การใช้กัวกัม กลูโคสไซรัป และมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดง (*Hylocereus polyrhizus*) โดยการอบแห้งแบบโฟมแมท

Using Guar Gum, Glucose Syrup and Maltodextrin to Produce Red Dye Powder from Red Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) by Foam Mat Drying Method

อรพิน ชัยประสพ [1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องการใช้กัวกัม กลูโคสไซรัป และมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดง (*Hylocereus polyrhizus*) โดยวิธีอบแห้งแบบโฟมแมท มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงเพื่อใช้เป็นส่วนผสมอาหาร โดยศึกษาการใช้กัวกัม(ร้อยละ 0.1, 0.15 และ 0.2 โดยน้ำหนัก) ร่วมกับกลูโคสไซรัป (ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก) และกัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน (ร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนัก) ตามลำดับ ศึกษาเวลาอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และอายุการเก็บรักษาสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนและถุงอลูมิเนียมฟอยล์พบว่า น้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงมีความหนืดเพิ่มขึ้นตามปริมาณกัวกัม กลูโคสไซรัป และมอลโทเดกซ์ทรินที่เพิ่มขึ้น แต่น้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่ใช้มอลโทเดกซ์ทรินมีความหนืดเพิ่มขึ้นมากกว่าสูตรที่ใช้กลูโคสไซรัป ค่าร้อยละการขึ้นฟูเพิ่มขึ้นตามปริมาณกลูโคสไซรัปและลดต่ำลงตามปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โฟมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่เตรียมโดยใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัปตั้งแต่ร้อยละ 5-15 และ มอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 3-9 นำไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศา-เซลเซียส ใช้เวลาในการอบแห้ง 2 ชั่วโมง 30 นาที ถึง 3 ชั่วโมง 15 นาที สีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่ใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัปให้ค่าสี L* a* ΔE สูงกว่ากัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน เมื่อนำมาเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนและถุงอลูมิเนียมฟอยล์ พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษา 60 วัน สีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่ใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัปเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านความชื้น และการจับตัวเป็นก้อน มากกว่าสูตรที่ใช้ร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน และการเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยล์สีแดงผงมีอายุการเก็บรักษาที่ดีและคุณภาพเปลี่ยนแปลงน้อยกว่าการเก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนโดยค่า A_W เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จาก 0.31-0.33 เป็น 0.32-0.34 ค่า L*ลดลงจาก 42.1 ถึง 27.5 ค่า a*ลดลงจาก 43.3 ถึง 24.2 ค่า ΔE ลดลงจาก 58.5 ถึง 25.5 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ : วิธีอบแห้งแบบโฟมแมท กัวกัม แก้วมังกรพันธุ์สีแดง สีแดงผง

[1] รองศาสตราจารย์ อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ABSTRACT

The objective of this research is to study the production of red dye powder as a food ingredient from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) that is dried by the foam mat drying method. Liquid foam from red dragon fruit was prepared using guar gum (0.1, 0.15, and 0.2% by wt) together with glucose syrup (0, 5, 10, and 15% by wt), and maltodextrin (0, 3, 6, and 9% by wt) respectively. The foam mat drying time of red dragon fruit at 60^{o}C and its shelf-life in polyethylene bags and aluminum foil were also investigated. The results show that the viscosity of red dragon fruit juice increased according to the quantity of guar gum, glucose syrup, and maltodextrin, but the maltodextrin provides higher viscosity than the glucose syrup does. Overrun percentage increases significantly correlated to higher glucose syrup concentration, but decreases correlated to the increasing maltodextrin concentration ($p \leq 0.05$). Liquid foam from red dragon fruit juice prepared with guar gum, together with 5-15% of glucose syrup and 3-9% of the maltodextrin, was dried at 60^{o}C from 2 hours 30 minutes to 3 hours 15 minutes. Red dye powder, obtained from guar gum together with glucose syrup, gave higher L*, a*, and ΔE than powder produced with maltodextrin. After keeping it in polyethylene bags and aluminum foil for 60 days, the red dye powder - obtained from guar gum and glucose syrup – changed in moisture content and caking more than those with the maltodextrin. The aluminum foil provided better quality than keeping it in polyethylene bags. After 60 days of storage, A_w increased from 0.31 - 0.33 to 0.32 - 0.34; L* decreased from 42.1 to 27.5; a* decreased from 43.3 to 24.2; and ΔE significantly decreased from 58.5 to 25.5 ($p \leq 0.05$).

Keywords : foam mat drying method, guar gum, red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*), red dye powder

บทนำ

ผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปนิยมแต่งสีให้สวยงาม เพิ่มความดึงดูดใจ ทำให้อาหารน่ารับประทานมากขึ้น รวมทั้งใช้แก้ไขปัญหาที่เกิดจากการเปลี่ยนของสีตามธรรมชาติหรือในขณะแปรรูป อุตสาหกรรมการผลิตอาหารนิยมใช้สีสังเคราะห์ เพราะมีราคาถูก ให้สีสดสม่ำเสมอ คงทน และอยู่ในรูปที่สะดวกต่อการใช้มากกว่าสีจากธรรมชาติ แต่ผู้บริโภคอาจเกิดอันตรายจากการรับประทานอาหารที่ผสมสีสังเคราะห์ที่มีปริมาณมากและเป็นเวลานาน หากร่างกายขับถ่ายไม่ทัน ก็จะไปสะสมอยู่ที่กระเพาะอาหารและลำไส้ นอกจากนี้ยังอาจได้รับอันตรายจากการแยกสารเจือปนที่ใช้ในการผลิตสีออกไม่หมด โดยเฉพาะโลหะหนักต่างๆ ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย (ประภัสสร, 2552; ลาวัลย์ และคณะ, 2545)

สีแดงเป็นสีหนึ่งที่นิยมใช้มากในการแต่งสีอาหาร แหล่งให้สีแดงจากธรรมชาติ ได้แก่ ครั่ง กระเจี๊ยบแดง หัวบีท ฝาง ข้าวแดง และแก้วมังกร

แก้วมังกรเป็นพืชในวงศ์ *Cactaceae* สกุล *Hylocereus* เป็นวัตถุดิบจากธรรมชาติที่ให้สีแดง ปลูกได้แทบทุกภาคของประเทศไทย ให้ผลผลิตมาก แก้วมังกรพันธุ์เนื้อแดงเปลือกแดง (*Hylocereus polyrhizus*) มีสีแดงสดคล้ายสีของบีทรูท สารให้สีแดง คือ แอนโทไซยานิน ฟลาโวนอยด์ และบีตาเลน (betalains) มีอยู่ทั้งส่วนของเปลือกและเนื้อ มีความคงทนต่อความร้อนในการแปรรูป มีกลิ่น รส อ่อนมาก เมื่อนำไปใช้แต่งสีอาหารจะไม่ไปรบกวนกลิ่นรสของอาหาร เหมือนผักผลไม้ชนิดอื่น ๆ นอกจากสีแดงสดแล้ว แก้วมังกรพันธุ์สีแดงยังมีคุณค่าทางโภชนาการ และมีสารอื่น ๆ ที่มีประโยชน์ ได้แก่ มิวซิเลจ (Mucilage) สารต้านออกซิเดชัน สารประกอบฟีนอลิก และฟลาโวนอยด์ (กรรณิการ์ และปราณี, 2552)

ถ้ามีการผลิตสีแดงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดง และนำมาใช้ให้สีแดงในการแต่งสีอาหารแทนการใช้สีสังเคราะห์ ก็จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก้วมังกร ให้ความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภค และยังทำให้ได้สารที่มี

ประโยชน์ที่มีอยู่ในผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงอีกด้วย แต่การทำแห้งด้วยวิธีการอบแห้งแบบลมร้อนและแบบพ่นฝอยไม่สามารถทำให้แห้งได้เนื่องจากส่วนประกอบในผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงมีทั้งสารมิวซิเลจ กลูโคส ฟรักโทส และกรดอะมิโน (Moßhammer et al., 2006) เมื่อได้รับความร้อนจะเกิดลักษณะเทอร์โมพลาสติก (thermoplastic) เหนียวหนืด เกาะติดภาชนะ เครื่องมือและอุปกรณ์

การอบแห้งโดยใช้หลักการอบแห้งแบบโฟมแมท (Foam mat) เหมาะสำหรับการทำแห้งผลิตภัณฑ์ผลไม้ที่อยู่ในลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว มีน้ำตาล กรด และเพ็กทิน เป็นส่วนประกอบโดยสามารถรักษาสีและกลิ่นไว้ได้ (Rajkumar et al., 2007) อีกทั้งเป็นวิธีอบแห้งที่มีต้นทุนในการผลิตไม่สูงมาก

หลักการของวิธีการอบแห้งแบบโฟมแมท คือ นำน้ำผักหรือผลไม้มาตีให้เกิดเป็นโฟม นำไปแผ่บนถาดที่เป็นรูพรุน เมื่อนำไปอบแห้งฟองอากาศและน้ำภายในโฟมจะเกิดการระเหยได้อย่างรวดเร็ว สามารถทำแห้งได้ภายในระยะเวลาสั้น ๆ แต่สิ่งที่สำคัญ คือ อาหารที่จะนำมาอบแห้งแบบโฟมแมทต้องสามารถตีให้ขึ้นฟูเกิดเป็นโฟมที่มีความคงตัว ในระหว่างการอบแห้งสามารถคงลักษณะโครงสร้างที่เป็นรูพรุนไว้ได้ (Sankat and Castaigne, 2004) แต่น้ำผักและผลไม้ไม่สามารถตีให้เกิดเป็นโฟมได้ จำเป็นต้องมีการเติมสารทำให้เกิดโฟมที่เหมาะสมลงไป

งานวิจัยมากมายศึกษาชนิดและปริมาณของสารที่ทำให้เกิดโฟมที่เหมาะสมในน้ำผักและผลไม้ที่นำไปอบแห้งแบบโฟมแมท ในประเทศไทยมีรายงานการวิจัยที่นำ Methocel (ชื่อทางการค้า) เป็นอนุพันธ์ของคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลสมาใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดโฟมมากมาย (คุ้มเกล้า และพนิดา, 2551) นอกจากนี้ยังมีการนำมาใช้ร่วมกับสารให้ความคงตัวชนิดอื่น ๆ เช่น การใช้ Methocel ร่วมกับมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตกล้วยหอมผง (กัลยาณี, 2540) Methocel ร่วมกับ Carboxymethylcelluose (CMC) ในการผลิตน้ำมะเกี๋ยงผง (สมชาย และอรทัย, 2548) Methocel ร่วมกับ Glycerylmonostearate (GMS) ในการผลิตน้ำนมข้าวโพดผง (ดุจหทัย, 2551) และในการผลิตกล้วยน้ำว้าผง (ดรุณี, 2550) Methocel ร่วมกับไข่ขาวผงในการผลิตเครื่องดื่มผงจากน้ำสับปะรดผสมน้ำลูกยอ (กฤต, 2548) และในการผลิตสารสกัดชนิดผงจากพริกแดงสด (สุธิดา และพนิดา, 2551) เป็นต้น

นอกจาก Methocel แล้ว ยังมีการศึกษาการใช้สารที่ทำให้เกิดโฟมชนิดอื่น ได้แก่ Sorbac 60-Polisorbac 80 ในการอบแห้งน้ำสับปะรดโดยวิธีโฟมแมท (Beristain et al., 1991) และมอลโทเดกซ์ทรินในการผลิตมะขามอบแห้งแบบโฟมแมท (วิริยา และคณะ, 2552)

การอบแห้งแบบโฟมแมทสภาวะที่มีผลต่อเวลาและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คือ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้ง ความหนาของโฟม ความหนาแน่นและความคงตัวของโฟม การใช้อุณหภูมิสูง เวลาที่ใช้ในการอบแห้งลดลง แต่อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความสามารถในการละลายน้ำลดลง สีเปลี่ยน และกลิ่นรสด้อยลง Karim and Wai (1999) ศึกษาการอบแห้งน้ำมะเฟืองโดยวิธีอบแห้งแบบโฟมแมท พบว่า เมื่อเพิ่มอุณหภูมิการอบแห้งจาก 70 เป็น 90 องศาเซลเซียส ช่วยลดเวลาในการทำแห้งลงถึง 30 นาที แต่ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลอ่อนและมีกลิ่นมะเฟืองลดลง อรพิน และคณะ (2553) พบว่าการอบแห้งซอร์เบทแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ซอร์เบทผงที่ได้ มีค่าสี a* (สีแดง) สูงสุด เมื่อเพิ่มอุณหภูมิในการอบแห้งจาก 60 เป็น 70 และ 80 องศาเซลเซียส มีผลทำให้ค่า a* ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยเฉพาะการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ซอร์เบทผงจากแก้วมังกรพันธุ์สีแดงมีสีซีดจาง

การอบแห้งแบบโฟมแมท เมื่อนำโฟมอาหารแผ่เป็นชั้นบาง ๆ บนตะแกรงหรือสายพานที่เป็นรูพรุน ความหนาของโฟมเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการอบแห้ง โฟมอาหารที่มีความหนาประมาณ 2-3 มิลลิเมตร มีอัตราการอบแห้งสูง อาหารมีความชื้นลดลงเหลือ 2-3 % ภายในเวลา 12 นาที (Potter and Hotchkiss, 1995) Beristain et al. (1991) ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งน้ำสับปะรดโดยวิธีโฟมแมทโดยใช้ความหนาของโฟม 5 มิลลิเมตร อบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส และผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความชื้น 3%

ความหนาแน่นของโฟมก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่ออัตราเร็วในการอบแห้ง โฟมที่มีความหนาแน่นต่ำเกิดจากการที่อากาศสามารถแทรกตัวเข้าไปอยู่ในส่วนผสมที่เป็นของเหลวได้มาก ทำให้มีพื้นที่ในการสัมผัสกับอากาศร้อนมาก การระเหยน้ำเกิดขึ้นได้

อย่างรวดเร็ว นอกจากความหนาแน่นของโฟมแล้ว ความคงตัวของโฟมที่ไม่เกิดการยุบตัวระหว่างการอบแห้งก็เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญ

ความหนาแน่นและความคงตัวของโฟมที่เหมาะสมสำหรับการอบแห้งแบบโฟมแมทยังไม่สามารถกำหนดได้แน่ชัด ทั้งนี้ขึ้นกับ ชนิดของอาหาร ชนิดและปริมาณสารช่วยให้เกิดโฟมและความคงตัวของโฟม รวมทั้งความสามารถในการที่อากาศและไอน้ำจะแยกตัวออกเมื่อได้รับความร้อนในระหว่างการอบแห้ง ความหนาแน่นของโฟมที่ผลิตน้ำนมข้าวโพดผงโดยวิธีการอบแห้งแบบโฟมแมท คือ 0.12 $\pm$ 0.01 กรัมต่อมิลลิลิตร มีอัตราการแยกตัวของเหลวต่ำสุด คือ 0.06 $\pm$ 0.01 มิลลิลิตรต่อนาที และมีค่า overrun สูงสุดคือ ร้อยละ 698.93 $\pm$ 52.92 (ดุจหทัย, 2551) โฟมของน้ำกระเทียมดองที่มีความหนาแน่น 0.103 - 0.128 กรัมต่อมิลลิลิตร จะไม่เกิดการยุบตัวในระหว่างการอบแห้งแบบโฟมแมท (คุ้มเกล้า และพนิดา, 2551)

ดังนั้นผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างกัวกัม กลูโคสไซรัป และ มอลโทเดกซ์ทรินในการทำให้เกิดโฟมของน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่สามารถนำไปอบแห้งได้ ศึกษาเวลาในการอบแห้ง และคุณสมบัติของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงรวมทั้งอายุการเก็บรักษาเพื่อเป็นแนวทางในการผลิตสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดง เป็นการเพิ่มมูลค่า และส่งเสริมเกษตรกรให้มีการเพาะปลูกแก้วมังกรพันธุ์สีแดง และได้สีแดงผงจากธรรมชาติที่มีความปลอดภัยและมีคุณค่าทางอาหาร สามารถนำไปใช้แทนสีผสมอาหารสังเคราะห์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดง

ผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงซื้อจากไร่ลุงไฮ้ อำเภอดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี นำมาล้าง ปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ นำไปต้มให้เดือดเป็นเวลา 10 นาที แล้วนำเข้าเครื่องแยกเมล็ด (ยี่ห้อ Robot Crute) และกรองซ้ำด้วยผ้าขาวบาง ได้เป็นน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดง พาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที ทำให้เย็นทันที บรรจุใส่ขวดที่สะอาด และเก็บในตู้แช่เยือกแข็ง (Farmec Compact Scant รุ่น 725 CGw) ที่อุณหภูมิ -24 องศาเซลเซียส เพื่อเก็บไว้ใช้ตลอดการทดลอง วิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีของน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดง คือ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยเครื่อง pH meter เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายได้ (% Total soluble solid) วัดโดยเครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Hand refractometer, ยี่ห้อ ATAGO) และเปอร์เซ็นต์ของกรด (% acidity,คำนวณในรูปกรดซิตริก)

2. การเตรียมโฟมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดง

นำน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่เตรียมไว้ในข้อ 1 มาทำละลาย แล้วนำน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดง ไปให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เติมส่วนผสมที่ประกอบด้วย ดิสทิลโมโนกลีเซอร์ไรด์ (DMG type P(V)S) ร้อยละ 2 กัวกัม (ชื่อทางการค้า Ramcol F-11) กลูโคสไซรัป (ตราปลาแฟนซีคาร์ป หจก. เจริญวรกิจ, DE 38-40) และมอลโทเดกซ์ทริน (NEO MALDEX, DE 10-12) ตามที่กำหนดในตารางที่ 1 ผสมให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นมือเอนกประสงค์ (ยี่ห้อ BRAUN รุ่น MR 4000) นำไปเก็บในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ 16 ชั่วโมง นำออกจากตู้เย็นทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจนมีอุณหภูมิประมาณ 25 องศาเซลเซียส นำไปวัดความหนืดโดยใช้ด้วยเครื่องวัดความหนืด (ยี่ห้อ Brookfield รุ่น RV-DVII) หลังจากนั้นนำส่วนผสมเทใส่ชามผสมของเครื่องตีไข่ (Kitchen Aid) ใช้หัวผสมแบบตะกร้อ ตีด้วยความเร็วระดับ 8 จนขึ้นฟูเป็นโฟม นำไปหาค่าร้อยละการขึ้นฟูตามวิธีการในข้อ 4

3. ศึกษาชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของสารทำให้เกิดโฟม

เตรียมโฟมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงตามวิธีการในข้อ 2 แปรชนิดและปริมาณของสารทำให้เกิดโฟม คือ กัวกัม(ร้อยละ 0.1, 0.15 และ 0.2 โดยน้ำหนัก) ร่วมกับกลูโคสไซรัป (ร้อยละ 0, 5, 10 และ 15 โดยน้ำหนัก) (G/Gs) และกัวกัม(ร้อยละ 0.1, 0.15 และ 0.2 โดยน้ำหนัก) ร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน (ร้อยละ 0, 3, 6 และ 9 โดยน้ำหนัก) (G/M) ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1 นำไปวัดความหนืดและหาค่าร้อยละการขึ้นฟูตามวิธีการในข้อ 4 และนำไปอบแห้ง ตามวิธีการในข้อ 5 นำมาบดเป็นผง ได้สีแดงผงจากแก้วมังกรพันธุ์สีแดง ดังภาพที่ 1

ภาพที่ 1 การผลิตสีแดงผงจากแก้วมังกรพันธุ์สีแดง

ตารางที่ 1 ชนิดและปริมาณของกัวกัม กลูโคสไซรัป และมอลโทเดกซ์ทริน

สูตร	อัตราส่วนของสารให้ความคงตัว(ร้อยละโดยน้ำหนักน้ำแก้วมังกร)											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
G/Gs	0.1:0	0.1:5	0.1:10	0.1:15	0.15:0	0.15:5	0.15:10	0.15:15	0.2:0	0.2:5	0.2:10	0.2:15
G/M	0.1:0	0.1:3	0.1:6	0.1:9	0.15:0	0.15:3	0.15:6	0.15:9	0.2:0	0.2:3	0.2:6	0.2:9

G/Gs = อัตราส่วนร้อยละของกัวกัม(G) : กลูโคสไซรัป(Gs) ; G/M = อัตราส่วนร้อยละของกัวกัม (G) : มอลโทเดกซ์ทริน (M)

4. การวัดค่าร้อยละการขึ้นฟู (% Overrun) ของโฟมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดง

นำส่วนผสมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่เตรียมตามวิธีการในข้อ 2 ก่อนตีให้เป็นโฟม บรรจุในถ้วยพลาสติกจนเต็มถึงขอบบน ชั่งน้ำหนัก จากนั้นนำส่วนผสมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงทั้งหมดไปตีให้เป็นโฟมด้วยเครื่องตีไข่ (Kitchen Aid) ใช้หัวตีแบบตะกร้อ ตีด้วยความเร็วระดับ 8 จนขึ้นฟูเป็นโฟม บรรจุโฟมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงลงในถ้วยพลาสติกใบเดิมจนเต็มถึงขอบบน (ในการบรรจุไม่ให้เกิดช่องว่างและไม่กดอัด) ชั่งน้ำหนักโฟม นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณค่าร้อยละการขึ้นฟู

ค่าร้อยละการขึ้นฟู (%) =

$$\frac{\text{น.น.ส่วนผสม} - \text{น.น. โฟมที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาณส่วนผสม}}{\text{น.น. โฟมที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาณส่วนผสม}} \times 100$$

5. ศึกษาระยะเวลาในการอบแห้งโฟมแก้วมังกรพันธุ์สีแดง

นำโฟมแก้วมังกรพันธุ์สีแดงทุกสูตรในข้อ 3 จำนวน 40 กรัม แผ่ลงบนตะแกรง ขนาดประมาณ 15 x 15 ตารางเซนติเมตร นำไปอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน (ห้างหุ้นส่วน กิติภูมิอิควิปเมนท์ จำกัด) หาเส้นกราฟการอบแห้ง (Drying characteristic curve) ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส โดยนำโฟมแก้วมังกรพันธุ์สีแดงออกมาชั่งน้ำหนักและสุ่มตัวอย่างสำหรับหาความชื้นทุก ๆ 45 นาที จนน้ำหนักคงที่ บันทึกเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง โฟมแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่แห้ง นำออกจากตะแกรง และบดเป็นผง

6. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดง

จากผลการศึกษาในข้อ 5 เลือกสูตรที่เหมาะสม 1 สูตรจาก สูตร 1-12G/Gs และ 1 สูตร จาก สูตร 1-12 G/M นำมาผลิตเป็นสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดง เก็บในบรรจุภัณฑ์ 2 ชนิด คือ ถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ ขนาด 10 x 10 เซนติเมตร บรรจุถุงละ 25 กรัม ปิดปากถุงด้วยเครื่องปิดปากถุง (Hand pressing desktop sealer) และเก็บรักษาในบรรยากาศปกติ ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ วัดค่าสี L* a* และ ΔE โดยเครื่องวัดสี Hunter L* a* b* (ยี่ห้อ Colorflex) ใช้สีขาวเป็นสีมาตรฐาน และวัดค่า A_W ด้วยเครื่องวัด A_w (Water activity, ยี่ห้อ Novasina) ทุก 15 วัน เป็นเวลา 60 วัน

7. การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design : CRD) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ นำข้อมูลมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้วิธี Analysis of Variance และวิเคราะห์ค่าความแตกต่างระหว่างหน่วยทดลองที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้วิธี Duncan's multiple range test

ผลการวิจัย

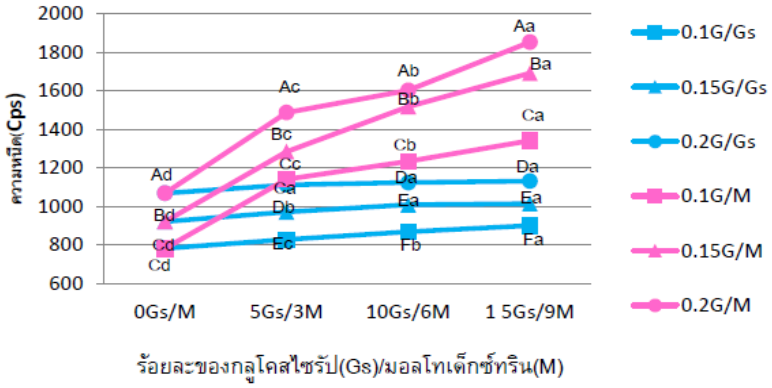
1. คุณสมบัติของน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดง

น้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่เตรียมตามวิธีการในข้อ 1 ได้ผลผลิต (yield) น้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงร้อยละ 47 น้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงก่อนให้ความร้อนมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 4.89 เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายได้ (% Total soluble solid) เท่ากับ 10.4 และเปอร์เซ็นต์ของกรด (% acidity คำนวณในรูปกรดซิตริก) เท่ากับ 0.27 หลังให้ความร้อนมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 4.82 เปอร์เซ็นต์ของแข็งที่ละลายได้ เท่ากับ 12.8 และ เปอร์เซ็นต์ของกรด (% acidity คำนวณในรูปกรดซิตริก) เท่ากับ 0.34

2. ความหนืดและค่าร้อยละการขึ้นฟู

จากการทดลองนำน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงผสมกัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัป (G/Gs) และกัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน (G/M) ที่อัตราส่วนต่างๆ ดังแสดงในตารางที่1 ให้น้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่มีความหนืดอยู่ในช่วง 781-1131 cps. และ 781-1852 cps ตามลำดับ ดังภาพที่ 2 ความหนืดเพิ่มขึ้นตามปริมาณกัวกัมกลูโคสไซรัป และมอลโทเดกซ์ทรินที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การใช้กัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน (G/M) ให้น้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่มีความหนืดสูงกว่าการใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัป (G/Gs) ทุกระดับ กลูโคสไซรัปเป็นผลิตภัณฑ์จากแป้งที่โมเลกุลของแป้งถูกย่อยสลายเป็นโมเลกุลขนาดเล็กมากกว่ามอลโทเดกซ์ทรินทำให้มีความหนืดน้อยกว่า

เมื่อนำส่วนผสมน้ำแก้วมังกรไปตีให้เกิดเป็นโฟม โฟมจากน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่ใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัป และกัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทรินมีค่าร้อยละการขึ้นฟูอยู่ในช่วงร้อยละ 157-274 และ 135-220 ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตารางที่ 2 การใช้กัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทรินมีค่าร้อยละการขึ้นฟูต่ำกว่าการใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัป และค่าร้อยละการขึ้นฟูของน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่ใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัปมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณกลูโคสไซรัป และมีค่าสูงสุดเมื่อใช้กลูโคสไซรัปร้อยละ 15 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่น้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่ใช้กัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทรินมีค่าร้อยละการขึ้นฟูลดต่ำลงตามปริมาณมอลโทเดกซ์ทรินที่เพิ่มขึ้นแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยเมื่อความหนืดของน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงเพิ่มขึ้นสูงกว่า 1233 cps. เมื่อใช้มอลโทเดกซ์ทริน มากกว่าร้อยละ 6 ค่าร้อยละการขึ้นฟูลดลง ความหนืดที่สูงทำให้อากาศแทรกตัวเข้าไปในส่วนผสมได้ยาก สอดคล้องกับสุธิดาและพนิดา (2551) พบว่า การใช้ มอลโทเดกซ์ทรินเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 10 เป็น 15 ทำให้สารสกัดจากพริกแดงสดมีความหนืดเพิ่มขึ้น แต่ค่าร้อยละการขึ้นฟูกลับลดลง



ภาพที่ 2 ความหนืดของน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงเมื่อใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัปและกัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน

หมายเหตุ A-F ข้อมูลที่มีตัวอักษรกำกับในแนวตั้ง a-f ข้อมูลที่มีตัวอักษรกำกับในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Duncan 's Multiple Range Test

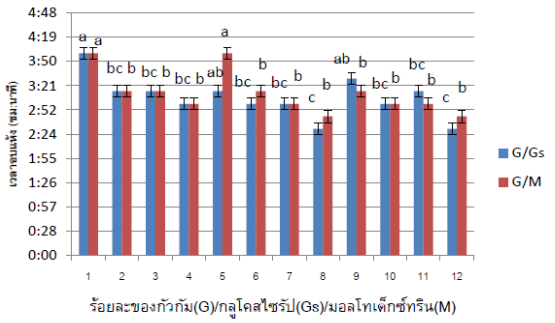
ตารางที่ 2 ค่าโอเวอร์รันของโฟมน้ำแก้วมังกรที่ใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัป และกัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน

ความเข้มข้นของกัวกัม (ร้อยละ)	ความเข้มข้นของกลูโคสไซรัป(ร้อยละ)			
	0	**5**	**10**	**15**
0.10	191.5 ± 9.19 ^{Ab}	199.42 ± 4.05 ^{ABb}	257.61 ± 1.54 ^{Ab}	209.54 ± 21.86 ^{Ba}
0.15	157.54 ± 6.43 ^{Ab}	184.35 ± 16.8 ^{ABCab}	230.2 ± 64.78 ^{ABab}	274 ± 2.83 ^{Aa}
0.20	192.17 ± 26.09 ^{Aa}	217.85 ± 16.01 ^{Aa}	183.06 ± 0.84 ^{ABCa}	218.36 ± 31.01 ^{Ba}
ความเข้มข้นของกัวกัม (ร้อยละ)	**ความเข้มข้นของมอลโทเดกซ์ทริน(ร้อยละ)**			
	0	**3**	**6**	**9**
0.10	191.5 ± 9.19 ^{Aa}	157.42 ± 18.97 ^{Ca}	219.87 ± 50.73 ^{ABCa}	146.16 ± 32.63 ^{Ca}
0.15	157.54 ± 6.43 ^{Aa}	177.51 ± 19.1 ^{BCa}	151.58 ± 20.58 ^{BCa}	136.02 ± 11.91 ^{Ca}
0.20	192.17 ± 26.09 ^{Aa}	183.84 ± 11.08 ^{ABCa}	136.3 ± 1.04 ^{Cb}	135.23 ± 10.8 ^{Cb}

หมายเหตุ A-C ข้อมูลที่มีตัวอักษรกำกับในแนวตั้ง a-b ข้อมูลที่มีตัวอักษรกำกับในแนวนอนแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) วิเคราะห์ข้อมูลโดยวิธี Duncan 's Multiple Range Test

3. เวลาในการอบแห้งโฟมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดง

โฟมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงทุกตัวอย่าง เมื่อนำไปอบแห้งตามวิธีการในข้อ 5 พบว่า สูตรที่ 1 G/Gs และ 1G/M ไม่มีส่วนผสมของกลูโคสไซรัปและมอลโทเดกซ์ทริน และมีกัวกัมอยู่ในระดับต่ำที่สุดร้อยละ 0.1 ใช้เวลาในการอบแห้งนานที่สุด มากกว่า 4 ชั่วโมง และความชื้นยังคงอยู่ในระดับสูง ไม่สามารถนำมาบดเป็นผงได้ และยุติการอบแห้งในชั่วโมงที่ 4 แม้ว่าจะใช้กัวกัมเพิ่มขึ้นในสูตรที่ 5 และ 9 ยังใช้เวลาในการอบแห้งในช่วง 3.30-4 ชั่วโมง ดังภาพที่ 3 เมื่อมีส่วนผสมของกลูโคสไซรัปหรือมอลโทเดกซ์ทริน สามารถอบแห้งโฟมน้ำแก้ว-มังกรพันธุ์สีแดงและนำมาบดเป็นผงได้ และใช้เวลาในการอบแห้งลดลง โดยสูตรที่ 8, 12 G/Gs ใช้เวลาในการอบแห้งลดลงเหลือ 2 ชั่วโมง 30 นาที และสูตรที่ 8, 12 G/M ใช้เวลาในการอบแห้ง 2 ชั่วโมง 45 นาที แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 3 เวลาในการอบแห้งโฟมน้ำแก้วมังกรพันธุ์สีแดงเมื่อใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัป (G/Gs) และกัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน (G/M)

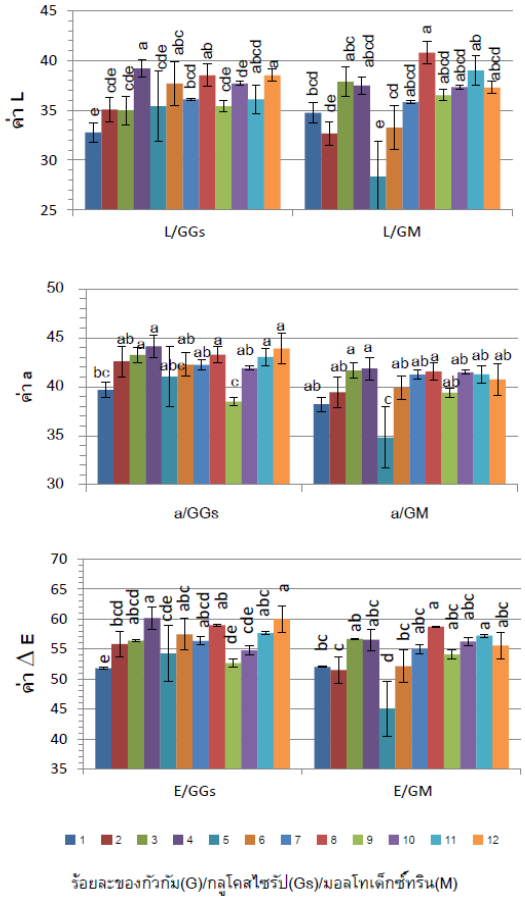
หมายเหตุ สูตร 1 -12 ของกัวกัม/กลูโคสไซรัป (G/Gs) และกัวกัม/มอลโทเดกซ์ทริน (G/M) แสดงในตารางที่ 1

4. ค่าสีของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดง

สีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่ใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัป (G/Gs) สูตร 4 G/Gs มีค่า L* a* และค่า Δ E สูงสุด เท่ากับ 39.20 44.14 และ 60.13 รองลงมา คือ สูตร 12 G/Gs และ 8 G/Gs ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่ 1,5 และ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังภาพที่ 4

ส่วนสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่ใช้กัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน(G/M) สูตร 4 G/M มีค่า a* สูงสุดเท่ากับ 41.86 รองลงมาคือ สูตรที่ 3 และ 8 G/M ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่แตกต่างจากสูตรที่ 1, 5 และ 9 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัป และกัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน จะเห็นได้ว่าการใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัปได้สีแดงผงที่มีค่า a*, Δ E และ L* สูงกว่าการใช้กัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน เป็นผลมาจากมอลโทเดกซ์ทรินที่ใช้เป็นส่วนผสมมีสีขาว ส่วนกลูโคสไซรัปมีลักษณะใสไม่มีสี



ภาพที่ 4 ค่า L* a* และ Δ E สีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่ใช้กัวกัมร่วมกับกลูโคสไซรัปและกัวกัมร่วมกับมอลโทเดกซ์ทริน

หมายเหตุ สูตร 1 -12 ของกัวกัม/กลูโคสไซรัป (G/Gs) และกัวกัม/มอลโทเดกซ์ทริน (G/M) แสดงในตารางที่ 1

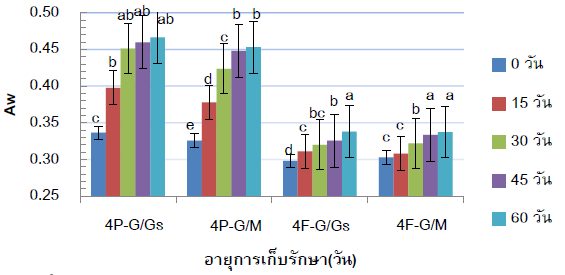
5. อายุการเก็บรักษาของสีแดงผงจากผลแก้ว-มังกรพันธุ์สีแดง

เมื่อนำสีแดงผงสูตร 4G/Gs และ 4G/M บรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนและถุงอลูมิเนียมฟอยล์ปิดผนึก เก็บรักษาไว้ในบรรยากาศปกติ พบว่า เมื่อเวลาผ่านไป 45 วัน สีแดงผงสูตร 4G/Gs ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (4P-G/Gs) มีลักษณะเหนียวและจับตัวเป็นแผ่นไม่สามารถทุบให้แตกเป็นผงได้ ในขณะที่สีแดงผงสูตร 4 P-G/M เริ่มจับตัวเป็นก้อน และเมื่อเวลาผ่านไป 60 วัน สีแดงผง ทั้ง 2 สูตรจับตัวเป็นก้อนแข็ง ไม่สามารถที่จะทุบให้แตกได้ ส่วนสีแดงผงที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์เริ่มแข็งและจับตัวกันเล็กน้อยโดยสูตรที่ใช้กลูโคสไซรัป (4F-G/Gs) แข็งกว่าสูตรที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน (4F-G/M) เมื่อนำสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงทั้งที่บรรจุในถุงพลาสติก

ชนิดพอลิเอทิลีนและถุงอลูมิเนียมฟอยล์ตรวจวิเคราะห์ค่า A_W ค่าสี (L*a* และ Δ E) ทุก 15 วัน เป็นเวลา 60 วัน พบการเปลี่ยนแปลงดังนี้

5.1. ค่า A_W

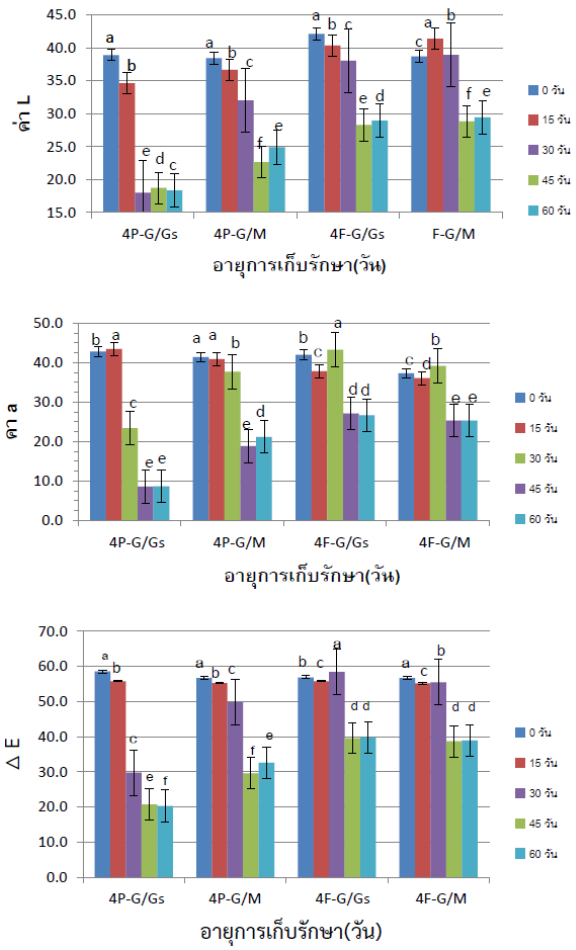
ค่า A_W ของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่เก็บในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน (4P-G/Gs และ 4P-G/M) เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษาจาก 0.33-0.34 เป็น 0.45-0.47 ในวันที่ 60 ของการเก็บรักษาแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ค่า A_W ของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่เก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (4F-G/Gs และ 4F-G/M) เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จาก 0.30 เป็น 0.34 ในวันที่ 60 ของการเก็บรักษา ดังภาพที่ 5 การเก็บรักษาสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงในถุงอลูมิเนียม-ฟอยล์จะเป็นวิธีที่ช่วยป้องกันการเปลี่ยนแปลงความชื้นได้ แต่การเพิ่มขึ้นของค่า A_W ของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่ใช้กลูโคสไซรัป มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นมากกว่าที่ใช้มอลโทเดกซ์ทริน แม้ว่าจะเก็บในถุงอลูมิเนียม-ฟอยล์ก็ตาม สอดคล้องกับลักษณะการจับตัวกันเป็นก้อนแข็ง ทั้งนี้เนื่องมาจากกลูโคสไซรัปมีคุณสมบัติในการดูดความชื้นได้ดีกว่ามอลโทเดกซ์ทริน



ภาพที่ 5 ค่า A_wของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน(P) และถุงอะลูมิเนียมฟอยด์ (F) เป็นเวลา 60 วัน

5.2. ค่าสี L*a*และ ΔE ของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดง

สีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงทั้ง 2 สูตรทั้งที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนและอลูมิเนียมฟอยล์ ค่าสี L*a*และ ΔE มีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างการเก็บรักษา 60 วัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังภาพที่ 6 สีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดง ที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีน สูตร 4 P-G/Gs และ 4P-G/M มีค่า L* ลดลงจาก 38.92 ถึง 18.36 และ 38.75 ถึง 24.90 ค่า a* ลดลงจาก 42.89 ถึง 8.65 และ 41.22 ถึง 21.07 ค่า ΔE ลดลงจาก 58.58 ถึง 20.3 และ 56.83 ถึง 32.69 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสีแดงผง 4 P-G/Gs มีค่าลดลงมากกว่า 4P-G/M สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของค่า A_w ที่เพิ่มขึ้น อาจเป็นผลมาจากการดูดซับความชื้นและเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลส่งผลต่อสีของผลิตภัณฑ์ ในขณะเดียวกันสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่บรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์สูตร 4 F-G/Gs และ 4F-G/M ค่าสี L* a* และ ΔE ก็มีค่าลดลงเช่นเดียวกัน แต่เกิดขึ้นน้อยกว่าสีแดงผงที่บรรจุในถุงพลาสติกชนิด พอลิเอทิลีน โดยค่า L*ลดลงจาก 42.12 ถึง 29.04 และ 38.7 ถึง 29.41 ค่า a* ลดลงจาก 41.98 ถึง 26.80 และ 37.35 ถึง 25.32 ค่า ΔE ลดลงจาก 56.88 ถึง 39.85 และ 56.67 ถึง 38.94 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) การเก็บในถุงอลูมิเนียมฟอยล์ช่วยคงคุณภาพของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงได้ดีกว่าทั้งในด้านการเปลี่ยนแปลงความชื้น และความคงตัวของสี



ภาพที่ 6 ค่า L* a* และ ΔE ของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงที่เก็บรักษาในถุงพลาสติกชนิด พอลิเอทิลีน (4 P-G/Gs และ 4P-G/M) และถุงอลูมิเนียมฟอยล์ (4-FG/Gs และ 4F-G/M) เป็นเวลา 60 วัน

การบรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนทำให้สีแดงผงสัมผัสกับแสง แสงเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดการแตกตัวของสีบีตาเลน สอดคล้องกับ Woo et al. (2011) ศึกษาความคงตัวของสารรงควัตถุ พบว่า การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เมื่อสัมผัสกับแสงหลังการเก็บรักษา 1 สัปดาห์ สีจะสูญเสียไปเกือบร้อยละ 50 ขณะที่เก็บรักษาโดยใช้วัสดุป้องกันแสง สีจะมีความคงตัวมากถึงร้อยละ 70

การเปลี่ยนแปลงของสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงมีผลมาจากความร้อน แสง และความชื้น ดังนั้นการเก็บรักษาสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงควรใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถป้องกันแสง ความชื้น บรรจุแบบสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำจะช่วยให้มีอายุการเก็บรักษาที่ยาวนาน

สรุปและวิจารณ์ผล

การผลิตสีแดงผงจากผลแก้วมังกรพันธุ์สีแดงโดยวิธีการอบแห้งแบบโฟมแมท ที่เหมาะสมคือ การใช้กัวกัมร้อยละ 0.1 ร่วมกับกลูโคสไซรัปร้อยละ 15 หรือกัวกัมร้อยละ 0.1 ร่วมกับมอลโทเดกซ์ทรินร้อยละ 9 อบแห้งในตู้อบลมร้อนที่ 60 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบประมาณ 2 ชั่วโมง 45 นาที ถึง 3 ชั่วโมง และบรรจุในถุงอลูมิเนียมฟอยล์

กิตติกรรมประกาศ

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง การผลิตสีผงจากผลแก้วมังกร (*Hylocereus polyrhizus*) พันธุ์สีแดงโดยวิธีอบแห้งแบบโฟมแมท ผู้วิจัยขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) ที่ให้ทุนสนับสนุนการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

กรรณิการ์ สอนโยธา และปราณี อ่านเปรื่อง. 2552. สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพและความคงตัวของเบต้าไซยานินจากเปลือกและเนื้อแก้วมังกรพันธุ์เนื้อสีแดง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 40 : 1 (พิเศษ) มกราคม-เมษายน : 15-18 .

กฤต บุณยะวรรธนะ. 2548. เครื่องดื่มผงจากผลยอผสมผลไม้โดยการทำแห้งแบบโฟมแมท. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กัลยาณี โสมนัส. 2540. การผลิตกล้วยหอมผงโดยการทำแห้งแบบโฟมและแบบพ่นฝอย.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย-เกษตรศาสตร์.

คุ้มเกล้า ตุลาดิลก และพนิดา รัตนปิติกรณ์. 2551. น้ำกระเทียมดองชนิดผงโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39: 3 (พิเศษ): 515-518

ดรุณี มูลโรจน์. 2550. การพัฒนากระบวนการผลิตกล้วยน้ำว้าผงโดยวิธีทำแห้งแบบโฟมแมท. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์.

ดุจหทัย ฟูเจริญ. 2551. การผลิตน้ำนมข้าวโพดผงโดยวิธีการอบแห้งแบบโฟมแมท. การค้นคว้าแบบอิสระ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ประภัสสร ผลโพธิ์ . 2552. วัตถุเจือปนอาหาร. [Online]. Available : http://newsser.fda.moph.go.th/food/file/BenefitCustomer/04.pdf. [1 กรกฎาคม 2553]

ลาวัลย์ ฉัตรวิรุฬห์, ผุสฎี เธียรศรีพจมาร, พึงพิศ ดุลยพัชร์ และสุมาลี สุนทรนฤรังสี. 2545. สีผสมอาหารจากธรรมชาติ. กรุงเทพมหานคร: กรมส่งเสริมการเกษตร

วิริยา พรมกอง, อภิญญา เอกพงษ์ และเอกสิทธิ์ อ่อนสะอาด. 2552. การศึกษากระบวนการผลิตมะขามอบแห้งแบบโฟมแมท. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัย-อุบลราชธานี.

สมชาย จอมดวง และอรทัย บุญทะวงศ์. 2548. การเปรียบเทียบกรรมวิธีและลักษณะคุณภาพมะเกี๋ยงผงที่ผลิตโดยวิธีเคลือบผิวน้ำตาลและวิธีอบแห้งแบบโฟมแมท. วารสารอาหาร. 35(4): 313-321

สุธิดา กิจเกษตรสถาพร และพนิดา รัตนปติกรณ์. 2551. การผลิตสารสกัดชนิดผงจากพริกแดงสดโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 39: 3 (พิเศษ): 477-480

อรพิน ชัยประสพ, มานะ ฤกษ์ชัย, ศิริลักษณ์ บุตรศรี และปาณัสม์ชนน จารุวาทินกุล. 2553. การพัฒนาการผลิตซอร์เบทแก้วมังกรพันธุ์สีแดงผง. ในรวบรวมผลงานโครงงานที่ได้รับทุนโครงการ IRPUS ประจำปี 2552. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

Beristain, CI., Cortes, R., Casillas, M. and Diaz, R. 1991. Obtainment of pineapple juicepowderbyfoam-mat drying. ArchLatinoamNutr. 41(2): 238-45 [Online]. Available : http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/ [2008, August 5].

Karim, A. A. and Wai, C. C. 1999. Foam-mat drying of starfruit (Averrhoacaarambola L.) puree. Stability and air drying characteristics. Food chemistry, 64: 337-343. http://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00119-8

Moßhammer, M. R., Stintzing, F. C. and Carle, R. 2006. Evaluation of different methods for the production of juice concentrates and fruit powders from cactus pear. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 7 : 275-287

Potter, N. N. and Hotchkiss, J. H. 1995. Food science. 5 th ed. New York: Chapman and Hall .

Rajkumar, P., Kailappan, R., Viswanathan, R. and Raghavan, G. S. V. 2007. Drying characteristics of foamed alphonso mango pulp in a continuous type foam mat dryer. Journal of Food Engineering, 79:1452-1459. http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.04.027

Sankat, C. K. and Castaigne, F. 2004. Foaming and drying behavior of ripe bananas. Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie, 37: 517–525. http://dx.doi.org/10.1016/S0023.6438(03)00132.4

Woo, K.K., Ngou, F.H., Ngo, L.S., Soong, W.K. and Tang, P.Y. 2011. Stability of betalain pigment from red dragon fruit (Hylocereus polyrhizus). American Journal of Food Technology, 6: 140-148. http://dx.doi.org 10.39223/ajft.2011.140.148