

ผลของการเสริมโซนน้ำต่อคุณภาพของซ็อกโกแลตชิพพ์ฟฟิน

วัฒน์ บุญวิทยา^{1*} นันทปภัทร์ ทองคำ¹ ภาสุรี ฤทธิเลิศ¹

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมโซนน้ำต่อคุณภาพของซ็อกโกแลตชิพพ์ฟฟิน โดยเสริมโซนน้ำเป็น 7 ระดับคือ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง โดยใช้ผู้ทดสอบ กึ่งฝึกฝนจำนวน 20 คน จากการทดลองพบว่าการเสริมโซนน้ำมีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ($p \leq 0.05$) ซึ่งซ็อกโกแลตชิพพ์ฟฟินสูตรเสริมโซนน้ำ 20 เปอร์เซ็นต์มีคะแนนความชอบรวมมากที่สุด การเสริมโซนน้ำไม่มีผลต่อร้อยละการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการอบ ($p > 0.05$) ปริมาตรจำเพาะของซ็อกโกแลตชิพพ์ฟฟินสอดคล้องกับผลการวัดความสูง การเสริมโซนน้ำไม่มีผลต่อความชื้น ไชมัน โปรตีน ไขมัน เส้นใย และคาร์โบไฮเดรต ($p > 0.05$) ของซ็อกโกแลตชิพพ์ฟฟินสูตรควบคุม และสูตรเสริมโซนน้ำ 20 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามซ็อกโกแลตชิพพ์ฟฟินสูตรเสริมโซนน้ำ 20 เปอร์เซ็นต์มีเส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ และวิตามินเอ (เบต้าแคโรทีน) สูงกว่าสูตรควบคุม แต่มีพลังงานน้อยกว่า ในระหว่างการเก็บรักษาทำการเปรียบเทียบซ็อกโกแลตชิพพ์ฟฟินสูตรควบคุมกับสูตรเสริมโซนน้ำ 20 เปอร์เซ็นต์ พบว่าการเสริมโซนน้ำมีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภคในด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม ($p \leq 0.05$) โดยผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับที่อายุการเก็บรักษา 4 วัน สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา พบว่าซ็อกโกแลตชิพพ์ฟฟินทั้งสองสูตรมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนคอกมผช.459/2549 ค่าที่ได้จากการวัดเนื้อสัมผัส ได้แก่ ความแข็ง ความยืดหยุ่น และพลังงานในการบดเคี้ยวของซ็อกโกแลตชิพพ์ฟฟินทั้งสองสูตรแตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ : โซนน้ำ ซ็อกโกแลตชิพพ์ฟฟิน

EFFECTS OF ADDED WATER MEAL ADDED CHOCOLATE CHIP MUFFIN QUALITY

Wattanee Boonwittaya^{1*} Nunpaphat Tongcom¹ Pasuree Rittilert¹

Abstract

The objectives of this study were to study the effect of water meal addition at 0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 percent by weight of flour by semi-trained panel 20 people. The result found that enhancing water meal effect on sensory quality, including in taste, texture and overall acceptance of consumers ($p \leq 0.05$), which the chocolate chip muffins added with the amount of 20 percent of water meal was rated with the highest overall acceptance. Water meal supplementation had no effect on the percentage of weight loss during baking ($p > 0.05$) and specific volume of chocolate chip muffins conformed to height measuring results. In addition water meal had no effect on moisture, fat, protein, ash, fiber and carbohydrate content ($p > 0.05$) of control and chocolate chip muffin recipes of 20 percent of water meal added. However, the muffin recipes of 20 percent of water meal added had insoluble fiber and vitamin A (beta carotene) higher than the control and the calories less than the control. The during storage, control recipe and the muffin recipes of 20 percent of water meal added was compared. The result found that water meal had effect to consumer acceptance including texture and overall ($p \leq 0.05$), which as consumer accepted the storage period for four days. The result related with analysis of microorganisms ; yeast and mold, that shelf life of both recipes was for 4 days which according to the Thai community product standard of cake (TCPS459/2549). The values obtained by measuring texture, including hardness, flexibility and calories used for chewing both chocolate chip muffin recipes were statistically significant differences ($p \leq 0.05$).

Keywords : Water Meal, Chocolate Chip Muffin

¹ Doctor of Education Program in Educational Administration, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under The Royal Patronage, e-mail: vrurdijournal@hotmail.com

*Corresponding author, e-mail: vrurdijournal@hotmail.com

บทนำ

ผำ หรือไข่น้ำ (Phum or Khai nam) เป็นไม้ลอยน้ำที่ต้นประกอบด้วยเมล็ดสีเขียว เป็นพืชดอกที่เป็นน้ำซึ่งมีขนาดเล็กที่สุด (อุมาพร และรัชฎา, 2553) ในประเทศไทยมีไข่น้ำ 2 ชนิด ได้แก่ *Wolffia arthiza* (L.) Wimm. และ *W. globosa* (L.) Wimm. สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศโดยใช้เมล็ด และสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศโดยการแตกหน่อ พบมากในระหว่างฤดูหนาวต่อกับฤดูร้อน บริเวณแหล่งน้ำนิ่งโดยเฉพาะภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือของประเทศไทย ขยายตามท้องตลาดกิโลกรัมละ 20-30 บาท (กันย์สินี, 2552) การเพาะเลี้ยงไข่น้ำในบ่อซีเมนต์สามารถเก็บผลผลิตได้วัน 2 สัปดาห์ หลังจากนั้นสามารถเก็บได้ทุกๆ 1 สัปดาห์ (ชินดวงใจ, ม.ป.ป.) จากการวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์โดยน้ำหนักแห้งของไข่น้ำ พบว่า มีโปรตีนร้อยละ 6.8-45 ไขมัน ร้อยละ 1.8-9.2 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14.1-43.6 และไฟเบอร์ร้อยละ 5.7-16.2 (กองโภชนาการ, 2544) ไข่น้ำเป็นพืชพื้นเมืองที่คนในภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือนิยมนำมาทำอาหารโดยปรุงให้สุกก่อนรับประทาน มีแคลเซียมและเบต้าแคโรทีนสูง มีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลา ไข่ เนื้อวัว และถั่วเหลือง (คันสนีย์, 2555)

มัฟฟิน (Muffin) เป็นผลิตภัณฑ์ขนมอบที่มีลักษณะคล้ายเค้ก คือ มีปริมาณน้ำในสูตรน้อยกว่าเค้กแต่มากกว่าคุกกี้ เนื้อสัมผัสขนมมีลักษณะหยาบ แน่นและหนักกว่าเค้ก ผิวหน้านูนและแตกเปลือกนอกเป็นสีน้ำตาลทองส่วนใหญ่ทำจากข้าวโพดบดหยาบ ข้าวสาลีบดทั้งเมล็ดและอาจมีรำข้าวสาลี ส่วนผสมที่ทำให้เกิดโครงสร้าง ได้แก่ แป้งสาลี นมสด ไข่ไก่ ส่วนผสมที่ทำให้เกิดความนุ่มได้แก่ สิ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู น้ำตาล ไขมัน (น้ำมันพืชหรือเนยละลาย) อาจจะมีส่วนผสมอื่นๆ เช่น เกลือ ลูกเกด ช็อกโกแลตชิพ กล้วยหอม เป็นต้น มัฟฟินแบ่งได้เป็น 2 ประเภทตามชนิดของสิ่งที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขึ้นฟู ได้แก่ อเมริกันมัฟฟิน ซึ่งใช้สารเคมีขึ้นฟู และอิงลิชมัฟฟิน ใช้ยีสต์เป็นสิ่งที่ทำให้ขึ้นฟู (วัฒน์, 2556) ซึ่งมัฟฟิน ทั้ง 2 ชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมาก เนื่องจากมัฟฟินดั้งเดิม (อิงลิชมัฟฟิน) กำเนิดในประเทศอังกฤษ มีลักษณะและรสชาติเหมือนขนมปังเนื้อแน่น มีรูปร่างกลมแบน ผ่าครึ่งแบบขนมปังแอมเบอร์เกอร์ รสจัด นิยมรับประทานกับแยม เนย หรือสอด้ใส่เป็นอาหารเช้า สำหรับมัฟฟินแบบอเมริกัน มีลักษณะคล้ายเค้กถ้วยกระดาศ เช่น เค้กกล้วยหอม จากลักษณะของมัฟฟินที่พบเห็นทั่วไป คนทั่วไปส่วนใหญ่เข้าใจตรงกันเป็นมัฟฟินแบบอเมริกัน มีลักษณะคล้ายกับเค้กถ้วยขนาดเล็ก มัฟฟินที่นิยมรับประทานในประเทศไทยส่วนใหญ่เป็นอเมริกันมัฟฟิน มีลักษณะคล้ายเค้กได้แก่ เนื้อสัมผัสค่อนข้างแน่นแข็ง ผิวหน้านูนแตก ขึ้นฟูด้วยสารเคมี เช่น ผงฟู หรือโซดาอเมริกันมัฟฟินเป็นขนมอบที่ผลิตง่าย ใช้เวลาสั้น รับประทานได้ทั้งอาหารหวานและอาหารว่าง (เจตนิพัทธ์และจักรวาล, 2556)

คณะผู้วิจัยได้เล็งเห็นประโยชน์ของการนำไข่น้ำซึ่งเป็นพืชพื้นบ้านของไทยที่มีราคาถูก และมีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะเยื่อใย แคลเซียม และเบต้าแคโรทีน มาเสริมในมัฟฟินเพื่อสร้างมูลค่าเพิ่มในรูปของอาหารเสริมสุขภาพ โดยมีฟิโนที่ได้มีคุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลินทรีย์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 2 ของนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2555-2559) ว่าด้วยการสร้างศักยภาพและความสามารถเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาปริมาณไข่น้ำที่เหมาะสมในการผลิตช็อกโกแลตชิพมัฟฟิน
2. เพื่อศึกษาผลของการเสริมไข่น้ำที่มีต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัส คุณภาพทางเคมี คุณภาพทางกายภาพ และคุณภาพทางจุลินทรีย์ของช็อกโกแลตชิพมัฟฟิน

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเตรียมใช้น้ำ

โดยซื้อใช้น้ำมาจากตลาดไท จังหวัดปทุมธานี นำใช้น้ำมาล้างมาทำความสะอาดด้วยน้ำ ห่อด้วยผ้าขาวบาง นำไปลวกในน้ำร้อนอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส นาน 2 นาที แช่น้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ผึ่งให้สะเด็ดน้ำบนตะแกรง 10 นาที (ใจศรารุญ, 2553)

2. การผลิตซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินเสริมใช้น้ำ

เตรียมส่วนผสมโดยใช้สูตรควบคุมของ วัฒน์ (2555) ที่ผ่านการทดสอบทางประสาทสัมผัส ทำการเตรียมส่วนผสมของการผลิตซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินดังนี้ แป้งสาลีเอนกประสงค์ (260 กรัม) แป้งสาลีผลิตเค้ก (100 กรัม) ผงฟู 2 ชั้นตอน (8.8 กรัม) ผงโกโก้ (80 กรัม) กาแฟผง (20 กรัม) เกลือป่น (1.6 กรัม) ไข่ไก่เบอร์ 0 (284 กรัมหรือ 4 ฟอง) กลี้นวานิลลา (6.4 กรัม) เนยสดชนิดเค็ม (200 กรัม) น้ำตาลทรายบดละเอียด (320 กรัม) นมสดระเหย (240 กรัม) ซ็อกโกแลตชิพ (150 กรัม) และเม็ดมะม่วงหิมพานต์ (200 กรัม) สำหรับการเสริมใช้น้ำในผลิตภัณฑ์ซ็อกโกแลตชิพมัฟฟิน เสริมใช้น้ำเป็น 7 ระดับ ได้แก่ 0, 5, 10, 15, 20, 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแป้ง วิธีการผลิตโดยร่อนแป้งสาลีเอนกประสงค์ แป้งสาลีผลิตเค้ก ผงฟู 2 ชั้นตอน โกโก้และกาแฟ เติมเกลือในส่วนผสมที่ร่อนแล้วพักไว้ ตีเนยสดด้วยหัวตีไปไม้ ใช้ความเร็วปานกลาง 2 นาที (เครื่องผสมคิทเชนเอท ระดับ 5) เติมน้ำตาลทรายบดละเอียด ตีด้วยความเร็วปานกลาง 2 นาที เติมไข่ไก่ที่ละลาย ผง ตีด้วยความเร็วปานกลาง ปฏิบัติเช่นนี้จนครบทั้ง 4 ฟอง ใช้เวลา 2 นาที เติมน้ำตีผสมด้วยความเร็วปานกลาง 1 นาที เติมแป้งสลับกับของเหลว (แป้ง 3 ส่วน ของเหลว 2 ส่วน) เริ่มต้นที่แป้งสิ้นสุดที่แป้ง ใช้ความเร็วต่ำ เวลา 1 นาที (เครื่องผสมคิทเชนเอท ระดับ 2) ตักใส่ขามผสมเติมซ็อกโกแลตชิพคนให้เข้ากัน เบาๆ ด้วยตะกร้อมือ ชั่งน้ำหนักเบตเตอร์ 50 กรัม ต่อ 1 ถ้วย นำเข้าอบที่ อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 25-30 นาที พักมัฟฟินให้เย็นประมาณ 25 นาที นำไปตรวจสอบคุณภาพ

3. ศึกษาคุณภาพซ็อกโกแลตชิพมัฟฟิน

3.1 ศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้าน สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ตามวิธีการของ Chamber IV and Wolf (1996) ด้วยวิธี 9-point hedonic scale ช่วงคะแนน 1-ช่วงคะแนน 1-9 (1ไม่ชอบมากที่สุด, 2 ไม่ชอบมาก, 3 ไม่ชอบปานกลาง, 4 ไม่ชอบเล็กน้อย, 5 เฉยๆ, 6 ชอบเล็กน้อย, 7 ชอบปานกลาง, 8 ชอบมาก และ 9 ชอบมากที่สุด) โดยใช้ผู้ชิมกึ่งฝึกฝนจำนวน 20 คน ผู้ทดสอบชิมแต่ละคนจะได้รับตัวอย่างมัฟฟินตัวอย่างละ 50 กรัม จำนวน 1 เพื่อคัดเลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด วางแผนการทดลองแบบบล็อกสุ่มสมบูรณ์ (Randomized complete block design, RCBD) วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยการวิเคราะห์ความแปรปรวนจำแนกทางเดียว (One – Way ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Duncan’s New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ

3.2 ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักในระหว่างการอบ (Martinez-Cervera, S และคณะ, 2011) ความหนาแน่น (Matos, M. E.; Sanz, T, & Rosell, C. M, 2014) ปริมาตรจำเพาะด้วยวิธี (American association of cereal chemists,1995) และความสูง (Martinez-Cervera, S.; Salvador, A, & Sanz, T, 2014) ด้วย Vernier Caliper

3.3 ศึกษาคุณภาพด้านเคมี ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน เส้นใยและเถ้า (AOAC, 2000) คาร์โบไฮเดรตและพลังงาน (โดยวิธีคำนวณ) โยอาหารที่ละลายน้ำ และโยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (AOAC, 1995) เบต้าแคโรทีน (โดย HPLC) และแคลเซียม (ICP)

4. ศึกษาอายุการเก็บรักษา

โดยเปรียบเทียบช็อกโกแลตชิพพ์พินสูตรควบคุมกับสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด ในด้านต่างๆ

4.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale ช่วงคะแนน 1-9)1=ไม่ชอบมากที่สุด 9= ชอบมากที่สุด วางแผนการทดลองโดยมี (1 สิ่งการทดลอง คือ 2สูตรควบคุม และ (2สูตรที่ผู้บริโภคยอมรับ ทำการทดลอง ซ้ำ วิเคราะห์ 3ผลโดย Two Sample T-test (Independent-sample) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์ความแปรปรวน)Analysis of variance : ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4.2 คุณภาพทางกายภาพ วัดค่า Texture Profile Analysis (TPA) ด้วยเครื่อง Texture analyser รุ่น TA.XT Plus ใช้ load cell ดัดแปลงจากวิธีการของ (Martinez-Cervera, S; Salvador, A & Sanz, T, 2014) วิเคราะห์ค่า hardness, cohesiveness, springiness, และ chewiness จากกราฟ TPA

4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic Plate Count) Bacteriological Analytical Manual Chapter 3 (BAM, 2001) ปริมาณยีสต์และรา (Yeasts, Molds and Mycotoxins) Bacteriological Analytical Manual Chapter 18 (BAM, 2001)

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ช็อกโกแลตชิพพ์พินเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมากที่สุด แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 1 พบว่าการเสริมไขมันที่ 25 % และ 30 % ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านด้านรสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมลดลงอย่าง แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ความเข้มข้นของรสชาติลดลงเนื่องจากไขมันมีปริมาณความชื้นมาก สอดคล้องกับงานวิจัยของศิริลักษณ์ (2556) พบว่า บราวนี่เสริมไขมันมีคะแนนการยอมรับด้านสี ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ด้านกลิ่น เนื่องจากทุกสูตรมีส่วนผสมของเนยสดชนิดเค็ม วานิลลา โกโก้ และกาแฟ ซึ่งให้กลิ่นที่เด่นชัด ดังนั้นในการศึกษาขั้นต่อไปจึงนำช็อกโกแลตชิพพ์พินสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มาศึกษาคุณภาพทางด้านต่างๆ คู่กับสูตรควบคุม

ตารางที่ 1 คะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสของซ็อกโกแลตชิพฟิโนเสริมไขมัน

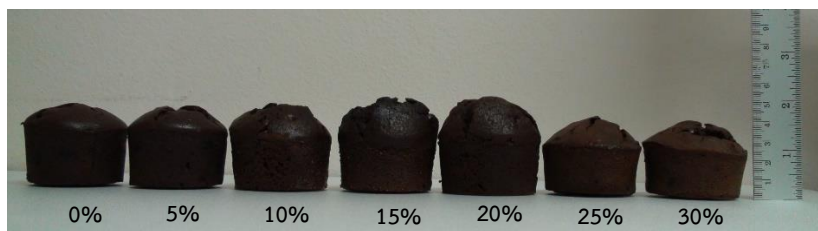
ไขมัน(%)	สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	รสชาติ*	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	7.00±0.823	7.45±0.832	7.33 ^a ±0.951	6.13 ^{cd} ±1.455	6.97 ^c ±1.426
5	7.05±1.032	7.38±1.091	7.15 ^a ±0.659	6.47 ^{bc} ±1.241	7.48 ^b ±1.214
10	7.08±0.889	7.20±0.777	7.18 ^a ±0.596	6.55 ^b ±0.910	7.57 ^b ±0.927
15	7.10±0.796	7.18±0.833	7.20 ^a ±0.684	6.87 ^{ab} ±0.812	7.83 ^{ab} ±1.251
20	7.12±0.825	7.12±0.825	7.33 ^a ±0.747	7.07 ^a ±0.733	8.15 ^a ±0.840
25	7.17±0.885	7.10±0.858	6.75 ^b ±0.773	6.48 ^{bc} ±0.833	7.05 ^{cd} ±0.157
30	7.27±1.039	7.07±0.686	6.65 ^b ±1.102	5.93 ^d ±1.039	6.43 ^e ±0.157

หมายเหตุ : ^{ns} ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

^{abc} ตัวอักษรต่างกันแถวเดียวกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

2. คุณภาพทางกายภาพ

การสูญเสียน้ำหนักของซ็อกโกแลตชิพฟิโนมีแนวโน้มลดลง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) การเสริมไขมันทำให้ปริมาตรจำเพาะเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสูตรควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 2 ปริมาตรจำเพาะที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นลดลง แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และยิ่งส่งผลต่อความสูงของซ็อกโกแลตชิพฟิโนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 1 พบว่าร้อยละของการสูญเสียน้ำหนักมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามปริมาณของไขมันที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากไขมันมีความชื้นสูง เมื่อนำไปอบที่อุณหภูมิสูงทำให้น้ำระเหยออกไปมากขึ้น ความสูงของซ็อกโกแลตชิพฟิโนจึงลดลง Banu, Ismaili & Figen (2008) กล่าวว่าไขมันมีความชื้นสูง 93.56 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นเพิ่มขึ้นส่งผลให้ความหนาแน่นลดลง ในขณะที่ปริมาตรจำเพาะและความสูงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากความชื้นมีผลต่อการขยายตัวและเพิ่มปริมาตรของซ็อกโกแลตชิพฟิโน การเสริมไขมันที่ระดับ 25 และ 30 เปอร์เซ็นต์ มีการสูญเสียน้ำหนัก และความหนาแน่นเพิ่มขึ้น ส่วนปริมาตรจำเพาะ และความสูงลดลง เนื่องจากความชื้นที่มากเกินไปส่งผลต่อการเกิดโครงสร้างของร่างแหกลูเตน ทำให้ความสามารถในการเก็บกักอากาศน้อยลง ส่งผลให้ซ็อกโกแลตชิพฟิโนมีความหนาแน่นและความสูงต่ำกว่าสูตรควบคุม อุทัยวรรณ และสุนทรี (2553) กล่าวว่า ความหนาแน่น และปริมาตรจำเพาะเป็นค่าที่บ่งบอกถึงเนื้อสัมผัสด้านความนุ่ม



ภาพที่ 1 ความสูงและลักษณะภายนอกของซ็อกโกแลตชิพฟิโนที่ทำการแปรปริมาณไขมันที่ระดับต่างๆ

ตารางที่ 2 ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก ความหนาแน่น ปริมาตรจำเพาะ และความสูงของซ็อกโกแลตชิพมัฟฟิน ที่ทำการแปรปริมาณไขมันที่ระดับต่างๆ

ไขมัน (%)	การสูญเสียน้ำหนัก (ร้อยละ) ^{ns}	ความหนาแน่น (g/ml)	ปริมาตรจำเพาะ (ml/g)	ความสูง (cm)
0	2.24±0.519	0.66 ^a ±1.529	1.52 ^c ±2.895	4.47 ^c ±0.028
5	2.26±0.561	0.63 ^b ±0.235	1.59 ^{bc} ±0.257	4.55 ^{bc} ±0.000
10	2.30±0.333	0.62 ^b ±0.620	1.62 ^{bc} ±0.459	4.82 ^b ±0.063
15	2.32±0.448	0.59 ^{bc} ±1.448	1.68 ^a ±1.675	4.95 ^b ±0.099
20	2.34±0.466	0.54 ^c ±5.034	1.84 ^a ±6.034	5.16 ^a ±0.035
25	2.50±0.639	0.63 ^b ±1.655	1.60 ^{bc} ±1.209	4.31 ^c ±0.007
30	2.54±0.169	0.64 ^b ±0.451	1.57 ^c ±0.431	4.24 ^c ±0.035

หมายเหตุ : ^{a b c} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ (p<0.05)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

3. คุณภาพทางด้านเคมี

ซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้น ไขมัน โปรตีน ไขมัน และเส้นใย สูงกว่าสูตรควบคุม ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 3 เนื่องจากในไขมันมีองค์ประกอบของความชื้น ไขมัน โปรตีน ไขมัน และเส้นใย 5.18, 4.80, 20.32, 17.21 และ 11.81 เปอร์เซ็นต์ (น้ำหนักแห้ง) ตามลำดับ (ศิริภาวี และคณะ, 2544) ดังนั้นเมื่อนำไขมันมาเสริมในซ็อกโกแลตชิพมัฟฟิน จึงส่งผลให้องค์ประกอบทางเคมีเพิ่มสูงขึ้น และยังพบว่าซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์มีค่าพลังงานน้อยกว่าสูตรควบคุม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05) เนื่องจากในไขมันมีเส้นใยสูง โดยซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำได้ และใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ 1.14 และ 1.80 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ สอดคล้องกับงานวิจัยของ อุมภาพร และ รัชฎา (2553) ที่พบว่าไขมันมีปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำมากกว่าใยอาหารที่ละลายน้ำได้ เท่ากับร้อยละ 11.05 และ 3.82 ตามลำดับ ซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณวิตามิน A ในรูปของเบต้าแคโรทีนเพิ่มขึ้นถึง 2.50 เท่าของสูตรควบคุม สอดคล้องกับ กันยีสินี (2552) กล่าวว่าไขมันมีปริมาณเบต้า-แคโรทีนสูง พิมพ์เพ็ญ และนิธิยา (2558) กล่าวว่า เบต้าแคโรทีน (Beta Carotene) เป็นลิพิด (lipid) กลุ่มรงควัตถุ (Pigment) ที่มีสีส้ม สีเหลือง อยู่ในกลุ่มแคโรทีนอยด์ (Carotenoid) จัดเป็นแคโรทีนอยด์พวกที่เป็นสารตั้งต้นของวิตามินเอ (pro vitamin A) เพราะสามารถเปลี่ยนรูปเป็นเรตินอล (Retinol) ได้ที่เยื่อผนังลำไส้เล็กและตับ

ตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของซ็อกโกแลตชิพมัฟฟิน

องค์ประกอบทางเคมี (ร้อยละโดยน้ำหนักแห้ง)	ซ็อกโกแลตชิพมัฟฟิน (สูตรควบคุม)	ซ็อกโกแลตชิพมัฟฟิน (เสริมไขมัน 20 %)
ความชื้น ^{ns}	21.84±2.04	30.95±5.80
ไขมัน ^{ns}	20.76±0.34	21.31±0.51
โปรตีน ^{ns}	7.34±0.44	7.64±0.22
เถ้า ^{ns}	1.65±1.41	2.06±0.76
เส้นใย ^{ns}	1.32±0.10	1.56±0.33
คาร์โบไฮเดรต ^{ns}	47.09±0.54	36.48±5.35
พลังงาน(กิโลแคลอรี/100 กรัม)	404.59 ^a ±6.61	379.26 ^b ±0.98
ปริมาณใยอาหารที่ละลายน้ำ (%)	1.62	1.14
ปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (%)	1.08	1.80
วิตามิน A (β -carotene) (ไมโครกรัม/100 กรัม)	53.51	133.56
แคลเซียม (มิลลิกรัม/100 กรัม)	73.24	68.54

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

^{a,b} หมายถึง ตัวเลขที่มีตัวอักษรกำกับในคอลัมน์เดียวกันแสดงถึงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq 0.05$)

4. ศึกษาอายุการเก็บรักษา

4.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัส

ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้นส่งผลต่อคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสด้านเนื้อสัมผัส และความชอบรวม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4 คะแนนการยอมรับด้านสีและกลิ่น ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) พบว่าซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินทั้ง 2 สูตร มีอายุเก็บรักษา 4 วัน เนื่องจากวันที่ 5 ผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์ (ไม่ชอบเล็กน้อย มีคะแนนความชอบ 4 คะแนน) ถือว่าสิ้นสุดการเก็บรักษา การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสที่เห็นได้ชัดคือ อายุการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินทั้ง 2 สูตร มีแนวโน้มแห้ง แข็ง และร่วน โดยสูตรควบคุมแห้งและร่วนกว่าสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากเส้นใยในไขมันมีความสามารถในการอุ้มน้ำ (อุษาและคณะ, 2555) สอดคล้องกับอภิญา (2013) ที่พบว่าอายุการเก็บรักษามัฟฟินที่นานขึ้น จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น รสชาติ กลิ่น และความรู้สึกรสในปาก ลักษณะที่ปรากฏคือ มัฟฟินจะแห้ง แข็ง และร่วนขึ้น งามทิพย์ (2550) กล่าวว่าผลิตภัณฑ์ขนมอบโดยทั่วไป เมื่อเก็บไว้ในอากาศจะมีแนวโน้มสูญเสียน้ำทำให้เนื้อสัมผัสร่วนและแห้ง เรียกว่าการเกิดสเตลิง ผลของการเกิด สเตลิงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางด้านประสาทสัมผัส เช่น กลิ่น รส ความรู้สึกในปาก และลักษณะปรากฏ คือ ผลิตภัณฑ์จะแห้งและแตกง่าย

ตารางที่ 4 ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสของซ็อกโกแลตชิพัมพ์ฟินสูตรควบคุมและสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์

ระยะเวลาการเก็บรักษา (วัน)	สูตร	ลักษณะทางประสาทสัมผัส			
		สี ^{ns}	กลิ่น ^{ns}	เนื้อสัมผัส	ความชอบรวม
0	1	7.75±0.932	7.77±0.698	7.54 ^b ±0.414	7.43 ^b ±0.981
	2	7.82±0.651	7.75±0.836	7.78 ^a ±0.512	8.32 ^a ±0.651
1	1	7.50±1.066	7.65±0.547	7.50 ^b ±0.071	7.28 ^b ±0.958
	2	7.58±0.645	7.58±0.889	7.70 ^a ±0.403	8.37 ^a ±0.712
2	1	7.20±0.732	7.02±0.725	7.08 ^b ±0.767	7.10 ^b ±0.838
	2	7.20±0.684	6.83±0.785	7.25 ^a ±0.579	7.62 ^a ±0.640
3	1	6.83±0.827	6.55±0.699	6.68 ^b ±0.655	6.53 ^b ±0.747
	2	6.88±0.783	6.50±0.725	7.06 ^a ±0.442	6.98 ^a ±0.911
4	1	6.00±0.939	6.12±0.490	6.04 ^b ±0.872	6.05 ^b ±0.928
	2	6.07±0.918	6.03±0.581	6.78 ^a ±0.911	6.40 ^a ±0.827
5	1	4.72±1.043	4.80±0.605	4.61 ^b ±0.785	4.62 ^b ±0.691
	2	4.78±0.846	4.70±0.788	4.82 ^a ±0.516	4.93 ^a ±0.899

หมายเหตุ: สูตรที่ 1 สูตรควบคุม

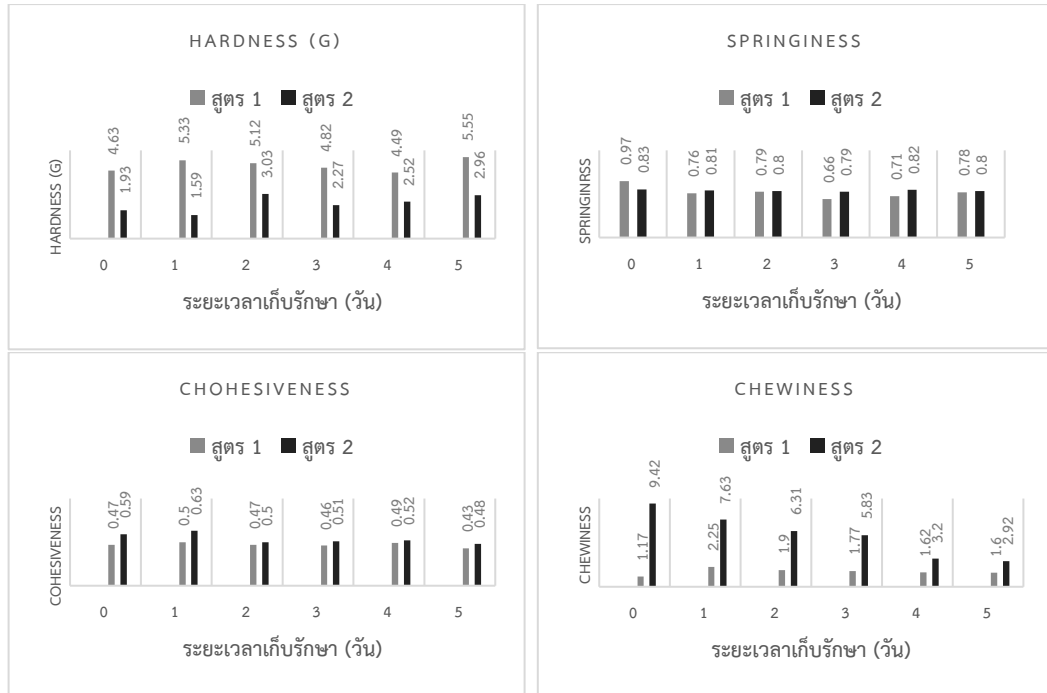
สูตรที่ 2 สูตรที่ผู้บริโภครีบมากที่สุด (เสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

^{ab} ตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

4.2 คุณภาพทางกายภาพ

คุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของซ็อกโกแลตชิพัมพ์ฟินสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ และสูตรควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 2 พบว่าการเติมไขมันในซ็อกโกแลตชิพัมพ์ฟินมีผลต่อความแข็ง ความยืดหยุ่น และพลังงานในการเคี้ยวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ความเกาะติดกันไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ค่าความแข็งของทั้ง 2 สูตร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น โดยซ็อกโกแลตชิพัมพ์ฟินสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มีค่าความแข็งน้อยกว่าสูตรควบคุม สอดคล้องกับการทดสอบคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสในขณะเก็บรักษาพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนด้านเนื้อสัมผัสซ็อกโกแลตชิพัมพ์ฟินสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มากกว่าสูตรควบคุม ไขมันเป็นพืชน้ำที่มีความชื้นและเส้นใยสูง ส่งผลให้ความยืดหยุ่นและความเกาะติดกันของซ็อกโกแลตชิพัมพ์ฟินสูตรควบคุมมีค่าน้อยกว่าซ็อกโกแลตชิพัมพ์ฟินสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ ส่วนพลังงานในการเคี้ยว พบว่าซ็อกโกแลตชิพัมพ์ฟินสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มีความนุ่มมากกว่าสูตรควบคุม



ภาพที่ 2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพเนื้อสัมผัส (Texture Profile Analysis; TPA) ของซ็อกโกแลตชิพฟัพพิน สูตรควบคุมและสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์

หมายเหตุ : สูตรที่ 1 สูตรควบคุม

สูตรที่ 2 สูตรที่ผู้บริโภคมอบรับมากที่สุด (เสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์)

^{ns} ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

* มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์

ซ็อกโกแลตชิพฟัพพินทั้ง 2 สูตรมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน ตั้งแต่วันที่ 0 ถึงวันที่ 5 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น โดยวันที่ 5 ซ็อกโกแลตชิพฟัพพินสูตรควบคุมและสูตรเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มีจุลินทรีย์ทั้งหมด เท่ากับ 1.2×10^6 และ 1.4×10^6 (CFU/g) ตามลำดับ ส่วนยีสต์และราเท่ากับ 101 และ 112 (CFU/g) ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เค้ก มพช. 459/2549 ที่กำหนดให้ตัวอย่าง 1 กรัม มีจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^6 โคโลนี มียีสต์และราไม่เกิน 100 โคโลนี ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์สอดคล้องกับ ผลการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบรวม ขณะเก็บรักษาที่มีอายุการเก็บรักษา 4 วัน ดังนั้น ซ็อกโกแลตชิพฟัพพินทั้ง 2 สูตรมีอายุการเก็บรักษา 4 วัน

สรุป

ผู้บริโภครับการยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินในระดับที่เหมาะสม คือเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ การเสริมไขมันที่มีผลคุณภาพทางทางเคมี พบว่าซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินเสริมไขมัน 20 เปอร์เซ็นต์ มีความชื้น ไขมัน โปรตีน เถ้า เส้นใย ปริมาณใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ และวิตามินเอ (เบต้าแคโรทีน) สูงกว่าสูตรควบคุม ส่วนคุณภาพทางกายภาพของซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินเสริมไขมันที่ 20 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาตรจำเพาะและความสูงมากกว่าสูตรควบคุมแต่มีความหนาแน่นน้อยกว่าสูตรควบคุม ทั้งนี้ซ็อกโกแลตชิพมัฟฟินทั้ง 2 สูตรมีอายุการเก็บรักษา 4 วันที่อุณหภูมิห้อง (30 ± 2 องศาเซลเซียส)

ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการศึกษาการใช้ไขมันในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่อื่นๆ เช่น เค้กกล้วยหอม บราวนี่ ผลิภัณฑ์เนื้อ เช่น หมูยอ ผลิภัณฑ์อื่น ๆ เช่น บะหมี่ ไอศกรีม เป็นต้น เพื่อเพิ่มทางเลือกให้กับผู้บริโภค ที่ต้องการโปรตีนจากพืช
2. ควรศึกษาวิธีการเตรียมไขมันด้วยวิธีอื่น เช่น Freeze dry เพื่อเป็นการยืดอายุการเก็บรักษาไขมัน และสะดวกต่อการใช้งาน

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่องผลของการเสริมไขมันต่อคุณภาพของซ็อกโกแลตชิพมัฟฟิน ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ หลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่เอื้ออำนวยสถานที่วิจัย ตลอดจนเครื่องมือวิจัยบางส่วน ขอขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ที่กรุณาสนับสนุนทุนวิจัย (วจ.) ปงบประมาณ 2557 เป็นอย่างสูง

เอกสารอ้างอิง

- กองโภชนาการ กระทรวงสาธารณสุข. 2544. คุณค่าอาหารส่วนที่กินได้ 100 กรัม ของผัก. กรุงเทพฯ : กองโภชนาการ กรมอนามัย.
- กันยสินี พันธุ์วินชดาตรง. 2552. การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของไขมัน (Walffia arrhiza (L.) Wimm.) และวิธีในการเพาะขยายพันธุ์แบบหมวมวล. ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. การบรรจุอาหาร (Food Packaging). กรุงเทพฯ : เอส.พี.เอ็ม.การพิมพ์จำกัด.
- เจตนิพัทธ์ บุญยสวัสดิ์ และจักรารุช ภูเสม. 2556. ผลของการเสริมกากปีรุธต่อคุณลักษณะทางกายภาพและการยอมรับของมัฟฟิน. วารสารวิชาการและวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ฉบับพิเศษ. การประชุมวิชาการนานาชาติมหาวิทยาลัยราชวมงคล ครั้งที่ 5 ณ มหาวิทยาลัยราชวมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์หันตรา 23-25 กรกฎาคม 2557. หน้า 287-295.
- ชื่นดวงใจ คงบาล. ม.ป.ป. การเพาะเลี้ยงไขมัน (ผัก). ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนาอาชีพการเกษตร จังหวัดนครราชสีมา สำนักส่งเสริมและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 7 จังหวัดนครราชสีมา กรมส่งเสริมการเกษตร. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.nesdoae.doe.go.th/> (17 พฤศจิกายน 2559).

- นิธิยา รัตนพานนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ โอ.เอส.พรีนติ้ง เฮ้าส์.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนพานนท์. 2558. Beta Carotene / บีตา-แคโรทีน. [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/2026/beta-carotene-เบต้าแคโรทีน> (8 ธันวาคม 2558).
- ศันศนีย์ อุดมอ่าง. 2555. การพัฒนาตำรับอาหารจากไข่น้ำเพื่อส่งเสริมการใช้ประโยชน์ระดับชุมชนและเชิงพาณิชย์. คณะเทคโนโลยีการเกษตร, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์.
- ศิริภาวี ศรีเจริญ และคณะ. 2554. การเพาะเลี้ยงไข่น้ำ (*Wolffia arrhiza*) สำหรับลดต้นทุนค่าอาหารปลา. รายงานการวิจัยหมวดการอุดหนุนทั่วไป.
- ศิริลักษณ์ จันทร์ฤทธิ์. 2556. การผลิตบราวนี่เสริมไข่น้ำ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์.
- สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. ม.ป.ป. นโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2555-2559). [ระบบออนไลน์]. แหล่งที่มา http://www.nrct.go.th/th/Portals/0/data/%E0%B8%81%E0%B8%9C/2555/10/NRCT-Strategy55-59_update1.pdf (3 มิถุนายน 2557).
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. 2549. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเด็ก. กระทรวงอุตสาหกรรม มผช.456-2549.
- อภิญา เจริญกุล. 2013. ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวกล้องงอกต่อคุณภาพของมัฟฟิน. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย.
- อุมาพร นิยะนุช และ รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย. 2553. ผลของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อการเปลี่ยนแปลงคุณลักษณะของไข่น้ำ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 41:1 (พิเศษ) : 247-250.
- อุทัยวรรณ ทองทั้งวงศ์ และ สุนทรี สุวรรณสิขินน์. 2553. ผลของการทดแทนแป้งสาลีด้วยแป้งข้าวสาลีต่อคุณภาพของบัตเตอร์เค้ก. เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ครั้งที่ 48: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 3-5 กุมภาพันธ์ 2553. หน้า 195-202.
- อุษา ภูคัสมาส, เย็นใจ จิตะฐาน และวาสนา นารี. 2555. อาหารเส้นใย อาหารต้านโรค. วารสารอาหาร. สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 42(2) : 140-141.
- อำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์ และ ปิยะมาภรณ์ ชัยกุลเสรีวัฒน์. 2549. การผลิตโยเกิร์ตเสริมฟ้ำ. วารสารเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยสยาม. 3(4): 30-36.
- AOAC. 1995. Total, soluble and insoluble dietary fiber in foods. AOAC official method 991.43. Official method of analysis (16th ed.). Arlington, VA : AOAC International.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA : AOAC.
- BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual Chapter 3 Aerobic Plate Count. Food and Drug Administration, USA.
- BAM. 2001. Bacteriological Analytical Manual Chapter 18 Yeasts, Molds and Mycotoxins. Food and Drug Administration, USA.

- Banu, K., İsmail, E. and Figen, K. E. 2008. Modelling bulk density, porosity and shrinkage of quince during drying: The effect of drying method, *Journal of Food Engineering*. 85 : 340-349.
- Chamber IV, E. and M.B. Wolf. 1996. *Sensory Testing Methods*. ASTM International, U.S.A.
- Ishida, B.K., Turner, C., Chapman, M.H. & McKeon, T.A. 2004. Fatty acid and carotenoid composition of Gac (*Momordica cochinchinensis Spreng*) fruit. *Journal Agric Food Chem*. 52: 274–279.
- Martinez-Cervera, S., Salvador, A และ Sanz, T. (2014). Comparison of different polyols as total sucrose replacers in muffins: Thermal, rheological, texture and acceptability properties. *Journal Food Hydrocolloids*. 35:1-8.
- Martinez-Cervera, S., Salvador, A., Muguerza, B., Moulay, L., and Fiszman, S. M., (2011). Cocoa fibre and its application as a fat replacer in chocolate muffins. *LWT-Food Science and Technology*. 44: 729-736.
- Matos, S. M. and Rosell, C. 2011. Chemical composition and starch digestibility of different gluten-free breads. *Plant Food Hum Nutr*. 66 : 224–230.
- McConnell, A. A., Eastwood, M. A. and Mitchell, W. D. 1974. Physical characteristics of vegetable foodstuffs that could influence bowel function. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 25(12): 1457-1464.