



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

Development of Pomelo Albedo Fiber Enriched Milk Pudding

ดร.ธีรนุช ฉายศิริโชติ

ดร.สุวรรณา พิชัยยงค์วงศ์ดี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต



รายงานการวิจัย

เรื่อง

การพัฒนาเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

Development of Pomelo Albedo Fiber Enriched Milk Pudding

ดร.ธีรนุช ฉายศิริโชติ

ดร.สุวรรณา พิชัยยงค์วงศ์ดี

(โรงเรียนการเรือน)

มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

2558

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ปีงบประมาณ 2557)

หัวข้อวิจัย	การพัฒนาเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง
ผู้ดำเนินการวิจัย	นางสาวธีรณัฐ ฉายศิริโชติ นางสาวสุวรรณา พิชัยวงศ์วงศ์ดี
หน่วยงาน	หลักสูตรเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ และหลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูป โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต
ปี พ.ศ.	2558

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสม การยอมรับของผู้บริโภค และอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง ดำเนินการทดลองโดยศึกษา 1) ปริมาณใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอที่เหมาะสมในเต้าหู้นมสดโดยใส่รวมกับผงวุ้น ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และทางประสาทสัมผัสด้วยวิธีให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale 2) คัดเลือกสูตรที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงสุดมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และ 3) ศึกษาอายุการเก็บ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) และทดสอบความแตกต่างด้วยค่า F-test เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) กำหนดนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ผลการวิจัยพบว่า สูตรเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 เป็นสูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยผงวุ้นร้อยละ 0.41 เปลือกส้มโอผงร้อยละ 0.50 เจลาตินร้อยละ 0.62 น้ำตาลทรายร้อยละ 3.79 น้ำร้อยละ 61.54 นมข้นหวานร้อยละ 15.92 นมข้นจืดร้อยละ 16.60 และกลีมนานิลาร้อยละ 0.62 จาก การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักรวม เปรียบเทียบกับเต้าหู้นมสดที่ไม่เติมใยอาหาร (สูตรควบคุม) พบว่า ปริมาณโปรตีน ไขมัน และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้นมสดทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณความชื้นนั้นเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 มีความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่มีปริมาณใยอาหาร ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (DPPH) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเต้าหู้นมสดนี้ พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 80.0 มีการตัดสินใจซื้อร้อยละ 80.0 และผู้บริโภคให้เต้าหู้นมสดนี้มีขนาดบรรจุ 6 ออนซ์ จำหน่ายในราคา 15 บาทต่อถ้วย จากศึกษาอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงนี้ที่อุณหภูมิแช่เย็น (4°C) พบว่าผลิตภัณฑ์นี้เมื่อเก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น (4°C) มีอายุการเก็บ 2 วัน

Research Title	Development of Pomelo Albedo Fiber Enriched Milk Pudding
Researcher	Miss Teeranuch Chysirichote Miss Suwanna Pichaiyongvongdee
Organization	Culinary Technology and Service Curriculum and Food Processing Technology, School of Culinary Arts, Suan Dusit Rajabhat University
Year	2015

The objectives of this research were to study the suitable formula, the consumer acceptance and the shelf life of pomelo albedo fiber enriched milk pudding. The experimental processes were designed: 1) to optimize the suitable quantity of pomelo albedo fiber which was added with agar agar powder in milk pudding mixture; 2) to select product which the overall liking were at the highest level for the consumer acceptance test and 3) to study the shelf life of this product. The statistical analysis of data consisted of means, analysis of variance and different test by F-test and Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) with the confidence level of 95%. The results showed that the suitable formula was added 0.5% albedo fiber. This pudding was composed of 0.41% agar agar powder, 0.50% pomelo powder, 0.62% gelatin powder, 3.79% sugar, 61.54% water, 15.92% sweetened condensed milk, 16.60% evaporated milk and 0.62% vanilla essence. The chemical quality of this product compared with no added fiber milk pudding (control formula) found that protein, ash, fat and pH value of both puddings were not significantly different ($p > 0.05$). In addition, the moisture contents of this pudding significantly decreased ($p \leq 0.05$). However, the amounts of fiber, total soluble solid, total phenolic compound and the free radical scavenging capacity of antioxidant (DPPH) significantly increased ($p \leq 0.05$). Moreover, consumers' acceptability test revealed that the overall liking of this product was like highly and 80% of consumers accept it. They thought the price of this pudding in 6 ounces cup to be 15 baht per cup. Furthermore, the shelf life at chill storage (4°C) was 2 days.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตซึ่งสำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์คำปรึกษาและความรู้จากผู้บริหารคณะ และคณาจารย์ของทางมหาวิทยาลัย ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณทุกท่านไว้เป็นอย่างสูง และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือแนะนำเพื่อปรับปรุงรายงานให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

นอกจากนี้ขอขอบคุณผู้ทดสอบที่เป็นผู้ให้ข้อมูลการวิจัย เจ้าหน้าที่ประจำศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติ และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการหลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิตทุกท่านที่ให้ความร่วมมือ กำลังใจ และคำแนะนำต่าง ๆ ที่นำไปใช้ประโยชน์ต่อไป และขอกราบขอบพระคุณคุณแม่ที่ท่านได้ให้กำลังใจมาโดยตลอดตั้งแต่ต้นจนสำเร็จประโยชน์และคุณค่าอันพึงเกิดจากวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาตอบแทนพระคุณ บิดามารดา บุรพจารย์ คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และการศึกษาที่ดี

ธีรนุช ฉายศิริโชติ

2558

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
ขอบเขตการวิจัย	2
ข้อจำกัด	2
สมมติฐานการวิจัย	2
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
เต้าหู้นมสด	3
ใยอาหาร และใยอาหารจากเปลือกส้มโอ	7
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	13
กรอบแนวคิดในการวิจัย	17
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	18
อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	18
วิธีการ	21
การวิเคราะห์ทางสถิติ	25

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	26
ผลการศึกษาสูตรของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง ที่เหมาะสม	26
ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหาร จากเปลือกส้มโอผง	33
ผลการศึกษาอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	36
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	41
สรุปผลการวิจัย	41
อภิปรายผล	43
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	44
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	44
บรรณานุกรม	45
บรรณานุกรมภาษาไทย	45
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ	47
ภาคผนวก	49
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ	50
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมี	53
ภาคผนวก ค แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส	63
ภาคผนวก ง มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (เต้าหู้นมสด)	71
ประวัติผู้วิจัย	75

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	สูตรพื้นฐานในการผลิตเต้าหู้นมสด	21
4.1	ลักษณะของเต้าหู้นมสดสูตรพื้นฐาน	27
4.2	คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนความชอบเฉลี่ย) ของเต้าหู้นมสดสูตรพื้นฐาน	28
4.3	คุณภาพทางกายภาพของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	30
4.4	คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	31
4.5	คุณภาพทางเคมีของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	32
4.6	ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	34
4.7	คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	35
4.8	การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	35
4.9	คุณภาพทางกายภาพในระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	37
4.10	คุณภาพทางเคมีในระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	38
4.11	คุณภาพทางจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	39
4.12	คุณภาพทางประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง	40

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ส้มโอฟันธุ์ขาวน้ำผึ้ง	10
3.1	ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้นมสด (สูตร A)	22
3.2	ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้นมสด (สูตร B และสูตร C)	22
4.1	เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโองทั้ง 4 ระดับ	29
ภาพผนวกที่		หน้า
ข1	กราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงของ Standard curve gallic acid	62
ข2	กราฟแสดงปริมาณความเข้มข้นของ Trolox	62

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญ

พฤติกรรมการบริโภคอาหารของแต่ละบุคคลมีผลต่อสุขภาพ มีความสัมพันธ์ต่อการเกิดโรคที่ไม่ติดต่อหรือโรคเรื้อรังเนื่องจากความเสื่อม ได้แก่ โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคอ้วน เบาหวาน ความดันโลหิตสูง มะเร็ง เป็นต้น จากการสำรวจพบว่าปัญหาสุขภาพและการเจ็บป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อเรื้อรังมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากปี 2553 ถึงปี 2554 คิดเป็นร้อยละ 11.2 ตามลำดับ โดยพบผู้ป่วยโรคความดันโลหิตมากที่สุด รองลงมาได้แก่ หัวใจ เบาหวาน หลอดเลือดสมอง และโรคมะเร็ง นอกจากนี้ผลการสำรวจภาวะโภชนาการของเด็กไทยภายใต้โครงการสำรวจภาวะโภชนาการและสุขภาพเด็กในภูมิภาคอาเซียน (The South East Asia Nutrition Survey; SEANUTS) พบว่า เด็กไทยกำลังเผชิญกับภาวะเข้าข่ายโรคอ้วนและน้ำหนักเกินมาตรฐานร้อยละ 19 และภาวะขาดสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายร้อยละ 60-70 (คณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2556) ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพจึงเป็นสิ่งที่ผู้รักสุขภาพให้ความสนใจ ซึ่งนอกจากในส่วนของความสะอาด ปลอดภัย ความสะดวก และความอร่อยแล้วยังให้ความสำคัญด้านคุณค่าทางโภชนาการ และมีความต้องการให้อาหารมีทั้งสารอาหารและไม่ใช้สารอาหารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ โยอาหารก็เป็นสิ่งหนึ่งที่มีมีการนำมาเสริมในอาหารกลุ่มนี้ เส้นใยอาหาร (Dietary fiber) มีส่วนช่วยควบคุมน้ำหนักตัว ทำให้รู้สึกอิ่มเร็วขึ้น ช่วยป้องกันท้องผูก ริดสีดวง รวมถึงมะเร็งลำไส้ใหญ่ซึ่งเปลือกพืชตระกูลส้มรวมถึงเปลือกส้มโอขึ้นก็เป็นแหล่งใยอาหารที่มีคุณภาพดี เหมาะกับการนำมาใส่ในอาหาร ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำเส้นใยจากส่วนของเปลือกส้มโอขึ้นในที่ไม่มีสี (Albedo) โดยนำมาผ่านกระบวนการลดความขมและทำให้แห้งเป็นผงเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ เพื่อเสริมเส้นใยอาหารให้กับเต้าหู้นมสดหรือเต้าหู้ยมนมสดซึ่งเป็นอาหารว่างหรือขนมที่มีผู้นิยมรับประทานกันมาก เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ทำจากนม วุ้นหรือเจลาติน และน้ำตาล (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2547) ทั้งนี้ยังเป็นการเพิ่มทางเลือกแก่ผู้บริโภค และเป็นการเพิ่มมูลค่าของเปลือกส้มโอที่เหลือทิ้งอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาสูตรของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสม
2. ศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง
3. ศึกษาอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

ขอบเขตการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาโดยใช้เปลือกส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง นำมาผ่านกระบวนการลดความชื้น และทำให้แห้งเป็นผง จากนั้นทำการศึกษาปริมาณเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสมในผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสด วิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัส ทำการคัดเลือกสูตรเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหาร จากเปลือกส้มโอผงที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบสูงสุดมาศึกษาการยอมรับของผู้บริโภค และศึกษาอายุการเก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น (4°C)

ข้อจำกัด

1. เปลือกของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งเป็นผลิตผลทางการเกษตรจึงอาจมีบางฤดูที่หาได้ยาก
2. ห้องปฏิบัติการที่ใช้ผลิตและวิเคราะห์คุณภาพของเต้าหู้นมสดมีการกำหนดเวลาในการใช้สถานที่

สมมติฐานการวิจัย

เต้าหู้นมสดมีปริมาณเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสม มีคุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี ทางประสาทสัมผัส และอายุการเก็บเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย

เต้าหู้นมสด หมายถึง ผลิตภัณ์ที่ทำจากนม ไขมันหรือเจลาตินอย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกัน และน้ำตาล มีการเติมกลีนาโนลลาส่วนประกอบอื่นเพื่อปรุงแต่งกลิ่นรส

เปลือกส้มโอผง หมายถึง เปลือกชั้นใน (Albedo) ของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง นำมาผ่านกระบวนการลดความชื้นและทำให้แห้งเป็นผง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการเพิ่มมูลค่าของเปลือกส้มโอที่เหลือทิ้ง
2. ได้สูตรเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงที่ได้รับการยอมรับของผู้บริโภค
3. สามารถนำไปเผยแพร่เพื่อเป็นแนวทางการวิจัยเต้าหู้นมสด และผลิตภัณ์ที่เสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอ

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เต้าหู้นมสด

1. ลักษณะของเต้าหู้นมสด

เต้าหู้นมสด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากนม วุ้นหรือเจลาตินอย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกัน และน้ำตาล อาจเติมส่วนประกอบอื่นเพื่อปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น กาแฟวานิลลา ชาเขียว และอาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น ผัก ผลไม้ ธัญพืช มีคุณลักษณะที่ต้องการคือ เป็นวุ้นนม มีสี กลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547)

2. ส่วนผสมของเต้าหู้นมสด

2.1 นม (Milk) ได้จากต่อมน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม มีส่วนประกอบแตกต่างกันตามชนิดของสัตว์ พันธุ์ อายุ ช่วงการให้นม ฤดูกาล อาหารที่ใช้เลี้ยง ช่วงเวลาในการซื้อ มีส่วนประกอบทางเคมีที่สำคัญได้แก่ (อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล, 2553)

(1) โปรตีน โปรตีนที่สำคัญในน้ำนม ได้แก่ เคซีน (Casein) แลคโทโกลบูลิน (Lactoglobulin) และแลคทอลบูมิน (Lactalbumin) โดยเคซีนในนมมีอยู่ร้อยละ 80 ของโปรตีนทั้งหมดและจะอยู่ร่วมกับแคลเซียมในรูปของแคลเซียมเคซีเนต (Calcium caseinate) ซึ่งโมเลกุลของเคซีนทำให้นมทึบแสงและมีสีขาว

(2) ไขมัน ไขมันจะลอยอยู่ในน้ำนมเป็นหยดเล็ก ๆ น้ำนมส่วนมากจะผ่านกระบวนการโฮโมจีไนส์ (Homogenization) เป็นขบวนการที่ทำให้ไขมันในนมแตกตัวเป็นหยดเล็ก ๆ เป็นผลให้ไขมันรวมตัวกับน้ำได้ดี ซึ่งไขมันในนมสามารถดูดกลิ่นต่าง ๆ ได้ง่าย จึงควรเก็บนมและผลิตภัณฑ์นมไว้ในภาชนะที่สะอาดและห่างจากกลิ่นที่ไม่ดี

(3) น้ำตาลแลคโทส เป็นน้ำตาลที่อยู่เฉพาะในนม มีรสหวานน้อยมาก เมื่อถูกย่อยจะได้น้ำตาลกลูโคส และกาแลคโทส

(4) น้ำ เป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของน้ำนม มีอยู่ประมาณร้อยละ 87

(5) เกลือแร่ ในน้ำนมได้แก่ ฟอสฟอรัส แคลเซียม โปแตสเซียม โซเดียม แมกนีเซียม คลอไรด์ กำมะถัน เหล็ก แมงกานีส และไอโอดีน

(6) วิตามิน ในน้ำนมมีวิตามินเอและวิตามินบี 2 สูง ส่วนวิตามินซีและวิตามินดีมีต่ำมาก

(7) เอนไซม์ ในน้ำนมมีเอนไซม์หลายชนิดทั้งที่ย่อยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน ยังมีเอนไซม์ที่ช่วยกระตุ้นปฏิกิริยาทางเคมีได้แก่ Oxidase, Catalase, Peroxidase และ Phosphatase เอนไซม์เหล่านี้มักถูกทำลายในกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ (Pasturization)

(8) สีของน้ำนม น้ำนมเป็นสีขาวและทึบแสง เกิดจากแสงสะท้อนจากสารแขวนลอย แคลเซียมเคซีเนท แคลเซียมฟอสเฟต และแสงสะท้อนจากหยดไขมัน

(9) ความเป็นกรด นมมีความเป็นกรดเล็กน้อย มี pH อยู่ระหว่าง 6.5 และ 6.7 ซึ่งความเป็นกรดจะลดลงเมื่อผ่านความร้อน เพราะคาร์บอนไดออกไซด์ในนมมีการระเหยไป

เมื่อน้ำนมถูกความร้อนจะมีฝ้า (Scum) เกิดขึ้นที่ผิวหน้า ฝ้านี้เกิดขึ้นจากการแข็งตัวของโปรตีน การให้ความร้อนต่ำจะป้องกันไม่ให้เกิดฝ้าที่ผิวหน้าของนมได้ แต่ถ้าให้ความร้อนสูงฝ้าที่เกิดขึ้นนั้นจะหนาและไม่ละลายน้ำ เมื่อมีฝ้าเกิดขึ้นที่ผิวหน้าของนมทำให้อุ่นน้ำไม่มีทางออก เกิดแรงดันทำให้นมล้น ในการหุงต้มนมเมื่อให้ความร้อนถึง 60°C แลคทอลบูมินจะเริ่มแข็งตัว ยิ่งให้ความร้อนสูงและหุงต้มเป็นเวลานาน การแข็งตัวของโปรตีนจะเกิดขึ้นมาก ในการหุงต้มนมถ้าให้ความร้อนสัมผัสกับนมโดยตรงจะทำให้ไหม้ได้ จึงควรใช้หม้อ 2 ชั้น หรือหม้อตุ๋น นมจะได้รับความร้อนจากไอน้ำซึ่งไม่ร้อนจัดจนเกินไป เมื่อหุงต้มนมและมีน้ำตาลปนอยู่ด้วยอาจเกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาล (Browning reaction) เนื่องจากโปรตีนและแลคโทสทำให้มีสีน้ำตาลเกิดขึ้นและมีกลิ่นน้ำตาลไหม้

นมที่ใช้ในการบริโภค ได้แก่ (จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล, 2553; อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล, 2554; Ingram, 2007)

(1) นมสด (Fresh milk) เป็นน้ำนมดิบที่นำมาผ่านความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังมีการผลิตน้ำนมที่มีปริมาณไขมันแตกต่างกัน นมสดที่จำหน่ายในท้องตลาดนั้นอาจแบ่งได้ตามกระบวนการฆ่าเชื้อ ได้เป็นนมสดพาสเจอร์ไรซ์ (Pasturized fresh milk) นมสดสเตอริไลส์ (Sterilized fresh milk) และนมสดยูเอชที (Ultra High Temperature milk หรือ UHT milk) และแบ่งได้ตามปริมาณไขมันได้แก่ นมสดธรรมดา (Whole milk) นมสดพร่องมันเนย (Low fat milk) และนมสดขาดมันเนย (Skimmed milk)

(2) นมผง (Dry milk or Powder milk) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำนมสดมาระเหยน้ำออก นมที่ได้มีลักษณะเป็นผง มีน้ำหนักเบา ง่ายต่อการขนส่ง สามารถนำมาผสมน้ำและใช้ในการผลิตนมพร้อมดื่ม นมข้น และผลิตภัณฑ์นมอื่น ๆ นมผงที่จำหน่ายโดยทั่วไปมี 3 ประเภท ได้แก่ นมผงธรรมดา (Dry whole milk) นมผงพร่องมันเนย (Partly non-fat dry milk) และนมผงขาดมันเนย (Non-fat dry milk)

(3) นมข้น (Condense milk) หมายถึง นมสดที่ระเหยเอาน้ำบางส่วนออก และอาจทำให้หวานโดยเติมน้ำตาล แบ่งได้ 2 ชนิด ได้แก่ นมข้นไม่หวานหรือนมข้นจืด (Unsweeten condensed milk) และนมข้นหวาน (Sweeten condensed milk)

(4) นมแปลงไขมัน (Filled milk) หมายถึง นมสด นมข้น นมผง และนมคั้นรูปที่ใช้ไขมันอื่นบางส่วนหรือทั้งหมดแทนมันเนยที่มีอยู่ ไขมันอื่นที่ใช้ เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม เป็นต้น

(5) นมปรุงแต่ง (Flavored milk) หมายถึง นมสดหรือนมผงที่ปรุงแต่งด้วย สี กลิ่น หรือรส โดยสิ่งที่นำมาปรุงแต่งนั้นต้องไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ นมปรุงแต่งที่พบในท้องตลาดส่วนใหญ่จะมีรสหวานและแต่งกลิ่นต่าง ๆ เช่น นมปรุงแต่งช็อคโกแลต นมปรุงแต่งกาแฟ เป็นต้น

2.2 วุ้น (Agar) ได้จากการสกัดสาหร่ายแดง Gracilaria จัดเป็นสารประกอบไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloids) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ อากาโรส (Agarose) และอากาเพคติน (Agar pectin) มีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำ ให้สารคงรูปที่มีความแข็ง ยืดหยุ่น มีลักษณะเป็นเจล (gel) เมื่อเจลได้รับความร้อนที่อุณหภูมิมากกว่า 85°C จะมีการหลอมละลายอยู่ในรูปของเหลว ซึ่งสามารถย้อนกลับมาอยู่ในรูปของเจลได้อีกครั้งที่อุณหภูมิ 35-40°C ลักษณะของเจลที่ได้มีความใส แข็ง และกรอบ วุ้นที่จำหน่ายในท้องตลาดมี 2 ลักษณะคือ เป็นเส้นและเป็นผง โดยวุ้นชนิดเส้น ลักษณะคล้ายเชือกฟางสีขาว มักจำหน่ายเป็นกำ ก่อนใช้จะต้องแช่น้ำให้นิ่มก่อน ส่วนวุ้นชนิดผงจะผ่านกระบวนการทำให้ขาวและบดละเอียด มีสีขาวนวล มีการจำหน่ายโดยบรรจุซองขนาดต่าง ๆ (สุปราณี แพรศิริ, 2553; อภิญา มานะโรจน์, ม.ป.ป.) หน้าที่ของวุ้นในขนมหวานคือ เป็นตัวทำให้เกิดเจล และเป็นตัวชะลอการตกผลึกของน้ำตาล ช่วยให้อิมัลชัน (Emulsion) คงตัวและกระจายตัวสม่ำเสมอ และยังช่วยให้ฟองมีความคงตัว (EntryKitchen, 2010)

2.3 เจลาติน (Gelatin) เป็นไฮโดรคอลลอยด์ (Hydrocolloid) ซึ่งเป็นโปรตีน (Protein) ที่ได้จากย่อย และสกัดคอลลาเจน (Collagen) ที่มีอยู่ในกระดูก หนังสัตว์และเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissue) ของสัตว์ เช่น ควาย หมู วัว โดยใช้ความร้อน และ กรดหรือด่าง เพื่อย่อยให้คอลลาเจนโมเลกุลเล็กลง เปลี่ยนเป็นเจลาตินลักษณะเป็นแผ่น ชื้น เกล็ด หรือผงสีเหลืองอ่อนหรือสีเหลืองอำพัน ละลายได้ในน้ำร้อน ไม่ละลายในน้ำเย็น แต่จะอ่อนนุ่ม พองตัว และอุ้มน้ำได้ 5-10 เท่าของน้ำหนักเดิม ละลายได้ในกรดอะซิติก (Acetic acid) ไม่ละลายในอีเธอร์ คลอโรฟอร์ม และเอทานอลร้อยละ 98 เจลาตินที่ใช้เป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) นั้น เมื่อนำผงเจลาตินผสมน้ำ และให้ความร้อนจะเป็นของเหลวหนืด เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้เย็นของเหลวจะตัวกลายเป็นเจล (gel) ใช้ในอาหารได้หลายวัตถุประสงค์ ได้แก่ 1) ใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล (Gelling agent) ที่คืนตัวเป็น

ของเหลวได้เมื่อได้รับความร้อน (Thermo reversible gel) 2) ใช้เป็นสารที่ทำให้เกิดความคงตัว (Stabilizer) เป็นอิมัลซิไฟเออร์ (Emulsifier) ทำให้น้ำกับไขมันรวมตัวกันได้ดี ไม่แยกชั้น 3) ใช้ทดแทนไขมัน (Fat replacer) ใช้ในอาหารไขมันต่ำ 4) ใช้สำหรับการจับเก็บกลิ่นรส (Flavor encapsulation) 5) ใช้เคลือบผิว แยม ขนมเค้ก เพื่อรักษาความชุ่มชื้น ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารที่มีเจลาตินเป็นส่วนผสม ได้แก่ ผลิตภัณฑ์นม เนยแข็งชนิดนิ่ม เค้กแช่แข็ง พุดดิ้ง เต้าหู้นมสด คัสตาร์ด มูส ไอศกรีม มากาριν เนยไขมันต่ำ ขนมหวาน (Confectionery) อาหารแช่เยือกแข็ง ซุป ซอส น้ำสลัด น้ำผลไม้ แยม เป็นต้น ส่วนด้านคุณค่าทางโภชนาการนั้น เจลาตินมีปริมาณพลังงานต่ำเพียง 3.5 กิโลแคลอรีต่อกรัม เจลาตินเป็นโปรตีนที่มีกรดอะมิโนที่จำเป็น (Essential amino acid) ชนิดทริปโตฟาน (Tryptophan) และเมธิโอนิน (Methionine) ในปริมาณจำกัด ดังนั้น เจลาตินจึงไม่ใช่แหล่งโปรตีนที่ดี ควรรับประทานควบคู่กับโปรตีนชนิดอื่น (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนปนนท์, ม.ป.ป.)

เจลาตินแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามกระบวนการผลิตและแหล่งที่มา ได้แก่ ชนิด A เป็นเจลาตินที่สกัดได้จากส่วนของกระดูกหมู โดยกรรมวิธีย่อยด้วยกรด และชนิด B เป็นเจลาตินที่ได้จากหนังและกระดูกวัว ลูกวัว โดยกรรมวิธีย่อยด้วยด่าง (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และ นิธิยา รัตนปนนท์, ม.ป.ป.)

เจลาตินที่ใช้ในการประกอบอาหารนั้นมี 2 รูปแบบ คือ แบบแผ่น และแบบผง มีวิธีการใช้ต่างกันคือ เจลาตินชนิดแผ่นจะต้องนำไปแช่ในน้ำเย็นประมาณ 5 นาทีจนนิ่ม แล้วบีบน้ำออกก่อนนำไปใช้ ส่วนเจลาตินชนิดผงมักโปรยลงในของเหลวหรือนำไปคลุกกับน้ำตาลทรายก่อนนำไปผสมในของเหลว แช่ไว้ประมาณ 5 นาที จนเจลาตินดูดน้ำและพองตัว หลังจากเตรียมเจลาตินทั้ง 2 รูปแบบแล้วจะต้องนำไปผ่านความร้อนเพื่อให้ละลายได้อย่างสมบูรณ์ (Duchene and Jones, 2005)

2.4 น้ำตาล (Sugar) น้ำตาลโดยทั่วไป หมายถึง สารอาหารประเภทคาร์โบไฮเดรตที่มีรสหวาน และให้พลังงานแก่ร่างกาย ในงานวิจัยนี้ได้ใช้น้ำตาลคือน้ำตาลทรายขาว ซึ่งมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 0.1 น้ำตาลเป็นแหล่งพลังงาน โดยน้ำตาลทราย 1 กรัม ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี เมื่อมีการผสมน้ำตาลในอาหาร น้ำตาลจะมีคุณสมบัติคือ (อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล, 2554)

- (1) เป็นสารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการ (Nutritive sweetener)
- (2) การละลาย น้ำตาลที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารมักมีการละลายน้ำได้ดี ตามปกติจะละลายได้ร้อยละ 30-80 ปริมาณที่ละลายได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ซึ่งการละลายได้จะสูงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

(3) การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหาร ในการเตรียมอาหารแปรรูปและเก็บรักษาอาหาร บางชนิดจะพบว่ามีสารสีน้ำตาลเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาเคมีที่ไม่เกี่ยวข้องกับเอนไซม์ อาจเป็นที่ต้องการหรือไม่ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร การเกิดสารสีน้ำตาลในอาหารอาจเนื่องมาจาก

(3.1) ปฏิกิริยาการเกิดสารน้ำตาลเคี้ยวไหม้ (Caramelization) ระยะเวลาของการเกิดสารน้ำตาลเคี้ยวไหม้ น้ำตาลจะสูญเสีย น้ำ 1 โมเลกุล เกิดน้ำตาลแอนไฮโดร (Anhydro sugar) กรณีของซูโครสเมื่อถูกความร้อนประมาณ 200°C ผลึกของซูโครสจะละลายและเดือดเป็นฟอง และจะหยุดเมื่อเวลาผ่านไปประมาณ 35 นาที สารเคมีที่เกิดขึ้นในระยะนี้จะไม่หวานและเริ่มมีรสขม หลังจากที่ได้เดือดเป็นฟองในระยะที่ 2 ประมาณ 55 นาที จะเกิดสารคาราเมลลัน (Caramelan) ซึ่งมีรสขม

(3.2) ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ในอาหารที่มีไนโตรเจน โดยเฉพาะสารประเภทอะมีน (Amine) จะเกิดสารสีน้ำตาลในอาหารเร็วขึ้น ปฏิกิริยาเริ่มต้นเป็นปฏิกิริยาระหว่างกลุ่มคาร์บอนิล ($-\text{CO}$) ของน้ำตาล และกลุ่มอะมิโน ($-\text{NH}_2$) ของกรดอะมิโน มักเกิดขึ้นในอาหารแห้งหรืออาหารที่มีความเข้มข้นสูง กรดอะมิโนเมื่อรวมกับกลุ่มคาร์บอนิลของน้ำตาลในปฏิกิริยานี้เกิดเป็นสารสีที่ร่างกายนำมาใช้ไม่ได้

(4) การดูดและเก็บรักษาความชื้น คุณสมบัตินี้ของน้ำตาลมีผลต่อเนื้อสัมผัส และความคงทนในการรักษาลักษณะของอาหาร

ใยอาหาร และใยอาหารจากเปลือกส้มโอ

1. ใยอาหาร

ใยอาหาร (Dietary fiber) หมายถึง ส่วนประกอบของอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตประเภทน้ำตาลหลายชั้น (polysaccharide) รวมทั้งลิกนิน (Lignin) ซึ่งเป็นใยอาหารแต่ไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต ใยอาหารเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืชหรืออยู่ในเซลล์พืชซึ่งระบบย่อยอาหารในร่างกายของมนุษย์ไม่สามารถย่อยสลายได้ จึงไม่ใหพลังงานและไม่มีสารอาหารใด ใยอาหารแบ่งออกเป็น 2 ประเภทตามความสามารถในการละลายน้ำคือ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ เซลลูโลส (Cellulose) เฮมิเซลลูโลส (Hemicellulose) ลิกนิน (Lignin) เป็นต้น และใยอาหารที่ละลายน้ำ ได้แก่ เพคติน (Pectin) กัม (Gum) มิวซิเลจ (Mucilage) เป็นต้น (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2550)

1.1 เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ

เส้นใยชนิดนี้เป็นพวกที่มีความสามารถในการดูดซับอาหารหลายอย่างได้แก่น้ำตาล คอเลสเทอรอลเกลือแร่บางชนิดดังนั้นจึงมีผลชะลอและลดการดูดซึมของสารอาหารดังกล่าวเข้าสู่ร่างกายถึงแม้จะละลายน้ำได้โดยอยู่ในรูปเจลแต่จะไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ ได้แก่ (นิธิยา รัตนาปนนท์, 2549; สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2550)

1.1.1 กัม เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมาก และในหมู่โมเลกุลน้ำตาลบางหมู่มีกลุ่มกรดยูโรนิก ไม่มีโครงสร้างทางเคมีที่แน่นอน อาจมีกัมบางชนิดที่ไม่ละลายน้ำ

1.1.2 เพคติน เป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมาก เพคตินที่ในหมู่โมเลกุลของน้ำตาลจำนวนมากและในหมู่โมเลกุลของน้ำตาลบางหมู่ที่มีกลุ่มเมทิลและกลุ่มยูโรนิก เพคตินนั้นจะไม่ละลายน้ำ แต่ถ้ากลุ่มไฮดรอกซิลในกรดถูกแทนที่ด้วยกลุ่มเมทิล สารประกอบเพคตินนั้นก็จะละลายได้ในสารละลายต่าง เพคตินพบมากในผนังเซลล์พืชทำหน้าที่ยึดเซลล์ให้เชื่อมติดต่อกัน และเมื่อบริโภคเข้าสู่ร่างกาย เพคตินจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปเจลและจะเคลือบผนังลำไส้ทำให้มีการดูดสารอาหารที่มีประจุเช่นน้ำตาล เป็นผลให้ระดับน้ำตาลในเลือดไม่สูงฉับพลันและมีผลต่อการควบคุมโรคเบาหวาน

1.1.3 มิวซิเลจ จะถูกหลั่งใน endosperm ของเซลล์พืชเพื่อทำหน้าที่ป้องกันการเกิด dehydration ที่มากเกินไป

1.2 เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ

เส้นใยที่ไม่ละลายน้ำจะเป็นกลุ่มของเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนิน โดยเซลลูโลสเป็นส่วนประกอบสำคัญของผนังเซลล์พืช ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคสเป็นจำนวน 1,000 โมเลกุล คล้ายกับแป้ง (starch) แต่ไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์กระเพาะเดี่ยว ในขณะที่เฮมิเซลลูโลสจะเป็นส่วนประกอบของผนังเซลล์พืช ประกอบด้วยโมเลกุลของน้ำตาลเชิงเดี่ยว (Monosaccharide) ชนิดต่าง ๆ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไป เป็นจำนวน 100 โมเลกุล ที่มีคุณสมบัติในการละลายเหมือนกัน คือ ละลายได้ในสารละลายต่าง น้ำตาลเชิงเดี่ยวนี้แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ เพนโทแซนส์ (Pentosans) และเฮกโซแซนส์ที่ไม่ใช่เซลลูโลส (Non-cellulose hexosans) น้ำตาลเชิงเดี่ยวที่พบมากในเฮมิเซลลูโลส คือ ดี-ไซแลนส์ (D-xylans) และดี-กลูโค-ดี-แมนแนนส์ (D-gluco-D-mannans) และมีหมู่ข้างเคียงเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวชนิดอื่น ๆ เช่น แอลอะราบินโนส (Larabinoses)

นอกจากนี้ยังมีส่วนที่เป็นลิกนินซึ่งเป็นสารประกอบเชิงซ้อนของแอลกอฮอล์ที่พืชผลิตเมื่อแก่ขึ้น ทำให้ส่วนต่าง ๆ ของพืชมีโครงสร้างที่แข็งแรง เช่น เปลือกนอกของธัญพืชซึ่งถูกทำลายในกระบวนการขัดสี ทั้งนี้ส่วนประกอบของใยอาหารในอาหารจะขึ้นอยู่กับอายุ พันธุ์พืช และส่วนต่าง ๆ ของพืช เส้นใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะมีความสามารถดูดซับสารอาหารต่าง ๆ ได้น้อย แต่มีความสามารถจับน้ำได้ มีการพองตัวในน้ำ ดังนั้นเมื่อมีการบริโภคเข้าไปจะช่วยด้านการขับถ่ายโดยช่วยเพิ่มมวลอุจจาระ ทำให้อุจจาระนิ่มขึ้น ส่งผลให้ขับถ่ายได้สะดวก (สิริพันธุ์ จุลกรังคะ, 2550)

เส้นใยอาหารมีสมบัติเชิงหน้าที่ (Functional properties) ในอาหารที่สำคัญ ได้แก่ (ธนิกันต์ สันต์สวัสดิ์, 2549; Elleuch et al., 2011)

(1) ความหนืด (Viscosity) เป็นความสามารถในการต้านทานการไหลของของไหลเมื่อมีแรงมากระทำ เส้นใยอาหารจัดในกลุ่มโพลีแซคคาไรด์ซึ่งเป็นสารที่มีความเหมาะสมเพื่อใช้เพิ่มความหนืดให้อาหาร เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้สามารถนำมาประยุกต์ใช้เพื่อควบคุมลักษณะรีโอโลยี (Rheology) ด้านการละลายและการกระจายตัว

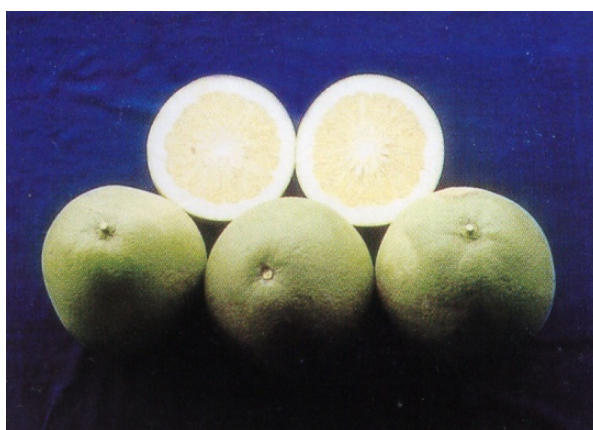
(2) การก่อเจล (Gelation) ในการก่อเจลนั้นสารโพลีเมอร์ของโพลีแซคคาไรด์ต้องมีโครงสร้างที่เป็นระเบียบ และสภาวะการก่อเจลมีความเหมาะสม เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ ได้แก่ เพคติน กัม มิวซิลเจจ และเฮมิเซลลูโลสบางชนิดที่มีสมบัติในการจับกับน้ำ (Hydration property) และการพองตัว (Swelling) ทำให้มีความหนืดเพิ่มขึ้น และก่อเจลได้ดี ในขณะที่เซลลูโลสและเฮมิเซลลูโลสส่วนใหญ่ไม่ก่อเจล

(3) การอุ้มน้ำ (Water holding capacity) เส้นใยอาหารมีองค์ประกอบเป็นโพลีแซคคาไรด์ ซึ่งโพลีแซคคาไรด์เป็นโมเลกุลที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) เนื่องจากมีหมู่ไฮดรอกซิลอิสระเป็นจำนวนมาก ซึ่งสามารถสร้างพันธะไฮโดรเจนกับน้ำ เส้นใยอาหารทั้งชนิดที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำจึงสามารถอุ้มน้ำได้ (Spiller, 2001) ทั้งนี้ความสามารถในการอุ้มน้ำของเส้นใยอาหารขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมี โครงสร้าง และขนาดอนุภาคของเส้นใยอาหารด้วย

(4) ความคงตัวของอิมัลชัน (Stabilization of emulsion) สารโพลีแซคคาไรด์มีความสามารถในการเพิ่มความคงตัวของอิมัลชัน ดังนั้นจึงมีการใช้โพลีแซคคาไรด์เพื่อช่วยให้ความคงตัวกับอาหารประเภทอิมัลชัน ตัวอย่างของโพลีแซคคาไรด์เหล่านี้ ได้แก่ อัลจินเนต กัวร์กัม และเพคติน เป็นต้น (Riaz, 1993)

2. โยอาหารจากเปลือกส้มโอ

ส้มโอมีชื่อสามัญ คือ Pomelo ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Citrus grandis* (L.) Osbeck มีชื่อพ้อง คือ *C. maxima* (Burm. f.) Merr., *Citrus aurantium* L. var. *grandis* L., *C. pamplemos* Risso., *Aurantium maxima* Burm. จัดอยู่ในวงศ์ Rutaceae เป็นไม้ผลตระกูลส้ม ผลรูปทรงกลมหรือรูปแป้น บริเวณขั้วผลนูนขึ้นเป็นกระจุก ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่มีสีเขียวอมเหลือง เปลือกผลหนา 1-2 เซนติเมตร ผิวผลเรียบ มีต่อมน้ำมันมาก ข้างในเป็นเยื่อสีขาวหรือสีชมพู ลักษณะหยาบ นุ่ม รสขมเล็กน้อย เนื้อผลที่เป็นถุงน้ำ (เนื้อกึ่ง) เปลือกมีรสขม เผื่อน ปร่า หอม (สุดารัตน์ หอมหวล, ม.ป.ป.) นิยมปลูกกันแพร่หลาย เป็นไม้ผลที่มีรสชาติดี มีคุณค่าทางอาหารสูง ให้ผลผลิตได้ตลอดปีและให้ผลตอบแทนสูง สามารถเก็บรักษา และมีระยะเวลาในการวางตลาดได้นานเพราะมีเปลือกหนา (Ingram, 2007) ในงานวิจัยนี้จะใช้ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง ผลมีขนาดค่อนข้างใหญ่ ทรงผลกลมสูง แต่ไม่มีจุดเด่นชัด ด้านกันผลเรียบ ต่อมน้ำมันที่ผิวเปลือกมีขนาดใหญ่อยู่ห่างกัน ผิวเปลือกมีสีเขียวเข้ม เปลือกค่อนข้างหนา ผลหนึ่งมีกิโลกรัมประมาณ 11-12 กิโลกรัม แยกออกจากกันง่าย เนื้อกึ่งมีสีขาวอมเหลือง ขนาดกึ่งค่อนข้างใหญ่ เบียดกันแน่น มีน้ำมากแต่ไม่แฉะ รสหวานอมเปรี้ยว สามารถแกะเนื้อออกมาได้ง่าย เมล็ดมีขนาดใหญ่ แต่มีเมล็ดไม่มากนัก เป็นที่นิยมบริโภคโดยทั่วไป



ภาพที่ 2.1 ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร. (2545)

รูปแบบการบริโภคจะบริโภคเฉพาะส่วนเนื้อ แม้จะมีการนำส่วนเปลือกมาใช้แปรรูปเป็นเปลือกส้มโอเชื่อม เปลือกส้มโอกวนบ้างแต่ก็ยังมีส่วนเปลือกเหลือทิ้งมาก ส่วนของส้มโอแบ่งได้ 3 ชั้น ได้แก่ เปลือกผลชั้นนอก (Exocarp) มีชื่อเรียกว่า Flavedo มีส่วนสีเขียวจากเม็ดสีของคลอโรฟิลล์

และจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองของเม็ดสีแซนโทฟิลล์และแคโรทีนเมื่อสุก ถัดเข้าไปเป็นส่วนของเปลือกผล ชั้นถัดไปด้านในมีชื่อเรียกว่า Albedo เป็นส่วนที่มีสีขาว หรืออาจมีสีชมพูตามลักษณะประจำพันธุ์ และด้านในสุดเป็นเปลือกชั้นใน (Endocarp) หรือเรียกว่า Rag มีลักษณะเป็นเยื่อโปร่งใสหุ้มรอบช่องของรังไข่หรือกลีบของผลส้ม มีน้ำบรรจุอยู่ภายใน เปลือกชั้นในจึงเกิดลักษณะของถุงน้ำ (Juice sac) เป็นส่วนของผลที่นำมารับประทานได้ ในขณะที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทานเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งบริเวณเปลือกชั้นในจะมีน้ำหนักประมาณร้อยละ 35-50 โดยน้ำหนัก (Pichaiyongvongdee & Haruenkit, 2009) ดังนั้นทางอุตสาหกรรมอาหารสามารถนำเปลือกส้มโอมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหารเพื่อให้เกิดประโยชน์เพิ่มขึ้น เพราะเปลือกส้มโอมีปริมาณใยอาหารมาก และยังพบว่าสารสำคัญส่วนใหญ่ที่พบในเปลือกทั้งส่วนสีเขียวและส่วนสีขาวเป็นสารกลุ่มของน้ำมันหอมระเหย และสารกลุ่มฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) เช่น Naringenin, Naringin, Hesperetin, Hesperidin, Apigenin, Poncirin และ Eriocitin เป็นต้น สำหรับงานวิจัยนี้จะใช้เปลือกผลชั้นในสีขาว (Albedo) มาผลิตเป็นเส้นใยอาหารในรูปแบบผงเพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร

คุณสมบัติของเปลือกชั้นใน (Albedo)

(1) ความหนา คือ เนื้อสีขาวหรือสีชมพูที่อยู่ติดกับเปลือกสีเขียวของผลส้มโอ เป็นเนื้อเยื่อของเซลล์ลูลอส มีลักษณะคล้ายฟองน้ำเป็นส่วนที่มีปริมาณเส้นใยสูง ซึ่งความหนาของเปลือกชั้นในกว้างประมาณ 1.45-2.28 เซนติเมตร แต่ละพันธุ์มีความกว้างแตกต่างกัน (Pichaiyongvongdee, 2010)

(2) ปริมาณน้ำหนัก ใน 1 ผลของส้มโอประกอบด้วย เปลือกชั้นนอก เปลือกชั้นใน เนื้อเยื่อเมล็ด และน้ำ ในขณะที่ผู้บริโภคส่วนใหญ่รับประทานเฉพาะส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งบริเวณเปลือกชั้นในจะมีน้ำหนักประมาณร้อยละ 35-50 โดยน้ำหนักของผลทั้งหมด (Pichaiyongvongdee & Haruenkit, 2009) หากทางอุตสาหกรรมอาหารสามารถนำเปลือกส้มโอมาใช้ประโยชน์ในด้านอาหารน่าจะมีประโยชน์มาก

(3) ปริมาณความชื้น ชั้นอัลเบโดของผลไม้ตระกูลส้มมีน้ำเป็นองค์ประกอบสูงประมาณร้อยละ 80 ดังนั้น การจะนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารจึงเป็นต้องผ่านกระบวนการทำให้แห้งหรืออาจทำให้เป็นผง เพื่อให้ปริมาณน้ำคงเหลือประมาณร้อยละ 10 และ Water Activity (A_w) ต่ำกว่า 0.50 ซึ่งเป็นค่าที่จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ (Larrauri, 1999)

(4) ปริมาณเส้นใยอาหาร เส้นใยอาหารของพืชตระกูลส้ม จะพบมากในส่วนของเปลือกมากกว่าส่วนของเนื้อที่บริโภค (Fernandez-Gines et al., 2004) ซึ่งเส้นใยอาหารในเปลือกส้มโอมีปริมาณถึงร้อยละ 93.07 โดยน้ำหนักแห้ง และจัดเป็นแหล่งใยอาหารที่มีคุณภาพดีเหมาะสำหรับนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร มีสัดส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำและใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำประมาณ

1:2 มีสารประกอบไบโอแอคทีฟ (Bioactive compounds) เช่น ฟลาโวนอยด์ และวิตามินซีที่มีคุณสมบัติเป็นสารแอนติออกซิแดนท์ (Antioxidant) (Garau et al., 2007; Marin et. al., 2007) ส่วนเปลือกส้มโอดิบจะมีปริมาณของเส้นใยอาหารร้อยละ 93.7 เมื่อนำมาทำเป็นเปลือกส้มโอผงมีใยอาหารร้อยละ 64 ของน้ำหนักแห้งโดยจะมีสัดส่วนของใยอาหารที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ 1:1.1 (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2551) และในผงเปลือกส้มโอมีใยอาหารทั้งหมดร้อยละ 84.02 โดยน้ำหนักแห้ง (สุชาติดา นกเถื่อน, 2554) ซึ่งปริมาณเส้นใยทั้งหมดของเปลือกในส้มโอมีค่ามากกว่ากากส้มสีทอง กากส้มสายน้ำผึ้งและกากส้มเขียวหวาน (อภิรักษ์ เพียรมงคล, 2549) เช่นเดียวกับงานวิจัยของ (Larrauri, 1999) พบว่า เส้นใยอาหารจากพืชตระกูลส้มมีข้อดีกว่าเส้นใยอาหารจากธัญพืช เนื่องจากมีปริมาณเส้นใยอาหารทั้งหมด เส้นใยอาหารที่ละลายน้ำ ความสามารถในการอุ้มน้ำ และน้ำมัน และความสามารถในการกักน้ำในลำไส้สูงกว่า ทั้งยังมีปริมาณกรดไฟติก และแคลอรีต่ำอีกด้วย ดังนั้นเปลือกในส้มโอจึงเป็นวัตถุดิบที่มีศักยภาพสูงในการนำมาผลิตเป็นเส้นใยอาหารผง

(5) รสขม เปลือกชั้นในของส้มโอมีสารที่ให้รสขม คือ นาริงจิน (Naringin) และลิโมนิน (Limonin) เป็นองค์ประกอบ ทำให้เส้นใยอาหารผงที่ผลิตได้มีรสขม Pichaiyongvongdee & Haruenkit (2009) ได้ทำการวิเคราะห์ปริมาณลิโมนินบริเวณเปลือกชั้นในมีค่าเท่ากับ 133.58-352.72 ppm และ นาริงจินมีค่าเท่ากับ 10065.06-28.508 ppm เมื่อเปรียบเทียบความขมเปลือกชั้นในของมะนาวและส้ม พบว่า ผลส้มTangerine มีค่าลิโมนิน 39 ppm นาริงจิน 3490 ppm (Kasemuksakul,1989) ส่วนมะนาวพันธุ์แป้นมีค่าลิโมนิน 15.71 ppm นาริงจิน 470.09 ppm (สุวรรณ พิชัยวงศ์วงศ์ดี และ ระติพร หาเรือนกิจ, 2544) ดังนั้นการผลิตเส้นใยผงจากเปลือกส้มโอจึงจำเป็นต้องกำจัดหรือลดสารให้รสขมเหล่านี้ให้เหลือน้อยที่สุดก่อนนำไปเสริมในผลิตภัณฑ์อาหาร

(6) สารต้านอนุมูลอิสระพืชตระกูลส้มเป็นพืชที่ประกอบด้วยสารที่มีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระโดยเฉพาะสารประกอบในกลุ่มฟลาโวนอยด์ ในเปลือกส้มมีสารฟลาโวนอยด์ (flavonoids) ช่วยลดการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจตีบและเป็นสารต่อต้านมะเร็งวิตามินซี (vitamin C) เป็นสาร Antioxidant และกรดแอสคอร์บิก (ascorbic acid) ช่วยดูดซับไอออนช่วยในกระบวนการทำงานของกรดอะมิโนและฮอร์โมนซึ่งจะสูญเสียเพียงเล็กน้อย (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2551)

หลักการในการผลิตเส้นใยอาหาร คือ การแยกเอาส่วนประกอบอื่น ๆ ได้แก่ ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และอื่น ๆ ออกจากวัตถุดิบที่เหลือแต่เส้นใยอาหาร มีขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่ (Larrauri, 1999)

(1) การบดเปียก (Wet milling) มีความสำคัญเนื่องจากถ้าขนาดอนุภาคของวัตถุดิบที่ถูกบดไม่เหมาะสมจะส่งผลต่อการผลิตในขั้นตอนถัดไป ถ้าวัตถุดิบที่ถูกบดมีอนุภาคเล็กเกินไป จะทำให้การดูดซับน้ำมีมากในขั้นการล้าง ทำให้ต้องใช้ระยะเวลาในการทำแห้งนาน และได้ผลผลิตใน

ปริมาณต่ำ โดยทั่วไปขนาดในการบดเปียกวัตฤติบนั้นจะประมาณ 0.6-2.0 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิตและชนิดของวัตฤติบนั้น

(2) การล้าง (Washing) มีวัตถุประสงค์เพื่อกำจัดองค์ประกอบที่ไม่ต้องการ เช่น น้ำตาล และแยกจุลินทรีย์บางส่วนออกจากวัตฤติบ ในการเตรียมเส้นใยอาหารจากเปลือกสัมนั้น การล้างเปลือกสัมน้ำร้อนสามารถกำจัดน้ำตาลออกจากเปลือกสัมนได้มากกว่าการใช้ น้ำอุณหภูมิปกติล้าง

(3) การทำแห้ง (Drying) จัดเป็นขั้นตอนหลัก และเสียค่าใช้จ่ายสูงในการผลิตเส้นใยอาหารผง เป็นการช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเส้นใยอาหาร ช่วยลดขนาดของภาชนะบรรจุและยังลดต้นทุนการขนส่งอีกด้วย Larrauri (1999) ได้ทำการศึกษาผลการทำแห้งเปลือกสัมนในตู้อบแห้งแบบชั้น (Carbinet dryer) พบว่าในการทำแห้งมีอิทธิพลร่วมของปริมาณเปลือกสัมนต่ออากาศ และอุณหภูมิในการทำแห้งต่อความสามารถในการอุ้มน้ำของเส้นใยอาหาร

(4) การบดแห้ง (Dry milling) ขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดขนาดของเส้นใยอาหารให้เหมาะกับการนำไปใช้ในอาหาร โดยทั่วไปในทางการค่านั้นนิยมบดเส้นใยอาหารผงให้มีขนาดอนุภาคระหว่าง 0.15-0.43 มิลลิเมตร

เส้นใยอาหารผงที่ผลิตได้ควรมีคุณสมบัติดังนี้ (Pomeranz, 1991)

- (1) ไม่มีองค์ประกอบที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สารอาหาร
- (2) มีความเข้มข้นสูง สามารถใช้ปริมาณเพียงเล็กน้อยแต่ให้ผลได้ดี
- (3) ไม่มีสี กลิ่น รส และเนื้อสัมผัสที่มีผลเสียต่อลักษณะอาหารนั้น ๆ
- (4) มีส่วนประกอบที่มีความสมดุล (ทั้งส่วนที่ละลายน้ำและไม่ละลายน้ำ) และมีปริมาณของสารชีวภาพที่เกี่ยวข้องเพียงพอ ให้พลังงานต่ำ
- (5) มีการอายุการเก็บนาน ซึ่งไม่ส่งผลเสียต่ออาหารที่เติมลงไป
- (6) มีความเหมาะสมในการนำไปใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร
- (7) มีภาพพจน์ในแง่บวกเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค ทั้งเป็นแหล่งเส้นใยอาหารและแง่สุขภาพ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

อำไพ โสภาน้อย. (2549). ศึกษาคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดรสวานิลลาของกลุ่มแปรรูปนมสด บ้านดอนกะพี้ ตำบลเด่นใหญ่ อำเภอกันตกา จังหวัดชัยนาท มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์ ลักษณะทางเคมี-กายภาพ อายุการเก็บรักษา และต้นทุนการผลิตของเต้าหู้นมสดรสวานิลลา พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของเต้าหู้นมสดมีปริมาณความชื้น

ร้อยละ 83.71 เถ้าร้อยละ 0.33 ไขมันร้อยละ 0.19 โปรตีนร้อยละ 1.04 เส้นใยอาหารร้อยละ 0.36 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 14.73 และให้พลังงาน 64.79 กิโลแคลอรี ต่อ 100 กรัม จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4°C และ 7°C พบว่าคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4°C มีอายุการเก็บ 6 วัน โดยวันที่ 8 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เกินมาตรฐานที่กำหนด (มผช. 528/2547) จึงถือว่าสิ้นสุดอายุการเก็บ และเต้าหูนมสดที่อุณหภูมิ 7°C มีอายุการเก็บ 4 วัน โดยวันที่ 6 มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เกินมาตรฐานที่กำหนด (มผช. 528/2547) ซึ่งถือว่าสิ้นสุดอายุการเก็บ เมื่อระยะเวลาการเก็บเต้าหูนมสดทั้ง 2 อุณหภูมิมีมากขึ้นพบว่า ด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสจะมีคะแนนด้านลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวมมีแนวโน้มลดลงโดยมีคะแนนความชอบรวมอยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก และคุณภาพทางเคมี-กายภาพนั้นค่า aw และค่า pH มีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสี L และ b ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) และค่าสี a มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจึงทำให้เต้าหูนมสดมีแนวโน้มของสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น ส่วนคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเต้าหูนมสดมีแนวโน้มที่ค่าความแข็งและค่าความหยุ่นจะลดลง จากการศึกษาต้นทุนการผลิต ณ สถานที่ผลิตของเต้าหูนมสดรสวานิลลาบรรจุด้วยละ 200 กรัม เท่ากับ 7.30 บาทต่อถ้วย

พรพรรณ เลี้ยวโพโรจน์. (2549). ศึกษาการพัฒนาคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์เต้าหูนมสดรสเผือกของกลุ่มแปรรูปนมสด บ้านดอนกะพี้ ตำบลเด่นใหญ่ อำเภอนาคู จังหวัดชัยนาท มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวัตถุดิบและกระบวนการผลิต องค์ประกอบทางเคมี คุณภาพทางจุลินทรีย์ ลักษณะทางเคมี-กายภาพ อายุการเก็บรักษา และต้นทุนการผลิตของเต้าหูนมสดรสเผือก จากการศึกษาวัตถุดิบ และกระบวนการผลิตพบว่า วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตเต้าหูนมสดรสเผือก ได้แก่ ผงเต้าหู้ ผงวุ้น น้ำตาล นํ้านม และนํ้าเปล่า ส่วนที่เป็นพรตสลด ได้แก่ ฟักทอง มะละกอ และถั่วแดง ด้านกระบวนการผลิตมี 3 ขั้นตอน คือ การเตรียมวัตถุดิบ กระบวนการผลิต และการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีพบว่า มีปริมาณความชื้นร้อยละ 84.17 เถ้าร้อยละ 1.86 ไขมันร้อยละ 1.56 โปรตีนร้อยละ 1.21 เส้นใยอาหารร้อยละ 1.89 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 11.20 และให้พลังงาน 63.68 กิโลแคลอรี ต่อ 100 กรัม จากการศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 4°C และ 7°C แล้วนำมาตรวจสอบ 4 ช่วงเวลาหลังการผลิตที่ 0, 2, 4 และ 6 วัน ผลการวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์พบว่า ผลิตภัณฑ์เก็บรักษาที่ 4°C เป็นเวลา 6 วัน มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด (มผช. 528/2547) ส่วนที่อุณหภูมิ 7°C ในวันที่ 6 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเกินมาตรฐานที่กำหนด แต่ไม่พบเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ทั้ง 2 อุณหภูมิ ดังนั้นผลิตภัณฑ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C และ 7°C จะมีอายุการเก็บรักษา 6 และ 4 วันตามลำดับ ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี-กายภาพพบว่า เมื่อระยะเวลาการเก็บของทั้ง 2 อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ค่า aw ค่าสี L และ b มีแนวโน้มลดลง ค่าสี a มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ส่วนด้านเนื้อ

สัมผัส ค่าความแข็งและค่าความหยุ่นมีแนวโน้มลดลง ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบรวมที่อุณหภูมิ 4°C มากกว่าที่ 7°C ยกเว้นด้านสีของทั้ง 2 อุณหภูมิไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ด้านต้นทุนการผลิต ณ สถานที่ผลิตพบว่า เต้าหู้นมสดรสเผือกบรรจุถ้วยละ 200 กรัม มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 6 บาท ขยายผลิตภัณฑ์ถ้วยละ 8 บาท ได้กำไรถ้วยละ 2 บาท

วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (2551). ทำศึกษาการผลิตและคุณสมบัติของโยเกิร์ตจากเปลือกส้มโอเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร จากการผลิตโยเกิร์ตจากเปลือกส้มโอส่วนขาวของส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งโดยเตรียมเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เปลือกดิบ เปลือกต้ม 5 นาที และ 10 นาที นำเปลือกมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 40°C, 50°C และ 60°C พบว่าการต้มและการทำแห้งทำให้ผลผลิตของโยเกิร์ตลดลงโดยเปลือกที่ไม่ได้ต้มได้ปริมาณผลผลิตของโยเกิร์ตสูงสุดคือ ร้อยละ 93.07 องค์ประกอบทางเคมีและกายภาพของโยเกิร์ตจากเปลือกส้มโอที่ผลิตได้มีโยเกิร์ตทั้งหมดร้อยละ 16.05-21.87 ปริมาณกากใยร้อยละ 17.91-24.40 ความชื้นร้อยละ 0.13-76.95 ค่า pH เท่ากับ 4.52-5.36 ค่าประสิทธิภาพสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันเท่ากับ 1.29-1.53 การต้มทำให้โยเกิร์ตทั้งหมด กากใย และความเป็นกรดลดลง การต้มและการอบแห้งมีผลทำให้สารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันลดลงและเปลือกที่ไม่ได้ต้มเมื่อนำมาอบแห้งมีสีเข้มขึ้น คุณสมบัติเชิงหน้าที่ของโยเกิร์ตจากเปลือกส้มโอพบว่าการต้มทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการกักเก็บน้ำ ความสามารถในการพองตัวเพิ่มขึ้นจากเปลือกที่ไม่ได้ต้มประมาณร้อยละ 58, 66 และ 62 ตามลำดับ เปลือกที่ต้ม 10 นาทีมีความสามารถในการดูดซับน้ำมันมากกว่าเปลือกไม่ได้ต้มและเปลือกที่ต้ม 5 นาที การอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C และ 60°C ทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำ ความสามารถในการกักเก็บน้ำ และความสามารถในการดูดซับน้ำมันลดลงได้มากกว่าการอบแห้งที่ 40°C การอบแห้งยังมีผลต่อการพองตัวเล็กน้อย

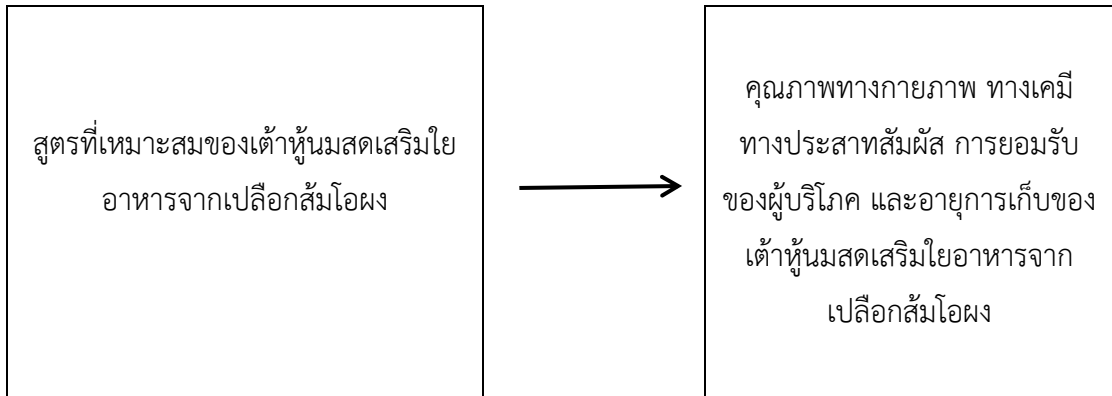
วันดี ไทยพานิช. (2552). ได้ทำการพัฒนาขนมขอม่วงโยเกิร์ตสูงพร้อมบริโภครสเผือกแซ่เยือกแข็ง โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมโยเกิร์ตโดยใช้เส้นใยจากเปลือกส้มโอ ศึกษาการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสขนมขอม่วงโยเกิร์ตสูงพร้อมบริโภครสเผือกแซ่เยือกแข็งโดยใช้ข้าวกล้องสุกอบแห้งทดแทนแป้งข้าวเจ้า ศึกษาการยอมรับของผู้เชี่ยวชาญและผู้บริโภค รวมถึงอายุการเก็บของขนมขอม่วงโยเกิร์ตสูงพร้อมบริโภครสเผือกแซ่เยือกแข็ง ผลการวิจัยพบว่าสามารถใช้เส้นใยจากเปลือกส้มโอผสมในตัวแป้งขนมขอม่วงได้ ร้อยละ 10 และในตัวไส้ในอัตรา 1:6 โดยน้ำหนักเนื้อไก่ การผสมข้าวกล้องสุกอบแห้งบดละเอียดทดแทนแป้งข้าวเจ้าร้อยละ 16 ช่วยให้ตัวแป้งของผลิตภัณฑ์แซ่เยือกแข็งมีคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสไม่คืนตัว โดยผู้บริโภคให้การยอมรับโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง ขนมขอม่วงโยเกิร์ตสูงพร้อมบริโภครสเผือก

แห้งเยือกแข็งปริมาณ 1 หน่วยบริโภค น้ำหนัก 72 กรัม หรือ 6 ชิ้น มีใยอาหาร 5.44 กรัม พลังงาน 101.13 กิโลแคลอรี ไขมัน 1.81 กรัม และสามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์บรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทิลีนแบบสุญญากาศไว้ที่อุณหภูมิ -18°C ได้นาน 3 เดือน ผู้เชี่ยวชาญให้การยอมรับโดยรวมอยู่ในเกณฑ์ชอบปานกลาง

บงกชรัตน์ เนาวกุล. (2553). ศึกษาการผลิตและลดความคมของเส้นใยอาหารจากเปลือกในส้มโอที่ผ่านการลดความคมและการใช้ประโยชน์ในไอศกรีมนม พบว่า สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการลดความคมคือ pH 7 อุณหภูมิการสกัด 60°C และระยะเวลาการสกัด 20 นาที ซึ่งในการบดเปียกที่มีต่อสมบัติของเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ พบว่า ความเร็วและระยะเวลาในการบดเปียกส่งผลต่อทั้งสมบัติทางเคมี และทางกายภาพ รวมถึงลักษณะโครงสร้างระดับจุลภาคของเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอ โดยสภาวะที่เหมาะสมในการบดเปียกเปลือกในส้มโอ คือ ความเร็วระดับสูง เป็นเวลา 1 นาที และปริมาณเส้นใยอาหารผงที่เหมาะสมในการประยุกต์ใช้ในไอศกรีมนมสด คือเส้นใยอาหารผงจากเปลือกในส้มโอร้อยละ 1.0 (w/w) โดยมีค่าการขึ้นฟูของไอศกรีมร้อยละ 53.88 อัตราการละลายเท่ากับ 0.26 กรัมต่อ 100 กรัมต่อนาที และความแน่นเนื้อเท่ากับ 3003.78 กรัม ซึ่งมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความเรียบเนียน ความมัน การละลายในปาก และการยอมรับรวมต่ำกว่าไอศกรีมสูตรควบคุม ($p \leq 0.05$)

สุชาติ นกเถื่อน และ ยุทธนา พิมลศิริผล. (2554). ศึกษาการลดปริมาณไขมันและค่าดัชนีน้ำตาลของคุกกี้ปราศจากกลูเตนโดยใช้เส้นใยอาหารจากเปลือกชั้นในของผลส้มโอ ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์คุกกี้แป้งปราศจากกลูเตนที่มีไขมันและค่าดัชนีน้ำตาลลดลง โดยการทดแทนแป้งข้าวเจ้าและไขมันเนยด้วยเส้นใยอาหารจากเปลือกชั้นในของผลส้มโอ จากการวางแผนการทดลองแบบ Mixture โดยแปรผันปริมาณเส้นใยอาหารจากเปลือกชั้นในของผลส้มโอร้อยละ 0-10 แป้งข้าวเจ้าร้อยละ 53.2-59.11 และเนยสดร้อยละ 36.8-40.89 พบว่าการแทนเส้นใยอาหารมีผลทำให้ค่า b^* ค่าปริมาณสารทั้งหมด ค่าความแข็ง ปริมาณไขมัน และค่าดัชนีน้ำตาลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) สูตรที่เหมาะสมประกอบด้วยแป้งข้าวเจ้า ไขมันเนย และเส้นใยอาหารจากเปลือกชั้นในของผลส้มโอเท่ากับร้อยละ 55.17, 37.77 และ 7.05 ตามลำดับ ซึ่งผลิตภัณฑ์คุกกี้ที่ได้มีปริมาณไขมันลดลงร้อยละ 30.8 เมื่อเปรียบเทียบกับคุกกี้สูตรควบคุม และมีค่าดัชนีน้ำตาลจากการทำนายเท่ากับ 53.8 ซึ่งจัดเป็นคุกกี้ชนิดดัชนีน้ำตาลต่ำ

กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่องการพัฒนาเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองซึ่งมีรายละเอียดของวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
2. วิธีการ
3. การวิเคราะห์ทางสถิติ

อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. วัตถุดิบ

- 1.1 ส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้ง (ส่วนเปลือกชั้นสีขาว)
- 1.2 น้ำตาลทรายขาว ตรามิตรผล
- 1.3 นมสด ตรามะจิ
- 1.4 นมข้นหวาน ตราคาร์เนชั่น
- 1.5 นมข้นจืด ตราคาร์เนชั่น
- 1.6 ผงวุ้น ตรานางเงือก
- 1.7 เจลาตินชนิดผง
- 1.8 กลีนาวนิลลา ตราวินเนอร์
- 1.9 น้ำสะอาด

2. อุปกรณ์และเครื่องมือ

- 2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเต้าหู้นมสด
 - 2.1.1 อุปกรณ์งานครัว
 - 2.1.2 เครื่องชั่งชนิดหยาบและละเอียด
 - 2.1.3 นาฬิกาจับเวลา
 - 2.1.4 เทอร์โมมิเตอร์
 - 2.1.5 อ่างผสมสแตนเลส
 - 2.1.6 พายไม้
 - 2.1.7 ถ้วยพลาสติกขนาด 4 ออนซ์ และ 6 ออนซ์

2.1.8 ถาดสแตนเลส

2.2 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

2.2.1 เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Shimadzu รุ่น UV-1601, Japan

2.2.2 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyser) ยี่ห้อ Stable micro system TA-XT2i, England

2.2.3 เครื่องวัดค่าสี (Handy Colorimeter) ยี่ห้อ Nippon Denshoku NR-3000, Japan

2.3 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

2.3.1 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) ยี่ห้อ PB-10/Sartorius, Germany

2.3.2 ชุดวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน ยี่ห้อ Buchi 412, Switzerland

2.3.3 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน ยี่ห้อ Soxtec 2050 Auto extraction unit, Switzerland)

2.3.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า ยี่ห้อ Furnace 6000 Thermolyne, USA

2.3.5 เครื่องวัดปริมาณใยอาหาร ยี่ห้อ Fibertec System M2, Switzerland

2.3.6 เครื่องชั่งละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Analytical balance 240-A/Precisa, Switzerland

2.3.7 โถดูดความชื้น (Desiccator)

2.3.8 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) ยี่ห้อ Memmert 40, Germany

2.3.9 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)

2.3.10 อุปกรณ์เครื่องแก้วและเคมีภัณฑ์

2.4 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

2.4.1 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ ยี่ห้อ Autoclave HA-300 MN, Japan

2.4.2 ตู้บ่ม (Incubator) ยี่ห้อ Memmert รุ่น BM 400, Germany

2.4.3 ปิเปต (Pipette)

2.4.4 จานอาหารเลี้ยงเชื้อ (Plate)

2.4.5 กระบอกตวง (Cylinder)

2.5 อุปกรณ์และเครื่องมือวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

2.5.1 อุปกรณ์ในการทดสอบ

2.5.2 แบบสอบถาม

3. สารเคมี

3.1 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์โปรตีน

3.1.1 กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (Conc. H_2SO_4)

3.1.2 คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)

3.1.3 โพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)

3.1.4 โซเดียมไธโอซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$)

3.1.5 กรดบอริก (Boric acid)

3.1.6 เมทิลเรด (Methyl red)

3.1.7 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.1.8 กรดเกลือเข้มข้น (Conc. HCl)

3.2 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไขมัน

3.2.1 กรดซัลฟิวริก (Conc. H_2SO_4)

3.2.2 โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)

3.2.3 อะซิโตน (Acetone)

3.2.4 ซีไลท์ (Zylite)

3.2.5 ออกทานอล (Octanol)

3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ไขมัน

3.3.1 ปีโตรเลียมอีเทอร์ (Petroleum ether)

3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อ

3.4.1 วิเคราะห์จุลินทรีย์ทั้งหมดด้วย Standard Plate Count Agar (PCA)

3.4.2 วิเคราะห์ยีสต์ด้วย Potato Dextrose Agar (PDA)

3.4.3 Lauryl sulfate tryptose broth (LST)

3.4.4 Mannitol salt egg-yolk agar (MSEY agar)

3.4.5 Phosphate buffer solution (PBS)

3.5 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ความสามารถออกซิเดชัน

3.5.1 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

3.5.2 เอทานอล

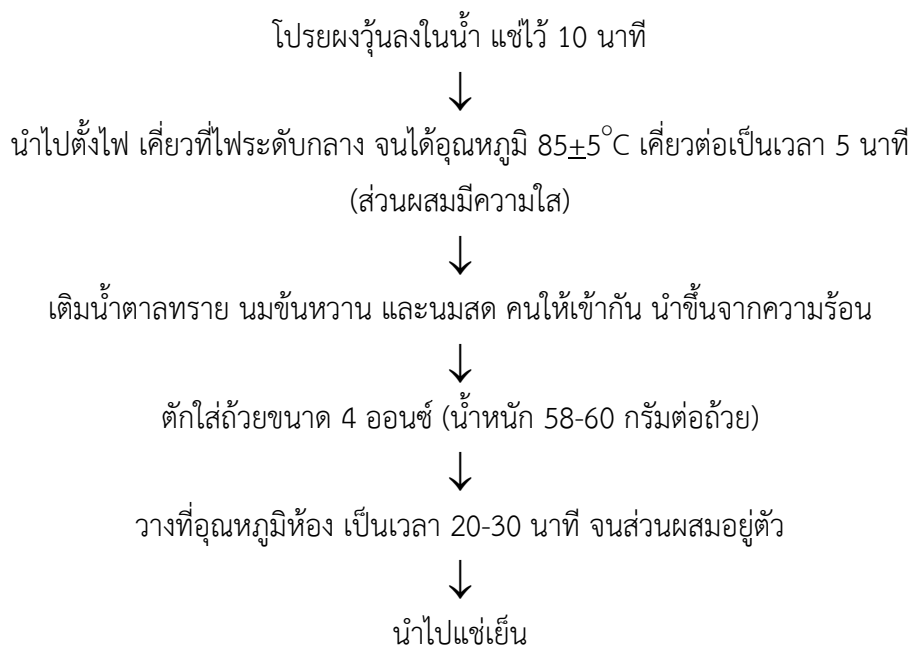
วิธีการ

1. การศึกษาสูตรของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสม

1.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของเต้าหู้นมสด โดยใช้สูตร A คือสูตรจากพรตารา เขตต์ทองคำ และธีรณัฐ ฉายศิริโชติ (2554) สูตร B และสูตร C คือสูตรจากวิไลภรณ์ แก้วสุวรรณ และคณะ (2554) ดังตารางที่ 3.1 ภาพที่ 3.1 และ ภาพที่ 3.2 ตามลำดับ สังเกตลักษณะของเต้าหู้นมสด และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทำการทดสอบการยอมรับด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน คัดเลือกสูตรที่มีลักษณะเต้าหู้นมสดที่เป็นวุ้นนม มีสี กลิ่นรสที่ดี และมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

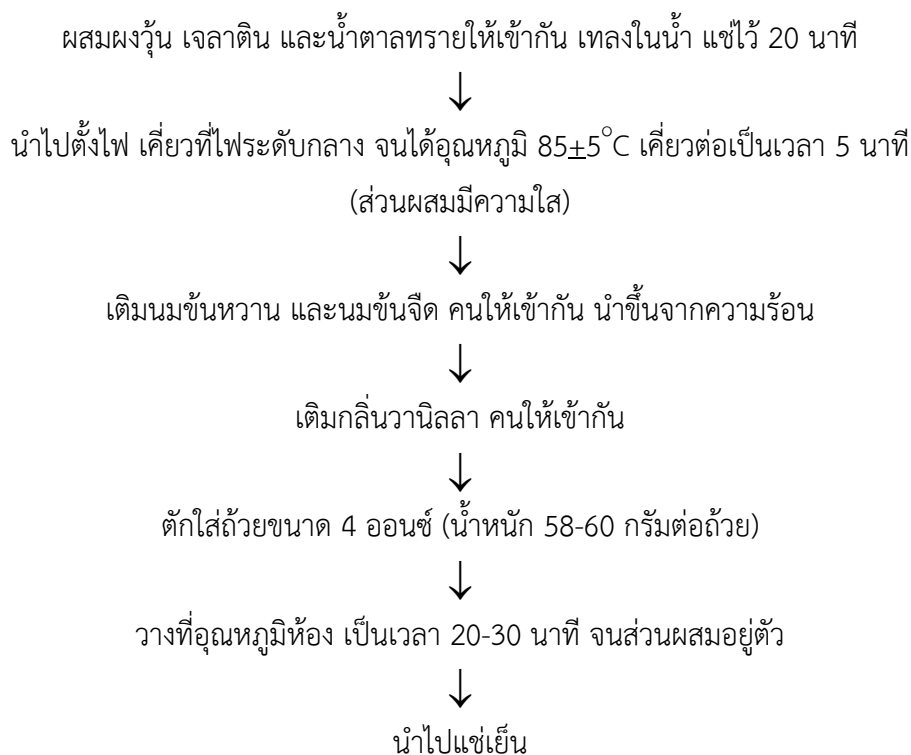
ตารางที่ 3.1 สูตรพื้นฐานในการผลิตเต้าหู้นมสด

ส่วนผสม	สูตร A		สูตร B		สูตร C	
	น้ำหนัก (กรัม)	%	น้ำหนัก (กรัม)	%	น้ำหนัก (กรัม)	%
ผงวุ้น	5	0.46	8	0.48	10	0.41
เจลาติน	-	-	5	0.30	15	0.62
น้ำตาลทราย	30	2.74	92.5	5.59	92.5	3.82
น้ำ	750	68.50	750	45.36	1,500	61.84
นมข้นหวาน	60	5.48	388	23.47	388	16.00
นมข้นจืด	-	-	405	24.30	405	16.70
นมสดชนิดจืด	250	22.82	-	-	-	-
กลี้นวานิลลา	-	-	5	0.30	15	0.62
รวม	1,095	100	1553.5	100	2425.5	100



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้นมสด (สูตร A)

ที่มา: พรดารา เขตต์ทองคำ และธีรนุช ฉายศิริโชติ. (2554)



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้นมสด (สูตร B และสูตร C)

ที่มา: วิไลภรณ์ แก้วสุวรรณ และคณะ. (2554)

1.2 การเตรียมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอ ทำโดยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ได้แก่ (สุวรรณพิชัยวงศ์วงศ์ดี และ บุญยกุลฤต รัตนพันธ์, 2557)

1.2.1 กระบวนการลดความขม โดยนำส้มโอพันธุ์ขาวน้ำผึ้งมาปอกเปลือกส่วนสีเขียวออกให้หมด เหลือแต่เปลือกส่วนที่เป็นสีขาว (Albedo) นำมาหั่นเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 1x1x1 เซนติเมตร จากนั้นลดความขมด้วยการแช่เปลือกกับน้ำ ปรับระดับ pH7 ในสัดส่วน 1:10 (w/v) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง กรองให้สะเด็ดน้ำและบีบน้ำออกให้หมด นำไปปั่นเหวี่ยงแยกน้ำ จากนั้นนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 80°C เป็นเวลา 10 นาที นำไปปั่นเหวี่ยงแยกน้ำอีกครั้งเป็นเวลา 30 นาที นำไปทำแห้งต่อไป

1.2.2 การทำแห้ง นำเปลือกส้มโอที่ผ่านการลดความขมเข้าสู่อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 70°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดเป็นผง ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 100 เมช นำใยอาหารผงที่ได้บรรจุในถุงสุญญากาศเพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

1.3 การศึกษาปริมาณใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้นมสด นำสูตรพื้นฐานของเต้าหู้นมสดที่ได้ผ่านการคัดเลือกแล้วมาเติมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงในเต้าหู้นมสดที่ปริมาณร้อยละ 0, 0.5, 1 และ 1.5 ของน้ำหนักรวม โดยใส่รวมกับผงวุ้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่างสมบูรณ์ (Complete Randomized Design, CRD) สังเกตลักษณะของเต้าหู้นมสดที่ได้ และศึกษาคุณภาพ ได้แก่

1.3.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- (1) ค่าสี (L* a* b*) โดยใช้ Handy Colorimeter
- (2) เนื้อสัมผัส โดยใช้ Texture analyser

1.3.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) ทำการทดสอบการยอมรับด้วยการให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน คัดเลือกสูตรที่มีลักษณะเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารที่เป็นวุ้นนม มีสีกลิ่นรสที่ดี และมีคุณภาพทางประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบที่ได้รับคะแนนสูงสุดมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีต่อไป

1.3.3 คุณภาพทางเคมี นำเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารที่ผ่านการพัฒนาแล้วมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีโดยเปรียบเทียบกับสูตรพื้นฐาน (สูตรควบคุม) ได้แก่

- (1) ปริมาณความชื้น-Moisture (AOAC, 2000)
- (2) ปริมาณโปรตีน-Protein (AOAC, 2000)
- (3) ปริมาณไขมัน-Fat (AOAC, 2000)
- (4) ปริมาณเถ้า-Ash (AOAC, 2000)

- (5) ปริมาณใยอาหารทั้งหมด-Crude fiber (AOAC, 2000)
- (6) ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter
- (7) ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด ($^{\circ}$ Brix)
- (8) ปริมาณฟิโนลิกทั้งหมด
- (9) ความสามารถในการจับกับอนุมูลอิสระของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Radical scavenging method) โดยใช้สาร 2, 2 ไดฟีนิล-1-ไพคริล ไฮดราซิล (DPPH)

2. การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคที่มีต่อเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงด้วยวิธี Central Location Test (CLT) โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับทำการทดสอบกับผู้บริโภคทั่วไปจำนวน 150 คน สถานที่ทดสอบ ได้แก่ ศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติสวนดุสิต และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

3. การศึกษาอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

นำเต้าหู้นมสดที่ผ่านการพัฒนาแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4°C) ทำการทดสอบคุณภาพเป็นเวลา 8 วันหรือจนกว่าเต้าหู้นมสดจะไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ โดยกำหนดระยะเวลาหลังการผลิตและแช่เย็นแล้วไม่เกิน 2 ชั่วโมง เป็นวันที่ 0 ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 วัน เพื่อศึกษาคุณภาพได้แก่

3.1 คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่

- (1) ค่าสี ($L^* a^* b^*$) โดยใช้ Handy Colorimeter
- (2) เนื้อสัมผัส โดยใช้ Texture analyser

3.2 คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter

3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่

- (1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด
- (2) *Staphylococcus aureus*

(3) *Escherichia coli*

(4) Lactic Acid Bacteria

3.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis, DA) เพื่อหาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และระดับความเข้มของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสที่กำหนดโดยใช้สเกลเส้นตรงที่มีความยาว 150 มิลลิเมตร โดยคะแนน 1-10 จากไม่ยอมรับมากที่สุดถึงยอมรับมากที่สุด ด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 13 คน

การวิเคราะห์สถิติ

ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS ทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ด้วยค่า t-test เมื่อเปรียบเทียบ 2 ตัวอย่าง และวิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance) ทดสอบความแตกต่างด้วยค่า F-test และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) เมื่อตัวอย่างมากกว่า 2 ตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสม การยอมรับของผู้บริโภค และการศึกษาอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง มีการนำเสนอผลการวิจัยเป็น 3 หัวข้อดังนี้

1. ผลการศึกษาสูตรของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสม
2. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง
3. ผลการศึกษาอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

ผลการวิจัย

1. ผลการศึกษาสูตรของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสม

1.1 การคัดเลือกสูตรพื้นฐานของเต้าหู้นมสด

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานของเต้าหู้นมสดโดยให้สูตร A คือสูตรจากพรดารา เขตต์ทองคำ และธีรนุช ฉายศิริโชติ (2554) สูตร B และสูตร C คือสูตรจากวิไลภรณ์ แก้วสุวรรณ และคณะ (2554) ทำการสังเกตลักษณะของเต้าหู้นมสดดังตารางที่ 4.1 พบว่าเต้าหู้นมสดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันทั้ง 3 สูตร ทั้งนี้เกิดขึ้นเนื่องจากส่วนผสมที่ใช้มีปริมาณที่ต่างกัน โดยเฉพาะสูตร A นั้นไม่มีส่วนผสมของเจลาติน และมีผงวุ้นเป็นส่วนผสมน้อยกว่าสูตร B และสูตร C ทำให้ความอยู่ตัวและความหยุ่นน้อยลง สูตร A ยังมีการใช้นมสดซึ่งมีสีขาวกว่า แต่ให้ความเข้มข้นกับเต้าหู้นมสดน้อยกว่านมข้นจืดซึ่งมีการใช้ในสูตร B และสูตร C นอกจากนี้สูตร A ยังไม่มีการเติมกลิ่นวานิลลาในส่วนผสม จึงทำให้มีกลิ่นนมชัดเจนกว่าสูตร B และสูตร C

ตารางที่ 4.1 ลักษณะของเต้าหู้นมสดสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	เต้าหู้นมสด		
	สูตร A	สูตร B	สูตร C
ลักษณะปรากฏ	ผิวหน้าเรียบ อยู่ตัวเล็กน้อย	ผิวหน้าเรียบ อยู่ตัวปานกลาง	ผิวหน้าเรียบ อยู่ตัวค่อนข้างมาก
สี	สีขาวนวล	สีเหลืองอ่อน	สีเหลืองปานกลาง
กลิ่น	กลิ่นนมมาก	กลิ่นนมและกลิ่น วานิลลาเล็กน้อย	กลิ่นนมและกลิ่น วานิลลาปานกลาง
เนื้อสัมผัส	นุ่มและหยุ่นเล็กน้อย	นุ่มและหยุ่นปานกลาง	นุ่มและหยุ่น ค่อนข้างมาก
รสชาติ	หวานเล็กน้อย	หวานมาก	หวานปานกลาง

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้นมสดสูตรพื้นฐานทั้ง 3 สูตร โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน แสดงดังตารางที่ 4.2 พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านสีและความนุ่มของสูตร C แตกต่างจากสูตร A และสูตร B อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่น ความหยุ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมนั้นพบว่า สูตร A แตกต่างจากสูตร B และสูตร C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยสูตร C จะมีคะแนนความชอบในทุกด้านสูงกว่าสูตรอื่น ซึ่งมีคะแนนความชอบเฉลี่ยอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง แสดงให้เห็นว่าผู้ทดสอบชอบเต้าหู้นมสดที่มีลักษณะอยู่ตัว มีความนุ่มและความหยุ่นค่อนข้างมาก มีสีเหลือง กลิ่นนม กลิ่นวานิลลา และรสหวานปานกลาง ดังนั้นจึงทำการคัดเลือกเต้าหู้นมสดสูตร C เพื่อเป็นสูตรพื้นฐานในการผลิตเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงต่อไป

ตารางที่ 4.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัส (คะแนนความชอบเฉลี่ย) ของเต้าหู้นมสดสูตรพื้นฐาน

คุณลักษณะ	เต้าหู้นมสด		
	สูตร A	สูตร B	สูตร C
สี	6.02 ^b ±1.98	6.16 ^b ±1.36	6.78 ^a ±1.61
กลิ่น	5.66 ^b ±1.84	6.60 ^a ±1.25	6.64 ^a ±1.32
ความนุ่ม	5.56 ^b ±1.77	6.02 ^b ±1.63	6.72 ^a ±1.65
ความหยุ่น	5.52 ^b ±1.81	6.26 ^a ±1.25	6.76 ^a ±1.68
รสชาติ	5.38 ^b ±1.70	6.08 ^a ±1.47	6.64 ^a ±1.75
ความชอบโดยรวม	6.06 ^b ±1.49	6.62 ^a ±1.21	7.02 ^a ±1.41

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p≤0.05)

: ±S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.2 การศึกษาปริมาณใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงในอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตเต้าหู้นมสด

นำสูตรพื้นฐานของเต้าหู้นมสดที่ได้ผ่านการคัดเลือก (สูตร C) มาเติมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอที่ปริมาณร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 0.5, 1 และ 1.5 ของน้ำหนักรวม โดยใส่รวมกับผงวุ้น ดังภาพที่ 4.1 จากการสังเกตลักษณะของเต้าหู้นมสดที่ได้พบว่า การเพิ่มปริมาณใยอาหารผงมีผลให้เต้าหู้นมสดมีสีเหลืองอ่อนลง ความแข็งเพิ่มขึ้น มีการเกาะตัวลดลง การละลายในปากลดลง และเมื่อเพิ่มใยอาหารผงมากกว่าร้อยละ 1.5 พบว่าเต้าหู้นมสดมีแนวโน้มว่าความกระด้างจะเพิ่มขึ้น และใยอาหารผงมีการตกตะกอน แยกตัวจากเนื้อเต้าหู้นมสด



(ก) ร้อยละ 0 (สูตรควบคุม)



(ข) ร้อยละ 0.5



(ค) ร้อยละ 1



(ง) ร้อยละ 1.5

ภาพที่ 4.1 เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงทั้ง 4 ระดับ

1.2.1 คุณภาพทางกายภาพของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารผงทั้ง 4 ระดับ แสดงดังตารางที่ 4.3

สี สีของเต้าหู้นมสดทั้ง 4 ตัวอย่างมีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เพราะใยอาหารผงที่เติมลงไปมีสี ขาวนวลจึงส่งผลให้ค่าความสว่างของเต้าหู้นมสดเพิ่มขึ้น และทำให้ค่าสีทั้งสีแดงและสีเหลืองลดลง

เนื้อสัมผัส การเสริมเปลือกส้มโอผงในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลทำให้เต้าหู้นมสดมี แนวนุ่มที่ค่าแรงกด (Force) ค่าความแข็ง (Hardness) และอัตราการคืนรูป (Springiness) เพิ่มขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เป็นเพราะเปลือกส้มโอผงที่ผ่านการอบแห้งมีกากใยสามารถดูด น้ำในส่วนผสม (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2551) จึงทำให้เต้าหู้นมสดมีความแข็งและปริมาณใยอาหารผง ที่ใช้นี้ยังมีผลให้เต้าหู้นมสดมีความอยู่ตัวเพิ่มขึ้นด้วย

ตารางที่ 4.3 คุณภาพทางกายภาพของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

คุณภาพ	ปริมาณใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง (ร้อยละ)			
	0 (สูตรควบคุม)	0.5	1	1.5
ค่าสี				
L^*	56.33 ^d ±0.15	58.13 ^c ±0.05	58.80 ^b ±0.10	59.30 ^a ±0.26
a^*	1.30 ^a ±0.11	0.76 ^b ±0.11	0.80 ^c ±0.05	0.33 ^d ±0.10
b^*	14.50 ^a ±0.10	13.30 ^b ±0.11	10.73 ^c ±0.30	7.60 ^d ±0.10
เนื้อสัมผัส				
Force	2.07 ^b ±0.05	2.19 ^b ±0.07	2.38 ^a ±0.09	2.54 ^a ±0.10
Hardness (g)	0.23 ^d ±0.02	0.31 ^c ±0.01	0.35 ^d ±0.01	0.43 ^a ±0.04
Springiness (mm)	1.17 ^c ±0.06	1.36 ^b ±0.06	1.33 ^b ±0.01	1.48 ^a ±0.01

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

: ±S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.2.2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารผลทั้ง 4 ระดับ โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale (1=ไม่ชอบมากที่สุด ถึง 9=ชอบมากที่สุด) กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน แสดงดังตารางที่ 4.4 พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นของเต้าหู้นมสดทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงว่าการเติมใยอาหารในเต้าหู้นมสดไม่มีผลต่อความชอบด้านกลิ่นของผู้ทดสอบ ส่วนคะแนนความชอบด้านสี ความนุ่ม ความหยุ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของเต้าหู้นมสดทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยการเติมใยอาหารในเต้าหู้นมสดมีผลให้แนวโน้มของคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านดังกล่าวลดลง ทั้งนี้เมื่อเปรียบเทียบเต้าหู้นมสดที่มีการเติมใยอาหารที่ระดับร้อยละ 0.5, 1 และ 1.5 ของน้ำหนักรวม พบว่าคะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกด้านของเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างที่เติมใยอาหารร้อยละ 1 และ 1.5 โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยในเกณฑ์ชอบปานกลาง จึงนำเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 ซึ่งมีส่วนผสมได้แก่ ผงวันร้อยละ 0.41 เปลือกส้มโอผงร้อยละ 0.50 เจลาตินร้อยละ 0.62 น้ำตาลทรายร้อยละ 3.79 น้ำร้อยละ 61.54 นมข้นหวานร้อยละ 15.92 นมข้นจืดร้อยละ 16.60 และกลิ่นวานิลลาร้อยละ 0.62 ไปศึกษาคุณภาพทางเคมีต่อไป

ตารางที่ 4.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

คุณลักษณะ	ปริมาณใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง (ร้อยละ)			
	0 (สูตรควบคุม)	0.5	1	1.5
สี	7.76 ^a ±0.92	7.16 ^b ±1.21	6.72 ^b ±1.55	6.70 ^b ±1.43
กลิ่น ^{ns}	8.06±0.74	7.62±1.34	7.06±1.44	6.14±1.71
ความนุ่ม	7.68 ^a ±0.81	6.54 ^b ±1.56	5.66 ^c ±1.36	5.20 ^d ±1.61
ความหยุ่น	7.84 ^a ±0.94	6.42 ^b ±1.51	5.68 ^c ±1.46	5.10 ^d ±1.61
รสชาติ	8.28 ^a ±0.77	6.82 ^b ±1.38	5.90 ^c ±1.14	5.16 ^d ±1.81
ความชอบโดยรวม	7.94 ^a ±0.81	7.00 ^b ±1.26	6.08 ^c ±1.19	5.34 ^d ±1.82

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

: ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

: ±S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

1.2.3 คุณภาพทางเคมีของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

เมื่อทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักรวม เปรียบเทียบกับเต้าหู้นมสดที่ไม่เติมใยอาหารหรือเติมใยอาหารร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) ดังตารางที่ 4.5 พบว่า ปริมาณโปรตีน ไขมัน และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้นมสดทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนปริมาณความชื้นนั้นเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 มีความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่มีปริมาณใยอาหาร ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด ปริมาณฟิโนลิกทั้งหมด และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารต้านอนุมูลอิสระออกซิเดชัน (DPPH) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเติมเปลือกส้มโอผงมีผลต่อปริมาณของเส้นใยอาหาร ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด ปริมาณฟิโนลิกทั้งหมด และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารต้านอนุมูลอิสระออกซิเดชัน (DPPH) เนื่องจากเต้าหู้นมสดทั้ง 2 ตัวอย่างผลิตจากส่วนผสมที่เหมือนกันและใช้ปริมาณของส่วนผสมที่เท่ากัน มีความแตกต่างกันเพียงปริมาณของเปลือกส้มโอผง

ตารางที่ 4.5 คุณภาพทางเคมีของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

คุณภาพทางเคมี	ปริมาณใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง (ร้อยละ)	
	0 (สูตรควบคุม)	0.5
ความชื้น (%)	77.28 ^a ±1.20	75.34 ^b ±0.93
ใยอาหาร (%)	0.59 ^b ±0.10	1.56 ^a ±0.16
โปรตีน (%) ^{ns}	7.67±0.38	7.08±0.13
ไขมัน (%) ^{ns}	0.26±0.01	0.25±0.02
ไขมัน (%) ^{ns}	0.82±0.09	0.91±0.08
ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ^{ns}	7.06±0.06	7.04±0.01
ปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด (°Brix)	1.90 ^b ±0.20	2.17 ^a ±0.15
ฟิโนลิกทั้งหมด (µ/ml)	2.51 ^b ±0.14	3.96 ^a ±0.06
ความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระ	1.02 ^b ±0.10	2.46 ^a ±0.13
DPPH (µ/ml)		

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

: ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

: ±S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2. ผลการศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคต่อเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 150 คน ณ ศูนย์ปฏิบัติการอาหารนานาชาติ สวนดุสิต และศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต พบว่า ผู้บริโภคแบ่งเป็นเพศหญิงร้อยละ 43.0 และเพศชายร้อยละ 57.0 แบ่งเป็นช่วงอายุน้อยกว่า 20 ปี ร้อยละ 40.0 และอายุ 20-30 ปี ร้อยละ 60.0 ด้านอาชีพ ส่วนใหญ่เป็นนักเรียน/นักศึกษา ร้อยละ 93.0 รองลงมาคือ บุคลากรในมหาวิทยาลัย ร้อยละ 7.0 รายได้เฉลี่ยต่อเดือนพบว่า ส่วนใหญ่มีรายได้ต่ำกว่า 10,000 บาท ร้อยละ 83.0 รองลงมาคือช่วง 10,001-15,000 บาท ร้อยละ 11.0 ดังตารางที่ 4.6

ด้านความชอบของผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบด้านรสหวาน สี ความนุ่ม และความหยุ่นอยู่ในระดับชอบปานกลาง ส่วนความชอบด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมากดังตารางที่ 4.7

ด้านการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 80.0 มีการตัดสินใจซื้อ ร้อยละ 80.0 โดยซื้อไปเพื่อรับประทานเองมีปริมาณเท่ากับซื้อไปเพื่อจัดเลี้ยงคิดเป็นร้อยละ 47.0 และผู้บริภกร้อยละ 60 ต้องการให้เต้าหู้นมสดนี้ที่มีขนาดบรรจุ 6 ออนซ์ จำหน่ายในราคา 15 บาทต่อถ้วย ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.6 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามจากการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

n=150

ลักษณะทางประชากรศาสตร์	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
เพศ		
หญิง	65	43
ชาย	85	57
อายุ		
น้อยกว่า 20 ปี	60	40
20-30 ปี	90	60
31-40 ปี	0	0
มากกว่า 40 ปี	0	0
อาชีพ		
นักเรียน/นักศึกษา	140	93
พนักงานบริษัทเอกชน/รัฐวิสาหกิจ	0	0
บุคลากรในมหาวิทยาลัย	10	7
อาจารย์	0	0
ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย	0	0
อื่น ๆ	0	0
รายได้เฉลี่ยต่อเดือน		
ต่ำกว่า 10,000 บาท	125	83
10,001-15,000 บาท	16	11
15,001-20,000 บาท	9	6
ตั้งแต่ 20,001 บาทขึ้นไป	0	0

ตารางที่ 4.7 คะแนนความชอบที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

คุณภาพทางประสาทสัมผัส	คะแนนเฉลี่ย	ระดับความชอบ
รสหวาน	7.48	ชอบปานกลาง
สี	7.42	ชอบปานกลาง
กลิ่น	7.90	ชอบมาก
ความนุ่ม	7.10	ชอบปานกลาง
ความหยุ่น	7.12	ชอบปานกลาง
รสชาติ	7.54	ชอบมาก
ความชอบโดยรวม	7.71	ชอบมาก

ตารางที่ 4.8 การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

n=150

ข้อมูลสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
การยอมรับเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง		
ยอมรับ	120	80.0
ไม่ยอมรับ	30	20.0
การตัดสินใจซื้อเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง (ขนาดถ้วย 6 ออนซ์)		
ซื้อ	120	80.0
ไม่แน่ใจ	10	7.0
ไม่ซื้อ	20	13.0
เหตุผลของการซื้อ		
ซื้อรับประทานเอง	70	47.0
เป็นของฝาก	10	6.0
ใช้จัดเลี้ยง	70	47.0
อื่น ๆ	0	0

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

n=150

ข้อมูลสำรวจ	ความถี่ (คน)	ร้อยละ
ราคาของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง (ขนาดถ้วย 6 ออนซ์) ที่ต้องการซื้อ		
12 บาท	10	6.0
15 บาท	90	60.0
18 บาท	25	17.0
20 บาท	25	17.0

3. ผลการศึกษาอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

นำเต้าหู้นมสดที่ผ่านการพัฒนาแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4°C) ทำการทดสอบคุณภาพเป็นเวลา 8 วันหรือจนกว่าเต้าหู้นมสดเติมใยอาหารผงจะไม่ได้รับการยอมรับจากผู้ทดสอบ โดยกำหนดระยะเวลาหลังการผลิตและแช่เย็นแล้วไม่เกิน 2 ชั่วโมง เป็นวันที่ 0 ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 วัน เพื่อศึกษาคุณภาพได้แก่

3.1 คุณภาพทางกายภาพของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี ($L^* a^* b^*$) และเนื้อสัมผัสของเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารผงเก็บรักษา 0, 2, 4 และ 6 วัน แสดงดังตารางที่ 4.9

สี เมื่อวิเคราะห์ค่าสี พบว่าค่าสีแดง (a^*) ของเต้าหู้นมสดเติมใยอาหารผงที่เก็บรักษานานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ซึ่งค่าสีแดงจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ส่วนค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) โดยเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสีเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เต้าหู้นมสดมีส่วนผสมของน้ำตาลและโปรตีนจากนม จึงสามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโนของโปรตีนและน้ำตาล ทำให้ผลิตภัณฑ์เริ่มมีสีน้ำตาล (รังสีณี โสธรวิทย์, 2550) ผลิตภัณฑ์นี้จึงมีสีที่คล้ำเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดรสวานิลลา (อำไพ โสภาน้อย, 2549) และการพัฒนาคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดรสเผือก (พรพรรณ เลี้ยวไพโรจน์, 2549) ซึ่งเต้าหู้นมสดที่เก็บรักษาไว้จะมีแนวโน้มของสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น

เนื้อสัมผัส เมื่อวิเคราะห์ค่าเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่ออัตราการคืนรูป (Springiness) ของเต้าหู้นมสดเต็มโยอาหารผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แต่มีผลให้ค่าแรงกด (Force) และค่าความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) ทั้งนี้เต้าหู้นมสดเต็มโยอาหารผงมีส่วนผสมของนมซึ่งมีโปรตีนในองค์ประกอบ รวมถึงมีส่วนผสมของผงวุ้น เจลาติน และโยอาหารผงที่มีผลต่อการอุ้มน้ำ น้ำไม่สามารถเคลื่อนที่ออกมาได้ ผลิตภัณฑ์จึงเกิดลักษณะของเจล แต่เมื่อเก็บนานขึ้น เจลมีการหดตัวและมีการแยกตัวของน้ำ (Syneresis) ผลิตภัณฑ์จึงมีความแน่นเพิ่มขึ้น (รังสิณี โสธรวิทย์, 2550)

ตารางที่ 4.9 คุณภาพทางกายภาพในระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้นมสดเสริมโยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

คุณภาพ	อายุการเก็บ (วัน)			
	0	2	4	6
ค่าสี				
L*	58.13 ^a ±0.06	57.63 ^{ab} ±0.32	56.83 ^{bc} ±0.72	56.40 ^c ±0.53
a* ^{ns}	0.76±0.12	0.81±0.02	0.84±0.01	0.85±0.01
b*	13.40 ^c ±0.17	13.47 ^{bc} ±0.12	13.58 ^{ab} ±0.08	13.62 ^a ±0.03
เนื้อสัมผัส				
Force	2.10 ^c ±0.02	2.22 ^b ±0.03	2.39 ^a ±0.10	2.41 ^a ±0.08
Hardness (g)	0.23 ^c ±0.02	0.31 ^b ±0.01	0.35 ^a ±0.01	0.36 ^a ±0.02
Springiness (mm) ^{ns}	1.32±0.04	1.34±0.02	1.34±0.01	1.33±0.02

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$)

: ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

: ±S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.2 คุณภาพทางเคมีของเต้าหู้นมสดเสริมโยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้นมสดที่เติมโยอาหารผงเก็บรักษา 0, 2, 4 และ 6 วัน แสดงดังตารางที่ 4.10 พบว่าระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้นมสดเต็มโยอาหารผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์ที่มีแนวโน้มที่ค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดและ Lactic Acid Bacteria ที่เพิ่มขึ้น (ตารางที่ 4.11) อย่างไรก็ตามในกระบวนการผลิตมีการใช้อุณหภูมิที่ค่อนข้างสูงและมีระยะเวลาการเก็บสั้นจึงทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างนี้มีความเปลี่ยนแปลงน้อย

ตารางที่ 4.10 คุณภาพทางเคมีในระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้นมสดเสริมโยอาอาหารจากเปลือกส้มโอผง

คุณภาพ	อายุการเก็บ (วัน)			
	0	2	4	6
ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ^{ns}	6.52±0.01	6.52±0.01	6.51±0.01	6.50±0.01

หมายเหตุ: ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

: ±S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.3 คุณภาพทางจุลินทรีย์ของเต้าหู้นมสดเสริมโยอาอาหารจากเปลือกส้มโอผง

ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ (1) จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (2) *Staphylococcus aureus* (3) *Escherichia coli* และ (4) Lactic Acid Bacteria ของเต้าหู้นมสดที่เติมโยอาอาหารผงเก็บรักษา 0, 2, 4 และ 6 วัน แสดงดังตารางที่ 4.11 พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 5×10^4 โคโลนีต่อกรัม ไม่พบเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ซึ่งค่าจำนวนจุลินทรีย์ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดไว้ (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2547) เนื่องจากเต้าหู้นมสดเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการให้ความร้อนค่อนข้างสูงในกระบวนการผลิตจึงพบจำนวนจุลินทรีย์ได้น้อย อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ได้ศึกษาปริมาณของ Lactic Acid Bacteria พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งจุลินทรีย์ชนิดนี้สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติกที่นำไปสู่กระบวนการหมักและทำให้ผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เพิ่มขึ้นได้ (รังสีณี โสธรวิทย์, 2550)

ตารางที่ 4.11 คุณภาพทางจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้นมสดเสริมโยอาอาหารจากเปลือกส้มโอผง

การตรวจวิเคราะห์จุลินทรีย์ (โคโลนีต่อกรัม)	อายุการเก็บ (วัน)			
	0	2	4	6
จุลินทรีย์ทั้งหมด	0	1.2×10^2	2.3×10^3	2.7×10^3
<i>Escherichia coli</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
<i>Staphylococcus aureus</i>	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Lactic Acid Bacteria	0	1.5×10^2	3.5×10^2	3.2×10^3

3.4 คุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยวิธีการทดสอบเชิงพรรณนา (Descriptive Analysis, DA) เพื่อหาคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส และระดับความเข้มของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้นมสดเสริมโยอาอาหารจากเปลือกส้มโอผง ได้แก่ สี กลิ่น ความนุ่ม ความหยุ่น ความหวาน และการยอมรับโดยรวมด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้วจำนวน 13 คน ดังตารางที่ 4.12 เป็นเวลา 0, 2 และ 4 วัน ทั้งนี้หลังจากวันที่ 4 ผู้ทดสอบไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์จึงไม่ได้ทำการทดสอบต่อ

ด้านสี พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนค่าสีไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์มีสีขาวอมเหลืองเล็กน้อย อาจเป็นเพราะการเก็บรักษาแช่เย็นส่งผลต่อการเปลี่ยนสีน้อยมากจนผู้ทดสอบไม่สามารถสังเกตเห็นได้

ด้านกลิ่น พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนด้านกลิ่นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์มีกลิ่นหืนน้อย ทั้งนี้เป็นเพราะการเก็บรักษาแช่เย็นมีผลต่อการเกิดออกซิเดชันน้อยมาก การหืนของไขมันในผลิตภัณฑ์จึงเกิดขึ้นได้น้อย (อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล, 2554)

ด้านความนุ่ม และด้านความหยุ่น พบว่า ทั้งสองค่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับค่าเนื้อสัมผัสที่วัดได้ (ตารางที่ 4.8)

ด้านความหวาน พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนความหวานลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้ผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะที่แข็งขึ้น มีน้ำแยกตัวเล็กน้อย ซึ่งมีผลต่อการละลายสารให้รสภายในปาก โดยมีน้ำลายของผู้ทดสอบช่วยละลายน้ำตาลและสารต่าง ๆ เข้าไปสัมผัสกับปุ่มรับรสได้ดีขึ้น (ณรงค์ นิยมวิทย์, 2537)

ด้านการยอมรับโดยรวม พบว่า เมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านความนุ่ม ความหยุ่น และความหวานมีผลต่อการยอมรับโดยรวม

จากการวิเคราะห์คะแนนการยอมรับโดยรวมเพื่อเป็นการกำหนดอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงเมื่อคะแนนการยอมรับเฉลี่ยน้อยกว่า 5.5 คะแนนจาก 10 คะแนน ดังนั้นผลิตภัณฑ์นี้เมื่อเก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น (4°C) จึงมีอายุการเก็บได้ 2 วัน แม้ว่าคุณภาพด้านจุลินทรีย์ยังไม่เกินจากที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (เต้าหู้นมสด) กำหนดก็ตาม (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2547)

ตารางที่ 4.12 คุณภาพทางประสาทสัมผัสในระหว่างการเก็บรักษาของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

คุณลักษณะ	อายุการเก็บ (วัน)		
	0	2	4
สี ^{ns}	5.19±1.96	4.43±1.40	5.03±1.72
กลิ่น ^{ns}	3.40±1.25	3.08±1.63	3.51±1.98
ความนุ่ม	5.85 ^a ±1.41	4.60 ^b ±1.09	4.35 ^b ±1.48
ความหยุ่น	5.30 ^a ±1.12	4.47 ^b ±0.71	4.29 ^b ±0.99
ความหวาน	5.81 ^a ±1.37	5.04 ^{ab} ±1.30	4.30 ^b ±1.32
การยอมรับโดยรวม	7.54 ^a ±0.78	6.88 ^a ±1.13	4.85 ^b ±0.59

หมายเหตุ: ตัวอักษรที่ต่างกันในแนวนอน หมายถึง ค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p<0.05)

: ns หมายถึง ค่าที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05)

: ±S.D. หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาสูตรของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงที่เหมาะสม ได้คัดเลือกสูตรจากวิไลภรณ์ แก้วสุวรรณ และคณะ (2554) เพื่อเป็นสูตรพื้นฐานซึ่งมีส่วนผสม คือ ผงวุ้นร้อยละ 0.41 เจลาตินร้อยละ 0.62 น้ำตาลทรายร้อยละ 3.82 น้ำร้อยละ 61.84 นมข้นหวานร้อยละ 16 นมข้นจืดร้อยละ 16.70 และกลีคนวานิลลาร้อยละ 0.62 จากนั้นนำมาเติมใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอที่ปริมาณร้อยละ 0 (สูตรควบคุม), 0.5, 1 และ 1.5 ของน้ำหนักรวม โดยใส่รวมกับผงวุ้น ลักษณะของเต้าหู้นมสดที่ได้พบว่า การเพิ่มปริมาณใยอาหารผงมีผลให้เต้าหู้นมสดมีสีเหลืองอ่อนลง มีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ความแข็งเพิ่มขึ้น มีการเกาะตัวลดลง เต้าหู้นมสดมีแนวโน้มที่ค่าแรงกด (Force) ค่าความแข็ง (Hardness) และอัตราการคืนรูป (Springiness) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และจากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารผลทั้ง 4 ระดับ โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale กับผู้ทดสอบที่ไม่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 50 คน พบว่า คะแนนความชอบเฉลี่ยด้านกลิ่นของเต้าหู้นมสดทั้ง 4 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนคะแนนความชอบด้านสี ความนุ่ม ความหยุ่น รสชาติ และความชอบโดยรวมของเต้าหู้นมสดทั้ง 4 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยการเพิ่มใยอาหารในเต้าหู้นมสดมีผลให้แนวโน้มของคะแนนความชอบเฉลี่ยในด้านดังกล่าวลดลง ทั้งนี้คะแนนความชอบเฉลี่ยในทุกด้านของเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 ได้คะแนนความชอบเฉลี่ยสูงกว่าตัวอย่างที่เติมใยอาหารร้อยละ 1 และ 1.5 โดยมีคะแนนความชอบเฉลี่ยในเกณฑ์ชอบปานกลาง จึงได้สูตรเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 เป็นสูตรที่เหมาะสม ซึ่งมีส่วนผสม คือ ผงวุ้นร้อยละ 0.41 เปลือกส้มโอผงร้อยละ 0.50 เจลาตินร้อยละ 0.62 น้ำตาลทรายร้อยละ 3.79 น้ำร้อยละ 61.54 นมข้นหวานร้อยละ 15.92 นมข้นจืดร้อยละ 16.60 และกลีคนวานิลลาร้อยละ 0.62 และจากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักรวม เปรียบเทียบกับเต้าหู้นมสดที่ไม่เติมใยอาหารหรือเติมใยอาหารร้อยละ 0 (สูตรควบคุม) พบว่า ปริมาณโปรตีน ไขมัน และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของเต้าหู้นมสดทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนปริมาณความชื้นนั้นเต้าหู้นมสดที่เติมใยอาหารร้อยละ 0.5 มีความชื้นลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่มีปริมาณใยอาหาร ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด ปริมาณ

พืคโนลิคทั้งหมด และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (DPPH) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การศึกษาการยอมรับของผู้บริโภคจำนวน 150 คน ต่อเต้าหู้นมสดเสริมโยอาอาหารจากเปลือกส้มโอผง ด้านความชอบของผลิตภัณฑ์พบว่า ผู้บริโภคมีความชอบด้านรสหวาน สี ความนุ่ม และความหยุ่นอยู่ในระดับชอบปานกลาง ส่วนความชอบด้านกลิ่น รสชาติและความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบมาก ด้านการยอมรับของผู้บริโภคพบว่า ผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ร้อยละ 80.0 มีการตัดสินใจซื้อร้อยละ 80.0 และผู้บริโภคร้อยละ 60 ต้องการให้เต้าหู้นมสดนี้ที่มีขนาดบรรจุ 6 ออนซ์ จำหน่ายในราคา 15 บาทต่อถ้วย

การศึกษาอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมโยอาอาหารจากเปลือกส้มโอผง โดยนำเต้าหู้นมสดที่เติมโยอาอาหารร้อยละ 0.5 ของน้ำหนักรวม มาเก็บรักษาที่อุณหภูมิแช่เย็น (4°C) กำหนดระยะเวลาหลังการผลิตและแช่เย็นแล้วไม่เกิน 2 ชั่วโมง เป็นวันที่ 0 ทำการสุ่มตัวอย่างทุก 2 วัน เพื่อศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ด้านค่าสี (L^* a^* b^*) พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสีเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บเพิ่มขึ้น ไม่มีผลต่ออัตราการคืนรูป (Springiness) ของเต้าหู้นมสดเติมโยอาอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีผลให้ค่าแรงกด (Force) และค่าความแข็ง (Hardness) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) การศึกษาคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้นมสดเติมโยอาอาหารอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์มีแนวโน้มที่ค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลง การศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของเต้าหู้นมสดเสริมโยอาอาหารจากเปลือกส้มโอผงพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดไม่เกิน 5×10^4 โคโลนีต่อกรัม ไม่พบเชื้อ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* ซึ่งค่าจำนวนจุลินทรีย์ไม่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนที่กำหนดไว้ (สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม, 2547) งานวิจัยนี้ยังได้ศึกษาปริมาณของ Lactic Acid Bacteria พบว่าเมื่อเก็บผลิตภัณฑ์นานขึ้น เชื้อนี้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น และจากการวิเคราะห์คะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเพื่อเป็นการกำหนดอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมโยอาอาหารจากเปลือกส้มโอผงพบว่าผลิตภัณฑ์นี้เมื่อเก็บที่อุณหภูมิแช่เย็น (4°C) จึงมีอายุการเก็บได้ 2 วัน

อภิปรายผล

จากการศึกษาสูตรพื้นฐานของเต้าหู้นมสดโดยให้สูตร A คือสูตรจากพรดารา เขตต์ทองคำ และธีรนุช ฉายศิริโชติ (2554) สูตร B และสูตร C คือสูตรจากวิไลภรณ์ แก้วสุวรรณ และคณะ (2554) พบว่าเต้าหู้นมสดมีคุณลักษณะที่แตกต่างกันทั้ง 3 สูตร เนื่องจากส่วนผสมที่ใช้มีปริมาณที่ต่างกัน เมื่อมีการเติมโยอาหารผงจากเปลือกส้มโอพบว่า การเพิ่มปริมาณโยอาหารผงมีผลให้เต้าหู้นมสดมีค่าความสว่าง (L^*) เพิ่มขึ้น ส่วนค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ทั้งนี้เพราะโยอาหารผงที่เติมลงไปมีสีขาวนวลจึงส่งผลให้ค่าความสว่างของเต้าหู้นมสดเพิ่มขึ้น และทำให้ค่าสีทั้งสีแดงและสีเหลืองลดลง ด้านเนื้อสัมผัส พบว่าเต้าหู้นมสดมีแนวโน้มที่ค่าแรงกด (Force) ค่าความแข็ง (Hardness) และอัตราการคืนรูป (Springiness) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เป็นเพราะเปลือกส้มโอผงที่ผ่านการอบแห้งมีกากใยสามารถดูดน้ำในส่วนผสม (วันเพ็ญ แสงทองพินิจ, 2551) จึงทำให้เต้าหู้นมสดมีความแข็งและปริมาณโยอาหารผงที่ใช้นี้ยังมีผลให้เต้าหู้นมสดมีความอยู่ตัวเพิ่มขึ้นด้วย

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี แสดงให้เห็นว่าการเติมเปลือกส้มโอผงมีผลต่อปริมาณของเส้นโยอาหาร ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายทั้งหมด ปริมาณฟีนอลิกทั้งหมด และความสามารถในการยับยั้งอนุมูลอิสระของสารต้านอนุมูลอิสระออกซิเดชัน (DPPH) เนื่องจากเต้าหู้นมสดทั้ง 2 ตัวอย่างผลิตจากส่วนผสมที่เหมือนกันและใช้ปริมาณของส่วนผสมที่เท่ากัน มีความแตกต่างกันเพียงปริมาณของเปลือกส้มโอผง

จากการศึกษาอายุการเก็บของเต้าหู้นมสดเสริมโยอาหารจากเปลือกส้มโอผง ด้านค่าสีเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้น ค่าความสว่างมีแนวโน้มลดลง ส่วนค่าสีเหลืองมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ทั้งนี้เต้าหู้นมสดมีส่วนผสมของน้ำตาลและโปรตีนจากนม จึงสามารถเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างกรดอะมิโนของโปรตีนและน้ำตาล ทำให้ผลิตภัณฑ์เริ่มมีสีน้ำตาล (รังสิณี โสธรวิทย์, 2550) ผลิตภัณฑ์นี้จึงมีสีที่คล้ำเพิ่มขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดรสวานิลลา (อำไพ โสภาน้อย, 2549) และการพัฒนาคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดรสเผือก (พรพรรณ เลี้ยวไพโรจน์, 2549) ซึ่งเต้าหู้นมสดที่เก็บรักษาไว้จะมีแนวโน้มของสีน้ำตาลเพิ่มขึ้น ด้านเนื้อสัมผัสนั้นเต้าหู้นมสดเติมโยอาหารผงมีส่วนผสมของนมซึ่งมีโปรตีนในองค์ประกอบ รวมถึงมีส่วนผสมของผงถั่ว เจลาติน และโยอาหารผงที่มีผลต่อการอุ้มน้ำ น้ำจึงไม่สามารถเคลื่อนที่ออกมาได้ ผลิตภัณฑ์จึงเกิดลักษณะของเจล แต่เมื่อเก็บนานขึ้น เจลมีการหดตัวและมีการแยกตัวของน้ำ (Syneresis) ผลิตภัณฑ์จึงมีความแน่นเพิ่มขึ้น (รังสิณี โสธรวิทย์, 2550) ผล

การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าระยะเวลาการเก็บที่เพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของเต้าหู้นมสดเต็มโยอาหารผงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) อย่างไรก็ตามผลผลิตกรดแลคติกที่มีแนวโน้มที่ค่าความเป็นกรด-ด่างจะลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะปริมาณของจุลินทรีย์ทั้งหมดและ Lactic Acid Bacteria ที่เพิ่มขึ้น จุลินทรีย์ชนิดนี้สามารถเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดแลคติกที่นำไปสู่กระบวนการหมักและทำให้ผลผลิตกรดแลคติกที่มีแนวโน้มของค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ลดลงได้ (ริงส์นี โสธรวิทย์, 2550) และจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้ทดสอบยอมรับเต้าหู้นมสดนี้ภายใน 2 วัน ผลผลิตกรดแลคติกนี้จึงควรจำหน่ายในระยะเวลาที่สั้น ไม่ควรเก็บไว้นานเกินไป

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. ในการผลิตเต้าหู้นมสดเสริมเปลือกส้มโอผงนี้ ขนาดของภาชนะบรรจุจะมีความสัมพันธ์กับเวลาให้ส่วนผสมอยู่ตัว
2. ในระหว่างการรอให้ส่วนผสมอยู่ตัว ไม่ควรเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์
3. ควรมีการเสริมผลไม้ต่าง ๆ วางบนหน้าผลิตภัณฑ์เพื่อเป็นการเสริมคุณค่าทางอาหาร และความน่ารับประทาน
4. ควรเก็บผลิตภัณฑ์นี้ที่อุณหภูมิแช่เย็น ไม่ควรตั้งในที่อุณหภูมิสูงหรืออุณหภูมิแช่แข็ง เพราะมีผลต่อโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการนำเปลือกส้มโอผงนี้ไปใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารอื่น เพื่อเป็นการเสริมคุณค่าทางอาหาร
2. อาจมีการปรับกลิ่นรสของเต้าหู้นมสดที่พัฒนานี้เพื่อเพิ่มความหลากหลายและความน่าสนใจ

บรรณานุกรม

บรรณานุกรมภาษาไทย

- กรมวิชาการเกษตร. (2545). *เกษตรที่ดีเหมาะสมสำหรับส้มโอ*. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- จิตธนา แจ่มเมฆ และอรอนงค์ นัยวิกุล. (2553). *เบเกอรี่เทคโนโลยีเบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ณรงค์ นิยมวิทย์. (2537). *การชิมอาหาร: ทฤษฎีและวิธีการปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: วิ.ปี.บุ๊คเซนเตอร์ (เค.ยู.).
- ธนิกันต์ สันต์สวัสดิ์. (2549). *การผลิตเส้นใยอาหารผงจากกากส้มเขียวหวาน*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. กรุงเทพฯ.
- นิธิยา รัตนาปนนท์. (2549). *เคมีอาหาร*. (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอ เอส พริ้นติ้ง เฮ้าส์.
- บงกชรัตน์ เนาวกุล. (2553). *การผลิตเส้นใยอาหารจากเปลือกในส้มโอที่ผ่านการลดความชื้น และการใช้ประโยชน์ในไอศกรีมนม*. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (ม.ป.ป.). *Gelatin/เจลาติน*. 5 กรกฎาคม 2556. <http://www.foodnetworksolution.com/wiki/ord/1008/gelatin>
- พัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, คณะกรรมการ. (2556). *ภาวะสังคมไทยไตรมาสสี่และภาพรวมปี 2555*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ.
- พรพรรณ เลี้ยวไพโรจน์. (2549). *การพัฒนาคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเพื่อของกลุ่มแปรรูปนมสด บ้านดอนกะพี้ ตำบลเด่นใหญ่ อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท*. 4 กรกฎาคม 2556. http://agri.vru.ac.th/research_sfood49/student_19.html
- พรดารา เขตต์ทองคำ และธีรณัฐ ฉายศิริโชติ. (2554). *บทปฏิบัติการ หลักการเตรียมและการประกอบอาหาร*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- รังสินี โสธรวิทย์. (2550). *เคมีและจุลชีววิทยาเบื้องต้นของอาหาร*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วันดี ไทยพานิช. (2552). การพัฒนาขนมขอม่วงใยอาหารสูงพร้อมบริโภคแช่เยือกแข็ง. *คหเศรษฐศาสตร์*, 52(3), 5-14.

- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (2551). *การผลิตและคุณสมบัติของใยอาหารจากเปลือกส้มโอเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร*. งานประชุม The 1st NPRU Academic Conference, 23-24 ตุลาคม 2551. นครปฐม: มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม.
- วันเพ็ญ แสงทองพินิจ. (ม.ป.ป.). *การเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอในผลิตภัณฑ์หมุยอ*. 5 กรกฎาคม 2556. <http://kucon.lib.ku.ac.th/Fulltext/KC4806033.pdf>
- วิไลภรณ์ แก้วสุวรรณ, จุฑามาศ พีรพัชระ, ศิริวรรณ อ่วมทัพ และประทีป จันทรแจ้. (2554). *การทำเต้าหู้นมสด และเต้าฮวยผลไม้*. 6 กรกฎาคม 2556. http://www.clinictech.most.go.th/online/callcenter/call_detail.asp?rid=27579
- สิริพันธุ์ จุลกรังคะ. (2550). *โภชนศาสตร์เบื้องต้น*. (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุชาดา นกเถื่อน. (2554). *การพัฒนาคุกกี้แป้งข้าวเจ้าที่ลดค่าดัชนีน้ำตาลด้วยสารทดแทนความหวานและเส้นใยอาหารจากเปลือกชั้นในของผลส้มโอ*. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.
- สุชาดา นกเถื่อน และ ยุทธนา พิมลศิริผล. (2554). *การลดปริมาณไขมันและค่าดัชนีน้ำตาลของคุกกี้ปราศจากกลูเตนโดยใช้เส้นใยอาหารจากเปลือกชั้นในของผลส้มโอ*. การประชุม Kasetsart University Annual Conference, Bangkok (Thailand), 1-4 กุมภาพันธ์ 2554. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุดารัตน์ หอมหวล. (ม.ป.ป.). *ส้มโอ*. 4 กรกฎาคม 2556. <http://www.thaicrudedrug.com/main.php?action=viewpage&pid=134>
- สุปราณี แพรศิริ. (2553). *ขนมไทย*. กรุงเทพฯ: เอ็มไอเอส.
- สุวรรณมา พิชัยยงค์วงศ์ดี. (2557). *การศึกษาการกระจายตัวของสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากส่วนต่างๆ ของส้มโอ 7 สายพันธุ์ [Citrus maxima Merr.]*. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- สุวรรณมา พิชัยยงค์วงศ์ดี และบุญฤดี รัตนพันธ์. (2557). *การผลิตใยอาหารผงจากเปลือกส้มโอชั้นในที่ผ่านการลดความขมและศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพและเชิงหน้าที่*. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- สุวรรณมา พิชัยยงค์วงศ์ดี และ ระติพร หาเรือนกิจ. (2544). *การศึกษาปริมาณสารให้ความขมในมะนาวและผลของเอทิลีนต่อความขม*. วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง. 9(3), 39-44.
- สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม. (2547). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนเต้าหู้นมสด: มผช.528/2547*.
- อภิญา มาณะโรจน์. (ม.ป.ป.). *ขนมภาค*. กรุงเทพฯ: แม่บ้าน.

- อำภา โสภาน้อย. (2549). การศึกษาคุณภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดรสวานิลลาของกลุ่มแปรรูปนมสด บ้านดอนกะพี้ ตำบลเด่นใหญ่ อำเภอน้ำหนาว จังหวัดชัยนาท. 4 กรกฎาคม 2556.
http://agri.vru.ac.th/research_sfood49/student_11.html
- อบเชย วงศ์ทอง และชนิษฐา พูนผลกุล. (2554). หลักการประกอบอาหาร. (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อภิรักษ์ เพ็ชรมงคล. (2549). การศึกษาความเป็นไปได้ในการผลิตเส้นใยอาหารผงจากกากส้มเขียวหวาน กากส้มสายน้ำผึ้ง กากส้มสีทองและเปลือกในส้มโอ. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ

- Association of Official Analytical Chemists. (2000). *Official Methods of Analysis of Association of Official*. (17th ed). Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- Association of Official Analytical Chemists. (2002). *Official Methods of Analysis of Association of Official*. (18th ed). Washington D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- Duchene, L. & Jones, B. (2005). *Desserts*. London: Carroll & Brown Publishers Limited.
- Elleuch, M., Bedigian, D., Roiscux, O., Besbes, S., & Attia, H. (2011). Dietary Fibre and Fibre-Rich By-Product of Food Processing: Characterisation, Technological Functionality and Commercial Application: a Review. *Food Chemistry*, 124(2): 411-421.
- EntryKitchen. (2010). *Agar*. Retrieved June 15, 2013, from <http://www.entrykitchen.com/index.php>
- Fernandez-Ginés, J.M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., & Pérez-Alvarez, J.A. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *Meat Science*, 67, 7-13.
- Garau, M.C., Simal, S., Rossello, C. & Femenia, A. (2007). Effect of Air-Drying Temperature on Physic-Chemical Properties of Dietary Fiber and Antioxidant

- Capacity of Orange (*Citrus aurantium* v. Canoneta) by-Products. *Food Chemistry*, 104, 1014-1024.
- Guadagni, D.G., Maier, V.P. & Turnbaugh, J.G. (1973). Effects of Some Citrus Constituents on Taste Thresholds for Limonin and Naringin Bitterness. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 24, 1199-1205.
- Ingram, C. (2007). *Cooking Ingredients*. London: Anness Publishing Ltd.
- Larrauri, J.A. (1999). New Approaches in the Preparation of High Dietary Fiber Powder from Fruit By-Products. *Trends in Foods Science and Technology*, 10: 3-8.
- Marin, F.R., Soler-Rivas, C., Benavente-Garcia, O., Castillo, J. & Pérez-Alvarez. (2007). By-Products From Different Citrus Processes as a Source of Customized Functional Fibers. *Food Chemistry*, 100(2), 736-741.
- Pichaiyongvongdee, S. & Haruenkit, R. (2009). Comparative Studies of Limonin & Naringin Distribution in Different Parts of Pummelo [*Citrus grandis* (L.) Osbeck] Cultivars Grown in Thailand. *Journal Kasetsart (Natural Science)*, 43 (1): 28–36.
- Pichaiyongvongdee, S. (2010). *Characterizations of Limonoids, Flavanones and Antioxidant Capacity of Pummelo and Effect of Ethylene Treatment on Limonin Reduction*. Ph.D. Research, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang. Bangkok.
- Pomeranz, Y. (1991). *New and Novel Foods in Functional Properties of Food Components*. New York: Academic Press.
- Riaz, K. (1993). *Low-Calorie Food Ingredients*. London: Blackie Academic & Professional.
- Rouseff, R.L. (1988). Liquid Chromatographic Determination of Naringin and Neohesperidin as a Detection of Grapefruit Juice in Orange Juice. *Journal Association Office Analysis Chemistry*, 71(4): 798 -802.
- Spiller, A.G. (2001). *CRC Handbook of Dietary Fiber in Human Nutrition*. (3rd edition). New York: CRC Press Ltd.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ

ภาคผนวก ก1 การวิเคราะห์คุณภาพด้านสี (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

1.1 เครื่องวัดค่าสี ยี่ห้อ Nippon Denshoku NR-3000, Japan

2. วิธีการวิเคราะห์

2.1 ทำการ Calibrate เครื่องด้วย Black and white standard plate

2.2 นำตัวอย่างไปบดให้ละเอียด ใส่ในถ้วยแล้วนำมาวางบนแผ่นวัด

2.3 เริ่มวัดค่าสีด้วยระบบ Hunter color system ค่าที่ได้จะเป็นค่า L^* a^* b^*

2.4 ทำการวัด 3 ซ้ำ

ภาคผนวก ก2 การวิเคราะห์คุณภาพด้านเนื้อสัมผัส (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

- 1.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส Texture Analyzer รุ่นTA-XT2i
- 1.2 หัววัดแรงกด (Compression) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 มิลลิเมตร (P/100)
- 1.3 ลูกตุ้มน้ำหนัก 5 กิโลกรัม

2. วิธีการ

2.1 การทดสอบมีดังนี้เปิดเครื่อง Texture Analyzer เครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด

2.2 ใส่หัววัดแรงกดโดยทำการ Calibrate Load cell ด้วยการวางตุ้มน้ำหนัก 5 กิโลกรัมบนแท่น Calibrate จากนั้นติดตั้งแท่นสำหรับวางชิ้นงาน

2.3 นำ ผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงมาทำการทดสอบเนื้อสัมผัส โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) ใช้หัววัด (P/5S) ในการวัดเพื่อหาค่าเนื้อสัมผัสของผลิตภัณฑ์และตั้งค่าดังนี้

Mode	Measure Force in Compression
Option	Return To Start
Pre Test Speed	3.0 mm/s
Test Speed	0.5 mm/s
Post-Test Speed	10.0 mm/s
Rupture Test Dist.	1.0 mm
Strain	20%
Time	60 sec.
Trigger Type	Auto-20 g

2.4 ทำการทดลองซ้ำตัวอย่างละ 3 ชิ้น

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านเคมี

ภาคผนวก ข1 การวิเคราะห์หาความชื้น (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

- 1.1 ตู้อบ (Hot air oven)
- 1.2 ขวดชั่งหาความชื้น (Weighing bottle)
- 1.3 โถดูดความชื้น (Desiccator)
- 1.4 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2. วิธีการ

2.1 หาน้ำหนักที่คงที่ของขวดชั่งหาความชื้น โดยนำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C นาน 2-4 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วนำเข้าตู้อบใหม่ ดำเนินการเหมือนครั้งแรกจนได้น้ำหนักคงที่

2.2 ชั่งตัวอย่างประมาณ 2 กรัม ใส่ลงในขวดชั่งที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอนแล้ว

2.3 เกลี่ยตัวอย่างแผ่ออกอย่างสม่ำเสมอให้มีเนื้อที่มากที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.4 นำเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ 105°C นาน 2-4 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักแล้วนำเข้าตู้อบใหม่ดำเนินการเหมือนครั้งแรกจนได้น้ำหนักคงที่

2.5 นำผลที่ได้ไปคำนวณปริมาณความชื้นดังนี้

3. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{(\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ}) \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

ภาคผนวก ข2 การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

- 1.1 ตู้อบ (Hot air oven)
- 1.2 เตาเผาอุณหภูมิสูง (Muffle furnace)
- 1.3 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)
- 1.4 โถดูดความชื้น (Dessicator)
- 1.5 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

2. วิธีการ

2.1 เมาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง ปิดสวิทซ์เตาเผาแล้วรอประมาณ 30-40 นาทีเพื่อให้อุณหภูมิภายในเตาตกลงก่อน นำออกจากเตาเผาใส่ในโถดูดความชื้นปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้อง ชั่งน้ำหนัก

2.2 เมาซ้ำอีกครั้งละประมาณ 30 นาที โดยทำเหมือนวิธีข้อ 1 จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้ง 2 ครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

2.3 ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2 กรัมใส่ในถ้วยกระเบื้องเคลือบที่ทราบน้ำหนักแน่นอนแล้ว นำไปเผาในตู้ควันจนหมดควันแล้วจึงนำเข้าเตาเผาอุณหภูมิ 550°C และทำซ้ำเช่นเดียวกับข้อ1-2

3. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา}}$$

ภาคผนวก ข3 การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยวิธีเจลดาล (Kjeldahl flask) (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

- 1.1 ขวดย่อยโปรตีน (Kjeldahl flask) ขนาด 250-300 มิลลิลิตร
- 1.2 ชุดกลั่นโปรตีน (Semi-microdistillation apparatus)
- 1.3 ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask) ขนาด 100 มิลลิลิตร
- 1.4 ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร
- 1.5 ปิเปตต์ (Pipette) ขนาด 25 มิลลิลิตร
- 1.6 บิวเรตต์ (Burette) ขนาด 25 มิลลิลิตร
- 1.7 ลูกแก้ว
- 1.8 กระดาษกรอง (Filter paper)

2. สารเคมี

- 2.1 กรดซัลฟูริกเข้มข้น
- 2.2 สารเร่งปฏิกิริยาใช้คอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) 1 ส่วนต่อโพแทสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4) 9 ส่วน
- 2.3 สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32% ซิงโซเดียมไฮดรอกไซด์ 32 กรัมละลายในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร
- 2.4 สารละลายกรดบอริกเข้มข้น 2% ละลายกรดบอริก 20 กรัมด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 1000 มิลลิลิตร
- 2.5 สารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 นอร์มัล
- 2.6 อินดิเคเตอร์ใช้ fashiro indicator เตรียมเป็น stock solution ซิงเมทิลีนบลู 0.2 กรัม ละลายในเอทานอล 200 มิลลิลิตรและซิงเมธิลเรด 0.05 กรัม ละลายในเอทานอล 50 มิลลิลิตร โดยนำมาผสมในอัตราส่วน stock solution 1 ส่วน: เอทานอล 1 ส่วน: น้ำกลั่น 2 ส่วน

3. วิธีการ

- 3.1 ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองให้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1-2 กรัม ท่อให้มิดชิด ใส่ลงในขวดย่อยโปรตีน

3.2 เติมสารเร่งปฏิกิริยา 1 กรัมและกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร นำไปย่อยบนเตาไฟฟ้าในตู้ควันทันจนกระทั่งได้สารละลายใส ปล่อยให้ทิ้งไว้ให้เย็น

3.3 นำไปกลั่นโดยเติมน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตรและสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 32% ปริมาตร 100 มิลลิลิตร

3.4 รองรับสิ่งที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดบอริกเข้มข้น 2% ปริมาตร 50 มิลลิลิตร

3.5 เติมอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด

3.6 กลั่นโดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มลงในสารละลายกรดบอริก

3.7 กลั่นจนได้สารละลายในขวดจับแก๊สประมาณ 250 มิลลิลิตร

3.8 กลั่นประมาณ 10 นาที ล้างปลายอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดรองรับ

3.9 ไทเทรตสารละลายที่กลั่นได้กับสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนได้จุดยุติเป็นสีชมพูอ่อน

3.10 ทำ blank ด้วยวิธีการเดียวกันตั้งแต่ข้อ 3.2-3.9

4. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณโปรตีน (\%)} = \frac{(a-b) \times N \times 14 \times \text{factor}}{W}$$

โดยที่ a = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

b = ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ในการไทเทรต blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ (นอร์มัล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

Factor = ตัวเลขที่เหมาะสม = 6.25

(น้ำหนักกรัมสมมูลของไนโตรเจนเท่ากับ 14.007)

ภาคผนวก ข4 การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

1.1 อุปกรณ์ชุดสกัดไขมัน (Soxhlet apparatus) ประกอบด้วยบีกเกอร์สำหรับใส่ตัวทำละลายซ็อกเล็ต (Soxhlet) เครื่องควบแน่น (Condenser) และเตาให้ความร้อน

1.2 หลอดใส่ตัวอย่าง (Extraction thimble)

1.3 สำลี

1.4 ตู้อบ (Hot air oven)

1.5 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

1.6 โถดูดความชื้น (Dessicator)

2. วิธีการ

2.1 อบบีกเกอร์สำหรับหาไขมันซึ่งมีขนาดความจุ 150 มิลลิลิตรในตู้อบไฟฟ้า ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

2.2 ชั่งตัวอย่างบนกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักประมาณ 1-2 กรัม ห่อให้มิดชิด ใส่ลงในหลอดสำหรับใส่ตัวอย่างคลุมด้วยสำลีเพื่อให้สารละลายมีการกระจายอย่างสม่ำเสมอ

2.3 นำหลอดตัวอย่างใส่ลงในซ็อกเล็ต (Soxhlet)

2.4 เติมนิโตรเลียมอีเทอร์ลงในขวดหาไขมันปริมาณ 50 มิลลิลิตร วางบนเตาให้ความร้อน

2.5 ทำการสกัดไขมันเป็นเวลา 45 นาทีโดยปรับความร้อนให้หยดของสารที่ละลายกลั่นตัวจากอุปกรณ์ควบแน่นด้วยอัตรา 150 หยดต่อนาที

2.6 ระเหยจนเหลือสารละลายในขวดกลมเพียงเล็กน้อยด้วยเครื่องระเหยตัวที่ละลาย

2.7 นำขวดไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 80-90°C จนแห้ง ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้น

2.8 ชั่งน้ำหนักแล้วอบซ้ำครั้งละ 30 นาทีจนกระทั่งผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

3. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักไขมันหลังอบ}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น}} \times 100$$

ภาคผนวก ข5 การวิเคราะห์หาปริมาณใยอาหาร (AOAC, 2002)

1. อุปกรณ์

- 1.1 ตู้อบ (Hot air oven)
- 1.2 เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง
- 1.3 ถ้วยกระเบื้องเคลือบ (Porcelain crucible)
- 1.4 เครื่อง Hot Extraction Unit 1020
- 1.5 Column
- 1.6 โถดูดความชื้น (Dessicator)

2. วิธีการ

- 2.1 อบถ้วย Crucible ในตู้อบอุณหภูมิ 100°C ระยะเวลา 1 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก (W1)
- 2.2 ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันแล้ว บันทึกน้ำหนัก (W2)
- 2.3 นำถ้วย Crucible ที่มีตัวอย่างเข้าเครื่อง Hot Extraction Unit 1020
- 2.4 ใส่สารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.25% ลงใน Column ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการย่อยตัวอย่าง 30 นาที
- 2.5 เมื่อครบระยะเวลาย่อย ให้ล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนจนหมดฟอง (เช็ค pH เป็นกลาง)
- 2.6 เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.25% ลงใน Column ปริมาตร 150 มิลลิลิตร ใช้เวลาในการย่อยตัวอย่าง 30 นาที
- 2.7 เมื่อครบระยะเวลาย่อย ให้ล้างตัวอย่างด้วยน้ำร้อนจนหมดฟอง (เช็ค pH เป็นกลาง)
- 2.8 นำถ้วย Crucible ที่มีตัวอย่าง ล้างด้วย Acetone ประมาณ 3 ครั้ง ครั้งละ 25 มิลลิลิตร
- 2.9 อบตัวอย่างที่ผ่านการย่อยในตู้อบอุณหภูมิ 100°C ระยะเวลา 5 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก (W3)
- 2.10 เผาตัวอย่างที่ผ่านการอบในเครื่องเผาอุณหภูมิ 550°C ระยะเวลา 2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ และปล่อยให้เย็นในโถอบแห้ง ชั่งน้ำหนัก (W4)

3. การคำนวณ

$$\text{ปริมาณใยอาหาร (\%)} = \frac{\text{น.น. ถัวยพร้อมตัวอย่างหลังเผา (W4) - น.น. ถัวยพร้อมตัวอย่างหลังอบ (W3)}}{\text{น.น. ตัวอย่าง (W2)}} \times 100$$

ภาคผนวก ข6 การวิเคราะห์ฤทธิ์ในการต้านปฏิกิริยาต้านออกซิเดชันโดยวิธี DPPH

1. วัสดุอุปกรณ์และสารเคมี

วัสดุอุปกรณ์

- (1) ขวดปรับปริมาตรสีชา ขนาด 50 มิลลิลิตร
- (2) เครื่องอัลตราโซนิก
- (3) เครื่องชั่งทศนิยม 4 ตำแหน่ง

สารเคมี

- (1) สารละลายเอทานอล 80 %
- (2) 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

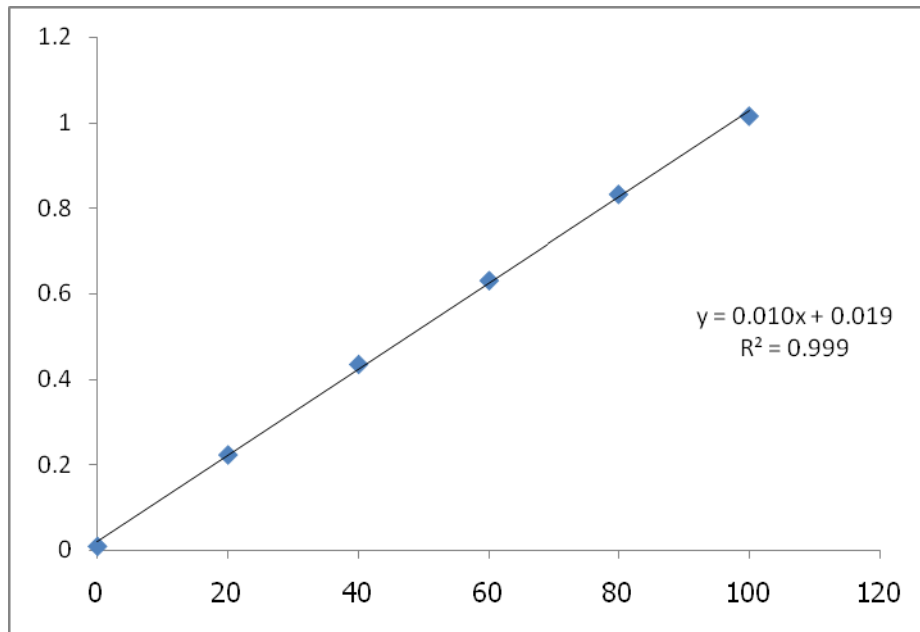
2. วิธีการ

เตรียม DPPH (Stock Solution) โดยชั่ง DPPH 0.025 กรัม ด้วยเครื่องชั่งที่มีความละเอียด 4 ตำแหน่ง บันทึกน้ำหนัก DPPH ที่ใช้ (4ตำแหน่ง) ใส่ในขวดปรับปริมาตรสีชาขนาด 50 มิลลิลิตร ตีตกสารจากความเข้มข้นน้ำหนักโมเลกุล 394.33 ปรับปริมาตรด้วยเมทานอล 80 % ปรับปริมาตรให้ได้ 50 มิลลิลิตร ใช้เครื่องอัลตราโซนิกช่วยในการละลายเพื่อให้สารละลายผสมเข้ากัน (สารละลายเก็บได้ประมาณ 1 สัปดาห์ในตู้เย็น) ก่อนนำมาใช้ให้นำสารละลาย DPPH (Stock Solution) ที่เตรียมได้จากข้างต้นเจือจางในอัตราส่วน 1:10 ด้วยเมทานอล 80 % ก่อนนำมาใช้

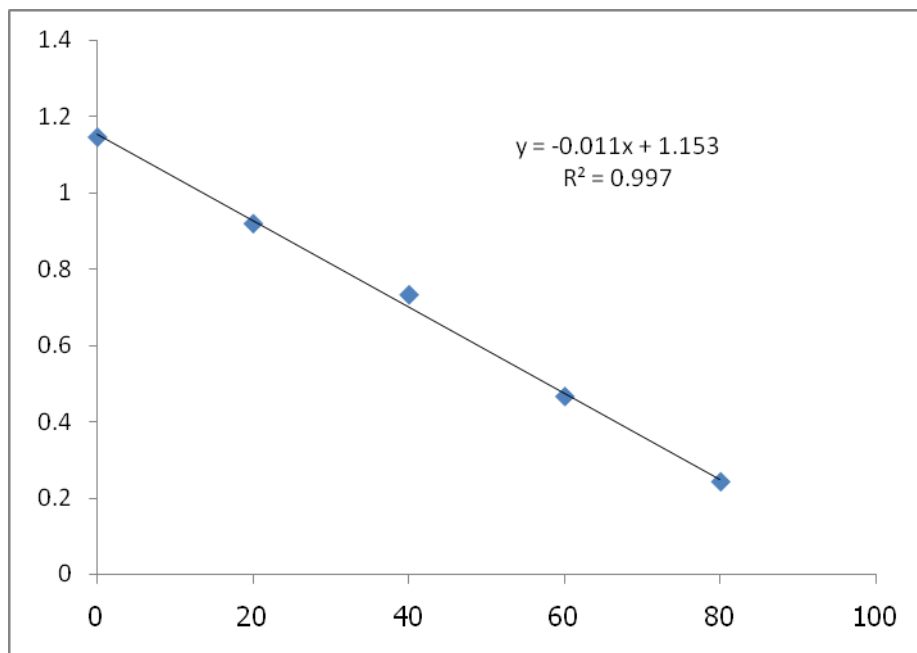
3. วิธีการคำนวณหาความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชัน

คำนวณความสามารถในการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัด (Freez Dry) ที่สกัดด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ชนิดต่างๆโดยใช้อินมูลิอิสระ DPPH คำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH โดยใช้สูตรดังนี้

$$\% \text{ การยับยั้งอนุมูลอิสระ DPPH} = \frac{100 \times [1 - (\text{ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่าง})]}{(\text{ค่าการดูดกลืนแสงของปฏิกิริยาควบคุม})}$$



ภาพผนวกที่ ข1 กราฟแสดงค่าการดูดกลืนแสงของ Standard curve gallic acid



ภาพผนวกที่ ข2 กราฟแสดงปริมาณความเข้มข้นของTrolox

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ค1

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อคัดเลือกสูตรพื้นฐานของเต้าหู้นมสด

ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____

ตัวอย่าง เต้าหู้นมสด

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบ และกรุณาบ้วนปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนการทดสอบตัวอย่างต่อไป

ชอบมากที่สุด	9 คะแนน	ไม่ชอบเล็กน้อย	4 คะแนน
ชอบมาก	8 คะแนน	ไม่ชอบปานกลาง	3 คะแนน
ชอบปานกลาง	7 คะแนน	ไม่ชอบมาก	2 คะแนน
ชอบเล็กน้อย	6 คะแนน	ไม่ชอบมากที่สุด	1 คะแนน
เฉย ๆ	5 คะแนน		

คุณลักษณะ	รหัสตัวอย่าง		
สี	_____	_____	_____
กลิ่น	_____	_____	_____
ความนุ่ม	_____	_____	_____
ความหยุ่น	_____	_____	_____
รสชาติ	_____	_____	_____
ความชอบโดยรวม	_____	_____	_____

หมายเหตุ รสชาติของผลิตภัณฑ์ในที่นี้ หมายถึง ความรู้สึกขณะที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในปาก รวมถึงความรู้สึกหลังจากกลืนผลิตภัณฑ์ไปแล้ว (aftertaste)

ข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ค2

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อระดับคะแนนความชอบต่อคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส
ของเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____

ตัวอย่าง เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบาย

คะแนนความชอบ และกรูณาบันทึกด้วยน้ำทุกครั้งก่อนการทดสอบตัวอย่างต่อไป

ชอบมากที่สุด	9 คะแนน	ไม่ชอบเล็กน้อย	4 คะแนน
ชอบมาก	8 คะแนน	ไม่ชอบปานกลาง	3 คะแนน
ชอบปานกลาง	7 คะแนน	ไม่ชอบมาก	2 คะแนน
ชอบเล็กน้อย	6 คะแนน	ไม่ชอบมากที่สุด	1 คะแนน
เฉย ๆ	5 คะแนน		

รหัสตัวอย่าง

คุณลักษณะ	_____	_____	_____	_____
สี	_____	_____	_____	_____
กลิ่น	_____	_____	_____	_____
ความนุ่ม	_____	_____	_____	_____
ความหยุ่น	_____	_____	_____	_____
รสชาติ	_____	_____	_____	_____
ความชอบโดยรวม	_____	_____	_____	_____

หมายเหตุ รสชาติของผลิตภัณฑ์ในที่นี้ หมายถึง ความรู้สึกขณะที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในปาก รวมถึง
ความรู้สึกหลังจากกลืนผลิตภัณฑ์ไปแล้ว (aftertaste)

ข้อเสนอแนะ

ภาคผนวก ค3

แบบสอบถาม

การทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

คำชี้แจง: แบบสอบถามนี้เป็นการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผงเพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการทำวิจัยเรื่อง การพัฒนาเต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ดังนั้นจึงใคร่ขอความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามให้สมบูรณ์ ข้อมูลทั้งหมดที่ท่านตอบจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยครั้งนี้ และจะไม่มีผลกระทบใด ๆ ต่อท่านทั้งสิ้น

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามมา ณ โอกาสนี้

ผู้วิจัย

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ

น้อยกว่า 20 ปี

20-30 ปี

31-40 ปี

มากกว่า 40 ปี

3. อาชีพ

นักเรียน/นักศึกษา

พนักงานบริษัทเอกชน/รัฐวิสาหกิจ

บุคลากรในมหาวิทยาลัย

อาจารย์

ธุรกิจส่วนตัว/ค้าขาย

อื่น ๆ (โปรดระบุ)

4. รายได้ต่อเดือน

ต่ำกว่า 10,000 บาท

10,001-15,000 บาท

15,001-20,000 บาท

ตั้งแต่ 20,001 บาทขึ้นไป

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

คำแนะนำ กรุณาทดสอบตัวอย่างแล้วให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของตัวอย่างตามคำอธิบายคะแนนความชอบ และกรณบบ้วนปากด้วยน้ำทุกครั้งก่อนการทดสอบตัวอย่างต่อไป

ชอบมากที่สุด	9 คะแนน	ไม่ชอบเล็กน้อย	4 คะแนน
ชอบมาก	8 คะแนน	ไม่ชอบปานกลาง	3 คะแนน
ชอบปานกลาง	7 คะแนน	ไม่ชอบมาก	2 คะแนน
ชอบเล็กน้อย	6 คะแนน	ไม่ชอบมากที่สุด	1 คะแนน
บอกไม่ได้ว่าชอบหรือไม่ชอบ 5 คะแนน			

คุณลักษณะ	เต้าหู้นมสด
รสหวาน	
สี	
กลิ่น	
ความนุ่ม	
ความหยุ่น	
รสชาติ	
ความชอบโดยรวม	

ข้อเสนอแนะ

ตอนที่ 3 ข้อมูลและทัศนคติที่มีต่อผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

1. ท่านยอมรับผลิตภัณฑ์ “เต้าหู้นมสด” นี้หรือไม่

ยอมรับ เพราะ.....

ไม่ยอมรับ เพราะ.....

2. หากมีผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดนี้วางจำหน่าย (ขนาดถ้วย 6 ออนซ์) ท่านจะซื้อหรือไม่

ซื้อ เพราะ.....

ไม่แน่ใจ เพราะ.....

ไม่ซื้อ เพราะ.....

3. เหตุผลที่ท่านซื้อผลิตภัณฑ์เต้าหู้นมสดนี้คือ

ซื้อรับประทานเอง

เป็นของฝาก

ใช้จัดเลี้ยง

อื่น ๆ (ระบุ) _____

4. หากท่านตัดสินใจซื้อ หรือไม่แน่ใจ ท่านจะซื้อในราคาเท่าใด (ขนาดถ้วย 6 ออนซ์)

12 บาท

15 บาท

18 บาท

20 บาท

ภาคผนวก ค4

แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสเพื่อการศึกษาอายุการเก็บ

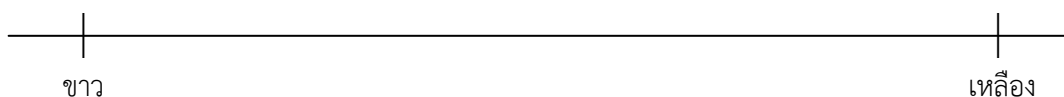
ชื่อผู้ทดสอบ _____ วันที่ _____ ชุดที่ _____

ผลิตภัณฑ์ เต้าหู้นมสดเสริมใยอาหารจากเปลือกส้มโอผง

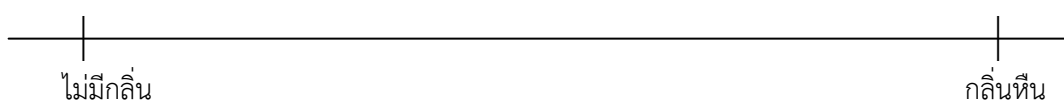
คำแนะนำ กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ที่จัดไว้ให้ และทำเครื่องหมาย “ | ” ลงบนเส้นให้ตรงกับความรู้สึกที่กำหนดให้แต่ละลักษณะ

หมายเหตุ รสชาติของผลิตภัณฑ์ในที่นี่ หมายถึง ความรู้สึกขณะที่ผลิตภัณฑ์อยู่ในปาก รวมถึงความรู้สึกหลังจากกลืนผลิตภัณฑ์ไปแล้ว (Aftertaste)

สี



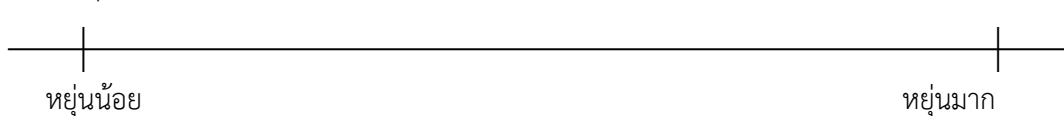
กลิ่น



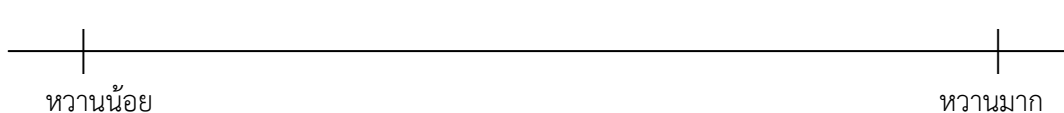
ความนุ่ม



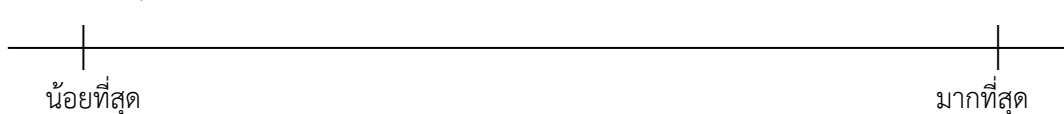
ความหยุ่น



รสหวาน



การยอมรับคุณภาพโดยรวม



ภาคผนวก ง

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (เต้าหู้นมสด)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (เต้าหู้นมสด)

มผช.528/2547

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเต้าหู้นมสดที่บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

เต้าหู้นมสด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำนม วุ้นหรือเจลาตินอย่างใดอย่างหนึ่งหรือผสมกัน และน้ำตาลอาจเติมส่วนประกอบอื่นเพื่อปรุงแต่งกลิ่นรส เช่น กาแฟ วานิลลา ชาเขียว และอาจเติมส่วนประกอบอื่น เช่น ผัก ผลไม้ ธัญพืช

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป ต้องเป็นวุ้นนม อาจมีส่วนประกอบอื่นอยู่ด้วย

3.2 สี ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

3.3 กลิ่นรส ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส เนื้อวุ้นต้องนุ่มและเนียน

3.5 สิ่งแปลกปลอมต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์

3.6 วัตถุเจือปนอาหารหากมีการใช้สีและวัตถุกันเสียให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.7 จุลินทรีย์

3.7.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 5×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.2 สตาฟีโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม

3.7.3 เอสเชอริเชีย โคลิ (*Escherichia coli*) ต้องไม่พบในตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำเต้าหู้นมสด ให้เป็นไปตามคำแนะนำตาม GMP

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุเต้าหู้นมสดในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของเต้าหู้นมสดในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุเต้าหู้นมสดทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

- (1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น เต้าหู้นมสด เต้าหู้ฟรุตสลัด เต้าหู้นมสดชาเขียว
- (2) ส่วนประกอบที่สำคัญ
- (3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)
- (4) น้ำหนักสุทธิ
- (5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า "ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)"
- (6) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา เช่น ควรเก็บไว้ในตู้เย็น
- (7) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง เต้าหู้นมสดที่ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอมการบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าเต้าหู้นมสดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่น รส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึง ข้อ 3.4 จึงจะถือว่าเต้าหู้นมสดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหารให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 จึงจะถือว่าเต้าหู้นมสดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวม

ตามที่กำหนดเมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าเต้าหู้นมสดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างเต้าหู้นมสดต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าเต้าหู้นมสดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สีกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบเต้าหู้นมสดอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 ทดตัวอย่างเต้าหู้นมสดลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนน (ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)			
		4	3	2	1
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นวุ้น อาจมีส่วนประกอบอื่นอยู่ด้วย	4	3	2	1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้	4	3	2	1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้ ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	4	3	2	1
ลักษณะเนื้อสัมผัส	เนื้อวุ้นต้องนุ่มและเนียน	4	3	2	1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอมภาชนะบรรจุและเครื่องหมายและฉลากให้ตรวจพินิจ

8.3 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหารให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบจุลินทรีย์ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.5 การทดสอบน้ำหนักสุทธิให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวธีรณัฐ ฉายศิริโชติ
เดือน ปีเกิด	ตุลาคม 2516
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ศศ.บ. (ศึกษาศาสตร์-คหกรรมศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2538) ศศ.บ. (โภชนาการชุมชน) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2542) ศศ.บ. (ธุรกิจอาหาร) มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2551) ศศ.ม. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2543) ปร.ด. (เกษตรเขตร้อน) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (2554)
ประสบการณ์การทำงาน	วิทยากรอบรมหลักสูตรขนมอบ โรงเรียนการอาหารนานาชาติสวนดุสิต โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต อนุกรรมการทดสอบมาตรฐานฝีมือแรงงานแห่งชาติ สาขาผู้ประกอบการอาหาร ไทย ระดับ 1 และระดับ 2 อาจารย์ประจำโรงเรียนสอนทำอาหารและขนมอบมาตรฐานยูเอฟเอ็ม (UFM Baking & Cooking School) บริษัท ยูเอฟเอ็มฟู้ดเซนเตอร์ (มหาชน) จำกัด (2538-2539)
ผลงานวิชาการที่ตีพิมพ์	1. กรรมวิธีการผลิตขนมทับทิมกิ่งสำเร็จรูป (2548) 2. ผลการลดน้ำมันและการใช้สารทดแทนไขมันร่วมกับสารทดแทนน้ำตาล ในไส้ถั่วกวนของขนมเปียะเล็ก (2555) 3. การพัฒนามัฟฟินเนื้อตาลสุก (2556) 4. การพัฒนามัฟฟินเนื้อตาลสุกผสมลูกตาล (2557) 5. Effect of Reducing Fat and Using Fat Replacers in the Crust of Flaky Chinese Pastry (2011) 6. Caloric Reduction in Mungbean Conserve Filling of Flaky Chinese Pastry (2011)
ตำแหน่งปัจจุบัน	อาจารย์
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	หลักสูตรเทคโนโลยีการประกอบอาหารและการบริการ โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต

ประวัติผู้ร่วมวิจัย

ชื่อ-นามสกุล	นางสาว สุวรรณมา พิชัยยงค์วงศ์ดี
ประวัติการศึกษา	Ph.D. (Food Science; Internation Program) Faculty of Agro-Industry King Mongkut's Institute of Technology Ladkabang วท.ม. (วิทยาศาสตร์การอาหาร) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า- เจ้าคุณทหารลาดกระบัง วท.บ. (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร) มหาวิทยาลัยราชภัฏ จันทรเกษม
ประวัติการทำงาน	อาจารย์ประจำหลักสูตรวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร มหาวิทยาลัยมหาวิทาลัยราชภัฏสวนดุสิต (2546-2555) อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต (2555-ปัจจุบัน)
ผลงานวิชาการที่ตีพิมพ์	<ol style="list-style-type: none"> 1. การลดความขมของน้ำส้มโอพาสเจอไรซ์ (2550) 2. การศึกษาการกระจายตัวของสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากส่วนต่าง ๆ ของส้มโอ 7 สายพันธุ์ [<i>Citrus maxima</i> Merr.] (2557) 3. การผลิตโยเกิร์ตจากเปลือกชั้นในของส้มโอที่ผ่านการลดความขม และศึกษาคุณสมบัติทางด้านกายภาพและเชิงหน้าที่ (2557) 4. สุวรรณมา พิชัยยงค์วงศ์ดี และระติพร หาเรือนกิจ. (2544). การศึกษาสารให้ความขมในมะนาวและผลของเอทิลีนต่อความขม. ว. พระจอมเกล้าลาดกระบัง ปีที่ 9 ฉบับที่ 3: 39-44. 5. Pichaiyongvongdee, S. & Haruenkit, R. (2009). Comparative Studies of Limonin & Naringin Distribution in Different Parts of Pummelo [<i>Citrus grandis</i> (L.) Osbeck] Cultivars Grown in Thailand. <i>J. Kasetsart (Nat. Sci.)</i> 43 (1): 28 – 36. 6. Pichaiyongvongdee, S. & Haruenkit, R. (2009). Investigation of Limonoids, Flavanones, Total Polyphenol Content & Antioxidant Activity in Seven Thai Pummelo Cultivars. <i>J. Kasetsart (Nat. Sci.)</i> 43(3): 458-466.

7. Pichaiyongvongdee, S. & Haruenkit, R. (2011). Effect of Ethylene Treatments on Limonin Reduction in Thai Pummelo (*Citrus grandis* (L.) Osbeck) Fruit. *J. Kasetsart (Nat. Sci.)* 45: 1105 – 1114.

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

อาจารย์ประจำหลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร หลักสูตรเทคโนโลยีการแปรรูปอาหาร โรงเรียนการเรือน มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต