บทคัดย่อ

งานวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมันที่มีต่อความคงตัวของระบบอีมัลชั่นต้นแบบโดยแปรชนิดสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมัน (Tween 60, Tween 80, glycerol monostearate (GMS) และ glycerol monooleate (GMO)) และปริมาณของสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมัน (ร้อยละ 0, 0.04, 0.08 และ 1 โดยน้ำหนัก) 2) ศึกษาผลของชนิดสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมัน (ชนิดเดียวกับที่ศึกษาในระบบอีมัลชั่นที่ความเข้มข้นร้อยละ 0 และ 0.04 โดยน้ำหนัก) และโปรตีนนม (skim milk powder (SMP), sodium caseinate (SC) และ whey protein concentrate (WPC) ที่ความเข้มข้น 2.9 กรัมโปรตีนต่อ 100 กรัมตัวอย่าง ที่มีต่อความคงตัวและคุณภาพของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีมและไอศกรีม และ 3) ศึกษาผลของสภาวะการฆ่าเชื้อด้วยการพาสเจอร์ไรซ์ (69 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที และ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที) และระยะเวลาการบ่มส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีมที่ 4 องศาเซลเซียส (0, 2, 4 และ 24 ชั่วโมง) ต่อความคงตัวและคุณภาพของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีมและไอศกรีม ทั้งนี้ใช้ค่าขนาดอนุภาคเม็ดไขมัน ความหนืดของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีม ค่าการสูญเสียความคงตัวของอนุภาคเม็ดไขมัน ปริมาณการขึ้นโฟมของไอศกรีม อัตราการละลายของไอศกรีมและเนื้อสัมผัสของไอศกรีมเป็นดัชนีชี้วัดความคงตัวและคุณภาพของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีมและไอศกรีม ส่วนการศึกษาโครงสร้างระดับจุลภาคของอีมัลชั่น, ส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีมและไอศกรีมใช้เทคนิค optical microscopy และ transmission electron microscopy (TEM) และการศึกษาชนิดและปริมาณโปรตีนที่ดูดซับที่พื้นผิวของอนุภาคเม็ดไขมันใช้เทคนิค Lowry method และ sodium dedecyl sulfate-polyacrylamide gel (SDS-PAGE)

ผลการวิจัยพบว่าระบบอีมัลชั่นที่มีสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมันที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0 หรือ 1 โดยน้ำหนักมีความคงตัวสูง (4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง) อย่างไรก็ตามขนาดอนุภาคเม็ดไขมันของอีมัลชั่นที่เติมสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมันร้อยละ 1 โดยน้ำหนักมีขนาดเล็กกว่าอีมัลชั่นที่ไม่มีการเติมสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ขนาดอนุภาคเม็ดไขมันของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีมที่มีส่วนผสมของ SMP หรือ SC และสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมันมีขนาดเล็กกว่าตัวอย่างที่ไม่มีการเติมสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมัน (ตัวอย่างควบคุม) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ขนาดอนุภาคเม็ดไขมันของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีมที่มีส่วนผสมของ WPC และสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมันมีขนาดไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากตัวอย่างควบคุม ($p > 0.05$) สารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมันทุกชนิดไม่มีผลอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อความ

หนืดของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีม ($p > 0.05$) ค่าการสูญเสียความคงตัวของอนุภาคเม็ดไขมันของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีมที่มีส่วนผสมของ SMP+Tween 60, SC+Tween 80 หรือ WPC+Tween 60 มีค่าสูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับผลของโครงสร้างระดับจุลภาคด้วย TEM อย่างไรก็ตามสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมันไม่มีผลต่อปริมาณโปรตีนที่ดูดซับอยู่บริเวณผิวของอนุภาคเม็ดไขมันในขณะที่โปรตีนจาก SMP สามารถดูดซับอยู่ที่พื้นผิวของอนุภาคเม็ดไขมันได้มากกว่าโปรตีนจาก SC และ WPC ตามลำดับ

ไอศกรีมที่มีส่วนผสมของ SC ให้ค่าการขึ้นโฟมมากที่สุด แต่ให้ค่าการสูญเสียความคงตัวของอนุภาคเม็ดไขมันต่ำสุดส่งผลให้มีความต้านทานการละลายต่ำ ส่วนค่าการขึ้นโฟม ค่าการสูญเสียความคงตัวของอนุภาคเม็ดไขมันและความต้านทานต่อการละลายของไอศกรีมที่มีส่วนผสมของ SMP หรือ WPC ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) สารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมันที่ใช้ในการผลิตไอศกรีมส่วนใหญ่ไม่มีผลต่อค่าการขึ้นโฟมในตัวอย่างที่ใช้โปรตีนนมชนิดเดียวกัน อย่างไรก็ตามไอศกรีมที่มีส่วนผสมของ SMP+Tween 60 หรือ WMP+ GMO ช่วยเพิ่มค่าการสูญเสียความคงตัวของอนุภาคเม็ดไขมันและความต้านทานต่อการละลาย

ไอศกรีมที่มีส่วนผสมของ SMP+Tween 60 หรือ SC+Tween 80 ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 69 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีและบ่มที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ให้ค่าการสูญเสียความคงตัวของอนุภาคเม็ดไขมันและความต้านทานต่อการละลายที่สูงซึ่งบ่งบอกถึงคุณภาพที่ดีของไอศกรีมเช่นเดียวกับไอศกรีมที่มีส่วนผสมของ WPC+GMO ที่ผ่านทำการฆ่าเชื้อที่ 75 องศาเซลเซียส นาน 15 นาทีและบ่มที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

ดังนั้นโดยสรุปคุณภาพของส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีมและไอศกรีมขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของโปรตีนนมและสารช่วยในการรวมตัวของน้ำและน้ำมัน ตลอดจนสภาวะในการฆ่าเชื้อด้วยการพาสเจอร์ไรซ์ในกระบวนการผลิตและระยะเวลาในการบ่มส่วนผสมพร้อมทำไอศกรีม

Abstract

This study aimed to 1) to investigate the effects of types (Tween 60, Tween 80, glycerol monostearate (GMS) and glycerol monooleate (GMO)) and concentrations (0, 0.04, 0.08 and 1% w/w) of emulsifiers on stability of O/W emulsion, 2) demonstrate the effects of those emulsifiers (0 and 0.04% w/w) and milk proteins including skim milk powder (SMP), sodium caseinate (SC) and whey protein concentrate (WPC) at a constant concentration of 2.9 g protein/ 100g sample on stability and quality of both ice cream mix and ice cream, and 3) determine the effects of pasteurization conditions (69°C/30 min and 75°C/15 min) and aging times (0, 2, 4 and 24 h) at 4°C on stability and quality of ice cream mix and ice cream. Fat particle size, viscosity, fat destabilization, overrun, meltdown resistance and textural properties were used as parameter indicating the stability and quality of emulsion, ice cream mix and ice cream. Microstructure of emulsion, ice cream mix and ice cream were also investigated using optical microscopy and transmission electron microscopy (TEM). Surface-covering proteins on the fat droplet were measured using Lowry method and their patterns were analyzed by sodium dedecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE).

Emulsions containing 0 or 1% (w/w) of all emulsifiers showed the highest stability (4°C for 24 h). However, fat droplet size of emulsions containing 1% emulsifiers was smaller than that of emulsion without emulsifier ($p \leq 0.05$). Fat particle size of ice cream mix containing SMP or SC with emulsifier was smaller than that of ice cream mix without emulsifier (control) ($p \leq 0.05$), while that of ice cream

mix containing WPC with emulsifier was not significantly different from control ($p > 0.05$). All emulsifiers did not affect viscosity of ice cream mix ($p > 0.05$). Ice cream mixes prepared by adding SMP+Tween 60, SC+Tween 80, or WPC+Tween 60 showed the highest fat destabilization ($p \leq 0.05$). The results corresponded well with the results from TEM analysis. However, Emulsifiers did not affect protein surface coverage but SMP could be found on the surface of fat globules more than SC and WPC, respectively.

Ice cream containing SC exhibited the highest overrun with the lowest fat destabilization, resulting in less meltdown resistance. Overrun, fat destabilization and meltdown resistance of ice creams containing SMP and containing WPC were not significantly different ($p > 0.05$). Emulsifiers used in this present study mostly did not affect the overrun of the samples containing the same type of milk protein. However, ice cream containing SMP+Tween 60 or WPC+GMO highly increased the fat destabilization and meltdown resistance.

High fat destabilization and meltdown resistance that indicated the quality of ice cream were found in SMP+Tween 60 and SC+Tween 80 ice cream, pasteurized at 69°C/30 min and aged at 4°C/24 h. Also these were found in WPC+GMO ice cream which was prepared by pasteurization at 75°C/15 min and aging time at 4°C for 24 h.

Therefore, the quality of both ice cream mix and ice cream depends on type and concentration of milk proteins and emulsifiers, pasteurization condition, and aging time.