ผลของไฮโดรคอยลอยด์ต่อการปรับปรุงความคงตัวของโฟมไข่ขาว

Effect of hydrocolloids on foam formation and stability of egg white foam

รจนา จันทร์โชติ [1)] ณัฏวลัย เอกพัชราพันธ์ [1)] ทิพวรรณ ชูกะสิ [1)] และวันเพ็ญ แสงทองพินิจ [*2)]

ชื่อผู้วิจัย [1)] ชื่อหัวหน้าโครงการ [2)]

[1), 2)] โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

* Email: wpetchson@yahoo.com

บทคัดย่อ

การปรับปรุงความคงตัวของโฟมไข่ขาว โดยทำการศึกษาผลของชนิดไฮโดรคอลลอยด์ 4 ชนิด คือ วุ้นที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 0.1 และ 0.5 คาร์ราจีแนนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 0.05 และ 0.1 แซนแทนกัมที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.2 0.4 และ 0.6 และเพกทิน ที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.01 0.5 และ 1 ของปริมาณไข่ขาว ศึกษาระดับพีเอชของโฟมไข่ขาวที่ 4 ระดับ คือ 5 6 7 และ 9 ปรับพีเอชโดยใช้กรดซิตริก ดูความสามารถในการเกิดโฟม ปริมาณน้ำที่แยกออกมาจากโฟม วัดขนาดฟองอากาศด้วยกล้องจุลทรรศน์และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าวุ้น คาร์ราจีแนน แซนแทนกัม และเพกทิน ที่ปริมาณร้อยละ 0.5 0.1 0.2 และ0.5 ที่พีเอช 9 มีความสามารถในการเกิดโฟมดีที่สุด แต่ที่พีเอชต่ำกว่า 9 จะทำให้โฟมมีความคงตัวดี ที่พีเอช 9 วุ้นและคาร์ราจีแนนทำให้เกิดโฟมได้ดีกว่าเพกทินและแซนแทนกัม วุ้นและเพกทินทำให้โฟมมีความคงตัวดี ส่วนแซนแทนกัมทำให้มีปริมาณน้ำแยกออกจากโฟมได้น้อยที่สุด การเก็บโฟมที่ -18 องศาเซลเซียส ช่วยให้น้ำไม่แยกออกจากโฟมไข่ขาวในระหว่างการเก็บรักษา คาร์ราจีแนนที่ร้อยละ 0.1 ทำให้โฟมมีขนาดของฟองอากาศเล็กที่สุด การทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า การใช้วุ้น คาร์ราจีแนน แซนแทนกัม และเพกทินในปริมาณที่เหมาะสม ที่พีเอช 9 มีความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากสูตรควบคุม

คำสำคัญ : โฟมไข่ขาว, เพกทิน, แซนแทนกัม, วุ้น, คาร์ราจีแนน

บทนำ

ผลิตภัณฑ์เค้กมะพร้าวอ่อนของร้านติ๋มเค้กมะพร้าวอ่อน อ.โพธาราม จ.ราชบุรี ประกอบด้วยตัวเค้ก และหน้าเค้ก ซึ่งเป็นโฟมไข่ขาว ส่วนประกอบของโฟมไข่ขาวประกอบด้วย ไข่ขาว น้ำตาลทราย เกลือ ครีมออฟทาทาร์ และกลิ่นวานิลลา โฟมเป็นฟองอากาศขนาดเล็กที่ห่อหุ้มด้วยโปรตีน ซึ่งจัดเป็นระบบคอลลอยด์ชนิดหนึ่ง การตีโฟมที่ 23 องศาเซลเซียส จะทำให้เกิดโฟมได้ง่าย กรดจะช่วยทำให้โฟมไข่ขาวตีขึ้นฟูได้ง่าย และได้โฟมที่คงตัวโดยเฉพาะที่พีเอชประมาณ 6 (ณรงค์, 2538) โฟมที่ดีจะต้องมีฟองอากาศขนาดเล็กจะทำให้โฟมมีเนื้อเนียน และมีความคงตัวไม่ยุบตัวง่าย ปัญหาของโฟมไข่ขาวของผู้ประกอบการคือโฟมไม่คงตัว โดยลักษณะโฟมไข่ขาว เมื่อตีเสร็จใหม่จะเป็นฟองเล็กมีเนื้อละเอียด แต่เมื่อเก็บไว้ในตู้เย็นเพียง 1 วัน โฟมไข่ขาวจะยุบตัวฟองอากาศมีขนาดใหญ่ขึ้นทำให้เนื้อโฟมไม่เนียน มีน้ำแยกออกจากโฟม ทำให้ขนมแฉะ ซึ่งไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค และเป็นปัญหาในการผลิตของผู้ประกอบการ เนื่องจากไม่สามารถผลิตไว้ขายล่วงหน้าเป็นระยะเวลานานได้ปัจจุบันผู้ประกอบการสามารถเตรียมหน้าโฟมไข่ขาวไว้ใช้ได้ไม่เกิน 2 ชั่วโมง ถ้านานกว่านั้นหรือมีโฟมไข่ขาวเหลือจะต้องทิ้งทำให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น

จากการตรวจเอกสารพบว่าการใช้ไฮโดรคอลลอยด์โดยเฉพาะไฮโดรคอลลอยด์ที่มีประจุลบและการปรับพีเอชจะมีผลต่อการเกิดโฟมและความคงตัวของโฟมไข่ขาว

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

1. ส่วนประกอบของโฟมไข่ขาวและการเตรียมโฟมไข่ขาว

โฟมไข่ขาวประกอบด้วย ไข่ขาวร้อยละ 49.4 น้ำตาลร้อยละ 49.4 เกลือร้อยละ 0.8 ครีมออฟทาทาร์ร้อยละ 0.2 และกลิ่นวานิลลาร้อยละ 0.2 ซึ่งใช้เป็นสูตรควบคุม นำไข่ขาวและกลิ่นวานิลลามาตีด้วยเครื่องตีผสม จนขึ้นฟองแล้วเติมส่วนผสมที่เหลือและตีผสมต่อใช้เวลา 3.30 นาที โดยตีที่อุณหภูมิห้อง

2. ศึกษาผลของชนิดไฮโดรคอลลอยด์และพีเอชต่อโฟมไข่ขาว

2.1 ชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์

ไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ศึกษามี 4 ชนิด คือวุ้น คาร์ราจีแนน แซนแทนกัม และเพกทินหมู่เมททอกซิลต่ำ โดยใช้ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิด 3 ระดับ ได้แก่ วุ้น ร้อยละ 0.05 0.1 และ 0.5 (นิธิยา, 2534) คาร์ราจีแนน ร้อยละ 0.01 0.05 และ 0.1 แซนแทนกัม ร้อยละ 0.2 0.4 และ 0.6 (เทพกัญญา, 2545) และเพกทิน ร้อยละ 0.1 0.5 และ1 ของปริมาณไข่ขาว (Ibanoglu และErçelebi, 2007) และเลือกระดับปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมในแต่ละชนิดมาเพียงชนิดละ 1 ระดับ ที่ทำให้เกิดโฟมได้ดีและความคงตัวดีที่สุด

2.2 ระดับพีเอชของโฟมไข่ขาว

ปริมาณไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดที่เหมาะสมจากข้อ 2.1 นำมาปรับพีเอช 4 ระดับ คือ 5 6 7 และ 9 (พีเอชของไข่ขาว) ซึ่งไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิดจะได้ตัวอย่าง 4 ตัวอย่าง รวมเป็น 16 ตัวอย่าง เลือกระดับพีเอชที่เหมาะสม ที่ทำให้เกิดโฟมได้ดีและความคงตัวดีที่สุด

3. ศึกษาคุณสมบัติของโฟมไข่ขาว

3.1 ความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาว (foam formation)

การหาความสามารถในการเกิดโฟมในข้อ 2 สามารถทำได้โดยการวัดปริมาตรของเหลวก่อนตีให้เกิดโฟม และวัดปริมาตรของโฟมไข่ขาวที่ได้ โดยการนำมาใส่บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร รายงานเป็นค่าร้อยละของการเกิดโฟม (% Foam activity) เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม โดย (ดัดแปลงมาจาก Ibanoglu และErçelebi,2007)

3.2 ความคงตัวของโฟมไข่ขาว (foam stability)

การหาค่าความคงตัวสามารถทำได้โดยการนำโฟมไข่ขาวในข้อ 2 มาใส่บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร ปิดบีกเกอร์ด้วยฟิล์มยืด เก็บโฟมไข่ขาวไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ -18 องศาเซลเซียส โดยดูปริมาตรของฟองที่ลดลงทุกๆ 30 60 90 และ 120 นาที แล้วทิ้งไว้จนครบ 24 ชั่วโมง แล้วนำมาวัดปริมาตรโฟมไข่ขาวที่เหลือและรายงานเป็นค่า % Foam remaining stability (%FS) เปรียบเทียบกับปริมาตรโฟมเริ่มต้น (ดัดแปลงมาจาก Ibanoglu และErçelebi, 2007)

3.3 การหาปริมาณน้ำที่แยกออกจากโฟม

การหาปริมาณน้ำที่แยกออกจากโฟมไข่ขาวทำได้โดยวัดปริมาตรน้ำที่แยกออกมาจากโฟมหลังเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 และ-18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน

3.4 การวัดขนาดของฟองอากาศด้วยกล้องจุลทรรศน์

การวัดขนาดฟองอากาศทำได้โดยนำโฟมไข่ขาวที่ตีเสร็จใหม่ๆ กับโฟมไข่ขาวที่ตั้งทิ้งไว้จนครบ 24 ชั่วโมง แล้วนำไปส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์ รุ่น CX 31 ยี่ห้อ OLYMPUS และวัดขนาดของฟองอากาศ

4. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

คัดเลือกโฟมไข่ขาวจากข้อ 2 ที่มีค่าความคงตัวมากกว่าหรือเท่ากับตัวควบคุมที่ระดับพีเอชต่างๆจากข้อ 2 มา 15 กรัม แล้วนำไปให้ผู้ทดสอบชิมโดยใช้ผู้ทดสอบที่มีความรู้ทางด้านประสาทสัมผัส จำนวน 15 คน ซึ่งใช้วิธี 9 Point Hedonic Scale

5.การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (analysis of variance; ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มด้วยวิธี Duncan' new multiple range test โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์

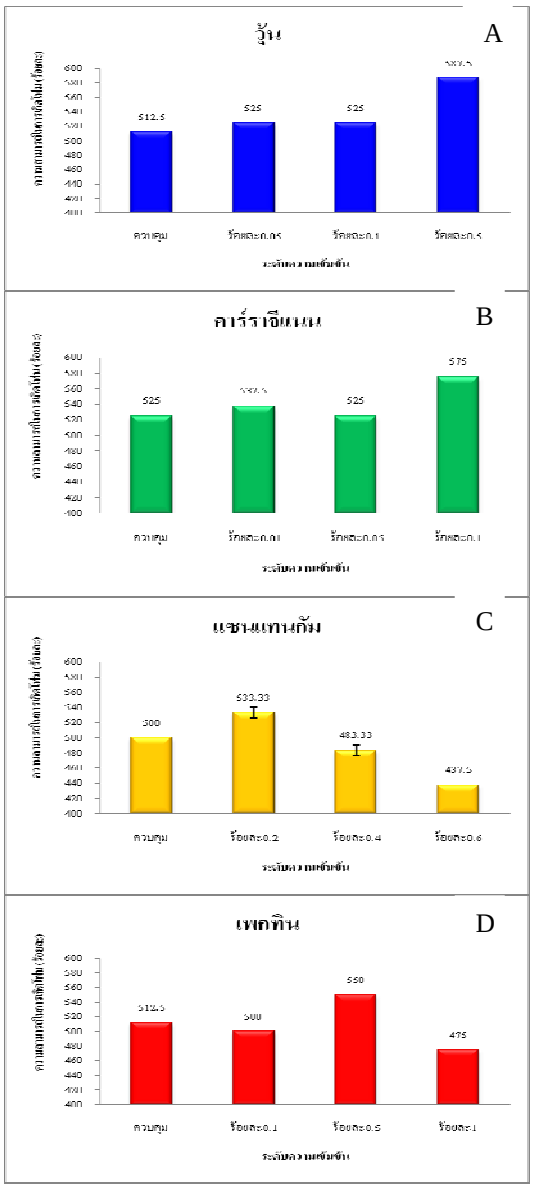
ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

1. ผลของชนิดไฮโดรคอลลอยด์และพีเอชต่อโฟมไข่ขาว

1.1 ผลของไฮโดรคอลลอยด์และพีเอชต่อความสามารถในการเกิดโฟม

ผลของไฮโดรคอลลอยด์ที่ใช้ต่อความสามารถในการเกิดโฟม (รูปที่ 1) พบว่าวุ้นที่ร้อยละ 0.5 มีความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวมากที่สุดร้อยละ 587.5 ซึ่งวุ้นที่ร้อยละ 0.05 0.1 และสูตรควบคุมนั้นมีความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวที่น้อยคือ ร้อยละ 525 525 และ 512.5 ตามลำดับ คาร์ราจีแนนที่ร้อยละ 0.1 มีความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวมากที่สุดที่ร้อยละ 575 ซึ่งคาร์ราจีแนนที่ร้อยละ 0.01 0.05 และสูตรควบคุมนั้นมีความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวน้อยคือ ร้อยละ 537.5 525 และ 525 แซนแทนกัมที่ร้อยละ 0.2 มีความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวมากที่สุดที่ร้อยละ 533.3 ซึ่งแซนแทนกัมที่ร้อยละ 0.4 0.6 และสูตรควบคุมนั้นมีความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวน้อยคือ ที่ร้อยละ 483.33 437.5 และ 500 ตามลำดับ และเพกทินที่ร้อยละ 0.5 มีความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวมากที่สุดที่ร้อยละ 550 ซึ่งเพกทินที่ร้อยละ 0.1 1 และสูตรควบคุมนั้นมีความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวน้อย คือร้อยละ 500 475 และ 512.5 ตามลำดับ

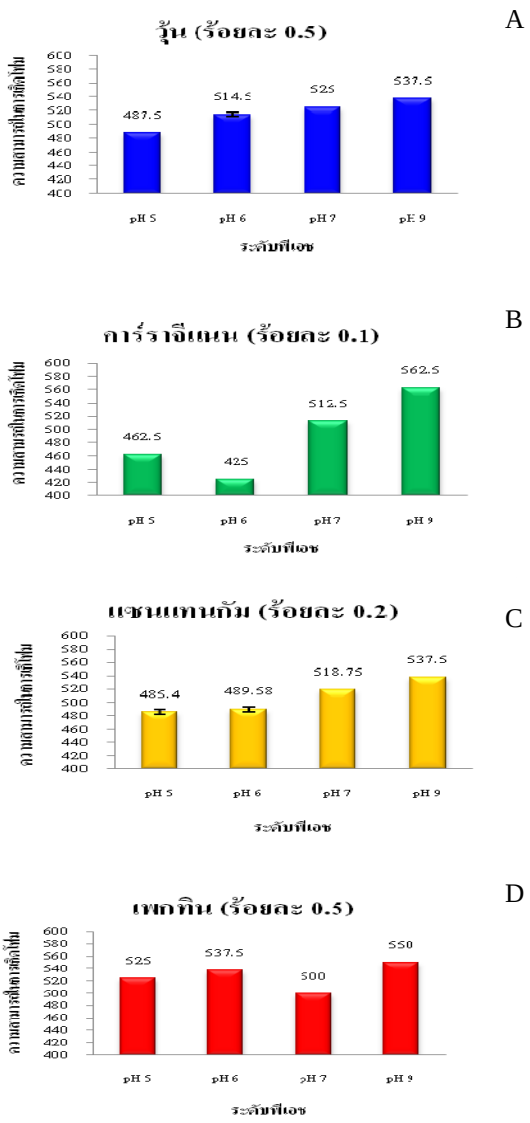
จากการศึกษาผลของระดับพีเอช 4 ระดับ คือ 5 6 7 และ 9 (พีเอชไข่ขาว) พีเอชมีผลต่อการเกิดโฟม (รูปที่2) โฟมไข่ขาวที่มีวุ้นร้อยละ 0.5 คาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 แซนแทนกัมร้อยละ 0.2 และเพกทินร้อยละ 0.5 พบว่าที่พีเอช 9 มีความสามารถในการเกิดโฟมมากกว่าที่พีเอช 5 6 และ 7 โดยแต่ละระดับพีเอชวุ้นมีความสามารถในเกิดโฟมร้อยละ 487.50 514.50 525.00 และ 537.5 คาร์ราจีแนน มีความสามารถในการเกิดโฟมร้อยละ 462.50 425.00 512.50 และ 562.50 แซนแทนกัมมีความสามารถในการเกิดโฟมร้อยละ 485.40 489.58 518.75 และ 537.50 และเพกทิน มีความสามารถในการเกิดโฟม ร้อยละ 525.00 537.50 500.00 และ 550.00 ตามลำดับพีเอช



รูปที่1 ความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวที่เติมไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิด

1.2 ผลของไฮโดรคอลลอยด์และพีเอชต่อความคงตัวของโฟมไข่ขาว

ความคงตัวของโฟมไข่ขาวดูจากปริมาตรโฟมที่ลดลง และปริมาณน้ำที่แยกออกมาจากโฟม เมื่อเก็บรักษาไว้นาน 30 60 90 120 นาที และ 1 วัน ที่อุณหภูมิ 4 และ -18 องศาเซลเซียส ซึ่งปริมาตรโฟมจะลดลงเมื่อเก็บไว้นานขึ้น ซึ่งทั้ง 2 อุณหภูมิมีแนวโน้ม



รูปที่2 ความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวที่มีไฮโดรคอลลอยด์ที่ระดับพีเอช 5 6 7 และ 9

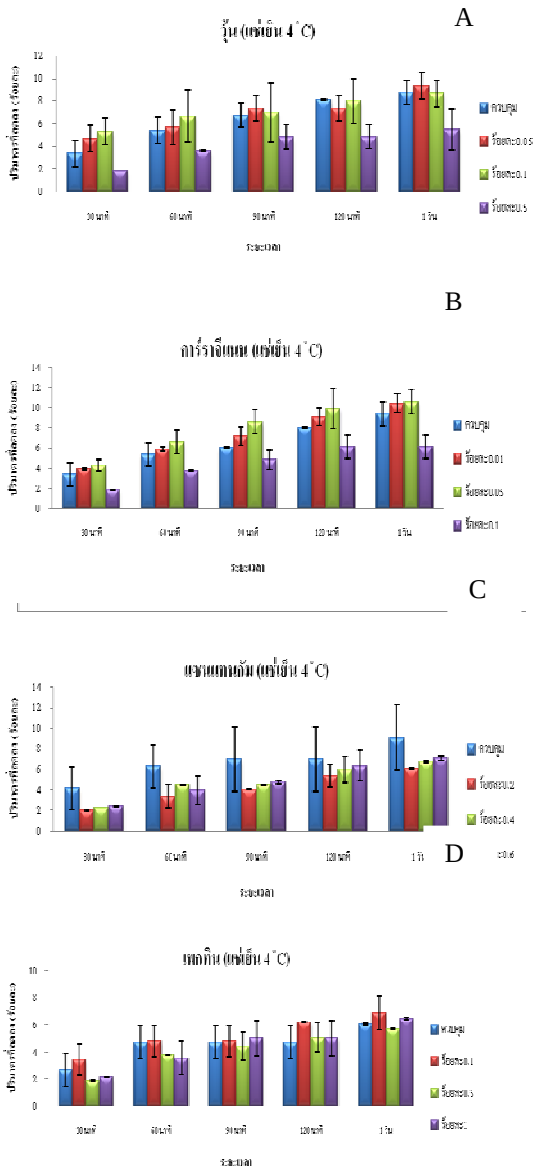
เดียวกัน โดยในรูปที่ 3 จะแสดงปริมตรโฟมที่ลดลง โฟมที่มีความคงตัวดีจะมีร้อยละของปริมาตรที่ลดลงน้อย โดยโฟมไข่ขาวที่มีวุ้นร้อยละ 0.5 มีความคงตัวมากกว่าสูตรควบคุมและ การเติมวุ้นที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 โฟมไข่ขาวที่เติมคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 จะมีปริมาตรการลดลงของโฟมไข่ขาวน้อยที่สุด แสดงว่าโฟมมีความคงตัวมากกว่าสูตรควบคุมและที่เติมคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.01 และ 0.05

การใช้แซนแทนกัมในโฟมไข่ขาวทุกระดับความเข้มข้น คือร้อยละ 0.2 0.4 และ0.6 จะทำให้ปริมาตรของโฟมลดลงไม่แตกต่างกันทางสถิติและน้อยกว่าสูตรควบคุม แสดงว่าโฟมไข่ขาวมีความคงตัวดี ซึ่งแตกต่างจากโฟมไข่ขาวที่เติมวุ้น โฟมไข่ขาวที่เติมคาร์ราจีแนนและเพกทิน ที่บางระดับความเข้มข้นทำให้ปริมาตรของโฟมลดลงมากกว่าหรือเท่ากับสูตรควบคุม ทั้งนี้ Ibanoglu และErçelebi (2007) กล่าวว่าไฮโดรคอลลอยด์ที่มีประจุลบ (anionic) เช่น เพกทิน คาร์ราจีแนน วุ้นและแซนแทนกัม จะช่วยทำให้โฟมคงตัวได้ โดยจะมีประจุบวกของโปรตีนจะจับกับประจุลบของไฮโดร-คอลลอยด์ และขึ้นอยู่กับชนิดประจุลบ ซึ่งแซนแทนกัมมีหมู่ซัลเฟต (sulfated) ส่วนเพกทินมีหมู่คาร์บอกซิล พบว่าประจุบวกของโปรตีน ($-NH_3^+$) จะจับกับกลุ่ม $-OSO_3^-$ ได้มากกว่ากลุ่ม $-CO_2^-$ จึงทำให้โปรตีนสามารถเกิดโฟมที่คงตัว เมื่อจับกับไฮโดรคอลลอยด์ที่มีหมู่ซัลเฟต ทั้งในสภาวะเป็นกลางหรือเป็นด่าง

ผลของเพกทินต่อความคงตัวของโฟมไข่ขาว ที่ระดับความเข้มข้นที่ร้อยละ 0.5 จะมีปริมาตรการลดลงของโฟมไข่ขาวน้อยกว่าสูตรควบคุมและที่ร้อยละ 0.1 และ1 ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ Ibanoglu และ Erçelebi (2007) ที่ได้ศึกษาการเกิดโฟมและความคงตัวของโฟมไข่ขาวโดยใช้เพกทินและกัวกัม พบว่า ไฮโดรคอลลอยด์จะทำให้โฟมไข่ขาวมีความคงตัวเนื่องจากเพิ่มความหนืดให้กับของเหลวและทำให้ผนังของฟองมีความยืดหยุ่นมากขึ้น

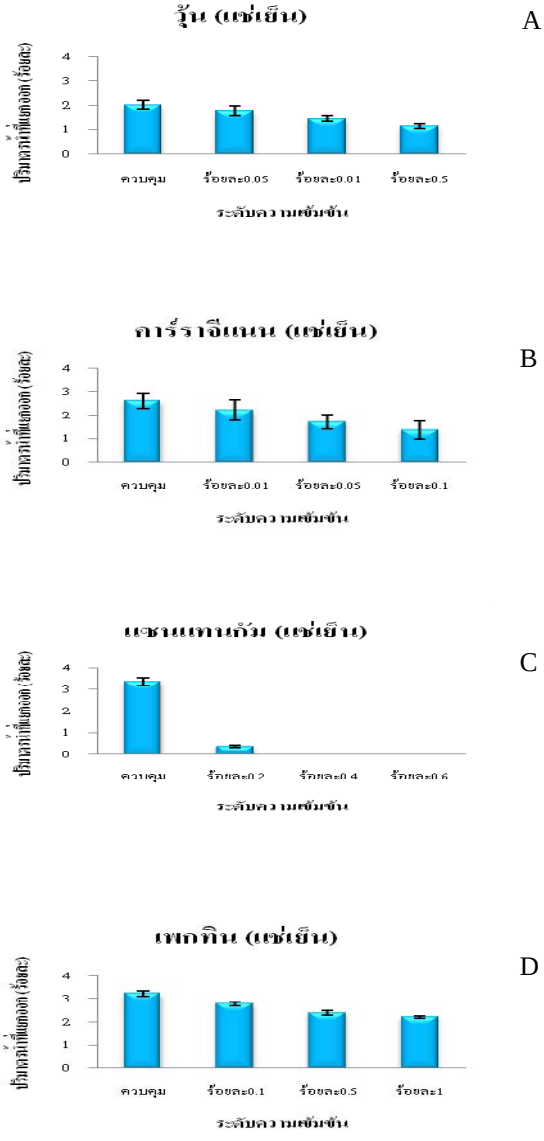
Lau และ Dickinson (2005) พบว่าน้ำตาลมีผลต่อความคงตัวของโฟมไข่ขาว ถ้าลดปริมาณน้ำตาลลงน้อยกว่า 60% จะเกิดการแยกตัวของน้ำออกจากโฟม ซึ่งจากงานวิจัยนี้คงปริมาณน้ำตาลไว้ที่ร้อยละ 49.4 แต่แปรปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์ และอุณหภูมิการเก็บรักษาโฟมที่ 4 และ-18 องศาเซลเซียส จากการวิจัยพบว่าอุณหภูมิการเก็บมีผลต่อการแยกน้ำออกจากโฟม โดยการเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส จะมีน้ำแยกออกจากโฟม เมื่อเก็บไว้นาน 1 วัน ส่วนการเก็บโฟมที่ -18 องศาเซลเซียส ไม่มีน้ำแยกออกมา ส่วนชนิดและปริมาณของไฮโดรคอลลอยด์มีผลต่อการแยกของน้ำ

ออกจากโฟม ดังรูปที่ 4 พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ทำให้ปริมาณน้ำแยกออกมาจากโฟมไข่ขาวลดลง



รูปที่ 3 ปริมาตรโฟมไข่ขาวที่ลดลงของโฟมไข่ขาวที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ 4 ชนิด ชนิดละ 3 ระดับ เมื่อเก็บไว้นาน 30 60 90 120 นาที และ1 วัน

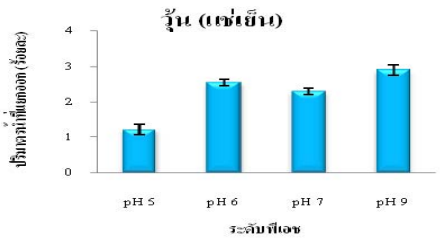
จากผลของความสามารถในการเกิดโฟม การลดลงของโฟม และปริมาณน้ำที่แยกออกจากโฟม พบว่าปริมาณไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสม ได้แก่ วุ้น ร้อยละ 0.5 คาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 แซนแทนกัม ร้อยละ 0.2 และเพกทินร้อยละ 0.5 นำโฟมไข่ขาวที่เติมไฮโดรคอลลอยด์แต่ละชนิด ตามปริมาณที่เหมาะสม แล้วปรับพีเอช ที่ระดับ 5 6 7 และ9 ซึ่งเป็นระดับควบคุม พบว่าที่พีเอช 6 โฟมไข่ขาวที่เติมวุ้น คาร์รา-จีแนน และแซนแทนกัม มีปริมาตรโฟมลดลงน้อยที่สุด ส่วนเพคตินที่ระดับพีเอช 7 มีปริมาตรโฟมลดลงน้อยที่สุด (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ส่วนปริมาตรน้ำที่แยกออกจากโฟมไข่ขาวที่ปรับระดับพีเอชต่างๆ (รูปที่5)



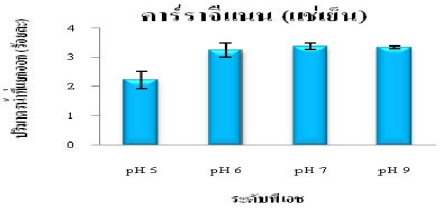
รูปที่ 4 ปริมาณน้ำที่แยกออกจากโฟมไข่ขาวที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน

พบว่าที่พีเอช 5 โฟมไข่ขาวที่เติมวุ้น คาร์รา-จีแนน และเพกทิน มีปริมาตรน้ำที่แยกออกน้อยที่สุด ส่วนที่พีเอช 9 โฟมไข่ขาวที่เติมแซนแทนกัม มีปริมาณน้ำแยกออกมาน้อยที่สุด แต่เมื่อนำโฟมไข่ขาวที่ปรับพีเอชมาทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี 9 Point Hedonic Scale พบว่า โฟมไข่ขาวที่พีเอช 5 6 และ7 มีรสเปรี้ยวและมีสีออกเหลือง ซึ่งผู้บริโภคให้การยอมรับโฟมไข่ขาวที่พีเอช 9 มากกว่า

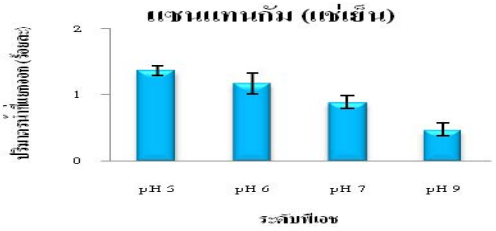
A



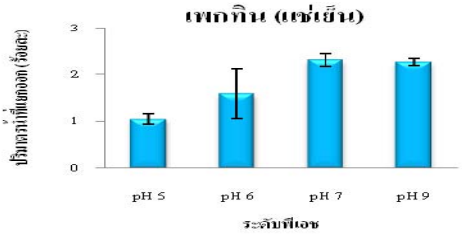
B



C



D



รูปที่ 5 ปริมาณน้ำที่แยกออกจากโฟมไข่ขาว เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน

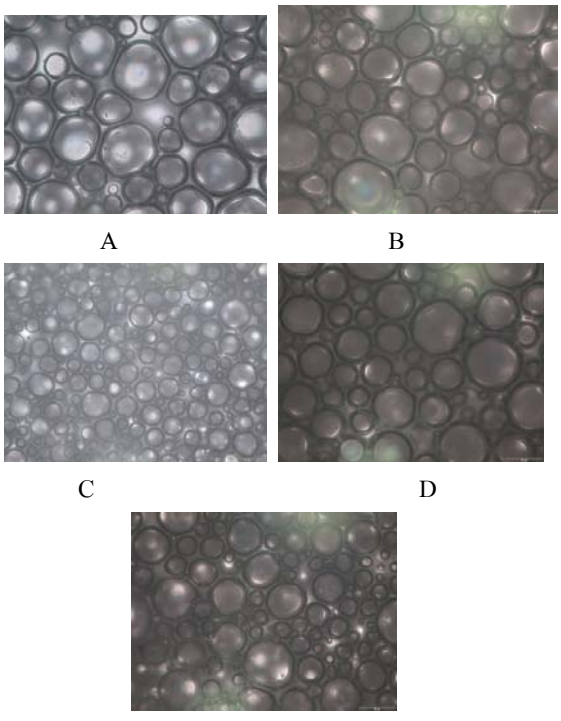
1.2 ผลของการวัดขนาดฟองอากาศของโฟมไข่ขาวด้วยกล้องจุลทรรศน์

ขนาดของฟองอากาศของโฟมไข่ขาวจากการวัดด้วยกล้องกำลังขยาย 40x โฟมไข่ขาวที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ 4 ชนิด คือวุ้นร้อยละ 0.05 คาราจีแนนร้อยละ 0.1 แซนแทนกัม ร้อยละ 0.2 และเพกทินร้อยละ 0.5 เปรียบเทียบขนาดฟองอากาศของโฟมไข่ขาวกับสูตรควบคุม โดยจะวัดขนาดฟองอากาศของโฟมที่ตีเสร็จใหม่และเก็บไว้ ที่ 4 และ -18 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 วัน พบว่าระยะเวลาการเก็บรักษาทำให้ฟองอากาศมีขนาดใหญ่ขึ้น การเติมไฮโดร-คอลลอยด์ทำให้โฟมไข่ขาวมีขนาดฟองเล็กลงและมีเนื้อเนียนละเอียด (ดังรูปที่6) โดยโฟมไข่ขาวของสูตรควบคุมจะมีขนาดใหญ่ที่สุด โฟมที่ 0 วันมีขนาด 12.6-70.1 μm เมื่อเก็บไว้ 4 และ -18 องศาเซลเซียส มีขนาดใหญ่ขึ้น 18.0-92.1 μm และ 14.2-77.1 μm ตามลำดับ ส่วนโฟมไข่ขาวที่เติมวุ้นร้อยละ 0.5 มีขนาดของฟองเล็กกว่าที่เติมวุ้นร้อยละ 0.05 และ 0.1 โดยมีขนาดที่ 0 วัน ที่เก็บไว้ 4 และ -18 องศาเซลเซียสมีขนาด 13.7-58.4 16.4-59.8 และ 15.7-44.0 μm ตามลำดับ โฟมไข่ขาวที่เติมคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 มีขนาดของฟองเล็กกว่าที่เติมคาร์ราจีแนนร้อยละ 0.01 และ 0.05 โดยมีขนาดที่ 0 วัน ที่เก็บไว้ 4 และ -18 องศาเซลเซียสมีขนาด 11.8-38.8 14.4-52.1 และ 13.5-48.6 μm ตามลำดับ โฟมไข่ขาวที่เติมแซน-แทนกัมร้อยละ 0.2 มีขนาดของฟองเล็กกว่าที่เติมแซนแทนกัมร้อยละ 0.4 และ 0.6 โดยมีขนาดที่ 0 วัน ที่เก็บไว้ 4 และ -18 องศาเซลเซียส มีขนาด 14.4-53.0 18.4-64.7 และ 16.1-57.2 μm โฟมไข่ขาวที่เติมเพกทินร้อยละ 0.5 มีขนาดของฟองเล็กกว่าที่เติมเพคตินร้อยละ 0.1 และ 1 โดยมีขนาดที่ 0 วัน ที่เก็บไว้ 4 และ -18 องศาเซลเซียสมีขนาด 12.1-53.9 16.1-58.0 และ 13.4-56.6 μm ตามลำดับ แต่ถ้าเปรียบเทียบไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 4 ชนิด จะพบว่า คาร์ราจีแนนที่ร้อยละ 0.1 มีขนาดฟองเฉลี่ยที่เล็กที่สุดคือ 11.8-38.8 μm และขนาดของฟองส่วนใหญ่มีขนาดที่สม่ำเสมอกัน

Lau และ Dickinson (2005) กล่าวว่า ความไม่คงตัวของโฟม เนื่องจากฟองอากาศมีขนาดใหญ่และมีขนาดไม่สม่ำเสมอ จากผลของไฮโดรคอลลอยด์ในการปรับปรุงความคงตัวของโฟมไข่ขาวทำให้ฟองอากาศมีขนาดเล็ก และสม่ำเสมอกว่าสูตรควบคุม จึงทำให้โฟมไข่ขาวที่เติมไฮโดรคอลลอยด์มีความคงตัวมากกว่าสูตรควบคุม

2. การทดสอบทางประสาทสัมผัส

โฟมไข่ขาวที่เติมวุ้น คาราจีแนน แซนแทนกัม และเพคติน ปริมาณร้อยละ 0.5 0.1 0.2และ 0.5 ตามลำดับ ที่พีเอช 9 นำมาทดสอบชิมโดยใช้ผู้ทดสอบที่มีความรู้ทางด้านประสาทสัมผัส จำนวน 15 คน ซึ่งใช้วิธี 9 Point Hedonic Scale พบว่าโฟมไข่ขาวที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ทั้ง 4 ชนิดเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค โดยมีความชอบในด้านสี รสชาติ ความเรียบเนียน ความรู้สึกตกค้างในปาก และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างจากโฟมไข่ขาวสูตรควบคุม



รูปที่ 6 ฟองอากาศของโฟมไข่ขาวที่เติมไฮโดรคอลลอยด์ที่พีเอช 9 A) ควบคุม B) วุ้นร้อยละ 0.5 C) คาร์ราจีแนนร้อยละ 0.1 D) แซนแทนกัมร้อยละ 0.2 E) เพคตินร้อยละ 0.5

3. สรุป

ไฮโดรคอลลอยด์ที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ของผู้ประกอบการ คือวุ้นร้อยละ 0.5 และพีเอช 9 เนื่องจากวุ้นหาง่าย และมีการใช้ในผลิตภัณฑ์อื่นของร้าน และไม่ต้องปรับพีเอช เพราะที่พีเอชต่ำกว่า 9 มีผลต่อรสชาติและสีของโฟมไข่ขาว การเก็บโฟมไข่ขาวที่เหมาะสมควรเก็บแบบแช่แข็ง ทั้งนี้การตีโฟมที่อุณหภูมิต่ำ จะช่วยทำให้โฟมคงตัวมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว)ฝ่ายอุตสาหกรรมโครงการโครงงานอุตสาหกรรมและวิจัย สำหรับปริญญาตรี ประจำปี 2552 ที่ให้ทุนวิจัย (IRPUS)

เอกสารอ้างอิง

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. **องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร.** สำนักพิมพ์ฟอร์แมทพริ้นติ้ง จำกัด. กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2534. **คอลลอยด์.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2549. **เคมีอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์โอเดียสโตร์, กรุงเทพฯ.

เทพกัญญา ตันตโยทัย. 2545. ผลของอิมัลซิไฟเออร์และแซนแทนกัมต่อความคงตัวของอิมัลชันชนิดน้ำมันในน้ำ และการนำใช้ในอาหาร. ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

Ibanoglu, E. and Erçelebi, E.A. 2007. Thermal denaturation and functional properties of egg proteins in the presence of hydrocolloid gums. **Food Chem..** 101: 626-633 ,.

Lau, C.K. and Dickinson, E. 2005. Instability and structural change in an aerated system containing egg albumen and invert sugar. **Food Hydrocolloids.** 19(1) :111-121.