

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ส้มจี๊ดผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย
Development of Calamondin Powder by Spray Drying Technique

นพรัตน์ หาราชพันธุ์¹ หยาดรุ่ง สุวรรณรัตน์² วริศชนม์ นิลนนท์³

^{1,2,3} หลักสูตรวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

E-mail: rebom_kakashi@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการทำส้มจี๊ดผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย และตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้ การทดลองทำได้โดยเตรียมน้ำส้มจี๊ด ผสมมอลโตเด็คซ์ทรินร้อยละ 20 และนำไปทำแห้งด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราการป้อนสาร 20 รอบต่อนาที นำผลิตภัณฑ์ส้มจี๊ดผงที่ได้มาตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี จากผลการทดลองพบว่า การใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่แตกต่างกัน 3 อุณหภูมิ มีปริมาณค่าวอเตอร์แอกติวิตี ความสามารถในการละลาย ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณวิตามินซี และปริมาณผลผลิตใกล้เคียงกัน เมื่อพิจารณาปริมาณวิตามินซีและความชื้น จึงเลือกอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 170 องศาเซลเซียส ไปศึกษาปริมาณมอลโตเด็คซ์ทรินที่เหมาะสม โดยผสมปริมาณมอลโตเด็คซ์ทรินที่ร้อยละ 10 20 และ 30 ในน้ำส้มจี๊ด นำไปทำแห้งที่อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 170 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราการป้อนสาร 20 รอบต่อนาที ผลการทดลอง พบว่าการใช้ปริมาณมอลโตเด็คซ์ทรินร้อยละ 10 มีความเหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์ส้มจี๊ดผง เนื่องจากลักษณะของส้มจี๊ดผงที่ได้มีกลิ่นหอมส้มจี๊ด มีสีเหลือง และมีปริมาณของวิตามินซีสูง องค์ความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าของส้มจี๊ดได้

คำสำคัญ: ส้มจี๊ดผง การทำแห้งแบบพ่นฝอย คุณสมบัติ

Abstract

This research aimed to study the optimal condition to produce the calamondin powder by spray drying technique and to determine the chemical and physical properties of the obtained product. The experiment was done by preparation of some calamondin juice and mixed with maltodextrin at 20%. The calamondin juice was dried using spray drying technique with inlet temperature of 150 160 and 170 °C with a feed rate of 20 rpm. The chemical and physical properties of the obtained calamondin powder was determined. The results found that the utilization of three different inlet temperature had water activity, solubility, total acid, total soluble solid, pH, vitamin C content and yield were similar. When consider the vitamin C content and moisture content, the calamondin powder that produced by using inlet temperature of 170 °C was selected to study the optimal maltodextrin. The maltodextrin was mixed at the level of 10 20 and 30% to calamondin juice, spray dried at inlet temperature of 170 °C with a feed rate of 20 rpm. The results found that the utilization of maltodextrin at 10% was appropriated to produce the calamondin powder because

การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัย (symposium) ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

the powder had clear calamondin odor, yellow color and high vitamin C content. The obtained knowledge from this research could be used as a guideline to add value of calamondin.

Keywords: Calamondin powder, Spray drying, Properties

บทนำ

ส้มจี๊ด (*Citrus mitis* Blanco) หรือที่คนในจังหวัดจันทบุรีรู้จักกันในชื่อ ส้มมะปืด เป็นผลไม้ตระกูลเดียวกับมะนาว ส้มโอ ส้มเขียวหวาน มีรสชาติเปรี้ยว มีกลิ่นหอมเฉพาะตัว (มัลลิกา จินดาสิงห์, 2562) สามารถนำมาใช้แทนมะนาวได้ โดยเฉพาะในช่วงที่มะนาวมีราคาแพง อีกทั้งยังพบว่าส้มจี๊ด มีปริมาณวิตามินซีมากกว่ามะนาวประมาณร้อยละ 10 ที่ผ่านมามีงานวิจัยที่มีการนำส้มจี๊ดมาใช้เพียงในครัวเรือน คือมีการนำมาปรุงรสอาหาร ประเภทน้ำพริก แกงเหลือง ยำ แต่ในปัจจุบันส้มจี๊ดเริ่มได้รับความนิยมมากขึ้นจะเห็นได้จากทางศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรจันทบุรีได้มีการดำเนินการส่งเสริมถ่ายทอดความรู้ให้กับเกษตรกรหันมาปลูกส้มจี๊ดเชิงการค้าเพิ่มขึ้น และมีการอบรมให้ความรู้ในการแปรรูปส้มจี๊ดเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เช่น น้ำส้มจี๊ดพร้อมดื่ม น้ำส้มจี๊ดเข้มข้น ไอศกรีมส้มจี๊ด แยมส้มจี๊ด เยลลี่ ส้มจี๊ด แค้ส้มจี๊ด เป็นต้น การออกผลของส้มจี๊ดจะใช้เวลาประมาณ 60-90 วันนับตั้งแต่ติดผลถึงจะเริ่มเก็บเกี่ยวได้ โดยสามารถดูได้จากเมื่อใช้มือบีบผลเบา ๆ ผลจะมีลักษณะนิ่ม ไม่แข็ง ผิวเริ่มมีสีเหลืองปน ในช่วงฤดูปลูกปกติจะให้ผลดก และมีปริมาณเยอะมากเก็บผลผลิตไม่ทัน แต่เมื่อพ้นช่วงฤดูปลูกปกติ ก็จะมีการขาดแคลน หายาก ราคาของส้มจี๊ดก็จะแตกต่างกันไปในแต่ละฤดูกาล ในช่วงฤดูปลูกปกติจะมีราคาอยู่ที่ประมาณ 5-10 บาทต่อกิโลกรัม (สำเร็จ ช่างประเสริฐ และกมลภัทร ศิริพงษ์, 2558) แต่หากอยู่ในช่วงที่ขาดแคลนอาจมีราคาสูง 30-50 บาทต่อกิโลกรัม ราคาของส้มจี๊ดมีความแตกต่างกันตามปริมาณผลผลิตที่ออกสู่ท้องตลาด ผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะนำผลของส้มจี๊ดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ในอีกรูปแบบหนึ่ง เพื่อเป็นอีกทางเลือกให้แก่เกษตรกรและผู้บริโภค โดยการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่สามารถเก็บไว้จำหน่ายได้ตลอดทั้งปี ดังมีรายงานการวิจัยทำมะนาวผง(ประศาสตร์ และคณะ, 2546) กล่าวว่าการใช้น้ำมะนาวผสมกับมอลโตเด็กซ์ทริน D.E.17 หรือ กลูโคสไซรัป D.E.25-29 ในอัตราส่วน 100 : 30 จะทำให้มะนาวผงที่ได้มีคุณภาพที่ดี และการทำแห้งแบบพ่นฝอย การใช้อุณหภูมิเข้า 150-160 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิขาออกที่ 90-95 องศาเซลเซียสสามารถเก็บไว้ได้นาน 6 เดือนเมื่อบรรจุมะนาวผงในถุงออลูมิเนียมภายใต้ระบบสุญญากาศ ซึ่งเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาและสามารถนำมะนาวผงไปใช้ต่อยอดเป็นรูปแบบอื่นๆ ได้

ผู้วิจัยจึงสนใจนำส้มจี๊ดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ส้มจี๊ดผง โดยการนำเทคโนโลยีในเรื่องของการทำแห้งแบบพ่นฝอยเข้ามาช่วยเพื่อให้เก็บรักษาได้นานโดยยังคงคุณภาพที่ดีของส้มจี๊ด เป็นการยืดอายุการเก็บรักษา พกพาสะดวก ง่ายต่อการนำไปใช้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการทำส้มจี๊ดผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย
2. เพื่อตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ส้มจี๊ดผงที่ผลิตได้

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมน้ำส้มจืด

นำผลส้มจืดมาล้างทำความสะอาด จากนั้นนำมาคั้นน้ำ และทำการกรองเอาเมล็ดออกด้วยผ้าขาวบาง เก็บน้ำส้มจืดที่ได้ในถุงพลาสติก และเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อรอนำไปทำแห้งแบบพ่นฝอยต่อไป

2. การศึกษาอุณหภูมิร้อนชื้นที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มจืดผงโดยวิธีการพ่นฝอย

นำน้ำส้มจืดที่ผ่านการแช่แข็งมาละลาย และนำมาผสมกับมอลโตเด็กซ์ทริน ในอัตราส่วนร้อยละ 20 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นในการช่วยให้สารมอลโตเด็กซ์ทรินละลาย และนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้อัตราการป้อนสารอยู่ที่ 20 รอบต่อนาที โดยใช้อุณหภูมิร้อนชื้นเข้าในการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่แตกต่างกัน 3 ระดับ คือ 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ส้มจืดผงที่ได้นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำส้มจืด ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้โดยใช้ hand refractometer ค่าสี ด้วยระบบ $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่องวัดสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ค่าร้อยละความเป็นกรด (titratable acidity, % citric acid) ปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid) โดยวิธี Odriozola-Serrano et al. ปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (water activity, Aw) ตามวิธีของ AOAC (AOAC, 2000) และวิเคราะห์ความสามารถในการละลาย โดยดัดแปลงวิธีการของทัตดาว ภาชีผล, ประภาพร เพ็ญสังกะ และเทรাত্রี แจ้งสนาม. (2562)

3. การศึกษาระดับของปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินที่เหมาะสมในการผลิตน้ำส้มจืดผงโดยวิธีการพ่นฝอย

นำน้ำส้มจืดที่ผ่านการแช่แข็งมาละลาย และนำมาผสมกับมอลโตเด็กซ์ทรินที่แตกต่างกัน 3 ระดับ ได้แก่ ในอัตราส่วนร้อยละ 10 20 และ 30 (น้ำหนักต่อปริมาตร) ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นในการช่วยให้สารมอลโตเด็กซ์ทรินละลาย และนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอย ใช้อัตราการป้อนสารอยู่ที่ 20 รอบต่อนาที โดยใช้อุณหภูมิร้อนชื้นเข้าในการทำแห้งแบบพ่นฝอย 170 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ส้มจืดผงที่ได้นำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำส้มจืด ได้แก่ ปริมาณของแข็งที่ละลายได้โดยใช้ hand refractometer ค่าสี ด้วยระบบ $L^* a^* b^*$ ด้วยเครื่องวัดสี ค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่อง pH meter ค่าร้อยละความเป็นกรด (titratable acidity, % citric acid) ปริมาณวิตามินซี (ascorbic acid) โดยวิธี Odriozola-Serrano et al. ปริมาณความชื้น และค่าวอเตอร์แอกติวิตี (water activity, Aw) ตามวิธีของ AOAC (AOAC, 2000) และวิเคราะห์ความสามารถในการละลาย โดยดัดแปลงวิธีการของทัตดาว ภาชีผล, ประภาพร เพ็ญสังกะ และเทรাত্রี แจ้งสนาม. (2562)

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ

ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) นำผลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระหว่าง โดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของการทำส้มจืดผงด้วยวิธีการทำแห้งแบบพ่นฝอย

จากผลการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์ส้มจืดผงจากการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยกำหนดสภาวะการทำงานของเครื่องให้มีอุณหภูมิร้อนชื้นเข้าที่ 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส อัตราการป้อน 20 รอบต่อนาที ปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินร้อยละ 20 โดย

น้ำหนัก พบว่าผงส้มจืดที่ได้มีสีเหลืองอ่อน ผงเนียนละเอียด ไม่จับตัวกันเป็นก้อน ไม่มีกลิ่นไหม้ ยังคงกลิ่นหอมอันเป็นเอกลักษณ์ของส้มจืด ลักษณะของส้มจืดผงดังภาพที่ 1

2. ผลการตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ส้มจืดผงที่ผลิตได้

เมื่อนำผงส้มจืดไปตรวจสอบคุณสมบัติทางเคมีและทางกายภาพได้ผลดังตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าผงส้มจืดที่ใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 170 องศาเซลเซียส มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ เท่ากับ 0.13 ± 0.00 และค่าความชื้นร้อยละ 2.77 ± 0.02 ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$) กับการใช้อุณหภูมิที่ 150 และ 160 องศาเซลเซียส

ส่วนของการละลาย พบว่าผงส้มจืดที่ใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส ให้ค่าการละลาย 1.03 ± 0.02 1.28 ± 0.04 และ 1.32 ± 0.03 นาที ตามลำดับ ผงส้มจืดที่ใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 150 องศาเซลเซียส ละลายเร็วที่สุดซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$) กับการใช้อุณหภูมิที่ 160 และ 170 องศาเซลเซียส

ค่าสี พบว่าผงส้มจืดที่ใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส มีค่า L^* (ความสว่าง) เท่ากับ 88.93 ± 0.42 89.45 ± 0.15 และ 91.93 ± 0.29 ตามลำดับ ซึ่งผงส้มจืดที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส มีค่าความสว่างมากที่สุด ค่า a^* (ค่าความเป็นสีแดง) เท่ากับ 0.43 ± 0.06 1.20 ± 0.00 และ 0.43 ± 0.06 ตามลำดับ ผงส้มจืดที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส มีค่าความเป็นสีแดงมากที่สุด ผงส้มจืดที่ใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส มีค่า b^* (ค่าความเป็นสีเหลือง) เท่ากับ 19.70 ± 0.06 , 19.70 ± 0.10 และ 20.53 ± 0.15 ตามลำดับ โดยที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ผงจะมีค่าความเป็นสีเหลืองมากที่สุด

ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก เมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส ให้ค่าปริมาณกรดทั้งหมดที่ร้อยละ 172 ± 0.01 1.72 ± 0.03 และ 1.77 ± 0.01 ตามลำดับ โดยที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ให้ค่าที่มากที่สุดซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$) กับการใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 150 และ 160 องศาเซลเซียส

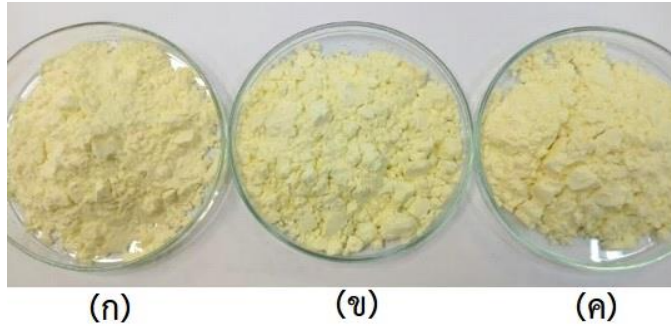
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส ให้ค่าที่ 8.13 ± 0.12 8.87 ± 0.12 และ 8.97 ± 0.06 ตามลำดับ โดยที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$) กับการใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 150 องศาเซลเซียส แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.5$) ที่อุณหภูมิ 160 องศาเซลเซียส

ค่า pH เมื่อใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส ให้ค่าที่ 2.42 ± 0.01 2.42 ± 0.01 และ 2.42 ± 0.01 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

เมื่อพิจารณาปริมาณวิตามินซี พบว่าที่อุณหภูมิ 150 และ 170 องศาเซลเซียส ให้ค่าวิตามินซีที่ 58.00 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม ซึ่งไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.5$) กับการใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 160 องศาเซลเซียส ที่ให้ค่า 56.00 มิลลิกรัมต่อหนึ่งร้อยกรัม

ในส่วนของคุณสมบัติการผลิต พบว่าการใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส มีปริมาณผลผลิตที่ร้อยละ 21.57 23.27 และ 23.81 ตามลำดับ ซึ่งที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส ให้ค่าผลผลิตสูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$) กับการใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 150 และ 160 องศาเซลเซียส

จากการทดลองในส่วนนี้จะเห็นได้ว่าผงส้มจืดที่เตรียมโดยใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินร้อยละ 20 อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 150 160 และ 170 องศาเซลเซียส มีปริมาณค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ ความสามารถในการละลาย ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดซิตริก ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ค่า pH ปริมาณวิตามินซี ผลผลิตใกล้เคียงกัน จึงเลือกอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 170 องศาเซลเซียส ไปทดสอบในขั้นต่อไป เนื่องจากที่อุณหภูมินี้ให้ค่าความชื้นต่ำที่สุด



ภาพที่ 1 ลักษณะผงสั้มน้ำที่ผ่านการทำให้แห้งแบบพ่นฝอยโดยใช้อุณหภูมิต่าง ๆ (ก) 150 องศาเซลเซียส (ข) 160 องศาเซลเซียส (ค) อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส

ผลการศึกษาระดับของปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสมในการผลิตน้ำสั้มน้ำผงโดยวิธีการพ่นฝอย

จากผลการทดลองผลิตผลิตภัณฑ์สั้มน้ำผงจากการทำให้แห้งแบบพ่นฝอยโดยกำหนดสภาวะการทำงานของเครื่องให้มีอุณหภูมิร้อนขาเข้าที่ 170 องศาเซลเซียส อัตราการป้อน 20 รอบต่อนาที ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน ร้อยละ 10 20 และ 30 พบว่า ผงสั้มน้ำที่ได้มีสีเหลืองอ่อน ไม่จับตัวเป็นก้อน ไม่มีกลิ่นไหม้ สีที่ได้แตกต่างกันตามปริมาณของมอลโตเด็กซ์ตรินที่ใส่เข้าไป โดยแสดงดังภาพที่ 2

เมื่อนำผงสั้มน้ำไปตรวจสอบคุณภาพทางเคมีและทางกายภาพได้ผลดังตารางที่ 2 จะเห็นได้ว่าค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ที่อุณหภูมิร้อนขาเข้า 170 องศาเซลเซียส ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 20 และ 30 ให้ค่าดังนี้ 0.14 ± 0.01 0.12 ± 0.00 และ 0.11 ± 0.00 ตามลำดับ โดยการใส่มอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 30 ให้ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ต่ำที่สุด

ในส่วนของความชื้น พบว่าเมื่อใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนัก ให้ค่าความชื้น ดังนี้ 4.15 ± 0.12 3.31 ± 0.06 และ 2.59 ± 0.04 ตามลำดับ โดยการใส่มอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 30 ให้ค่าความชื้นต่ำที่สุด

ค่าสี พบว่าผงสั้มน้ำที่ใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนัก มีค่า L^* (ความสว่าง) เท่ากับ 85.47 ± 1.01 91.63 ± 0.31 และ 93.20 ± 0.35 ตามลำดับ ซึ่งการใส่มอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 30 ให้ความสว่างมากที่สุด ค่า a^* (ค่าความเป็นสีแดง) ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ ค่า b^* (ค่าความเป็นสีเหลือง) การใส่มอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 10 ให้ความเป็นสีเหลืองมากที่สุด

ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปแบบกรดซิตริก พบว่า การใส่มอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 10 20 และ 30 ให้ค่าดังนี้ 2.94 ± 0.05 1.21 ± 0.01 และ 1.20 ± 0.04 ตามลำดับ โดยการใส่มอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 10 ให้ค่าปริมาณกรดทั้งหมดมากที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$) กับเมื่อใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน เพิ่มขึ้น

ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ พบว่า การใส่มอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 10 20 และ 30 ให้ค่าดังนี้ 8.73 ± 0.12 8.87 ± 0.12 และ 9.00 ± 0.0 ตามลำดับ การใส่มอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 30 ให้ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้สูงที่สุด ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$) กับที่ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินร้อยละ 10 และ 20 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Nor Madihah and et al. (2015) ได้ศึกษาผลของมอลโตเด็กซ์ตรินต่อการทำให้แห้งแบบพ่นฝอย (spray dried) ในน้ำมะกรูด ที่จากการทดลองพบว่ายิ่งเติมสารมอลโตเด็กซ์ตรินมากขึ้น ปริมาณน้ำตาลและความเข้มข้นในน้ำผลไม้ยิ่งเพิ่มมากขึ้น ในส่วนของค่า pH พบว่า การใส่มอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 10 20 และ 30 ให้ค่าดังนี้ 2.26 ± 0.01 2.36 ± 0.00 และ 2.36 ± 0.01 ตามลำดับ โดยการใส่มอลโตเด็กซ์ตรินที่ร้อยละ 10 ทำให้ผงสั้มน้ำมีความเป็นกรดมากที่สุด และมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.5$) กับเมื่อใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ตริน เพิ่มขึ้น

ปริมาณวิตามินซีพบว่า การใช้มอลโตเด็กซ์ทรินที่ร้อยละ 10 20 และ 30 ให้ค่าดังนี้ 70.00 ± 0.00 21.28 ± 0.32 และ 29.91 ± 0.00 ตามลำดับ โดยการใส่มอลโตเด็กซ์ทรินที่ร้อยละ 10 ให้ค่าปริมาณกรดทั้งหมดมากที่สุด และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.5$) กับเมื่อใช้ปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินเพิ่มขึ้น

ในส่วนของปริมาณผลผลิต การใช้มอลโตเด็กซ์ทรินที่ร้อยละ 10 20 และ 30 ให้ค่าดังนี้ให้ค่าที่ร้อยละที่ 11.35 ± 0.00 21.28 ± 0.32 และ 29.91 ± 0.00 ตามลำดับ ซึ่งการใช้มอลโตเด็กซ์ทรินที่ร้อยละ 30 ให้ค่าผลผลิตมากที่สุด และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.5$) กับการใช้มอลโตเด็กซ์ทรินที่ร้อยละ 10 และ 20 สารมอลโตเด็กซ์ทรินที่ใช้เป็นสารตัวพา ช่วยเพิ่มปริมาณของผลผลิตที่ได้ โดยยิ่งใส่ปริมาณสารมอลโตเด็กซ์ทรินมากขึ้น ผลผลิตที่ได้ก็มากขึ้นตาม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ทัดดาว ภาชีผล, ประภาพร เพ็ญสังกะ และเทรตรี แจ้งสนาม (2562) ที่ได้ศึกษาผลของปริมาณสารตัวพาต่อสมบัติทางเคมีกายภาพของผงบีตาเลนจากผลผักปลังที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้มอลโตเด็กซ์ทรินเป็นสารตัวพา พบว่า เมื่อใช้มอลโตเด็กซ์ทรินในปริมาณร้อยละ 10 (น้ำหนัก/ปริมาตร) ในสภาวะอุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 170 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิลมร้อนขาออก 90 องศาเซลเซียส ด้วยอัตราการไหล 40 มิลลิลิตรต่อนาที จะทำให้ได้ผงสีที่มีสีแดงม่วงมากที่สุด และมีปริมาณบีตาเลนมากที่สุด คือ 103.02 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณของสารมอลโตเด็กซ์ทรินในปริมาณร้อยละ 10, 20 และ 30 (น้ำหนัก/ปริมาตร) เมื่อนำมาวิเคราะห์พบว่า การเพิ่มปริมาณสารมอลโตเด็กซ์ทรินส่งผลต่อปริมาณน้ำอิสระ ความหนาแน่นโดยรวม ปริมาณบีตาไซยานิน และค่าสีแดงอย่างมีนัยสำคัญ



ภาพที่ 2 ลักษณะผงส้มจี๊ดที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอย โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าที่ 170 องศาเซลเซียส และปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินระดับต่าง ๆ (ก) ร้อยละ 10 (ข) ร้อยละ 20 (ค) ร้อยละ 30

ตารางที่ 1 คุณภาพทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ส้มจี๊ดผงโดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าต่าง ๆ

อุณหภูมิ	Aw	ความชื้น (ร้อยละ)	การละลาย (นาทีก)	ค่าสี			ปริมาณกรดทั้งหมด ในรูปกรดซิตริก (ร้อยละ)	ปริมาณของ ของแข็งที่ละลาย ได้ทั้งหมด (°Brix)	pH ^(ns)	วิตามินซี (มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม)	ผลผลิต (ร้อยละ)
				L*	a*	b*					
150	0.15±0.01 ^a	3.38±0.01 ^a	1.03±0.02 ^b	88.93±0.42 ^b	0.43±0.06 ^b	19.87±0.06 ^b	1.72±0.01 ^b	8.13±0.12 ^b	2.42±0.01	58.00±0.00 ^a	21.57±0.00 ^c
160	0.15±0.00 ^b	3.27±0.17 ^a	1.28±0.04 ^a	89.45±0.15 ^b	1.20±0.00 ^a	19.70±0.10 ^b	1.72±0.03 ^b	8.87±0.12 ^a	2.42±0.01	56.00±0.00 ^b	23.27±0.00 ^b
170	0.13±0.00 ^c	2.77±0.02 ^b	1.32±0.03 ^a	91.93±0.29 ^a	0.43±0.06 ^b	20.53±0.15 ^a	1.77±0.01 ^a	8.97±0.06 ^a	2.41±0.01	58.00±0.00 ^a	23.81±0.00 ^a

หมายเหตุ : a-b หมายถึง ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันตามแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 2 ผลการศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ทรินที่ร้อยละ 10 20 และ 30 โดยน้ำหนัก โดยอุณหภูมิหมักร้อนขาเข้าที่ 170 องศาเซลเซียส

ปริมาณมอลโตเด็กซ์ทริน (ร้อยละ)	Aw	ความชื้น	การละลาย (นาท)	ค่าสี			ปริมาณกรด ทั้งหมดในรูป กรดซิตริก (ร้อยละ)	ปริมาณของ ของแข็งที่ละลาย ได้ทั้งหมด (°Brix)	pH ^(ns)	วิตามินซี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	ผลผลิต (ร้อยละ)
				L*	a* (ns)	b*					
10	0.14±0.01 ^a	4.15±0.12 ^a	0.57±0.02 ^c	85.47±1.01 ^c	0.13±0.06	20.73±0.42 ^a	2.94±0.05 ^a	8.73±0.12 ^b	2.26±0.01 ^b	70.00±0.00 ^a	11.35±0.0 0 ^c
20	0.12±0.00 ^b	3.31±0.06 ^b	1.04±0.02 ^b	91.63±0.31 ^b	0.07±0.06	15.60±0.20 ^b	1.21±0.01 ^b	8.87±0.12 ^{ab}	2.36±0.00 ^a	44.00±0.00 b	21.28±0.3 2 ^b
30	0.11±0.00 ^c	2.59±0.04 ^c	1.33±0.05 ^a	93.20±0.35 ^a	0.13±0.06	15.67±0.15 ^b	1.20±0.04 ^b	9.00±0.00 ^a	2.36±0.01 ^a	37.00±0.00 ^c	29.91±0.0 0 ^a

หมายเหตุ : อักษร abc ในแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

ns หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ส้มจี๊ดผงโดยใช้เครื่อง ใช้อัตราการป้อนสารอยู่ที่ 20 รอบต่อนาที โดยใช้อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าในการทำแห้งแบบพ่นฝอยที่ 170 องศาเซลเซียส และใช้ปริมาณมอลโตเด็คซ์ตริน ในอัตราส่วน ร้อยละ 10 ซึ่งลักษณะของผงที่ได้มีความละเอียด มีกลิ่นหอมเฉพาะตัวของส้มจี๊ดชัดเจน มีสีเหลืองสวยงาม และมีปริมาณของวิตามินซี ซึ่งเป็นสารต้านอนุมูลอิสระมากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่มปริมาณผลผลิตของส้มจี๊ดผงโดยศึกษารสชาติที่อื่นเพิ่มเติม เช่น กัมฮาลาบิก น้ำเชื่อมกลูโคส
2. นำส้มจี๊ดผงไปประยุกต์ใช้ในอาหารหรือเครื่องสำอาง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์วิจัยและพัฒนานวัตกรรมสินค้าเกษตรและอาหารภาคตะวันออก คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่อง Spray drying ที่นำมาใช้ในการทดลองครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ทัตดาว ภาชีผล, ประภาพร เพ็ญสังกะ และเทราตรี แจ้งสนาม. ผลของปริมาณสารตัวพาท่อสมบัติทางเคมีกายภาพของ ผงบีตาเลนจากผล ผักปลังที่ผ่านการทำแห้งแบบพ่นฝอย. **วารสารแก่นเกษตร**. 47, ฉบับพิเศษ 1 (28 มกราคม- 29 มกราคม 2562): 1373-1378.

ประศาสตร์ พุตระกูล, วรณี มาวิมล และวิลาวัลย์ บุญย์ศุภา. **การพัฒนารวมวิธีการผลิตมะนาวผงและการทดสอบคุณภาพระหว่างการเก็บรักษา**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546

มัลลิกา จินดาสิงค์. **มหัศจรรย์แห่งส้มจี๊ด (ตอนที่ 1)**. (ออนไลน์) 2562 (อ้างเมื่อ 27 ตุลาคม 2562). จาก : <http://www.chumphon2.mju.ac.th>.

สำเร็จ ช่างประเสริฐ และกมลภัทร ศิริพงษ์. **ส้มจี๊ด (Som Chit)**. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร, 2558.

AOAC, 2000 Official methods of analysis (17th ed.). Association of Official Analytical chemists. Virginia.

Nor Madidah Bt Ibranhim, Norazah abd rahman and Syafiza Abd Hashib. **Effect of Maltodextrin in product of spray dried Kaffir lime**. **Advanced Materials Research**. 10, 1113 (1st July 2015) :1373-1378.



PROCEEDINGS

การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัย (SYMPOSIUM) ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13
The 13th Graduate Research Conference

PROCEEDINGS การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัย (SYMPOSIUM) ระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

GRADUATE SCHOOL, UBBON RATCHATHANI RAJABHAT UNIVERSITY

Tel.045-352097 Fax.045-352120 www.graduate.ubru.ac.th

วันเสาร์ที่ 3 เมษายน 2564

ณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

GRADUATE SCHOOL, UBBON RATCHATHANI RAJABHAT UNIVERSITY

PROCEEDINGS

การประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13

The 13th Graduate Research Conference

วันเสาร์ที่ 3 เมษายน 2564

จัดโดย

บัณฑิตวิทยาลัย

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

เอกสารหลังการประชุมวิชาการนำเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษา ครั้งที่ 13

วันเสาร์ที่ 3 เมษายน 2564

ณ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ธรรมรักษ์ ละอองนวล

อธิการบดี

รองศาสตราจารย์ ดร. มาลี ไชยเสนา

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการ

รองศาสตราจารย์ชาญชัย สุกใส

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒน์ บรรลือ

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนันรัตน์ รูปใหญ่

กองบรรณาธิการ

นางสาวชลญา สังข์ทรัพย์

นางสาวนงลักษณ์ คำเต็ม

นายศุภศิศิลป์ พันธงาม

นางสาววิชญา ทองกลม

เลขานุการกองบรรณาธิการ

นางสาวปณิดา ธรรมวงศ์

เจ้าของลิขสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

เลขที่ 2 ถนนราชธานี ตำบลในเมือง อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000

โทรศัพท์ 045-352-097, 352000-29 ต่อ 3016 โทรสาร 045-352-120

<http://www.graduate.ubru.ac.th>

บทความวิจัยที่ปรากฏในเอกสารหลังการประชุมวิชาการนี้ได้รับการตรวจสอบความถูกต้องจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี กองบรรณาธิการได้ดำเนินการจัดทำรูปเล่มถ้าต้องการนำไปเผยแพร่ต้องได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

ผู้ทรงคุณวุฒิกลั่นกรองวิทยากรบทความ (Peer Reviewers)

รองศาสตราจารย์ ดร. สมาน อัครภูมิ

รองศาสตราจารย์ ดร. สันญา เคนาภูมิ

รองศาสตราจารย์ ดร. จำลอง วงษ์ประเสริฐ

รองศาสตราจารย์ ดร. เผ่าไทย วงศ์เหลา

รองศาสตราจารย์ ดร. นพรัตน์ ส่งเสริม

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา พยุหะ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุดม ทิพราช

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุพรรณิ อะโอภิ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิศานาจ โสภาพล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวัฒน์ บรรลือ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนันรัตน์ รูปใหญ่

มหาวิทยาลัยราชภัฏศรีสะเกษ

มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี