) ค่าสี L^*	32.35
a^*	40.42
b^*	6.45
2) ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix)	10.8
<u>คุณภาพทางเคมี</u>	
1) ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH)	3.28
2) ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)	6.20
3) ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)	69.36

หมายเหตุ : L^* คือ lightness (100 = light, 0 = dark)

a^* คือ + redness, - greenness

b^* คือ + yellowness, - blueness

3.2 ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของลูกหว้าผง

หลังจากนำน้ำลูกหว้าสด มาเติมสารกัมอาร์บิกและมอลโทเดกซ์ทริน โดยมีสัดส่วนของกัมอาร์บิกต่อมอลโทเดกซ์ทริน แตกต่างกัน 5 ระดับ แล้วนำไปเข้าเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอยเพื่อทำให้เป็นผง ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของลูกหว้าผง แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของเครื่องตีลูกหว่าผงที่ผลิตโดยใช้สัดส่วนของกัมอาร์บิกต่อมอลโทเดกซ์ทรินแตกต่างกัน 5 ระดับ

สัดส่วน (w/w)	ค่าสี			pH	TSS (°Brix)	a_w	ปริมาณความชื้น (%)
	L^*	a^*	b^*				
0:100	57.49±0.18 ^c	30.60±0.84 ^b	-0.45±0.06 ^e	3.39±0.02 ^e	58.50±0.22 ^a	0.17±0.00 ^b	3.80±0.39 ^b
10:90	57.42±0.52 ^d	31.16±0.25 ^a	-0.48±0.02 ^d	3.48±0.03 ^d	55.50±0.22 ^b	0.16±0.01 ^c	4.23±0.22 ^a
20:80	58.56±0.78 ^a	27.30±0.39 ^e	-1.70±0.06 ^c	3.56±0.02 ^c	53.33±0.21 ^c	0.16±0.00 ^c	4.18±0.22 ^{ab}
30:70	57.95±0.72 ^b	28.75±0.09 ^c	-1.83±0.03 ^b	3.65±0.02 ^b	50.50±0.22 ^d	0.15±0.00 ^d	2.19±0.44 ^d
40:60	58.54±0.40 ^{ab}	28.22±0.15 ^d	-1.84±0.03 ^a	3.70±0.01 ^a	48.50±0.22 ^e	0.19±0.00 ^a	3.32±0.37 ^c

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กที่แตกต่างกันในแนวนอน แสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

L^* คือ lightness (100 = light, 0 = dark)

a^* คือ + redness, - greenness

b^* คือ + yellowness, - blueness

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่า เมื่อทำน้ำลูกหว่าผงให้เป็นผง ความเข้มข้นของสีผลิตภัณฑ์ลดลง โดยค่าสีของผลิตภัณฑ์ที่วัดได้มีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดงและค่าสีเหลืองลดลง คาดว่าเป็นผลมาจากที่มีการเติมมอลโทเดกซ์ทรินปริมาณมากในน้ำลูกหว่าผงก่อนอบแห้ง ทั้งนี้กัมอาร์บิกและมอลโตเดกซ์ตริกเป็นผงมีสีขาว จึงส่งผลให้ผงลูกหว่าผงมีความสว่างเพิ่มขึ้น (Khunthawad and Sripui, 2013) สอดคล้องกับการทดลองของ Sarochwikasit and Tangduangdee (2011) ที่พบว่า การเติมมอลโทเดกซ์ทริน สูงขึ้น ทำให้สัปปะรดผงที่ผ่านการอบแห้งแบบพ่นฝอยมีความสว่างเพิ่มขึ้น ส่วนการที่ค่าสีแดงและสีน้ำเงินลดลงเมื่อเทียบกับน้ำลูกหว่าผง อาจเป็นเพราะสารช่วยให้แห้งทั้งสองมีบทบาทในการลดความเข้มข้นของสีแดงและสีน้ำเงินลง แต่เนื่องจากสีเป็นสมบัติหรือคุณภาพของผลิตภัณฑ์ผงที่สำคัญ เพราะเป็นสิ่งแรก queผู้บริโภคสามารถสังเกตเห็นได้ก่อน (Wong and Lim, 2016) การศึกษาครั้งนี้พบว่า การเติมกัมอาร์บิกต่อมอลโตเดกซ์ตริกที่สัดส่วน 10:90 ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องตีลูกหว่าผงมีค่าความเป็นสีแดงและค่าสีน้ำเงินใกล้เคียงกับน้ำลูกหว่าผงมากที่สุด อาจเนื่องจากในสัดส่วนดังกล่าวมีปริมาณของมอลโทเดกซ์ทรินมากกว่ากัมอาร์บิกในปริมาณที่มากกว่า จึงทำให้ค่าความสีแดงและสีน้ำเงินยังคงอยู่ได้มากกว่า เพราะมอลโทเดกซ์ทรินมีคุณสมบัติในการคงสภาพของวัตถุได้มากกว่ากัมอาร์บิก สอดคล้องกับรายงานของ Pathomrungsiriyungkul *et al.* (2003) และ Intipunya and Thamee (2014) ที่พบว่า การใช้มอลโทเดกซ์ทรินในปริมาณที่เพิ่มขึ้น จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสว่างเพิ่มขึ้นได้ ขณะเดียวกันการเพิ่มปริมาณกัมอาร์บิกมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องตีลูกหว่าผงมีค่า pH เพิ่มขึ้น แต่ค่า TSS ลดลง แสดงว่าผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดน้อยลง ซึ่งส่งผลดีต่อสุขภาพของผู้บริโภคมากกว่า นอกจากนี้การลดปริมาณของมอลโทเดกซ์ทริน มีผลทำให้ค่า pH เพิ่มขึ้น แต่ค่า TSS ลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของ Ekpong (2016) ที่พบว่า การเพิ่มความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทรินจะทำให้ค่าของสารสกัดมะขามมีค่าความเป็นกรดลดลง ค่า pH ที่เพิ่มขึ้นเป็นเพราะกัมอาร์บิกมีค่า pH อยู่ระหว่าง 5-7 และมอลโทเดกซ์ทรินมีค่า pH เท่ากับ 6.5 เมื่อเติมสารทั้งสองนี้ในผลิตภัณฑ์จึงช่วยยกระดับค่า pH ในน้ำลูกหว่าผง แต่การเพิ่มกัมอาร์บิกกลับมีผลทำให้ค่า TSS สูงขึ้น แสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องตีลูกหว่าผงมีความขุ่นเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำลูกหว่าผง โดยความขุ่นคาดว่าจะเป็ผลมาจากกัมอาร์บิก เนื่องจากกัมอาร์บิกนิยมใช้เป็น clouding agent ช่วยทำให้เกิดความขุ่นคล้ายกับว่ามีเนื้อผลไม้มากขึ้น (Pornchaloempong and Rattanapanone (2021b) นอกจากนี้พบว่า ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด มีแนวโน้มลดลงตามปริมาณมอลโทเดกซ์ทริน ทั้งนี้ปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินเป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด กล่าวคือ เมื่อลดปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินลง ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดจะลดลงด้วย เนื่องจากมอลโทเดกซ์ทรินมีคุณสมบัติช่วยเพิ่มความหวานให้กับผลิตภัณฑ์ (Pornchaloempong and Rattanapanone (2021a) ดังนั้นเมื่อลดปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินจึงทำให้ค่าของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดลดลง

ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า ผลผลิตถั่วลิสงน้ำลูกหว้าแบบผงมีค่าปริมาณความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 2.19 ถึง 4.23 โดยชุดการทดลองส่วนใหญ่มีค่าปริมาณความชื้นอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดให้ผลิตภัณฑ์ผงและน้ำผลไม้ผงมีปริมาณความชื้นสุดท้ายที่ร้อยละ 1.0-4.0 (Pisuttisophon, 2004) ยกเว้นชุดการทดลองที่กำหนดให้การเติมแกมมาออร์บิกต่อมอลโตเด็กซ์ตริกที่สัดส่วน 10:90 และ 20:80 มีปริมาณความชื้นสูงกว่าที่กำหนด อย่างไรก็ตามค่า a_w ของเครื่องตีลูกหว้าผงมีค่าอยู่ในช่วง 0.15-0.19 ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำกว่า 0.6 ซึ่งแสดงว่าผลิตภัณฑ์เครื่องตีลูกหว้าผงที่ผลิตได้นี้ สามารถเก็บรักษาได้นาน มีความปลอดภัยทางด้านจุลินทรีย์ และมีความเสถียรระหว่างการเก็บรักษา (Wong *et al.*, 2017)

ตารางที่ 3 ผลของสัดส่วนแกมมาออร์บิกต่อมอลโตเด็กซ์ตริกต่อคุณภาพของผลผลิตเครื่องตีลูกหว้าผง

สัดส่วน (โดยน้ำหนัก)	ร้อยละผลผลิต (% Yield)	ค่าการละลาย (ร้อยละของตะกอนที่เหลือ)	ปริมาณวิตามินซี (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)	ปริมาณแอนโทไซยานิน (มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร)
0:100	52.74±0.28 ^a	0	2.40±0.00 ^d	128.53±0.16 ^e
10:90	43.28±0.25 ^b	0	3.02±0.01 ^c	133.23±0.57 ^d
20:80	41.73±0.09 ^c	0	3.23±0.02 ^{ab}	135.06±0.46 ^c
30:70	40.23±0.30 ^d	0	3.35±0.02 ^a	156.96±0.08 ^a
40:60	39.05±0.09 ^e	0	3.15±0.02 ^b	145.46±0.63 ^b

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แตกต่างกันในแนวนองแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า เมื่อปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริกลดลง ปริมาณผลผลิตผง (% yield) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เมื่อปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริกลดลง จะทำให้ค่า Tg ของแอนโทไซยานิน ลดลง จึงเพิ่มการเหนียวติดภายในห้องอบแห้งในระหว่างการทำแห้ง ส่งผลให้ได้ปริมาณผงน้อยลง

การละลายเป็นสมบัติที่บ่งบอกถึงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ได้ (Wong *et al.*, 2017) โดยผลิตภัณฑ์ผงควรจะเปียกและละลายได้เร็ว โดยไม่มีการจับตัวเป็นก้อน (Wong and Lim, 2016) การศึกษานี้พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องตีลูกหว้าผงมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี สามารถละลายได้หมด โดยไม่มีลักษณะเป็นตะกอนเล็ก ๆ คาดว่าเป็นผลมาจากการเติมมอลโตเด็กซ์ตริกในปริมาณมาก สอดคล้องกับรายงานของ Wong *et al.* (2017) ที่กล่าวไว้ว่า การเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริกช่วยเพิ่มความสามารถในการละลาย

ผลิตภัณฑ์เครื่องตีลูกหว้าผงที่ได้จากการศึกษานี้มีปริมาณวิตามินซีอยู่ในช่วง 2.40 ถึง 3.35 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร และมีปริมาณแอนโทไซยานินอยู่ในช่วง 128.53 ถึง 156.96 มิลลิกรัม/100 มิลลิลิตร โดยที่ปริมาณวิตามินซีและแอนโทไซยานินสูงที่สุดเมื่อให้มีการเติมแกมมาออร์บิกต่อมอลโตเด็กซ์ตริกในสัดส่วน 30:70 ปริมาณวิตามินซีในผลิตภัณฑ์เครื่องตีลูกหว้าผงลดลงเมื่อเทียบกับน้ำลูกหว้าสด การสูญเสียวิตามินซีอาจเกิดขึ้นในกระบวนการอบแห้งที่ใช้อุณหภูมิความร้อนเข้ามากถึง 150 องศาเซลเซียส แต่อย่างไรก็ตาม สังเกตพบว่า ปริมาณวิตามินซีในผลิตภัณฑ์เครื่องตีลูกหว้าผงมีแนวโน้มลดลงตามปริมาณของมอลโตเด็กซ์ตริกที่เพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Shihawong (2003) ที่พบว่าปริมาณวิตามินซีในน้ำมะนาวลดลง ตามปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริกที่สูงขึ้น ปริมาณแอนโทไซยานินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณแกมมาออร์บิกที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นเพราะแกมมาออร์บิกช่วยเพิ่มความคงตัวของแอนโทไซยานิน (Mahdavi *et al.*, 2016; Chung *et al.*, 2016) อย่างไรก็ตามเมื่อคำนึงถึงประโยชน์ของผลิตภัณฑ์เครื่องตีผลต่อสุขภาพ งานวิจัยนี้แนะนำว่า ในการผลิตเครื่องตีผงจากลูกหว้า ควรมีการเติมแกมมาออร์บิกต่อมอลโตเด็กซ์ตริกโดยใช้สัดส่วน 30:70 เนื่องจากเป็นสัดส่วนที่ให้ปริมาณวิตามินซีและสารแอนโทไซยานินสูงที่สุด ขณะเดียวกันผลการตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดรวมถึงยีสต์และรา ในผลิตภัณฑ์เครื่องตีลูกหว้าผง ปรากฏว่า ไม่พบจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และยีสต์และรา ดังนั้นผลิตภัณฑ์เครื่องตีลูกหว้าผงมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์เครื่องตีผลไม้ผงหลายชนิด เช่น มะตูมผงขงตี (มาตรฐานเลขที่ มผช. 169/2556; Thai industrial standards institute, 2013a)

สมุนไพรรวมผงสำเร็จรูป (มาตรฐานเลขที่ มผช. 1441/2556; Thai industrial standards institute, 2013b) และ กล้วยผงขงติ่ม (มาตรฐานเลขที่ มผช. 1525/2562; Thai industrial standards institute, 2019) เป็นต้น

4. สรุป

จากการทดลองผลิตเครื่องติ่มลูกหว้าผงด้วยวิธีทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยกำหนดให้มีสัดส่วนของสารช่วยทำแห้ง คือ กัมอารบิกต่อมอลโทเดกซ์ทรินแตกต่างกัน 5 ระดับ สามารถสรุปได้ว่า สัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตเครื่องติ่มลูกหว้าผงคือ สัดส่วนของกัมอารบิกต่อมอลโทเดกซ์ทรินเท่ากับ 30:70 เนื่องจากเป็นระดับสัดส่วนที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีวิตามินซีและแอนโทไซยานินมากที่สุดและมากกว่าสัดส่วนอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก ที่ให้ทุนอุดหนุนทำวิจัยครั้งนี้

6. บรรณานุกรม

- AOAC. 1995. **Official Methods of Analysis**. (16th ed.), Association of Official Analytical Chemistry, Washington D.C.
- AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis**. (17th ed.), Gaithersburg, Maryland: Association of Official Analytical Chemists, Washington D.C.
- Chung, C., Rojanasasithara, T., Mutilangi, W. and McClements, D.J. (2016). **Enhancement of Colour Stability of Anthocyanins in Model Beverages by Gum Arabic Addition**. Food Chemistry. 201: 14-22.
- Ekpong, A., W. Phomkong and E. Onsaard. 2016. **The Effects of Maltodextrin as a Drying Aid and Drying Temperature on Production of Tamarind Powder**. International Food Research Journal. 23(1): 300-308.
- Free encyclopedia. 2021. **Jambolan**. <https://th.wikipedia.org/wiki>. Accessed 21 July, 2021.
- Giusti, M. M. and R.E. Wrolstad. 2003. **Acyalted Anthocyanins from Edible Sources and Their Applications in Food Systems**. Biochemical Engineering Journal. 14(3): 217-225.
- Intipunya, P. and T. Thamee. 2014. **Effects of Spray Drying Process on Quality of Mulberry-Honey Mixed Powder**. Thai Agricultural Research Journal. 32(2): 140-153. (in Thai)
- Khunthawad, A. and J. Sripui. 2013. **Effects of Encapsulation by Spray Drying on Physical Properties of Mamao (*Antidesma Thwaitesianum*) Powder**. Graduate Research Conference 2013 Khon Kaen University BMP, 15: 386-391. (in Thai)
- Konghom, K. 2004. **Effects Of Sugars on The Stability of Anthocyanins in Fermented Java Plum Juice**. Master of Science Thesis (Economics Department). Graduate school, Kasetsart University. (in Thai)
- Mahdavi, S.A., S.M. Jafari, E. Assadpoor and D. Dehnad. 2016. **Microencapsulation Optimization of Natural Anthocyanins with Maltodextrin, gum Arabic and Gelatin**. International Journal of Biological Macromolecules. 85: 379-385.
- Pathomrungsiriyongkul, P., I. Phongsirikul and S. Sripraisorn. 2003. **Feasibility Study of Lime Powder Production Using Spray Dryer**. Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University. 46 p. (in Thai)

- Phuseerit, O., C. Najan, Y. Pangsi and S. Rattanasuk. 2019. **Effect of Yeast Isolated from Sugarcane Juice on Quality of Jambolan Plum (*Syzygium cumini*) Wine**. The Sci J of Phetchaburi Rajabhat. 16 (1): 35-41. (in Thai)
- Pisuttisopon, S. 2004. **Optimal Conditions for the Production of Powdered Palm Juice Using Spray Dryer**. Master's Thesis, Naresuan University. (in Thai)
- Pornchaloempong, P. and N. Rattanapanone. 2021a. **Maltodextrin**. <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1914/maltodextrin>. Accessed 8 Apr. 2021. (in Thai)
- Pornchaloempong, P. and N. Rattanapanone. 2021b. **Gum acacia** (online). Source: <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1489/acacia-gum-arabic>. Accessed 8 Apr. 2021. (in Thai)
- Samerwong, A. 2017. **Jambolan beverage in the Buddha era**. Technology Chaoban https://www.technologychaoban.com/bullet-news-today/article_37250. Accessed 12 Apr. 2021. (in Thai)
- Sarochwikasit, S. and C. Tangduangdee. 2011. Effect of drying temperature and drying aids on qualities of spray dried pineapple juice. **Agricultural Science Journal**, 34 (3): 203-215.
- Shihawong, W. 2003. **Effects of maltodextrin on qualities of lime powder produced by freeze drying**. Proceedings of 41st Kasetsart University Annual Conference, 3-7 February, 2003 Subject: Agro Industry: 286-293. (in Thai)
- Sirilert, T., N. Silalai, K. Chaysuriya and C. Sarawong. 2017. **Effect of Drying Process on Physicochemical Properties of Low-Calorie Non-Dairy Cream Powder From Rice Flour**. Burapha Sci. J. 22(2): 155-168. (in Thai)
- Swaminathan, S., J.D.B. Sowriappan, F. Sneha and S. Mallela. 2015. **Effect of inlet temperature on physicochemical properties of spray-dried jamun fruit juice powder**. Powder Technology. 274: 37-43.
- Thai Industrial Standards Institute. 2019. **Thai community product standard: instant banana**. https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps1525_62.pdf. Accessed 8 Apr. 2021. (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. 2013a. **Thai community product standard: instant bale fruit drink**. Sources: https://tcps.tisi.go.th/pub%5Ctcps0169_56.pdf. Accessed 8 Apr. 2021. (in Thai)
- Thai Industrial Standards Institute. 2013b. **Thai community product standard: instant mixed herbs drink**. Sources: https://tcps.tisi.go.th/pub/tcps1441_56.pdf. Accessed 8 Apr. 2021. (in Thai)
- Wong, C. W., C.Y. Teoh and C.E. Putri. 2017. **Effect Of Enzymatic Processing, Inlet Temperature, And Maltodextrin Concentration on The Rheological and Physicochemical Properties of Spray-Dried Banana (*Musa Acuminata*) Powder**. Journal of Food Processing and Preservation. 42(2).e13451.
- Wong, C., and W. Lim. 2016. **Storage Stability of Spray-Dried Papaya (*Carica Papaya* L.) Powder Packaged in Aluminum Laminated Polyethylene (ALP) and Polyethylene Terephthalate (PET)**. International Food Research Journal. 23(5): 1887-1894.

(Received: 17/Sep/2021, Revised: 19/Dec/2022, Accepted: 23/Dec/2022)