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 อย่างไรก็ตามทุกตัวอย่างมูสช็อคโกแลตนั้นได้รับคะแนนความชอบด้านเนื้อสัมผัส 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*

1. บทนำ

มูส เป็นขนมหวานที่ได้รับความนิยมรับประทานหลังมื้ออาหารหลัก หรือจัดเป็นอาหารว่าง ส่วนประกอบหลักสำหรับการผลิตมูสนั้น ประกอบด้วย น้ำนม และครีมนม ปัจจุบันน้ำนมพาสเจอไรซ์ทางการค้ามีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ได้แก่ ไขมันเต็ม (full fat) ไขมันต่ำ (low fat) และปราศจากไขมัน (non fat) ซึ่งเป็นทางเลือกให้กับผู้บริโภคที่ต้องการจำกัดการบริโภคไขมันจากน้ำนม มูส จัดเป็นอาหารพร้อมบริโภคในกลุ่มผลิตภัณฑ์จากนม ที่อาศัยการเกิดสมบัติเชิงหน้าที่ของของโปรตีนนม 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 อย่างไรก็ตามการเกิดฟองยังขึ้นกับปัจจัยสิ่งแวดล้อม เช่น ค่า pH เกลือ น้ำตาล ลิพิด ความเข้มข้นของโปรตีน กระบวนการทำให้เกิดฟอง เป็นต้น นอกจากนี้ยังขึ้นกับชนิดของโปรตีนด้วย โดยทั่วไปโปรตีนนมประกอบด้วย 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 นอกจากนี้ความคงตัวของฟองนั้นมีความสำคัญต่อผลิตภัณฑ์ 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 อย่างไรก็ตามยังไม่มีข้อมูลการศึกษาการผลิตมูสช็อคโกแลตจากน้ำนมพาสเจอไรซ์ที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ได้แก่ ไขมันเต็ม ไขมันต่ำ และไม่มีไขมัน เพื่อเป็นการลดปริมาณพลังงานของมูสช็อคโกแลตแต่อาจมีผลกระทบต่อคุณลักษณะและการยอมรับของมูสช็อคโกแลต ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 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

ทำการผลิตมูสช็อคโกแลตตามสูตรที่ได้ผ่านการทดลองเบื้องต้นและดัดแปลงส่วนผสมแล้ว ด้วยนมพาสเจอไรซ์ทางการค้า ที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน ดังนี้ ไขมันเต็ม (M-FF) ไขมันต่ำ (M-LF) และไม่มีไขมัน (M-NF) กระบวนการผลิตเริ่มจากการให้ความร้อนกับนมพาสเจอไรซ์ (130 กรัม) จนกระทั่งอุณหภูมิ 85°C เติมช็อคโกแลตและคนกระทั่งละลาย (5 นาที) ขณะเดียวกัน นำวิปปิ้งครีม (238 กรัม) ผสมกับน้ำตาล

ทรายขาว (34 กรัม) และตีด้วยเครื่องตีผสมอาหาร (MK-GB1W Stand Mixer, Panasonic, China) ด้วยหัวตีแบบบีทเตอร์ (beaters) ความเร็วระดับ 3 นาน 10 นาที (อุณหภูมิ 4ºC ถึง 10ºC) จากนั้นนำส่วนของนมพาสเจอไรซ์-ช็อคโกแลตผสมกับวิปปิ้งครีม-น้ำตาลทรายขาวเข้าด้วยกัน นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4ºC นาน 2 ชั่วโมง นำมูสช็อคโกแลตที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ต่อไป

2.2.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและพลังงาน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า คาร์โบไฮเดรต และพลังงานของมูส ตามวิธีการของ 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 4-7ºC เท่ากับอุณหภูมิเสิร์ฟสำหรับการประเมินทางประสาทสัมผัส) ลงในถ้วยพลาสติกลักษณะรูปร่างของมูสเป็นทรงกระบอกขนาดความสูง 3 เซนติเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร (35 กรัม/ถ้วย) จากนั้นนำไปตรวจวัดเนื้อสัมผัสด้วยการกดสองครั้งของหัววัดชนิดอะลูมิเนียมทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร (P35) ระยะทางการกด เท่ากับ 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 4-7ºC) 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 ($p<0.05$) โปรตีนนมประกอบด้วย เคซีน และโปรตีนเวย์ (Swaisgood, 1996) ซึ่งมีความสำคัญต่อการเกิดสมบัติเชิงหน้าที่ เช่น การเกิดฟอง อิมัลซิไฟเออร์ การเกิดฟิล์ม เป็นต้น นอกจากนี้ NF ยังมีปริมาณไขมันต่ำน้อยที่สุด แต่มีปริมาณเถ้ามากที่สุด ($p<0.05$) ปริมาณเถ้า บ่งบอกถึง ปริมาณเร่ธาตุในอาหาร ซึ่งมาจากการเผาไหม้ตัวอย่างอาหารจนอยู่ในรูปของออกไซด์ของแร่ธาตุ Corbin and Whittier (1965) อ้างโดย Swaisgood (1996) รายงานว่า ปริมาณเถ้าของนมโคมีค่าเฉลี่ย 0.7% (ช่วง 0.68 – 0.74%) เกลือของสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่พบในนมได้แก่ คลอไรด์ ฟอสเฟต ซิเตรท โซเดียมไบคาร์บอเนต โพแทสเซียมไบคาร์บอเนต แคลเซียม และแมกนีเซียม (Swaisgood, 1996) นมที่มีการลดหรือกำจัดไขมัน มีการเติมโปรตีนนม หรือสารทดแทนไขมัน และสารอิมัลซิไฟเออร์ 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)

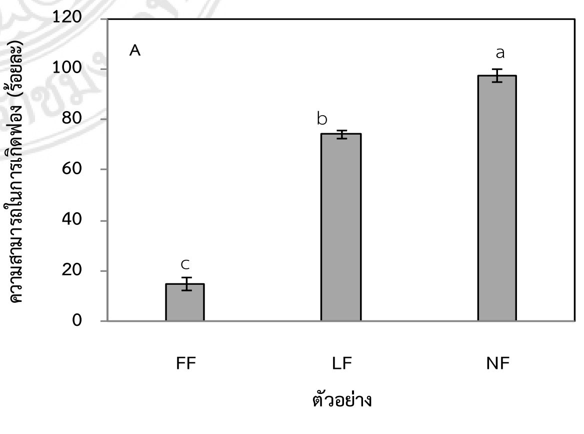
องค์ประกอบทางเคมี	ตัวอย่าง		
	FF	LF	NF
ความชื้น	88.05*^{c}**	90.16^{a}	89.82^{b}
โปรตีน	2.74^{c}	2.84^{b}	3.20^{a}
ไขมัน	2.19^{a}	0.42^{b}	0.12^{c}
เถ้า	0.73^{b}	0.75^{b}	0.85^{a}
คาร์โบไฮเดรต	6.29^{a}	5.83^{b}	6.01^{b}

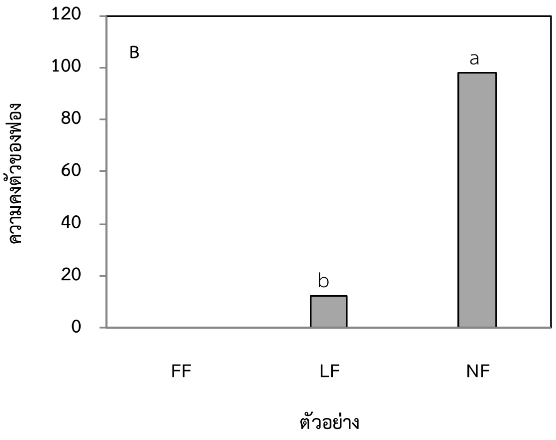
*ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

3.1.2 ความสามารถในการเกิดฟองและความคงตัวของฟอง

ความสามารถในการเกิดฟองและความคงตัวของฟอง บ่งบอกถึงความสามารถในการเกิดฟิล์มโปรตีนบริเวณผิวหน้าระหว่างอากาศและของเหลว ฟองเหล่านี้ควรมีความสามารถในการกระจายตัวและมีความคงตัว (Damodaran, 1996) Marinova et al. (2009) รายงานว่า โปรตีนนมมีผลต่อความคงตัวของผลิตภัณฑ์อาหารหลายชนิด รวมทั้งผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการฟองระหว่างการเตรียม เพื่อให้ได้คุณลักษณะสุดท้ายของอาหารตามต้องการและเป็นที่พึงพอใจของผู้บริโภค ความสามารถในการเกิดฟองของนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน แสดงดังภาพที่ 1 ตัวอย่างนม FF นั้นมีความสามารถในการเกิดฟองน้อยกว่านม LF และ NF ตามลำดับ ($p<0.05$) ตัวอย่าง NF มีความสามารถในการเกิดฟองมากที่สุด ($p<0.05$) โดยทั่วไปความสามารถในการเกิดฟองและความคงตัวของฟองนมนั้น มีความสำคัญต่อลักษณะของอาหารหลายชนิด เช่น มูส มาร์ชเมลโล ซูเฟล ขนมปังเค้ก ไอศกรีม วิปครีม เมอแรง เป็นต้น Damodaran (1996) กล่าวว่า ความเข้มข้นของโปรตีนมีผลต่อการเกิดฟอง เมื่อความเข้มข้นของโปรตีนเพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มความสามารถในการเกิดฟอง จากผลการทดลอง ความสามารถในการเกิดฟองของนม NF นั้นอาจเป็นผลมาจากนม NF มีปริมาณโปรตีนมากที่สุด (ตารางที่ 1) ดังนั้น การเกิดสมบัติเชิงหน้าที่ของโปรตีนนม และการเกิดอันตรกิริยาของส่วนประกอบอาหาร การตีหรือการวิปปิ้งโปรตีนนั้น ทำให้ได้ฟองขนาดเล็กเนื่องจากการกระทำของแรงเฉือนต่อการเสียสภาพของโปรตีนก่อนเกิดความสามารถในการดูดซับของโปรตีน (adsorbed protein) ซึ่งเป็นสมบัติต่อการเกิดฟองและความคงตัวของฟอง (Damodaran, 1996) สำหรับความคงตัวของฟองจากนมพาสเจอร์ไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันนั้นพบว่า นม NF มีความคงตัวของฟองมากที่สุด ($p<0.05$) ความคงตัวของฟองนั้น บ่งบอกถึง ความสามารถของฟองที่คงสมบัติเอาไว้เมื่อระยะเวลาผ่านไป เช่น ฟอง/ปริมาตร และหรือ ฟอง (Damodaran, 1996)

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 เนื่องจากฟิล์มไขมันขาดสมบัติการยึดเหนี่ยว (cohesive properties) จึงไม่สามารถต้านทานต่อแรงดันอากาศภายในฟองได้ ทำให้ฟองมีขนาดใหญ่ขึ้น และยุบตัวลง (Damodaran, 1996)





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

3.2 องค์ประกอบทางเคมี ลักษณะทางกายภาพและคุณภาพทางประสาทสัมผัสของมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน

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) นอกจากนี้มูส 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 ($p<0.05$) จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า มูสที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ที่มีไขมันแตกต่างกันมีปริมาณองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน ส่งผลทำให้พลังงานจากมูสแตกต่างกันด้วย

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**}	41.93^{b}	42.67^{a}
โปรตีน	2.74^{c}	2.84^{b}	3.20^{a}
ไขมัน	4.51^{a}	2.18^{b}	1.37^{c}
เถ้า	0.73^{b}	0.75^{b}	0.85^{a}
คาร์โบไฮเดรต	8.39^{a}	6.00^{b}	6.27^{b}

*ค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานจากการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ **ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

3.2.2 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ลักษณะเนื้อสัมผัสของของตัวอย่างมูสที่ผลิกจากนมพาสเจอไรซ์ที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันแสดงดังตารางที่ 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 นอกจากนี้การเติมโปรตีนเวย์จากนมสำหรับการผลิตมูสมีผลทำให้ความแน่นเนื้อของมูสเพิ่มขึ้น จากผลการทดลองความแน่นเนื้อของมูสช็อคโกแลตที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ทางการค้าที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกันนั้นอาจเป็นผลมาจากตัวอย่างนมพาสเจอไรซ์ทางการค้า 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 อาจเป็นผลมาจากความแตกต่างขององค์ประกอบทาง

เคมี 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 (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 นอกจากนี้คะแนนความชอบด้านสีของมูสที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ FF น้อยกว่ามูสที่ผลิตจากนมพาสเจอไรซ์ NF ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณไขมันนมมีผลต่อการกระเจิงแสงของผลิตภัณฑ์ (ตารางที่ 4) ทั้งนี้ผู้ประเมินทางประสาทสัมผัสนั้นได้ให้คะแนนความชอบด้านสีของตัวอย่างมูสช็อคโกแลต NF สูงกว่า อาจเป็นผลมาจากความเข้มสีของตัวอย่างเมื่อพิจารณาคะแนนความชอบรวมนั้น พบว่า ตัวอย่างมูสช็อค

โกแลต M-NF ได้รับคะแนนความชอบรวมสูงกว่าชุดการทดลองอื่น ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏและสี 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 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**. 3[rd]. 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: 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**. 3[rd] ed. pp. 841-878. New York . Marcel Dekker.