วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา ปีที่ 25 (ฉบับที่ 3) กันยายน – ธันวาคม พ.ศ. 2563
BURAPHA SCIENCE JOURNAL Volume 25 (No.3) September – December 2020 บทความวิจัย

ผลของการใช้มอลโตเด็กซ์ตรินต่อคุณภาพของน้ำชาเจ๊ะเหมชงพร้อมดื่มสำเร็จรูป

The Effect of Maltodextrin on Qualities of Instant Che - Mei Tea Powder

กมลทิพย์ กรรไพเราะ*

Kamontip Kanpairo*

[1]*หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา*

Science and Food Technology Program, Faculty of Science Technology and Agriculture, Yala Rajabhat University

Received : 29 November 2019

Revised : 27 February 2020

Accepted : 16 March 2020

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการทำแห้งน้ำชาเจ๊ะเหม ด้วยวิธีการทำข้นในเครื่องระเหยสุญญากาศ โดยใช้มอลโตเด็กซ์ตริน (ร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 w/v) เป็นสารช่วยทำแห้งในขั้นตอนแรก จากนั้นนำมาอบแห้งในตู้อบลมร้อนแบบถาด เลือกปริมาณที่เหมาะสมโดยทดสอบชิม ใช้ผู้บริโภคจำนวน 50 คน ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวมพบว่า ระดับการทดแทนน้ำชาด้วยมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 20 w/v เป็นสูตรที่ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนความชอบรวมสูงสุดด้วยคะแนน 6.49 จากนั้นนำไปวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี ได้แก่ ค่า L* a* b* ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) ค่า a_w ความสามารถในการละลาย (ร้อยละ) และความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร) เท่ากับ 76.75, 2.94, 14.41, 6.36, 0.51, 48.17 และ0.85 ตามลำดับ ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ เคมี ของชาเจ๊ะเหมผงในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด (aluminum foil และ LLDPE, linear low density polyethylene) ที่อุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 90 วันพบว่า บรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางเคมีกายภาพ โดยมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่าสีจากการเกิดสีน้ำตาล การเพิ่มขึ้นของค่า a_w ปริมาณความชื้น และความสามารถในการละลายลดลง ดังนั้นจากผลการทดลอง สภาวะที่ชาผงมีความคงตัวสูงสุด คือ การเก็บในถุงอะลูมิเนียมฟอยล์

คำสำคัญ : ชาผงชงพร้อมดื่ม ; ชาเจ๊ะเหม ; มอลโตเด็กซ์ตริน

*Corresponding author. E-mail : koikamontip.k@gmail.com

Abstract

The objective of this work is to study drying process optimization of Che - Mei Tea using vacuum evaporator and treating with maltodextrin (10%, 20%, 30%, 40% and 50% w/ v) as a drying aid in the first step. After drying in tray hot air oven, the samples were taken to sensory evaluation testing using 9-point hedonic scale (appearance, color, smell, flavor and overall liking) with 50 panelists. The result indicated that the tea powder having 20% maltodextrin was the best with the overall liking score 6.49. The determination of physical properties and chemical analysis including L* a* b*, moisture content (%), water activity (Aw), solubility (%), density (g/mL) was 76.75, 2.94, 14.41, 6.36, 0.51, 48.17 and 0.85, respectively. For the physical and chemical change of tea powder in 2 packages (aluminum foil and LLDPE, linear low-density polyethylene) after storing at room temperature (29±2 °C) for 90 days, it was found that package and storage temperature significantly affected the physical and chemical change. The color tended to be browner, Aw and moisture content increased, solubility decreased and the best condition to keep tea powder stable was keeping in aluminum foil.

Keywords : instant tea powder ; Che-Mei tea ; maltodextrin

บทนำ

ชา เป็นเครื่องดื่มที่ผลิตจากต้นชา โดยนำใบ ยอดอ่อน และก้าน นำมาผ่านกระบวนการต่างๆ หรือทำจากพืชชนิดอื่นๆ นำมาชงหรือต้มกับน้ำร้อน องค์ประกอบทางเคมีของใบชามีความสำคัญเกี่ยวข้องกับคุณภาพด้านสี กลิ่นและรสชาติของน้ำชา โดยสารที่มีผลต่อรสชาติของชา คือ สารโพลีฟีนอล (polyphenols) ซึ่งพบในใบชาสดทั้งหมดประมาณร้อยละ 10-25 โดยน้ำหนักแห้ง สารชนิดนี้ทำให้เกิดรสฝาด (astringent taste) สารประกอบโพลีฟีนอลส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (flavonoids) มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Agartvipart *et al*., 2015; Theppakorn, 2013) ชาเจ๊ะเหมเป็นสินค้าโอทอปขึ้นชื่อของ อ.แว้ง จังหวัดนราธิวาส เป็นชาพันธุ์อัสสัมที่ได้มีการนำมาปลูกที่หมู่บ้านเจ๊ะเหม แตกต่างจากชาสายพันธุ์เดียวกันที่ปลูกในภาคเหนือเนื่องจาก ไม่ได้ปลูกเป็นอุตสาหกรรมชาเหมือนทางภาคเหนือแต่ปลูก แซมในสวนผลไม้และสวนยางพารา จากการศึกษาคุณสมบัติของชาเจ๊ะเหมพบว่า ประกอบด้วยสารต้านอนุมูลอิสระ ช่วยลดไขมันและคอเลสเตอรอล

การทำแห้ง จัดว่าเป็นเทคนิคหนึ่งที่นิยมใช้กันมากในการแปรรูปอาหาร ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำแห้งนั้น มีความเสถียรเพิ่มขึ้นทั้งทางด้าน กายภาพและชีวภาพ เนื่องจากมีปริมาณความชื้นลดลง ทำให้สามารถเก็บรักษาได้นานและสะดวกต่อการนำไปใช้ประโยชน์เพื่อบริโภคหรือใช้เป็นส่วนประกอบของอาหาร ซึ่งปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการทำแห้งได้แก่ ลักษณะและส่วนประกอบของวัตถุดิบ สภาวะในการทำแห้ง เช่น ความชื้น อุณหภูมิในระหว่างการทำแห้ง รวมถึงสารทำแห้งที่ใช้ (Auisakchaiyoung and Rojanakorn, 2015) สารทำแห้งเป็นตัวแปรที่สำคัญที่ช่วยในการทำแห้งอาหารผงกล่าวคือ

ช่วยปรับปรุงลักษณะทางกายภาพของอาหารให้เหมาะสมต่อการทำแห้ง มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารทำแห้งที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง เป็นคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) ประเภท polysaccharide ที่ ได้จากการย่อยโมเลกุลของสตาร์ช (starch) บางส่วนให้เป็นสายสั้นๆ ของน้ำตาลกลูโคส (glucose) มี ลักษณะเป็นผงหรือเกล็ดสีขาวไม่มีรสหรือมีรสหวานเล็กน้อย สามารถละลายในน้ำได้ดี รวมไปถึงการนำไปใช้ในอาหารผงเพื่อเพิ่มเนื้อ (bulking agent) เช่น เพิ่มเนื้อในการทำแห้ง (dehydration) ประเภทอาหารแห้ง เครื่องดื่มผง ใช้ในการป้องกันการเกาะเป็นก้อน (anticaking agent) ทำหน้าที่เป็นสารอิมัลซิฟลายเออร์ช่วยในด้านลักษณะเนื้อสัมผัสและรักษากลิ่นรสของอาหาร (Trirattanapikul and Phoungchandang, 2016) จากการลงพื้นที่บ้านเจ๊ะเหม อ.แว้ง จ.นราธิวาสพบว่า ผลิตภัณฑ์ของกลุ่มมี 2 รูปแบบคือ ใบชาอบแห้งและน้ำชาพร้อมดื่ม ผู้วิจัยจึงต้องการที่จะพัฒนาผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมให้เป็นที่รู้จัก โดยพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมชงพร้อมดื่มสำเร็จรูป โดยใช้วิธีการทำแห้งที่ผู้ประกอบการสามารถนำไปขยายการผลิตในระดับชุมชนได้ ร่วมกับศึกษาสภาวะในการเก็บรักษาเพื่อรักษาและคงคุณภาพของชาเจ๊ะเหมผงชงพร้อมดื่มภายหลังจากกระบวนการผลิตให้มีความสดใหม่ (freshness) อยู่เสมอ รวมทั้งลดการทำปฏิกิริยาของก๊าซออกซิเจนและแสงที่จะส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น ซึ่งปัจจุบันมีงานวิจัยที่ศึกษาสภาวะในการเก็บรักษาชาผงเช่น Laohasilpsomjit (2016) ศึกษาบรรจุภัณฑ์แอคทีฟสำหรับชาอบแห้งโดยพบว่าการบรรจุภัณฑ์แอคทีฟ ได้แก่ การใช้ตัวดูดซับออกซิเจนและการบรรจุสุญญากาศเป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับชาอบแห้ง สามารถชะลอการเสื่อมสลายของต้านอนุมูลอิสระในชาจากปฏิกิริยาออกซิเดชั่นและสามารเก็บรักษาชาอบแห้งได้ 4 เดือนโดยที่ไม่พบกลิ่นผิดปกติ ส่วน Areekul *et al.,* (2014) ศึกษาการพัฒนาชาเจียวกู่หลานผงสำเร็จรูปด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอยและความคงตัวระหว่างการเก็บรักษาพบว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการเก็บรักษาชาผงตลอดเวลา 90 วันคือ การบรรจุชาผงในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส จากข้อมูลดังกล่าวผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาชาเจ๊ะเหมให้เป็นที่รู้จัก โดยวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้คือ การใช้มอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารช่วยในการทำแห้งเพื่อผลิตเป็นชาเจ๊ะเหมผงชงพร้อมดื่มสำเร็จรูปรวมทั้งศึกษาชนิดของบรรจุภัณฑ์และสภาวะในการเก็บรักษาที่เหมาะสมเพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ชาผงที่พัฒนาขึ้น

วิธีดำเนินการวิจัย

1. <u>ศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูป</u>

1.1 การเตรียมวัตถุดิบและกระบวนการผลิตน้ำชา

การเตรียมน้ำชาเจ๊ะเหมสำหรับการผลิตดัดแปลงจาก Sinija and Mishra, (2008) โดยการนำใบชาจากกลุ่มแม่บ้านชุมชนบ้านเจ๊ะเหม อ.แว้ง จ.นราธิวาส มาศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นได้แก่ ความชื้น และ a_w จากนั้นนำมาสกัดเป็นน้ำชาโดยนำใบชามาห่อด้วยผ้าขาวบาง (อัตราส่วนใบชา 12.5 กรัมต่อน้ำ 100 กรัม) แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 นาที ตั้งทิ้งให้เย็น จากนั้นนำไปกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 1 ที่อุณหภูมิห้องและนำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 1500 xg เป็นเวลา 10 นาที นำส่วนที่สกัดได้ทั้งหมดเข้าเครื่องระเหยแบบสุญญากาศ (vacuum evaporator) เพื่อทำให้เข้มข้นจนน้ำชามีปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด 20 ^{0}brix (ได้น้ำชาเข้มข้นประมาณ 36 กรัม) ดัดแปลงจาก (Areekul *et al.*, 2014)

1.2. ศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตชาเจ๊ะเหมผง

สารช่วยทำแห้งที่ใช้คือ maltodextrin DE10 ดำเนินการทดลองโดยนำน้ำชาที่สกัดได้ในข้อ 1.1 มาเติมสารช่วยทำแห้ง โดยแปรผันปริมาณการเติมเป็นร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของปริมาณน้ำชาทั้งหมด จากนั้นนำไปอบในเครื่องอบแห้งแบบถาด (Tray dryer) ที่ อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง (ตัวอย่างมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 10) (ดัดแปลงจากKongwan, 2016) จากนั้นนำไปบดและร่อนผ่านตะแกรงร่อนขนาด 80 เมช บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยด์ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพในด้านต่างๆดังนี้

- วิเคราะห์ค่าสี L* a* b* โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter lab รุ่น colorflex$^{@}$EZ
- ค่าวอเตอร์แอกติวิตี โดยใช้เครื่อง Novasina AG รุ่น CH – 8853
- ความชื้น โดยวิธี (AOAC, 2000)
- ความสามารถในการละลาย (solubility) ตามวิธีของ Nadeem *et al*., (2011) โดยชั่งน้ำหนักที่แน่นอนของชาเจ๊ะเหมผง 1 กรัม เติมน้ำร้อนที่อุณหภูมิ 65 – 70 องศาเซลเซียส ปริมาตร 10 มิลลิลิตร กวนด้วยเครื่องกวนแบบแม่เหล็ก ความเร็วรอบ 600 รอบต่อนาทีนาน 5 นาที จากนั้นแล้วหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 3,000 รอบต่อ นาทีนาน 10 นาที แล้วจึงเทสารละลายส่วนใสด้านบนใส่ถ้วยอลูมิเนียมที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 5 ชั่วโมง นำตัวอย่างออกมาพักให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนักหลังอบ จนกว่าตัวอย่างจะมีน้ำหนักคงที่ บันทึกค่าน้ำหนักที่แน่นอน คำนวณหาปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ดังสมการต่อไปนี้

$$\text{ความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ – น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

- ความหนาแน่นโดยรวม (Bulk density) ตามวิธีของ (Obon *et al*., 2009) โดยชั่งตัวอย่างหนัก 5 กรัม บรรจุลงในกระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร นำไปวางบนเครื่องเขย่า เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นจดปริมาตรตัวอย่างที่ขีดบอกปริมาตรแล้วนำมาคำนวณค่าความหนาแน่นโดยรวมจากน้ำหนักต่อปริมาตร (กรัมต่อมิลลิลิตร)
- ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ 9 - point hedonic scale ด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่นชา รสชาติ และความชอบรวม (Deepanya, 2008) กับผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน การเตรียมตัวอย่างสำหรับชิมโดยนำชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูปชงละลายกับน้ำร้อนอัตราส่วนน้ำต่อชาเจ๊ะเหมผงเท่ากับ 45:5 ให้ผู้ทดสอบชิม ชิมผลิตภัณฑ์โดยการแช่เย็นก่อนนำมาทดสอบชิม

วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD ในการวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ เคมี และวางแผนการทดลองแบบสุ่มบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ในการวิเคราะห์คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส ข้อมูลทั้งหมดจะนำมาวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลองโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) จากโปรแกรมสำเร็จรูป

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงชงพร้อมดื่มในระหว่างการเก็บรักษา

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทาง กายภาพและเคมีของชาเจ๊ะเหมผง ในระหว่างเก็บรักษา โดยศึกษาบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดคือ ถุงพลาสติกประเภท linear low density polyethylene (LLDPE) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต (Aluminium foil) เก็บรักษา ณ สภาวะอุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) บรรจุในถุงชงชาถุงละ 3 กรัม สุ่มเก็บตัวอย่างทุกๆ 15 วัน เป็นเวลา 90 วัน วิเคราะห์คุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

- วิเคราะห์ค่าสี L* a* b* โดยใช้เครื่องวัดค่าสี Hunter lab รุ่น colorFlex@EZ
- ค่าวอเตอร์แอกติวิตี โดยใช้เครื่อง Novasina AG รุ่น CH – 8853
- ความชื้น โดยวิธี (AOAC, 2000)
- ความสามารถในการละลาย (solubility) ตามวิธีของ Nadeem *et al*., (2011)
- ความหนาแน่นโดยรวม (Bulk density) ตามวิธีของ Obon *et al*, (2009)

ผลการวิจัย

1. ผลศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูป

1.1 การเตรียมวัตถุดิบและกระบวนการผลิตน้ำชา

จากการวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของใบชาพันธุ์อัสสัมอบแห้ง จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านเจ๊ะเหม อ.แว้ง จ.นราธิวาส พบว่า ใบชามีลักษณะแห้งมีค่าความชื้นร้อยละ 6.68±0.58 ค่า a_w เท่ากับ 0.52±0.05 ลักษณะใบสีน้ำตาลเข้ม มีค่า L* a* และb* เท่ากับ 20.52±0.37 1.58±5.29 และ 4.02±0.61 ตามลำดับ ส่วนวิธีการที่เหมาะสมในการสกัดน้ำชาคือ ทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศและทำแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบ tray dry วิธีการสกัดน้ำชาคือใช้ใบชา 12.5 กรัม ต่อน้ำ 100 กรัม ทำให้เข้มข้นจนน้ำชามีปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด 20 ^{0}brix

1.2. ศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตชาเจ๊ะเหมผง

นำใบชามาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูป โดยนำน้ำชาที่มีความเข้มข้น 20 องศาบริกซ์มาเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของปริมาณน้ำชาทั้งหมด ทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศและทำแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบ tray dry พบว่า ค่า L* a* b* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่า L* และ b* ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ส่วนค่า a* ลดลงตามปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงไป ค่า a_w พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.53 ส่วนความชื้นอยู่ในช่วงร้อยละ 3.26 – 8.31 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากผลการทดลองจะพบว่า การเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินในผลิตภัณฑ์ส่งให้ค่า a_w และปริมาณความชื้นลดลง ความสามารถในการละลายมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 44.37 – 51.31 ส่วน ความหนาแน่นมีค่าอยู่ในช่วง 0.72 – 0.85 กรัมต่อมิลลิลิตร ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลของค่าสี (L* a* b*) ค่า a_w ปริมาณความชื้น ความสามารถในการละลายและความหนาแน่นของชาเจ๊ะเหมผง

ชุดทดลอง	คุณสมบัติ						
	L*	a*	b*	a_w	ความชื้น (ร้อยละ)	ความสามารถในการละลาย (ร้อยละ)	ความหนาแน่น (กรัม/มิลลิลิตร)
สูตรควบคุม	71.03^{d}±0.19	3.91^{a}±0.04	13.81^{e}±0.15	0.53^{a} ± 0.01	8.31^{a} ± 0.59	44.37^{b} ± 1.76	0.73^{b} ± 0.02
ร้อยละ 10	75.25^{c}±0.53	3.10^{b}±0.10	13.74^{e}± 0.10	0.54^{a} ± 0.01	6.53^{b} ± 0.73	45.07^{b} ± 1.36	0.72^{b} ± 0.01
ร้อยละ 20	76.75^{b}±0.21	2.94^{c}±0.03	14.41^{d}± 0.07	0.51^{b} ± 0.01	6.36^{b} ± 0.61	48.17^{ab}± 1.94	0.85^{a} ± 0.07
ร้อยละ 30	77.32^{a}±0.18	2.85^{cd}±0.02	14.64^{c}± 0.07	0.50^{c} ± 0.01	5.60^{b} ± 0.18	51.48^{a} ± 0.50	0.80^{a} ± 0.01
ร้อยละ 40	77.24^{ab}±0.25	2.68^{e}±0.03	15.34^{b}± 0.24	0.50^{c} ± 0.01	3.26^{c} ± 0.78	51.75^{a} ± 0.16	0.83^{a} ± 0.01
ร้อยละ 50	77.67^{a}±0.18	2.76^{de}±0.17	17.00^{a}± 0.02	0.50^{c} ± 0.01	3.60^{c} ± 0.19	51.31^{a} ± 2.48	0.85^{a} ± 0.01

หมายเหตุ : $^{a-e}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

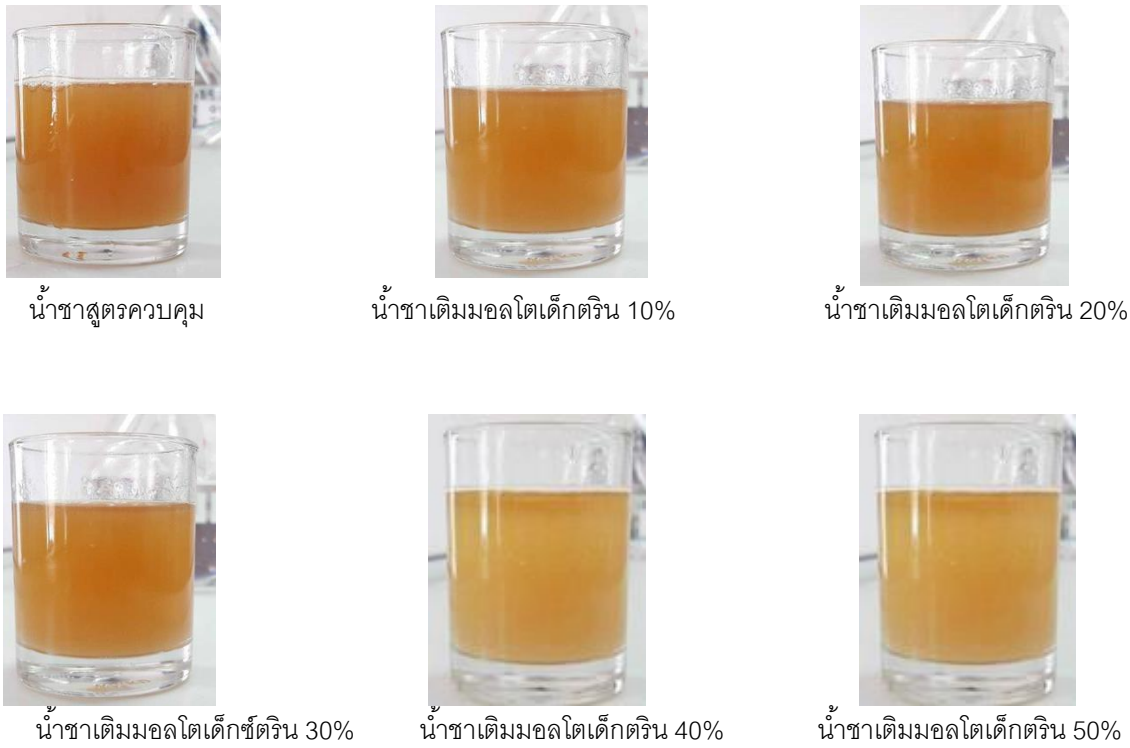
เมื่อนำชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูปชงละลายกับน้ำร้อนอัตราส่วน น้ำต่อชาเจ๊ะเหมผงเท่ากับ 45:5 ให้ผู้ทดสอบชิมผลิตภัณฑ์โดยนำไปแช่เย็นก่อนนำมาทดสอบชิม ทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ใช้คะแนนแบบ 9-Point Hedonic scale พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏและสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางด้านสถิติ ($P<0.05$) ส่วนคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมผู้บริโภคให้คะแนนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางด้านสถิติ ($P\geq0.05$) ผลการแสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 1

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูป

ชุดทดลอง	คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัส				
	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น^{ns}	รสชาติ^{ns}	ความชอบรวม^{ns}
ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม)	7.27^{a}±1.60	7.13^{a}±1.22	6.53±1.25	6.57±1.41	6.73±1.28
ร้อยละ 10	6.90^{a}±1.12	6.77^{ab}±1.33	6.27±1.44	6.53±1.53	6.43±1.55
ร้อยละ 20	6.72^{ab}±1.73	6.90^{ab}±1.21	6.37±1.10	6.30±1.30	6.49±1.57
ร้อยละ 30	5.77^{c}±1.68	5.97^{c}±1.79	6.07±1.14	6.10±1.56	6.33±1.30
ร้อยละ 40	6.07^{bc}±1.44	6.23^{bc}±1.28	6.27±1.28	6.07±1.64	6.17±1.50
ร้อยละ 50	6.03^{bc}±1.52	6.20^{bc}±1.52	6.07±1.46	5.97±1.79	6.07±1.56

หมายเหตุ : $^{a-c}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

^{ns} แสดงถึงข้อมูลแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\geq0.05$)



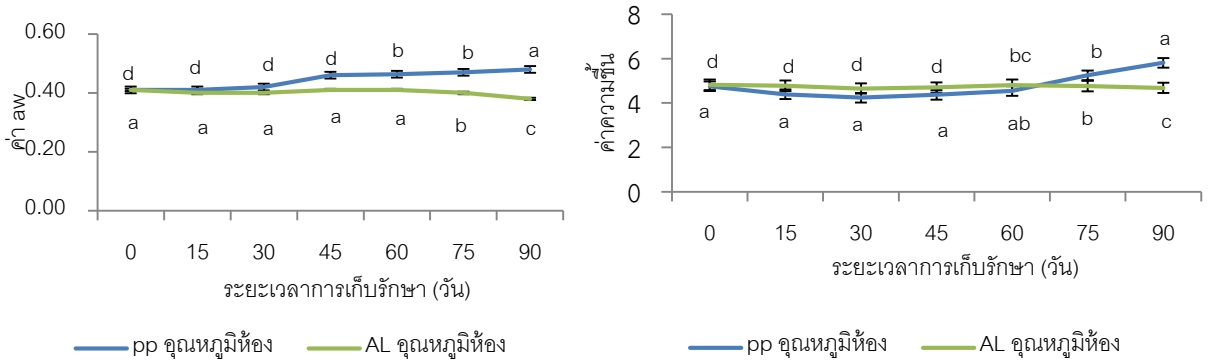
ภาพที่ 1 น้ำชาที่เติมมอลโตเด็กซ์ตรินในระดับร้อยละที่ต่างกัน

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า การเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 20 เป็นสูตรที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุด ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านความชอบรวมต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม แต่ให้ผลดีในด้านอื่นได้แก่ค่า a_w และปริมาณความชื้นที่ลดลง รวมทั้งความสามารถในการละลายที่ดีขึ้น จึงนำสูตรดังกล่าวไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

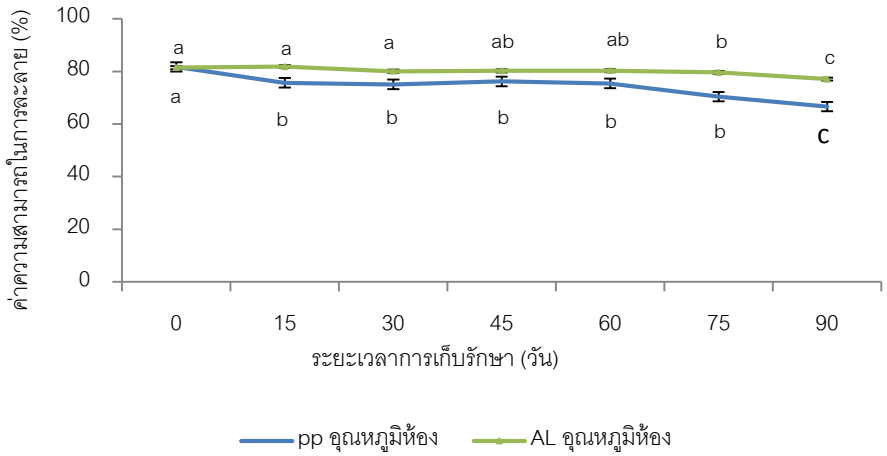
2. <u>ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงชงพร้อมดื่ม</u>

เมื่อนำชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูปมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดคือ ถุงพลาสติกประเภท linear low density polyethylene (LLDPE) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต (Aluminium foil) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 90 วัน พบว่า ตลอดระยะเวลา 90 วัน ค่า a_w และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย (ภาพที่ 2) ส่วนความสามารถในการละลายเริ่มต้นอยู่ในช่วงร้อยละ 81.69 – 83.95 และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการเก็บรักษา 90 วัน ความสามารถในการละลายอยู่ในช่วงร้อยละ 66.61 – 87.14 (ภาพที่ 3) ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าสี

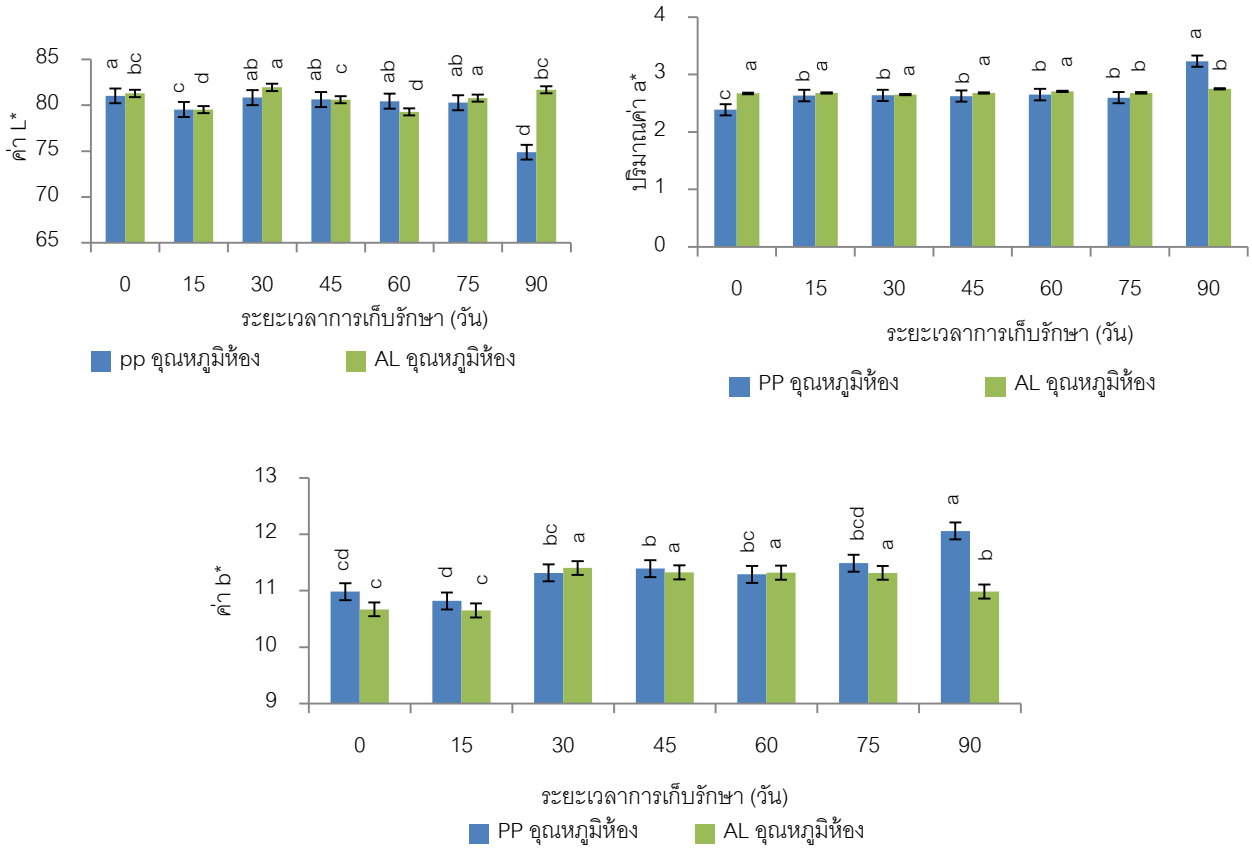
ระหว่างเก็บรักษาชาเจ๊ะเหมผงที่ในสภาวะต่างกันตลอดระยะเวลา 90 วัน พบว่าค่า L* มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่า a* และ b* พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ในทุกๆ สภาวะการเก็บรักษาตามระยะเวลาที่นานขึ้น (ภาพที่ 4)



ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของค่า a_w และปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมที่เก็บรักษา 90 วัน



ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงความสามารถในการละลายของชาเจ๊ะเหมที่เก็บรักษา 90 วัน



ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของค่าสีของผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมที่เก็บรักษา 90 วัน

วิจารณ์ผลการวิจัย

1. <u>ผลการศึกษากรรมวิธีการผลิตน้ำชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูป</u>

1.1 การเตรียมวัตถุดิบและกระบวนการผลิตน้ำชา

จากการวิเคราะห์คุณภาพเบื้องต้นของใบชาพันธุ์อัสสัมอบแห้ง จากกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านเจ๊ะเหม อ.แว้ง จ.นราธิวาส พบว่า ใบชามีลักษณะแห้งมีค่าความชื้นร้อยละ 6.68±0.58 ค่า a_w เท่ากับ 0.52±0.05 ลักษณะใบสีน้ำตาลเข้ม มีค่า L* a* และb* เท่ากับ 20.52±0.37 1.58±5.29 และ4.02±0.61 ตามลำดับ ซึ่งคุณภาพของใบชาที่ได้สอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนชา (Thai Community Product Standard-Tea, 2015) ที่กำหนดปริมาณความชื้นต้องไม่เกินร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก ส่วนค่า a_w ที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารแห้งไม่ควรมากกว่า 0.6 จึงจะปลอดภัยจากเชื้อจุลินทรีย์และปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Poonsri *et al.*, 2017) จากนั้นนำมาสกัดเป็นน้ำชาโดยนำใช้อัตราส่วนใบชา 12.5 กรัม

ต่อน้ำ 100 กรัม นำไปต้มที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 นาที ตั้งทิ้งให้เย็น จากนั้นนำไปกรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No. 1 ที่อุณหภูมิห้องและนำไปหมุนเหวี่ยง (centrifuge) ที่ความเร็วรอบ 1500 xg เป็นเวลา 10 นาที นำส่วนที่สกัดได้ทั้งหมดเข้าเครื่องระเหยสารแบบหมุน (rotary evaporator) เพื่อทำให้เข้มข้นจนน้ำชามีปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด 20 ^{0}brix (ได้น้ำชาเข้มข้นประมาณ 36 กรัม) ซึ่งสภาวะดังกล่าวเป็นสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการสกัดน้ำชา สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sangsuwan (2007) ที่ศึกษาอัตราส่วนของใบหม่อน:ใบเตย:ดอกคำฝอย และกรรมวิธีการผลิตต่อคุณภาพของชาใบหม่อนผสมผงสำเร็จรูปพบว่า การใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสสามารถสกัดสารให้สี กลิ่น เช่น สารกลุ่มโพลีฟีนอล กลุ่มไฮโดรคาร์บอน และกลุ่มแอลกอฮอล์ได้ดี

1.2 ศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตชาเจ๊ะเหมผง

นำใบชามาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูป โดยนำน้ำชาที่มีความเข้มข้น 20 องศาบริกซ์มาเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของปริมาณน้ำชาทั้งหมด ทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศและทำแห้ง จากนั้นนำมาทดสอบคุณลักษณะต่างๆ ดังนี้

ค่าสี เมื่อนำตัวอย่างที่มาวัดค่าสีในรูปของ L* a* b* พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่าค่า L* และ b* ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่า a* ลดลง (ตารางที่ 1) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของค่า L* เป็นผลมาจากมอลโตเด็กซ์ตรินเนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตรินมีสีขาว ส่งผลให้ค่า L* ของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้น (Amarin, 2015) นอกจากค่าสีจะเปลี่ยนแปลงตามปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินแล้วยังพบว่า ในกระบวนการทำแห้งมีการให้ความร้อน ซึ่งความร้อนจะมีผลโดยตรงต่อการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลโดยไม่ใช้เอนไซม์ (Non – enzyme - browning) (Rittanathanalerk *et al.,* 2005) ซึ่งมอลโตเด็กซ์ตรินที่ใช้เป็นสารช่วยทำแห้งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการไฮโดรไลซ์สตาร์ช จึงมีโมเลกุลของน้ำตาลเป็นองค์ประกอบ เมื่อสัมผัสกับอุณหภูมิสูงทำให้เกิดสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์คือปฏิกิริยาเมลลาร์ดหรือคาราเมลไรเซชั่น ทำให้ค่า b* เพิ่มขึ้น (Shittu and Lawal. 2007; Madene *et al.,* 2005)

ค่า a_w จากผลการทดลอง พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.50 – 0.53 ซึ่งแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) (ตารางที่ 1) ซึ่งค่า a_w จะแปรผันตามปริมาณความชื้นในอาหาร อย่างไรก็ตามจะพบว่าทุกชุดการทดลองค่า a_w อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ ซึ่งกำหนดค่า a_w ไม่เกิน 0.6 (Thai Community Product Standard-Tea, 2015) สอดคล้องกับการทดลองของ Phoungchandang & Sertwasana (2010) ที่รายงานเกี่ยวกับค่า a_w ในขิงผงว่า ค่า a_w จะลดลงเมื่อเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินลงไปในตัวอย่าง นอกจากค่า a_w จะลดลงตามปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินแล้ว ค่า a_w สัมพันธ์กับความชื้นและร้อยละของผลผลิตโดยพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน เป็นการเพิ่มปริมาณของแข็ง ทำให้ปริมาณน้ำที่ต้องระเหยออกจากหยดของเหลวน้อยลง ส่งผลให้ความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลง โอกาสที่ตัวอย่างจะจับตัวกันเป็นก้อนก็ลดลงและผลผลิตที่ได้จะเพิ่มขึ้นด้วย (Zhou & Wang, 2012; Siew *et al.,* 2007) นอกจากนี้ค่า a_w ยังเป็นดัชนีบ่งชี้ที่สำคัญของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเป็นตัวบ่งบอกความเสื่อมเสียของอาหาร ซึ่งระดับค่า a_w น้อยกว่า 0.6 และความชื้นที่ต่ำกว่าร้อยละ 10 จัดเป็นช่วงที่ปฏิกิริยาเคมีเกิดได้อย่างช้าๆ และมีความคงตัวด้านจุลินทรีย์ค่อนข้างมาก ดังนั้นการเสื่อมเสียที่เกิดขึ้นจะมาจากปฏิกิริยาทางด้านเคมีมากกว่าทางด้านจุลินทรีย์ (Kanpairo *et al*., 2012; Goula *et al.,* 2004)

ความชื้น ปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงอยู่ในช่วงร้อยละ 3.26 – 8.31 ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) (ตารางที่ 1) จากผลการทดลองจะพบว่า การเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินในผลิตภัณฑ์ส่งให้ปริมาณความชื้นลดลงเนื่องจาก มอลโตเด็กซ์ตรินช่วยดูดความชื้นและลดการจับตัวเป็นก้อนเพราะมีปริมาณโมโนแซคคาไรด์น้อย (Amarin, 2015; Kanpairo *et al*., 2012) ส่งผลให้ผลิตภัณฑ์ผงมีความชื้นต่ำ ซึ่งค่าที่ได้สอดคล้องกับประกาศเครื่องดื่มผงสำเร็จรูปต้องมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 15 ของน้ำหนัก

ค่าความสามารถในการละลาย เป็นสมบัติสำคัญในผลิตภัณฑ์ชาผงสำเร็จรูป จากการทดลอง พบว่าความสามารถในการละลายมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 44.37 – 51.31(ตารางที่ 1) ซึ่งความสามารถในการละลายที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงไป ทั้งนี้เนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตรินมีส่วนช่วยในการละลายของผลิตภัณฑ์อาหารผง กล่าวคือมอลโตเดรกตินเมื่อละลายในน้ำจะเกิดการเปียกน้ำและเกิดการกระจายตัวของผงอย่างช้าๆ ผลิตภัณฑ์ไม่เกิดการจับตัวเป็นก้อน โดยเมื่อปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้นการทำแห้งจะเกิดได้ดีขึ้น ผลิตภัณฑ์ผงที่ได้มีปริมาณความชื้นต่ำ อนุภาคของผลิตภัณฑ์ผงสามารถดูดซับน้ำได้อย่างรวดเร็ว จึงสามารถละลายได้ดี (Cano-Chauca *et al.,* 2005) นอกจากนี้ความสามารถในการละลายทั้งหมดยังขึ้นอยู่กับส่วนประกอบทางเคมี ขนาด รูปร่าง ความหนาแน่นของอนุภาค และสถานะทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิที่ใช้ในการละลาย การกระจายตัวในน้ำของผลิตภัณฑ์ผง และการเกาะตัวของอาหารผง ซึ่งหากอาหารผงรวมตัวเป็นก้อนใหญ่ ความสามารถในการละลายก็จะลดลง (Areekul *et al*., 2014; Kanpairo *et al*., 2012)

ความหนาแน่น ความหนาแน่นของผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงมีค่าอยู่ในช่วง 0.72 – 0.85 กรัมต่อมิลลิลิตร ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ (p<0.05) (ตารางที่ 1) ตามปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เติมลงไป สอดคล้องกับผลการทดลองของ Kurozawa et al (2009) ที่ศึกษาการผลิตผงปรุงรสไก่จากโปรตีนไก่ไฮโดรไลเสตพบว่า ความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินเพิ่มขึ้น เนื่องจากมอลโตเด็กซ์ตรินเป็นสารเพิ่มเนื้อให้แก่ผลิตภัณฑ์ ทำให้ปริมาณของแข็งและความหนืดเพิ่มขึ้น เมื่อผ่านกระบวนการทำแห้ง อนุภาคที่ได้ก็จะใหญ่ขึ้นและมีน้ำหนักเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ค่าความหนาแน่นเพิ่มขึ้นด้วย (Sarochawitkasit *et al.,* 2007) ซึ่งความหนาแน่นจะสัมพันธ์กับความสามารถในการละลาย โดยพบว่า ขนาดอนุภาคที่ใหญ่และมีความหนาแน่นสูงจะจมน้ำและละลายได้เร็ว (Abadio *et al.,* 2004)

ผลทดสอบทางประสาทสัมผัส นำใบชามาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูป โดยนำน้ำชาที่มีความเข้มข้น 20 องศาบริกซ์มาเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10, 20, 30, 40 และ 50 ของปริมาณน้ำชาทั้งหมด ทำให้เข้มข้นด้วยเครื่องระเหยสุญญากาศและทำแห้งโดยเครื่องอบแห้งแบบ tray dry จากนั้นนำมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 50 คน โดยนำชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูปชงละลายกับน้ำร้อนอัตราส่วน น้ำต่อชาเจ๊ะเหมผงเท่ากับ 45:5 ให้ผู้ทดสอบชิมชิมผลิตภัณฑ์โดยการแช่เย็นก่อนนำมาทดสอบชิม ทดสอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความชอบรวม ใช้คะแนนแบบ 9-Point Hedonic scale โดยให้คะแนน 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด ผลการทดลองดังตารางที่ 2 พบว่า ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏและสีแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางด้านสถิติ (P<0.05) ส่วนคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมผู้บริโภคให้คะแนนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางด้านสถิติ (P≥0.05) เมื่อพิจารณาพบว่า ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เพิ่มขึ้นทำให้น้ำชามีลักษณะใส สีไม่เข้มเมื่อเทียบกับน้ำชาที่ไม่เติมมอลโตเด็กซ์ตริน (ภาพที่ 1) เนื่องจากองค์ประกอบส่วนใหญ่ของมอลโตเด็กซ์ตรินประกอบด้วยคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 97 – 99

(Kanpairo *et al*., 2012) ส่งผลให้คะแนนด้านลักษณะปรากฏและสีแตกต่างกันไปด้วย ส่วนคะแนนด้านกลิ่น รสชาติ และความชอบรวมพบว่า การเติมปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินไม่ส่งผลต่อคุณลักษณะเหล่านี้เนื่องจาก กลิ่นและรสชาติมาจากส่วนของใบชา ซึ่งในใบชามีสารกลุ่มโพลีฟีนอลและฟลาโวนอยด์ ซึ่งทำให้เกิดกลิ่นรสที่มีความเฉพาะ (Sangsuwan, 2007) จึงสรุปได้ว่าการเติมมอลโตเด็กซ์ตรินส่งผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสเฉพาะด้านลักษณะปรากฏและสีของผลิตภัณฑ์

จากการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และการยอมรับทางประสาทสัมผัส พบว่า การเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 20 เป็นสูตรที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสูตรควบคุมมากที่สุด ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนด้านความชอบรวมต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม แต่ให้ผลดีในด้านอื่นได้แก่ ค่า a_w และปริมาณความชื้นที่ลดลง รวมทั้งความสามารถในการละลายที่ดีขึ้น จึงนำสูตรดังกล่าวไปศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. <u>ผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงชงพร้อมดื่ม</u>

เมื่อนำชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูปมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิดคือ ถุงพลาสติกประเภท linear low density polyethylene (LLDPE) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ลามิเนต (Aluminium foil) เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 90 วัน จากนั้นนำมาทดสอบคุณลักษณะต่างๆ ดังนี้

2.1 ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (a_w) และปริมาณความชื้น

จากการวิเคราะห์ค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมพบว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์ ระยะเวลาและอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า a_w ของผลิตภัณฑ์ โดยตัวอย่างที่เก็บรักษาในถุงพลาสติก PP และถุงอลูมิเนียมฟอยด์ ณ สภาวะอุณหภูมิห้อง พบว่า ตลอดระยะเวลา 90 วัน ค่า a_w และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ภาพที่ 2) ปัจจัยที่ทำให้ปริมาณความชื้นและค่า a_w ของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากชนิดของบรรจุภัณฑ์และอุณหภูมิในการเก็บรักษา โดยพบว่า ชาเจ๊ะเหมผงที่บรรจุในบรรจุภัณฑ์ประเภทอลูมิเนียมฟอยด์มีการเปลี่ยนแปลงของผลิตภัณฑ์เพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการบรรจุในถุง PP เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ประเภทอลูมิเนียมฟอยด์มีความสามารถป้องกันความชื้น อากาศ และแสง จึงใช้เป็นภาชนะบรรจุที่ใช้เพื่อป้องกันแสงและความชื้นสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารประเภทผง (Stokosa *et al*., 2012; Narinsuksunti, 2015) สอดคล้องกับ Areekul *et al*., (2014) ที่ศึกษาค่าพลังงานก่อกัมมันต์สำหรับสภาพการให้ซึมผ่านของไอน้ำของพลาสติกพบว่า ฟิล์มพลาสติกชั้นเดียว เช่น พอลิโพลไพลีน มี สัมประสิทธิ์สภาพให้ซึมผ่านได้ของไอน้ำปานกลาง มีค่าระหว่าง 0.2785 – 0.3688 กรัมต่อตารางเมตรต่อวันต่อมิลลิเมตรปรอท โดยการเคลื่อนที่ของไอน้ำจะเกิดในถุงพลาสติกได้ดีกว่าฟอยล์ เนื่องจากฟอยล์เป็นถุงชนิดเมทัลไลท์ฟอยล์ เกิดจากฟิล์มโพลิโพลไพลีนฉาบผิวด้านนอกด้วยไอโลหะ จึงทำให้มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านไอน้ำและก๊าซได้ดีกว่าถุงพลาสติกที่เป็นฟิล์มโพลิเอทิลีนชั้นเดียว ซึ่งถุงฟอยล์มีอัตราการซึมผ่านของไอน้ำน้อยกว่า 0.70 กรัมต่อตารางเมตรต่อวันส่งผลให้อาหารที่เก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยด์มีการเปลี่ยนแปลงของค่า a_w และความชื้นน้อยกว่าถุง PP

2.2 ความสามารถในการละลาย

จากการวิเคราะห์ความสามารถในการละลายของผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมพบว่า มีความสามารถในการละลายเริ่มต้นอยู่ในช่วงร้อยละ 81.69 – 87.14 และเมื่อสิ้นสุดระยะเวลาในการเก็บรักษา 90 วัน ความสามารถในการละลายอยู่ในช่วงร้อยละ 66.61 – 83.95 (ภาพที่ 3) โดยพบว่าชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ต่างกันส่งผลต่อความสามารถในการละลายที่ต่างกัน ($p<0.05$) การเก็บรักษาในถุง PP ความสามารถในการละลายลดลงจากร้อยละ 81.69 เหลือร้อยละ 66.16 เนื่องจากผลิตภัณฑ์เกาะรวมตัวกันเป็นก้อนขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ทำให้พื้นที่ผิวสัมผัสในการดูดซับน้ำซึ่งเป็น คุณสมบัติหนึ่งของความสามารถในการละลายลดลง (Areekul *et al*., 2014; Narinsuksunti, 2015) ทั้งนี้การเกาะตัวของผลิตภัณฑ์เกิดจากการดูดซับความชื้นของผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดการเกาะตัวเป็นก้อน ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ ในระหว่างการเก็บรักษา นอกจากนี้ยังพบว่าองค์ประองค์ทางเคมีของอาหารผงที่ทำให้สมบัติการละลายน้ำเปลี่ยนแปลงอาจขึ้นกับ ไขมัน โปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ที่ไปขัดขวางสมบัติในการดูดซับน้ำ (wettability) ที่บริเวณผิวของอาหารผง (Narinsuksunti, 2015) แต่ผลิตภัณฑ์ชาผงสำเร็จรูปได้จากการทำแห้งของน้ำชาจากใบของพืช จึงมีส่วนประกอบของไขมันและโปรตีนที่ต่ำมาก ซึ่งปัจจัยนี้ไม่ส่งผลต่อความสามรถในการละลายเท่ากับชนิดของบรรจุภัณฑ์ที่ใช้

2.3 ค่าสี

การเปลี่ยนแปลงค่าสีระหว่างเก็บรักษาชาเจ๊ะเหมผงในสภาวะต่างกัน พบว่า ตลอดระยะเวลา 90 วัน ค่า L^* ของชาเจ๊ะเหมผงที่บรรจุในถุงพลาสติก PP มีแนวโน้มลดลง (ภาพที่ 4) สอดคล้องกับปริมาณความชื้น (ภาพที่ 2) ที่พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความชื้นที่เพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการเกาะตัวของผลิตภัณฑ์ ส่งผลต่อการกระเจิง การหักเหและการดูดกลืนแสงส่งผลให้ค่า L^* ลดลง นอกจากนี้ความชื้นที่เพิ่มขึ้นยังเร่งปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ ซึ่งการลดลงของค่า L^* มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์อาหาร (Huang and Hsieh, 2005) ส่วนค่า b^* พบว่ามีแนมโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น โดยผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงในถุงพลาสติก (PP) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของค่า b^* มากกว่าชาผงที่เก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล โดยความชื้นที่สูงขึ้นในผลิตภัณฑ์ผงทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีคล้ำขึ้น (Patras *et al*., 2010) นอกจากนี้ บรรจุภัณฑ์ยังอาจส่งผลต่อการเร่งปฏิกิริยาเคมี โดย ค่า a^* ของผลิตภัณฑ์ชาผงในถุงฟอยล์มีค่าสูงกว่าในถุงพลาสติก (PP) สอดคล้องกับการทดลอง Areekul *et al*., (2014) ที่พบว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ชาผงได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น คาร์บอนิล กรดอินทรีย์ วอเตอร์แอกทิวิตี้ ออกซิเจน และน้ำตาล ซึ่งเป็นปัจจัยในการเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลแบบไม่ใช้เอนไซม์ของผลิตภัณฑ์ระหว่างเก็บรักษา

สรุปผลการวิจัย

การเติมมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 20 ลงในน้ำชาเจ๊ะเหมเพื่อผลิตเป็นชาเจ๊ะเหมผง ให้ผลดีในด้านคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี กล่าวคือ การเติมมอลโตเด็กซ์ตรินทำให้ผลิตภัณฑ์มีความชื้นและค่า a_w ลดลง ความสามารถในการละลายดีขึ้นและผู้บริโภคก็ให้คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม และเมื่อนำผลิตภัณฑ์มาศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชาเจ๊ะเหมผงสำเร็จรูปเป็นเวลา 90 วันพบว่า ชนิดของบรรจุภัณฑ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีเนื่องจากบรรจุภัณฑ์ต่างชนิดกันส่งผลต่อการซึมผ่านของก๊าซและความชื้น ทำให้ปริมาณความชื้น ค่า a_w

และความสามารถในการละลายเกิดการเปลี่ยนแปลง จากผลการทดลองพบว่าสภาวะที่ผลิตภัณฑ์มีความคงตัวมากที่สุดตลอดระยะเวลา 90 วัน ณ สภาวะอุณหภูมิห้อง (29±2 องศาเซลเซียส) คือการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ชาเจ๊ะเหมผงในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากงบประมาณงบบำรุงการศึกษาปีงบประมาณ 2562 มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

เอกสารอ้างอิง

Abadio, F. D. B., Domingues, A. M., Borges, S. V. & Oliveira, V. M. (2004). Physical properties of powdered pineapple (*Ananas comosus*) juice-effect of maltodextrin concentration and atomization speed. *Journal of Food Engineering*, *64*, 285–287.

Amarin, J. (2015). Development of moisture indicator of tea powder packaging. Master of science. Printing and Packaging technology program. Industrial Education and Technology faculty. King Mokut's Institute of Technology Thonburi. (in Thai)

AOAC. (2000). Official methods of analysis of association of official chemists (17th). Washinton DC: The Association of official Analytical Chemists Inc.

Agartvipart, P., Foo, T., Sirisukchaitavorn, N., Awakulpaish, N., Chongcharoen, R and Thumthanaruk, B. 2015. Use of reusable tea leaves for tea drink production. *The Journal of Applied Science, 14*(1), 45-57. (in Thai)

Areekul, V., Phongpipatpong, M., Narinsuksanti, S. & Tarchew,S. 2014. Development of Instant Jiaogulan Tea Powder Using Spray Dryer and Its Storage Stability. Bankok: King Mokut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai)

Auisakchaiyoung, T and Rojanakorn, T. 2015. Effect of foam-mat drying conditions on quality of dried Gac fruit (Momordica cochinchinensis) aril. *international Food Research Journal*, *22*, 2025-2031.

Cano-Chauca, M., Stringheta, P. C., Ramos, A. M. & Cal-Vidal, J. (2005). Effect of the carriers on the microstructure of mango powder spray drying and its functional characterization. *Innovation of Food Science Technology*, *6*, 420–428.

Deepanya, W. (2008). Development of Gummy Jelly Tamarind Product. Phetchabun: Phetchabun Rajabhat University. (in Thai)

Goula, A. M., Adamopoulos, K. G. & Kazakis, N.A. (2004). Influence of spray drying conditions on tomato powder properties. *Drying Technology*, *22*, 1129-1151.

Huang, X., & Hsieh, F.H. (2005). Physical Properties, Sensory attributes, and consumer preference of pear fruit leather. *Journal of food science*, *70*, 177-186.

Kanpairo, K., Usawakesmanee,W., Sirivongpaisal, P. & Siripongvutikorn, S. (2012). The compositions and properties of spray dried tuna flavor powder produced from tuna precooking juice. *International Food Research Journal, 19* (3), 893-899.

Kongwan, N. (2016). Production of instant drink from fermented vinegar mixed with fruit Juice. Bangkok Rangsit University. (in Thai)

Kurozawa, L. E., Park, K. J. & Hubinger, M. D. (2009). Effect of carrier agents on the physicochemical properties of a spray dried chicken meat protein hydrolysate. *Jounal of Food Engineering*, *94*, 326 – 333.

Laohasilpsomjit, S. 2018. Active packaging systems for dried tea. *Rajabhat Agricultural Journal*, *17*, 34-41. (in Thai)

Madene, A., Jacquot, M., Scher, J. & Desobry, S. (2005). Flavor encapsulation and controlled release. *Journal of Food Science and Technology*, *41*, 11 – 21.

Nadeem, H.S., Torun, M., & Ozdemir, F. (2011). Spray drying of the mountain tea *(Sideritis stricta)* water extract by using different hydrocolloid carriers. *LWT - Food science and technology*, *44*,1626-1635.

Narinsuksunti, S. (2015). Extraction of Jiaogulan flavor compound for instant tea production. Master of science. Food science program. Agro industry faculty. King Mokut's Institute of Technology Ladkrabang. (in Thai)

Obon J.M., Castellar, M.R., Alacid, M. & Fernandez-Lopez, J.A. (2009). Production of a red–purple food colorant from *Opuntia stricta* fruits by spray drying and its application in food model systems. *Journal of food engineering, 90*, 471-479.

Patras, A., Brunton, N.P., O'Donnell., C. & Tiwar., .B.K. (2010). Effect of thermal processing on anthocyanin stability in foods; mechanisms and kinetics of degradation. *Trends in food science & technology*, *21*, 3-11.

Phoungchandang, S. & Sertwasana, A. (2010). Spray-drying of ginger juice and physicochemical properties of *Science Asia*, *36*, 40 – 45.

Poonsri, W Akkarakultron, W and Kaewsorn, K (2017) Study on drying method of rose tea. *Research Journal Rajamangala University of Technology Thanyaburi*, *16* (1-2), 1-9.

Rittanathanalerk, M., Chiewchan, N. & Srichompoung, W. (2005). Effect of thermal processing on the quality loss of pineapple juice. *Jounal of Food Engineering*, *66,* 259 – 265.

Sangsuwan, W. (2007). A Study on Instant Mulberry Leaf Mixed Tea Powder Processing. Ratchaburi: Muban Chombung Rajabhat University. (in Thai)

Sarochawitkasit, S., Tangduangdee, C. & Devahastin, S. (2007). Spray drying pineapple juice using spray dryer. *Jounal of Agricultural of Food Science*, *38,* 131–134.

Shittu, T. A. & Lawal, M.O. 2007. Factors affecting instant properties of powdered cocoa beverages. *Food Chemistry*, *100*, 91-98.

Siew, Y. Q., Ngan, K. C. & Peter, S. (2007). The Physicochemical properties of spray – dried watermelon powders. *Chemistry of Engineering Process Intensification*, *46*(5), 386 – 392.

Sinija, V.R. & Mishra, H.N., (2008). Moisture sorption isotherms and heat of sorption of instant (soluble) green tea powder and green tea granules. *Journal of food engineering*, *86*, 494-500.

Stoklosa, A.M., Lipasek, R..A., Taylor, L.S. & Mauer, L.J. (2012). Effects of storage conditions, formulation, and particle size on moisture sorption and flowability of powders: A study of deliquescent ingredient blends. *Food research iInternational*, *49*,783-791.

Theppakorn, T. (2013). Green Tea Catechins and Storage Stability. *KKU Science Journal*, *41*(1), 41-55. (in Thai)

Trirattanapikul, W and Phoungchandang, S. 2016. Influence of Different Drying Methods on Drying Characteristics, Carotenoids, Chemical and Physical Properties of Gac Fruit Pulp (*Momordica cochinchinensis* L.). *International Journal of Food Engineering, 12*(4), 395-409.

Wolfe, K., Wu, X. & Liu, R. H. (2003). Antioxidant activity of apple peels. *Journal of agricultural and food chemistry, 51*, 609-614.

Zhao, Y., Xie, Z., Niu, Y., Shi, H., Chen, P. & Yu, L. (2012). Chemical compositions, HPLC/MS fingerprinting profiles and radical scavenging properties of commercial *Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.) Makino samples. *Food chemistry*, *134*,180-188.