คุณลักษณะทางกายภาพและการยอมรับมูสช็อคโกแลตที่ผลิตด้วยนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน

Physical Characteristics and Acceptance of Chocolate Mousse Produced from Commercial Pasteurized Milks Contained Different Fat Content

ศิริพร เรียบร้อย[1*] พุทธพร จิระอนันต์กุล[2] วรรณวิภา อังกุลดี[2] และ พรทิพย์ พสุกมลเศรษฐ์[1]

[1]อาจารย์ นักศึกษา [2]สาขาวิชาอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

บทคัดย่อ

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน (ไขมันเต็ม; FF ไขมันต่ำ; LF และไม่มีไขมัน; NF) พบว่า NF มีปริมาณไขมันน้อยที่สุด (0.12%) และมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด (3.20%) ความสามารถและความคงตัวในการเกิดฟองจาก NF สูงที่สุด เมื่อทำการศึกษาองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางกายภาพและทางประสาทสัมผัสของมูสช็อคโกแลตที่ผลิตด้วย FF LF หรือ NF พบว่า ตัวอย่าง M-NF มีปริมาณไขมันน้อยที่สุด ส่งผลทำให้พลังงานลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับ M-FF และ M-LF ตัวอย่าง M-NF มีค่าความแน่นเนื้อและค่าการเกาะติดสูงที่สุด ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นผลจากองค์ประกอบทางเคมีของนมพาสเจอไรซ์แตกต่างกัน สำหรับการตรวจวัดค่าสี M-FF มีค่า L* สูงสุด อย่างไรก็ตาม ทุกตัวอย่างมูสช็อคโกแลตนั้นได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส รสชาติ และกลิ่นรส ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) จากผลการทดลอง นมพาสเจอไรซ์ทางการค้าชนิดไม่มีไขมันสามารถนำมาผลิตมูสช็อคโกแลต ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อสมบัติทางเนื้อสัมผัสและทางประสาทสัมผัส รวมทั้งยังทำให้พลังงานจากไขมันลดลง

Abstract

Chemical composition of commercial pasteurized milks contained different fat content (full-fat; FF, low-fat; LF, and non-fat; NF) was studied. NF contained the lowest fat content (0.12%) with the highest protein content (3.20%). NF exhibited the highest foaming ability and stability. The chemical compositions, physical and sensorial properties of chocolate mousse produced from FF, LF, or NF were also investigated. M-NF had the lowest in fat content, resulting in energy reduction when compared with M-FF and M-LF. M-NF also showed the highest firmness and adhesiveness ($p<0.05$). This was probably due to different chemical composition of pasteurized milk used. For color measurement, M-FF showed the highest L* value. However, all chocolate mousse samples had no difference likeness score for texture, taste, and flavor ($p>0.05$). From the results, commercial pasteurized non-fat milk could be not only used for chocolate mousse production without effect on textural and sensorial properties but the energy from fat was also reduced.

คำสำคัญ : นม มูส สมบัติการเกิดฟอง คุณค่าทางโภชนาการ

Keywords : Milk, Mousse, Foaming Properties, Nutritional value

* *ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ agrsrpr@ku.ac.th โทร. 0 2579 5514 ต่อ 128*

วารสารวิจัย มทร. พระนคร

1. บทนำ

มูส เป็นขนมหวานที่ได้รับความนิยมรับประทานหลังมื้ออาหารหลัก หรือจัดเป็นอาหารว่าง ส่วนประกอบหลักสำหรับการผลิตมูสนั้น ประกอบด้วย น้ำนม และครีมนม ปัจจุบันน้ำนมพาสเจอไรซ์ทางการค้ามีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ได้แก่ ไขมันเต็ม (full fat) ไขมันต่ำ (low fat) และปราศจากไขมัน (non fat) ซึ่งเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการจำกัดการบริโภคไขมันจากน้ำนม มูส จัดเป็นอาหารพร้อมบริโภคในกลุ่มผลิตภัณฑ์จากนมที่อาศัยการเกิดสมบัติเชิงหน้าที่ของของโปรตีนนม อิมัลซิไฟเออร์ รวมทั้งสารให้ความคงตัว (Aragon-Alego et al., 2007) สมบัติเชิงหน้าที่ดังกล่าว เช่น การเกิดฟอง การเกิดอิมัลชั่น และความคงตัว (Cardarelli et al., 2008) Damodaran (1996) กล่าวว่า การเกิดฟองเป็นเอกลักษณ์ทางด้านเนื้อสัมผัสและความรู้สึกของอาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งมาจากการกระจายตัวของฟองอากาศขนาดเล็กในอาหาร สมบัติการเกิดฟองนั้นมาจากโปรตีนในอาหาร ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารลดแรงตึงผิว (surface-active agent) บริเวณพื้นผิวของฟอง ช่วยทำให้เกิดฟองและความคงตัวของฟองหรือ dispersed gas phase อย่างไรก็ตาม การเกิดฟองยังขึ้นกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ค่า pH เกลือ น้ำตาล ลิพิด ความเข้มข้นของโปรตีน กระบวนการทำให้เกิดฟอง เป็นต้น นอกจากนี้ยังขึ้นกับชนิดของโปรตีนด้วย โดยทั่วไปโปรตีนนม ประกอบด้วย เคซีนและโปรตีนเวย์ สมบัติการเกิดฟองของโปรตีนนมนั้นอาจลดลงเมื่อนมผ่านกระบวนการให้ความร้อน เช่น การพาสเจอไรซ์ และการสเตอริไลซ์ ซึ่งส่งผลกระทบต่อความสามารถในการหุ้มเม็ดไขมัน (fat globule) โดยโปรตีนนมและจับกับเซรั่ม (milk serum) เอาไว้ Borcherding et al. (2008) กล่าวว่า ณ อุณหภูมิ 20 °C เม็ดไขมันนมประกอบด้วย ส่วนผลึก (crystallized form) ประมาณ 20% และไขมันรูปของเหลว (liquid form) ประมาณ 80% ลักษณะเช่นนี้มีผลกระทบต่อการเกิดฟอง นอกจากนี้ ความคงตัวของฟองนั้นมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ โดยลักษณะของฟองที่ไม่คงตัว สามารถสังเกตได้จากการมีของเหลวไหลออกมาและการรวมตัวกันของฟองจนมีขนาดใหญ่ขึ้น (Borcherding et al., 2008)

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความสนใจผลิตภัณฑ์อาหารที่ลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังต่าง ๆ เช่น โรคอ้วน โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง โรคหัวใจ และหลอดเลือด เป็นต้น ทำให้มีการศึกษาวิจัยผลของการเติมสารทดแทนไขมัน การเติมสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ การเติมโพรไบโอติกและพรีไบโอติกในอาหารกลุ่มนี้ เช่น ลักษณะของมูสช็อคโกแลตที่มีการเติมโพรไบโอติก (Aragon-Alegro et al., 2007) อินนูลินและ *Lactobacillus paracasei* (Cardarelli et al., 2008) การทดแทนไขมันนมด้วยอินนูลินและโปรตีนเวย์เข้มข้นต่อเนื้อสัมผัสและการยอมรับทางประสาทสัมผัสของมูสฝรั่ง (guava mousse) (Buriti et al., 2010) Herceg et al. (2007) รายงาน มูสที่มีการเติมอินนูลินและโพรไบโอติกยังคงมีสมบัติทางด้านการเกิดฟองและเนื้อสัมผัสที่ดี อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีข้อมูลการศึกษาการผลิตมูสช็อคโกแลตจากน้ำนมพาสเจอไรซ์ที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ได้แก่ ไขมันเต็ม ไขมันต่ำ และไม่มีไขมัน เพื่อเป็นการลดปริมาณพลังงานของมูสช็อคโกแลตแต่อาจมีผลกระทบต่อคุณลักษณะและการยอมรับของมูสช็อคโกแลต ดังนั้น การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

เพื่อศึกษาผลของน้ำนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันต่อความสามารถในการเกิดฟอง ความคงตัวของฟอง เนื้อสัมผัส รวมทั้งการยอมรับทางประสาทสัมผัสมูสช็อคโกแลต

2. วิธีการทดลอง

2.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติการเกิดฟองของนมพาสเจอไรซ์ทางการค้า

ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และพลังงานของนมพาสเจอไรซ์ทางการค้า (ยี่ห้อ Meiji, บริษัท ซีพี-เมจิ จำกัด) ชนิดไขมันเต็ม (FF) ไขมันต่ำ (LF) และ ไม่มีไขมัน (NF) ตามวิธีการของ AOAC (2000) ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

ทำการวิเคราะห์ความสามารถในการเกิดฟองด้วยการดัดแปลงวิธีการของ Sathe and Salunkhe (1981) ด้วยการนำนม (20 มิลลิลิตร) มาโฮโมจีไนซ์ด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ความเร็วรอบ 13,500 รอบต่อนาที (T18 basic ULTRA-TURRAX, IKA, ที่ Staufen, Germany) จากนั้นตรวจวัดปริมาตรของฟองและรายงานในรูปของร้อยละ สำหรับความคงตัวของฟองนั้น ทำการตีฟองนมและทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 10-12 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีและทำการเปรียบเทียบปริมาตรก่อนและหลังของฟอง

2.2 การผลิตมูสช็อคโกแลตและการวิเคราะห์

2.2.1 การผลิตมูส

ทำการผลิตมูสช็อคโกแลตตามสูตรที่ได้ผ่านการทดลองเบื้องต้นและดัดแปลงส่วนผสมแล้วด้วยนมพาสเจอไรซ์ทางการค้า ที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ดังนี้ ไขมันเต็ม (M-FF) ไขมันต่ำ (M-LF) และไม่มีไขมัน (M-NF) กระบวนการผลิตเริ่มจากการให้ความร้อนกับนมพาสเจอไรซ์ (130 กรัม) จนกระทั่งอุณหภูมิ 85 °C เติมช็อคโกแลตและคนกระทั่งละลาย (5 นาที) ขณะเดียวกัน นำวิปปิ้งครีม (238 กรัม) ผสมกับน้ำตาลทรายขาว (34 กรัม) และตีด้วยเครื่องตีผสมอาหาร (MK-GB1W Stand Mixer, Panasonic, China) ด้วยหัวตีแบบบีทเตอร์ (beaters) ความเร็วระดับ 3 นาน 10 นาที (อุณหภูมิ 4 °C ถึง 10 °C) จากนั้นนำส่วนของนมพาสเจอไรซ์-ช็อคโกแลต ผสมกับวิปปิ้งครีม-น้ำตาลทรายขาวเข้าด้วยกัน นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C นาน 2 ชั่วโมง นำมูสช็อคโกแลตที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

2.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและพลังงาน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และพลังงานของมูสตามวิธีการของ AOAC (2000) ทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

2.2.3 การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของมูสช็อคโกแลต

2.2.3.1 การวิเคราะห์เนื้อสัมผัส

ทำการตรวจวัดเนื้อสัมผัสตัวอย่างมูสช็อคโกแลตด้วยวิธี Texture Profile Analysis (TPA) ตามวิธีการของ Stable Micro Systems for mousse อ้างโดย Cardarelli et al. (2008) ด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส TA-XT2 texture analyzer (Stable Micro Systems, Surrey, UK) ทำการบรรจุมูสช็อคโกแลต (อุณหภูมิ 4-7 °C เท่ากับอุณหภูมิเสิร์ฟสำหรับการประเมินทางประสาทสัมผัส) ลงในถ้วยพลาสติก ลักษณะรูปร่างของมูสเป็นทรง

สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

กระบอกขนาดความสูง 3 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร (35 กรัม/ถ้วย) จากนั้นนำไปตรวจวัดเนื้อสัมผัสด้วยการกดสองครั้งของหัววัดชนิดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร (P35) ระยะทางการกดเท่ากับ 10 มิลลิเมตร ความเร็วของหัววัดทั้งขณะกดและกลับสู่ตำแหน่งเดิม เท่ากับ 1 มิลลิเมตร/วินาที ทำการบันทึกค่าและคำนวณค่าความแน่นเนื้อ (firmness) ค่าการยึดเกาะ (cohesiveness) ค่าการเกาะติด (adhesiveness) และค่าความยืดหยุ่น (springiness) ด้วยโปรแกรม Texture Exponent 32 สำหรับ Windows software version 1.20 (Stable Micro Systems) แต่ละตัวอย่างทำการตรวจวัด 5 ซ้ำ

2.2.3.2 การวิเคราะห์ค่าสี

ทำการวัดค่าสี L* a* และ b* ของตัวอย่างมูสด้วยเครื่องวัดค่าสี (ColorFlex, Hunter, USA) แต่ละตัวอย่างทำการตรวจวัด 5 ซ้ำ

2.2.3 การประเมินทางประสาทสัมผัส

ทำการประเมินทางประสาทสัมผัสมูสช็อคโกแลตด้วยวิธี 9-point hedonic scale (Chamber IV & Wolf, 1996) ด้วยผู้ประเมินทางประสาทสัมผัสระดับปฏิบัติการจำนวน 50 คน (นิสิตและบุคลากรภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อายุระหว่าง 20 ถึง 40 ปี) มูส (อุณหภูมิ 4-7 °C) ถูกบรรจุในถ้วยพลาสติกสีขาว ติดรหัสตัวอย่างด้วยตัวเลข 3 ตัวที่ได้จากการสุ่ม ทำการเสิร์ฟให้กับผู้ประเมินทางประสาทสัมผัสเพื่อให้คะแนนความชอบ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่นรส และความชอบรวม

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลด้วย One Way ANOVA และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย New's Duncan Multiple Range Test ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 องค์ประกอบทางเคมีและพลังงานของน้ำนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน

3.1.1 องค์ประกอบทางเคมี

องค์ประกอบทางเคมีของนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 1 นมพาสเจอไรซ์ทางการค้ามีปริมาณความชื้นสูงอยู่ในช่วง 88-90% ตัวอย่าง LF และ FF มีปริมาณโปรตีนแตกต่างกันเล็กน้อย ส่วนตัวอย่าง NF นั้นมีปริมาณโปรตีนมากที่สุด ($p<0.05$) โปรตีนนม ประกอบด้วย เคซีน และโปรตีนเวย์ (Swaisgood, 1996) ซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิดสมบัติเชิงหน้าที่ เช่น การเกิดฟอง อิมัลซิไฟเออร์ การเกิดฟิล์ม เป็นต้น นอกจากนี้ NF ยังมีปริมาณไขมันต่ำน้อยที่สุด แต่มีปริมาณเถ้ามากที่สุด ($p<0.05$) ปริมาณเถ้า บ่งบอกถึง ปริมาณแร่ธาตุในอาหาร ซึ่งมาจากการเผาไหม้ตัวอย่างอาหารจนอยู่ในรูปของออกไซด์ของแร่ธาตุ Corbin and Whittier (1965) อ้างโดย Swaisgood (1996) รายงานว่า ปริมาณเถ้าของนมโคมีค่าเฉลี่ย 0.7% (ช่วง 0.68-0.74%) เกลือของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่พบในนม ได้แก่ คลอไรด์ ฟอสเฟต ซิเตรท โซเดียมไบคาร์บอเนต โพแทสเซียม-

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

ไบคาร์บอเนต แคลเซียม และแมกนีเซียม (Swaisgood, 1996) นมที่มีการลดหรือกำจัดไขมัน มีการเติมโปรตีนนม หรือสารทดแทนไขมันและสารอิมัลซิไฟเออร์ ซึ่งช่วยทำให้เกิดความคงตัวหรืออาจเติมเอ็กโซโพลีแซคคาไรส์ (exopolysaccharides) (Aguirre-Mandujano et al., 2009; Güler-Akin et al., 2009) จากผลการทดลอง NF มีปริมาณโปรตีนและเถ้ามากกว่า FF และ LF อาจเป็นผลมาจากการลดปริมาณไขมันระหว่างกระบวนการผลิตนมพาสเจอไรซ์ชนิดไม่มีไขมัน

ตารางที่ 1 องค์ประกอบทางเคมีของนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าไขมันเต็ม (FF) ไขมันต่ำ (LF) และ ไม่มีไขมัน (NF)

องค์ประกอบทางเคมี	ตัวอย่าง		
	FF	LF	NF
ความชื้น	88.05*,c**	90.16[a]	89.82[b]
โปรตีน	2.74[c]	2.84[b]	3.20[a]
ไขมัน	2.19[a]	0.42[b]	0.12[c]
เถ้า	0.73[b]	0.75[b]	0.85[a]
คาร์โบไฮเดรต	6.29[a]	5.83[b]	6.01[b]

* ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

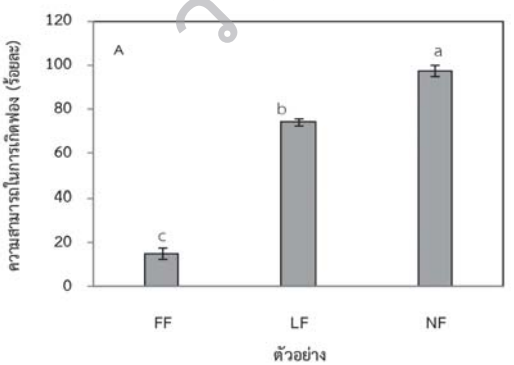
** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

3.1.2 ความสามารถในการเกิดฟองและความคงตัวของฟอง

ความสามารถในการเกิดฟองและความคงตัวของฟอง บ่งบอกถึงความสามารถในการเกิดฟิล์มโปรตีนบริเวณผิวหน้าระหว่างอากาศและของเหลว ฟองเหล่านี้ควรมีความสามารถในการกระจายตัวและมีความคงตัว (Damodaran, 1996) Marinova et al. (2009) รายงานว่า โปรตีนนมมีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด รวมทั้งผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการฟองระหว่างการเตรียมเพื่อให้ได้คุณลักษณะสุดท้ายของอาหารตามต้องการและเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ความสามารถในการเกิดฟองของนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน แสดงดังรูปที่ 1 ตัวอย่างนม FF นั้นมีความสามารถในการเกิดฟองน้อยกว่านม LF และ NF ตามลำดับ ($p<0.05$) ตัวอย่าง NF มีความสามารถในการเกิดฟองมากที่สุด ($p<0.05$) โดยทั่วไปความสามารถในการเกิดฟองและความคงตัวของฟองนมนั้น มีความสำคัญต่อลักษณะของอาหารหลายชนิด เช่น มูส มาร์ชเมลโล ซูเฟล ขนมปัง เค้ก ไอศกรีม วิปครีม เมอแรง เป็นต้น Damodaran (1996) กล่าวว่า ความเข้มข้นของโปรตีนมีผลต่อการเกิดฟอง เมื่อความเข้มข้นของโปรตีนเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มความสามารถในการเกิดฟอง จากผลการทดลอง ความสามารถในการเกิดฟองของนม NF นั้นอาจเป็นผลมาจากนม NF มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด (ตารางที่ 1) ดังนั้น การเกิดสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนนม และการเกิดอันตรกิริยาของส่วนประกอบอาหาร การตีหรือการวิปปิ้งโปรตีนนั้น ทำให้ได้ฟองขนาดเล็ก เนื่องจากการกระทำของแรงเฉือนต่อการเสียสภาพของโปรตีนก่อนเกิดความสามารถในการดูดซับของโปรตีน (adsorbed protein) ซึ่งเป็นสมบัติต่อการเกิดฟองและความคงตัวของฟอง (Damodaran, 1996) สำหรับความคงตัวของฟองจากนมพาสเจอรไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันนั้น พบว่า นม NF มีความคงตัวของฟองมากที่สุด ($p<0.05$) ความคงตัวของฟองนั้นบ่งบอกถึง ความสามารถของฟองที่คงสมบัติเอาไว้เมื่อระยะเวลาผ่านไป เช่น ฟอง/ปริมาตร และ หรือ ฟอง (Damodaran, 1996)

วิทยาลัยการอาชีพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

ความคงตัวของฟองขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ค่า pH น้ำตาล ลิพิด ความเข้มข้นของโปรตีน ความคงตัวของฟองน้อยอาจทำให้เกิดของเหลวไหลออกมา เรียกว่า lamella fluid และอาจเกิดการรวมตัวของฟองกลายเป็นฟองที่มีขนาดใหญ่ขึ้น รวมทั้งเกิดการยุบตัวของฟอง สาเหตุอีกประการหนึ่ง นั่นคือ การเกิดแรงดันจากอากาศภายนอกและภายในฟองมีผลต่อความคงตัวของฟอง จากผลการทดลอง NF มีความคงตัวของฟองสูงกว่า LF และ FF อาจเป็นผลมาจากปริมาณโปรตีนแตกต่างจากตัวอย่างอื่น (ตารางที่ 1) ส่งผลทำให้ฟองมีความแข็งแรง ในขณะที่ การมีปริมาณไขมัน เช่น ฟอสฟอลิพิดนั้น อาจมีผลต่อการลดความสามารถในการเกิดฟองและความคงตัวของฟอง เนื่องจากไขมันมีพื้นผิวที่แอคทีฟมากกว่าโปรตีน ทำให้สามารถดูดซับบริเวณพื้นผิวระหว่างอากาศและน้ำได้ดี แต่มีผลไปลดความสามารถในการดูดซับได้ของโปรตีนระหว่างเกิดฟอง เนื่องจากฟิล์มไขมันขาดสมบัติการยืดเหนี่ยว (cohesive properties) จึงไม่สามารถต้านทานต่อแรงดันอากาศภายในฟองได้ ทำให้ฟองมีขนาดใหญ่ขึ้น และยุบตัวลง (Damodaran, 1996)



รูปที่ 1 ความสามารถในการเกิดฟอง (ร้อยละ) (A) และความคงตัวของฟอง (B) นมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน

3.2 องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน

3.2.1 องค์ประกอบทางเคมี

มูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันนั้นมีปริมาณความชื้นอยู่ในช่วง 41-42 กรัม/100 กรัม ตัวอย่าง M-NF มีปริมาณโปรตีนสูงสุด ($p<0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณโปรตีนของ NF สูงกว่านม FF และ LF (ตารางที่ 1) นอกจากนี้ มูส M-NF ยังมีปริมาณไขมันต่ำกว่า M-FF ประมาณสามเท่า ส่งผลทำให้ M-FF ให้พลังงานสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับ M-LF และ M-NF มูสช็อคโกแลต M-FF M-LF และ M-NF มีปริมาณพลังงาน กับ 85.11 54.98 และ 50.21 กิโลแคลอรี/100 กรัม ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม การใช้ LF และ NF ในการผลิตมูสช็อคโกแลตนั้นมีผลทำให้พลังงานแตกต่างกันเล็กน้อย ($p<0.05$) จากผลการทดลองสามารถสรุปได้

ตารางที่ 2 องค์ประกอบทางเคมี (g/100 g) ของมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันเต็ม (M-FF) ไขมันต่ำ (M-LF) และ ไม่มีไขมัน (M-NF)

องค์ประกอบทางเคมี	ตัวอย่าง		
	M-FF	M-LF	M-NF
ความชื้น	42.69*,a**	41.93b	42.67a
โปรตีน	2.74c	2.84b	3.20a
ไขมัน	4.51a	2.18b	1.37c
เถ้า	0.73b	0.75b	0.85a
คาร์โบไฮเดรต	8.39a	6.00b	6.27b

* ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ

** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

ว่า มูสที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ที่มีไขมันแตกต่างกัน มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันส่งผลทำให้พลังงานจากมูสแตกต่างกันด้วย

3.2.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ลักษณะเนื้อสัมผัสของของตัวอย่างมูสที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 3 ตัวอย่าง M-NF มีความแน่นเนื้อ (firmness) สูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่าง M-FF และ M-LF ($p<0.05$) ความแน่นเนื้อ คือ แรงที่ต้องใช้ในการกัด/บดเพื่อทำให้ตัวอย่างอาหารเกิดการแยกกระจายตัว Buriti et al. (2010) รายงานว่า ความแน่นเนื้อของมูสนั้นอาจเป็นผลมาจากการเกิดอันตรกิริยาของส่วนประกอบระหว่างการแช่เย็นซึ่งเป็นขั้นตอนก่อนทำการบีบมูสช็อคโกแลต นอกจากนี้ การเติมโปรตีนเวย์จากนมสำหรับการผลิตมูสมีผลทำให้ความแน่นเนื้อของมูสเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองความแน่นเนื้อของมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันนั้น อาจเป็นผลมาจากตัวอย่างนมพาสเจอไรซ์ทางการค้า NF มีปริมาณโปรตีนมากกว่า FF และ LF สำหรับค่าการยึดเกาะนั้น ตัวอย่าง M-NF มีค่าการยึดเกาะน้อยที่สุด ($p<0.05$) ค่าการยึดเกาะ บ่งบอกถึงการสูญเสียรูปร่างก่อนการแยกตัวของโครงสร้างตัวอย่าง ส่วนค่าการเกาะติด บ่งบอกถึง การเกาะติดของตัวอย่างกับผิวสัมผัสอื่น (Bourne, 1976) M-NF มีค่าการเกาะติดน้อยที่สุด ($p < 0.05$) ส่วน M-FF และ M-LF มีค่าการเกาะติดแตกต่างกันเล็กน้อย Andreasen and Nielsen (1998) และ Kilcast and Clegg (2002) กล่าวว่า ไขมันนมมีผลกระทบต่อการเกิดโครงสร้างของฟอง ไขมันนมช่วยทำให้โครงสร้างของฟองมีช่องเปิดรับอากาศได้มากขึ้น จากผลการทดลองความแตกต่างของลักษณะเนื้อสัมผัสตัวอย่างมูสช็อคโกแลต อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณไขมันและปริมาณโปรตีน จึงทำให้แรงยึดเหนี่ยวของอนุภาคอาหารมีความแตกต่างกันทั้งภายในชิ้นอาหารและระหว่างชิ้นอาหารและพื้นผิวสัมผัสภายนอก Buriti et al. (2010) รายงานว่า นอกจากเนื้อสัมผัสของมูสขึ้นกับอิมัลซิไฟเออร์และสารให้ความคงตัว ยังขึ้นกับปริมาณของแข็งทั้งหมดในมูสด้วย อย่างไรก็ตาม ปริมาณของแข็งทั้งหมดของ M-FF M-LF และ M-NF นั้น แตกต่างกันเล็กน้อย แต่นมพาสเจอไรซ์ทางการค้าทั้ง 3 ชนิดนี้มีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน ซึ่งอาจมีผลทำให้มูสช็อคโกแลตมีเนื้อสัมผัสแตกต่างกันด้วย

ตารางที่ 3 ลักษณะเนื้อสัมผัสของมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันเต็ม (M-FF) ไขมันต่ำ (M-LF) และไม่มีไขมัน (M-NF)

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	M-FF	M-LF	M-NF
ความแน่นเนื้อ (g)	942.65^{c}	1375.49^{b}	1729.34^{a}
การยึดเกาะ (g.sec)	0.07^{a}	0.07^{a}	0.05^{b}
การเกาะติด (g)	-431.85^{b}	-453.52^{c}	-396.44^{a}
ความยืดหยุ่น	0.07^{a}	0.06^{b}	0.04^{c}

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 5 ซ้ำ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

3.2.3 ค่าสี

ค่าสีของมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน แสดงดังตารางที่ 4 ตัวอย่าง M-FF มีค่า L* สูงสุด เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่าง M-LF และ M-NF

การวิจัยการอนุรักษ์ มทร.พระนคร

($p<0.05$) ค่า L* บ่งบอกถึง ความสว่างของผลิตภัณฑ์อาหาร จากผลการทดลอง ตัวอย่าง M-LF และ M-NF มีความเข้มของสีช็อคโกแลตมากกว่าตัวอย่าง M-NF สำหรับค่า a* และค่า b* นั้น ตัวอย่าง M-LF และ M-NF มีค่า a* และ b* สูงกว่าตัวอย่าง M-FF ค่า a* บ่งบอกถึง ความเป็นสีแดง (+) และสีเขียว (-) ส่วนค่า b* บ่งบอกถึง ความเป็นสีเหลือง (+) และสีน้ำเงิน (-) จากผลการทดลอง ตัวอย่าง M-LF และ M-NF นั้นมีความเข้มของสีผลิตภัณฑ์มากกว่า M-FF ซึ่งเป็นชุดควบคุม โดยทั่วไปไขมันในอาหารมีผลต่อคุณลักษณะสีและลักษณะปรากฏ เนื่องจากไขมันบริเวณผิวหน้าอาหารมีผลต่อการกระเจิงแสง ทำให้อาหารที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันมีสีแตกต่างกัน Damodaran (1996) จากผลการทดลองความแตกต่างสีของตัวอย่างมูสช็อคโกแลตนั้น อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบทางเคมี โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณโปรตีนและไขมันในนมพาสเจอไรซ์ที่ใช้ผลิต (ตารางที่ 1) ส่งผลทำให้มูสช็อคโกแลตมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกันด้วย (ตารางที่ 2) จึงทำให้มูสช็อคโกแลตมีลักษณะสีแตกต่างกัน

ตารางที่ 4 ค่าสีมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันเต็ม (M-FF) ไขมันต่ำ (M-LF) และไม่มีไขมัน (M-NF)

ค่าสี	ตัวอย่าง		
	M-FF	M-LF	M-NF
L*	39.94[a]	33.05[b]	33.97[b]
a*	13.35[b]	14.44[a]	14.79[a]
b*	18.25[b]	18.97[ab]	19.82[a]

* ค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 5 ซ้ำ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

3.2.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากน้ำนมพาสเจอไรซ์ที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน

คะแนนความชอบมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 5 ตัวอย่างมูสช็อคโกแลตทุกชุดการทดลองได้รับคะแนนความชอบด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส กลิ่นรสไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ทั้งนี้ความไม่แตกต่างกันทางด้านเนื้อสัมผัสนั้น อาจเป็นผลมาจากการเติมน้ำตาล แม้ว่าน้ำตาลมีผลต่อการลดความสามารถในการเกิดฟอง แต่มีผลทำให้ฟองที่เกิดขึ้นนั้นมีความคงตัว เนื่องจากทำให้โปรตีนมีความหนืดเพิ่มขึ้น ลดอัตราการไหลของเหลวบริเวณผิวหน้าฟิล์มโปรตีน (Damodaran, 1996) อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างมูสช็อคโกแลต M-LF และ M-NF นั้นได้รับคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏสูงกว่าตัวอย่างมูสช็อคโกแลต M-FF ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากนม LF และ NF มีลักษณะและความสม่ำเสมอของฟองมากกว่านมพาสเจอไรซ์ FF (ภาพที่ 1 และ ตารางที่ 3) ซึ่งฟองนมที่มีความคงตัวได้นานกว่านั้นเป็นผลมาจากขนาดและความสม่ำเสมอของฟองที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ คะแนนความชอบด้านสีของมูสที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ FF น้อยกว่ามูสที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ NF ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณไขมันนมมีผลต่อการกระเจิงแสงของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4) ทั้งนี้ผู้ประเมินทางประสาทสัมผัสนั้นได้ให้คะแนนความชอบด้านสีของตัวอย่างมูสช็อคโกแลต NF สูงกว่า อาจเป็นผลมาจากความเข้มสีของตัวอย่าง เมื่อพิจารณาคะแนนความชอบรวมนั้น พบว่าตัวอย่างมูสช็อคโกแลต M-NF ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

และสี อย่างไรก็ตามจากการสังเกตของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัส มูสช็อคโกแลต M-NF มีสีเข้มกว่าชุดการทดลองอื่น จากผลการทดลองมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ที่มีปริมาณไขมันต่ำและไม่มีไขมันนั้นได้รับคะแนนความชอบเทียบเท่ากับมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ไขมันเต็ม

ตารางที่ 5 คะแนนความชอบมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันเต็ม (M-FF) ไขมันต่ำ (M-LF) และไม่มีไขมัน (M-NF)

คุณลักษณะ	ตัวอย่าง		
	M-FF	M-LF	M-NF
ลักษณะปรากฏ	6.80[b]	8.13[a]	7.47[a]
สี	7.47[b]	7.73[ab]	7.97[a]
กลิ่น	7.47[a]	7.74[a]	7.70[a]
รสชาติ	7.53[a]	7.67[a]	7.67[a]
เนื้อสัมผัส	7.43[a]	7.57[a]	7.57[a]
กลิ่นรส	7.50[a]	7.67[a]	7.67[a]
ความชอบรวม	7.30[b]	7.60[ab]	7.87[a]

* ค่าเฉลี่ยจากการประเมินทางประสาทสัมผัส 50 ซ้ำ

** ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

4. สรุป

มูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันต่ำ (LF) และไม่มีไขมัน (NF) นั้น สามารถนำมาผลิตมูสช็อคโกแลตและทำให้มีพลังงานจากไขมันลดลงประมาณ 1.5 เท่า ทั้งนี้มูสทุกชุดการทดลองมีคุณลักษณะทางกายภาพด้านสีและเนื้อสัมผัสแตกต่างกัน แม้ว่ามูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ LF และ NF จะมีค่าสีและเนื้อสัมผัสแตกต่างจากมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ FF การผลิตมูสช็อคโกแลตนั้นสามารถใช้นมพาสเจอไรซ์ NF ได้ ซึ่งได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสเทียบเท่ากับมูสช็อกโกแลต M-FF อย่างไรก็ตาม การศึกษาวิจัยการผลิตมูสที่มีความคงตัวและมูสเพื่อสุขภาพควรได้รับการพัฒนาต่อไป

5. เอกสารอ้างอิง

Aguirre-Mandujano, E., Labato-Calleros, C., Beristain, C.I., Garcia, H.S. and Vernon-Carter, E.J. 2009. **Microstructure and viscoelastic properties of low-fat yogurt structured by monoglyceride gels.** LWT-Food Science and Technology. 42: 938-944

Andreasen, T.G. and Nielsen, H. 1998. Ice cream and aerated desserts. In R. Early (ed.). **The technology of dairy products** (2nd ed.). pp. 321-326. London: Black Academic & Professional.

AOAC. (2000). **Official method of analysis of AOAC International**. (17th ed.). Washing DC: The association of official analytical chemists.

Aragon-Alego, L.C., Alegro, J.H.A., Cardarelli, H.R., Chiu, M.C. and Saad, S.M.I. 2007. **Probiotics and symbiotic chocolate mousse**. LWT Food Science and Technology. 40: 669-675.

Borcherding, K., Hoffmann, W., Lorenzen, P.Chr. and Schrader, K. 2008. **Effect of milk homogenization and foaming temperature on properties**

วารสารวิชาการ มทร.พระนคร

and microstructure of foams from pasteurized whole milk. LWT-Food Science and Technology. 41: 2036-2043.

Bourne, M.C. 1976. Interpretation of force curves from instru-mental texture measurement. In J.M. deMan, P.W. Voisey, V.F. Rasper, and D.W. Stanley (eds.) **Rheology and texture in food quality.** pp. 244-274. Westport, CT: AVI Publ. Co.

Buriti, F.C.A., Castro, I.A. and Saad, S.M.I. 2010. Effects of refrigeration, freezing and replacement of milk fat by inulin and whey protein concentrate on texture profile and sensory acceptance of symbiotic guava mousses. **Food Chemistry.** 123: 1190-1197.

Cardarelli, H.R., Aragon-Alegro, L.C., Alego, J.H.A., de Castro, I.A. and Saad, S.M. 2008. Effect of inulin and Lactobacillus paracasei on sensory and instrumental texture properties of functional chocolate mousse. **Journal of the Science and Food Agriculture.** 88: 1318-1324.

Chamber IV, E. and M.B. Wolf. 1996. **Sensory testing methods**. 2nd ed. American Society for Testing and Materials. Philadelphia: USA.

Corbin, E.A. and Whittier, E.O. 1965. The composition of milk. In B.H. Webb and A.H. Johnson (eds.). **Fundamental of Dairy Chemistry**. pp. 1-36. Westport, CT. AVI.

Damodaran, S. 1996. Amino acid, peptides, and proteins. In O.R. Fennema (ed.) **Food Chemistry**. 3rd. pp. 943-1012. New York. Marcel Dekker.

Güler-Akin, M.B., Akin, M.S., and Korkmaz, A. 2009. Influence of different exopolysaccharide-producing strains on the physicochemical, sensory and syneresis characteristics of reduced-fat stirred yoghurt. **International Journal of Dairy Technology.** 62: 422-430.

Herceg, Z., Rezek, A., Lelas, V., Kresic, C. and Franetovic, M. 2007. Effect of carbohydrates on the emulsifying foaming and freezing properties of whey protein suspensions. **Journal of Food Engineering.** 79: 279-286.

Marinova, K.G., Basheva, E.S., Nenova, B., Temelska. M., Mirarefi, A.Y., Campbell, B. and Ivanov, I.B. 2009. **Physico-chemical factors controlling the foamability and foam stability of milk proteins: sodium caseinate and whey protein concentrates**. Food Hydrocolloids. 23: 1864-1876.

Kilcast, D., and Clegg, S. 2002. **Sensory perception of creaminess and its relationship with food structure.** Food Quality and Preference. 13:

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

609-623.

Sathe, S.K. and Salunkhe, D.K. 1981. Functional properties of the Great Northern bean (Phaseolus vulgaris L.) protein: emulsion, foaming, viscosity, and gelation properties. **Journal of Food Science.** 46(1): 71-81.

Swaisgood, H.E. 1996. Characteristics of Milk. In O.R. Fennema (ed.) **Food Chemistry**. 3rd ed. pp. 841-878. New York: Marcel Dekker.

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร