การผลิตน้ำย่านางผงด้วยการทำแห้งแบบโฟมแมท

YANANG (*Tiliacora triandra* Colebr. Diels) POWDER PRODUCTION BY FOAM-MAT DRYING

จันทร์เฉิดฉาย สังเกตุกิจ, พัชราภรณ์ แสงโยจารย์ และภูวิพัฒน์ เกียรติสาคเรศ
Chancherdchai Sangketkit, Pacharaporn Sangyojarn and Puwipat Kiatsakared
คณะเกษตรศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์
Faculty of Agriculture and Technology, Rajamangala University of Technology Isan, Surin campus

บทคัดย่อ

จากการศึกษาสารที่ก่อให้เกิดโฟมและระยะเวลาในการตีที่เหมาะสมในการทำน้ำย่านางผง โดยการเตรียมน้ำย่านางในอัตราส่วน 1 ต่อ 8 ใช้สารที่ก่อให้เกิดโฟม มี 2 ชนิด และ 3 ระดับความเข้มข้น Carboxy methyl cellulose (CMC) ความเข้มข้น 0.5, 1 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ และ ไข่ขาว ความเข้มข้น 5, 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ระยะเวลาที่ใช้ในการตีให้เกิดโฟม มี 3 ระยะเวลา คือ 5, 10 และ 15 นาที ซึ่งมีทั้งหมด 45 สิ่งทดลอง พบว่า การใช้ไข่ขาว 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ตี 10 15 และ 20 นาที และ CMC 1 เปอร์เซ็นต์ ร่วมกับไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ ตี 10 และ 15 นาที ทำให้เกิดโฟมได้ จากการวัดคุณภาพของโฟม พบว่า โฟมมีความหนาแน่น 0.190 – 0.20 กรัม/ลบ.ซม. ความคงตัว 0.34 - 1.11 ลบ.ซม./นาที และค่าโอเวอร์รัน 379.16 - 451.37 เปอร์เซ็นต์ การใช้ไข่ขาวความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ตี 10 และ 15 นาที ให้โฟมที่มีความคงตัวมากที่สุด การใช้ปริมาณไข่ขาวที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อความหนาแน่นของโฟม แต่มีผลต่อค่าความคงตัวและโอเวอร์รันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนเวลาที่ใช้ในการตีโฟมมีผลต่อความหนาแน่นของโฟม ความคงตัวและโอเวอร์รันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) จากศึกษาปริมาณมอลโตเด็กร์ตริน พบว่า น้ำย่านางผงที่ได้จากการใช้ไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ มอลโตเด็กร์ตรินความเข้มข้น 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีการละลายที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) คือใช้เวลา 90.67 – 106.00 วินาที การใช้ไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ มีการละลายที่ดีกว่าการใช้ไข่ขาวผสมกับ CMC ส่วนปริมาณมอลโทเด็กร์ตรินไม่มีผลต่อการละลายของน้ำย่านางผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) น้ำย่านางผงมีความชื้นร้อยละ 11.79 - 17.19 และค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ 0.21 - 0.46 น้ำย่านางผงมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และ บี 24.958 และ 14.852 – 28.708 มิลลิกรัม/100 กรัม ตามลำดับ น้ำย่านางผงมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.65×10^3 cfu/g และยีสต์และรา 1×10^2 cfu/g ซึ่งไม่เกินค่ามาตรฐาน จากการทดลองนี้สรุปได้ว่า ควรใช้ไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ และ มอลโตเด็กร์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์ เวลาในการตีโฟม 10 นาที อบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เวลา 4 ชั่วโมง

Abstract

Appropriate foaming agents and whipping time for producing Bamboo grass or Ya -nang (*Tiliacora triandra* (Colebr.) Diels) powder were studied by preparing the juice with the ratio of 1 : 8 leaves to water. Two types; Carboxy methyl cellulose (CMC) and egg albumin with 3 concentration levels, 0.5, 1 and 1.50 %, and 5, 10 and 15 % respectively, and 3 levels of time, 10 15 and 20 mins were used. There were 45 treatments. The results showed that using 10 and 15 % egg albumin for 10, 15 and mins whipping time, and 1 % CMC pulse 15 % egg albumin for 10 and 15 mins whipping time can form stable foams. Foam density, stability and overrun were 0.190 – 0.20 g/cm^3, 0.34 - 1.11 cm^3/min and 379.16 - 451.37 % respectively. Using 15 % egg albumin as a foaming agent and 10 and 15 mins whipping time showed the best foaming. The amount of egg albumin was not related to the foam density, but affected significantly to the stability and overrun values ($p < 0.05$). But whipping time affected to foam density, stability and overrun. From the study of appropriate quantity of maltodextrin, Ya -nang powder produced by adding 15 % egg albumin pulse 25 and 30 % maltodextrin had no significant difference in the solubility with 90.67 – 106.00 seconds ($p \geq 0.05$). Using egg albumin alone

was better than egg albumin pulse CMC. The quantity of maltodextrin has not shown the effects to solubility. Ya-nang powder has 11.79 - 17.19 % moisture contents and 0.21 - 0.46 for water activity values. It contained Chlorophyll a and b 24.958 and 14.852 – 28.708 mg/100 g respectively. The amounts of $3.65x10^3$ cfu/g total microorganism and $1x10^2$ cfu/g yeast and mold which was not exceeded the standard values were found. It is concluded that 15 % egg albumin, 25 % maltodextrin, 10 mins whipping time and drying at 60 °C for 4 hours was appropriate techniques

คำสำคัญ : น้ำย่านางผง, การทำแห้งแบบโฟมแมท, คลอโรฟิลล์
Keywords: Bamboo grass powder, foam-mat drying, chlorophyll

***ติดต่อนักวิจัย** : จันทร์เฉิดฉาย สังเกตุกิจ (อีเมล์ **chancherd@hotmail.com**)
***Corresponding author**: Chancherdchai Sangketkit (Email: **chancherd@hotmail.com**)

บทนำ

ย่านาง *(Tiliacora triandra* (Colebr.) Diels) เป็นไม้เถาเลื้อย มีสีเขียว พบในป่าทั่วไปที่มีความชุ่มชื้น อาหารพื้นเมืองอีสานนิยมใส่น้ำใบย่านางในแกงและซุปหน่อไม้ เพื่อให้มีสีเขียวน่ารับประทาน นอกจากนี้ ใบย่านางยังถูกใช้เป็นยามาตั้งแต่โบราณ เช่น แก้โรคเบาหวาน ความดันโลหิตสูง โรคเก๊าท์ โรคเชื้อรา ทำให้ผมดกดำ ทุเลาโรคมะเร็งตับ มะเร็งมดลูก และมะเร็งปอด เป็นต้น (ใจเพชร , 2556) ปัจจุบันมีการนำใบย่านางมาคั้น และกรองน้ำ แล้วนำมาดื่ม เป็นน้ำคลอโรฟิลล์

คลอโรฟิลล์ (chlorophyll) เป็นรงควัตถุสีเขียวในพืช โครงสร้างของคลอโรฟิลล์ตามธรรมชาติคล้ายคลึงกับโครงสร้างของฮีมในฮีโมโกลบินของเซลล์เม็ดเลือดแดง แต่ต่างกันที่อะตอมที่ศูนย์กลางของคลอโรฟิลล์เป็นแมกนีเซียม (Mg) แทนที่จะเป็นเหล็ก (Fe) ถึงแม้ว่าโครงสร้างของคลอโรฟิลล์ และฮีโมโกลบินจะคล้ายกันมาก แต่หน้าที่แตกต่างกัน คลอโรฟิลล์ทำหน้าที่ในการรับพลังงานแสงแล้วนำมาเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีเพื่อใช้ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง (photosynthesis) ส่วนฮีโมโกลบินของเซลล์เม็ดเลือดแดงทำหน้าที่ในการลำเลียงออกซิเจน คลอโรฟิลล์ไม่สามารถละลายน้ำได้ แต่ละลายได้ในน้ำมัน ส่งผลให้ร่างกายดูดซึมไปใช้ประโยชน์ได้ไม่เต็มที่ แต่ถ้าโครงสร้างของ คลอโรฟิลล์เกิดการสูญเสียหมู่ไฟทิล โดยเอนไซม์คลอโรฟิลเลส จะเปลี่ยนเป็นคลอโรฟิลไลด์ (chlorophyllide) ซึ่งละลายในน้ำได้ นอกจากนี้ยังมีการสังเคราะห์ คลอโรฟิลลิน (chlorophyllin) โดยใช้ คอปเปอร์ (Cu) แทนที่อะตอมของแมกนีเซียม (Mg) ที่ และกำจัดหมู่ไฟทิล ทำให้คลอโรฟิลลิน สามารถละลายน้ำได้ และร่างกายสามารถดูดซึมได้ดี (นิธิยา , 2545) คลอโรฟิลล์ไม่ใช่สารอาหาร แต่ให้ประโยชน์แก่ร่างกายในด้านอื่น เช่น การจับกับอนุมูลอิสระที่อาจเป็นสาเหตุของการเกิดมะเร็งในร่างกาย โดยพบว่าทั้งคลอโรฟิลล์ และคลอโรฟิลลิน สามารถที่จะจับกับโมเลกุลของสารเคมีบางชนิด ที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรคมะเร็งได้ ได้มีการทดลองให้คลอโรฟิลลิน แก่สัตว์ทดลองที่ได้รับสารก่อมะเร็ง aflatoxin B1 พบว่า มีการลดลงของปริมาณ DNA ที่ถูกทำลายโดย aflatoxin B1 ซึ่งอาจมีการจับกันของคลอโรฟิลล์ หรือ คลอโรฟิลลินกับสารก่อมะเร็ง ส่งผลให้ปริมาณสารก่อมะเร็งที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายลดลง (Breinholt et al., 1995)

อย่างไรก็ตามน้ำใบย่านางมีปัญหาในเรื่องระยะเวลาการเก็บรักษา ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำน้ำใบย่านางมาทำแห้งให้เป็นผง เพื่อง่ายต่อการเก็บรักษา การนำไปใช้ประโยชน์ และสะดวกในการขนส่ง วิธีการผลิตอาหารผงที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ได้แก่ การอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย การทำแห้งแบบลูกกลิ้ง การทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง และเอ็กทรูชั่น (Extrusion) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีราคาแพง ต้องใช้เงินลงทุนสูง นิยมใช้ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เทคโนโลยีการทำแห้งแบบโฟมแมท (Foam–mat drying) เป็นกระบวนการที่ทำให้อาหารเหลว หรืออาหารที่มีลักษณะข้นเกิดเป็นโฟมที่มีความคงตัว จากนั้นนำไปเกลี่ยบนถาดหรือสายพาน แล้วนำไปทำแห้งด้วยตู้อบลมร้อน และบดเป็นผง ทำให้การทำแห้งโดยวิธีนี้มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ เนื่องจากเตาอบลมร้อนเป็นเตาที่มีราคาไม่สูงมาก และมีใช้ทั่วไปในอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม จึงสามารถขยายโอกาสในการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แพร่หลาย และนำไปสู่การนำน้ำใบย่านางผง ไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์อื่นๆต่อไป

อาหารที่มีโปรตีน หรือโมโนกลีเซอไรด์ โดยธรรมชาติ เช่น น้ำนม และไข่ขาว เป็นต้น จะสามารถทำให้เกิดโฟมได้ แต่โฟมที่เกิดขึ้นอาจจะมีความคงตัวต่ำ ไม่สามารถคงอยู่ตลอดการทำแห้งได้ สำหรับอาหารที่ไม่มีโปรตีน เช่น น้ำผลไม้หรือเนื้อผลไม้ข้น จำเป็นต้องใช้สารช่วยให้เกิดโฟม และสารรักษาความคงตัวของโฟม เช่น เมทิลเซลลูโลส (methylcellulose) กลีเซอรอลโมโนสเตียเรต (Glyceral monostearate; GMS) ซอยโปรตีนไอโซเลต (SP) และโปรตีนไข่ขาว (egg albumin) เป็นต้น (วราภรณ์, 2556)

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตน้ำย่านางผงโดยการทำแห้งแบบ โฟมแมท โดยศึกษาปริมาณสารก่อโฟม สารให้ความคงตัวและเวลาที่ใช้ในการตี งานวิจัยนี้เป็นงานสนองพระราชดำริในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. การเตรียมน้ำย่านาง วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองคือใบย่านางสด ที่จำหน่ายในตลาดสดจังหวัดสุรินทร์ นำมาล้างทำความสะอาด ปั่นด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียดสองครั้ง โดยเติมน้ำครั้งละ 400 กรัมเป็นเวลา 2 นาที โดยใช้ปริมาณใบย่านางต่อน้ำในอัตราส่วน 1 ต่อ 8 จากนั้นนำมากรองด้วยตะแกรงกรองกับผ้าขาวบาง

2. ศึกษาความเข้มข้นของสารก่อโฟม และเวลาที่ใช้ในการตี โดยดัดแปลงจากวิธีการ Rajkumar et al., (2007)

2.1 ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่

สารที่ก่อให้เกิดโฟม 2 ชนิด คือ Carboxy methyl cellulose (CMC) และไข่ขาว

ความเข้มข้นของสารก่อโฟม 3 ระดับ คือ CMC 0.5, 1 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ และไข่ขาว 5 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาตีโฟม 3 ระดับ คือ 10 15 และ 20 นาที

2.2 จำนวนสิ่งทดลอง มีทั้งหมดมีทั้งหมด 45 สิ่งทดลอง ได้แก่

1) ใช้สารก่อโฟมแต่ละชนิด (2x 3 x3) มี 18 สิ่งทดลอง

2) ใช้สารก่อโฟมสองชนิดผสมกัน (3x 3 x3) มี 27 สิ่งทดลอง

2.3 ตรวจสอบคุณภาพของโฟม โดยวัดความหนาแน่นของโฟม ความคงตัวของโฟม และค่าโอเวอร์รัน ดัดแปลงจากวิธีการคุ้มเกล้า และคณะ (2553) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

ความหนาแน่น (กรัม/ลบ.ซม.) =น้ำหนักของโฟม/ปริมาตร

ความคงตัวของโฟม (ลบ.ซม./นาที) = ปริมาณของโฟมที่เป็นของเหลวครึ่งหนึ่งของปริมาตรทั้งหมด/ระยะเวลา

ค่าโอเวอร์ (เปอร์เซ็นต์) = [(น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรของส่วนผสม – น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรของโฟม)/น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตรของโฟม)] x 100

3. ศึกษาหาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสม

คัดเลือกสารที่ก่อให้เกิดโฟมและระยะเวลาในการตีโฟมที่เหมาะสม จากข้อ 2 จากนั้นศึกษาความเข้มข้นของมอลโทเด็กร์ตรินที่ความเข้มข้น 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์ โดยน้ำหนักของน้ำย่านาง ดัดแปลงจากวิธีการชุติมา และคณะ (2553) ตรวจสอบคุณภาพของโฟม โดยวัดความหนาแน่นของโฟม ความคงตัวของโฟม และค่าโอเวอร์รัน นำโฟมที่ได้ไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง ทดสอบการละลายของน้ำย่างนางผง (คุ้มเกล้า และคณะ, 2553) หาปริมาณความชื้น (AOAC) วัดค่าวอเตอร์แอกติวิตี้โดยใช้เครื่องมือ วัดค่าสีโดยใช้หนังสือมันเซลล์ และวิเคราะห์ปริมาณคลอโลฟิลล์ (ทิพา, 2555)

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารก่อโฟมและระยะเวลาที่ใช้ตีที่เหมาะสม

จากการทดลอง พบว่า การใช้ CMC อย่างเดียว ไม่ทำให้น้ำย่านางเกิดโฟมได้ ส่วนการใช้ไข่ขาวอย่างเดียว 5 เปอร์เซ็นต์ไม่ทำให้เกิดโฟม การใช้ไข่ขาวอย่างเดียว 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ ทำให้เกิดโฟมได้ โปรตีนที่มีอยู่ในไข่ขาว เมื่อทำให้เกิดโฟมโดยการตีโปรตีนจะเสียสภาพขณะตีจะช่วยทำให้โฟมมีความแข็งตัว และคงตัวมากขึ้น ส่วนการใช้ CMC ผสมกับไข่ขาว ทำให้เกิดโฟมได้ เมื่อใช้ CMC 1 และไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ แต่ถ้าใช้ CMC ปริมาณมากกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ผสมกับไข่ขาว จะทำให้น้ำใบย่านางเหนียวและไม่เกิดโฟม เพราะว่า CMC เป็นสารไฮโดรคอลลอยด์ จะเพิ่มความหนืด ระยะเวลาในการตีมีผลต่อการเกิดโฟม การใช้เวลาในการตีเพียง 10 นาที ไข่ขาวทำให้เกิดโฟมได้ แต่การผสมสารก่อโฟมสองชนิด ตีนาน 20 นาที ทำให้น้ำใบย่านางเหนียวและไม่เกิดโฟม โฟม มีความหนาแน่น 0.190 – 0.20 กรัม/ลบ.ซม. ความคงตัว 0.34 - 1.11 ลบ.ซม./นาที และค่าโอเวอร์รัน 379.16 - 451.37 เปอร์เซ็นต์ การใช้ไข่ขาวความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์ ตี 10 และ 15 นาทีให้โฟมที่มีความคงตัวมากที่สุด เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการที่โฟมกลายเป็นของเหลวนานที่สุด และมีค่าโอเวอร์รัน 404.38 เปอร์เซ็นต์ ส่วน การใช้ CMC 1 เปอร์เซ็นต์และไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ ตี 10 และ 15 นาที ลักษณะของโฟมมีความคงตัวมากและเหนียว ซึ่งใช้เวลานานมากโฟมยังคงเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนเป็นของเหลว จึงไม่สามารถวัดค่าได้ (ตารางที่ 1) จึงคัดเลือกการใช้ไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ และ CMC 1 เปอร์เซ็นต์และไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการตี 10 นาทีในการทดลองต่อไป

ตารางที่ 1 สมบัติของโฟมจากการใช้สารที่ก่อให้เกิดโฟมและระยะเวลาตีต่างๆ กัน

สารที่ก่อให้เกิดโฟม		ระยะเวลาที่ใช้ตี	ความหนาแน่น	ความคงตัว (ลบ.	โอเวอร์รัน
ไข่ขาว (%)	CMC (%)	(นาที)	(กรัม/ลบ.ซม.)	ซม./นาที)	(%)
10	-	10	0.190±0.000^{b}	1.04±0.00^{b}	451.37±0.00^{a}
15	-	10	0.190±0.000^{b}	0.62±0.00^{e}	404.38±0.00^{c}
10	-	15	0.190±0.000^{b}	1.11±0.00^{a}	451.37±0.00^{a}
15	-	15	0.190±0.000^{b}	0.83±0.00^{c}	404.38±0.00^{c}
10	-	20	0.197±0.006^{a}	0.72±0.00^{d}	423.80±15.91^{b}
15	-	20	0.200±0.000^{a}	0.34±0.00^{f}	379.16±0.00^{d}
15	1	10	0.19±0.00	*	*
15	1	15	0.19±0.00	*	*

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

* เกิดโฟมแต่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ เพราะ ลักษณะของโฟมมีความหนืดและคงตัวมาก เมื่อทิ้งไว้นานโฟม ไม่มีของเหลวไหลออกมา

ตารางที่ 2 คุณสมบัติของโฟมและการละลายของน้ำย่านางผงที่ใช้มอลโทเด็กซ์ตรินเป็นสารให้ความคงตัว

ไข่ขาว	CMC	มอลโตเด็กร์ตริน	การละลาย	ความหนาแน่น	ความคงตัว	โอเวอร์รัน
(%)	(%)	(%)	(วินาที)	(กรัม/ลบ.ซม.)	(ลบ.ซม./นาที)	(%)
15	-	25	106.00±6.56^{c}	0.305±0.002^{d}	0.0735±0.0000^{a}	282.53±3.15^{a}
15	-	30	90.67±1.15^{c}	0.552±0.007^{c}	0.0735±0.0000^{a}	209.39±9.87^{b}
15	1	25	401.67±67.88^{b}	0.578±0.023^{a}	0.1087±0.0000^{a}	85.67±7.89^{d}
15	1	30	724.00±112.05^{a}	0.481±0.255^{b}	0.1087±0.0000^{a}	124.62±12.27^{c}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

2. ผลการศึกษาปริมาณมอลโตเด็กซ์ตรินที่เหมาะสม

จากการนำน้ำย่านางที่ใส่สารที่ก่อให้เกิดโฟม ได้แก่ ไข่ขาว และ CMC ในปริมาณที่คัดเลือกแล้ว และใช้มอลโทเด็กร์ตรินความเข้มข้น 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์ ตีเป็นระยะเวลา 10 นาที มอลโทเด็กร์ตรินเป็นสารเพิ่มความคงตัวของโฟม ทำให้น้ำย่านางมีความหนืดเพิ่มขึ้นและตีให้เป็นโฟมที่ไม่ยุบตัวได้ง่าย นอกจากนี้ยังเพิ่มปริมาณของแข็งก่อนทำแห้ง รักษากลิ่นของน้ำใบย่านาง และทำให้สามารถละลายน้ำได้ดี จากการทดลอง การผสมมอลโตเด็กซ์ตริน ทำให้โฟมน้ำใบย่านางมีความหนาแน่น และความคงตัวของโฟมเพิ่มขึ้น (ตารางที่ 1 และ 2) ความหนาแน่นที่ทำให้เกิดโฟมที่คงตัวสูงที่สุดโดยทั่วไปอยู่ที่ประมาณ 0.4-0.6 กรัมต่อมิลลิลิตร (พิมพ์เพ็ญ และ นิธิยา, 2556) น้ำย่านางผงที่ได้จากการใช้ ไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ มอลโตเด็กซ์ตรินความเข้มข้น 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีการละลายที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือใช้เวลา 90.67 – 106.00 วินาที ส่วน การใช้ CMC ผสมกับไข่ขาวและใช้มอลโตเด็กซ์ตรินใช้เวลาในการละลายนานกว่า โดยการใช้ความเข้มข้นมอลโตเด็กซ์ตริน 30 เปอร์เซ็นต์ มีการละลายนานที่สุด คือ 724.00 วินาที ทั้งนี้เพราะว่า CMCเพิ่มปริมาณของแข็ง จึงส่งผลต่อระยะเวลาในการละลาย ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ของน้ำย่านางผง 0.21 - 0.46 ซึ่งสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน แครอทผง สำเร็จรูป ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ทั้ง 4 สิ่งทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \geq 0.05$) มีค่า 24.958 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมของน้ำย่านางผง ส่วนปริมาณคลอโรฟิลล์ บี แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือมีค่า 14.852 – 28.708 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัมของน้ำย่านางผง โดยน้ำย่านางผงที่ใช้ไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ และมอลโทเด็กซ์ตริน 25 เปอร์เซ็นต์ มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ บี มากที่สุด คือ 28.708 มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม สีของน้ำย่านางที่ได้จากการละลายของน้ำย่านางผง 5 กรัม ละลายในน้ำ 150 มิลลิลิตร (อัตราส่วน 1 : 30) มีสีเหลืองอมเขียว โดยมีค่า Hue เท่ากับ 10 Y – 2.5 GY และค่า Value และ Chroma มีค่าใกล้เคียงกัน คือ 6/4 – 7/4 (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ปริมาณความชื้น ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ และปริมาณคลอโรฟิลล์

ไข่ขาว (%)	CMC (%)	มอลโตเด็กซ์ตริน (%)	ปริมาณความชื้น (%)	ค่าวอเตอร์แอกติวิตี้	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)	ปริมาณคลอโรฟิลล์ บี (มิลลิกรัม ต่อ 100 กรัม)
15	-	25	11.54 ± 0.10^{b}	0.35 ± 0.03^{b}	24.95 ± 0.00^{ns}	28.70 ± 4.42^{a}
15	-	30	11.78 ± 0.71^{a}	0.46 ± 0.00^{a}	24.95 ± 0.00^{ns}	14.85 ± 2.66^{b}
15	1	25	11.19 ± 0.20^{ab}	0.34 ± 0.02^{b}	24.95 ± 0.00^{ns}	20.73 ± 4.38^{b}
15	1	30	10.49 ± 0.07^{b}	0.21 ± 0.00^{c}	24.95 ± 0.00^{ns}	18.66 ± 1.68^{b}

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในคอลัมน์เดียวกันที่มีตัวอักษรต่างกัน แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)
NS = not significant (ไม่แตกต่างกันทางสถิติ)

สรุปผลการทดลอง

การใช้ CMC เพียงอย่างเดียวไม่ทำให้เกิดโฟม ส่วน ไข่ขาวที่ความเข้มข้นต่ำ 5 เปอร์เซ็นต์ ไม่ทำให้เกิดโฟม ระยะเวลาการตีเพียง 10 นาทีทำให้เกิดโฟมได้ การใช้ CMC และไข่ขาวผสมกัน ปริมาณ CMC และระยะเวลาในการตีเพิ่มขึ้นทำให้น้ำใบย่านางเหนียว และไม่ทำให้เกิดโฟม สรุปได้ว่า การใช้ไข่ขาวอย่างเดียว 10 และ 15 เปอร์เซ็นต์ และการใช้ CMC 1 เปอร์เซ็นต์และไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ ตีเพียง 10 นาที ได้โฟมที่มีความคงตัว ซึ่งแสดงถึงโฟมใช้เวลานานในการเปลี่ยนเป็นของเหลว การเติมมอลโตเด็กซ์ตรินทำให้โฟมมีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น มีความคงตัวดีในขณะอบแห้ง การเติมมอลโตเด็กร์ตรินความเข้มข้น 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์ได้น้ำใบย่านางผง ที่มีการละลายที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) คือใช้เวลา 90.67 –106.00 วินาที การใช้สารก่อโฟม CMC ผสมกับไข่ขาว ทำให้การละลายนานขึ้น สรุปได้ว่าชนิดของสารก่อโฟม และปริมาณมอลโทเด็กซ์ตรินมีผลต่อความหนาแน่น ความคงตัว และค่าของโอเวอร์รันของโฟม นอกจากนี้ยังมีผลต่อ การละลายของน้ำย่านางผง ด้วย สภาวะที่เหมาะในการผลิตน้ำใบย่านางผง คือ การใช้ไข่ขาว 15 เปอร์เซ็นต์ มอลโตเด็กซ์ตริน 25 เปอร์เซ็นต์ ใช้เวลาในการตีโฟม 10 นาที อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 4 ชั่วโมง

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากโครงการ อนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริฯ ผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

คุ้มเกล้า ตุลาดิลก, 2552. การผลิตน้ำกระเทียมดองชนิดผงโดยการทำแห้งแบบโฟมแมท. วิทยานิพนธ์วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร). ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ใจเพชร กล้าจน, 2556. ย่านาง สมุนไพรมหัศจรรย์ [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http//www.morteaw.com

ชุติมา อนุเทศ, วิไล สนธิเพิ่มพูน, ธีรพร กงบังเกิด และ พันธ์ณรงค์ จันทร์แสงศรี, 2553. สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตผงสำเร็จรูปจากตะไคร้ด้วยการทำแห้งแบบโฟม-แมท. วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีที่ 20 ฉบับที่ 3 ก.ย. - ธ.ค. 2553.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 3. โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮ้าส์. กรุงเทพ ฯ.

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนาปนนท์, 2556. เทคโนโลยีการทำแห้งแบบโฟมแมท (Foam–mat drying) [ออนไลน์] แหล่งที่มา: http//www.foodnetworksolution.com/wiki/word/3243/foam-mot-drying.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน มผช. 1402/2550. แครอทผงสำเร็จรูป , สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

วราภรณ์ ประเสริฐ, 2556. เทคนิคการทำแห้งแบบโฟมแมท. วารสารอาหาร. ปีที่ 43, ฉบับที่ 3, (กรกฎาคม-กันยายน) หน้า 23-26.

Breinholt V, Schimerlik M, Dashwood R, Bailey G. 1995. Mechanisms of chlorophyllin anticarcinogenesis against aflatoxin B1: complex formation with the carcinogen. *Chem Res Toxicol.* Vol. 8(4): 506-514.

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. J. Food Eng. 79 (4): 1452-1459.

ภาพที่ 1 ต้นใบย่านาง

ก ข

ภาพที่ 2 ใบย่านาง (ก) และน้ำย่านาง (ข)

ก ข

ภาพที่ 3 การตีโฟมน้ำใบย่านาง (ก) และลักษณะโฟม (ข)

ก ข

ภาพที่ 4 น้ำใบย่านางอบแห้ง (ก) และน้ำใบย่านางผง (ข)