

ผลของอุณหภูมิการอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณภาพของเครื่องดื่มลำไยผง

Effect of spray drying temperature on quality of longan beverage powder

Duangporn Kunapornsujarit and Pilairuk Intipunya *

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิการอบแห้งแบบพ่นฝอยต่อคุณภาพของเครื่องดื่มลำไยผง และหาสภาวะการทำแห้งที่เหมาะสม การผลิตเครื่องดื่มลำไยผงใช้สารช่วยทำแห้ง 3 ชนิด คือ มอลโตเดกซ์ตรินสตาร์ช ดัดแปร และกัมอะราบิก ผสมกันในอัตราส่วนร้อยละ 85:10:5 ตามลำดับ โดยใช้ปริมาณสารผสมช่วยทำแห้ง 0.6 กรัม/กรัมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ในน้ำลำไย นำไปอบแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 165, 175 และ 185 องศาเซลเซียสและอุณหภูมิลมร้อนขาออกที่ 75 ± 2 องศาเซลเซียสพบว่าอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่เหมาะสมเท่ากับ 185 องศาเซลเซียส ทำให้ปริมาณผลผลิตของเครื่องดื่มลำไยผงสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 78.86 ± 0.64 เครื่องดื่มลำไยผงมีปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอ็กทิวิตีต่ำที่สุดเท่ากับร้อยละ 4.04 ± 0.03 และ 0.258 ± 0.02 ตามลำดับ ค่ามุมกองน้อย มีค่าเท่ากับ 39.13 ± 0.33 องศา ความสามารถในการละลาย อุณหภูมิกลาสทรานซิชัน และประสิทธิภาพเชิงความร้อนรวมสูงที่สุดมีค่าเท่ากับร้อยละ 91.95 ± 0.11 , 58.81 ± 0.32 องศาเซลเซียส และร้อยละ 68.75 ± 0.73 ตามลำดับ การยอมรับทางประสาทสัมผัสเพื่อประเมินความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ การชงละลาย และความชอบโดยรวมเมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 165 และ 175 องศาเซลเซียส ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$)

คำสำคัญ: เครื่องดื่มลำไยผง, การอบแห้งแบบพ่นฝอย, อุณหภูมิลมร้อน

Abstract

This research was aimed to investigate the effect of spray drying temperature on quality of longan beverage powder and find a suitable drying condition. Production of longan beverage powder used 3 drying aids, namely maltodextrin, modified starch and gum arabic at the ratio of 85:10:5. The mixed drying aid was added to longan juice at 0.6 g/g soluble solids. The juice was subsequently spray dried using inlet air temperature of 165, 175 and 185°C and outlet air temperature of 75 ± 2 °C. The results showed that the optimum inlet temperature was 185°C, saving the highest % yield of 78.86 ± 0.64 , lowest moisture content and water activity of $4.04 \pm 0.03\%$ and 0.258 ± 0.02 , respectively, lower angle of repose of $39.13 \pm 0.33^\circ$, the highest solubility, glass transition temperature and overall thermal efficiency were $91.95 \pm 0.11\%$, $58.81 \pm 0.32^\circ\text{C}$ and $68.75 \pm 0.73\%$, respectively. Sensorial preference of color, odor, taste, dissolution and overall liking were not significantly different ($p > 0.05$) when compared with the sample dried at 165 and 175°C.

Keywords: Longan beverage powder, spray drying, air temperature

Faculty of Agro-Industry, Chiang Mai University, Chiang Mai 50100, Thailand

* Corresponding author. Tel./fax: +66 5394 8246 Mobile: +668 9561 3596

E-mail: pilairuk@chiangmai.ac.th

1. บทนำ

ลำไยเป็นไม้ผลเขตร้อนและกึ่งร้อนมีความสำคัญทางเศรษฐกิจอันดับหนึ่งของภาคเหนือแหล่งปลูกลำไยที่สำคัญอยู่ที่จังหวัดภาคเหนือตอนบน ได้แก่ เชียงใหม่ ลำพูน และเชียงรายผลผลิตของลำไยจะออกพร้อมกันในระยะเวลานั้น ทำให้ราคาลำไยตกต่ำและการกระจายผลผลิตลำไยไปยังผู้บริโภคยังไม่ทั่วถึง ดังนั้นการนำผลผลิตลำไยสดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ จึงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งและเป็นการช่วยขยายช่องทางการตลาดเพิ่มขึ้นด้วยจึงมีการแปรรูปลำไยสดให้อยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น ลำไยกระป๋อง ลำไยแช่แข็ง และลำไยอบแห้ง (กรมวิชาการเกษตร, 2551) การแปรรูปลำไยให้เป็นเครื่องดื่มลำไยผง เป็นการแปรรูปอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับลำไยได้มากช่วยแก้ปัญหาปริมาณลำไยล้นตลาดราคาตกต่ำอีกทั้งยังสามารถแปรรูปผลลำไยที่ไม่สวยและมีขนาดเล็กให้สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มได้นอกจากนี้ทำให้มีลำไยบริโภคได้ตลอดทั้งปีช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้บริโภค รวมถึงยังสามารถเก็บรักษาได้นาน และสะดวกในการขนส่ง

กระบวนการแปรรูปเครื่องดื่มลำไยผงใช้วิธีการคือนำลำไยกับน้ำตาลทรายจนข้นและให้เกิดเป็นผลึก ซึ่งมีส่วนผสมของน้ำตาลทรายสูง มีกำลังการผลิตต่ำ ใช้เวลาในการแปรรูปนาน (ชนันท์, 2545) วิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอยเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและกำลังการผลิตมาก ซึ่งเป็นวิธีที่น่าสนใจในการผลิตเครื่องดื่มลำไยผง โดยเป็นกระบวนการผลิตที่เปลี่ยนผลิตภัณฑ์อาหารเหลวไปเป็นอาหารผง ที่มีกำลังการผลิตสูง และเป็นกระบวนการผลิตแบบต่อเนื่อง ระบบของการทำแห้งแบบนี้อาศัยหลักการพาความร้อนของอากาศ เป็นวิธีทำแห้งที่มีอัตราการถ่ายเทความร้อนสูง ทำให้น้ำระเหยออกจากอาหารได้เร็ว เวลาที่ใช้ในการทำแห้งสั้นมาก ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นผงแห้งซึ่งการควบคุมอุณหภูมิในการอบแห้ง จะมีผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาอุณหภูมิในการทำแห้งที่เหมาะสม สำหรับผลิตเครื่องดื่มลำไยผงโดยวิธีอบแห้งแบบพ่นฝอย

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 การเตรียมน้ำลำไยผสมสารช่วยทำแห้ง

เตรียมน้ำลำไยจากลำไยสดพันธุ์ดอ ดัดแปลงจากวิธีการผลิตของธัญนิชา (2552) ผสมมอลโตเดกซ์ตริน (DE11, Biochemika food grade: Fluka, Germany) สตาร์ชดัดแปร (Siam modified starch, Thailand) และกัมอะราบิก (Starlight products, France) ในอัตราส่วนร้อยละ 85:10:5 ปริมาณ 0.6 กรัม/กรัมของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ปรับปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 40 องศาบริกซ์

2.2 การหาสภาวะการอบแห้งลำไยผงที่เหมาะสม

จากนั้นนำน้ำลำไยผสมสารช่วยทำแห้งมาทดลองหาสภาวะการผลิตที่เหมาะสม โดยแปรรูปอุณหภูมิลมร้อนเข้า 3 ระดับ คือ 165, 175 และ 185 องศาเซลเซียสดัดแปลงจากวิธีการผลิตของพิพัฒน์ และคณะ (2548) ควบคุมอัตราการป้อนให้คงที่เท่ากับ 25 มิลลิลิตร/นาที ออกแบบการทดลอง

แบบ Completely Randomized Design (CRD) ทดลอง 3 ซ้ำ โดยทำการอบแห้งตัวอย่างเป็นเวลา 1 ชั่วโมง เก็บตัวอย่างอาหารผง บรรจุในถุงพลาสติกเคลือบอลูมิเนียม

2.3 การวิเคราะห์ปริมาณผลผลิตและประสิทธิภาพการอบแห้ง

$$2.3.1 \text{ ปริมาณผลผลิต (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักของแข็งสุดท้าย}}{\text{น้ำหนักของแข็งเริ่มต้น}} \times 100$$

2.3.2 ประสิทธิภาพเชิงความร้อนรวม (ร้อยละ)

$$\eta_{overall} = \frac{T_1 - T_2}{T_1 - T_0} \times 100$$

เมื่อ $\eta_{overall}$ = ประสิทธิภาพเชิงความร้อนรวม

T_1 = อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า

T_2 = อุณหภูมิลมร้อนขาออก

T_0 = อุณหภูมิบรรยากาศแวดล้อม

2.4 การวิเคราะห์สมบัติทางเคมี

2.4.1 ปริมาณความชื้นโดยดัดแปลงวิธีวิเคราะห์จากวิธีของ AOAC (2000) คือ ใช้เครื่องต้มลำไยผงปริมาณประมาณ 2-5 กรัม ใส่ใน aluminium can ที่อบและชั่งน้ำหนักก่อนอบนำเข้าไอบอบใน hot air oven ที่อุณหภูมิ 100°C โดยอบเป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง นำออกมาทำให้เย็นในโถดูดความชื้นเป็นเวลา 30-45 นาที ชั่งน้ำหนักหลังอบ คำนวณหาปริมาณความชื้น

2.4.2 ค่าวอเตอร์แอคติวิตีนำเครื่องต้มลำไยผงมาวิเคราะห์ค่า a_w โดยใช้เครื่อง a_w meter (AquaLab รุ่น TE3, Decagon Devices, Inc, Pullman, USA)

2.5 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ

2.5.1 ความสามารถในการไหลโดยใช้วิธีวัดมุมกอง (θ) ดัดแปลงจากวิธีของ Shittu and Lawal (2007) ใช้กรวยขนาด 250 มิลลิเมตร นำไปแขวนไว้ที่จุดขาตั้งที่กำหนดให้ส่วนปลายของกรวยอยู่ห่างสูงจากพื้น 15 เซนติเมตร ใส่ตัวอย่าง 30 กรัม ลงไปในกรวยโดยเทให้ตัวอย่างไหลตกตามแรงโน้มถ่วงจนหมดตัวอย่าง ผงจะถูกเทผ่านกรวยกรองลงไปยังถ้วยจะไหลออกไปสร้างเป็นรูปทรงกรวยบนฐานนำภาพมุมกองที่บันทึกได้จากกล้องถ่ายภาพไปวัดขนาดมุมกองความสามารถในการไหลของตัวอย่างวิเคราะห์สามารถหาได้จากมุมที่ฐานมุมกอง

2.5.2 ความสามารถในการละลายเครื่องดื่มลำไยผงวิเคราะห์ค่าความสามารถในการละลายโดยใช้วิธีของ Shittu and Lawal (2007) ใช้ปริมาณประมาณ 1 กรัม ใส่ในหลอดเหวี่ยงเติมน้ำ 10 มิลลิลิตร ผสมให้ละลายที่อุณหภูมิ 30°C แล้วนำไปเหวี่ยงด้วยความเร็ว 3000 รอบต่อนาที นาน 10 นาที เทของเหลวส่วนที่ใส (supernatant) ใส่ในกระป๋องอะลูมิเนียมอบที่อุณหภูมิ 105°C เวลานาน 24 ชั่วโมง คำนวณหาความสามารถในการละลาย (ร้อยละ) ดังนี้

$$= \frac{\text{มวลแห้งของตัวอย่างที่ละลายได้ใน supernatant (กรัม)}}{\text{มวลแห้งของตัวอย่างทั้งหมด (กรัม)}} \times 100$$

2.5.3 ความหนาแน่นรวมนำเครื่องดื่มลำไยผงมาวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของผงโดยใช้วิธีของ Jinapong et al. (2008) โดยการชั่งน้ำหนักตัวอย่างเครื่องดื่มลำไยผงและวัดปริมาตร คำนวณความหนาแน่นรวมของผงในหน่วยกิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

2.5.4 ความหนาแน่นของอนุภาคเครื่องดื่มลำไยผงวิเคราะห์ค่าความหนาแน่นของอนุภาคโดยใช้วิธีของ Barbosa-Cánovas and Joliano (2005a) โดยชั่งน้ำหนักของขวดพิกโนมิเตอร์น้ำหนักของขวดพิกโนมิเตอร์ที่เติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงไปจากนั้นเติมตัวอย่างลงในขวดพิกโนมิเตอร์แล้วชั่งน้ำหนักเติมปิโตรเลียมอีเทอร์ลงไปจนเต็มขวดพิกโนมิเตอร์เขย่าจนอนุภาคแขวนลอยแล้วชั่งน้ำหนักคำนวณความหนาแน่นของอนุภาคในหน่วยกิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

2.5.5 อุณหภูมิกลาสทรานซิชัน (T_g) ด้วยวิธี DSC โดยใช้เครื่องดื่มลำไยผงปริมาณ 2.80-3.00 มิลลิกรัม ใส่ใน pan นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง DSC โดยกำหนดอุณหภูมิให้ความร้อนจากอุณหภูมิ 40°C จนถึง 230°C ในอัตรา 10°C / นาที วิเคราะห์ค่า T_g จาก thermogram โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปของ DSC (Intipunya et al., 2009)

2.6 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

เครื่องดื่มลำไยผงทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9 points hedonic scoring test (ไพโรจน์, 2535) เพื่อประเมินความชอบในด้านสี กลิ่น รสชาติ การขงละลาย และความชอบโดยรวม โดยควบคุมอุณหภูมิเสิร์ฟของน้ำร้อนที่ 80°C และอัตราส่วนของเครื่องดื่มลำไยผงต่อน้ำเท่ากับ 4:10 เป็นอัตราส่วนของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ต่อน้ำที่ปรับไว้ โดยวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

2.7 การวิเคราะห์ผลทางสถิติและการคัดเลือกสภาวะการอบแห้ง

วิเคราะห์ข้อมูลผลการทดลองทางสถิติ โดยการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (ไพโรจน์, 2535) คัดเลือกสภาวะ

การอบแห้งที่เหมาะสมจากสมบัติที่สำคัญด้านต่างๆ คือ ค่า T_g ปริมาณความชื้น ค่า a_w ความสามารถในการไหล และความสามารถในการละลาย

3. ผลการศึกษาและวิจารณ์

3.1 ปริมาณผลผลิตและประสิทธิภาพการอบแห้ง

จากการทดลองหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งแบบพ่นฝอยเครื่องตีลมลำไยผง พบว่าเมื่ออุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพเชิงความร้อนรวม และปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดัง Table 1 เนื่องจากอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่สูงขึ้นทำให้อัตราการระเหยน้ำเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงไม่เกิดการเหนียวเกาะติดภายในผนังเครื่องอบแห้ง (กุสุมา, 2552)

Table 1. Thermal efficiency and productivity of spray drying of longan beverage powder

Drying temperature (°C)	Thermal efficiency (%)	Productivity (%)
165	66.06 ^b ± 0.89	73.53 ^c ± 0.88
175	68.32 ^a ± 1.02	75.49 ^b ± 0.70
185	68.75 ^a ± 0.73	78.86 ^a ± 0.64

Note: Data is presented as mean ± standard deviation. Different superscripts in each column represent significant differences between mean values at 95% statistical confidence ($p \leq 0.05$).

3.2 สมบัติทางเคมีของเครื่องตีลมลำไยผง

จากการทดลองหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งแบบพ่นฝอยเครื่องตีลมลำไยผง พบว่าเมื่ออุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ปริมาณความชื้น และค่า a_w ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ดัง Table 2 เนื่องจากอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่สูงขึ้น ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกไปได้อย่างรวดเร็วและมากกว่า (กุสุมา, 2552)

Table 2. Chemical properties of longan beverage powder

Drying temperature (°C)	Moisture content (% wet basis)	a_w
165	4.67 ^a ± 0.03	0.282 ^a ± 0.03
175	4.60 ^a ± 0.07	0.272 ^b ± 0.02
185	4.04 ^b ± 0.03	0.258 ^c ± 0.02

Note: Data is presented as mean ± standard deviation. Different superscripts in each column represent significant differences between mean values at 95% statistical confidence ($p \leq 0.05$).

3.3 สมบัติทางกายภาพของเครื่องดื่มลำไยผง

จากการทดลองหาอุณหภูมิที่เหมาะสมในการอบแห้งแบบพ่นฝอยเครื่องดื่มลำไยผง พบว่าเมื่ออุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเพิ่มขึ้น ส่งผลให้มุมกองลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนความสามารถในการละลาย และอุณหภูมิกลาสทรานซิชัน (T_g) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ความหนาแน่นรวม และความหนาแน่นของอนุภาคไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ดัง Table 3 มุมกองที่ลดลงแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการไหลที่ดีขึ้น เมื่ออุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณความชื้นของเครื่องดื่มลำไยผงลดลงมากกว่า การเกาะตัวกันระหว่างอนุภาคจึงมีน้อย เนื่องจากปริมาณของเหลวที่อยู่ระหว่างอนุภาคมีน้อย (Barbosa-Canovas and Juliano, 2005b) การเพิ่มอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า ทำให้ความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้น เนื่องจากอาหารผงที่ได้จากการอบแห้งแบบพ่นฝอยจะมีลักษณะเป็นทรงกลมและมี wet surface อยู่โดยรอบซึ่งถ้าหากมี wet surface อยู่ในปริมาณมากจะทำให้ให้น้ำในบริเวณดังกล่าวเกิดการดึงดูดกันเองเป็นผลให้อนุภาคผงเข้ามารวมตัวกันเป็นก้อนซึ่งเมื่อนำไปละลายน้ำจะทำให้ใช้เวลาในการละลายมากขึ้น (Peleg and Bagley, 1983) ดังนั้นการใช้อุณหภูมิลมร้อนในการอบแห้งสูงขึ้นจะทำให้อนุภาคผงมีส่วนที่เป็น wet surface น้อยลงเมื่อนำไปละลายน้ำจึงใช้เวลาในการละลายน้อยลง (พรรณจิรา และคณะ, 2545) ค่า T_g ของเครื่องดื่มลำไยผงเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเพิ่มขึ้น ค่า T_g ของเครื่องดื่มลำไยผงที่ได้อยู่ในช่วง 55-58°C สูงกว่าอุณหภูมิกการเก็บรักษาในสภาวะปกติ ดังนั้นเครื่องดื่มลำไยผงสามารถเก็บรักษาไว้ได้โดยไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพผ่านกระบวนการกลาสทรานซิชัน แต่ต้องควบคุมความชื้นโดยเก็บเครื่องดื่มลำไยผงไว้ที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ หากเครื่องดื่มลำไยผงดูดความชื้นจะทำให้ค่า T_g ลดลง โดยที่ระดับความชื้นสัมพัทธ์สูง เครื่องดื่มลำไยผงจะดูดความชื้นเพิ่มขึ้น ทำให้เครื่องดื่มลำไยผงเหนียวเกาะกันเป็นก้อน (ชนิตา, 2552)

Table 3. Physical quality of longan beverage powder

Drying temperature (°C)	Reposed angle (°)	Solubility (%)	T_g (°C)	Bulk density ^{ns} (kg/m ³)	Particle density ^{ns} (kg/m ³)
165	40.62 ^a ±0.72	90.62 ^b ±0.07	55.28 ^c ±0.78	538.97±1.47	1563.93±1.47
175	39.98 ^{ab} ±0.25	90.84 ^b ±0.19	57.27 ^b ±0.55	538.77±1.79	1562.38±2.10
185	39.13 ^b ±0.33	91.95 ^a ±0.11	58.8 ^a ±0.32	538.74±2.81	1561.92±1.34

Note: Data is presented as mean±standard deviation. Different superscripts in each column represent significant differences between mean values at 95% statistical confidence ($p \leq 0.05$). ns represents a non-significant difference.

3.4 สมบัติทางประสาทสัมผัสของเครื่องดื่มลำไยผง

การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสโดยใช้วิธีทดสอบความชอบด้านสีกลิ่นรสชาติการขงละลายและความชอบโดยรวมของเครื่องดื่มลำไยผงที่ผ่านการทำแห้งด้วยการอบแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้ระดับอุณหภูมิร้อนชาเข้าที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้ผลดัง Table 4 พบว่าเมื่ออุณหภูมิร้อนชาเข้าเพิ่มขึ้นการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยคะแนนความชอบรวมอยู่ระหว่าง 5.9-6.0 คะแนน ตัวอย่างผงที่ดีควรมีค่า T_g สูง ทั้งนี้ค่า T_g จะลดลง หากปริมาณความชื้น หรือค่า a_w เพิ่มขึ้น ตัวอย่างที่มีค่า T_g สูง อนาคตจะไม่เกิดการเกาะตัวกัน ตัวอย่างผงที่ดีควรมีความสามารถในการไหลได้อย่างอิสระ มีปริมาณความชื้น และค่า a_w ต่ำ มีความสามารถในการละลายสูง ซึ่งถือว่าเป็นสมบัติที่สำคัญของอาหารผง (อนุสร, 2552)

Table 4. Sensorial preference scores of longan beverage powder

Drying temperature (°C)	Colour ^{ns}	Odour ^{ns}	Flavour ^{ns}	Solubility ^{ns}	Overall preference ^{ns}
165	6.4±1.4	6.2±1.4	5.8±1.8	5.1±1.6	6.0±1.4
175	6.4±1.3	6.4±1.4	6.1±1.5	5.3±1.7	5.9±1.2
185	6.3±1.5	6.4±1.3	6.12±1.6	5.2±1.6	6.0±1.3

Note: Data is presented as mean±standard deviation. ns represents a non-significant difference at 95% statistical confidence ($p\leq 0.05$).

4. สรุป

การแปรรูปเครื่องดื่มลำไยผง ด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ที่อุณหภูมิร้อนชาเข้า 185°C ส่งผลให้เครื่องดื่มลำไยผงมีสมบัติที่ดีที่สุด เนื่องจากมีปริมาณความชื้น และค่า a_w ต่ำที่สุด มุมกอน้อย โดยอนุภาคของผลิตภัณฑ์มีการเกาะตัวกันเล็กน้อยแสดงถึงความสามารถในการไหลได้ดี ความสามารถในการละลาย ค่า T_g สูงที่สุด การยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ สำหรับทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. ลำไย. [ออนไลน์]. URL(<http://it.doa.go.th/vichakan/news.php?newsid=4>)

(วันที่ค้นข้อมูล: 10 สิงหาคม 2554).

กุสุมา ทินกร ณ อยุธยา. การผลิตผงลำไยแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย.

URL (<http://www.agro.cmu.ac.th/agro2011/index.php>) (วันที่ค้นข้อมูล: 3 มีนาคม 2554).

- ชนันท์ ราษฎร์นิยม. 2545. การผลิตน้ำลำไยผงโดยวิธีอบแห้งแบบโฟม-แมท. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ชนิตา ศิริรัตน์. 2552. การผลิตน้ำผึ้งผงจากน้ำผึ้งดอกทานตะวันโดยการอบแห้งแบบสุญญากาศและแบบแช่เยือกแข็ง. รายงานการค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- ธัญนิชา ไธนาภิจ. 2552. ซอร์ปชันไอโซเทอร์ม คุณภาพทางเคมี กายภาพ และอุณหภูมิกลาสทรานซิชันของน้ำลำไยผง. รายงานการค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์, มณฑิรา นพรัตน์, ดวงพร ตั้งบำรุงพงษ์ และสุเทพ อภินันท์จารุพงศ์. 2545. กระบวนการผลิตน้ำผักผลไม้รวมผงโดยใช้เครื่องอบแห้งแบบพ่นกระจายและไมโครเวฟสุญญากาศ. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. 25(3): 257-277
- พิพัฒน์ ปัทมราชวิเชียร, ศศิธร นามโคตร และศิริรัตน์ อมรรวิริยะกุล. 2548. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำลำไยผงด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมอาหาร, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ไพโรจน์ วิริยจารี. 2535. การวางแผนและวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัส. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- อนุสรณ์ เมืองมา. 2552. การลดการเกาะติดของน้ำผึ้งผงระหว่างการอบแห้งแบบพ่นฝอย. รายงาน การค้นคว้าแบบอิสระวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหารบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- AOAC. 2000. Official methods of analysis of AOAC international. 17th ed. The United States of America.
- Barbosa-Cánovas, G.V., Ortega-Rivas, E., Juliano, P. and Yan, H. 2005a. Food powders physical properties, processing and functionality. Plenum, New York.
- Barbosa-Cánovas, G.V. and Juliano, P. 2005b. Physical and chemical properties of food powders. In Onwulata, C. Encapsulated and powders foods (pp. 40-86). Taylor and Francis Group, LLC., USA.
- Intipunya, P., Shrestha, A. Howes, T. and Bhandari, B. 2009. A modified cyclone stickiness test for characterizing food powders. Journal of Food Engineering. 94(3-4): 300-306
- Chirife, J., Zamora, M.C. and Motto, A. 2006. The correlation between water activity and % moisture in honey: Fundamental aspects and application to Argentine honeys. Journal of Food Engineering. 72: 287-292.

- Jinapong, N., Supphantharika, M. and Jamnong, P. 2008. Production of instant soymilk powders by ultrafiltration, spray drying and fluidized bed agglomeration. *Journal of Food Engineering*. 84: 194–205.
- Peleg, M. and Bagley, B. 1983. Physical properties of foods (pp. 293-320). AVI publishing Company Inc., New York.
- Shittu, T.A. and Lawal, M.O. 2007. Factors affecting instant properties of powdered cocoa beverages. *Food Chemistry*. 100: 91-98.