ผลของอิมัลซิไฟเออร์และเวลาที่ใช้ในการผสมต่อสมบัติเชิงกายภาพของ ฟักทองสเปรด

Effects of Emulsifiers and Mixing Time on Physical Properties of Pumpkin Spread

โสรยา เกิดพิบูลย์ (Soraya Kerdpiboon)[1] จักรพงษ์ โสวะพันธ์ (Chakapong Sovaphan)[2]*
ประกาย ผิวทอง (Prakai Phiwthong)[2] อรอนงค์ ฐาปนพันธ์นิติกุล (Onanong Thapanapunnitikul)[1]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอิมัลซิไฟเออร์และเวลาที่ใช้ในการผสมต่อสมบัติเชิงกายภาพของฟักทองสเปรด อิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้ได้แก่ Tween80 (T) เลซิทีน (L) และ Tween80 ร่วมกับเลซิติน (T+L) เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ไม่เติมอิมัลซิไฟเออร์ (C) การผสมใช้เวลานาน 5 10 และ 15 นาที ผลการทดลองพบว่าทั้งสองปัจจัยมีอิทธิพลร่วมกันต่อค่าความคงตัวของอิมัลชัน ความหนืด และค่าการแผ่กระจายตัว ($P \leq 0.05$) การใช้อิมัลซิไฟเออร์ทั้งสามชนิดสามารถเพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน และความหนืดของผลิตภัณฑ์ฟักทองสเปรด ระยะเวลาการผสมที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ฟักทองสเปรดที่ไม่ได้เติมอิมัลซิไฟเออร์ และที่เติมอิมัลซิไฟเออร์ T มีความคงตัวของอิมัลชันเพิ่มขึ้น ส่วนตัวอย่างที่เติม L และ T+L มีความคงตัวของอิมัลชันลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าการเพิ่มเวลาการผสมส่งผลให้ตัวอย่าง C T และ L มีค่าการแผ่กระจายตัวเพิ่มขึ้น ส่วนตัวอย่าง T+L มีความสามารถในการแผ่กระจายตัวลดลง ผู้ชิมให้คะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และรสชาติของผลิตภัณฑ์ที่ผสมอิมัลซิไฟเออร์ทั้งสามชนิด เวลาผสมนาน 5 และ 10 นาทีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) อย่างไรก็ตามผู้ชิมให้คะแนนความชอบด้านความสามารถในการปาดขนมปัง และความชอบโดยรวมในตัวอย่างที่เติม T และผสมนาน 5 นาที และ 10 นาที ซึ่งเป็นตัวอย่างที่ได้คะแนนด้านดังกล่าวมากที่สุด

Abstract

The objective of the present work was to study effects of emulsifiers and mixing time on physical properties of pumpkin spread. Two factors, which are emulsifiers (Tween80 (T), Lecithin (L), Tween80+Lecithin (T+L) compared to the spread without emulsifier (control; C)) and mixing time (5, 10 and 15 minutes) were applied in the present study. The result showed that emulsifiers and mixing time influenced emulsion stability, viscosity and spreadability ($P \leq 0.05$) of pumpkin spread. Mixing of emulsifiers increased emulsion stability and viscosity of the

[1] อาจารย์ สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร
[2] นิสิต สาขาเทคโนโลยีการอาหาร คณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติจังหวัดสกลนคร
** corresponding author, e-mail:csnsyk@ku.ac.th*

products. Increasing of mixing time led to increase in emulsion stability of pumpkin spread with C and T, while L and T+L decreased emulsion stability of pumpkin spread. Moreover, it was found that increasing mixing time tended to increase spreadability of the spreads with C, T and L, while a decrease in spreadability of pumpkin spread was seen with T+L. Pumpkin spread with T, L and T+L and mixing times of 5 and 10 minutes had no significant difference in color, flavor and taste sensory score (P>0.05). However, pumpkin spread with T and mixing times of 5 and 10 minutes had the highest spreadability and overall liking score.

คำสำคัญ: ฟักทอง ฟักทองสเปรด สมบัติเชิงกายภาพ อิมัลซิไฟเออร์

Keywords: pumpkin, pumpkin spread, physical properties, emulsifiers

บทนำ

ฟักทองเป็นพืชอาหารที่ให้คุณค่าทางโภชนาการสูง นิยมนำมาประกอบอาหารทั้งคาวและหวานส่วนของเนื้อฟักทองมีใยอาหารสูง และเป็นแหล่งที่สำคัญของวิตามินเอและแคโรทีนที่มีส่วนช่วยบำรุงสายตา และมีกรดโปรไพโอนิคซึ่งมีผลทำให้เซลล์มะเร็งอ่อนแอลง นอกจากนี้ยังมีสี กลิ่น และรสชาติที่เป็นเอกลักษณ์ เนื่องจากฟักทองเป็นพืชที่สามารถเพาะปลูกได้ตลอดปี และให้ผลผลิตทุกฤดูกาลโดยเฉพาะในช่วงปลายฤดูฝน และต้นฤดูหนาว คือช่วงเดือนกันยายนถึงตุลาคมจะให้ผลผลิตได้มาก (รุ่งรัตน์, 2540) ประกอบกับการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากฟักทองเพื่อการค้าในประเทศและการส่งออกยังมีไม่มาก จึงส่งผลให้ราคาฟักทองไม่สูงมากนัก การนำฟักทองมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ฟักทองสเปรดเพื่อใช้รับประทานกับขนมปังจึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับผลผลิตทางการเกษตรชนิดนี้ และเป็นการเพิ่มความหลากหลายให้กับผู้บริโภค โดยเฉพาะอย่างยิ่งกลุ่มผู้บริโภคที่มีอาการแพ้ถั่วและผลิตภัณฑ์จากถั่ว (peanut allergy) ซึ่งไม่สามารถรับประทานเนยถั่วได้ ผลิตภัณฑ์ฟักทองสเปรดจึงเป็นทางเลือกใหม่สำหรับผู้บริโภคกลุ่มดังกล่าว

องค์ประกอบหลักของฟักทองสเปรด ได้แก่ ส่วนของน้ำ (จากเนื้อฟักทอง) ประมาณร้อยละ 48 และไขมันร้อยละ 42.5 โดยน้ำหนัก (Miller, 2008; Doymaz, 2007; วันเพ็ญ, 2548) ลักษณะของอิมัลชันในผลิตภัณฑ์เป็นชนิดน้ำมันในน้ำมีการเติมสารช่วยลดแรงตึงผิวระหว่างผิวของน้ำและไขมันที่เรียกว่า อิมัลซิไฟเออร์ ซึ่งมีส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกัน อิมัลซิไฟเออร์ถูกใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลายชนิด (Zhao et al., 2009; Lent et al., 2008) และอิมัลซิไฟเออร์แต่ละชนิด ทำหน้าที่และประสิทธิภาพการทำงานแตกต่างกัน (McClements, 2005; Friberg et al., 2004) ความแตกต่างของชนิดและสัดส่วนของอิมัลซิไฟเออร์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมบัติเชิงกายภาพของผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ระยะเวลาที่ใช้ในการผสม มีส่วนสำคัญต่อการเกิดอิมัลชันของผลิตภัณฑ์เช่นกัน ดังนั้นการเลือกใช้ชนิดของอิมัลซิไฟเออร์และระยะเวลาในการผสมที่เหมาะสมจึงมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของชนิดอิมัลซิไฟเออร์ และเวลาที่ใช้ในการผสมต่อสมบัติเชิงกายภาพของผลิตภัณฑ์ฟักทองสเปรด โดยเลือกใช้อิมัลซิไฟเออร์ 3 ชนิด ได้แก่ 1) เลซิติน (Lecithin) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีขั้ว สามารถจับกับน้ำได้ดี (Surh et al., 2008) นิยมใช้ในผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น มายองเนส น้ำสลัด และผลิตภัณฑ์เบเกอรี เป็นต้น 2) Tween80 ซึ่งเป็นสารในกลุ่มโพลีฟอสเฟต (polyphosphate) ไม่มีขั้ว สามารถจับกับน้ำมันได้ดี (Norton et al., 2009) นิยมใช้ในกลุ่มผลิตภัณฑ์ไอศกรีม และ 3) การใช้อิมัลซิไฟเออร์ทั้งสองชนิดร่วมกัน เพื่อช่วยให้ผลิตภัณฑ์มีสมบัติเชิงกายภาพที่เหมาะสมและได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค

วิธีการทดลอง

1. การเตรียมเนื้อฟักทอง

นำฟักทองพันธุ์ศรีเมืองแก่จัด (เปลือกมีสีเขียวขึ้นนวล) ล้างน้ำโดยผ่านน้ำไหลประมาณ 1 นาที เพื่อกำจัดสิ่งสกปรกที่ผิวฟักทอง ตัดขั้ว ผ่าซีกและคว้านเมล็ด ปอกเปลือก หั่นเป็นชิ้นขนาด 245 ลบ.ซม. จากนั้นนึ่งที่อุณหภูมิ 100°ซ นาน 10 นาที ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง (25°ซ) และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4-10°ซ ก่อนนำไปใช้ (เก็บไว้ไม่เกิน 12 ชั่วโมง)

2. การศึกษาผลของอิมัลซิไฟเออร์และเวลาในการผสมต่อสมบัติเชิงกายภาพฟักทองสเปรด

การผลิตฟักทองสเปรด สูตรที่ใช้ประกอบด้วยเนื้อฟักทอง น้ำมันปาล์ม น้ำตาล เกลือ และอิมัลซิไฟเออร์ ร้อยละ 53.3 42.5 2.5 1.5 และ 0.2 ตามลำดับ (ดัดแปลงจาก Miller, 2008; วันเพ็ญ, 2548) ชนิดของอิมัลซิไฟเออร์ที่ใช้ ได้แก่ Lecithin (L) (MP Biomedicals, USA) Tween80 (T) (Ajax Finechem, Australia) และ Lecithin ร่วมกับ Tween80 (L+T) สัดส่วน 1:1 โดยน้ำหนัก และใช้ตัวอย่างที่ไม่เติมอิมัลซิไฟเออร์เป็นตัวอย่างควบคุม (C) ขั้นตอนการผลิตเริ่มจากนำเนื้อฟักทองที่เตรียมในข้อ 1 บดให้ละเอียดด้วยเครื่องปั่นผสม (Moulinex รุ่น DFB341, France) นาน 1 นาที เติมเกลือ น้ำตาล และอิมัลซิไฟเออร์ (สำหรับสูตรควบคุมให้ใส่น้ำมันปาล์มแทนอิมัลซิไฟเออร์) ค่อย ๆ เติมน้ำมันปาล์ม แล้วผสมต่อด้วยเครื่องปั่นผสมที่เวลาต่างๆ กัน คือ 5 10 และ 15 นาที บรรจุในขวดแก้วปิดฝาให้สนิท เก็บที่อุณหภูมิ 4°ซ นาน 3 วัน นำตัวอย่างไปทดสอบสมบัติทางกายภาพ

3. การวิเคราะห์สมบัติเชิงกายภาพ

ความคงตัวของอิมัลชัน (emulsion stability) โดยใช้ปิเปตดูดตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดแก้วที่มีฝาปิด ขนาด 10 มิลลิลิตร เขย่าตัวอย่างเพื่อให้เกิดการแยกชั้นด้วยเครื่อง vortex mixer (LMS รุ่น VTX-3000L, Japan) อัตราเร็ว 2400 rpm นาน 10 นาที ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 25°ซ นาน 60 นาที วัดปริมาณของเหลวที่แยกออกมาโดยการเทของเหลวใส่กระบอกตวงขนาด 10 มิลลิลิตร วัดซ้ำ 5 ครั้ง (ดัดแปลงจาก ธวัชชัย และคณะ, 2548)

ความหนืด (viscosity) วิเคราะห์ค่าความหนืดด้วยเครื่อง rheometer (Physica รุ่นMCR51, Austria) โดยใช้การหมุนของหัววัดด้วยความเร็ว 100 รอบ/นาที เป็นเวลานาน 180 วินาที ควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่างที่ 25°ซ อ่านค่าความหนืดของตัวอย่าง วัดซ้ำ 5 ครั้ง (กิตติมา และคณะ, 2550)

ความสามารถในการแผ่กระจาย (spreadability) ใช้เครื่อง Texture Analyzer (Micro Stable System รุ่น TA.XTPlus, England) หัววัดชนิดรูปกรวย (conical probe) มุม 60 องศา โดยเตรียมตัวอย่างใส่ในถ้วยใส่ตัวอย่างให้เนื้อตัวอย่างสม่ำเสมอ และปาดตัวอย่างให้ผิวหน้าเรียบ วัดระยะทางการเสียรูปร่างของฟักทองสเปรด โดยใช้หัววัดกดลงไปในตัวอย่างด้วยแรงเริ่มต้นที่ 5 g จนถึง 400 g pre-test speed 2.0 mm/s, test speed 1.0 mm/s และ post-test speed 10.0 mm/s วัดค่า 5 ครั้ง ใน แต่ละซ้ำ (Smewing, 1999; รัตนันท์, 2542)

4. การทดสอบทางเคมีและการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ปริมาณความชื้น วิเคราะห์ปริมาณความชื้นของตัวอย่างด้วยตู้อบอุณหภูมิ 105oซ ตามวิธีของ AOAC (2000) คำนวณปริมาณความชื้นในผลิตภัณฑ์ ดังนี้

ปริมาณความชื้น (ร้อยละ) = $\left(\frac{w_1 - w_2}{w_1}\right)$ x 100 (1)

w_1 และ w_2 คือ น้ำหนักของตัวอย่างเริ่มต้นและตัวอย่างหลังการอบแห้งตามลำดับปริมาณไขมันตามวิธี AOAC (2000)

การทดสอบการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส ประเมินผลความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด 9 = ชอบมากที่สุด) โดยให้คะแนนความชอบของเนื้อฟักทองสเปรดในด้านสี กลิ่น รสชาติของฟักทองสเปรด ความหนืด ความเป็นเนื้อเดียวกัน และความชอบโดยรวม และให้ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในด้านความสามารถในการปาดขนมปัง ใช้ผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน ทำการทดลอง 2 ซ้ำ

5. การประเมินผลทางสถิติ

การทดสอบสมบัติเชิงกายภาพและทางเคมี วางแผนการทดลองแบบ factorial experiments in completely randomized design (Factorial in CRD)) ทำการทดลอง3ซ้ำ)การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ วางแผนการทดลองแบบ randomized complete block design (RCBD)) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมทางสถิติ SPSS เพื่อวิเคราะห์ความแปรปรวน Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์

1. ความคงตัวของอิมัลชัน

ชนิดของอิมัลซิไฟเออร์และเวลาที่ใช้ในการผสมมีอิทธิพลร่วมกันต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความคงตัวของอิมัลชัน (P<0.05) ในตัวอย่างฟักทองสเปรด (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบผลของอิมัลซิไฟเออร์ พบว่าการใช้อิมัลซิไฟเออร์ทั้ง 3 ชนิดในฟักทองสเปรดมีผลให้ปริมาณของเหลวที่แยกได้ลดลง ซึ่งชี้บ่งว่าฟักทองสเปรดที่เติมอิมัลซิไฟเออร์มีความคงตัวของอิมัลชันสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับฟักทองสเปรดที่ไม่ได้เติมอิมัลซิไฟเออร์ที่เวลาการผสมระดับเดียวกัน (P<0.05) การเพิ่มเวลาการผสมส่งผลให้ค่าความคงตัวของอิมัลชันของฟักทองสเปรดที่เติม Tween80 มีแนวโน้มดีขึ้น สังเกตได้จากปริมาณของเหลวที่แยกชั้นออกจากตัวอย่างในปริมาณน้อย ทั้งนี้เนื่องจากในกระบวนการผสม อิมัลซิไฟเออร์ถูกเติมลงไปในเนื้อฟักทอง ซึ่งเป็นส่วนประกอบที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณร้อยละ 85 (ไม่ได้แสดงผลการทดลอง) ก่อนการเติมน้ำมันลงไป จึงอาจทำให้ Tween80 ซึ่งเป็นอิมัลซิไฟเออร์ที่สามารถจับกับส่วนที่ไม่มีขั้วด้วยกันได้ดี ยังทำหน้าที่อิมัลซิไฟเออร์ได้ไม่เต็มที่ และเมื่อเพิ่มเวลาในการผสมความคงตัวของอิมัลชันจึงมีค่าสูงขึ้น อย่างไรก็ตามการเพิ่มเวลาการผสมฟักทองสเปรดที่เติม L และ T+L มีค่าความคงตัวของอิมัลชันลดลง อาจเนื่องมาจากเลซิตินที่เติมลงไปในผลิตภัณฑ์ทำหน้าที่อิมัลซิไฟเออร์ได้ดี ในระยะเวลาการผสมสั้นๆ (5 นาที) เลซิทินซึ่งสามารถจับกับสารประกอบที่มีขั้วได้ดีเมื่อเพิ่มเวลาในการผสมให้นานขึ้น เลซิตินอาจทำให้ส่วนของน้ำที่กระจายอยู่ในอิมัลชันเกิดการรวมตัวกันส่งผลให้ฟักทองเปรดสูญเสียลักษณะของอิมัลชัน

ดังนั้นการเติมอิมัลซิไฟเออร์ทั้ง 3 ชนิดมีส่วนช่วยเพิ่มความคงตัวของอิมัลชันในฟักทองสเปรด โดยฟักทองสเปรดที่ผสม Tween80 และใช้เวลาผสมตั้งแต่ 10 และ 15 นาที ช่วยเพิ่มความคงตัวของอิมัลชันเมื่อเทียบกับฟักทองสเปรดที่ไม่ได้เติมอิมัลซิไฟเออร์ในช่วงเวลาการผสมที่เท่ากัน (ตารางที่ 1) ดังนั้นเลือกใช้ฟักทองสเปรดที่ผสม Tween80 และเวลาที่ใช้ในการผสม 10 นาที และฟักทองสเปรดที่ผสม L และ T+L นาน 5 นาที ให้ค่าความคงตัวที่ดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะอื่น

ตารางที่ 1. ปริมาณของเหลวที่แยกออกจากฟักทองสเปรด (มิลลิลิตร)

อิมัลซิไฟเออร์[1]	เวลาผสม[2]		
	5 นาที	10 นาที	15 นาที
C	$1.08^{aA} \pm 0.04$	$1.00^{aAB} \pm 0.00$	$0.93^{aB} \pm 0.04$
T	$0.53^{bA} \pm 0.04$	$0.25^{cAB} \pm 0.00$	$0.18^{dB} \pm 0.04$
L	$0.20^{cC} \pm 0.00$	$0.38^{bcB} \pm 0.04$	$0.58^{bA} \pm 0.04$
T+L	$0.25^{cB} \pm 0.00$	$0.30^{cA} \pm 0.10$	$0.43^{cA} \pm 0.04$

[1] ตัวอักษร ^{a,b,c} ที่ต่างกันเหนือตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[2] ตัวอักษร ^{A,B} ที่ต่างกันเหนือตัวเลขในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

2. ความหนืด

การวิเคราะห์ค่าความหนืดของฟักทองสเปรด พบว่าความหนืดของฟักทองสเปรดที่ใช้อิมัลซิไฟเออร์ทั้ง 3 ชนิดเริ่มคงที่ตั้งแต่วินาทีที่ 168 ของการวัด จึงเลือกเวลาในช่วงที่ความหนืดมีค่าคงที่ คือที่เวลา 170 วินาที (ตารางที่ 2)

ชนิดของอิมัลซิไฟเออร์ และเวลาการผสมมีอิทธิพลร่วมกันต่อความหนืดของฟักทอง สเปรด ($P<0.05$) เปรียบเทียบผลของอิมัลซิไฟเออร์ที่เวลาในการผสมเท่ากัน พบว่าฟักทอง สเปรดที่เติมอิมัลซิไฟเออร์ทั้งสามชนิดมีค่าความหนืดสูงกว่าฟักทองเปรดที่ไม่ได้เติมอิมัลซิไฟเออร์ ($P<0.05$) คุณสมบัติของอิมัลซิไฟเออร์นอกจากทำหน้าที่ในการเป็นตัวประสานส่วนที่เป็นน้ำและน้ำมันให้สามารถกระจายตัวอยู่ด้วยกันแล้ว อิมัลซิไฟเออร์ยังช่วยเพิ่มความหนืดให้กับผลิตภัณฑ์ได้อีกด้วย (McClements, 2005) ซึ่งผลจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าการใช้อิมัลซิไฟเออร์ในฟักทองสเปรดช่วยเพิ่มความหนืดให้แก่ผลิตภัณฑ์ การเพิ่มเวลาในการผสมทำให้ค่าความหนืดของฟักทองสเปรดมีแนวโน้มสูงขึ้น ยกเว้นในกรณีที่เติม Tween80 และที่เติม Lecithin ที่มีค่าความหนืดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อใช้ระยะเวลาการผสมนานขึ้น

3. ความสามารถในการแผ่กระจายตัว

ชนิดของอิมัลซิไฟเออร์และเวลาในการผสม มีอิทธิพลร่วมกันต่อความสามารถในการแผ่กระจายตัวของฟักทองสเปรด ($P<0.05$) (ตารางที่ 3) เมื่อระยะเวลาในการผสมนานขึ้น ฟักทองสเปรดที่ไม่มีการเติมอิมัลซิไฟเออร์ และฟักทองสเปรดที่ผสม L มีความสามารถในการแผ่กระจายตัวสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนฟักทองสเปรดที่ผสม T ค่าความสามารถในการแผ่กระจายตัวในสภาวะที่ทำการทดลองไม่มีความสัมพันธ์กับเวลาที่ใช้ในการผสม ในทางตรงกันข้ามฟักทองสเปรดที่เติม T+L ค่าความสามารถในการแผ่กระจายตัวมีแนวโน้มลดลงซึ่งสอดคล้องกับค่าความหนืดของฟักทองสเปรดที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 2) ทั้งนี้ฟักทองสเปรดที่ไม่ได้เติมอิมัลซิไฟเออร์และเติม L ซึ่งมีความสามารถในการแผ่กระจายตัวมาก เมื่อผสมที่ระยะเวลานานขึ้น อาจเป็นเพราะฟักทองสเปรดมีความหนืดน้อยและสภาพอิมัลชันที่เกิดขึ้นไม่มีความคงตัวเพียงพอ

4. ความชื้น

ความชื้นของฟักทองสเปรดมาจากน้ำที่มีอยู่ในฟักทอง ตารางที่ 4 พบว่าปริมาณความชื้นของฟักทองสเปรดในแต่ละสูตรไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เนื่องจากในสูตรมีสัดส่วน

ฟักทองปริมาณเท่ากัน และในช่วงการผสมไม่ได้มีการให้ความร้อนกับระบบ (ควบคุมอุณหภูมิตัวอย่างที่ 25°C ในระหว่างการผสม) ฟักทองสเปรดที่ได้มีความชื้นประมาณร้อยละ 54.6-55.4 (ตารางที่ 4) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์ในกลุ่มประเภทเดียวกัน ได้แก่ สลัดครีม ซึ่งตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนดให้สลัดครีมมีปริมาณความชื้นไม่เกินร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก (มอก., 2540) ดังนั้นแนวทางในการผลิตฟักทองสเปรด อาจมีการลดปริมาณน้ำจากเนื้อฟักทองบางส่วนก่อนการแปรรูปเพื่อควบคุมคุณภาพ และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

5. ไขมัน

ฟักทองสเปรดทั้ง 4 ตัวอย่างมีปริมาณไขมันโดยเฉลี่ย ร้อยละ 41.95 ซึ่งเป็นปริมาณไขมันที่มาจากน้ำมันปาล์มที่ใช้เป็นส่วนประกอบ สำหรับปริมาณไขมันในเนื้อฟักทองที่ใช้นั้นมีเพียงเล็กน้อย ประมาณร้อยละ 0.21 (ไม่ได้แสดงผลการทดลอง) ถึงแม้ว่าฟักทองสเปรดมีปริมาณไขมันสูงกว่าเนยถั่วประมาณ ร้อยละ 16 (เนยถั่วประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต, ไขมัน และโปรตีน ร้อยละ 51.7, 25.6 และ 11.2 ตามลำดับ) (McWatters et al., 2006) อย่างไรก็ตามฟักทองสเปรดมีปริมาณไขมันอยู่ในเกณฑ์ตาม มอก. 1402-2540 สำหรับผลิตภัณฑ์ประเภทสลัดครีมที่กำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีปริมาณไขมันได้ร้อยละ 30 แต่ไม่เกินร้อยละ 65 โดยน้ำหนัก (มอก., 2540)

6. การทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสได้เลือกเฉพาะฟักทองสเปรด ที่เติมสารอิมัลซิไฟเออร์ทั้ง 3 ชนิด และใช้เวลาในการผสมนาน 5 และ 10 นาที มาเปรียบเทียบกัน เนื่องจากฟักทองสเปรดที่ไม่เติมสารอิมัลซิไฟเออร์มีลักษณะการแยกชั้นของไขมัน มีค่าความคงตัวของอิมัลชันและความหนืดน้อยกว่าฟักทองสเปรดที่มีการเติมสารอิมัลซิไฟเออร์ (ตารางที่ 1-2) นอกจากนี้ฟักทองสเปรดที่มีผสม L ที่เวลาผสม 15 นาที มีค่าความคงตัวของอิมัลชันน้อย ส่วนฟักทองสเปรดที่ผสม Tween80 และ T+L ใช้เวลาผสมนาน 15 นาทีมีค่าความคงตัวไม่แตกต่างจากกรณีที่ผสมนาน 10 นาที โดยผลการทดลองพบว่า ฟักทองสเปรดในสูตรที่เลือกได้รับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น และรสชาติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนคะแนนความชอบในด้านความข้นหนืด ความสามารถในการปาดบนแผ่นขนมปัง และความชอบโดยรวมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) (ตารางที่ 5) ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในด้านความข้นหนืดในฟักทองสเปรดที่เติม T+L ผสม 5 นาทีและ 10 นาที ฟักทองสเปรดที่เติม L ผสม 10 นาที และฟักทองสเปรดที่เติม Tween80 ผสม 10 นาที โดยมีความหนืดระหว่าง 0.63-1.00 Pa.s (ตารางที่ 2) ฟักทองสเปรดที่เติม Tween80 ผสมนาน 5 นาทีและ 10 นาที และฟักทองสเปรดที่เติม L ผสมนาน 5 นาที และ 10 นาที มีคะแนนความชอบด้านความสามารถในการปาดขนมปังสูง และฟักทองสเปรดที่เติม Tween80 ผสมนาน 5 นาที และ 10 นาที มีคะแนนความชอบโดยรวมสูง เมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะอื่น ($P\leq0.05$)

ตารางที่ 2. ความหนืดของฟักทองสเปรดที่เวลา 170 วินาที (Pa.s)

อิมัลซิไฟเออร์[1]	เวลาผสม[2]		
	5 นาที	10 นาที	15 นาที
C	$0.43^{bB} \pm 0.41$	$0.35^{bB} \pm 0.01$	$0.53^{bA} \pm 0.22$
T	$0.90^{aA} \pm 0.23$	$1.00^{aA} \pm 0.23$	$1.01^{aA} \pm 0.22$
L	$0.79^{aA} \pm 0.10$	$0.63^{abA} \pm 0.18$	$0.71^{aA} \pm 0.07$
T+L	$0.66^{abB} \pm 0.21$	$0.67^{abB} \pm 0.02$	$0.92^{aA} \pm 0.23$

[1] ตัวอักษร ^{a,b,c} ที่ต่างกันเหนือตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[2] ตัวอักษร ^{A,B} ที่ต่างกันเหนือตัวเลขในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 3. การแผ่กระจายตัวของฟักทองสเปรด (มิลลิเมตร)

อิมัลซิไฟเออร์[1]	เวลาผสม[2]		
	5 นาที	10 นาที	15 นาที
C	$1.41^{bB} \pm 0.12$	$1.67^{aAB} \pm 0.02$	$1.83^{aA} \pm 0.12$
T	$1.46^{bB} \pm 0.01$	$1.48^{bA} \pm 0.20$	$1.47^{bB} \pm 0.04$
L	$1.33^{cB} \pm 0.00$	$1.51^{bB} \pm 0.04$	$1.92^{aA} \pm 0.04$
T+L	$1.86^{aA} \pm 0.01$	$1.44^{bB} \pm 0.10$	$1.46^{bB} \pm 0.04$

[1] ตัวอักษร ^{a,b,c} ที่ต่างกันเหนือตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

[2] ตัวอักษร ^{A,B} ที่ต่างกันเหนือตัวเลขในแถวเดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

ตารางที่ 4. ความชื้นของฟักทองสเปรด (%,w.b.)

อิมัลซิไฟเออร์	เวลาผสม 5 นาที [ns]
C	55.35 ± 0.28
T	55.27 ± 0.18
L	54.55 ± 0.94
T+L	55.10 ± 1.34

[ns] ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ตารางที่ 5. คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ฟักทองสเปรด

อิมัลซิไฟเออร์/ เวลาผสม	สี [ns]	กลิ่นรส [ns]	รสชาติ [ns]	ความข้นหนืด[1]	ความสามารถในการปาดขนมปัง[1]	ความชอบโดยรวม[1]
T/5 min	7.17±0.51	6.87±0.82	7.21±1.50	6.84^{b}±0.87	7.00^{a}±0.50	7.25^{ab}±0.78
T/10 min	7.20±0.58	6.80±0.54	7.23±0.80	6.87^{ab}±0.83	7.05^{a}±0.89	7.53^{a}±0.55
L/ 5 min	7.27±0.34	6.82±0.87	7.15±0.80	6.75^{b}±0.79	7.04^{a}±0.84	6.95^{b}±0.89
L/ 10 min	7.15±0.59	6.78±0.83	6.93±0.79	6.90^{a}±0.80	6.95^{ab}±0.87	6.97^{b}±0.74
T+L/5 min	7.18±0.54	6.53±0.71	6.85±0.77	6.95^{a}±0.74	6.82^{b}±0.54	6.80^{c}±0.75
T+L/10 min	7.30±0.38	6.60±0.65	7.00±1.03	6.89^{ab}±0.67	6.40^{b}±0.57	6.90^{b}±0.65

[1] ตัวอักษร [a,b,c] ที่ต่างกันเหนือตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

[ns] ตัวเลขในคอลัมน์เดียวกัน หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

สรุป

ผลิตภัณฑ์ฟักทองสเปรดมีองค์ประกอบของปริมาณความชื้นและไขมันเฉลี่ยร้อยละ 54.6-55.4 และ 41.95 ตามลำดับ การเติมอิมัลซิไฟเออร์ทั้งสามชนิดสามารถเพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน และความหนืดของผลิตภัณฑฟักทองสเปรด ระยะเวลาการผสมที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ฟักทองสเปรดมีความคงตัวของอิมัลชัน และความหนืดเปลี่ยนแปลงแตกต่างกัน โดยระยะเวลาผสมที่เพิ่มขึ้นทำให้ตัวอย่างที่เติม Tween80 มีค่าความคงตัวของอิมัลชันเพิ่มขึ้น แต่ค่าความหนืดและการแผ่กระจายตัวเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทั้งนี้ตัวอย่างที่เติม Tween80 เป็นตัวอย่างที่ได้รับคะแนนการยอมรับมากที่สุดอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากคณะทรัพยากรธรรมชาติและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร ประจำปี 2552

เอกสารอ้างอิง

กิตติมา สังข์สุข คคนางค์ วิจารณ์ปรีดา และ ปริญดา เพ็ญโรจน์. 2550. **การยืดอายุการเก็บรักษาน้ำแกงสำเร็จรูป.** ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์. นครปฐม.

ธวัชชัย ฐูปแก้ว สงบทิพย์ พงศ์สถาบดี และ ธราพงษ์ วิทิตศานต์. 2548. **การสกัดน้ำมันมะพร้าวบริสุทธิ์จากกระบวนการหีบเย็น.** การประชุมวิชาการวิศวกรรมเคมี และเคมีประยุกต์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15. 27-28 ตุลาคม 2548. น.1-6. ชลบุรี.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2540. **มายองเนสและสลัดครีม มอก.1402-2540.** สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม.

รัตนันท์ พรรณารุโณทัย. 2542. **การวัดการกระจายตัวการทดสอบลักษณะสัมผัสของผลิตภัณฑ์ไขมัน**[ออนไลน์][อ้างเมื่อ1ธันวาคม2551]เข้าถึงได้จาก : http://www.Charpatechcenter.com.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ. 2540. **พืชเครื่องเทศและสมุนไพร.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

วันเพ็ญ ณัฐวุฒิ. 2548. **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เนยถั่วลิสงผสมรำข้าว**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทสาขาคหกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ:

AOAC. 2000. **Official Methods of Analysis.** (17th ed). The Association of Official Analytical Chemists. VA. U.S.A.

Doymaz, I. 2007. The kinetics of forced convective air-drying of pumpkin slices. **Journal of Food Engineering** 79 (1): 243-248.

Friberg, S.E., Larsson, K. and Sjoblom, J. 2004. **Food emulsions.** 4th eds. New York: Marcel Dekker.

Lent, K.V., Le, C.T., Vanlerberghe, B. and Meeren, P.V. 2008. Effect of formulation on the emulsion and whipping properties of recombined dairy cream. **International Dairy Journal** 18 (10-11): 1003-1010.

McClements, D.J. 2005. **Food Emulsions Principles, Practices and Techniques.** 2nd eds. New York: CRC Press.

McWatters, K.H., Chinnan, M.S., Phillips, R.D., Walker, S.L., McCullough, S.E., Hashim, I.B., Saalia, F.K. 2006. Consumer-guided development of a peanut butter tart: implications for successful product development. **Food Quality and Preference** 17 (6): 505-512.

Miller, G 2008. **Pumpkin butter.** A Journal of Agrarian Politics Philosophy and Practice. [online] [Cite December 1, 2007] Available from: http://hedonia.seantimberlake.com/hedonia. .

Norton, I.T., Spyropoulos, F. and Cox, P.W. 2009. Effect of emulsifiers and fat crystals on shear induced droplet break-up, coalescence and phase inversion. **Food Hydrocolloids** 23 (6): 1521-1526.

Smewing, J. 1999. Temperature controlled texture analysis of fats and oils. **International Food Marketing & Technology,** June: 24-26.

Surh, J., Jeong, Y.G. and Vladisavljevic, G.T., 2008. On the preparation of lecithin-stabilized oil-in-water emulsions by multi-stage premix membrane emulsification. **Journal of Food Engineering** 89 (2): 164-170.

Zhao, Q., Zhao, M., Yang, B. and Cui, C. 2009. Effect of xanthan gum on the physical properties and textural characteristics of whipped Cream. **Food Chemistry** 116 (3): 624-628.