การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

PRODUCT DEVELOPMENT OF CREAM SOUP FOR BREAKFAST REPLACEMENT

ไปรยา แก้วจันทรานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

ไปรยา แก้วจันทรานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า Product Development of Cream Soup for Breakfast Replacement
ชื่อ-นามสกุล	นางสาวไปรยา แก้วจันทรานนท์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันท์ชนก นันทะไชย, ปร.ด.
ปีการศึกษา	2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศรินญา สังขสัญญา, ปร.ด.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์, ปร.ด.)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์พัชราณี ภวัตกุล, ปร.ด.)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันท์ชนก นันทะไชย, ปร.ด.)

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะเทคโนโลยีการเกษตร
(อาจารย์ลลิตา ศิริวัฒนานนท์, Ph.D.)
วันที่ 9 เดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2564

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า
ชื่อ – นามสกุล	นางสาวไปรยา แก้วจันทรานนท์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์นันท์ชนก นันทะไชย, ปร.ด.
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ สำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า ศึกษาสูตรที่เหมาะสม คุณภาพทางกายภาพ เคมี ประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ และศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

การสำรวจผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 150 คน จากนั้นนำผลการสำรวจที่ได้มากำหนดวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตในผลิตภัณฑ์ ศึกษาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์โดยวางแผนการทดลองแบบส่วนผสม (Mixture design) กำหนดขอบเขตทางโภชนาการ พลังงาน 250 – 300 กิโลแคลอรีต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ไขมันร้อยละ 15 – 20 และมีใยอาหารไม่น้อยกว่า 8 กรัม ทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ จากนั้นคัดเลือกสูตรที่ได้รับการยอมรับสูงสุดมาศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษา

ผลการวิจัยพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามเลือกวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรต 3 อันดับแรก ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล จึงนำมากำหนดสูตรโดย Mixture design ได้ผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น 10 สูตร ค่า b* และค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มปริมาณฟักทอง ($p \leq .05$) pH ของผลิตภัณฑ์ทุกสูตรมีค่าระหว่าง 6.40 – 6.66 และพบว่าผู้บริโภคมีแนวโน้มให้คะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสำหรับผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 (กล้วย ร้อยละ 100) และ สูตรที่ 8 (กล้วย ฟักทอง และแอปเปิลร้อยละ 66.67 16.67 และ 16.67 ตามลำดับ) สูงกว่าสูตรอื่น ($p \leq .05$) เนื่องจากผลิตภัณฑ์สูตรที่ 8 ใช้วัตถุดิบหลากหลายและคุณค่าทางโภชนาการครบถ้วน จึงคัดเลือกเป็นสูตรที่มีความเหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า โดยคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (320 กรัม) ประกอบด้วยพลังงาน 260 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 4.5 กรัม ไขมันอิ่มตัว 2.5 กรัม คอเลสเตอรอล 15 มิลลิกรัม โปรตีน 11 กรัม ใยอาหาร 12 กรัม โซเดียม 85 มิลลิกรัม และปริมาณแคลเซียม 225.92 มิลลิกรัม ผลการศึกษาอายุการเก็บรักษาพบว่าผลิตภัณฑ์สามารถเก็บรักษาที่

อุณหภูมิ 7±3 องศาเซลเซียสได้ไม่เกิน 4 วัน เนื่องจากมีค่าความหนืดเพิ่มสูงขึ้นแตกต่างจากผลิตภัณฑ์เริ่มต้นอย่างมีนัยสำคัญ (p≤.05)

คำสำคัญ : ครีมซุป อาหารเช้า ทดแทนมื้ออาหาร โภชนาการ การทดลองออกแบบส่วนผสม

Thesis Title	Product Development of Cream Soup for Breakfast Replacement
Name – Surname	Ms. Praiya Kaeochantranond
Program	Food Technology
Thesis Advisor	Assistant Professor Nunchanok Nanthachai, Ph.D.
Academic Year	2021

ABSTRACT

The objectives of this research were to survey the consumers' opinions on cream soup product for breakfast replacement, to study the optimized formulation on physical, chemical and sensory qualities of the product, and to investigate the nutritional value and shelf life of the product.

The consumer survey on breakfast meal replacement products was conducted using a sample of 150 people. The results of the survey were then used to determine the raw materials for carbohydrate in the product. The study of product formula optimization was conducted using mixture design. The product nutritional values were specified as follows: 250 - 300 kcal per serving, 15 - 20% of fat and not less than 8 g of dietary fiber. The physical and chemical qualities, including sensory evaluation of the products were analyzed and the optimal formulation was selected to determine the nutritional values and shelf life of the product.

The research results of the consumer survey showed that respondents selected the top three raw materials: banana, pumpkin and apple as the sources of carbohydrates. Therefore, banana, pumpkin and apple were used in product formulations by applying mixture design to obtain 10 product mixes. The b* value and viscosity of the product were significantly higher with the increase of pumpkin content ($p \leq .05$). The pH of all product mixes was 6.40 - 6.66. The results of the sensory evaluation revealed that consumers tended to prefer the product formula no.1 (100% of banana) and the formula no.8 (66.67, 16.67 and 16.67% of banana, pumpkin and apple, respectively) to the other formulas ($p \leq .05$). The product formula no. 8 contained various ingredients and complete nutritional value; therefore, it was selected to be the optimal formula of cream soup

product for breakfast replacement. The nutritional value of the product per serving (320 g) included 260 kcal of energy, 4.5 g of total fat, 2.5 g of saturated fat, 15 mg of cholesterol, 11 g of protein, 12 g of fiber, 85 mg of sodium and 225.92 mg of calcium. The shelf life study showed that the product could be stored at 7±3°C for not more than 4 days due to viscosity of the product which was significantly higher than that of the initial product ($p \leq .05$).

Keywords : cream-soup, breakfast, meal replacement, nutrition, mixture design

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ด้วยความทุ่มเทของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นันท์ชนก นันทะไชย อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้คอยให้คำแนะนำ คำปรึกษา คำชี้แนะ แก้ไขข้อบกพร่อง จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอาจารย์มา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศรินญา สังขสัญญา ประธานกรรมการสอบและกรรมการสอบผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปาลิดา ตั้งอนุรัตน์ ที่ได้ให้คำแนะนำ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์นี้มีความสมบูรณ์แบบในทุกด้าน รวมทั้งการเสียสละเวลาในการเป็นกรรมการสอบในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.พัชราณี ภวัตกุล กรรมการสอบและอาจารย์ที่ปรึกษาด้านโภชนาการ ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำแนะนำ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ดีต่อสุขภาพ รวมทั้งเสียสละเวลาในการเป็นกรรมการสอบในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณคุณคชผล ไกรแสงศรีที่ได้แนะนำ ผลักดัน ให้ผู้วิจัยได้มีความคิดริเริ่มในการศึกษาต่อปริญญาโทและได้ให้กำลังใจในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา เพื่อน พี่น้องในสถานที่ทำงาน ที่ให้ความร่วมมือในการทำแบบสอบถาม การทดสอบทางประสาทสัมผัส และให้คำแนะนำต่างๆในระหว่างการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้ โดยให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี จึงทำให้งานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สูงสุดต่อผู้ที่สนใจหรือผู้ที่ต้องการหาข้อมูลใหม่ๆด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ หากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ทางผู้วิจัยขออภัยมา ณ โอกาสนี้

ไปรยา แก้วจันทรานนท์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... (3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... (5)
กิตติกรรมประกาศ ..... (7)
สารบัญ ..... (8)
สารบัญตาราง ..... (10)
สารบัญภาพ ..... (12)
บทที่ 1 บทนำ 13
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 13
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 14
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 14
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 14
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
2.1 ความสำคัญของอาหารมื้อเช้า 15
2.2 คาร์โบไฮเดรต 17
2.3 ใยอาหาร 22
2.4 โปรตีน 24
2.5 ไขมัน 26
2.6 แคลเซียม 29
2.7 วัตถุดิบแหล่งคาร์โบไฮเดรต 30
2.8 วัตถุดิบแหล่งโปรตีนและไขมัน 33
2.9 อาหารปั่นผสม 35
2.10 ครีมซุป 35
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 39
3.1 วัสดุและอุปกรณ์ 39
3.2 วิธีการทดลอง 39

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 45
4.1 ผลการสำรวจความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า..... 45
4.2 ผลการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า 52
4.3 ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า 65
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 72
บรรณานุกรม 74
ภาคผนวก 83
ภาคผนวก ก 84
ภาคผนวก ข 89
ภาคผนวก ค 92
ภาคผนวก ง 95
ภาคผนวก จ 103
ประวัติผู้เขียน 114

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 พลังงานของมื้ออาหารเช้าในแต่ละช่วงพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน 16
ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของนมครบส่วน นมพร่องมันเนยและนมขาดมันเนย..... 35
ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม 45
ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนและร้อยละของความถี่การบริโภคอาหารเช้าของกลุ่มตัวอย่าง..... 47
ตารางที่ 4.3 สาเหตุของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่บริโภคอาหารเช้าทุกวัน..... 47
ตารางที่ 4.4 ชนิดของอาหารเช้าที่เลือกบริโภค..... 48
ตารางที่ 4.5 ปัจจัยที่เลือกรับประทานอาหารเช้า..... 48
ตารางที่ 4.6 ราคาอาหารเช้าที่กลุ่มตัวอย่างยอมรับได้ 49
ตารางที่ 4.7 วัตถุดิบที่กลุ่มตัวอย่างเลือกนำมาผลิตครีมซุปทดแทนมื้ออาหารใน
หมวดคาร์โบไฮเดรตและหมวดโปรตีน – ไขมัน..... 50
ตารางที่ 4.8 ปริมาตรของครีมซุปทดแทนมื้ออาหารที่กลุ่มตัวอย่างยอมรับได้ 51
ตารางที่ 4.9 ราคาของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารที่กลุ่มตัวอย่างยอมรับได้..... 51
ตารางที่ 4.10 ความต้องการของกลุ่มตัวอย่างต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร..... 51
ตารางที่ 4.11 บรรจุภัณฑ์ที่กลุ่มตัวอย่างเลือกต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร 52
ตารางที่ 4.12 คุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรต 52
ตารางที่ 4.13 สัดส่วนของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตของแต่ละสูตร..... 53
ตารางที่ 4.14 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า 54
ตารางที่ 4.15 ค่าความหนืดและค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร..... 55
ตารางที่ 4.16 คะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส Hedonic scale (9 คะแนน)
ของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร 57
ตารางที่ 4.17 สมการถดถอยแบบพหุระหว่างตัวแปรตามที่วิเคราะห์ (Y_1-Y_{11}) และตัวแปรต้น
ที่ศึกษา (A,B,C) 58
ตารางที่ 4.18 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร..... 68
ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทน
มื้ออาหารสูตรที่ 8..... 68

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.20 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า
สูตรที่ 8 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±3 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บ
รักษาเป็นเวลา 12 วัน 70
ตารางที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทน
มื้ออาหารเช้าสูตรที่ 8 เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±3 องศาเซลเซียส
เป็นเวลา 12 วัน 71
ตารางภาคผนวกที่ 1 ค่าสีของวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์ซุปครีมทดแทนมื้ออาหารเช้า..... 93

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและผลิตครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร 41
ภาพที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า สูตรที่ 1 – 10 54
ภาพที่ 4.2 กราฟคอนทัวร์ของค่าความสีแดง (a*) 59
ภาพที่ 4.3 กราฟคอนทัวร์ของค่าความสีเหลือง (b*) 60
ภาพที่ 4.4 กราฟคอนทัวร์ของค่าความข้นหนืด 61
ภาพที่ 4.5 กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบลักษณะปรากฏ 62
ภาพที่ 4.6 กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบสี 62
ภาพที่ 4.7 กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบกลิ่น 63
ภาพที่ 4.8 กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบรสชาติ 64
ภาพที่ 4.9 กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบโดยรวม 64
ภาคผนวกที่ ง 1 วัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตก่อนการเตรียม 96
ภาคผนวกที่ ง 2 วัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตก่อนปั่นผสม 97
ภาคผนวกที่ ง 3 วัตถุดิบหมวดโปรตีน-ไขมัน ก่อนการปั่นผสม 98
ภาคผนวกที่ ง 4 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารสูตรที่ 1 สูตรที่ 2 99
ภาคผนวกที่ ง 5 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารสูตรที่ 3 สูตรที่ 4 99
ภาคผนวกที่ ง 6 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารสูตรที่ 5 สูตรที่ 6 100
ภาคผนวกที่ ง 7 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารสูตรที่ 7 สูตรที่ 8 100
ภาคผนวกที่ ง 8 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารสูตรที่ 9 สูตรที่ 10 101
ภาคผนวกที่ ง 9 ถุงรีทอร์ทเพาซ์แบบมีฝาเกลียว 101
ภาคผนวกที่ ง 10 ลักษณะเชื้อจุลินทรีย์วันที่ 12 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±3 องศาเซลเซียส . 102

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

อาหารเช้าเป็นอาหารมื้อแรกของวันหลังจากการอดอาหารตลอดช่วงเวลากลางคืน โดยปกติแล้วควรรับประทานอาหารหลังการตื่นนอนภายใน 2 – 3 ชั่วโมง และควรเป็นอาหารที่เต็มไปด้วยใยอาหาร วิตามินและเกลือแร่[1] จากการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารเช้าของคนไทย พบว่า ร้อยละ 8.3 มีพฤติกรรมไม่บริโภคอาหารมื้อเช้า (สำนักงานสถิติ 2560) และจากการศึกษาพฤติกรรมของประชาชนในเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร พบว่า ร้อยละ 31 มีพฤติกรรมไม่บริโภคอาหารเช้าทุกวัน [2] ในกลุ่มนักศึกษาแพทย์ พบว่า 1 ใน 3 มีพฤติกรรมไม่รับประทานอาหารเช้า[3] และในกลุ่มนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา พบว่า มีผู้ไม่บริโภคอาหารเช้าถึง 1 ใน 5 โดยส่วนใหญ่ให้เหตุผลว่า ไม่มีเวลาเนื่องจากต้องรีบเดินทาง ไม่มีความอยากอาหาร[4] ในด้านผลจากพฤติกรรมการไม่บริโภคอาหารเช้า พบว่า มีความสัมพันธ์กับ ภาวะน้ำหนักเกิน โรคอ้วน โรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคหลอดเลือดสมอง อีกทั้งพบความสัมพันธ์กับการเกิดความผิดปกติของระดับไขมัน ความดันโลหิต ภาวะการดื้อของอินซูลิน และโรคทางเมตาบอลิก[5] ดังนั้นอาหารเช้าจึงเป็นมื้ออาหารที่สำคัญที่สุดของวันที่ร่างกายจะได้รับสารอาหารเพื่อนำไปบำรุงสมองในการทำงานหรือการเรียน

ในปัจจุบันพบว่าประชาชนส่วนใหญ่เริ่มมีความสนใจในด้านอาหารที่ส่งผลต่อสุขภาพมากขึ้น ผลิตภัณฑ์อาหารต่างๆ ได้มีการปรับสูตรของผลิตภัณฑ์ เช่น การลดปริมาณน้ำตาล การลดปริมาณไขมัน การเพิ่มปริมาณใยอาหาร หรือการเพิ่มสารอาหารเกลือแร่บางชนิด เช่น แคลเซียม เป็นต้น ถั่วแดงหลวง เป็นพืชที่เริ่มนำเข้ามาปลูกเป็นครั้งแรกโดยโครงการหลวงในปี พ.ศ.2514 ถั่วแดงหลวงมีใยอาหาร 23.8 กรัมต่อถั่วแดงหลวงดิบ 100 กรัม[6] เมื่อเปรียบเทียบกับถั่วเมล็ดแห้งอื่นๆ พบว่ามีปริมาณใยอาหารค่อนข้างสูง และผลิตภัณฑ์ที่คนไทยนิยมบริโภคตั้งแต่เด็กจนถึงวัยสูงอายุคือ นมวัว เป็นแหล่งของ แคลเซียม ที่มีส่วนช่วยในกระบวนการสร้างกระดูกและฟันที่แข็งแรง ด้านอาหารและโภชนาการมีการแบ่งประเภทนมวัว ตามปริมาณสัดส่วนของไขมัน ได้แก่ นมสด(เต็มมันเนย) นมพร่องมันเนย และนมขาดมันเนย [7]

อาหารเช้าที่มีคุณค่าทางโภชนาการในด้านสารอาหารและพลังงานที่เหมาะสม มีความสะดวกต่อการเลือกซื้อ ไม่เสียเวลาในการจัดเตรียมอาหาร เป็นลักษณะของอาหารเช้าที่เหมาะสมสำหรับผู้บริโภคในช่วงเวลาเร่งด่วน ดังนั้นผู้วิจัยได้คิดค้นและพัฒนาอาหารเช้าดังกล่าวในรูปแบบของครีมซุปที่มีส่วนผสมของนมวัวและถั่วแดงหลวง เพื่อให้ผู้บริโภคสามารถพกพาผลิตภัณฑ์ได้อย่างสะดวกในทุก

สถานที่ สามารถดื่มหรือใช้หลอดดูดได้ในขณะเดินทางเพื่อให้ไม่กระทบต่อการเดินทางในชั่วโมงเร่งด่วน อีกทั้งยังมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสม

ผู้วิจัยเลือกหลักเกณฑ์ของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า คือ มีปริมาณไขมันอยู่ในเกณฑ์ต่ำและมีใยอาหาร เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคที่มีความสนใจด้านสุขภาพ และสำรวจความคิดเห็นของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า ในด้านวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิต เพื่อให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภคและนำมาพัฒนาเพื่อเน้นการยอมรับจากผู้บริโภคในด้านรสชาติและทางประสาทสัมผัส

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า
2. เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมและคุณภาพทางกายภาพ เคมี และการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า
3. เพื่อศึกษาคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1. สำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคผ่านแบบสอบถามทางอินเตอร์เน็ต จำนวน 150 คน
2. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนอาหารมื้อเช้า อ้างอิงพลังงาน 250 – 300 กิโลแคลอรีต่อหนึ่งหน่วยบริโภค มีปริมาณไขมันอยู่ในเกณฑ์ต่ำและมีใยอาหาร และศึกษาลักษณะทางกายภาพ เคมี และความชอบทางประสาทสัมผัสของทุกผลิตภัณฑ์
3. คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสสูงที่สุดมาทำการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการ ทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 416) พ.ศ.2563 และศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารเช้า
2. ได้สูตรที่เหมาะสมต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า
3. ได้ทราบคุณสมบัติทางกายภาพ เคมีและทางจุลชีววิทยา ของผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารเช้าที่ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับสูงที่สุด

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของอาหารมื้อเช้า

อาหาร คือ สิ่งที่กินได้ ให้พลังงานและสารที่จำเป็นเพื่อการสร้างและคงไว้ซึ่งสภาพของเซลล์ทุกเซลล์ ถ้าได้รับอาหารสมดุลจะทำให้ร่างกายมีสุขภาพดี อาหารแบ่งเป็น 5 กลุ่ม ได้แก่ ข้าว-แป้ง เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ไขมัน ผักและผลไม้ [8]

สารอาหาร เป็นสารที่ได้จากอาหาร มีความจำเป็นต่อร่างกาย เพื่อการเจริญเติบโตในวัยทารกและเด็ก และรักษาให้คงไว้ซึ่งสภาพและหน้าที่ของร่างกายในวัยผู้ใหญ่ ถ้าร่างกายได้อาหารไม่เพียงพอจะเกิดภาวะการขาดสารอาหารชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือหลายชนิดร่วมกันทำให้เกิดพยาธิสภาพ หากยังไม่รุนแรงและถาวร ถ้าได้รับสารอาหารนั้นมากพอในระยะเวลาหนึ่งจะทำให้ร่างกายฟื้นฟูสภาพและหายได้ในที่สุด แต่หากได้รับสารอาหารบางชนิดมากเกินไปอาจเป็นพิษ หรือเกิดภาวะโภชนาการเกินและเกิดพยาธิสภาพได้เช่นกัน สารอาหารมี 6 ชนิด ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน น้ำ เกลือแร่และวิตามิน [9]

ร่างกายของแต่ละคนจะได้รับพลังงานจากอาหารที่บริโภค การสันดาปของอาหารจะปล่อยพลังงานเพื่อใช้ในการทำงานของเซลล์ เช่น การทำงานของระบบหายใจ ระบบประสาท การไหลเวียนของโลหิต การรักษาอุณหภูมิของร่างกายและการประกอบกิจกรรมต่างๆในชีวิตประจำวัน สมดุลพลังงานของแต่ละคนขึ้นอยู่กับพลังงานที่ได้จากอาหารและพลังงานที่ถูกใช้ไปของร่างกาย ปริมาณพลังงานอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันของ ผู้ใหญ่เพศชาย อายุ 19 – 60 ปี 1,800 – 2,200 กิโลแคลอรีต่อวัน ผู้ใหญ่เพศหญิง อายุ 19 – 60 ปี ต้องการ 1,500 – 1,800 กิโลแคลอรี ถ้าพลังงานที่ได้รับมากเกินไป ส่วนที่เหลือใช้ไม่ว่าจะมาจากคาร์โบไฮเดรต โปรตีนหรือไขมัน จะสะสมในรูปของไขมัน ทำให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินหรืออ้วนได้

การเลือกบริโภคอาหารเพื่อให้ได้ปริมาณที่เพียงพอกับความต้องการของร่างกายจะต้องพิจารณาจากแหล่งสารอาหารหลักที่ให้พลังงาน ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมัน

สัดส่วนการกระจายพลังงานของคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 45 – 65 ของความต้องการพลังงานที่ร่างกายควรได้รับใน 1 วัน ควรเลือกชนิดคาร์โบไฮเดรตที่มาจาก ข้าว แป้ง หรือธัญชาติที่ไม่ขัดสี เนื่องจากมีใยอาหารช่วยเพิ่มปริมาณอาหาร และช่วยให้มีความอิ่มนานขึ้น ผลไม้มีปริมาณน้ำตาลหรือคาร์โบไฮเดรตเป็นส่วนประกอบหลัก การเลือกบริโภคผลไม้ควรเลือกที่มีปริมาณน้ำตาลน้อยหรือมีรสชาติไม่หวาน หรือผลไม้ที่มีค่าดัชนีน้ำตาลต่ำ โดยการกินคาร์โบไฮเดรตนอกจากการเลือกชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่ดีแล้ว ปริมาณคาร์โบไฮเดรตควรจะอยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

สัดส่วนการกระจายพลังงานของโปรตีน ร้อยละ 10 – 15 ของความต้องการพลังงานที่ร่างกายควรได้รับต่อวัน แต่ร่างกายจะใช้โปรตีนในการเจริญเติบโตและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ โปรตีนจะเป็นแหล่งพลังงานก็ต่อเมื่อได้รับปริมาณโปรตีนมากเกินไป และควรเลือกแหล่งโปรตีนที่มีไขมันต่ำ เช่น ปลา เนื้อสัตว์ไม่ติดมัน ถั่วเมล็ดแห้ง น้ำนมและผลิตภัณฑ์น้ำนมที่มีไขมันไม่สูง

สัดส่วนการกระจายพลังงานของอาหารที่มีไขมันคิดเป็นร้อยละ 20 – 35 ของความต้องการพลังงานที่ร่างกายควรได้รับต่อวัน ควรเลือกแหล่งอาหารที่มีกรดไขมันอิ่มตัวไม่เกินร้อยละ 10 ของความต้องการพลังงานต่อวัน [10]

อาหารเช้า หมายถึง อาหารมื้อแรกของวันหลังจากการอดอาหารเป็นเวลานานในช่วงระหว่างการนอนหลับและควรรับประทานอาหารมื้อเช้าภายใน 2 – 3 ชั่วโมงหลังจากตื่นนอน การรับประทานอาหารเช้าสามารถเลือกรับประทานในรูปแบบของอาหารหรือเครื่องดื่ม และสามารถเลือกรับประทานในสถานที่ใดก็ได้ เช่น บ้าน โรงเรียน ที่ทำงาน ร้านอาหาร เป็นต้น [1][11]

ประเภทของอาหารมื้อเช้าควรเป็นอาหารที่มีคุณค่าสารอาหารทางโภชนาการครบถ้วนและในปริมาณที่เหมาะสมของแต่ละบุคคล แหล่งอาหารที่มีโปรตีนสูง เช่น ไข่ไก่ เนื้อสัตว์กลุ่มไขมันต่ำ ถั่ว นมที่มีไขมันต่ำหรือปราศจากไขมัน โดยควรรับประทานนมวัวร่วมกับอาหารมื้อเช้า เนื่องจากเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรต วิตามินเอและดี ไรโบฟลาวิน แคลเซียมและโพแทสเซียม แหล่งของหมวดคาร์โบไฮเดรตที่ดี ได้แก่ ธัญพืช ผักหรือผลไม้ โดยอาหารกลุ่มนี้จะเป็นแหล่งพลังงานโดยจะสะสมในรูปของไกลโคเจนในร่างกาย [11] นอกเหนือจากนั้นควรจำกัดอาหารที่มีการเติมน้ำตาลหรือมีปริมาณไขมันอิ่มตัวสูง และควรเลือกอาหารที่มีปริมาณใยอาหารและวิตามินดีสูง [1] ในด้านพลังงานของมื้ออาหารเช้าในแต่ละช่วงพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน อยู่ระหว่างร้อยละ 15 – 20 ของพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 พลังงานของมื้ออาหารเช้าในแต่ละช่วงพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน

พลังงานที่ควรได้รับต่อวัน (กิโลแคลอรี)	พลังงานของมื้ออาหารเช้า (กิโลแคลอรี) (ร้อยละ15 – 20 ของพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน)
1,600	240 – 400
2,000	300 – 500
2,400	360 – 600

ที่มา : O'Neil และคณะ (2014)

ในด้านผลจากพฤติกรรมการไม่บริโภคอาหารเช้า พบความสัมพันธ์ต่อความเสี่ยงของภาวะน้ำหนักเกิน โรคอ้วน โรคเมตาบอลิก ความผิดปกติของความดันโลหิต ภาวะการดื้อต่ออินซูลินเพิ่มสูงขึ้น และพบความผิดปกติของไตรกลีเซอไรด์และไขมันชนิดแอลดีแอลคอเลสเตอรอล (LDL-C) มีปริมาณสูงขึ้นและมีปริมาณไขมันชนิดเอชดีเอลคอเลสเตอรอล (HDL-C) ลดลง [5] และพบความเสี่ยงต่อโรคหัวใจและหลอดเลือดและโรคหลอดเลือดสมอง [12]

ดังนั้นพฤติกรรมการบริโภคอาหารเช้าส่งผลต่อสุขภาวะของผู้บริโภค โดยกลุ่มคนส่วนใหญ่อาจไม่เล็งเห็นถึงความสำคัญดังกล่าวจากความไม่รู้ ความไม่ตระหนัก หรือบางกลุ่มมีความรู้ความเข้าใจของผลจาการไม่บริโภคมื้ออาหารเช้าแต่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้ เนื่องจากอาหารมื้อเช้าอยู่ในช่วงเวลาเร่งรีบของประชาชนในเขตเมืองที่ต้องเสียเวลากับการเดินทางไปทำงานหรือการไปเรียนหนังสือ ส่งผลให้ไม่มีเวลาหรือไม่สะดวกต่อการบริโภคอาหารเช้า จากการสำรวจของสุวรรณา เชียงขุนทดและคณะ (2556) ได้สำรวจในหัวข้อ ความรู้และพฤติกรรมการบริโภคอาหารของประชาชนในเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร พบว่ามีเพียง ร้อยละ 60.1 ที่รับประทานอาหารครบ 3 มื้อและพบว่าร้อยละ 58.6 รับประทานอาหารจานด่วนเป็นอาหารเช้า เช่น แฮมเบอร์เกอร์ แซนด์วิช เป็นประจำ [2] และสิริไพศาล ยิ้มประเสริฐ (2560) ทำการวิจัยในหัวข้อ พฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา พบว่า คะแนนเฉลี่ยด้านพฤติกรรมในการรับประทานอาหารเช้า เท่ากับ 1.05 จากคะแนนเต็ม 3 ซึ่งอยู่ในระดับพอใช้ สาเหตุการไม่ได้รับประทานอาหารเช้าเนื่องมาจาก ช่วงเวลาเช้าเป็นช่วงเวลาเร่งรีบจะต้องเข้าเรียนหนังสือให้ทันเวลา [13] นอกเหนือจากพฤติกรรมการรับประทานอาหารเช้า สิ่งที่สำคัญรองลงมา คือ คุณค่าทางโภชนาการของอาหาร จากผลการสำรวจของพิชศาล พันธุ์วัฒนา (2562) ศึกษา พฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนเมืองวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามร้อยละ 19.7 บริโภคผักทุกวัน และ ร้อยละ 44.8 บริโภคผลไม้ทุกวัน สิ่งที่คนเมืองวัยทำงานคำนึงถึงเป็นประการแรกในการเลือกซื้ออาหาร คือ ความสะดวกรวดเร็ว ร้อยละ 43.4 และนิยมบริโภค อาหารตามสั่งมากที่สุด [14] และการศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารจานด่วนของบุคคลวัยทำงาน ในเขตกรุงเทพมหานคร พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่เลือกบริโภคอาหารจานด่วนประเภทไก่ทอดบ่อยที่สุด รองลงมาเลือก บริโภคอาหารจานด่วนประเภทพิซซ่า (เครือมาศ มีเกษม, 2554) [15] ซึ่งพบว่าอาหารเหล่านี้มีสัดส่วนของไขมันค่อนข้างสูง

2.2 คาร์โบไฮเดรต

สารอาหารคาร์โบไฮเดรต เป็นแหล่งพลังงานแก่เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกาย เช่น เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์สมอง เซลล์ระบบประสาท ควรบริโภคคาร์โบไฮเดรตในปริมาณร้อยละ 45-65 ของพลังงานที่

ได้รับทั้งวัน โดยเลือกบริโภค คาร์โบไฮเดรตในกลุ่มของผัก ผลไม้ ธัญชาติไม่ขัดสี ถั่วเมล็ดแห้ง เป็นหลัก โดยคำนึงถึงความแตกต่างของ แต่ละบุคคลการออกกำลังกาย กิจกรรมทางกาย การควบคุมน้ำหนักตัว ให้อยู่ในมาตรฐานควรลดการบริโภคน้ำตาล โดยเฉพาะในรูปของน้ำตาลทราย น้ำตาลมะพร้าว น้ำเชื่อม น้ำตาลที่เติมในกระบวนการผลิตอาหารประเภท ขนมหวานและขนมอบ เครื่องดื่มที่เติมน้ำตาล ไม่ควรบริโภคน้ำตาลเกินร้อยละ 5 ของพลังงานที่ได้รับทั้งวัน หรือไม่เกิน 6 ช้อนชา หรือ 24 กรัมต่อวัน ตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์อาหารที่เติมน้ำตาลได้แก่ น้ำอัดลม ลูกอม ขนมเค้ก คุกกี้ พาย น้ำผลไม้ น้ำนมรสต่าง ๆ ไอศกรีม โยเกิร์ต นมเปรี้ยว ขนมต่าง ๆ เป็นต้น ควรเลือกบริโภคคาร์โบไฮเดรต ที่มีใยอาหารเพิ่มขึ้น ควรได้รับใยอาหาร 14 กรัม ต่อ 1,000 กิโลแคลอรี ซึ่งได้จากการบริโภคพืชผัก ผลไม้สด ธัญชาติไม่ขัดสี ถั่วเมล็ดแห้ง ถั่วฝัก และให้เลือกบริโภคข้าวกล้อง ข้าวซ้อมมือแทนข้าวขาว อย่างน้อย 90 กรัมต่อวัน ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจและหลอดเลือด ช่วยคงน้ำหนักตัว และอาจช่วยลดความเสี่ยงต่อการเกิด โรคไม่ติดต่อเรื้อรังได้ ในกลุ่มผู้สูงวัยควรได้รับใยอาหารทุกวันเพื่อป้องกันอาการท้องผูก ส่วนในวัยเด็กควรหลีกเลี่ยง อาหารที่มีการเติมน้ำตาล เพิ่มการบริโภคผัก ผลไม้ และธัญชาติ

ประโยชน์ของคาร์โบไฮเดรตต่อร่างกาย

1) เป็นแหล่งของพลังงาน ร่างกายต้องการพลังงานในการทำกิจกรรมต่าง ๆ แม้แต่กิจกรรมง่าย ๆ เช่น การเดิน หรือแม้กระทั่งการหายใจก็ต้องใช้พลังงาน โดยคาร์โบไฮเดรต 1 กรัม เมื่อถูกเผาผลาญในร่างกายแล้วจะ ให้พลังงาน 4 กิโลแคลอรี แหล่งของพลังงานในร่างกายส่วนใหญ่มาจากกลูโคส ซึ่งได้จากการย่อยแป้งและน้ำตาล ที่ได้จากอาหาร

2) เป็นแหล่งพลังงานสำรอง เมื่อใช้คาร์โบไฮเดรตเป็นพลังงานไม่หมดจะถูกจัดเก็บไว้บริเวณกล้ามเนื้อ ตับ และส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ในรูปของไกลโคเจน จากนั้นจะเปลี่ยนเป็นไขมันเก็บไว้ใช้ภายหลัง

3) ช่วยป้องกันโรค อาหารที่มีกากใยจะช่วยป้องกันโรคบางชนิดได้ เช่น โรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคอ้วน ใยอาหารนอกจากจะช่วยในการขับถ่ายแล้ว ยังช่วยรักษาระดับคอเลสเตอรอลและลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรค หัวใจ การบริโภคอาหารที่มีกากใยควบคู่กับการออกกำลังกาย และการได้รับพลังงานที่เพียงพอสามารถป้องกัน โรคต่าง ๆ ได้ เช่น โรคเบาหวานชนิดที่ 2 ภาวะที่เกี่ยวข้องกับโรคหัวใจ เป็นต้น

4) ช่วยควบคุมน้ำหนัก การลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตลงช่วยลดน้ำหนักที่เกินได้ การบริโภคคาร์โบไฮเดรต ในปริมาณที่เหมาะสมจะช่วยลดน้ำหนักได้ในระยะแรก แต่อาหารที่สามารถลดและควบคุมน้ำหนักได้จริง คือ การบริโภคผัก ผลไม้ และอาหารที่มีกากใยในปริมาณที่เหมาะสม

5) ช่วยสงวนโปรตีน คือการสงวนโปรตีนไว้ให้ร่างกายใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ ถ้าพลังงานที่ร่างกายได้จากคาร์โบไฮเดรตและไขมันไม่เพียงพอ ร่างกายจะเผาผลาญโปรตีนมาทดแทน จึงควรบริโภค

คาร์โบไฮเดรตให้เพียงพอ เพื่อร่างกายจะได้สงวนโปรตีนและนำไปใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อและซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอของร่างกาย

คาร์โบไฮเดรตสามารถแบ่งตามโครงสร้างทางเคมีออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

2.2.1 คาร์โบไฮเดรตเชิงเดี่ยว (simple carbohydrate) เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดที่ประกอบด้วยน้ำตาล 1-2 โมเลกุล มีข้อดีคือสามารถเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้ทันทีที่กินเข้าไป และร่างกายสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้ทันที ได้แก่

2.2.1.1 น้ำตาลเชิงเดี่ยว (monosaccharide) เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว มีคุณสมบัติคือโมเลกุลมีขนาดเล็ก ร่างกายสามารถดูดซึมได้ง่าย มีรสหวาน และละลายน้ำได้ แบ่งย่อยออกเป็น 5 ชนิด คือ

1) กลูโคส (glucose) เป็นน้ำตาลที่พบมากที่สุดในกระแสเลือดของร่างกาย ร่างกายใช้กลูโคส เป็นแหล่งพลังงานสำคัญสำหรับการดำรงชีวิต

2) ฟรุกโตส (fructose) พบในน้ำผึ้ง ผลไม้และผัก มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า น้ำตาลผลไม้ (fruit sugar)

3) กาแลคโตส (galactose) พบในรูปอิสระในอาหารไม่กี่ชนิด ส่วนใหญ่แล้ว กาแลคโตสมาจาก น้ำตาลแลคโตส ซึ่งพบอยู่ในผลิตภัณฑ์นม ร่างกายใช้กาแลคโตสเพื่อสร้างเป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ และ ใช้สังเคราะห์แลคโตส อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่แล้วกาแลคโตสในร่างกายถูกเปลี่ยนเป็นกลูโคสเพื่อใช้เป็นแหล่ง พลังงาน (ATP) ของเซลล์

4) แมนโนส (mannose) มีรสชาติหวานกว่าน้ำตาลทราย พบในผลแครนเบอร์รี มีการศึกษา ในสัตว์ทดลองพบว่า แมนโนสช่วยป้องกันการติดเชื้อในระบบทางเดินปัสสาวะ โดยสามารถหยุดยั้งเชื้ออีโคไล (E. coli) ที่เป็นสาเหตุของการติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ

5) ทากาโทส (tagatose) ดี-ทากาโทส เป็นคีโตเฮกโซส (ketohexose) จากธรรมชาติที่หายาก สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากส่วนประกอบของสารหลั่งจากเปลือกของต้น Sterculia setigera ในเขตร้อน นอกจากนี้ยังพบปริมาณเล็กน้อยในผลิตภัณฑ์นม เช่น น้ำนมวัวที่ผ่านการฆ่าเชื้อ นมยูเอชทีที่ปราศจากแลคโตส ยีสต์ ต่าง ๆ และโยเกิร์ต มีความหวานคล้ายกับน้ำตาลซูโครส โดยให้ความหวานร้อยละ 92 ของน้ำตาลซูโครส แต่มีค่า ความร้อนที่เกิดขึ้นเพียง 1 ใน 3 ทากาโทสมีประโยชน์อย่างมากต่อสุขภาพและด้านการแพทย์ รวมถึงมีคุณสมบัติ เป็นพรีไบโอติกและสารต้านอนุมูลอิสระ นอกจากนี้ยังมีความปลอดภัยสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน เนื่องจากทากาโทสไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำตาลในเลือดขณะอดอาหารและระดับอินซูลิน นอกจากนี้ ทากาโทสทำให้การเพิ่มขึ้นของระดับน้ำตาลในเลือดน้อยลงหลังจากการกินกลูโคส

2.2.1.2 น้ำตาลเชิงคู่ (disaccharides) เป็นน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 2 โมเลกุลจับกัน ได้แก่

1) ซูโครส (sucrose) หรือ น้ำตาลทราย (table sugar) ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสจับกับฟรุกโตส เป็นน้ำตาลที่พบมากที่สุด มักถูกใช้เติมลงในอาหารเพื่อทำให้อาหารมีรสชาติหวาน

2) แลคโตส (lactose) หรือ น้ำตาลนม (milk sugar) ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสจับกับกาแลคโตส เป็นน้ำตาลที่พบในน้ำนมและผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำนม เช่น โยเกิร์ต เนยแข็ง ไอศกรีม

3) มอลโตส (maltose) ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสจับกับกลูโคส ไม่ค่อยพบในอาหาร เป็น น้ำตาลที่พบในขั้นตอนการผลิตเบียร์ โดยแป้งในข้าวบาร์เลย์จะถูกย่อยเป็นมอลโตส ดังนั้นจึงเป็นน้ำตาลที่เกิดขึ้นระหว่างการย่อยแป้ง

4) ทรีฮาโลส (trehalose) คือน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์ที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคส 2 โมเลกุล ต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ที่ตำแหน่งแอลฟา -1,1 พบได้หลากหลายในสิ่งมีชีวิต รวมทั้งแบคทีเรีย ยีสต์ รา แมลง ต่าง ๆ และสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง

5) ไอโซมอลทูโลส (isomaltulose) คือน้ำตาลไดแซ็กคาไรด์ที่ประกอบด้วยน้ำตาลกลูโคสและ ฟรุกโตสต่อกันด้วยพันธะไกลโคไซด์ที่ตำแหน่งแอลฟา -1,6 เป็นน้ำตาลธรรมชาติที่พบในน้ำผึ้ง น้ำผลไม้ และอ้อย มีลักษณะและรสชาติคล้ายกับน้ำตาลทรายและมีความหวานเป็นครึ่งหนึ่งของน้ำตาลซูโครสแต่จะถูกย่อยอย่างช้า ๆ บริเวณลำไส้เล็ก นำไปสู่การเพิ่มขึ้นและลดลงอย่างช้า ๆ ของระดับน้ำตาลในเลือดและการตอบสนองต่ออินซูลิน นอกจากนี้ไอโซมอลทูโลสยังเป็นคาร์โบไฮเดรตที่มีดัชนีน้ำตาลต่ำอีกด้วย ค่าดัชนีน้ำตาลเท่ากับ 32

2.2.1.3 น้ำตาลแอลกอฮอล์ หรือโพลีออล (polyols) เช่น ซอร์บิทอล มอลทิทอล ไซลิทอล แล็กทิทอล ซึ่งถือว่าอยู่ในกลุ่มของสารให้ความหวานกลุ่มแอลกอฮอล์ เป็นน้ำตาลที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติในพืช โดยเฉพาะผลไม้ มีความหวานและพลังงานเป็นครึ่งหนึ่งของน้ำตาลซูโครส มีข้อดีคือไม่ทำให้เกิดฟันผุ แต่เมื่อบริโภคในปริมาณ มากเกินไปจะมีฤทธิ์เป็นยาระบายและอาจทำให้ท้องเสียได้

น้ำตาล มักมีความหมายถึงน้ำตาลเชิงเดี่ยว (monosaccharide) และน้ำตาลเชิงคู่ (disaccharides) ซึ่งเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวสองตัวจับกัน น้ำตาลถูกใช้เป็นสารที่เพิ่มความหวานให้แก่ผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อช่วยให้ อาหารมีรสชาติโดยรวมดีขึ้น เพิ่มความหนืด เพิ่มสี และกลิ่น น้ำตาลเชิงเดี่ยว ได้แก่ น้ำตาลกลูโคส น้ำตาลกาแลคโตส น้ำตาลฟรุกโตส ส่วนน้ำตาลเชิงคู่ ได้แก่ น้ำตาลซูโครส หรือน้ำตาลทราย น้ำตาลแลคโตส น้ำตาลมอลโตส น้ำตาล บางชนิดประกอบด้วยน้ำตาลเชิงเดี่ยวสามตัวหรือมากกว่าจับกัน เช่น คอร์นไซรัป (corn syrup) น้ำตาลยังแบ่งออกเป็น

1) น้ำตาลที่ได้จากธรรมชาติ (intrinsic sugar) เช่น น้ำตาลในผลไม้สด น้ำตาลในน้ำนม (milk sugar)

2) น้ำตาลที่ใช้เติมในอาหารและเครื่องดื่ม (added sugar) หรือกระบวนการผลิตอาหาร (extrinsic sugar) ได้แก่ น้ำตาลที่เติมในน้ำอัดลม น้ำผลไม้ น้ำนมปรุงแต่ง ขนมเค้ก คุกกี้ พาย ขนมหวาน ลูกอม ช็อกโกแลต ส่วนใหญ่ของน้ำตาลที่ใช้ ได้แก่ น้ำตาลทรายขาว น้ำตาลทรายแดง น้ำตาลดิบ น้ำเชื่อมคอร์นไซรัป ไฮฟรุกโตส คอร์นไซรัป เด็กซ์โทส กลูโคส ฟรุกโตส มอลโตส น้ำผึ้ง ผลเสียของการบริโภคน้ำตาลที่ใช้เติมในอาหารในปริมาณมาก จะทำให้ร่างกายได้รับพลังงานส่วนเกิน ส่งผลให้มีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้นเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วน และโรคไม่ติดต่อ เรื้อรังอื่น ๆ เช่น โรคเบาหวาน ไขมันในเลือดสูง ในเด็กจะเกิดโรคฟันผุได้ง่าย องค์การอนามัยโลก ได้ปรับลดการ แนะนำการบริโภคน้ำตาลจากที่เคยแนะนำให้ไม่เกินร้อยละ 10 ของพลังงานที่ได้รับเป็นร้อยละ 5 ของพลังงานที่ได้รับ ดังนั้นควรบริโภคน้ำตาลที่เติมในอาหารและเครื่องดื่มไม่เกิน 6 ช้อนชาต่อวัน หรือ 24 กรัมต่อวัน เพื่อการมีสุขภาพที่ดีสำหรับคนไทย ปริมาณนี้ไม่นับรวมน้ำตาลที่ได้จากธรรมชาติ

2.2.2. คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน (complex carbohydrates) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่ประกอบด้วยน้ำตาลหลายโมเลกุล มีข้อดีคือ การย่อยจะทำงานอย่างช้า ๆ จึงเปลี่ยนเป็นน้ำตาลได้ช้า ร่างกายจึงได้รับพลังงานอย่างต่อเนื่อง ไม่หิวง่าย และควบคุมระดับน้ำตาลในเลือดคงที่มากกว่า ได้แก่

2.2.2.1 น้ำตาลโอลิโกแซ็กคาไรด์ (oligosaccharides) เป็นน้ำตาลที่มีการเชื่อมต่อของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 3-10 หน่วย พบในอาหารหลายชนิด เช่น ถั่วเมล็ดแห้ง ถั่วเหลือง น้ำตาลชนิดนี้ในร่างกายใช้เป็นองค์ประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์

1) มอลโต-โอลิโกแซ็กคาไรด์ (malto-oligosaccharides)

(1) มอลโตเดกซ์ตริน (maltodextrin) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการย่อยแป้ง (starch hydrolysate) มอลโตเดกซ์ตรินใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารอย่างกว้างขวาง ในผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพ อาหารสำหรับ ผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก อาหารสำหรับผู้ป่วยโรคเบาหวาน อาหารไขมันต่ำ ในผลิตภัณฑ์อาหารแห้งประเภท อาหารผง เช่น เครื่องดื่มผง เครื่องปรุงรสชนิดผง มอลโตเดกซ์ตรินจัดเป็นอาหารฟังก์ชัน (functional food) ประเภทพรีไบโอติกส์ ทั้งยังเป็นสารให้ความหวาน เป็นสารทดแทนไขมัน ป้องกันการเกาะเป็นก้อน (anticaking agent) ในกระบวนการการทำแห้งและห่อหุ้มสารให้กลิ่นรส

2) โอลิโกแซ็กคาไรด์อื่น ๆ ได้แก่ น้ำตาลแรฟฟิโนส สตาคิโอส ฟรุกโต-โอลิโกแซ็กคาไรด์ กาแลคโต-โอลิโกแซ็กคาไรด์

(1) น้ำตาลแรฟฟิโนสและสตาคิโอส มักพบในพืชตระกูลถั่ว ในมนุษย์ไม่มีเอนไซม์ที่สามารถย่อยได้ ดังนั้นจึงเป็นหน้าที่ของเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่ที่จะทำการย่อย จึงทำให้เกิดแก๊สในช่องท้อง

(2) ฟรุกโต-โอลิโกแซ็กคาไรด์ เป็นโอลิโกแซ็กคาไรด์ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในพืช เช่น หัวหอม ชิโครี กระเทียม หน่อไม้ฝรั่ง กล้วย และอื่น ๆ ฟรุกโตโอลิโกแซ็กคาไรด์มีหลายคุณสมบัติที่น่าสนใจ รวมถึงคุณสมบัติการ มีความหวานน้อย ไม่มีพลังงาน ไม่ทำให้เกิดฟันผุ และถือเป็นใยอาหารที่ละลายน้ำได้ นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่ ก่อให้เกิดมะเร็งได้ในระดับต่ำ มีผลด้านพรีไบโอติกช่วยในการดูดซึมแร่ธาตุ และลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด

2.2.2.2 โพลีแซ็กคาไรด์ (polysaccharides) เป็นน้ำตาลที่มีการเชื่อมต่อของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว 10 หน่วยขึ้นไป ได้แก่

1) แป้ง ได้แก่ อะไมโลส อะมิโลเพกติน แป้งดัดแปร และไกลโคเจน

(1) แป้งหรืออะไมลัม (amylum) เป็นโพลีแซ็กคาไรด์ที่ประกอบด้วยกลูโคสจำนวนมาก มีโมเลกุล ขนาดใหญ่ ซึ่งประกอบด้วยอะไมโลสและอะมิโลเพกติน

(2) แป้งดัดแปร (modified starch) เป็นวัตถุเติมแต่งอาหาร มีประโยชน์ในการทดแทนไขมัน หรือทำให้เป็นเนื้อเดียวกันและห่อหุ้มน้ำมันได้

(3) ไกลโคเจน (glycogen) เมื่อในกระแสเลือดมีน้ำตาลกลูโคสมากเกินไป จะถูกเปลี่ยนไปเป็น ไกลโคเจน เก็บสะสมไว้เป็นแหล่งพลังงานสำรองยามที่ไม่ได้กินอาหารหรืออดอาหารหรือออกกำลังกายยาวนาน ไกลโคเจนจะถูกเก็บไว้ที่ตับและกล้ามเนื้อลาย

โพลีแซ็กคาไรด์ที่ไม่ใช่แป้ง แต่เป็นใยอาหาร (dietary fiber) ได้แก่ เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน เพกติน ไฮโดรคอลลอยด์ กัม มิวซิเลจ เบต้ากลูแคน ฟรุคโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ กาแล็กโตโอลิโกแซ็กคาไรด์ และโอลิโกแซ็กคาไรด์ที่ไม่สามารถย่อยได้ ใยอาหารเป็นโพลีแซ็กคาไรด์ที่พบในพืช ไม่สามารถย่อยและดูดซึมที่ ลำไส้เล็กของมนุษย์ได้ ดังนั้นเชื้อจุลินทรีย์ในลำไส้ใหญ่จึงย่อยใยอาหารเหล่านี้เกิดเป็นสารที่มีประโยชน์กับลำไส้ นอกจากนี้ใยอาหารยังช่วยส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ที่ดีในลำไส้ ช่วยยับยั้งการเติบโตของเชื้อก่อโรค ใยอาหารยังช่วยป้องกันไม่ให้ท้องผูก ป้องกันมะเร็งลำไส้ใหญ่ ทั้งยังลดความเสี่ยงต่อการเป็นโรคหลอดเลือดหัวใจได้ [10]

2.3 ใยอาหาร

ใยอาหาร (dietary fiber หรือ DF) เป็นคำที่บัญญัติขึ้นมาแทนคำว่า “เส้นใยหยาบ’ (crude fiber) ซึ่งเป็นส่วนประกอบของอาหารจากพืชที่ทนต่อการย่อยโดยกรดและด่าง คำนิยามของใยอาหาร หมายถึง โพลิเมอร์ของคาร์โบไฮเดรตที่มีความยาวของสายโมโนเมอร์ 10 หน่วยหรือมากกว่า ซึ่งไม่ถูก

ย่อยโดยเอนไซม์ที่ลำไส้เล็กในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์ ส่วนคาร์โบไฮเดรตที่มีขนาด 3 – 9 โมโนเมอร์และอาจมีผลทางสรีรวิทยาต่อร่างกายเช่นเดียวกับโพลิเมอร์ขนาดใหญ่ ในการวิเคราะห์ปริมาณจะนำมารวมในค่าใยอาหารทั้งหมด (total dietary fiber) ดังนั้น ใยอาหารเป็นคาร์โบไฮเดรตที่ร่างกายไม่สามารถนำไปใช้ได้ (unavailable carbohydrate) แต่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่ของมนุษย์สามารถย่อยใยอาหารบางส่วนได้ การย่อยนี้ทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ไฮโดรเจน มีเทนและกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acid หรือ SCFA)

2.3.1 ประเภทของใยอาหาร

ใยอาหารแบ่งตามคุณสมบัติในการละลาย แบ่งได้ออกเป็น 2 ประเภท คือ ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ (insoluble dietary fiber) และใยอาหารที่ละลายน้ำ (soluble dietary fiber)

2.3.1.1 ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำ ประกอบด้วย เซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส ลิกนิน ไคตินและไคโตแซน

2.3.1.2 ใยอาหารที่ละลายน้ำ ประกอบด้วย กัม เบต้ากลูแคน เพคติน มิวซิเลจและน้ำตาลโมเลกุลเชิงซ้อนของสาหร่าย

บทบาทหน้าที่ของใยอาหาร

ใยอาหารต่างชนิดกัน จะมีโครงสร้างและองค์ประกอบทางเคมีต่างกัน ทำให้เกิดความแตกต่างกันทางสรีรวิทยา และบทบาทหน้าที่ของใยอาหารขึ้นอยู่กับคุณสมบัติ ดังนี้

(1) ความสามารถในการละลายน้ำ (water solubility) ใยอาหารที่ละลายน้ำจะเพิ่มความหนืดของมวลอาหาร ทำให้การดูดซึมสารอาหารเป็นไปอย่างช้าๆ ในกรณีของการดูดซึมกลูโคสจะส่งผลให้ glycemic response ลดลง ในขณะที่ใยอาหารที่ไม่ละลายน้ำจะมีความพรุน สามารถดูดซับน้ำและช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระได้

(2) ความสามารถในการอุ้มน้ำ (water holding capacity) เป็นคุณสมบัติที่มีความสัมพันธ์กับคุณสมบัติในการละลายน้ำของน้ำตาลโมเลกุลเชิงซ้อน เช่น เซลลูโลสและลิกนินไม่สามารถละลายน้ำและมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำค่อนข้างต่ำ แต่น้ำตาลโมเลกุลเชิงซ้อนซึ่งก่อให้เกิดความหนืดในลำไส้มีความสามารถในการละลายน้ำและมีคุณสมบัติในการอุ้มน้ำสูง เมื่ออยู่ในลำไส้ใหญ่จะยอมให้แบคทีเรียผ่านเข้าสู่โครงสร้างได้มากกว่า เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเปลี่ยนสภาพ (degrade) ได้ง่าย

(3) การเปลี่ยนแปลงจากการหมักของแบคทีเรีย (fermentability) เส้นใยอาหารจะไม่ถูกย่อยโดยเอนไซม์ของมนุษย์ในลำไส้เล็ก แต่แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่สามารถนำใยอาหารบางส่วนมาใช้ ทำให้เกิดการเปลี่ยนน้ำตาลโมเลกุลเชิงซ้อนเป็นกรดไขมันอิสระสายสั้น และกรดไขมันนี้จะถูกดูดซึมโดยเซลล์ในลำไส้ใหญ่ตอนปลายและใช้เป็นพลังงาน นอกจากนี้ใยอาหารที่เกิดการเปลี่ยนแปลงน้อยจะมีส่วนช่วยเพิ่มปริมาณอุจจาระ

(4) การดูดซับสารอินทรีย์ (absorption of organic materials) หรือหมายถึงกรดน้ำดี (bile acid) คอเลสเตอรอล (cholesterol) และสารพิษบางชนิด ทำให้เกิดการเพิ่มปริมาณสารดังกล่าวในอุจจาระ ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการลดคอเลสเตอรอลในพลาสมาและลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งบางชนิด

(5) การแลกเปลี่ยนประจุลบ (cation exchange) การบริโภคอาหารที่มีปริมาณใยอาหารสูงมากอาจลดความสามารถในการดูดซึมแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม แมงกานีส ตะกั่ว ฟอสฟอรัส เนื่องจากแร่ธาตุดังกล่าวจะถูกใยอาหารจับไว้และถูกขับออกมาในลักษณะของของเสีย

ปริมาณใยอาหารที่แนะนำให้บริโภค ซึ่งใช้ในการจัดทำฉลากโภชนาการสำหรับคนไทยอายุตั้งแต่ 6 ปีขึ้นไป ที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข คือ ปริมาณ 25 กรัมต่อวันในผู้ใหญ่

ในผักและผลไม้ มักพบปริมาณน้ำเป็นส่วนใหญ่ มีใยอาหารค่อนข้างต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณใยอาหารในธัญชาติที่ไม่ผ่านการขัดสี ที่มีปริมาณใยอาหารประมาณ 4 – 10 กรัมต่อ 100 กรัม ถั่วเมล็ดแห้งและเมล็ดพืชมีปริมาณใยอาหาร 19 – 28 กรัม ต่อ 100 กรัมซึ่งเป็นปริมาณใยอาหารที่สูงกว่าผักและผลไม้ [10]

ดังนั้นในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้านี้ ทางผู้วิจัยได้คัดเลือกถั่วเมล็ดแห้งเป็นแหล่งของใยอาหารเป็นหลัก ได้แก่ ถั่วแดงหลวง ที่มีปริมาณใยอาหารสูงซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณใยอาหารในเมล็ดแห้งอื่นๆ

2.4 โปรตีน

โปรตีนเป็นสารอาหารที่เป็นองค์ประกอบหลักของเซลล์ทุกเซลล์ในร่างกาย ทำหน้าที่สำคัญในรูปของ เอนไซม์ ฮอร์โมน ผนังเซลล์ และเป็นตัวพาสารอื่น ๆ ในร่างกาย หากขาดโปรตีนการทำงานทุกระบบในร่างกายมีความผิดปกติ โปรตีนเป็นส่วนประกอบโครงสร้างร่างกาย คือ กล้ามเนื้อ กระดูก เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน และผิวหนัง นอกจากนี้โปรตีนยังเป็นตัวประสานและควบคุมการทำงานของเซลล์ในร่างกาย และทำหน้าที่อื่น ๆ อีกมากมาย โปรตีนเป็นสารอินทรีย์ ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน ไนโตรเจน และซัลเฟอร์ โปรตีน มีกรดอะมิโนเป็นหน่วยย่อย ซึ่งมีสูตรโครงสร้างประกอบไปด้วย กลุ่มอะมิโน (NH_2) กลุ่มคาร์บอกซิล (COOH) และ มีอะตอมของไฮโดรเจนจับอยู่กับคาร์บอนที่เป็นศูนย์กลาง ซึ่งจับกับโมเลกุลอื่นได้ (side chain)

โปรตีนเป็นสารอาหารชนิดหนึ่งที่ร่างกายขาดไม่ได้ ถ้านำเอาโปรตีนมาวิเคราะห์ทางเคมี จะพบว่า ประกอบด้วยสารเคมีจำพวกหนึ่ง เรียกว่า กรดอะมิโน (amino acid) ซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท [16] คือ

2.4.1 กรดอะมิโนจำเป็น เป็นกรดอะมิโนที่ร่างกายสร้างไม่ได้ ต้องได้จากอาหารที่กินเข้าไปเท่านั้น กรดอะมิโนที่อยู่ในกลุ่มนี้มีอยู่ 9 ตัว คือ ฮิสติดีน (histidine) ไอโซลิวซีน (isoleucine) ลิวซีน (leucine) ไลซีน (lysine) เมไทโอนีน (methionine) เฟนิลอะลานีน (phenylalanine) ธรีโอนีน (threonine) ทริปโตเฟน (tryptophan) และวาลีน (valine)

2.4.2 กรดอะมิโนไม่จำเป็น เป็นกรดอะมิโนที่นอกจากได้จากอาหารแล้วร่างกายยังสามารถสร้างได้ เช่น อะลานีน (alanine) อาร์จินีน (arginine) ซีสเตอีน (cysteine) โปรลีน (proline) และไทโรซีน (tyrosine) เป็นต้น

หน้าที่ของโปรตีน

(1) ช่วยในการเจริญเติบโต ซ่อมแซมและสร้างโปรตีนส่วนที่ใช้หมดไปอยู่ตลอดเวลา ร่างกายมีการสร้างและการสลายโปรตีนร้อยละ 0.3 - 0.4 ของปริมาณโปรตีนที่มีอยู่ในแต่ละวัน และทำหน้าที่ควบคุมระบบชีวเคมีภายในร่างกาย ร่างกายได้รับกรดอะมิโนจากอาหารเพื่อนำมาสร้างโปรตีนที่ร่างกายต้องการ การได้รับโปรตีนไม่เพียงพอทำให้ร่างกายเจริญเติบโตช้าลงและเจ็บป่วยง่าย ในกรณีที่ร่างกายได้รับพลังงานจากคาร์โบไฮเดรตและไขมันไม่เพียงพอร่างกายจะใช้โปรตีนเป็นแหล่งพลังงาน การได้รับโปรตีนสูงเกินความจำเป็นจะทำให้ไตทำงานหนักในการขับของเสียออกจากร่างกาย โปรตีนที่สำคัญในโครงสร้างของร่างกาย ได้แก่ คอลลาเจน (collagen) ซึ่งเป็นส่วนที่แร่ธาตุแคลเซียมและฟอสฟอรัสมาเกาะเป็นส่วนของกระดูก และเป็นโปรตีนของส่วนเอ็นที่จะยึดส่วน ของกล้ามเนื้อซึ่งเป็นโปรตีนชนิดแอคติน (actin) และไมโอซิน (myosin)

(2) เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของเอนไซม์ ฮอร์โมน ฮีโมโกลบิน สารที่ช่วยในการแข็งตัวของเลือด สารภูมิคุ้มกัน เป็นสารตั้งต้นของวิตามิน เป็นส่วนประกอบของโปรตีนในผม เล็บ และผิวหนัง ฯลฯ

(3) เป็นตัวขนถ่ายอาหารจากผนังลำไส้เข้าสู่กระแสโลหิต และขนส่งไปทั่วร่างกาย

(4) ควบคุมสมดุลน้ำภายนอกและภายในเซลล์

(5) ทำหน้าที่รักษาดุลกรด-ด่างในเลือด โดยโปรตีนทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์ คือ เป็นตัวกลางในการควบคุมปฏิกิริยา ต่าง ๆ ที่เกิดในร่างกายไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ซึ่งอาจทำให้เป็นอันตรายกับร่างกายได้

(6) ป้องกันร่างกายและทำลายสารพิษ โปรตีนส่วนใหญ่เป็นสารภูมิคุ้มกันจะช่วยป้องกันการติดเชื้อต่าง ๆ เอนไซม์ในตับหลายตัวที่เป็นโปรตีนทำหน้าที่ทำลายสารพิษที่ปนมากับอาหาร ในกรณีที่ร่างกายขาดแหล่งพลังงาน หรือในภาวะอดอาหาร ร่างกายอาจมีความจำเป็นต้องใช้โปรตีนเป็นแหล่งของพลังงาน

ยังไม่มีการกำหนดค่าสูงสุดของโปรตีนที่รับได้ในแต่ละวันโดยที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย เนื่องจากข้อมูลยัง ไม่เพียงพอที่จะกำหนดว่าปริมาณโปรตีนหรือกรดอะมิโนจำนวนเท่าใดที่จะเป็น

อันตรายอย่างไรก็ดี มีข้อมูลที่แสดงว่ากรดอะมิโนจะไม่ถูกสะสมในร่างกาย เมื่อได้รับกรดอะมิโนปริมาณสูงร่างกายจะเผาผลาญให้เป็นพลังงานหมด หรือเปลี่ยนเป็นคาร์โบไฮเดรตและไขมัน ตับและไตจึงทำงานหนักเพื่อกำจัดสารยูเรียและยังทำให้มีการขับ แคลเซียมออกทางปัสสาวะเพิ่มขึ้น มีการเตือนว่าไม่ควรบริโภคโปรตีนเกินปริมาณที่แนะนำหรือมากกว่าร้อยละ 30 ของพลังงานทั้งหมดที่ได้รับต่อวัน

สารอาหารโปรตีนได้จากสัตว์และพืช โปรตีนจากเนื้อสัตว์เป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี มีกรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วน โปรตีนจากพืชเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำกว่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์ เนื่องจากมีปริมาณกรดอะมิโนจำเป็นไม่ครบถ้วน หรือมีสัดส่วนของกรดอะมิโนไม่เหมาะสม อาหารที่ประกอบด้วยโปรตีนจากสัตว์และจากพืชในสัดส่วนประมาณ 1:1 ถือว่าเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี อย่างไรก็ตาม แม้ว่าคุณภาพโปรตีนจากพืชจะด้อยกว่าโปรตีนที่ได้จากสัตว์ แต่ถ้ามีการบริโภคในสัดส่วนที่เหมาะสม เช่นในคนที่เป็นมังสวิรัติเมื่อมีการบริโภคข้าว (กรดอะมิโนไลซีนต่ำ) ร่วมกับถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์ (กรดอะมิโนเมทไทโอนีนต่ำ) จะทำให้ได้กรดอะมิโนจำเป็นครบถ้วนในปริมาณ ที่เหมาะสม คุณภาพโปรตีนเทียบเท่ากับโปรตีนที่มาจากเนื้อสัตว์ ทั้งนี้การกินอาหารที่เป็นแหล่งโปรตีนจากพืช อาจต้องกินในปริมาณที่มากกว่าแหล่งโปรตีนจากสัตว์ จึงไม่เหมาะที่จะแนะนำให้เด็กเล็กกินอาหารแบบมังสวิรัติ เพราะความจุกระเพาะยังเล็กอยู่ อาจทำให้ได้ปริมาณโปรตีนโดยรวมไม่เพียงพอต่อการเจริญเติบโต ปริมาณ สารอาหารโปรตีนในอาหารต่าง ๆ

ถั่วเมล็ดแห้งและผลิตภัณฑ์เป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่ดีอีกชนิดหนึ่งที่หาซื้อได้ง่ายและราคาถูก ควรกินถั่วเมล็ดแห้งและผลิตภัณฑ์สลับกับเนื้อสัตว์ จะทำให้ร่างกายได้สารอาหารโปรตีนที่ครบถ้วนยิ่งขึ้น ถั่วเมล็ดแห้งมีหลากหลายชนิด ได้แก่ ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ถั่วดำ ถั่วแดง ถั่วลิสง ผลิตภัณฑ์จากถั่วเมล็ดแห้ง ได้แก่ เต้าหู้ น้ำนม ถั่วเหลือง หรือน้ำเต้าหู้ ตลอดจนขนมที่ทำจากถั่ว ได้แก่ ถั่วกวน ขนมไส้ถั่วต่าง ๆ และจากการศึกษาพบว่า ถั่วเหลืองมีสารไฟโตเอสโตรเจนที่สามารถป้องกันโรคมะเร็งบางชนิดด้วย

น้ำนมเป็นแหล่งสารอาหารแคลเซียมและฟอสฟอรัสที่ช่วยให้กระดูกและฟันแข็งแรง น้ำนมเป็นแหล่งโปรตีน คุณภาพดี ถือเป็นโปรตีนมาตรฐาน น้ำนม 1 แก้ว (200 มิลลิลิตร) ให้โปรตีนประมาณ 7 กรัม ปริมาณที่แนะนำ สำหรับเด็กอายุตั้งแต่ 1 ปีขึ้นไป ดื่มน้ำนม 2 - 3 แก้วต่อวัน ผู้ใหญ่ ผู้สูงอายุ แนะนำให้ดื่มน้ำนมวันละ 1 - 2 แก้ว เพื่อให้ได้รับแร่ธาตุแคลเซียมเพียงพอ ป้องกันภาวะกระดูกพรุน และควรเป็นน้ำนมพร่องมันเนย [10]

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ทางผู้วิจัยคัดเลือกนมวัว และ ถั่วแดงหลวง เป็นวัตถุดิบหมวดโปรตีน เนื่องจากถั่วแดงหลวงมีปริมาณใยอาหารสูง และเป็นแหล่งของโปรตีนซึ่งโปรตีนจากธัญพืชเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพต่ำกว่าโปรตีนจากเนื้อสัตว์เนื่องจากมีกรดอะมิโนที่จำเป็นต่อร่างกายไม่ครบถ้วน ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงคัดเลือกนมวัว เป็นแหล่งของโปรตีนอีก

ชนิดหนึ่งซึ่งเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพและมีแคลเซียมที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ดังนั้นผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารนี้จะมีคุณภาพจากโปรตีนที่ครบถ้วนจากนมวัวและถั่วแดงหลวง

2.5 ไขมัน

ไขมันเป็นสารอาหารที่ให้พลังงานเช่นเดียวกับโปรตีนและคาร์โบไฮเดรต ซึ่งควรได้รับในสัดส่วนที่พอเหมาะ ตามความต้องการของร่างกาย โดยมีกรดไขมันชนิดต่าง ๆ ที่เหมาะสมจึงจะทำให้สุขภาพแข็งแรง ร่างกายได้รับ ไขมันจากพืชและสัตว์ เช่น ไขมันจากสัตว์ เนื้อสัตว์ น้ำมันปรุงอาหาร ถั่ว เมล็ดแห้ง เป็นต้น ไขมันทำให้อาหารอร่อย และกลืนได้ง่าย มีกลิ่นหอมและนุ่มนวล ทำให้รู้สึกอิ่มนาน และช่วยดูดซึมวิตามินที่ละลายในไขมัน ไขมันในอาหารแบ่งเป็น 3 ชนิด ได้แก่

(1) ไตรกลีเซอไรด์ (triglycerides) คิดเป็นร้อยละ 95 ประกอบด้วย กรดไขมันและกลีเซอรอล (glycerol)

(2) ฟอสฟอลิปิด (phospholipids) ประมาณร้อยละ 4 - 5 ได้แก่ เลซิติน (lecithin) ฯลฯ

(3) สเตอรอล (sterols) มีเพียงประมาณร้อยละ 1 ได้แก่ คอเลสเตอรอล (cholesterol) จากสัตว์และไฟโตสเตอรอล (phytosterol) จากพืช

กรดไขมันแบ่งตามลักษณะคุณสมบัติทางเคมีได้เป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

2.5.1 กรดไขมันอิ่มตัว (Saturated fatty acids, SFA) หมายถึงกรดไขมันที่ไม่มีพันธะคู่ มีจำนวน คาร์บอนตั้งแต่ 4 ขึ้นไป แบ่งเป็นกรดไขมันสายสั้น (short chain fatty acids) ได้แก่ กรดบิวไทริก (butyric acid) และกรดแคโพรอิก (caproic acid) กรดไขมันสายกลาง (medium chain fatty acids) ได้แก่ กรดแคไพรลิก (caprylic acid) กรดแคพริก (capric acid) และกรดลอริก (lauric acid) และกรดไขมันสายยาว (long chain fatty acids) เช่น กรดไมริสติก (myristic acid) กรดปาล์มมิติก (palmitic acid) กรดสเตียริก (stearic acid) กรดอะราชิดิก (arachidic acid) เป็นต้น

2.5.2 กรดไขมันไม่อิ่มตัวหนึ่งตำแหน่ง (monounsaturated fatty acid , MUFA) หมายถึงกรดไขมัน ที่มีพันธะคู่ 1 ตำแหน่ง เช่น กรดโอเลอิก (oleic acid) พบมากในน้ำมันมะกอก น้ำมันคาโนลาและ น้ำมันรำข้าว และกรดอิรูซิก (erucic acid) พบในน้ำมันจากพืชในวงศ์ผักกาด (Brassica) เช่น เมล็ดเรฟ (rape seed) และเมล็ดมัสตาร์ด (mustard seed) เป็นต้น

2.5.3 กรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายตำแหน่ง (polyunsaturated fatty acids, PUFAs) หมายถึงกรดไขมัน ที่มีพันธะคู่ตั้งแต่ 2 ตำแหน่งขึ้นไป เช่น กรดไลโนเลอิก (linoleic acid) และอัลฟา-ไลโนเลนิก (alpha-linolenic acid) พบในน้ำมันรำข้าว น้ำมันถั่วเหลืองและน้ำมันคาโนลา กรดอะราคิโดนิก (arachidonic acid) พบในเนื้อสัตว์ ไข่ น้ำนม และกรดไอโคซาเพนตะอีโนอิก (eicosapentaenoic acid), กรดโดโคซาเพนตะอีโนอิก (docosapentaenoic acid) และกรด โดโคซาเฮกซาอีโนอิก

(docosahexaenoic acid) พบในอาหารทะเล สำหรับกรดไลโนเลอิก และอัลฟา-ไลโนเลนิกเป็นกรดไขมันจำเป็นที่ร่างกายสร้างเองไม่ได้ ต้องได้รับจากอาหารเท่านั้น ในธรรมชาติพบกรดไขมันชนิดทรานส์ เช่น กรดวัคซินิก (vaccenic acid) ในปริมาณเล็กน้อย ในน้ำนมของสัตว์เคี้ยวเอื้อง เพราะกระเพาะอาหารของสัตว์เคี้ยวเอื้องมีจุลินทรีย์ที่สามารถย่อยไขมันให้เป็นกรด ไขมันทรานส์ได้ ในขณะที่ในกระบวนการไฮโดรจิเนชันแบบไม่สมบูรณ์ (partial hydrogenation) ของกรดไขมัน ทำให้เกิดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดทรานส์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ในการผลิตเนยเทียมและเนยขาว

บทบาทหน้าที่ของไขมัน

ไขมันที่ได้รับจากอาหารส่วนใหญ่อยู่ในรูปของไตรกลีเซอไรด์ เอ็นไซม์ไลเปส (lipase) จะย่อยไตรกลีเซอไรด์ บริเวณลำไส้เล็กส่วนต้นทำให้กรดไขมันซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักแยกออกมาจากกลีเซอรอล หลังจากที่ไขมันถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย กรดไขมันจะถูกเผาผลาญให้เกิดพลังงานหรือนำไปใช้เป็นส่วนประกอบของเยื่อหุ้มเซลล์หรือออร์แกเนลล์ (organelles) ต่าง ๆ รวมทั้งเป็นสารตั้งต้นที่สำคัญในการสังเคราะห์สารต่าง ๆ ที่มีบทบาทสำคัญในร่างกาย ร่างกายจะเก็บกรดไขมันที่เหลือจากกระบวนการดังกล่าวข้างต้นในรูปของไตรกลีเซอไรด์และสะสมไว้ ในเซลล์ไขมัน (adipocytes) ซึ่งอยู่ในเนื้อเยื่อไขมัน (adipose tissues) เช่น ไขมันบริเวณช่องท้อง (visceral fat) ไขมันใต้ผิวหนัง (subcutaneous fat) เป็นต้น ถ้ามีการสะสมไขมันมากเกินไป จะส่งผลให้น้ำหนักตัวและดัชนีมวลกาย เพิ่มขึ้น ไขมันในร่างกายมีหน้าที่ ดังนี้

(1) เป็นแหล่งของพลังงาน ไขมัน 1 กรัม ให้พลังงาน 9 กิโลแคลอรี (37.6 กิโลจูล)

(2) ช่วยในการดูดซึมวิตามินที่ละลายในไขมัน ได้แก่ วิตามินเอ วิตามินดี วิตามินอี และวิตามินเค

(3) ทำหน้าที่ป้องกันการกระทบกระแทกของอวัยวะภายใน

(4) เป็นแหล่งของกรดไขมันจำเป็น ซึ่งร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์ได้ ได้แก่ กรดไลโนเลอิก และ กรดอัลฟา-ไลโนเลนิก

(5) เป็นส่วนประกอบสำคัญของโครงสร้างผนังเซลล์

(6) สังเคราะห์สารที่สำคัญหลายชนิดในร่างกาย เช่น พรอสตาแกลนดิน (prostaglandins) ซึ่งมีหน้าที่ ควบคุมการทำงานของอวัยวะในร่างกาย เช่น การหลั่งกรดเกลือในกระเพาะอาหาร การหดและคลายตัวของ อวัยวะภายใน เป็นต้น

(7) คอเลสเตอรอลเป็นสารตั้งต้นในการสังเคราะห์วิตามินดี ฮอร์โมนสเตอรอยด์ (steroid hormones) และน้ำดี

ผู้ใหญ่และผู้สูงอายุ อายุตั้งแต่ 19 ปี ขึ้นไป ควรได้รับไขมันทั้งหมดคิดเป็นร้อยละ 20 - 35 ของพลังงาน ทั้งหมดที่ควรได้รับต่อวัน โดยมีไขมันอิ่มตัวน้อยกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 10 และไขมันทรานส์น้อยกว่าร้อยละ 1 ของพลังงานทั้งหมดที่ควรได้รับต่อวัน ส่วนที่เหลือเป็นไขมันไม่อิ่มตัว

ปัญหาที่พบในปัจจุบันสำหรับประชาชนบางกลุ่มคือ การกินอาหารที่มีไขมันมากเกินไป เนื่องจากสิ่งแวดล้อม ที่มีอาหารหลากหลายชนิดทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ จากรายงานสถานการณ์โรคไม่ติดต่อเรื้อรังทั่วโลก (Global status report on non-communicable disease) ในปี พ.ศ. 2561 พบประชากรทั่วโลกเสียชีวิต ก่อนวัยอันควรด้วยโรคหัวใจและหลอดเลือด (cardiovascular disease) สูงถึงร้อยละ 31 โรคหัวใจและหลอดเลือดเป็นสาเหตุของการตายเป็นอันดับหนึ่งของโรคไม่ติดต่อเรื้อรังในคนไทยและประชากรทั่วโลกและมีแนวโน้มสูงมากขึ้นทุกปี [10]

ดังนั้นงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทางผู้วิจัยได้เลือกสูตรอาหารของการผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารเช้าเป็นสูตรไขมันต่ำ เพื่อลดความเสี่ยงจากการได้รับปริมาณไขมันสูงจากผลิตภัณฑ์ และเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกที่ตอบสนองต่อผู้บริโภคที่ต้องการดูแลสุขภาพ

2.6 แคลเซียม

แคลเซียมเป็นแร่ธาตุที่มีมากที่สุดในร่างกาย มีหน้าที่หลักคือรักษาความแข็งแรงและรูปร่างของกระดูก เมื่อได้รับแคลเซียมไม่พอจึงเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญที่นำมาสู่โรคกระดูกพรุน (osteoporosis) จนกระทั่งเกิดผลแทรกซ้อนตามมา คือ กระดูกหักจากโรคกระดูกพรุน (osteoporotic fracture)ได้

ข้อมูลเท่าที่มีในประเทศไทยพบว่าการสำรวจสุขภาพประชากรล่าสุดครั้งที่ 5 ปี พ.ศ. 2546 ของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข จากการสุ่มสำรวจประชากรของตัวแทนจังหวัด 10 จังหวัดทั่วประเทศ (ไม่รวมกรุงเทพมหานคร) พบว่าประชากรไทยอายุ 15-59 ปี ได้รับแคลเซียมจากอาหารเพียง 221 มิลลิกรัมต่อวัน17 ซึ่งใกล้เคียงกับการศึกษา การบริโภคแคลเซียมในปี พ.ศ. 2547 ที่จังหวัดขอนแก่น ในเพศหญิงและชาย อายุระหว่าง 20-85 ปี พบว่ามีการ บริโภคแคลเซียมต่อวันเท่ากับ 265.6 และ 378 มิลลิกรัม ตามลำดับ18 ในขณะที่ประชากรในกรุงเทพมหานครมี แนวโน้มบริโภคแคลเซียมต่อวันมากกว่า คือเท่ากับ 361 มิลลิกรัมต่อวัน (ข้อมูลในปี พ.ศ. 2536 จากประชากรปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2563 กรุงเทพมหานคร อายุ 20-80 ปี) จากหลักฐานทั้งหมดพบว่า ผู้ใหญ่ไทยบริโภคแคลเซียมต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้มาก ไม่ว่าจะเป็นตามข้อแนะนำสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวัน ปี พ.ศ. 2546 ของกรมอนามัย หรือข้อแนะนำของประเทศสหรัฐอเมริกา อาจเนื่องจากประชากรไทยบริโภคน้ำนมและผลิตภัณฑ์นมค่อนข้างน้อย ดังนั้น จึงกำหนดปริมาณแคลเซียมที่ควรบริโภคต่อวันสำหรับผู้ใหญ่อายุ 19-50 ปี เท่ากับ 800 มิลลิกรัม

น้ำนมและผลิตภัณฑ์นมเป็นแหล่งอาหารแคลเซียมที่ดีที่สุด เพราะมีปริมาณแคลเซียมสูง และแคลเซียม จากน้ำนมสามารถดูดซึมได้ดีมาก หากดื่มนมไม่ได้ก็สามารถดื่มนมถั่วเหลืองที่เสริมแคลเซียม โยเกิร์ต นมเปรี้ยว แต่นมถั่วเหลืองมีปริมาณแคลเซียมไม่มากนัก พืชเมล็ด ได้แก่ ถั่วเมล็ดแห้งและงา เป็นต้น ถั่วเมล็ดแห้งต่าง ๆ มีแคลเซียมอยู่ปานกลางถึงสูงแตกต่างกันไป แต่ในกลุ่มนี้ก็มีไฟเตท (phytate) ที่อาจจะขัดขวางการนำแคลเซียมไปใช้ อย่างไรก็ตามมีการวิจัยพบว่า แคลเซียม จากถั่วเมล็ดแห้งหลายชนิด เช่น ถั่วเหลือง ถั่วแดง ยังสามารถใช้ประโยชน์ได้ แต่โดยรวมแล้วน้อยกว่าน้ำนม เต้าหู้เป็นอีกทางเลือกหนึ่งและเป็นแหล่งอาหารที่ดีของแคลเซียม เต้าหู้ทำจากถั่วเหลืองและในกระบวนการผลิตมีการ เติมแคลเซียมหรือแมกนีเซียมลงไปเพื่อตกตะกอนเป็นเต้าหู้ ดังนั้น แคลเซียมที่อยู่ในเต้าหู้จึงเป็นสารประกอบแคลเซียมที่ได้จากการใส่ลงไป ซึ่งมีการศึกษาแล้วว่าสามารถใช้ประโยชน์ได้ดีในระดับหนึ่ง ส่วนน้ำที่สกัดจากถั่วเหลืองหรือน้ำเต้าหู้มีแคลเซียมน้อยกว่า เนื่องจากแคลเซียมส่วนใหญ่อยู่ในกากถั่วเหลืองที่เหลือจากกระบวนการผลิตน้ำเต้าหู้ [10]

จากถั่วเมล็ดแห้งเป็นหนึ่งในแหล่งของแคลเซียมแต่ก็มีไฟเตท ที่ทำหน้าที่ขัดขวางการดูดซึมแคลเซียมในร่างกาย ดังนั้นการได้รับแคลเซียมควรได้รับจากแหล่งอื่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซึมและประมาณของแคลเซียมในร่างกาย และนมเป็นแหล่งของแคลเซียม ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงเลือกถั่วแดงหลวงและนมวัวเป็นแหล่งของแคลเซียม

2.7 วัตถุดิบแหล่งคาร์โบไฮเดรต

2.7.1 ฟักทอง

เป็นผลไม้ที่มีคุณค่าทางโภชนาการ พบสารแคโรทีนอยด์ในปริมาณมากในฟักทอง มีพลังงานต่ำและมีแร่ธาตุที่หลากหลาย การบริโภคฟักทองสามารถช่วยป้องกันโรคที่เกี่ยวข้องกับผิวหนัง ป้องกันความผิดปกติของตา มะเร็ง และมีส่วนช่วยกระตุ้นเพิ่มภูมิคุ้มกันในร่างกาย [17] มีการนำโพลิแซคคาร์ไรด์ของฟักทองรวมกับ puerarin พบว่า ส่งผลดีต่อระดับน้ำตาลในเลือดของสัตว์ทดลอง รวมทั้งลดคอเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ [18]

ฟักทองเป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำมาประกอบอาหารได้ทั้งอาหารคาวและหวาน สามารถรับประทานได้ทั้งเนื้อและเปลือก ลักษณะเนื้อฟักทองมีสีเหลือง-ส้ม มีสารต้านอนุมูลอิสระ คือ เบต้าแคโรทีน งานวิจัยของ เสาวลักษณ์ เรืองอ่อน และศักดิ์ศรี แสนยาเจริญกุล (2560) ศึกษาสารเบต้าแคโรทีนในฟักทอง พบว่า เนื้อฟักทอง พันธุ์ทองอำไพ โดยตัวทำละลายเฮกเซน ให้สารเบต้าแคโรทีนมากที่สุด คือ 7.197 มิลลิกรัม/กรัม และเปลือกฟักทอง พันธุ์ทองอำไพ โดยเอทิลอะซิเตด ให้สารเบต้าแคโรทีนน้อยที่สุด [19] ฟักทองนอกจากจะมีสารเบต้าแคโรทีน ยังเป็นแหล่งของวิตามิน เกลือแร่ต่างๆ เช่น โพแทสเซียม แมกนีเซียม เหล็ก วิตามินซี และโฟเลท [20] มีการนำฟักทองเพื่อเพิ่มคุณค่าในผลิตภัณฑ์

ต่างๆ เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการเติมฟักทองลงในขนมปัง [21] การเติมฟักทองลงในนมเพื่อเพิ่มสารแคโรทีนอยด์ [22] เป็นต้น

2.7.2 กล้วยหอม

กล้วยหอมเป็นผลไม้ที่สามารถปลูกได้ทั่วไปและออกผลได้ตลอดทั้งปี ถือว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยกล้วยหอมเป็นผลไม้ กลุ่มประเภท Climacteric fruit หมายถึง ผลไม้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางสรีรวิทยาและการเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนสีบนเปลือกของกล้วยนั้น ปกติแล้วผลไม้จะมีแคโรทีนอยด์และแซนโทฟิลล์เป็นองค์ประกอบ แต่ถูกคลอโรฟิลล์ที่มีสีเขียวบดบัง เมื่อผลไม้เข้าสู่ช่วงการสุก สารคลอโรฟิลล์จะสลายไปและสีของแคโรทีนอยด์ในผลไม้จึงแสดงออกมา กล้วยหอมเป็นผลไม้ที่เมื่อสัมผัสกับอากาศจะเกิดสีน้ำตาล เนื่องจากมีเอนไซม์ polyphenol oxidase เร่งปฏิบัติการออกซิเดชันของสารประกอบฟินอลิกในเนื้อกล้วย เมื่อกล้วยสุก เนื้อสัมผัสจะมีการพัฒนาและมีรสชาติที่โดนเด่นเป็นผลจากการเพิ่มขึ้นของการสร้าง organic acid หนึ่งในเอนไซม์ที่สำคัญในกล้วย คือ กรดมาลิก ทั้งกรดมาลิกและกรดซิทริกเป็นกรดที่โดดเด่นในกล้วย [23]

กล้วยมีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์และมีการนำกล้วยมาใช้ประโยชน์มากมาย เช่น การใช้เป็นส่วนประกอบของยา กล้วยเป็นอาหารที่ย่อยง่าย มีไขมันต่ำ มีวิตามินและเกลือแร่ที่ร่างกายต้องการ มักใช้เป็นอาหารสำหรับเลี้ยงทารก สูงอายุ และกลุ่มผู้ป่วยที่มีปัญหาเรื่องระบบลำไส้ โรคเกาต์ และมีประโยชน์ในด้านระบบการย่อยอาหาร รวมถึงเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ [24] นอกจากกล้วยจะเป็นแหล่งของคาร์โบไฮเดรตแล้วนั้น ยังมีส่วนประกอบของใยอาหาร วิตามินเกลือแร่ต่างๆ ที่มีประโยชน์ต่อร่างกายมนุษย์ กล้วยเป็นแหล่งของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ ได้แก่ แคโรทีนอยด์ ฟลาโวนอยด์ ฟีนอลิก เอมีน วิตามินซี วิตามินอี ที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระ มีการศึกษาพบว่าสีเหลืองและส้มในกล้วยนั้นเป็นแหล่งของ เบต้าแคโรทีน ปัจจัยที่ส่งผลต่อความแตกต่างของสารสำคัญในกล้วยแต่ละชนิด คือ ชนิดของพันธุ์ไม้ การเจริญเติบโต สภาพอากาศและดิน

การได้รับสารแคโรทีนอยด์ จะช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันในร่างกาย และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรค เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวานชนิดที่ 2 และโรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติของการทำงานของหัวใจ สารฟีนอลิก มีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งแบคทีเรีย ยับยั้งไวรัส ต้านการอักเสบ สารต่อต้านภูมิแพ้ สารต้านการแข็งตัวของเกล็ดเลือด และเป็นสารกระตุ้นการขยายตัวของหลอดเลือด นอกจากนั้นกล้วยยังมีสารทางชีวภาพ Serotonin เป็นสารที่ช่วยทำให้รู้สึกมีความสุข และยังมีส่วนประกอบของ Dopamine ที่อยู่ในสมองของมนุษย์และเกี่ยวข้องกับระบบประสาทของร่างกาย ที่ช่วยลดการเกิดภาวะ oxidative stress ในร่างกาย [25]

2.7.3 ส้ม

ส้มเป็นผลไม้ที่ให้ผลผลิตเกือบตลอดทั้งปี มีการศึกษาปริมาณสารออกฤทธิ์บางชนิดในตระกูลส้ม พบว่า ส้มจุกและส้มโชกุนมีปริมาณ ฟลาโวนอยด์ Naringin Narirutin Hesperidin และ Neohesperidin ที่ใกล้เคียงกัน [26] และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิก พบมากในส้มสายพันธุ์แมนจู และแมนดาริน [27]

2.7.4 ฝรั่ง

เป็นผลไม้ที่นิยมรับประทานสด เป็นผลไม้ที่มีขายได้ตลอดทุกฤดูกาล ราคาไม่แพง มีวิตามินซีสูงและมีสารประกอบฟีนอลิก การเก็บรักษาผลฝรั่งที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิห้องไม่ส่งผลต่อสารอนุมูลอิสระ สารประกอบฟีนอล และการเปลี่ยนสีของเปลือกฝรั่ง แต่ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำสามารถช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักสดของผลฝรั่งได้ดีกว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้อง แต่การสูญเสียน้ำหนักสดไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในผลฝรั่ง [28] ฝรั่งตามท้องตลาดมีหลากหลายขนาด ฝรั่งที่มีขนาดใหญ่มีความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกับขนาดอื่นๆ ด้านกิจกรรมของสารต้านอนุมูลอิสระในฝรั่ง และปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระ พบว่า คุณค่าทางโภชนาการของฝรั่งแต่ละขนาดไม่แตกต่างกัน ซึ่งแตกต่างกันเพียงด้านกายภาพหรือรูปลักษณ์ภายนอกเท่านั้น [29]

2.7.5 แอปเปิล

โดยทั่วไปต้นแอปเปิลมีรูปร่างเกือบเป็นทรงกลม บางพันธุ์มีลักษณะสูง บางพันธุ์มีลักษณะเป็นพุ่มแจ้ ผลคล้ายชมพู่มีรอยเป็นปุ่มทางด้านขั้วและก้นผล แต่ไม่ลึก มีสีผิวต่างกันตั้งแต่สีเหลืองจนถึงสีน้ำตาลแดงเข้ม เนื้อมักมีสีขาวหรือขาวนวลซึ่งมีลักษณะหยาบ มีแหล่งกำเนิดทางยุโรป [30] แอปเปิล เป็นผลไม้ที่นิยมในผู้บริโภค เป็นแหล่งของวิตามิน เกลือแร่และสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ มีการค้นพบว่าแอปเปิลสามารถช่วยป้องกันจากโรคเรื้อรัง แอปเปิลเป็นแหล่งของสารฟีนอลิกและสารทางชีวภาพ กระบวนการผลิตบางประเภทส่งผลต่อปริมาณฟีนอลิกในผลิตภัณฑ์ เช่น การผลิตน้ำผลไม้ การทำให้เข้มข้น และไซเดอร์ แอปเปิลเป็นแหล่งของฟลาโวนอยด์ เช่น flavones flavanols anthocyanins และ dihydrochalcones โดยสารประกอบฟลาโวนอยด์ที่พบมากในแอปเปิล คือ quercetin และ glycosides สารที่พบเฉพาะในแอปเปิลที่มีลักษณะสีแดงคือ Cyanidin สารฟลาโวนอยด์ที่สกัดได้จากเปลือกแอปเปิล ส่งผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเต้านม [31] สารต้านอนุมูลอิสระและสารประกอบฟีนอลิกพบในปริมาณสูงในแอปเปิลที่มีสีแดงมากกว่าสีขาว ผู้บริโภคให้ความสนใจกับแอปเปิลเนื่องจากมีปริมาณของแอนโทไซยานิน [32] มีการศึกษาวิจัยพบว่า เมื่อเก็บรักษานานขึ้น ส่งผลให้ค่าสีแอนโทไซยานินถูกทำลายลง โดยน้ำแอปเปิลมีค่าสี L* ลดลงระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส [33]

การบริโภคแอปเปิลสัมพันธ์กับการลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคที่มาจากความเสื่อมของร่างกาย เช่น โรคมะเร็ง และโรคหัวใจและหลอดเลือด ปริมาณสารสำคัญในแอปเปิลได้แก่ เพกติน น้ำตาล แร่ธาตุหลายชนิด โดยมีความแตกต่างกันในแต่ละพันธุ์ การปลูก สภาพอากาศ และกระบวนการผลิตต่างๆ [34]

2.7.6 ข้าว

จัดเป็นธัญพืชเศรษฐกิจของประเทศไทย คนไทยบริโภคข้าวเป็นอาหารหลัก ข้าวในประเทศไทยมีหลากหลายสายพันธุ์ จากผลการศึกษาคุณค่าทางโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเหนียวดำ ข้าวหอมกัญญา ข้าวหอมนิล ข้าวสังข์หยด ข้าวหอมมะลิแดง ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเล้าแตก ข้าวสินเหล็ก และข้าวหอมอุบล พบว่า ข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์มีปริมาณความชื้นและคาร์โบไฮเดรตไม่แตกต่างกัน มีคาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วงร้อยละ 72.31 – 76.3 โปรตีนในข้าวที่พบเป็นส่วนใหญ่คือ กรดอะมิโนไลซีน ข้าวที่มีปริมาณกากใยสูงที่สุด คือ ข้าวหอมมะลิแดง และข้าวหอมนิลมีปริมาณใยอาหารสูงที่สุด การให้พลังงานของข้าวทั้ง 9 สายพันธุ์ อยู่ในช่วงระหว่าง 350.47 – 361.83 กิโลแคลอรีต่อ 100 กรัม โดยข้าวหอมมะลิแดงให้พลังงานสูงที่สุดข้าวหอมกัญญามีปริมาณวิตามินอีสูงที่สุด [35]

2.8 วัตถุดิบแหล่งโปรตีนและไขมัน

2.8.1 ถั่วแดงหลวง

ชื่อวิทยาศาสตร์คือ *Phaseolus vulgaris L.* เป็นพืชถั่วที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจบนพื้นที่สูงชนิดหนึ่ง ที่มูลนิธิโครงการหลวงได้ให้ความสำคัญนำไปส่งเสริมให้เกษตรกรชาวเขาเพาะปลูกตั้งแต่มูลนิธิโครงการหลวงได้เริ่มดำเนินงาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกษตรกรปลูกเป็นพืชรายได้ทดแทนฝิ่น และใช้รับประทานเป็นแหล่งอาหารโปรตีนในครัวเรือน [36]

ถั่วแดงหลวง มีปริมาณโปรตีน เยื่อใย คาร์โบไฮเดรต มีวิตามินบี1 และสารกาบาสูงที่สุด เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง ถั่วเหลือง ถั่วเขียวและข้าวโพด สาร phytochemical ในถั่วแดง มีปริมาณของ วิตามินบี 1 สารกาบา และฟีนอลิก เท่ากับ 3.64, 8.49 และ 1.48 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ [37]

จากการวิเคราะห์สมบัติการต้านอนุมูลอิสระในถั่วแดงหลวงเปรียบเทียบกับถั่วชนิดอื่น พบว่า ถั่วแดงหลวงมีสมบัติในการต้านอนุมูลอิสระในอันดับต้นๆ คือ 34.66 Trolox eq./กรัม และการวิเคราะห์แป้งรีซิสแตนท์ ที่มีคุณสมบัติเป็น functional fiber โดยเป็นอาหารของเชื้อจุลินทรีย์และส่งผลดีต่อร่างกาย พบว่า ถั่วแดงหลวงมีปริมาณแป้งรีซิสแตนท์สูงถึง 7.93 กรัม/100 กรัม ซึ่งสัมพันธ์กับการศึกษาความสามารถในการส่งเสริมการเติบโตของจุลินทรีย์สุขภาพจำนวน 3 สายพันธุ์ พบว่า ถั่วแดง

หลวงส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์สุขภาพสูงสุดซึ่งสอดคล้องกับปริมาณแป้งรีซิสแตนท์ที่วิเคราะห์ได้ [38]

2.8.2 นมวัว

ของเหลวสีขาวที่รีดได้จากเต้านมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมวัว ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ ปราศจากน้ำนมน้ำเหลือง (Colostrum) จัดเป็นหนึ่งในอาหารที่ได้รับการ ยอมรับว่ามีประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของมนุษย์ทุกเพศทุกวัย เนื่องจากเป็นแหล่งที่ดีของ สารอาหารต่าง ๆ โดยเฉพาะโปรตีน แคลเซียม วิตามินบีสอง ผู้ผลิตมีการดัดแปลงให้เกิดความหลากหลายมากขึ้น โดยการนำนมสดมาสกัดแยกมันเนยออกบางส่วนให้ไขมันต่ำลง เพื่อให้เป็น นมสดพร่องมันเนย หรือนำนมสดมาแยกมันเนยออกเกือบหมดให้อยู่ในรูปของนมสดขาดมันเนย ในผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มบางยี่ห้อนั้นอาจจำหน่ายในรูปของนมคืนรูปธรรมดา ซึ่งหมายถึงการนำเอาส่วนประกอบของนมสดซึ่งได้แยกออกแล้วนำมาผสมกันขึ้นใหม่ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับนมสด [39] ประเภทของการฆ่าเชื้อในนม แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ นมพาสเจอร์ไรซ์(Pasteurized milk) นมสเตอริไลซ์ (Sterilized milk) และนมยูเอชที (Ultra High Temperature, UHT) การศึกษาความแตกต่างของนมทั้ง 3 ชนิดนี้ พบว่า นมพาสเจอร์ไรซ์ชนิดพร่องมันเนยมีปริมาณโปรตีนสูงที่สุด เนื่องจากการดึงไขมันออกไปบางส่วนทำให้มีความเข้มข้นของโปรตีนที่สูงกว่านมแบบสเตอริไรซ์และนมยูเอชที ในขณะที่นมยูเอชที และนมสเตอริไรซ์ได้ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อในนมที่ต้องใช้อุณหภูมิสูงกว่านมพาสเจอร์ไรซ์ ส่งผลให้โปรตีนมีการเสียสภาพ แต่คุณภาพของนมในด้านอื่นๆ ขึ้นอยู่กับแต่ละยี่ห้อและคุณภาพของน้ำนมดิบของผู้ผลิต [40]

นมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสารอาหารที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย เป็นอาหารที่ให้ทั้งคาร์โบไฮเดรต โปรตีนและไขมันต่อร่างกาย ส่งผลให้ผู้บริโภคมีการเจริญเติบโตทางด้านร่างกาย ส่งผลดีต่อมวลกระดูก การบริโภคนมวัวสามารถช่วยป้องกันโรคเรื้อรังได้ เช่น โรคหัวใจและหลอดเลือด โรคมะเร็งบางชนิด โรคอ้วน และเบาหวาน ในขณะที่นมวัวมีข้อจำกัดในกลุ่มคนที่มีภาวะบกพร่องด้านการดูดซึมน้ำตาลแลคโตส หรือในผู้ที่มีภาวะการแพ้โปรตีนในนม

นมวัวมีโปรตีนที่สามารถละลายในน้ำได้ คือ เวย์โปรตีน มีสัดส่วนประมาณร้อยละ 20 ของโปรตีนนมทั้งหมด และโปรตีนที่ไม่ละลายน้ำคือ เคซีนเฉลี่ยร้อยละ 80 ของโปรตีนทั้งหมด ทั้งเวย์และเคซีนเป็นโปรตีนที่มีคุณภาพดี ซึ่งมีกรดอะมิโนที่ร่างกายมนุษย์ต้องการครบถ้วน

การจัดกลุ่มนมโดยแยกตามปริมาณไขมัน เริ่มมีการปรับปรุงคุณภาพนมตั้งแต่ปี ค.ศ.1980 ที่มีการปรับกระบวนการผลิตตามความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์นมที่มีพลังงานต่ำยังคงมีคุณค่าทางสารอาหารเช่นเดียวกับสูตรที่มีไขมันสูง ดังแสดงในตารางที่ 2.1 [41]

ตารางที่ 2.2 คุณค่าทางโภชนาการของนมครบส่วน นมพร่องมันเนยและนมขาดมันเนย

รายละเอียดต่อ 100 กรัม	นมครบส่วน	นมพร่องมันเนย	นมขาดมันเนย
พลังงาน (กิโลแคลอรี)	62	47	34
น้ำ (กรัม)	88.1	89.1	90.5
โปรตีน (กรัม)	3	3.4	3.3
ไขมัน (กรัม)	3.5	1.6	0.2
คาร์โบไฮเดรต (กรัม)	4.7	4.9	4.9
คอเลสเตอรอล (มิลลิกรัม)	13	8	1
วิตามิน เอ (มิลลิกรัม)	59	22	0
วิตามิน ดี (มิลลิกรัม)	0.05	0.05	0
วิตามิน บี1 (มิลลิกรัม)	0.04	0.04	0.05
วิตามิน บี2 (มิลลิกรัม)	0.14	0.11	0.05
โซเดียม (มิลลิกรัม)	43	41	41
แคลเซียม (มิลลิกรัม)	109	112	114
แมกนีเซียม (มิลลิกรัม)	9	9	10

ที่มา : Pereira (2014)

2.9 อาหารปั่นผสม (Blenderlized Diet)

เป็นชนิดของอาหารทางสายให้อาหารสำหรับผู้ป่วยที่ไม่สามารถรับประทานอาหารได้ อาหารชนิดปั่นผสมนี้ใช้วัตถุดิบมาจากอาหาร 5 หมู่ นำมาทำให้สุกและปั่นผสมในสัดส่วนที่กำหนดไว้เพื่อให้ได้พลังงานและสารอาหารตามแผนการรักษาของแพทย์ เนื่องจากเป็นอาหารที่เตรียมเอง จึงมีข้อจำกัดในเรื่องความเข้มข้นของพลังงานและสารอาหารบางอย่าง [16] การให้อาหารทางสายยาง มีความแตกต่างกันแต่ละบุคคล ผู้ที่ได้รับอาหารทางสายยาง คือผู้ที่มีภาวะการขาดสารอาหาร หรือไม่สามารถรักษาสมดุลทางภาวะโภชนาการได้ การเลือกใช้ประเภทอาหารทางสายในประเภทที่มีการปั่นผสมโดยใช้ชนิดอาหารที่หลากหลายมาปั่นรวมกัน สามารถเลือกชนิดอาหารที่เหมาะสมมาเป็นวัตถุดิบได้ โดยหลักที่สำคัญคือ ของเหลวนั้นจะต้องมีการไหลผ่านทางสายได้เป็นอย่างดี ประโยชน์ของอาหารปั่นผสม คือ สามารถเลือกใช้อาหารที่หลากหลาย มีความสดใหม่ ซึ่งอาหารเหล่านี้มักมีสารไฟโตเคมิคอลที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย และอาหารปั่นผสมมีข้อจำกัดที่พบบ่อย คือ พบการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ง่าย [42]

2.10 ครีมซุป

ซุป คืออาหารที่มีลักษณะเป็นของเหลว สามารถเป็นได้ทั้งมื้ออาหารหรือของว่างระหว่างวัน กลิ่นรสของซุปขึ้นอยู่กับวัตถุดิบหลักของอาหารนั้น ซุปแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ ซุปใสและซุปข้น โดยแบ่งออกตามลักษณะปรากฏ

ซุปใส เป็นซุปที่มีลักษณะใส ไม่ข้นหนืด เช่น

Bouillon หรือน้ำสต๊อกที่ทำจากกระดูกหรือเนื้อ จากสัตว์ เช่น หมู ไก่

ซุปผัก มีลักษณะใส สามารถใช้ผักได้มากกว่า 1 ชนิดและอาจมีการเติมผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์เป็นส่วนผสม

ซุปข้น เป็นซุปที่มีลักษณะข้นโดยขึ้นอยู่กับชนิดหรือวัตถุดิบของอาหารที่ทำให้เกิดความข้นในด้านของชนิดอาหารที่ส่งผลให้ซุปมีลักษณะข้น ได้แก่ ข้าว แป้ง ธัญพืช เช่น

เพียวเร่ เป็นซุปที่มีความข้นหนืด อาจมีส่วนผสมของวัตถุดิบได้มากกว่า 1 ชนิด โดยทั่วไปเพียวเร่จะมีส่วนผสมจากแป้งเป็นหลัก เพียวเร่อาจทำจากวัตถุดิบชนิดแห้ง เช่น พืชตระกูลถั่ว หรือผักสดที่มีลักษณะของแป้งเป็นส่วนใหญ่ เช่น มันฝรั่งหรือข้าว โดยเพียวเร่อาจมีการเติมนม ครีม

ผลิตภัณฑ์ซุปเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมทั่วโลก ในปัจจุบันการเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์ซุปเป็นเรื่องที่ถูกให้ความสำคัญเป็นอย่างมาก การตระหนักถึงความสัมพันธ์ของอาหารและสุขภาพเริ่มเป็นที่สนใจของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์ของอาหารพร้อมรับประทาน โดยเฉพาะซุปที่มาจากผักที่ถูกพัฒนาและมีการผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่มากขึ้น ประเด็นที่ถูกกล่าวถึงในปัจจุบัน เช่น สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่มีประโยชน์ต่อร่างกายในการนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตซุป ผลิตภัณฑ์ซุปที่มีการอ้างอิงถึงสรรพคุณของผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพสามารถสร้างความแตกต่างให้กับซุปอื่นๆทั่วไป เช่น การเลือกใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ ไม่มีการเติมน้ำตาล มีปริมาณโซเดียมต่ำ ซุปออร์แกนิก มีใยอาหารสูง ไขมันต่ำ เป็นต้น [43]

ครีมซุป เป็นหนึ่งในประเภทของซุปข้น เป็นซุปที่มีการเติมนมหรือครีมเป็นหนึ่งในวัตถุดิบ[44] เพื่อให้ลักษณะซุปมีความข้นหนืดกว่าซุปใส ในด้านคุณค่าโภชนาการ การรับรู้ของประชาชนทั่วไปคำว่าครีม มักจะมีการตีความในด้านของการเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีไขมันสูงและมีคุณค่าทางโภชนาการที่ไม่ครบถ้วนหรือไม่เหมาะสมต่อการเลือกรับประทานเป็นมื้ออาหาร

ทางผู้วิจัยได้เล็งเห็นถึงประเด็นด้านสุขภาพของผู้บริโภคและต้องการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปให้มีคุณค่าทางโภชนาการ โดยการเลือกใช้นมวัวเป็นส่วนผสมหลัก เนื่องจากนมวัวเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีโปรตีนและแคลเซียมสูง และต้องการพัฒนาครีมซุปให้สามารถเลือกรับประทานทดแทนมื้ออาหารได้ โดยเฉพาะอาหารมื้อเช้า เนื่องจากผลิตภัณฑ์ครีมซุปมีลักษณะเป็นของเหลว ที่สามารถเลือกดื่มหรือรับประทานได้ทุกสถานที่ ผลิตภัณฑ์ครีมซุปเป็นอาหารเช้าที่พร้อมรับประทานได้โดยไม่ต้องเสียเวลา

เตรียมอาหาร เหมาะสมกับสถานการณ์เร่งด่วนในช่วงเช้าโดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครหรือปริมณฑล ดังนั้นผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารนี้จะเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นหนึ่งในตัวเลือกของผู้บริโภคในการเลือกบริโภคทดแทนอาหารมื้อเช้า

ในด้านมูลค่าการบริโภคอาหารและเครื่องดื่มสุขภาพมีอัตราการขยายตัว 2.4% เมื่อเทียบจากปี 2561 แนวโน้มความนิยมในด้านการดูแลสุขภาพด้วยอาหารมีมากขึ้น เช่น อาหารปราศจากสารปรุงแต่ง สารกันบูด หรืออาหารที่มีไขมันต่ำ ล้วนเป็นทางเลือกให้แก่ผู้บริโภค (กรุงเทพธุรกิจ, 2563) [45] งานวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในปัจจุบัน เริ่มมีการนำ ผัก ผลไม้ มาเป็นวัตถุดิบในการทดลองมากขึ้น เนื่องจากในปัจจุบัน สังคมไทยเริ่มนิยมผลิตภัณฑ์ที่มีวัตถุดิบจากธรรมชาติ ลดการปรุงแต่ง เพื่อสุขภาพที่ดีมากขึ้น จากงานวิจัยของ ศูนย์วิจัยกสิกร (2560) พบว่า มูลค่าตลาดอาหารเพื่อสุขภาพของไทยปี 58 มีมูลค่าประมาณ 170,000 ล้านบาท และขยายตัวเพิ่มขึ้น ร้อยละ 42.5 จากปี 2553 ทั้งนี้เป็นความต้องการที่มาจากผู้บริโภค 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ ผู้รักสุขภาพ ผู้ต้องการมีรูปร่างที่ดี และผู้สูงอายุ [46]

ตัวอย่างงานวิจัยด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เลือกใช้ผลิตผลทางธรรมชาติ ได้แก่ การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากธัญพืช ของ อภิรดา รินพล, เนตรชนก หลวงแสน และพิมพร ดอนมูล (2554) ใช้แผนการทดลองทางสถิติแบบ Mixture design ปัจจัยที่ต้องการศึกษา 3 ปัจจัย ได้แก่ ถั่วแดง ถั่วลิสง และลูกเดือย จากการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากธัญพืช ได้แก่ ถั่วแดง 91%, ถั่วลิสง 3 – 5 % , ลูกเดือย 2.2% มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.76 และปริมาณโปรตีน 1.30% ไขมัน 0.2% และเส้นใย 0.02 % ผลจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า มีคะแนนความชอบโดยรวมอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย [47] การพัฒนาผลิตภัณฑ์โรตีกรอบเสริมใยอาหารจากรำข้าว ของ ขนิษฐา หมวดเอียด (2561) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์โรตีกรอบเสริมใยอาหารจากรำข้าว โดยวาง แผนการทดลองแบบ mixture design เพื่อศึกษาปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย ได้แก่ แป้งสาลี 65-85% รำข้าว 10-20% และน้ำ 5-15% พบว่าสัดส่วนที่เหมาะสมที่สุดคือ แป้งสาลี รำข้าวและน้ำ เท่ากับ ร้อยละ 81.68, 11.44 และ 6.87 ตามลำดับ โดยปริมาณสัดส่วนของปัจจัยหลักส่งผลต่อความชอบด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ และความกรอบของผลิตภัณฑ์โรตีกรอบ เมื่อปริมาณรำข้าวมากขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์โรตีกรอบที่ได้มีสีคล้ำขึ้นและเนื้อสัมผัสแข็งมากขึ้น ทั้งนี้ปริมาณของแป้งสาลี รำข้าว และน้ำ ที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์โรตีกรอบเสริมใยอาหารจากรำข้าว เท่ากับ ร้อยละ 81.68 11.44 และ 6.87 ตามลำดับ [48]

งานวิจัยของ Freitas และคณะ (2019) เลือกใช้ Spirulina (Arthrospira) เป็นสารประกอบในเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหาร โดยมีสัดส่วนคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 85 และโปรตีนร้อยละ โดยเลือกใช้สูตรพลังงานสูง ที่ประกอบด้วย เวย์โปรตีนไอโซเลท เวย์โปรตีนไฮโดรไลเซท และเวย์โปรตีนคอนเซน

เทรด คอลลาเจน มอลโตเดกตริน กลูโคส ไขมันสายสั้น (MCTs) กลิ่นช็อคโกแลต สารโพแทสเซียม โกโก้ และ Spirulina sp. LEB 18 (750 mg/100 g). [49]

การศึกษาของ Guo และคณะ (2018) ใช้เครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารที่ประกอบด้วยพลังงาน 388 กิโลแคลอรี โปรตีน 22.6 กรัม ไขมัน 11.1 กรัม คาร์โบไฮเดรต 39.3 กรัม ใยอาหาร 20.9 กรัม ทำการทดสอบโดยกลุ่มตัวอย่างที่อยู่ในเกณฑ์น้ำหนักเกินและมีภาวะอ้วน จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 174 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดสอบดื่มเครื่องดื่มทดแทนมื้ออาหารในมื้อเย็นเทียบกับกลุ่มทดลอง พบว่า ในกลุ่มทดสอบ มีน้ำหนักลดลง [50]

งานวิจัยของ Derkyi, Acheampong, Mwin, Tetteh & Aidoo (2018) ทำการศึกษาในหัวข้อ Product design for a functional non-alcoholic drink จัดทำผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกับน้ำผลไม้ที่มีพลังงานและคาร์โบไฮเดรตต่ำ โดยเลือกใช้แหล่งของผลไม้ที่หลากหลาย เนื่องจากแนวโน้มของผู้บริโภคที่มีความสนใจต่อสุขภาพที่มากขึ้น มีวัตถุประสงค์ เพื่อต้องการออกแบบเครื่องดื่มที่มีพื้นฐานความต้องการจากผู้บริโภค ผู้วิจัยทำการสอบถามจากผู้บริโภคเพื่อต้องการผลิตภัณฑ์ที่มาจากความต้องการของผู้บริโภคและนำผลที่ได้มาประมวลผลโดยผู้เชี่ยวชาญ และทำการเลือกเครื่องดื่มผลไม้ที่เป็นความต้องการทางการตลาดผู้วิจัยเลือกใช้ผลไม้ท้องถิ่น prekese เป็นหนึ่งในวัตถุดิบ พบว่า ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มมีสารต้านอนุมูลอิสระมากกว่าน้ำผลไม้อื่นๆ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวสามารถเทียบเท่ากับการเป็น Functional fruit drink ได้ โดยผู้บริโภคให้ความยอมรับในระดับสูงในด้านรสชาติและกลิ่น [51]

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วัสดุและอุปกรณ์

3.1.1 วัตถุดิบ

ถั่วแดงหลวง ยี่ห้อ ไร่ทิพย์ จาก บริษัท สยามแม็คโคร สาขาคลองหลวง

นมสดพร่องมันเนย ยี่ห้อ โฟร์โมสต์ จาก บริษัท สยามแม็คโคร สาขาคลองหลวง

นมสดเต็มมันเนย ยี่ห้อ โฟร์โมสต์ จาก ท็อปส์ มาร์เก็ต สาขารังสิต

3.1.2 อุปกรณ์

3.1.1 เครื่องวัดค่าสี HunterLab รุ่น Color flex

3.1.2 เครื่องวัดค่าความหนืด Brookfield viscometer Model DV2T™

3.1.3 เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง OHAUS รุ่น ST20

3.1.4 เครื่องปั่นอาหารพลังสูง ยี่ห้อ ชาร์ป (Sharp) รุ่น EMC-15

3.1.5 เครื่องชั่งดิจิตอล 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น TE 64

3.1.4 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

3.1.5 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

3.1.6 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

3.1.7 เครื่องวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

3.1.8 เครื่องวิเคราะห์ใยอาหาร

3.2 วิธีการทดลอง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสูตรครีมซุปที่เหมาะสมและมีคุณค่าทางโภชนาการที่เหมาะสมในการทดแทนมื้ออาหารเช้า โดยเลือกใช้วัตถุดิบจากการสำรวจผ่านแบบสอบถามออนไลน์ในกลุ่มตัวแทนผู้บริโภค จากนั้นนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ครีมซุป เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นความต้องการของผู้บริโภค มีขั้นตอนและวิธีการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.2.1 สำรวจความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้าของผู้บริโภค

เกณฑ์การคัดผู้เข้าร่วมการวิจัย คือ ประชาชนทั้งเพศชายและหญิงที่พักอาศัยหรือทำงานใน กรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีอายุระหว่าง 20 – 60 ปี จำนวน 150 คน สามารถอ่าน

ภาษาไทยได้ โดยตอบแบบสอบถามผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ (Google form) เพื่อสอบถามความคิดเห็นของผู้บริโภคเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้าผ่านสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วยคำถามทั้งหมด 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ เพศ อายุ ระดับการศึกษา อาชีพ รายได้ต่อเดือน

ส่วนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับพฤติกรรมการบริโภคอาหารเช้า จำนวน 5 ข้อ ดังนี้

1) ความถี่ในการบริโภคอาหารเช้า
2) เหตุผลที่ไม่บริโภคอาหารเช้าทุกวัน
3) ชนิดของอาหารเช้าที่เลือกบริโภค
4) ปัจจัยที่เลือกรับประทานอาหารเช้า
5) ราคาอาหารเช้าที่ยอมรับได้

ส่วนที่ 3 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า จำนวน 6 ข้อ ดังนี้

1) วัตถุดิบประเภทคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะกับผลิตภัณฑ์
2) วัตถุดิบประเภทโปรตีนและไขมันที่เหมาะกับผลิตภัณฑ์
3) ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม
4) ราคาของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม
5) คุณค่าทางโภชนาการที่ต้องการในผลิตภัณฑ์
6) บรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์

ใช้สถิติเชิงพรรณนาเพื่ออธิบายข้อมูลที่เก็บรวบรวมโดยการนำเสนอในรูปแบบตาราง ความถี่และร้อยละของลักษณะข้อมูลทั่วไป พฤติกรรมการบริโภคอาหารเช้าและความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

3.2.2 พัฒนาสูตรที่เหมาะสมของครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

คัดเลือกวัตถุดิบประเภทคาร์โบไฮเดรตที่ได้จากการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคจากการทดลองที่ 3.2.1 นำมาพัฒนาเป็นครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า มีขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 การกำหนดพลังงานของผลิตภัณฑ์ทดแทนมื้ออาหารเช้า กำหนดจากพลังงานของอาหารมื้อเช้าที่เหมาะสมร้อยละ 15 – 20 ของพลังงานที่ควรได้รับต่อวัน [114] โดยกำหนดพลังงาน 1,600 กิโลแคลอรีเป็นพลังงานที่ควรได้รับต่อวันในการคำนวณสัดส่วน จะได้พลังงานสำหรับอาหารมื้อเช้าอยู่ระหว่าง 240 – 400 กิโลแคลอรี ซึ่งสอดคล้องกับประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ. 2532 ที่มี

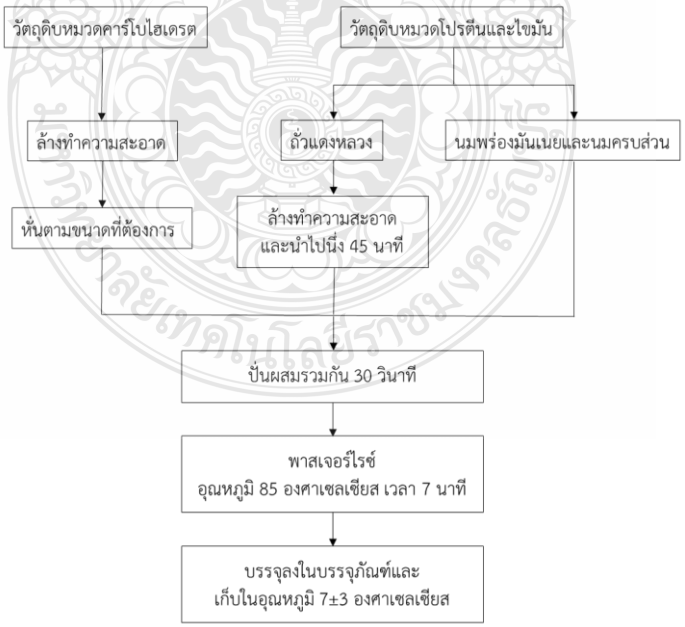
การกำหนดพลังงานของอาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนักต่อการรับประทานหนึ่งมื้ออยู่ในช่วงระหว่าง 200 – 400 กิโลแคลอรี [52] ดังนั้นผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตพลังงานให้มีความเหมาะสม คือ พลังงานของผลิตภัณฑ์อยู่ในช่วงระหว่าง 250 – 300 กิโลแคลอรี หลังจากการคำนวณสูตรอาหารเบื้องต้น โดยการกระจายพลังงาน คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ร้อยละ 50 – 70 15 – 20 และ 15 – 20 ของพลังงานทั้งหมด ตามลำดับ คงเหลือพลังงานทั้งหมดของตัวแปรในหมวดคาร์โบไฮเดรต 85 กิโลแคลอรี

3.2.2.2 การพัฒนาสูตร

1) วัตถุดิบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนประกอบคงที่ คือ วัตถุดิบประเภทโปรตีนและไขมัน ได้แก่ นมพร่องมันเนย นมครบส่วนและถั่วแดงหลวง ส่วนประกอบผันแปร คือ วัตถุดิบประเภทคาร์โบไฮเดรต

2) คัดเลือกวัตถุดิบประเภทคาร์โบไฮเดรตจากผลการสำรวจสูงที่สุด 3 อันดับแรก เป็นวัตถุดิบผันแปร และนำวัตถุดิบดังกล่าว ทดสอบหาคุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบ ได้แก่ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน ใยอาหาร และความชื้น

3) วางแผนการทดลองแบบ mixture design เพื่อคัดเลือกสูตรผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสม นำวัตถุดิบที่ได้นำมาล้าง (washing) หั่น (preparing) ทำให้สุก (cooking) นำมาปั่นรวมกันเป็นเวลา 30 วินาที (Blending) และทำการพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เวลา 7 นาที (Hurtado และคณะ, 2015) [53] แสดงดังภาพที่ 3.1 (การเตรียมวัตถุดิบแสดงดังภาคผนวก ค)



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและผลิตครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

3.2.2.3 การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ เคมีของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์มาคัดเลือกสูตรเบื้องต้นโดยการใช้เกณฑ์คุณค่าทางโภชนาการตามที่กำหนดในขอบเขตการทดลองเป็นตัวคัดเลือก และนำสูตรที่ผ่านการคัดเลือกทั้งหมดมาทดสอบคุณลักษณะทางกายภาพได้แก่ ค่าสี L* a* b* และค่าความหนืด และคุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง

3.2.2.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

การทดสอบทางประสาทสัมผัสวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ (Randomized Complete Block Design, RCBD) กลุ่มผู้ทดสอบเป็นผู้ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน โดยให้คะแนนตามลำดับความชอบ (Hedonic scale) ช่วงคะแนน 1 – 9 (1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด และ 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด) ที่มีต่อลักษณะปรากฏ สี เนื้อสัมผัส รสชาติ กลิ่น และการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค

ทำการทดสอบทางประสาทสัมผัสหลังการรับประทานอาหารประมาณ 1 ชั่วโมง ควบคุมอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ให้อยู่ระหว่าง 7±3 องศาเซลเซียส กำหนดรหัส 3 หลักให้กับผลิตภัณฑ์แต่ละสูตรโดยใช้ตารางเลขสุ่ม (random number) ทดสอบชิมครั้งละไม่เกิน 5 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 30 ซีซี ใส่ในถ้วยชิมพลาสติกใสที่มีฝาปิดและมีการบ้วนปากของผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสระหว่างการทดสอบตัวอย่างต่อไป มีการให้รายละเอียดการแพ้อาหารของผลิตภัณฑ์ลงบนแบบทดสอบทางประสาทสัมผัส

3.2.2.5 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุดิบและคุณภาพของผลิตภัณฑ์

สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้สมการเชิงเส้น (linear model) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ วิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามและตัวแปรต้นที่ศึกษา และจำลองแผนภาพคอนทัวร์เพื่อหาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์

3.2.3 ทดสอบคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

นำผลิตภัณฑ์ที่ผู้บริโภคมีความชอบโดยรวมสูงที่สุดมาศึกษาคุณลักษณะ ดังต่อไปนี้

3.2.3.1 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์

1) พลังงานทั้งหมด (AOAC, 2000)

2) ไขมันทั้งหมด (AOAC, 2000)

3) ไขมันอิ่มตัว (Gas Chromatographic)

4) คอเลสเตอรอล (Chaudhry, 2004)

5) โปรตีน (AOAC, 2000)

6) คาร์โบไฮเดรต (AOAC, 2000)

7) ใยอาหาร (AOAC, 2000)

8) น้ำตาลรวม (HPLC)

9) โซเดียม (วิธี Atomic absorption)

10) วิตามินบี 1 (Spectro fluorometry)

11) วิตามินบี 2 (Spectro fluorometry)

12) แคลเซียม (วิธี Atomic absorption)

13) เหล็ก (Atomic absorption)

14) ความชื้น (AOAC, 2000)

3.2.3.2 การวิเคราะห์หาเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

จากประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 416) พ.ศ.2563 เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไข และวิธีการในการตรวจวิเคราะห์ ในหัวข้อ ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทชนิดเข้มข้น หรือชนิดแห้ง ควรมีการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค [54] ดังนี้

1) วิเคราะห์เชื้อ *Salmonella* spp. ไม่พบใน 25 กรัม

2) วิเคราะห์เชื้อ *Staphylococcus aureus* ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม

3) วิเคราะห์เชื้อ *Bacillus cereus* ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม

4) วิเคราะห์เชื้อ *Clostridium perfringens* ไม่เกิน 100 ใน 1 กรัม

5) วิเคราะห์เชื้อ *Listeria monocytogenes* ไม่พบใน 25 กรัม

3.2.3.3 การทดสอบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

การวิเคราะห์ด้านกายภาพ เคมีและทางจุลชีววิทยา วิเคราะห์ทุก 2 วันตลอดช่วงระหว่างการเก็บรักษาจนครบ 14 วัน

1) คุณลักษณะทางกายภาพและเคมี

(1) วัดค่าสี L* a* b* (แสดงดังภาคผนวก จ)

(2) วัดค่าความหนืด (แสดงดังภาคผนวก จ)

(3) ค่าความเป็นกรดด่าง (แสดงดังภาคผนวก จ)

2) คุณลักษณะทางจุลชีววิทยา

(1) ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (แสดงดังภาคผนวก จ)

นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science for Windows) ทดสอบความแตกต่างของคะแนนที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT)

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

4.1 ผลการสำรวจความคิดเห็นต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้าของผู้บริโภค

ผลการสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามทั้งหมด 156 คน แสดงดังตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นกลุ่มเพศชายและเพศหญิงใกล้เคียงกัน โดยเพศชายมีจำนวน 79 คน คิดเป็นร้อยละ 50.6 และเพศหญิง 77 คน คิดเป็นร้อยละ 49.4 ส่วนใหญ่มีอายุระหว่าง 21 – 30 ปี จำนวน 72 คน ร้อยละ 46.2 รองลงมาคือกลุ่มอายุ 31 – 40 ปี จำนวน 58 คน ร้อยละ 37.2 และส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาปริญญาตรี จำนวน 108 คน ร้อยละ 69.2 และกลุ่มอาชีพส่วนใหญ่ร้อยละ 37.2 คือพยาบาล มีจำนวน 58 คน และรองลงมาได้แก่ ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ (ไม่ใช่สาขาทางการแพทย์) ร้อยละ 35.9 มีจำนวน 56 คน และกลุ่มตัวอย่างครึ่งหนึ่งมีรายได้ต่อเดือนระหว่าง 10,001 - 20,000 บาท จำนวน 81 คน ร้อยละ 51.9 รองลงมาคือมีรายได้ต่อเดือนระหว่าง 20,001 - 30,000 บาท จำนวน 37 คน ร้อยละ 23.8

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม (n = 156)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (n = 156)	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	79	50.6
หญิง	77	49.4
อายุ		
21 – 30 ปี	72	46.2
31 – 40 ปี	58	37.2
41 – 50 ปี	15	9.6
51 ปีขึ้นไป	11	7.0

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนและร้อยละของข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม (n = 156) (ต่อ)

ข้อมูลทั่วไป	จำนวน (n = 156)	ร้อยละ
ระดับการศึกษา		
มัธยมศึกษา / อาชีวศึกษา	2	1.3
อนุปริญญา / ปวส.	20	12.8
ปริญญาตรี	108	69.2
สูงกว่าปริญญาตรี	26	16.7
อาชีพ		
แพทย์	1	0.6
พยาบาล	58	37.2
บุคลากรสายการแพทย์	15	9.6
ข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ	56	35.9
พนักงานบริษัทเอกชน	15	9.6
ธุรกิจส่วนตัว	1	0.6
อื่นๆ	10	6.4
รายได้ต่อเดือน		
น้อยกว่า 5,000 บาท	0	0
5,001 – 10,000 บาท	5	3.2
10,001 – 20,000 บาท	81	51.9
20,001 – 30,000 บาท	37	23.8
30,001 – 40,000 บาท	10	6.4
มากกว่า 40,000 บาท	23	14.7

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนและร้อยละของความถี่การบริโภคอาหารเช้าของกลุ่มตัวอย่าง (n = 156)

ความถี่	จำนวน	ร้อยละ
ทุกวัน	92	59
5 – 6 วัน/สัปดาห์	25	16.1
3 – 4 วัน/สัปดาห์	23	14.7
1 – 2 วัน/สัปดาห์	10	6.4
ไม่บริโภคอาหารเช้า	6	3.8

จากตารางที่ 4.2 พฤติกรรมการบริโภคอาหารเช้าของกลุ่มตัวอย่าง พบว่า ร้อยละ 41 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่างมีพฤติกรรมรับประทานอาหารเช้าไม่ครบทุกวัน เช่นเดียวกับงานวิจัยของสุวรรณา เชียงขุนทดและคณะ (2556) พบว่า 48 คนจาก 406 คนที่รับประทานอาหารเช้าทุกวัน [2] และจากการสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของประชากร พ.ศ.2560 พบว่า กลุ่มวัยทำงานมีสัดส่วนของการงดบริโภคอาหารมื้อเช้าสูงที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างภาคในประเทศไทย พบว่า กรุงเทพมหานครมีสัดส่วนการบริโภคอาหารมื้อเช้าต่ำที่สุด [55]โดยกลุ่มที่ไม่รับประทานอาหารทุกวัน ให้เหตุผลไว้ว่า ไม่สะดวกในการรับประทานอาหารเช้า เนื่องจากต้องเดินทางไปทำงาน จำนวน 47 คน รองลงมาได้แก่ ไม่อยากอาหารและไม่รู้สึกหิว จำนวน 21 คน ไม่มีร้านขายอาหารบริเวณที่พัก ร้อยละ 16.2 ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 สาเหตุของกลุ่มตัวอย่างที่ไม่บริโภคอาหารเช้าทุกวัน

สาเหตุ	จำนวน	ร้อยละ
ไม่หิว / ไม่อยากอาหาร	21	30.4
ไม่สะดวก เนื่องจากต้องเดินทาง	47	68.1
ไม่มีร้านค้าขายอาหารบริเวณที่พัก	11	15.9
อื่นๆ	6	3.8

ตารางที่ 4.4 ชนิดของอาหารเช้าที่เลือกบริโภค (n = 156)

ชนิดของอาหาร	จำนวน	ร้อยละ
อาหารจานเดียว (ข้าวและกับข้าว)	101	64.7
ขนมปังและนมหรือโอวัลติน	16	10.3
ขนมปังและกาแฟ	21	13.5
กาแฟ อย่างเดียว	11	7.1
นม อย่างเดียว	3	1.9
อื่นๆ	4	2.5

จากตารางที่ 4.4 ชนิดของอาหารเช้าที่เลือกบริโภค พบว่า ร้อยละ 64.7 ของกลุ่มตัวอย่างเลือกรับประทานอาหารจานเดียว ที่ประกอบด้วย ข้าวและกับข้าว รองลงมาได้แก่ กาแฟและขนมปัง ร้อยละ 13.5 และ ขนมปัง นมหรือโอวัลติน คิดเป็นร้อยละ 10.3 ส่วนกลุ่มคนที่เลือกกาแฟอย่างเดียว ร้อยละ 7.1 และจากงานวิจัยของสุวรรณา เชียงขุนทดและคณะ (2556) พบว่า กลุ่มตัวอย่างในเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร เลือกรับประทานอาหารประเภทฟาสต์ฟูดเป็นอาหารเช้าเป็นประจำ ร้อยละ 58.6 [2]

ปัจจัยที่กลุ่มตัวอย่างเลือกรับประทานอาหารเช้า ส่วนใหญ่เลือกเพราะสะดวกต่อการเลือกซื้อร้อยละ 55.1 รองลงมาได้แก่ คุณค่าทางโภชนาการ คิดเป็นร้อยละ30.1 อื่นๆ ได้แก่ ที่ทำงานจัดบริการให้ ทำอาหารด้วยตนเอง ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ปัจจัยที่เลือกรับประทานอาหารเช้า (n = 156)

ปัจจัย	จำนวน	ร้อยละ
ราคา	4	2.6
สะดวกต่อการซื้อ	86	55.1
รสชาติอร่อย	13	8.3
คุณค่าทางโภชนาการ	47	30.1
อื่นๆ	6	3.8

ตารางที่ 4.6 ราคาอาหารเช้าที่กลุ่มตัวอย่างยอมรับได้ (n = 156)

ราคา	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 35 บาท	22	14.1
35 – 40 บาท	92	59
40 – 45 บาท	27	17.3
มากกว่า 45 บาท	15	9.6

จากผลการศึกษาพฤติกรรมการรับประทานอาหารเช้าของนิสิต ของพิภพ ทองจันทร์ (2558) พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีคะแนนพฤติกรรมการเลือกรับประทานอาหารเช้าโดยการคำนึงถึงการได้รับสารอาหารครบ 5 หมู่ 2.76 คะแนนจาก 5 คะแนน หรือหมายถึงการปฏิบัติประจำแต่ไม่สม่ำเสมอ[56] ราคาของอาหารเช้าที่กลุ่มตัวอย่างยอมรับ พบว่า คือ ช่วงราคา 35 – 40 บาท ร้อยละ 59 และช่วงราคา 40 – 45 บาท ร้อยละ 17.3 ดังแสดงในตารางที่ 4.6

วัตถุดิบในการนำมาผลิตครีมซุปทดแทนมื้ออาหารนั้นคัดเลือกจาก วัตถุดิบในหมวดคาร์โบไฮเดรตที่ถูกเลือกมากที่สุด 3 อันดับแรก ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล ร้อยละ 67.3 45.5 และ 36.5 ตามลำดับ และในหมวดโปรตีน - ไขมัน กลุ่มตัวอย่างเลือกนมถั่วเหลือง ไข่ไก่ และนมวัว ร้อยละ 63.5 48.7 และ 42.9 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

จากผลสำรวจดังกล่าว วัตถุดิบหลักของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในหมวดคาร์โบไฮเดรต ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล แต่เนื่องจากนมถั่วเหลืองที่เป็นวัตถุดิบในหมวดโปรตีน-ไขมัน มีกลิ่นถั่วที่เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว อาจส่งผลให้ผู้บริโภคที่ไม่ชอบกลิ่นถั่วไม่ชอบในผลิตภัณฑ์ได้ ดังนั้นทางผู้วิจัยได้เลือกใช้นมวัวที่มีลักษณะเป็นของเหลวคล้ายกับนมถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบหลักในหมวดโปรตีน รวมถึงถั่วแดงหลวงที่มีใยอาหารสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับถั่วชนิดอื่น[6] ผู้วิจัยจึงเลือกใช้เป็นวัตถุดิบในหมวดโปรตีนอีกชนิดหนึ่ง

จากตารางที่ 4.8 ด้านปริมาตรของครีมซุปทดแทนมื้ออาหารที่กลุ่มตัวอย่างยอมรับได้ใน 1 หน่วยบริโภค คือ 250 – 300 จำนวน 64 คนจาก 156 คน คิดเป็นร้อยละ 41.0 รองลงมาได้แก่ 200 – 250 มิลลิลิตร ร้อยละ 28.8 ของจำนวนกลุ่มตัวอย่าง ราคาของผลิตภัณฑ์ที่กลุ่มตัวอย่างยอมรับได้ พบว่า ร้อยละ 39.1 เลือกช่วงราคา 35 – 40 บาทต่อผลิตภัณฑ์ และต่ำกว่า 35 บาท จำนวน 64 คน ร้อยละ 41 แสดงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.7 วัตถุดิบที่กลุ่มตัวอย่างเลือกนำมาผลิตครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้าในหมวดคาร์โบไฮเดรตและหมวดโปรตีน – ไขมัน

วัตถุดิบ	จำนวน	ร้อยละ
หมวดคาร์โบไฮเดรต		
ฟักทอง	71	45.5
กล้วยหอม	105	67.3
ส้ม	36	23.1
ฝรั่ง	39	25
แอปเปิล	57	36.5
ข้าวสวย	53	34
อื่นๆ	2	1.2
หมวดโปรตีน-ไขมัน		
นมวัว	67	42.9
นมถั่วเหลือง	99	63.5
ถั่วแดง	32	20.5
ถั่วเขียว	23	14.7
ถั่วเหลือง	54	34.6
ถั่วลิสง	20	12.8
ไข่ไก่	76	48.7
เฉพาะไข่ขาว	25	16.0
เฉพาะไข่แดง	4	2.6
อื่นๆ	1	0.6

ตารางที่ 4.8 ปริมาตรของครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้าที่กลุ่มตัวอย่างยอมรับได้ (n = 156)

ปริมาตร	จำนวน	ร้อยละ
200 – 250 มิลลิลิตร	45	28.8
250 – 300 มิลลิลิตร	64	41.0
300 – 350 มิลลิลิตร	24	15.4
350 – 400 มิลลิลิตร	12	7.7
มากกว่า 400 มิลลิลิตร	11	7.1

ตารางที่ 4.9 ราคาของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารที่กลุ่มตัวอย่างยอมรับได้ (n = 156)

ราคา	จำนวน	ร้อยละ
ต่ำกว่า 35 บาท	64	41
35 – 40 บาท	61	39.1
41 – 45 บาท	25	16
มากกว่า 45 บาท	6	3.9

ตารางที่ 4.10 ความต้องการของกลุ่มตัวอย่างต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร (n = 156)

ความต้องการ	จำนวน	ร้อยละ
แคลเซียม	91	58.3
ใยอาหาร	108	69.2
น้ำตาลน้อย	104	66.7
ผลิตโดยวัตถุดิบจากธรรมชาติ	107	68.6
อื่นๆ	7	4.4

ความต้องการของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร พบว่า มีความใกล้เคียงกัน ได้แก่ ใยอาหาร น้ำตาลน้อย และผลิตโดยวัตถุดิบธรรมชาติ จำนวน 108 104 และ 107 คนจาก 156 คน และรองลงมาได้แก่ แคลเซียม จำนวน 91 คน ดังแสดงในตารางที่ 4.1.10 และบรรจุภัณฑ์ที่กลุ่มตัวอย่างมีความเห็นว่ามีความเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ พบว่า ร้อยละ 41 ของกลุ่มตัวอย่างเลือกบรรจุภัณฑ์จากกล่องกระดาษ ดังแสดงในตารางที่ 4.1.11

ปริมาตรและราคาของผลิตภัณฑ์ขึ้นอยู่กับการคำนวณสูตรอาหารตามขอบเขตทางโภชนาการที่ผู้วิจัยได้กำหนด ดังนั้นจึงไม่สามารถพัฒนาสูตรตามผลการสำรวจได้ และในด้านบรรจุภัณฑ์ ผู้วิจัยได้

เลือกใช้บรรจุภัณฑ์ที่สามารถทนต่อสภาวะการพาสเจอร์ไรซ์ได้ ผู้วิจัยได้นำผลความต้องการด้านโภชนาการของผลิตภัณฑ์จากการสำรวจ (ตารางที่ 4.10) มาเป็นแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

ตารางที่ 4.11 บรรจุภัณฑ์ที่กลุ่มตัวอย่างเลือกต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร (n=156)

บรรจุภัณฑ์	จำนวน	ร้อยละ
ขวดพลาสติก	41	26.2
ขวดแก้ว	42	26.9
กล่องกระดาษ	64	41.0
กระป๋อง	7	4.5
อื่นๆ	2	1.9

4.2 ผลการพัฒนาสูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

4.2.1 การกำหนดสูตร

จากผลการสำรวจวัตถุดิบประเภทคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า 3 อันดับแรก ดังแสดงในตารางที่ 4.7 ได้แก่ ฟักทอง กล้วยหอม และแอปเปิล กำหนดให้เป็นส่วนประกอบผันแปร และนำวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิดมาวิเคราะห์หาคุณค่าทางโภชนาการ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมันและใยอาหาร ดังแสดงในตารางที่ 4.12 กำหนดส่วนประกอบคงที่ ได้แก่ นมพร่องมันเนย นมครบส่วน และถั่วแดงหลวง

จากการคำนวณพลังงานและสารอาหารของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้าเบื้องต้น เหลือพลังงานของตัวแปรในหมวดคาร์โบไฮเดรต 85 กิโลแคลอรีสำหรับส่วนประกอบผันแปร เพื่อให้ได้สูตรที่เหมาะสมของผลิตภัณฑ์ ทำการวางแผนการทดลองแบบ mixture design ได้ทั้งหมด 10 สูตร ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.12 คุณค่าทางโภชนาการของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรต (ต่อ 100 กรัม)

วัตถุดิบ	คุณค่าทางโภชนาการ (กรัม)				
	ความชื้น	คาร์โบไฮเดรต	โปรตีน	ไขมัน	ใยอาหาร
กล้วยหอม	70.9	25.69	1.15	0.24	0.89
ฟักทอง	85.4	9.44	0.78	0.09	3.57
แอปเปิล	84.7	11.61	0.18	0.09	3.00

ตารางที่ 4.13 สัดส่วนของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตของแต่ละสูตร

สูตร	วัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรต		
	กล้วย	ฟักทอง	แอปเปิล
1	100.00	0.00	0.00
2	0.00	100.00	0.00
3	0.00	0.00	100.00
4	50.00	50.00	0.00
5	50.00	0.00	50.00
6	0.00	50.00	50.00
7	33.33	33.33	33.33
8	66.67	16.67	16.67
9	16.67	66.67	16.67
10	16.67	16.67	66.67

4.2.2 ลักษณะปรากฏ คุณภาพทางกายภาพ เคมีของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

4.2.2.1 ค่าสี L*

ผลการศึกษาค่าสี L* ในตารางที่ 4.14 พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 สูตรมีค่า L* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 ประกอบด้วยกล้วยร้อยละ 100 มีค่า L* เท่ากับ 65.36±0.15 ซึ่งมีค่าสูงกว่าผลิตภัณฑ์สูตรอื่นๆ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 7 และ 10 มีค่าความสว่างต่ำที่สุด คือ 59.28±0.06 และ59.09±0.10 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 7 ประกอบด้วยกล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ในสัดส่วนเท่าๆกัน คือร้อยละ 33.33 และผลิตภัณฑ์สูตรที่ 10 ประกอบด้วย กล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิลร้อยละ 16.67 16.67 และ 66.67 ตามลำดับ

4.2.2.2 ค่าสี a*

ผลการศึกษาค่าสี a* ในตารางที่ 4.14 พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 สูตรมีค่า a* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ของสูตรที่ 2 3 และ 10 มีค่า a* สูงที่สุด คือ 7.39±0.01 7.45±0.29 และ 7.24±0.13 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ในผลิตภัณฑ์สูตรที่ 2 มีสัดส่วนของฟักทองร้อยละ 100 สูตรที่ 3 มีสัดส่วนของแอปเปิลร้อยละ 100 และสูตรที่ 10 มีสัดส่วนของกล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ร้อยละ16.67 16.67 และ 66.67 ตามลำดับ ในขณะที่สูตรที่ 1 และ 8 มีค่า a* ต่ำที่สุดคือ 3.43±0.42 และ 3.68 ±0.23 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 8 ประกอบด้วยกล้วย

หอม ฟักทองและแอปเปิล ร้อยละ 66.67 16.67 16.67 ตามลำดับและสูตรที่ 1 มีสัดส่วนของกล้วยหอม ร้อยละ 100

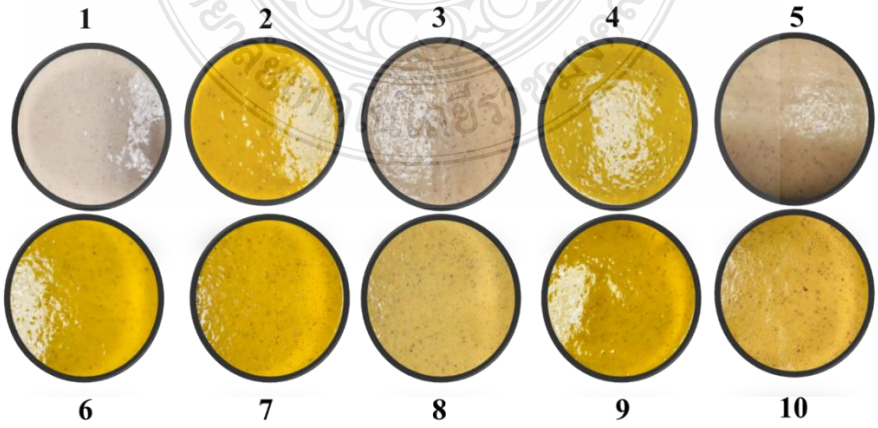
4.2.2.3 ค่าสี b*

ผลการศึกษาค่าสี b* ในตารางที่ 4.14 พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 สูตรมีค่า b* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ค่า b* ของผลิตภัณฑ์สูตรที่ 2 มีค่าสูงที่สุด คือ 57.30±0.17 ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีสัดส่วนของฟักทองร้อยละ 100 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 มีค่า b* ต่ำที่สุด คือ 7.50±0.13 ($p \leq 0.05$) ที่มีสัดส่วนของกล้วยหอมร้อยละ 100

ตารางที่ 4.14 ค่าสีของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

สูตรที่	ส่วนผสมหมวดคาร์โบไฮเดรต			ค่าสี		
	กล้วย	ฟักทอง	แอปเปิล	L*	a*	b*
1	100.00	0.00	0.00	65.36±0.15^{a}	3.68±0.23^{ef}	7.50±0.13^{j}
2	0.00	100.00	0.00	60.50±0.12^{ef}	7.39±0.01^{a}	57.30±0.17^{a}
3	0.00	0.00	100.00	60.71±0.02^{e}	7.45±0.29^{a}	17.22±0.02^{h}
4	50.00	50.00	0.00	64.16±0.07^{b}	3.90±0.10^{e}	45.49±0.02^{c}
5	50.00	0.00	50.00	61.73±0.14^{d}	6.63±0.25^{b}	15.76±0.26^{i}
6	0.00	50.00	50.00	63.85±0.06^{c}	4.85±0.13^{d}	43.58±0.41^{d}
7	33.33	33.33	33.33	59.28±0.06^{g}	5.85±0.11^{c}	34.57±0.27^{e}
8	66.67	16.67	16.67	60.31±0.09^{f}	3.43±0.42^{f}	25.68±0.06^{g}
9	16.67	66.67	16.67	60.54±0.41^{ef}	5.55±0.14^{c}	48.09±1.00^{b}
10	16.67	16.67	66.67	59.09±0.10^{g}	7.24±0.13^{a}	28.33±0.26^{f}

หมายเหตุ : $^{a,b,c,...}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



ภาพที่ 4.1 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า สูตรที่ 1 – 10

ตารางที่ 4.15 ค่าความหนืดและค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

สูตรที่	ส่วนผสมหมวดคาร์โบไฮเดรต			ค่าความหนืด (cP)	pH
	กล้วย	ฟักทอง	แอปเปิล		
1	100.00	0.00	0.00	389.27±0.25^{h}	6.40±0.01^{c}
2	0.00	100.00	0.00	652.00±1.00^{a}	6.66±0.02^{a}
3	0.00	0.00	100.00	391.33±6.81^{h}	6.50±0.01^{b}
4	50.00	50.00	0.00	576.00±1.00^{c}	6.50±0.04^{b}
5	50.00	0.00	50.00	415.00±5.00^{g}	6.40±0.02^{c}
6	0.00	50.00	50.00	468.00±1.00^{e}	6.50±0.01^{b}
7	33.33	33.33	33.33	483.00±13.23^{d}	6.50±0.00^{b}
8	66.67	16.67	16.67	468.00±1.73^{e}	6.50±0.00^{b}
9	16.67	66.67	16.67	597.33±1.53^{b}	6.50±0.00^{b}
10	16.67	16.67	66.67	457.00±7.81^{f}	6.50±0.01^{b}

หมายเหตุ : $^{a,b,c,...}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

4.2.2.4 ค่าความหนืด

ผลการศึกษาค่าความหนืดของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงในตารางที่4.15 พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 สูตรมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์สูตรที่มีความหนืดสูงที่สุด คือ สูตรที่ 2 มีค่าความหนืด 652.00±1.00 cP ($p \leq 0.05$) มีสัดส่วนของฟักทองร้อยละ 100 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 และ 3 มีค่าความหนืดต่ำที่สุด คือ 389.87±0.25 cP และ 391.33±6.81 cP ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 มีสัดส่วนของกล้วยหอมร้อยละ 100 และสูตรที่ 3 มีสัดส่วนของแอปเปิลร้อยละ 100 แสดงว่า ปริมาณของฟักทองส่งผลต่อค่าความหนืดมากที่สุด

4.2.2.5 ค่าความเป็นกรดด่าง

จากการทดสอบค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ ดังแสดงผลในตารางที่4.15 พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างของทั้ง 10 สูตรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์สูตรที่มีค่าความเป็นกรดด่างสูงที่สุด คือสูตรที่ 2 มีค่าความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 6.66±0.02 ($p \leq 0.05$) และมีสัดส่วนของฟักทองร้อยละ 100 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 และ 5 มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำที่สุด คือ 6.40±0.01 และ 6.40±0.02 ตามลำดับ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 มีสัดส่วนของกล้วยหอมร้อยละ 100 และสูตรที่ 5 ประกอบด้วย กล้วยหอมและแอปเปิล เท่าๆกัน คือร้อยละ 50 ค่าความเป็นกรดด่างของทั้ง 10

สูตรสอดคล้องกับงานวิจัยของ Aderinola (2018) ที่มีค่าความเป็นกรดด่างระหว่าง 6.30 – 6.51 ในผลิตภัณฑ์สมูทตี้ที่มีส่วนผสมของสับปะรด กล้วย และแอปเปิล [57]

4.2.3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภค

จากการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร กลุ่มผู้ทดสอบเป็นผู้ที่ไม่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 50 คน ให้คะแนนตามลำดับความชอบที่มีต่อลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ ความข้นหนืดและความชอบโดยรวม จากตารางที่ 4.16 พบว่า ผลิตภัณฑ์ทั้ง 10 สูตรมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบต่ำที่สุดในทุกด้าน คือ สูตรที่ 3 ($p \leq 0.05$) ซึ่งมีสัดส่วนของแอปเปิลร้อยละ 100 ในขณะที่ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 ประกอบด้วยกล้วยหอมร้อยละ 100 มีแนวโน้มคะแนนความชอบโดยรวมในทุกด้านสูงที่สุด และในผลิตภัณฑ์สูตรที่ 8 มีแนวโน้มคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ รสชาติ ความข้นหนืดและความชอบโดยรวมสูงที่สุด ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 8 ประกอบด้วยกล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิลร้อยละ 6.67 16.67 และ 66.67 ตามลำดับ จากผลดังกล่าวพบว่า ปริมาณของกล้วยหอมสัมพันธ์กับความชอบของผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kumar, Peter & Singh (2017) ในการทดสอบทางประสาทสัมผัสของครีมซุปที่มีส่วนผสมของนมวัวและมีการเติมสัดส่วนของกล้วย พบว่า ผู้ทดสอบมีความชอบด้านสี ลักษณะปรากฏ กลิ่นรสชาติ และความชอบโดยรวมในสูตรที่มีปริมาณของกล้วยสูงที่สุด[58] และสอดคล้องกับงานวิจัยของ Guazi, Lago-Vanzela & Conti-Silva (2018) พบว่า ผลิตภัณฑ์สมูทตี้ที่ได้รับคะแนนการยอมรับสูงที่สุดคือสูตรที่มีสัดส่วนของนมวัวและกล้วยมากที่สุด คือ สตรอเบอรี่ร้อยละ 40 และกล้วยร้อยละ 60 เมื่อเปรียบเทียบกับสัดส่วนของสตรอเบอรี่และน้ำเปล่าในสูตรอื่น [59] และงานวิจัยของ Hurtado et al. (2015) ศึกษาผลของการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เวลา 7 นาทีต่อผลิตภัณฑ์สมูทตี้จากผลไม้ พบว่า ผู้ทดสอบสามารถระบุชนิดของส่วนผสมในสมูทตี้ที่ผ่านการให้ความร้อนได้ถูกต้อง ร้อยละ 100 ของผู้ทดสอบทั้งหมด หมายความถึง ที่อุณหภูมิและเวลาดังกล่าวส่งผลให้ ผลไม้ที่เป็นวัตถุดิบยังคงให้ความสดใหม่ “fresh-like” ต่อผลิตภัณฑ์ [53]

ตารางที่ 4.16 คะแนนการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส Hedonic scale (9 คะแนน) ของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

สูตร	ลักษณะปรากฏ	สี	กลิ่น	รสชาติ	ความข้นหนืด	ความชอบโดยรวม
1	6.90±1.77^{a}	7.22±1.28^{a}	7.24±1.13^{a}	7.34±1.41^{a}	7.12±1.36^{a}	7.28±1.26^{a}
2	6.40±2.18^{bc}	6.70±1.75^{bc}	6.88±1.49^{ab}	6.90±1.58^{abc}	6.78±1.95^{abc}	7.02±1.54^{ab}
3	6.24±2.02^{c}	6.40±1.85^{c}	6.26±1.60^{c}	6.14±1.63^{d}	6.34±1.76^{c}	6.24±1.70^{c}
4	6.70±1.81^{abc}	6.68±1.46^{bc}	6.70±1.34^{b}	6.58±1.62^{bcd}	6.74±1.60^{abc}	6.64±1.61^{bc}
5	6.82±1.61^{ab}	6.94±1.36^{ab}	7.00±1.34^{ab}	7.06±1.52^{ab}	6.94±1.48^{ab}	7.10±1.40^{ab}
6	6.78±1.76^{ab}	6.92±1.50^{ab}	6.84±1.25^{ab}	6.62±1.52^{bcd}	6.92±1.55^{ab}	6.66±1.52^{bc}
7	6.68±1.80^{abc}	6.66±1.55^{bc}	6.68±1.52^{b}	6.44±1.63^{cd}	6.48±1.60^{bc}	6.72±1.37^{bc}
8	7.00±1.53^{a}	7.00±1.18^{ab}	6.98±1.25^{ab}	7.20±1.43^{a}	7.12±1.17^{a}	7.24±1.30^{a}
9	6.70±1.71^{abc}	6.62±1.63^{bc}	6.70±1.54^{b}	6.62±1.59^{bcd}	6.70±1.50^{abc}	6.74±1.66^{b}
10	6.60±1.73^{abc}	6.68±1.25^{bc}	6.64±1.10^{bc}	6.62±1.40^{bcd}	6.74±1.29^{abc}	6.66±1.25^{bc}

หมายเหตุ : ค่าเฉลี่ย 50 ซ้ำ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

สูตรที่ 1 ประกอบด้วย กล้วยหอม ร้อยละ 100

สูตรที่ 2 ประกอบด้วย ฟักทอง ร้อยละ 100

สูตรที่ 3 ประกอบด้วย แอปเปิล ร้อยละ 100

สูตรที่ 4 ประกอบด้วย กล้วยหอมร้อยละ 50 และฟักทองร้อยละ 50

สูตรที่ 5 ประกอบด้วย กล้วยหอมร้อยละ 50 และแอปเปิลร้อยละ 50

สูตรที่ 6 ประกอบด้วย ฟักทองร้อยละ 50 และแอปเปิลร้อยละ 50

สูตรที่ 7 ประกอบด้วย กล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ร้อยละ 33.33 เท่าๆกัน

สูตรที่ 8 ประกอบด้วย กล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ร้อยละ 66.67 16.67 16.67 ตามลำดับ

สูตรที่ 9 ประกอบด้วย กล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ร้อยละ16.67 66.67 16.67 ตามลำดับ

สูตรที่ 10 ประกอบด้วย กล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ร้อยละ16.67 16.67 66.67 ตามลำดับ

4.2.4 ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุดิบและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

จากการวิเคราะห์สมการถดถอยแบบพหุที่เป็นความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Y_1-Y_{11}) และตัวแปรต้นที่ศึกษา (A = ปริมาณกล้วยหอม , B= ปริมาณฟักทอง, C= ปริมาณแอปเปิล) จากตารางที่ 4.17 และจากการพิจารณาความน่าเชื่อถือของสมการ ค่า R^2 (Coefficient of Determination) ถ้าค่า R^2 มีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึง สมการมีความเหมาะสมในการทำนาย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

ตารางที่ 4.17 สมการถดถอยแบบพหุระหว่างตัวแปรตามที่วิเคราะห์(Y_1-Y_{11}) และตัวแปรต้นที่ศึกษา(A,B,C)

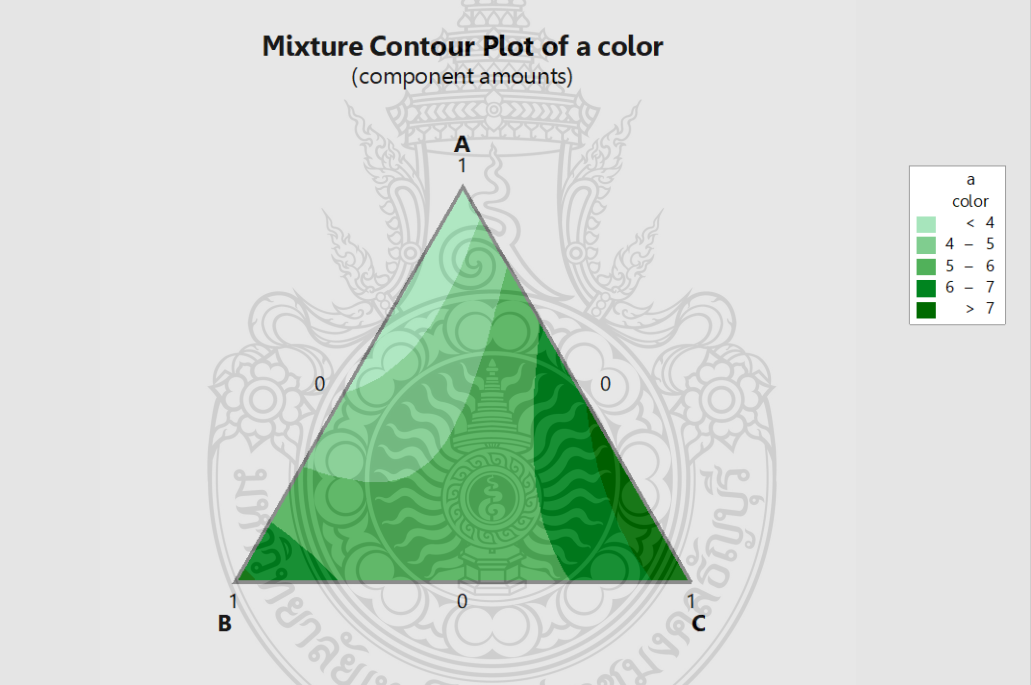
ตัวแปรตาม	สมการ	R^2 (Adjust)
ค่าความสว่าง (L*)	Y_1 = 65.40A+60.85B+60.86C-3.70AB-14.23AC+4.59BC	0.000
ค่าความสีแดง (a*)	Y_2 = 3.269A+7.381B+7.649C-5.64AB+5.58AC-8.16BC	0.715
ค่าความสีเหลือง (b*)	Y_3 = 8.00A+56.86B+17.74C+47.59AB+10.75AC+20.54BC	0.988
ค่าความเป็นกรดด่าง	Y_4 = 6.4395A+6.6286B+6.5204C+0.017AB-0.119AC-0.381BC	0.667
ค่าความหนืด	Y_5 = 386.6A+655.9B+395.3C+238.9AB+116.3AC-184.0BC	0.959
คะแนนความชอบลักษณะปรากฏ	Y_6 = 6.944A+6.4112B+6.227C+0.082AB+0.835AC+1.609AB	0.806
คะแนนความชอบสี	Y_7 = 7.263A+6.688B+6.408C-1.428AB+0.252AC+1.103BC	0.796
คะแนนความชอบกลิ่น	Y_8 = 7.2664A+6.8774B+6.2701C-1.720AB+0.746AC+0.767BC	0.904
คะแนนความชอบรสชาติ	Y_9 = 7.412A+6.894B6.159C-2.362AB+1.129AC+0.093BC	0.765
คะแนนความชอบความข้นหนืด	Y_{10} = 7.198A+6.777B+6.369C-1.274AB+0.472AC+0.908BC	0.333
คะแนนความชอบโดยรวม	Y_{11} = 7.336A+7.003B+6.230C-1.959AB+1.456AC+0.07BC	0.867

หมายเหตุ : ตัวแปรต้นที่ศึกษา A= ปริมาณกล้วย B= ปริมาณฟักทอง C=ปริมาณแอปเปิล , R^2 มีระดับนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลจากสมการถดถอยแบบพหุระหว่างตัวแปรตามที่วิเคราะห์และตัวแปรต้นที่ศึกษา พบว่า ปริมาณกล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิลมีความสัมพันธ์ในระดับสูงกับค่าความเป็นสีเหลือง(Y_3) ค่าความหนืด(Y_5) ค่าคะแนนชอบด้านกลิ่น(Y_8) และค่าความชอบโดยรวม(Y_{11}) โดยมีค่า R^2 เท่ากับ 0.988 0.959 0.904 และ 0.867 ตามลำดับ

ปริมาณกล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิลมีความสัมพันธ์ในระดับปานกลางกับค่าคะแนนความชอบด้านลักษณะปรากฏ (Y_6) คะแนนความชอบด้านสี (Y_7) คะแนนความชอบด้านรสชาติ (Y_9) และค่าความเป็นสีแดง (Y_2) ที่มีค่า R^2 เท่ากับ 0.806 0.796 0.765 และ 0.715 ตามลำดับ

นอกจากนี้ยังพบว่า ปริมาณของกล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิลมีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ กับค่าความสว่าง (Y_1) คะแนนความชอบความข้นหนืด (Y_{10}) และค่าความเป็นกรดด่าง (Y_4) มีค่า R^2 เท่ากับ 0.000 0.333 และ 0.667ตามลำดับ



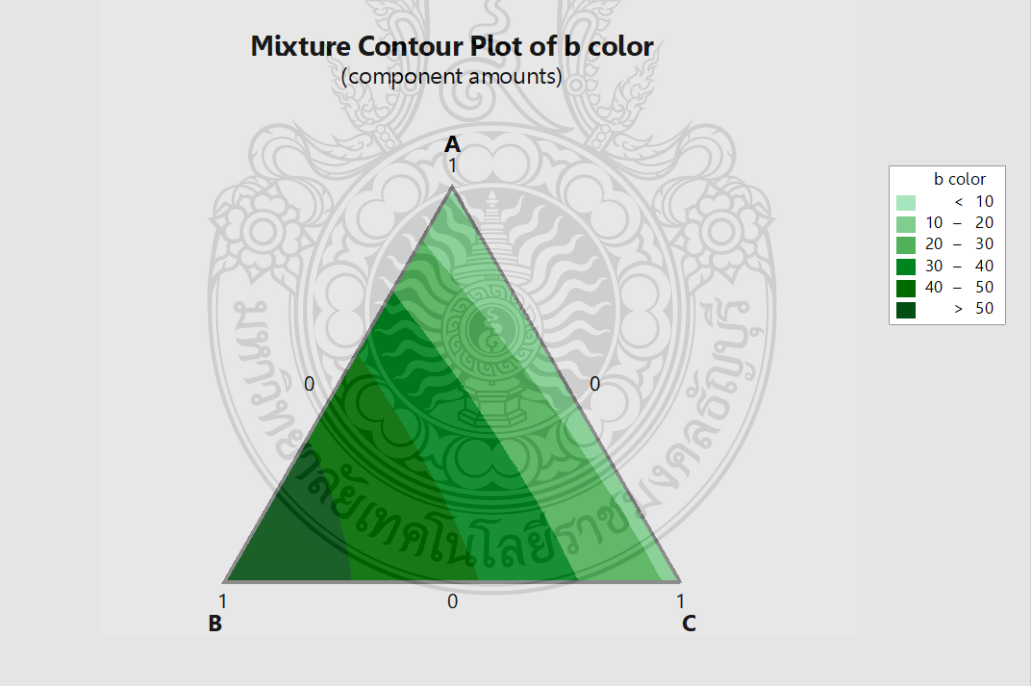
ภาพที่ 4.2 กราฟคอนทัวร์ของค่าความสีแดง (a*)

หมายเหตุ : A= ปริมาณกล้วยหอม(ร้อยละ) B= ปริมาณฟักทอง(ร้อยละ) C= ปริมาณแอปเปิล(ร้อยละ)

เมื่อกำหนดให้ค่าสีแดง (a*) อยู่ระหว่าง 4 – 5 เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร จากภาพที่ 4.2 พบว่า สัดส่วนของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตที่ให้ค่าสีแดงตามที่กำหนดได้แก่ กล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ร้อยละ 45 – 85 60 – 75 และ 0 – 45 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแนวโน้มความสัมพันธ์ของปริมาณกล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล ต่อค่าความสีแดง

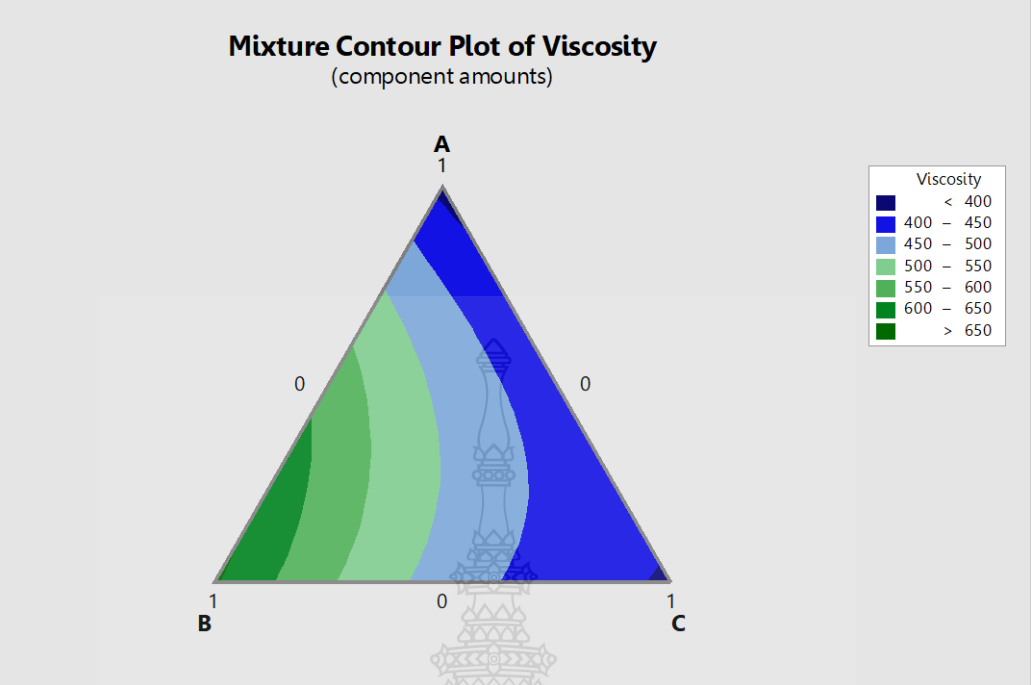
พบว่า ปริมาณของแอปเปิลที่เพิ่มขึ้นและปริมาณกล้วยที่ลดลงส่งผลให้ค่าความสีแดงเพิ่มขึ้น เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันบนผิวของแอปเปิล ส่งผลให้เนื้อแอปเปิลมีสีคล้ำหรือสีน้ำตาลมากขึ้น จากปฏิกิริยา Enzymatic browning reaction [60]

เมื่อกำหนดให้ค่าความสีเหลือง (b*) อยู่ระหว่าง 20 – 30 เป็นค่าที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร จากภาพที่4.3 พบว่า สัดส่วนของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตที่ให้ค่าสีเหลืองตามที่กำหนด ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ร้อยละ 25 – 35 10 – 35 และ 80 – 95 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแนวโน้มความสัมพันธ์ของปริมาณกล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิลต่อค่าความสีเหลือง (b*) พบว่า ปริมาณฟักทองที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีเหลืองสูงขึ้น เนื่องจากสารเบต้าแคโรทีนที่แสดงสีเหลืองในฟักทองจะส่งผลให้ค่าสี b* เพิ่มขึ้น[61] แต่ปริมาณของกล้วยที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าสีเหลืองลดลง เนื่องจากกระบวนการผลิตครีมซุปทดแทนมื้ออาหารนี้มีการปั่นผสมวัตถุดิบ ส่งผลให้ผิวของกล้วยสัมผัสกับออกซิเจนจึงเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ส่งผลให้กล้วยที่มีสีเหลืองเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เนื่องจากเอนไซน์ peroxidase(POD) และ polyphenol oxidase (PPO)ในกล้วย โดยเรียกปฏิกิริยานี้ว่า Enzymatic browning reaction [62]



ภาพที่ 4.3 กราฟคอนทัวร์ของค่าความสีเหลือง (b*)

หมายเหตุ : A= ปริมาณกล้วยหอม(ร้อยละ) B= ปริมาณฟักทอง(ร้อยละ) C= ปริมาณแอปเปิล(ร้อยละ)

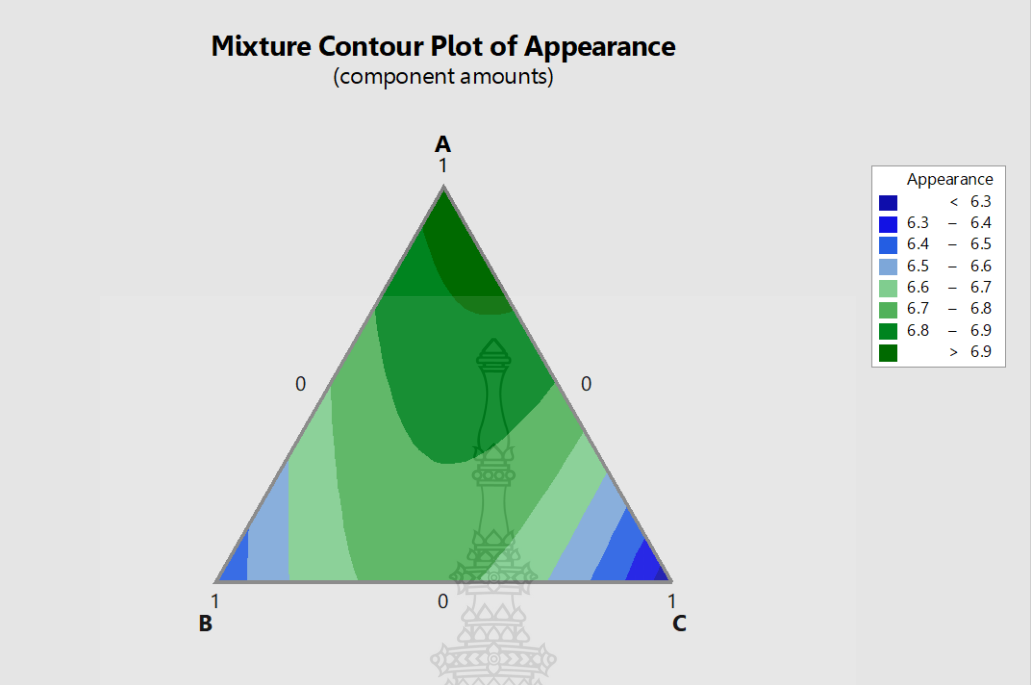


ภาพที่ 4.4 กราฟคอนทัวร์ของค่าความข้นหนืด

หมายเหตุ : A= ปริมาณกล้วยหอม(ร้อยละ) B= ปริมาณฟักทอง(ร้อยละ) C= ปริมาณแอปเปิล(ร้อยละ)

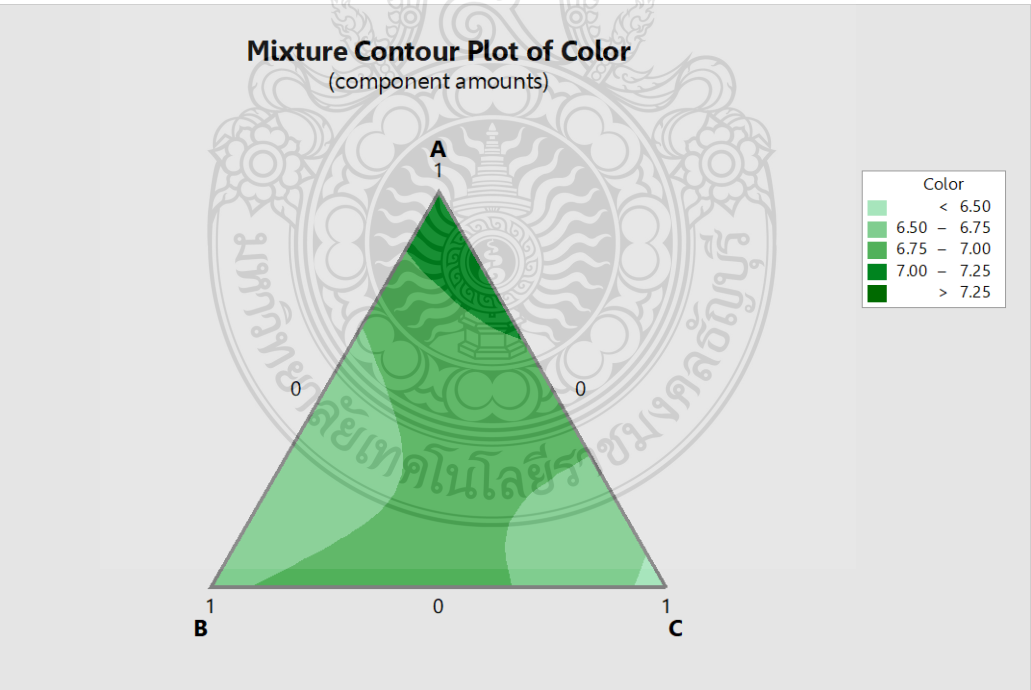
เมื่อกำหนดให้ค่าความข้นหนืด อยู่ระหว่าง 450 – 500 cP เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร จากภาพที่ 4.4 พบว่า สัดส่วนของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตที่ให้ค่าความหนืดตามที่กำหนด ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ร้อยละ 0 – 85 15 – 50 และ 50 – 70 ตามลำดับ เมื่อพิจารณาแนวโน้มความสัมพันธ์ของปริมาณกล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ต่อค่าความข้นหนืดของผลิตภัณฑ์ พบว่า ปริมาณฟักทองที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้มีค่าความหนืดสูงขึ้น เนื่องจากความหนืดเป็นลักษณะที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณของใยอาหาร โดยเฉพาะใยอาหารชนิดที่ละลายน้ำ โดยใยอาหารจะมีลักษณะที่หนาขึ้นเมื่อมีการผสมกันระหว่างของเหลวและโพลิแซคคาร์ไรด์ เช่น เพคติน [63] ซึ่งฟักทองมีปริมาณเพคตินประมาณ 1.2±0.01 กรัม [64]

เมื่อกำหนดให้ค่าความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏ อยู่ระหว่าง 6.8 – 6.9 คะแนน เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร จากภาพที่ 4.5 พบว่า สัดส่วนของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตที่ให้ค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านลักษณะปรากฏตามที่กำหนด ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล ร้อยละ 45 – 75 0 – 55 และ 40 – 60 ตามลำดับ



ภาพที่ 4.5 กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบลักษณะปรากฏ

หมายเหตุ : A= ปริมาณกล้วยหอม(ร้อยละ) B= ปริมาณฟักทอง(ร้อยละ) C= ปริมาณแอปเปิล(ร้อยละ)



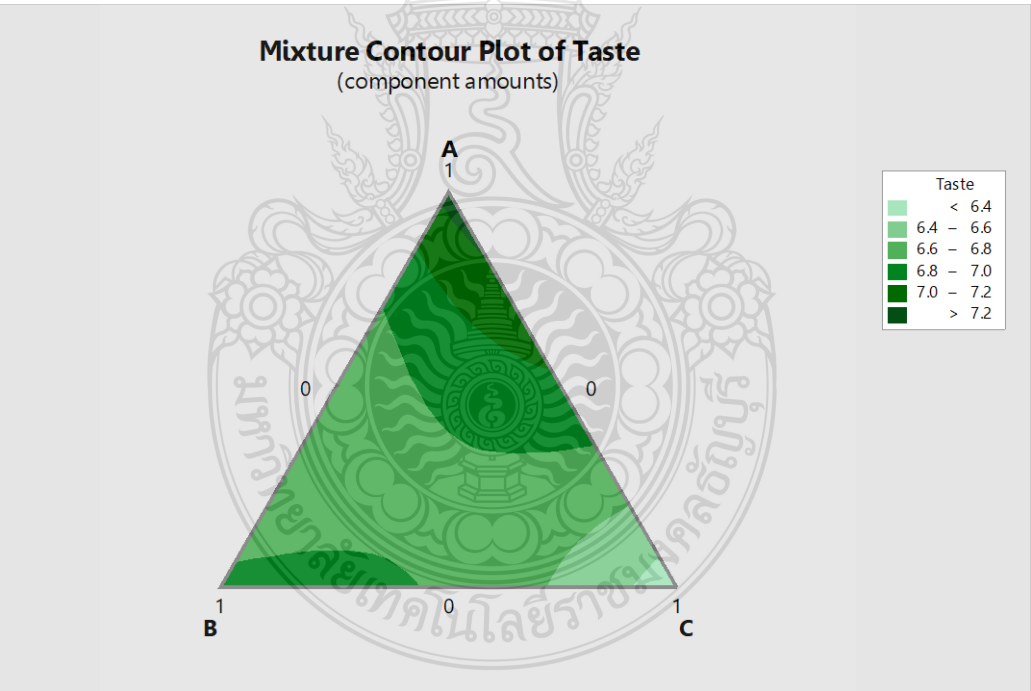
ภาพที่ 4.6 กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบสี

หมายเหตุ : A= ปริมาณกล้วยหอม(ร้อยละ) B= ปริมาณฟักทอง(ร้อยละ) C= ปริมาณแอปเปิล(ร้อยละ)

เมื่อกำหนดให้ค่าความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านสี อยู่ระหว่าง 6.75 – 7.00 คะแนน เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร พบว่า สัดส่วนของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตที่ให้ค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านสีตามที่กำหนด ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล ร้อยละ 0 – 80 0 – 60 และ 40 – 65 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.6)

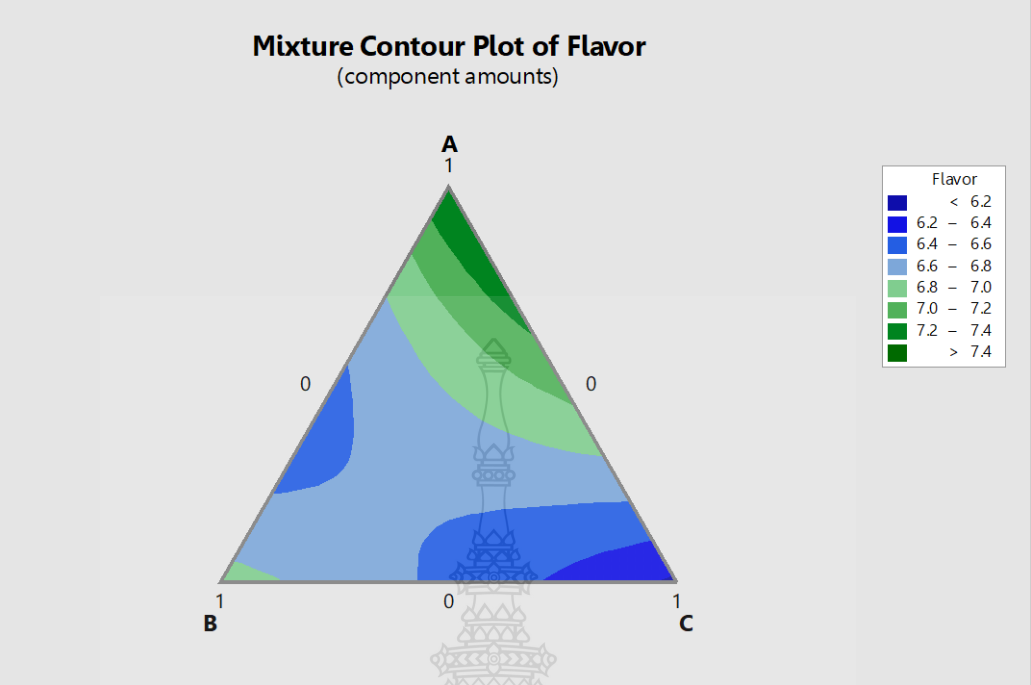
เมื่อกำหนดให้ค่าความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านกลิ่น อยู่ระหว่าง 6.60 – 6.80 คะแนน เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร พบว่า สัดส่วนของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตที่ให้ค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านกลิ่นตามที่กำหนด ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล ร้อยละ 0 – 50 40 – 85 และ 0 – 75 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.7)

เมื่อกำหนดให้ค่าความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านรสชาติ อยู่ระหว่าง 6.60 – 6.80 คะแนน เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร พบว่า สัดส่วนของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตที่ให้ค่าคะแนนความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านรสชาติตามที่กำหนด ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล ร้อยละ 50 – 80 40 – 95 และ 15 – 65 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.8)



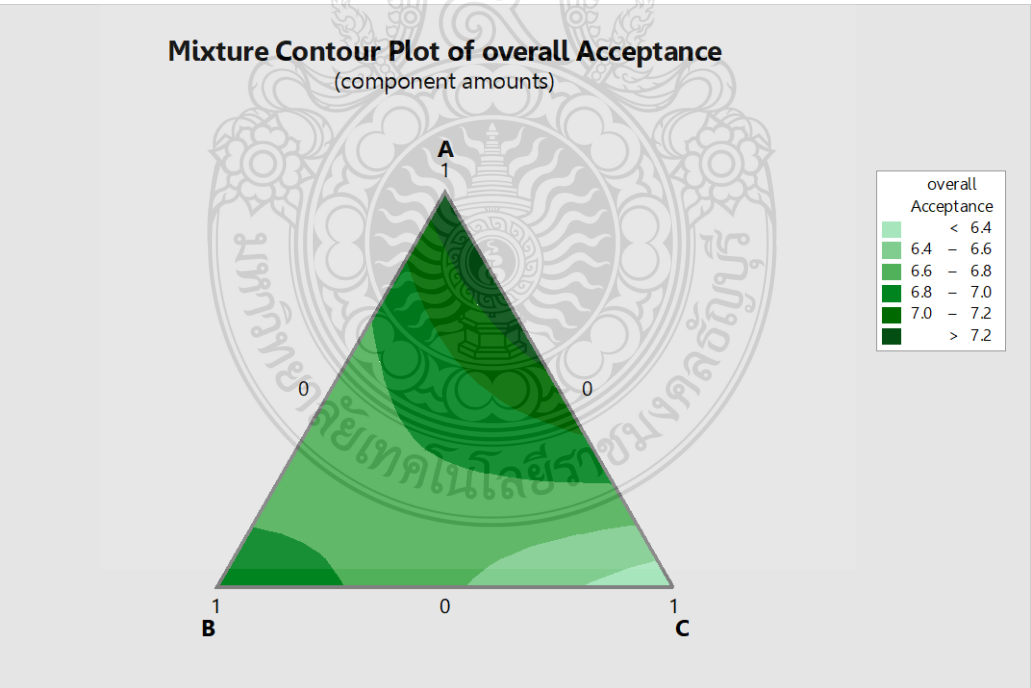
ภาพที่ 4.7 กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบกลิ่น

หมายเหตุ : A= ปริมาณกล้วยหอม(ร้อยละ) B= ปริมาณฟักทอง(ร้อยละ) C= ปริมาณแอปเปิล(ร้อยละ)



ภาพที่ 4.8 กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบรสชาติ

หมายเหตุ : A= ปริมาณกล้วยหอม(ร้อยละ) B= ปริมาณฟักทอง(ร้อยละ) C= ปริมาณแอปเปิล(ร้อยละ)



ภาพที่ 4.9 กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบโดยรวม

หมายเหตุ : A= ปริมาณกล้วยหอม(ร้อยละ) B= ปริมาณฟักทอง(ร้อยละ) C= ปริมาณแอปเปิล(ร้อยละ)

เมื่อกำหนดให้ค่าความชอบของโดยรวมของผลิตภัณฑ์ อยู่ระหว่าง 6.60 – 6.80 คะแนน เป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร พบว่า สัดส่วนของวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตที่ให้ค่าคะแนนความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนด ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล ร้อยละ 0 – 40 50 – 80 และ 0 – 80 ตามลำดับ (ภาพที่ 4.9)

จากกราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบลักษณะปรากฏ กราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบสีของผลิตภัณฑ์ และกราฟคอนทัวร์ของคะแนนความชอบรสชาติ (ภาพที่ 4.5 4.6 และ 4.8) เมื่อพิจารณาแนวโน้มความสัมพันธ์ของปริมาณกล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ต่อค่าความชอบด้านลักษณะปรากฏ สีและรสชาติ พบว่า ปริมาณของกล้วยที่เพิ่มขึ้นส่งผลต่อความชอบที่สูงขึ้นในด้านลักษณะปรากฏ สี และรสชาติ และเมื่อพิจารณาแนวโน้มความสัมพันธ์ของปริมาณกล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล ต่อคะแนนความชอบด้านกลิ่นของผลิตภัณฑ์ และความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ (ภาพที่ 4.7 และ 4.9) พบว่า ปริมาณของกล้วยที่เพิ่มขึ้นและแอปเปิลที่ลดลง ส่งผลต่อความชอบของผลิตภัณฑ์ด้านกลิ่นและความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ที่สูงขึ้น

จากกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ที่มีการใช้ความร้อนในระยะเวลาหนึ่ง ส่งผลให้กลิ่นของอาหารลดลงหรือมีการเปลี่ยนแปลง [65] แอปเปิลที่มีกลิ่นอ่อนๆ เมื่อโดนกระทำด้วยความร้อนส่งผลให้กลิ่นแอปเปิลในผลิตภัณฑ์ลดลง ส่งผลให้ผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในด้านกลิ่นลดลง ในขณะที่กล้วยหอม เป็นผลไม้ที่มีกลิ่นเป็นเอกลักษณ์ และเมื่อเปรียบเทียบกลิ่นระหว่างแอปเปิลและกล้วยหอม พบว่า กล้วยหอมมีกลิ่นที่ค่อนข้างเด่นกว่าแอปเปิล การรับรู้ด้านรสชาติและกลิ่นนั้นมักส่งผลต่อการเลือกของผู้บริโภค การที่มีกลิ่นเฉพาะตัวและเป็นกลิ่นที่ดีส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภค รวมทั้งกลิ่นช่วยเพิ่มความอยากอาหาร อย่างไรก็ตามผลของกลิ่นจากอาหารจะต้องมีลักษณะที่อ่อน ไม่เข้มข้นจนก่อให้เกิดความไม่สบายต่อผู้บริโภค ด้านลักษณะปรากฏและรสชาติก็ส่งผลต่อพฤติกรรมการบริโภคเช่นกัน [66] ดังนั้นการได้สัมผัสกับกลิ่นจากกล้วยหอมส่งผลให้ผู้บริโภคมีความชอบต่อผลิตภัณฑ์ในทุกๆ ด้านมากขึ้น

4.3 ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า ผลิตภัณฑ์สูตรที่ 1 ประกอบด้วยกล้วยหอมร้อยละ 100 และผลิตภัณฑ์สูตรที่ 8 ประกอบด้วยกล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิล ร้อยละ 66.67 16.67 และ 16.67 ตามลำดับ มีคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านสูงกว่าสูตรอื่นๆ ทางผู้วิจัยได้เลือกสูตรที่ 8 มาศึกษาต่อ เนื่องจากมีสัดส่วนของวัตถุดิบในหมวดคาร์โบไฮเดรตที่หลากหลายกว่าสูตรที่ 1

โดยนำสูตรที่ 8 มาทดสอบทางด้านคุณค่าทางโภชนาการ การศึกษาระยะการเก็บรักษา และการตรวจวิเคราะห์หาเชื้อก่อโรคในผลิตภัณฑ์

4.3.1 ผลการทดสอบคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

ผลการทดสอบด้านคุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์สูตรที่ 8 ดังแสดงในตารางที่ 4.18 พบว่า มีปริมาตร 320 มิลลิลิตรต่อหนึ่งหน่วยบริโภค มีค่าพลังงานทั้งหมด 260 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 4.5 กรัม ไขมันอิ่มตัว 2.5 กรัม คอเลสเตอรอล 15 มิลลิกรัม โปรตีน 11 กรัม ใยอาหาร 12 กรัม โซเดียม 85 มิลลิกรัมและปริมาณแคลเซียม 225.92 มิลลิกรัม ซึ่งจากคุณสมบัติดังกล่าวสามารถกล่าวอ้างทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์นี้ได้ สำหรับอาหารที่เป็นไปตามกรณีที่ 2 ข้อ 2.1 ตามเงื่อนไขการกล่าวอ้างทางโภชนาการโดยใช้เกณฑ์ต่อ 100 กรัมหรือ 100 มิลลิลิตร ตามแนบท้ายประกาศกระทรวงสาธารณสุข พ.ศ.2541 [67] ดังนี้

การกล่าวอ้างในกรณีที่ผลิตภัณฑ์มีไขมันทั้งหมดต่ำ (low fat) เป็นแหล่งของโปรตีน (good source of protein) มีใยอาหารสูง (high fiber) โซเดียมต่ำ (low sodium) และมีแคลเซียมสูง (high calcium) สามารถกล่าวอ้างได้ในกรณี

1. ไขมันทั้งหมด การกล่าวอ้างของ มีไขมันทั้งหมดต่ำ สามารถกล่าวอ้างได้ในกรณีมีไขมันทั้งหมด ไม่เกิน 1.5 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

2. ปริมาณโปรตีน การกล่าวอ้างของ การเป็นแหล่งของโปรตีน สามารถกล่าวอ้างได้ในกรณีมีโปรตีน ไม่น้อยกว่า 2.5 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

3. ปริมาณใยอาหาร การกล่าวอ้างของ มีใยอาหารสูง สามารถกล่าวอ้างได้ในกรณีมีใยอาหาร ไม่น้อยกว่า 3 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

4. ปริมาณโซเดียม การกล่าวอ้างของ โซเดียมต่ำ สามารถกล่าวอ้างได้ในกรณีมีปริมาณโซเดียม ไม่เกิน 60 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

5. ปริมาณแคลเซียม การกล่าวอ้างของ แคลเซียมสูง สามารถกล่าวอ้างได้ในกรณีมีปริมาณแคลเซียม ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของ Thai RDI ต่อพลังงาน 100 กิโลแคลอรี

ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารนี้ มีปริมาณไขมันทั้งหมด 1.38 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ปริมาณโปรตีนทั้งหมด 3.58 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ปริมาณใยอาหารทั้งหมด 3.73 กรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ปริมาณโซเดียมทั้งหมด 25.81 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร แคลเซียมร้อยละ 30 ต่อ 260 กิโลแคลอรี (ได้สัดส่วนของแคลเซียมร้อยละ 11.54 ต่อพลังงาน 100 กิโลแคลอรี) ดังนั้นจากผลวิเคราะห์ทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารนี้ สามารถกล่าวอ้างตาม ประกาศกระทรวงสาธารณสุขได้ ว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันทั้งหมดต่ำ เป็นแหล่งของโปรตีน มีใยอาหารสูง โซเดียมต่ำและมีแคลเซียมสูง

ปริมาณน้ำตาลจากการวิเคราะห์ในตารางที่ 4.3.1 พบว่า มีค่าเท่ากับ 32 ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค ส่วนหนึ่งเป็นปริมาณน้ำตาลจากนมวัวหรือน้ำตาลแลกโทส (Lactose) เป็นน้ำตาลที่มีอยู่ตามธรรมชาติในอาหาร พบได้เฉพาะในน้ำนมสัตว์ [68] และจากกระบวนการผลิตโดยการให้ความร้อนส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างภายในโมเลกุลของแป้ง และส่งผลให้เม็ดแป้งดิบเกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางกายภาพ [69] เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Hurtado และคณะ (2015) ที่ศึกษาผลของความดันสูงต่อผลิตภัณฑ์สมูทตี้จากผลไม้ พบว่า การให้ความร้อนต่อผลิตภัณฑ์ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงน้ำตาลที่เพิ่มขึ้นในระบบ [53] และจากผลของการให้ความร้อนต่อเพียวเร่ฟักทอง ของณัฐกฤษฎ์ พุทธเจริญจิตต์, ภัทรพล ผลจันทร์และศุภชัย ปลื้มคิด (2559) พบว่า การให้ความร้อนต่อเพียวเร่ฟักทอง ส่งผลให้ค่า Brix เพิ่มขึ้น อาจเป็นผลจากพอลีแซคคาไรด์บางส่วนถูกย่อยสลายเป็นน้ำตาลโมเลกุลเล็กที่ทำให้เกิดรสหวาน เช่น ซูโครส [61] จากงานวิจัยของ Ribeiro และคณะ (2019) พบว่าจากการวิเคราะห์คุณสมบัติของกล้วย เปรียบเทียบกับผลไม้อื่น พบว่า ปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Soluble solids) ในกล้วยมีมากที่สุดในกลุ่มที่วิเคราะห์ ซึ่งค่าของของแข็งที่ละลายน้ำได้ในผลไม้นั้นมีความสัมพันธ์กับปริมาณของน้ำตาล จึงสามารถนำกล้วยมาเป็นแหล่งของน้ำตาลในการนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยการหลีกเลี่ยงการเติมน้ำตาลได้ [70]

4.3.2 ผลการทดสอบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

จากผลการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรค ดังแสดงในตารางที่4.19 พบว่า ไม่พบเชื้อ *Staphylococcus aureus* ต่อ 0.1 กรัม เชื้อ *Listeria monocytogens* ต่อ 25 กรัม และการตรวจ เชื้อ *Bacillus cereus* และ *Clostridium perfringens* พบน้อยกว่า 10 cfu ต่อ 1 กรัม ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 416 (2563) [54]

ตารางที่ 4.18 คุณค่าทางโภชนาการของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณต่อ 100 มิลลิลิตร	ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (320 มิลลิลิตร)	% RDI
พลังงานทั้งหมด (กิโลแคลอรี)	81.30	260	-
ไขมันทั้งหมด (ก.)	1.38	4.5	7
ไขมันอิ่มตัว (ก.)	0.81	2.5	12
คอเลสเตอรอล (มก.)	4.65	15	5
โปรตีน (ก.)	3.58	11	-
คาร์โบไฮเดรต (ก.)	13.64	44	15
ใยอาหาร (ก.)	3.73	12	48
น้ำตาล (ก.)	9.91	32	-
โซเดียม (มก.)	25.81	85	4
วิตามินบี 1 (มก.)	0.041	0.13	8
วิตามินบี 2 (มก.)	0.136	0.44	25
แคลเซียม (มก.)	70.60	225.92	30
เหล็ก (มก.)	0.55	1.76	10
ความชื้น (ก.)	90.53	-	-

ตารางที่ 4.19 ผลการทดสอบเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
เชื้อ *Salmonella* spp	ไม่พบ	ต่อ 25 กรัม
เชื้อ *Staphylococcus aureus*	ไม่พบ	ต่อ 0.1 กรัม
เชื้อ *Bacillus cereus*	น้อยกว่า 10	cfu/g
เชื้อ *Clostridium perfringens*	น้อยกว่า 10	cfu/g
เชื้อ *Listeria monocytogens*	ไม่พบ	ต่อ 25 กรัม

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ ค่าสี L* ค่าสี a* ค่าสี b* ค่าความหนืด และคุณภาพทางเคมี ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±3 องศาเซลเซียส ทุกวันที่ 0 2 4 6 8 10 และ 12 ดังแสดงในตารางที่ 4.20 ได้ผลดังนี้

ค่าสี L* หรือค่าความสว่าง พบว่า วันที่ 0 มีค่า L* สูงที่สุด เท่ากับ 60.30±0.85 และค่าความสว่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีสีเข้มหรือคล้ำมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของสมฤดี ไทพาณิชย์และปราณี อ่านเปรื่อง (2557) พบว่า ค่าสี L* หรือค่าความสว่างของเนื้อกล้วยหอมมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บมากขึ้น ที่เป็นผลจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันและผลจากการทำงานของ PPO ในกล้วยที่ส่งผลให้เกิดสีน้ำตาล [71] เนื่องจากกระบวนการผลิตครีมซุปทดแทนมื้ออาหารที่มีการปั่นผสม ส่งผลให้มีการเพิ่มปริมาณของออกซิเจนในระบบ [72] จากการศึกษาก่อนหน้านี้มีการแนะนำการใช้สารต้านการเกิดสีน้ำตาลที่ส่งผลยับยั้งเอนไซม์ PPO ในระหว่างการเก็บรักษา โดยกระบวนการที่จะต้องระวังการเกิดสีน้ำตาลคือ การฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอน้ำและการลวก [73]

ค่าสี a* หรือค่าสีแดง พบว่า วันที่ 0 มีค่า a* ต่ำที่สุด เท่ากับ 3.43±0.41 และค่าสีแดงเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีสีแดงมากขึ้นเล็กน้อย สอดคล้องกับงานวิจัยของ Stan & Popa (2014) พบว่า สมูทตี้ที่มีส่วนผสมของแอปเปิลและลูกแพร มีค่าสี a* เพิ่มขึ้นเล็กน้อยในระหว่างการเก็บรักษา [74] ซึ่งอาจเกิดจากการเกิด Browning reaction จากเอนไซม์ PPO ในผลของแอปเปิล [60] จึงส่งผลให้เกิดสีแดงมากขึ้น

ค่าสี b* หรือค่าสีเหลือง พบว่า วันที่ 0 มีค่า b* เท่ากับ 25.68±0.06 และค่าสีเหลืองเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญระหว่างการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) กล่าวคือ ระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์มีสีเหลืองมากขึ้น ซึ่งผลที่ได้ขัดแย้งกับผลงานของสมฤดี ไทพาณิชย์และปราณี อ่านเปรื่อง (2557) ที่พบว่าค่าสีเหลืองของเนื้อกล้วยหอมมีค่าลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บมากขึ้น [71] อาจเนื่องมาจากผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้ามีส่วนผสมของฟักทองที่เป็นผลจากอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้ช่วยเร่งปฏิกิริยาการย่อยสลายผ่านปฏิกิริยาออกซิเดชัน (Oxidation Degradation) ให้เร็วขึ้นและสลายตัวจากความร้อนได้มากขึ้น จึงส่งผลให้สีเหลืองในฟักทองมีค่าเพิ่มขึ้น [75]

ค่าความหนืด พบว่า วันที่ 0 มีค่าความหนืดต่ำที่สุด เท่ากับ 468.00±1.73 (cP) และค่าความหนืดเพิ่มมากขึ้นระหว่างการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) โดยวันที่ 12 มีค่าความหนืด เท่ากับ 1,432.66±20.23 (cP) ซึ่งการเพิ่มขึ้นของความหนืดระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Xu, Wang, Ren, Ni & Liao (2016) ที่ศึกษา ผลของการเก็บรักษากล้วยเพียวเร่ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 นาที พบว่า มีการเพิ่มขึ้นของอนุภาคขนาดเล็กและมีการเพิ่มขึ้นของความหนืดในระหว่างการเก็บรักษา [72] เมื่อพิจารณาจากค่าความหนืดจาก

ตารางที่ 4.20 พบว่า ค่าความหนืดเริ่มมีความเปลี่ยนแปลงมากขึ้นในช่วงระหว่างการเก็บรักษาวันที่ 4 เป็นต้นไป ดังนั้นผลิตภัณฑ์ซุปครีมทดแทนมื้ออาหารเช้านี้อาจเก็บรักษาได้เป็นระยะเวลาไม่เกิน 4 วัน เนื่องจากการเสื่อมเสียทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ [76]

ค่าความเป็นกรดด่าง พบว่า วันที่ 0 มีค่าเท่ากับ 6.50±0.00 และลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ตลอดระยะการเก็บรักษา กล่าวคือ ผลิตภัณฑ์มีความเป็นกรดมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น โดยวันที่ 12 มีค่าความเป็นกรดด่าง เท่ากับ 4.58±0.10 ซึ่งขัดแย้งกับผลของ Kumar และคณะ (2017) ที่พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ [58] อาจเกิดจากผลิตภัณฑ์ครีมซุปมีการเตรียมวัตถุดิบด้วยวิธีที่แตกต่างกัน การพาสเจอร์ไรซ์ที่อุณหภูมิ 85 องศาเซลเซียส เวลา 7 นาทีอาจไม่เพียงพอต่อการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ดังนั้นเมื่อมีสภาวะที่เหมาะสมส่งผลให้มีการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์และส่งผลให้ค่าความเป็นกรดด่างมีค่าลดลงหรือมีความเป็นกรดสูงขึ้น

ตารางที่ 4.20 คุณภาพทางกายภาพและเคมีของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±3 องศาเซลเซียส ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาเป็นเวลา 12 วัน

วันที่	คุณภาพทางกายภาพ				คุณภาพทางเคมี
	L*	a*	b*	ความหนืด (cP)	ความเป็นกรดด่าง
0	60.30±0.85^{a}	3.43±0.41^{d}	25.68±0.06^{e}	468.00±1.73^{g}	6.50±0.00^{a}
2	58.90±0.70^{b}	4.23±0.83^{c}	25.30±0.18^{de}	501.33±0.57^{f}	6.33±0.32^{b}
4	59.24±0.34^{b}	5.73±0.16^{b}	26.11±0.26^{cd}	744.00±2.64^{e}	6.12±0.02^{c}
6	58.83±0.10^{b}	6.32±0.11^{a}	26.28±0.57^{bcd}	820.33±1.52^{d}	5.92±0.40^{d}
8	57.37±0.30^{c}	6.32±0.26^{a}	26.77±0.70^{bc}	1,035.00±1.73^{c}	5.60±0.00^{e}
10	53.86±0.12^{d}	6.45±0.12^{a}	26.95±0.40^{b}	1,170.33±1.52^{b}	5.20±0.05^{f}
12	50.74±0.55^{e}	6.36±1.67^{a}	28.00±0.23^{a}	1,432.66±20.23^{a}	4.58±0.10^{g}

หมายเหตุ : $^{a,b,c,\ldots}$ ค่าเฉลี่ยที่มีตัวอักษรต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.21 การเปลี่ยนแปลงปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้าเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±3 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 12 วัน

ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร	ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g)						
	วันที่การเก็บรักษา						
	0	2	4	6	8	10	12
สูตรที่ 8	-	-	-	-	-	< 25	$6.6x10^6$

หมายเหตุ - ไม่พบจำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนแผ่นอาหารเลี้ยงเชื้อ

ปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ (ตารางที่ 4.21) พบว่า วันที่ 10 ของการเก็บรักษาเริ่มพบเชื้อจุลินทรีย์ และวันที่ 12 พบเชื้อจุลินทรีย์ปริมาณ $6.6x10^6$ log cfu/g เนื่องจากผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารนี้ผ่านกระบวนการพาสเจอร์ไรซ์ รวมถึงการเตรียมวัตถุดิบแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันอาจส่งผลให้ยังคงเหลือของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิด การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ในระยะเวลาหนึ่งส่งผลให้มีการเจริญเติบโตของเชื้อได้ เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Elrahman และคณะ (2013) พบว่า การพาสเจอร์ไรซ์สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ได้ แต่ในระหว่างการเก็บรักษาจะมีแนวโน้มของค่า pH ลดลง และมีปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มมากขึ้น [77]

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการสำรวจความต้องการของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า มีผู้ตอบแบบสำรวจจำนวน 156 คน แบ่งเป็นเพศชาย ร้อยละ 50.6 และเพศหญิงร้อยละ 49.4 มีอายุในช่วงระหว่าง 21 – 30 ปี คิดเป็นร้อยละ 46.2 ผลการสำรวจความคิดเห็นในหัวข้อวัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตที่เหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ 3 อันดับแรก ได้แก่ กล้วยหอม ฟักทอง และแอปเปิล คิดเป็นร้อยละ 67.3 45.5 และ 36.5 ตามลำดับ นำมากำหนดเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ ได้ทั้งสิ้น 10 สูตร พบว่า ค่าสีเหลืองและค่าความหนืดสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเพิ่มปริมาณฟักทอง สูตรที่ 1 ประกอบด้วย กล้วยหอม ร้อยละ 100 และ สูตรที่ 8 ประกอบด้วย กล้วยหอม ฟักทองและแอปเปิลร้อยละ 66.67 16.67 และ 16.67 ตามลำดับ เป็นสูตรที่ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า มีพลังงาน 260 กิโลแคลอรี ไขมันทั้งหมด 4.5 กรัม ไขมันอิ่มตัว 2.5 กรัม คอเลสเตอรอล 15 มิลลิกรัม โปรตีน 11 กรัม ใยอาหาร 12 กรัม โซเดียม 85 มิลลิกรัมและแคลเซียม 225.92 มิลลิกรัม ผลการวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคของผลิตภัณฑ์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ด้านผลการทดสอบอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ พบว่า ผลิตภัณฑ์เริ่มมีการเปลี่ยนแปลงในด้านความข้นหนืดที่มากขึ้นหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 วัน ดังนั้นผลิตภัณฑ์นี้สามารถเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7±3 องศาเซลเซียสได้ไม่เกิน 4 วัน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรเพิ่มการศึกษาบรรจุภัณฑ์หรือกระบวนการที่สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์เก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องได้ เพื่อเพิ่มทางเลือกในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์

2. ปรับลดปริมาณคาร์โบไฮเดรตของผลิตภัณฑ์เพื่อลดปริมาณน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

3. ปริมาตรของผลิตภัณฑ์ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค คือ 320 มิลลิลิตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลสำรวจความคิดเห็นของผู้บริโภค พบว่า มีปริมาตรค่อนข้างสูงอาจส่งผลให้ผู้บริโภคไม่เลือกซื้อ เนื่องจากการรับประทานเพื่อให้ได้ตามขอบเขตทางโภชนาการที่ผู้วิจัยกำหนดจะต้องรับประทานให้หมดใน 1 หน่วยบริโภคหรือ 320 มิลลิลิตร ดังนั้นอาจมีการปรับสูตรลดปริมาณของเหลวเพื่อให้มีปริมาตรที่ลดลงและมีความเหมาะสมต่อการบริโภค 1 หน่วย

4. ควรเพิ่มคำถาม เกี่ยวกับแหล่งที่ซื้อ ในแบบสำรวจด้านพฤติกรรมการบริโภคอาหารเช้าเพื่อเป็นแนวทางในการวางขายผลิตภัณฑ์ตามสถานที่ที่เหมาะสม

ข้อจำกัดงานวิจัย

1. การสำรวจความคิดเห็นจากผู้บริโภค ทางผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่าง ส่วนใหญ่เป็นข้าราชการในสังกัดกรมราชทัณฑ์ ส่งผลให้กลุ่มตัวอย่างไม่มีความกระจายในทุกกลุ่มประชากร

บรรณานุกรม

[1] Gibney, M. J., Barr, S. I., Bellisle, F., Drewnowski, A., Fagt, S., Hopkins, S., Livingstone, B., Varela-Moreiras, G., Moreno, L., Smith, J., Vieux, F., Thielecke, F., & Masset, G., "Towards an Evidence-Based Recommendation for a Balanced Breakfast-A Proposal from the International Breakfast Research Initiative," *Nutrients*, Vol. 10, Oct 2018.

[2] สุวรรณา เชียงขุนทด, ชนิดา มัททวางกูร, กุลธิดา จันทร์เจริญ, เนตร หงษ์ไกรเลิศ, นารี รมย์นุกูล, ฐิติมา อุดมศรี และ สมหญิง เหง้ามูล, *ความรู้และพฤติกรรมการบริโภคอาหารของประชาชนในเขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร*, กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสยาม, 2556.

[3] ปิยะกุล สิทธิรัตน์ ณ นครพนม และ อนุชาติ มาธนะสารวุฒิ, "ความสัมพันธ์ระหว่างการบริโภคอาหารเช้าและความเหนื่อยล้าในนักศึกษาแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่," *วารสารสาธารณสุขล้านนา*, ปีที่ 12, ฉบับที่ 2, กรกฎาคม – ธันวาคม 2559.

[4] อดิษา สังขะทิพย์ และ สุวลี โล่วีรกรณ์, พฤติกรรมการบริโภคอาหารและภาวะโภชนาการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนในตำบลกุดปลาดุก อำเภอชื่นชม จังหวัดมหาสารคาม, *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, ปีที่ 19, ฉบับที่ 1, มกราคม – เมษายน 2560.

[5] Monzani, A., Ricotti, R., Caputo, M., Solito, A., Archero, F., Bellone, S., & Prodam, F. A., "Systematic Review of the Association of Skipping Breakfast with Weight and Cardiometabolic Risk Factors in Children and Adolescents. What Should We Better Investigate in the Future," *Nutrients*, Vol. 11, No. 2, Feb 2019.

[6] กองโภชนาการ, ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของไทย, กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์องค์การ, 2554.

[7] กระทรวงสาธารณสุข, *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 350) พ.ศ.2556 เรื่อง นมโค.* ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่130 ตอนพิเศษ 87 ง (ลงวันที่ 24 กรกฎาคม 2556), 2556.

[8] นัยนา บุญทวียุวัฒน์, *ชีวเคมีทางโภชนาการ*, กรุงเทพมหานคร: เจริญดีมั่นคงการพิมพ์, 2553.

[9] วิชัย ตันไพจิตร, "โภชนาการ," ใน *สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน เล่มที่9*, หน้า 200-209. 2528.

[10] กระทรวงสาธารณสุข, *ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับคนไทย พ.ศ. 2563*, กรุงเทพมหานคร: ห้างหุ้นส่วนจำกัด เอ.วี. โปรเกรสซีฟ, 2563.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[11] O'Neil, C. E., Byrd-Bredbenner, C., Hayes, D., Jana, L., Klinger, S. E., & Stephenson-Martin, S., "The role of breakfast in health: definition and criteria for a quality breakfast," *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, Vol. 114, No. 12, pp. 8 – 26, Dec 2014.

[12] Kubota, Y., Iso, H., Sawada, N., & Tsugane, S., "Association of breakfast intake with incident stroke and coronary heart disease the Japan public health center based study," Stroke, vol. 2, pp. 477-481, Jan 2016.

[13] สิริไพศาล ยิ้มประเสริฐ, "พฤติกรรมการบริโภคอาหารของนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา," *วารสารราชพฤกษ์*, เล่มที่ 15, ฉบับที่ 1, หน้า 33–41, 2560.

[14] พิชศาล พันธุ์วัฒนา, "พฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนเมืองวัยทำงานในกรุงเทพมหานคร," *สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 7 ขอนแก่น*, เล่มที่ 26, ฉบับที่ 2, หน้า 93–103, 2562.

[15] เครือมาศ มีเกษม, *การศึกษาพฤติกรรมการบริโภคอาหารจานด่วนของบุคคลวัยทำงานในเขตกรุงเทพมหานคร,* (วิทยานิพนธ์ปริญญาบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยกรุงเทพ), 2554.

[16] กองบริหารการสาธารณสุข, "มาตรฐานอาหารในโรงพยาบาล," ใน *มาตรฐานโรงพยาบาลอาหารปลอดภัย*, สมุทรสาคร: บริษัท บอร์น ทู บี พับลิชชิ่ง จำกัด, 2561.

[17] Dar, A., Sofi, S., & Rafiq, S., "Pumpkin the Functional and therapeutic ingredient: A review," *International Journal of Food Science and Nutrition*, vol. 2, No. 6, pp. 165-170, Dec 2017.

[18] Chen, X., Qian, L., Wang, B., Zhang, Z., Liu, H., Zhang, Y., & Liu, J., "Synergistic Hypoglycemic Effects of Pumpkin Polysaccharides and Puerarin on Type II Diabetes Mellitus Mice," *Molecules*, vol. 24, No. 5, Mar 2019.

[19] เสาวลักษณ์ เรืองอ่อน และ ศักดิ์ศรี แสนยาเจริญกุล. "การศึกษาปริมาณสารเบต้าแคโรทีนทั้งหมดและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระจากฟักทอง," *รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 4 สถาบันวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร*, หน้า 1054-1060, ธันวาคม 2560.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[20] Kulczyński, B.,& Gramza-Michałowska, A., "The Profile of Carotenoids and Other Bioactive Molecules in Various Pumpkin Fruits (Cucurbita maxima Duchesne) Cultivars," *Molecules*, Vol. 24, No. 18, Sep 2019.

[21] Różyło, R., Gawlik-Dziki, U., Dziki, D., Jakubczyk, A., Karaś, M., & Różyło, K., "Wheat Bread with Pumpkin (Cucurbita maxima L.) Pulp as a Functional Food Product," *Food technology and biotechnology*, Vol. 52, No. 4, pp. 430–438, Dec 2014.

[22] Patel, A.S., Bariya, A., Ghodasara, S.N., Chavda, J.A., & Patil, S.S., "Total carotene content and quality characteristics of pumpkin flavoured buffalo milk," *Heliyon*, Vol. 6, No. 7, July 2020.

[23] Pua, E.C., "Biotechnology in Agriculture and Forestry - Transgenic Crops V," in *Banana*. M. R. Davey, Eds., Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2007, pp. 3-34.

[24] Fahrasmane, L., Parfait, B., & Aurore, G., "Bananas, a source of compounds with health properties," *Acta Horticulturae*, Vol. 1040. pp. 75-82, June 2014.

[25] Sidhu, J., & Zafar, T., "Bioactive compounds in banana fruits and their health benefits," *Food Quality and Safety*, Vol. 2. pp. 183-188, Dec 2018.

[26] สมัคร แก้วสุกแสง และ พีรพงค์ แสงวนางค์กูล., "ปริมาณสารออกฤทธิ์ของผลไม้ตระกูลส้มที่ปลูกในภาคใต้," *แก่นเกษตร*, ปีที่ 43 ฉบับที่ 1, หน้า 799-804, 2558.

[27] Zhang, H., Yang, Y., & Zhou, Z., "Phenolic and flavonoid contents of mandarin (Citrus reticulata Blanco) fruit tissues and their antioxidant capacity as evaluated by DPPH and ABTS methods," *Journal of Integrative Agriculture*, Vol. 17, pp. 256-263, Jan 2018.

[28] ธนิตชยา พุทธมี, จุฑามาศ นาเจริญ และ พงษ์ตะวัน พันธะนะแพทย์, "การเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพของผลฝรั่งระหว่างรอการแปรรูป," *แก่นเกษตร*, ปีที่ 46 ฉบับที่ 1, หน้า 1343-1347, 2561.

[29] ณิชาภัทร ฟองเทพ ,ปริยาพร ยอดรัก และ เกรียงศักดิ์ ไทยพงษ์, "คุณภาพผลและปริมาณสารต้านอนุมูลอิสระในฝรั่งพันธุ์'แป้นสีทอง'เกรดต่างๆ," *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, ปีที่ 46, ฉบับที่ 3(พิเศษ), หน้า 505-508, กันยายน 2558.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[30] มหาวิทยาเกษตรศาสตร์ สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม, การปลูกแอปเปิล, 2560 สืบค้นจาก http://www.eto.ku.ac.th/neweto/e-book/plant/tree_fruit/apple.pdf (3 กุมภาพันธ์ 2562).

[31] Starowicz, M., Achrem–Achremowicz, B., Piskuła, M. K., & Zieliński, H., "Phenolic Compounds from Apples: Reviewing their Occurrence, Absorption, Bioavailability, Processing, and Antioxidant Activity – a Review," *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences,* Vol. 70, No. 4, pp. 321-336, 2020.

[32] Wang, X., Li, C., Liang, D., Zou, Y., Li, P., & Ma, F., "Phenolic compounds and antioxidant activity in red-fleshed apples," *Journal of Functional Foods*, Vol. 18, pp. 1086-1094, Oct 2015.

[33] Oszmiański, J., & Wojdyło, A., "Effects of blackcurrant and apple mash blending on the phenolics contents, antioxidant capacity, and colour of juices," *Czech Journal of Food Sciences*, Vol. 27, No. 5, pp. 338–351, Jan 2019.

[34] Kalinowska, M., Bielawska, A., Lewandowska, H., Priebe, W., & Lewandowski, W., "Apples: Content of phenolic compounds vs. Variety, part of apple and cultivation model, extraction of phenolic compounds, biological properties," *Plant physiology and biochemistry*, Vol. 84, pp. 169-188, Nov 2014.

[35] ผาณิต รุจิรพิสิฐ, วิชชุดา สังข์แก้ว และ เสาวนีย์ เอี้ยวสกุลรัตน์, "คุณค่าทางโภชนาการของข้าว 9 สายพันธุ์," *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, เล่มที่ 43, ฉบับที่ 2 (พิเศษ), หน้า 173-176, 2005.

[36] มูลนิธิโครงการหลวง, ถั่วแดง, สืบค้นจาก http://www.royalprojectthailand.com/node/928 (3 กุมภาพันธ์ 2562).

[37] อิงฟ้า คำแพง, อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, "การศึกษาเปรียบเทียบปริมาณสารพฤกษเคมีในข้าวและธัญพืช 4 ชนิด," *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, เล่มที่ 40 ฉบับที่ 3 (พิเศษ), หน้า 93-96, 2552.

[38] นิพัฒน์ ลิ้มสงวน, ประมวล ทรายทอง และ สุภัคชนม์ คล่องดี, "ความสามารถของถั่วชนิดต่างๆ ในการต้านอนุมูลอิสระและส่งเสริมการเจริญเติบโตของแบคทีเรียแลคโตบาซิลลัส," *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, เล่มที่ 26, ฉบับที่ 5, หน้า 777–789, 2561.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[39] สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กองพัฒนาศักยภาพผู้บริโภค, นมพร้อมดื่ม (ตอน1), 2018, สืบค้นจาก http://elib.fda.moph.go.th/elib/cgi-bin/opacexe.exe?op=dsp&cat=sub&lang=0&db=Jindex&pat=นมพร้อมดื่ม 202546&cat=sub&skin=u&lpp=20&catop=&scid=zzz&bid=33973

[40] สุมนต์ทิพย์ คงตันจันทร์ฟัก, "การศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพทางเคมีและจุลชีววิทยาของน้ำนมสดและนมพร้อมดื่ม," *วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร*, เล่มที่ 46 ฉบับที่ 3 (พิเศษ), หน้า 881-884, 2558.

[41] Pereira, P. C., "Milk nutritional composition and its role in human health," *Nutrition*, Vol. 30, No. 6, pp. 619–627, Jun 2014.

[42] Ojo, O., Rodrigues, A., Ojo, O., Wang, X., & Brooke, J., "The Microbial Quality and Safety of Blenderised Enteral Nutrition Formula: A Systematic Review," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, Vol. 17, No. 24, Dec 2020.

[43] Fernández-López, J., Botella-Martínez, C., Vera, C., Sayas-Barberá, M., Viuda-Martos, M., Sánchez-Zapata, E., & Pérez-Álvarez, J., "Vegetable Soups and Creams: Raw Materials, Processing, Health Benefits, and Innovation Trends," *Plants*, vol. 9, No. 1769, Dec 2020.

[44] Gisslen, W., "Soup," in *Professional cooking*, New Jersey : John Wiley & Sons, Inc., 2013, pp. 223 – 273.

[45] กรุงเทพธุรกิจ, เทรนด์อาหารเทรนด์สุขภาพยุค New Normal, 2563, สืบค้นจาก https://www.bangkokbiznews.com/news/detail/910930 (28 มีนาคม 2564)

[46] ศูนย์วิจัยกสิกรไทย, โอกาสทำเงินเกาะกระแสอาหารสุขภาพ, 2560, สืบค้นจาก https://www.kasikornbank.com/th/business/sme/KSMEKnowledge/article/KSMEAnalysis/Documents/HealthyFoodBusinessGrowth.pdf (9 กุมภาพันธ์ 2563)

[47] อภิรดา รินพล, เนตรชนก หลวงแสน และ พิมพร ดอนมูล, "การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากธัญพืช," ใน *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49*, กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2554, หน้า 141-147.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[48] ขนิษฐา หมวดเอียด, *การพัฒนาผลิตภัณฑ์โรตีกรอบเสริมใยอาหารจากรำข้าว*, สงขลา: มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา สถาบันวิจัยและพัฒนา, 2561.

[49] Freitas, B. C., Santos, T., Moreira, J., Zanfonato, K., Morais, M., & Costa, J. A., "Novel foods: a meal replacement shake and a high-calorie food supplemented with Spirulina biomass," *International Food Research Journal*, Vol. 26, pp. 56-65, Feb 2019.

[50] Guo, X., Xu, Y., He, H., Cai, H., Zhang, J., Li, Y., Yan, X., Zhang, M., Zhang, N., Maddela, R., Nicodemus-Johnson, J., & Ma, G., "Effects of a Meal Replacement on Body Composition and Metabolic Parameters among Subjects with Overweight or Obesity," *Journal of Obesity*, Vol. 6, pp. 1-10, Dec 2018.

[51] Derkyi, N.S.A., Acheampong, M., Mwin, E. N., Tetteh, P., & Aidoo, S.C., "Product design for a functional non-alcoholic drink," *South African Journal of Chemical Engineering*," Vol. 25, pp. 85-90, June 2018.

[52] กระทรวงสาธารณสุข, *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 121) พ.ศ.2532 เรื่อง อาหารสำหรับผู้ที่ต้องการควบคุมน้ำหนัก*, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศพิเศษ เล่มที่106 ตอนที่ 103 (ลงวันที่ 1 กรกฎาคม 2532), 2532.

[53] Hurtado, A., Picouet, P., Jofré, A., Guàrdia, M. D., Ros-García, J., & Bañón, S., "Application of High Pressure Processing for Obtaining "Fresh-Like" Fruit Smoothies," *Food and Bioprocess Technology*, Vol. 8, pp. 2470-2482, Sep 2015.

[54] กระทรวงสาธารณสุข, *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 416) พ.ศ.2563 เรื่อง กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์เงื่อนไข และวิธีการในการตรวจวิเคราะห์*, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่137 ตอนพิเศษ 237 ง (ลงวันที่ 9 ตุลาคม 2563), 2563.

[55] สำนักงานสถิติแห่งชาติ กองสถิติสังคม, *การสำรวจพฤติกรรมการบริโภคอาหารของประชากร พ.ศ.2560*, กรุงเทพมหานคร: สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2561.

[56] พิภพ ทองจันทร์, *พฤติกรรมการรับประทานอาหารเช้าของนิสิตปริญญาตรี สาขาสุขศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*, (ปริญญาศึกษาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสุขศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์), 39 หน้า, 2558.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[57] Aderinola, T. A., "Nutritional, Antioxidant and Quality Acceptability of Smoothies Supplemented with *Moringa oleifera* Leaves," *Beverages*, Vol. 4, pp. 104-112, Nov 2018.

[58] Kumar, P., Peter, S., & Singh, S. B., "Sensory evaluation of low fat cereal and fruit based fermented milk beverage," *The Pharma Innovation Journal*, Vol. 6, No. 5, pp. 37-39, April 2017.

[59] Guazi, J. C., Lago-Vanzela, E. S., & Conti-Silva, A. C., "Development of smoothies from dehydrated products of strawberry and banana pulps obtained through foam-mat drying," *International Journal of Food Science & Technology*, Vol. 54, No. 1, July 2018.

[60] Adam, I., K., Abdullahi Adam, A., & Aminu, B., "EFFECT OF POLYPHENOL OXIDASE ON BROWNING OF APPLE AND GARDEN EGG," *Dutse Journal of Pure and Applied Science*, Vol.2, No. 2, Dec 2016.

[61] ณัฐกฤษฎ์ พุทธเจริญจิตต์, ภัทรพล ผลจันทร์ และ ศุภชัย ปลื้มคิด, *สมบัติการไหลและสมบัติทางเคมีกายภาพของเพียวเร่ฟักทอง*, (ปริญญานิพนธ์ สาขาวิชาวิศวกรรมแปรรูปอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง), 2559.

[62] Bahçeci, S. K., Serpen, A., Gokmen, V., & Acar, J., "Study of lipoxygenase and peroxidase as indicator enzymes in green beans: Change of enzyme activity, ascorbic acid and chlorophylls during frozen storage," *Journal of Food Engineering*, Vol. 66, No. 2, pp. 187–192, Jan 2005.

[63] Dikeman, C. L., & Fahey, G. C., "Viscosity as related to dietary fiber: a review," *Critical reviews in food science and nutrition*, Vol. 46, No. 8, pp. 649–663, Feb 2006.

[64] Dhiman, A., Sharma, K., & Attri, S., "Functional constituents and processing of pumpkin: A review", *Journal of Food Science and Technology*, Vol. 46, No.5, pp. 411-417, Sep 2009.

[65] Escribano, S., & Mitcham, E., "Progress in heat treatments," *Stewart Postharvest Review*, Vol. 10, No. 3, Dec 2014.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[66] Boesveldt, S., & Graaf, K., "The Differential Role of Smell and Taste For Eating Behavior," *Perception*, Vol. 46, pp. 307–319, Jan 2017.

[67] กระทรวงสาธารณสุข, *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่182) พ.ศ. 2541 เรื่อง ฉลากโภชนาการ*, ราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่มที่ 115, ตอนที่ 47 ง (ลงวันที่ 11 มิถุนายน 2541), 2541.

[68] กระทรวงอุตสาหกรรม, "ศาสตร์ของน้ำตาลทราย," *วารสารน้ำตาล*, ปีที่ 1, หน้า 37, กรกฎาคม 2560.

[69] ธนาภร รติธรรมธร, "ผลของการให้ความร้อนและการทำให้เย็นที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและการย่อยของแป้ง," *วารสารวิทยาศาสตร์บูรพา*, ปีที่ 21, เล่มที่ 2, หน้า 246 – 259, 2559.

[70] Ribeiro, L.O., Barbos, I.C., SÁ, D.G., Castro, F., Silva, J.P., Matta, V.M., & Freitas, S.P., "Stability evaluation of juçara, banana and strawberry pasteurized smoothie during storage," *Food Science and Technology*, Vol. 40, No. 2, pp. 387-393, Oct 2019.

[71] สมฤดี ไทพาณิชย์ และ ปราณี อ่านเปรื่อง, "การป้องกันการเกิดสีน้ำตาลของผลิตภัณฑ์เนื้อกล้วยหอมตีป่นพาสเจอไรซ์," วารสารเทคโนโลยีการอาหาร, ปีที่ 9, เล่มที่ 1, หน้า 39 – 51, 2557.

[72] Xu, Z., Wang, Y., Ren, P., Ni, Y.Y., & Liao, X., "Quality of banana puree during storage: a comparison of high pressure processing and thermal pasteurization methods," *Food and Bioprocess Technology*, Vol. 9, No. 3, pp. 407-420, Mar 2016.

[73] Devece, C., Rodriguez-Lopez, J. N., Fenoll, L. G., Tudela, J., Catala, J. M., de Los, R. E., & Garcia-Canovas, F., "Enzyme inactivation analysis for industrial blanching applications: comparison of microwave, conventional, and combination heat treatments on mushroom polyphenoloxidase activity," *Journal of agricultural and food chemistry*, Vol. 47, No. 11, pp. 4506–4511, Oct 1999.

บรรณานุกรม (ต่อ)

[74] Stan, A., & Popa, M., “The influence of chilling storage on color, pH and acidity of fruit smoothie beverages,” *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, pp. 241-245, June 2014.

[75] Baysal, T., & Demirdöven, A., “Lipoxygenase in fruits and vegetables: A review,” *Enzyme and Microbial Technology*, Vol. 40, No. 4, pp. 491-496, Mar 2007.

[76] มหาวิทยาลัยรามคำแหง, การเสื่อมคุณภาพและการเสื่อมเสียของอาหาร, สืบค้นจาก http://old-book.ru.ac.th/e-book/f/FD323(54)/FD323-1.pdf (10 พฤษภาคม 2564)

[77] Elrahman, S., Said Ahmed, A., El-Zubeir, I., El Owni, O., Ahmed, M.-K., “Effect of storage temperature on the microbiological and physicochemical properties of pasteurized milk,” *Annals of Food Science and Technology*, Vol. 14, pp. 115-121, June 2013.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารเช้า

แบบสอบถามเกี่ยวกับครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

แบบสอบถามฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการรับประทานอาหารเช้าและปัจจัยความต้องการของผู้บริโภคในครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร โดยข้อมูลที่ได้รับจะนำไปประกอบการทำวิทยานิพนธ์ หลักสูตร ปริญญาโท ภาคพิเศษ สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปีการศึกษา 2561

กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม

กลุ่มวัยทำงาน ที่อาศัยในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

โปรดเลือกข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1.1 เพศ

☐ชาย ☐หญิง

1.2 อายุ

☐ ต่ำกว่า 20 ☐ 21 – 30 ปี ☐ 31 – 40 ปี

☐ 41 – 50 ปี ☐ 50 ปีขึ้นไป

1.3 ระดับการศึกษา

☐ ต่ำกว่ามัธยมศึกษา ☐ มัธยมศึกษา / อาชีวศึกษา ☐ อนุปริญญา / ปวส.

☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี

1.4 อาชีพ

☐ แพทย์ ☐ พยาบาล ☐ ข้าราชการ / รัฐวิสาหกิจ

☐ บุคคลากรสายการแพทย์ (ยกเว้น แพทย์ พยาบาล) ☐ พนักงานบริษัทเอกชน

☐ ธุรกิจส่วนตัว ☐ อื่นๆ

1.5 รายได้ต่อเดือน

☐ น้อยกว่า 5,000 บาท ☐ 5,000 – 10,000 ☐ 10,001 – 20,000

☐ 20,001 – 30,000 ☐ 30,001 – 40,000 ☐ มากกว่า 40,000

2. พฤติกรรมการบริโภคอาหารเช้า

2.1 ความถี่ในการบริโภคอาหารเช้า

☐ ทุกวัน (ไม่ต้องตอบ ข้อ 2.2)

☐ 5 – 6 วัน/สัปดาห์

☐ 3 – 4 วัน/สัปดาห์

☐ 1 – 2 วัน/สัปดาห์

☐ ไม่บริโภคอาหารเช้า

2.2 เหตุผลที่ไม่บริโภคอาหารเช้าทุกวัน

☐ ไม่หิว / ไม่อยากอาหาร ☐ ไม่สะดวก เพราะต้องเดินทางไปทำงาน

☐ ไม่มีร้านขายอาหารบริเวณที่พัก ☐ อื่นๆ.....

2.3 ชนิดของอาหารเช้าที่เลือกบริโภค

☐ อาหาร 1 จาน (ข้าว+กับข้าว) ☐ กาแฟ อย่างเดียว

☐ ขนมปัง + นม/ โอวัลติน ☐ นม อย่างเดียว

☐ ขนมปัง + กาแฟ ☐ อื่นๆ

2.4 ปัจจัยที่ท่านเลือกรับประทานอาหารเช้า (จากข้อ 2.3)

☐ ราคา

☐ สะดวกต่อการซื้อ

☐ รสชาติอร่อย

☐ คุณค่าทางโภชนาการ

☐ อื่นๆ

2.5 ราคาอาหารเช้าที่ท่านยอมรับได้ในการซื้อต่อครั้ง

☐ ต่ำกว่า 35 บาท

☐ 35 – 40 บาท

☐ 40 – 45 บาท

☐ มากกว่า 45 บาท

3. ความคิดเห็นเกี่ยวกับการพัฒนาครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร มีพลังงานและสารอาหาร ตามหลักโภชนาการ เพื่อสะดวกต่อการบริโภคอาหารมื้อเช้าของผู้ของผู้บริโภคและสามารถเก็บในตู้เย็นได้

3.1 วัตถุดิบที่ท่านเห็นควรจะนำมาผลิตครีมซุปทดแทนมื้ออาหารใน หมวด ข้าว-แป้ง (เลือกได้มากกว่า 1 ช่อง)

☐ ฟักทอง ☐ กล้วยหอม ☐ ส้ม
☐ ฝรั่ง ☐ แอปเปิล ☐ ข้าวสวย
☐ อื่นๆ.....

3.2 วัตถุดิบที่ท่านเห็นควรจะนำมาผลิตครีมซุปทดแทนมื้ออาหารใน หมวดโปรตีน-ไขมัน (เลือกได้มากกว่า 1 ช่อง)

☐ นมวัน ☐ นมถั่วเหลือง ☐ ถั่วแดง
☐ ถั่วเขียว ☐ ถั่วเหลือง ☐ ถั่วลิสง
☐ ไข่ไก่ ☐ เฉพาะไข่ขาว ☐ เฉพาะไข่แดง
☐ อื่นๆ.....

3.3 ปริมาตรต่อขวดของครีมซุปที่ยอมรับได้ในการบริโภคต่อครั้ง เพื่อทดแทนอาหาร 1 มื้อ

☐ 200 – 250 มิลลิลิตร ☐ 250 – 300 มิลลิลิตร
☐ 300 – 350 มิลลิลิตร ☐ 350 – 400 มิลลิลิตร
☐ มากกว่า 400 มิลลิลิตร

3.4 ท่านยอมรับราคาของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารในช่วงราคาเท่าใด

☐ ต่ำกว่า 35 บาท
☐ 35 – 40 บาท
☐ 40 – 45 บาท
☐ มากกว่า 45 บาท

3.5 สิ่งที่อยากได้ในผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ แคลเซียม
☐ ใยอาหาร
☐ น้ำตาลน้อย
☐ ใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติ

3.6 บรรจุภัณฑ์ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสมต่อผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารที่สะดวกต่อการรับประทาน

☐ ขวดพลาสติก

☐ ขวดแก้ว

☐ กล่องกระดาษ

☐ กระป๋อง

☐ อื่นๆ.....

ภาคผนวก ข
แบบประเมินทางประสาทสัมผัส

รหัสผู้ทดสอบ .....

แบบสอบถาม

คำชี้แจง : แบบสอบถามนี้เป็นการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารของผู้บริโภค จึงขอความร่วมมือในการแสดงความคิดเห็น โดยข้อมูลของท่านจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการนำไปพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ต่อไป

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อที่ตรงกับความเป็นจริง

ตอนที่ 1 รายละเอียดของผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง

2. อายุ ( ) 20 – 30 ปี ( ) 31 – 45 ปี
( ) 46 – 60 ปี

3. ภูมิลำเนา ( ) กรุงเทพและปริมณฑล ( ) ภาคกลาง
( ) ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ( ) ภาคเหนือ
( ) ภาคตะวันตก ( ) ภาคใต้
( ) ภาคตะวันออก

4.โดยปกติท่านชอบดื่มเครื่องดื่มสมูทตี้หรือผัก/ผลไม้ปั่นหรือไม่
( ) ชอบ ( ) ไม่ชอบ ( ) เฉยๆ

การแพ้อาหาร :

ผลิตภัณฑ์ที่ท่านจะชิมต่อไปนี้ มีส่วนผสมของ **นมวัว** และ**ถั่วแดง**

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับการทดสอบผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

<u>คำชี้แจง</u> กรุณาทดสอบชิมผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร 5 ตัวอย่าง
โดยชิมทีละตัวอย่างจากซ้ายไปขวา แล้วให้คะแนนความชอบที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน ดังนี้

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

คุณลักษณะ	**คะแนนความชอบของแต่ละตัวอย่าง**				
	#	#	#	#	#
ลักษณะปรากฏ					
สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
ความข้นหนืด					
ความชอบรวม					

ข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์

.....

.....

.....

☺ ขอขอบคุณที่สละเวลาในการทำแบบสอบถาม ☺

ภาคผนวก ค
การเตรียมตัวอย่าง

ตารางภาคผนวกที่ 1 ค ค่าสีของวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์ซุปครีมทดแทนมื้ออาหารเช้า

รายการวัตถุดิบ	L*	a*	b*
กล้วยหอม	69.58±0.04	1.08±0.06	32.50±0.40
ฟักทอง	57.86±0.09	6.76±0.44	72.11±0.64
แอปเปิล	24.08±0.08	25.40±0.26	18.67±0.18
ถั่วแดงหลวง	19.48±0.05	13.74±0.05	8.56±0.03

วิธีการเตรียมวัตถุดิบสำหรับผลิตภัณฑ์ซุปครีมทดแทนมื้ออาหารเช้า มีดังนี้

1. กล้วยหอม (*Musa Sapientum* Linn.)

1.1 กล้วยหอมทอง ความสุกระยะที่ 6 (สีเหลือทองเสมอกันทั้งลูก)

1.2 ปอกเปลือกกล้วยหอม

1.3 เตรียมกล้วยหอมตามปริมาณที่กำหนดของแต่ละสูตร

2. ฟักทอง (*Cucurbita moschata* Decne)

2.1 ฟักทองลายข้าวตอกขนาดลูก 2 – 4 กิโลกรัม

2.2 หั่นแบ่งชิ้นละ50-100 กรัม นำช้อนขูดเอาใส้ใน เมล็ดออกให้หมด และปอกเปลือกด้านนอกออกให้หมด และนำไปล้างทำความสะอาดยางออกให้หมด นำมาผึ่งลมให้แห้ง

2.3 นำฟักทองมาผ่าเอาเมล็ดออกแล้วนำมาล้างน้ำให้สะอาด นำมาปอกเปลือก

2.4 หั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ พอประมาณ

2.5 นำฟักทองไปนึ่ง ประมาณ 45 นาที

2.6 ยกลงพักไว้ เพื่อให้ฟักทองที่นึ่งร้อนจัดเย็นลงเล็กน้อย

2.7 เตรียมฟักทองตามปริมาณที่กำหนดของแต่ละสูตร

3. แอปเปิล (*Malus domestica* Borkh) พันธุ์กาลา (Gala)

3.1 ทำความสะอาดแอปเปิลทั้งผล

3.2 ผึ่งลมให้แห้ง

3.3 เตรียมแอปเปิลตามปริมาณที่กำหนดของแต่ละสูตร (รวมเปลือกและเนื้อ)

4. ถั่วแดงหลวง (*Phaseolus vulgaris* L.)

4.1 นำถั่วแดงหลวงเมล็ดแห้ง แช่น้ำ ประมาณ 12 ชั่วโมง

4.2 คัดเลือกเมล็ดที่มีความผิดปกติออก

4.3 ล้างน้ำเปล่า กรองน้ำออกให้เหลือแต่เมล็ดถั่วแดง

4.4 นำถั่วแดงหลวงไปนึ่ง ประมาณ 45 นาที

4.5 เตรียมถั่วแดงหลวงตามปริมาณที่กำหนดของแต่ละสูตร

ภาคผนวก ง
ภาพประกอบการเตรียมผลิตภัณฑ์

1. วัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรต

(ก)

(ข)

(ค)

ภาคผนวกที่ ง 1 วัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตก่อนการเตรียม (ก) กล้วยหอม (ข) ฟักทอง (ค) แอปเปิล

1. วัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรต (ต่อ)

(ก)

(ข)

(ค)

ภาคผนวกที่ ง 2 วัตถุดิบหมวดคาร์โบไฮเดรตก่อนปั่นผสม (ก) กล้วยหอม (ข) ฟักทอง (ค) แอปเปิล

2. ภาพวัตถุดิบหมวดโปรตีนและไขมัน

(ก)

(ข)

(ค)

ภาคผนวกที่ ง 3 วัตถุดิบหมวดโปรตีน-ไขมัน ก่อนการปั่นผสม
(ก) ถั่วแดงหลวง (ข) นมพร่องมันเนย (ค) นมครบส่วน

3. ภาพผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

(ก)

(ข)

ภาคผนวกที่ ง 4 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารสูตรที่ 1 (ก) สูตรที่ 2 (ข)

(ค)

(ง)

ภาคผนวกที่ ง 5 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารสูตรที่ 3 (ค) สูตรที่ 4 (ง)

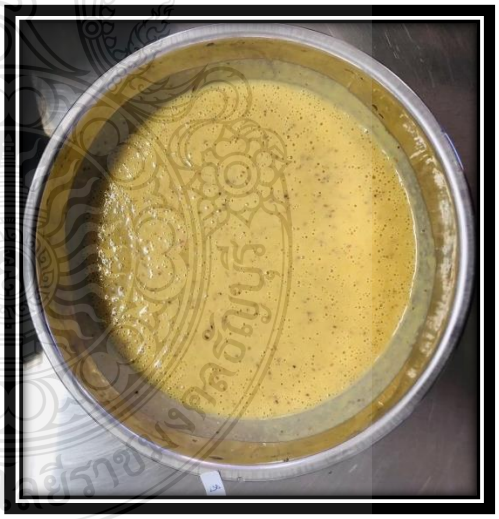
3. ภาพผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร (ต่อ)

(จ)

(ฉ)

ภาคผนวกที่ ง 6 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารสูตรที่ 5 (จ) สูตรที่ 6 (ฉ)

(ช)



(ซ)

ภาคผนวกที่ ง 7 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารสูตรที่ 7 (ช) สูตรที่ 8 (ซ)

3. ภาพผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร (ต่อ)

(ฌ)

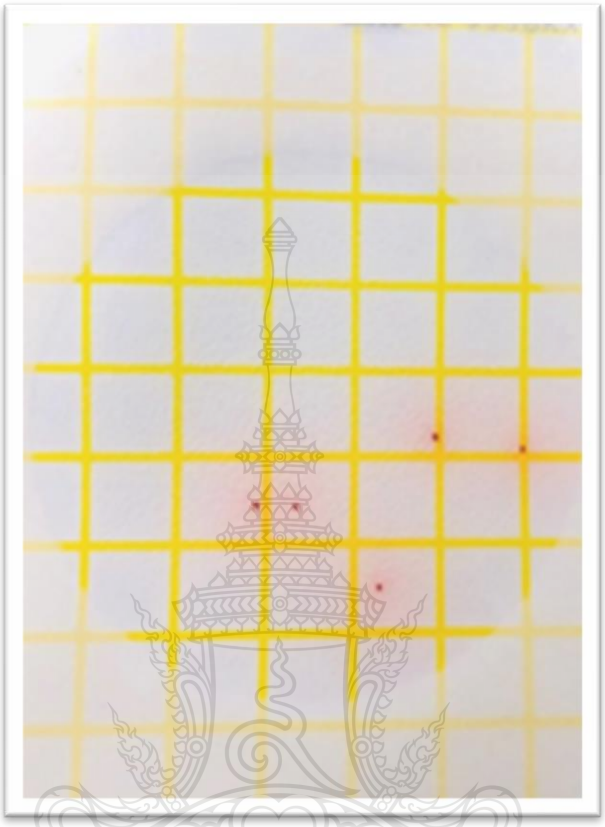
(ญ)

ภาคผนวกที่ ง 8 ผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหารสูตรที่ 9 (ฌ) สูตรที่ 10 (ญ)

4. บรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ครีมซุปทดแทนมื้ออาหาร

ภาคผนวกที่ ง 9 ถุงรีทอร์ทเพาช์แบบมีฝาเกลียว

5. การวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์



ภาคผนวกที่ ง 10 ลักษณะเชื้อจุลินทรีย์วันที่ 12 ของการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 ± 3 องศาเซลเซียส

ภาคผนวก จ
การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ ทางเคมี และจุลชีววิทยา

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

การวิเคราะห์ค่าสี

เครื่องมือ

1. เครื่องวัดสี HunterLab รุ่น Color flex

วิธีวิเคราะห์

1. เปิดสวิตซ์เครื่อง

2. กด Start เพื่อเริ่มเครื่อง นำแผ่นทดสอบสีขาววางในช่องทดสอบ กด Strat เพื่อตรวจสอบค่าสีขาว และนำแผ่นทดสอบสีดำเพื่อทดสอบค่าของสีดำ

3. ใส่ตัวอย่าง กด Start เครื่องจะทำงานอัตโนมัติ และจะได้ค่า L* a* b* บนหน้าต่างแสดง

วัดค่าสีในรูป ค่าสี L*, a* และ b* โดยค่า L* แสดงถึงความมืดสว่าง (Darkness/Lightness) ค่า a* แสดงถึงสีแดงและสีเขียว (Redness/Greenness) และค่า b* แสดงถึงสีเหลืองและสีน้ำเงิน (yellowness/blueness) โดยมีการกำหนดความหมายของค่าที่วัดได้ดังนี้

ค่า L* คือ ค่าแสดงความเข้มสว่างของสี ซึ่งมีตั้งแต่ค่า 0 ถึง 100 ถ้าค่า L* เท่ากับ 0 หมายถึง สีดำและค่า L* เท่ากับ 100 หมายถึง ค่าความสว่าง

ค่า a* คือ ค่าแสดงระดับสีแดง-เขียว ในแกนนอน กรณีที่ค่า a* มีค่าเป็นบวกแสดงลักษณะสีแดง ถ้ามีค่าเป็นลบแสดงลักษณะสีเขียว เมื่อห่างจากจุด 0 มาก แสดงถึงค่าสีแดงหรือสีเขียวมากขึ้น

ค่า b* คือ ค่าแสดงระดับสีเหลือง-น้ำเงิน ในแกนตั้ง กรณีที่ค่า b* มีค่าเป็นบวกแสดงลักษณะสีเหลืองถ้ามีค่าเป็นลบแสดงลักษณะสีน้ำเงิน เมื่อห่างจากจุด 0 มาก แสดงถึงค่าสีเขียวหรือสีน้ำเงินมากขึ้น

การวิเคราะห์ความหนืด

เครื่องมือ

1. Brookfield viscometer Model DV2T™ Viscometer

วิธีวิเคราะห์

1. ปรับลูกน้ำให้อยู่ที่จุดกึ่งกลางของกรอบ เพื่อตั้งเครื่องให้สมดุล

2. ก่อนเปิดเครื่องให้ใส่ guard

3. เปิด switch ซึ่งอยู่ด้านหลังฐานของเครื่องทางขวามือ จอจะปรากฏ remove spindle press any key

4. กดปุ่มอะไรก็ได้ 1 ครั้ง รอจนหน้าจอจะปรากฏ replace spindle press any key (ใช้เวลา ประมาณ 15 วินาที) กดปุ่มอะไรก็ได้ 1 ครั้ง หน้าจอจะปรากฏ

cP 0.00 ---------- C

5.ใส่ตัวอย่างให้เรียบร้อย (การเตรียมตัวอย่างใช้บีกเกอร์ขนาด 600 ml. ใส่ตัวอย่างปริมาตร 500 ml. จุ่มเข็มลงในตัวอย่างจนถึงระดับขีด Mark ที่กึ่งกลางเข็ม โดยใช้มือด้านหนึ่งจับแกน ของมอเตอร์ให้นิ่ง ต่อเข็ม เข้ากับแกนของมอเตอร์หมุน ตามเข็มนาฬิกาจนแนน่)

6. กด Select Spindle เพื่อเลือกเบอร์ของเข็มให้ตรงกับเข็มที่น ามาใช้ เช่น 01, 02, 03 แล้ว กดSelect Spindle อีกครั้งเพื่อให้เครื่องบันทึก จากนั้นกดปุ่ม Motor on/off เพื่อเปิดเครื่อง

7. กดปุ่ม Set speed เพื่อกำหนดความเร็วรอบในการหมุน โดยจะต้องกำหนดค่าเริ่มต้นที่ค่าน้อย ๆ ก่อน เช่น 10 rpm แล้วกด Set speed อีกครั้งเพื่อให้เครื่องบันทึก การเลือกความเร็ว รอบในการหมุนควรจะให้มีค่าใกล้ 100 % TORQUE (ความเร็วรอบสูงสุดที่ใช้จะมีค่าไม่เกิน 200 rpm)

8. การเปลี่ยนความเร็วรอบ ให้กลับไปท าตามข้อ 8 ใหม่ การเปลี่ยนความเร็วรอบจะต้องเพิ่มค่า ครั้งละน้อย ๆ เช่น 10 rpm จนกว่าค่า torque จะมีค่าเข้าใกล้หรือเท่ากับ 100%

- ถ้าค่า TORQUE ขึ้น error แสดงว่าใช้ความเร็วรอบมากเกินไปต้องลดความเร็วรอบลง

- ถ้าค่า TORQUE มีค่าต่ำทั้งที่ตั้งค่าความเร็วรอบ (rpm) สูงสุดแล้ว แสดงว่าเข็มที่ใช้ OFF RPM % 0.0 ไม่เหมาะสม ให้เปลี่ยนหัวเข็มใหม่ โดยทำการลดค่าความเร็วรอบลงทีละน้อย จนมีค่าความเร็ว รอบถึง 0 แล้วทำการกดปุ่ม motor on/off เพื่อให้motor off แล้วจึงทำการเปลี่ยนหัวเข็ม หลังจากนั้นทำการกด motor on อีกครั้ง และทำตามขั้นตอนที่ 7 ใหม่ต่อไป

9. เมื่อวัดค่าเสร็จ ก็ลดความเร็วรอบลงครั้งละน้อย ๆ ให้ค่าถึงศูนย์ แล้วกดปุ่ม motor off ให้ motor หยุดทำงาน และปิด switch ทำความสะอาดเครื่องมือและอุปกรณ์ให้เป็นระเบียบ และถูกต้อง

การวิเคราะห์ทางเคมี

การวิเคราะห์หาพลังงาน

การวิเคราะห์หาค่าพลังงานความร้อนโดยการคำนวณ

วิธีคำนวณ

ค่าพลังงานความร้อน = (%คาร์โบไฮเดรต x 4)+(%ไขมัน x 9)+ (%โปรตีน x 4) หน่วยเป็นกิโลแคลอรี/100 กรัม

การวิเคราะห์หาความชื้น (AOAC, 2000)

หลักการ

เป็นการหาน้ำหนักที่เหลืออยู่หลังจากการระเหยน้ำและสารที่ระเหยได้ออกไปจาก ผลิตภัณฑ์ภายใต้อุณหภูมิที่กำหนด

วิธีวิเคราะห์

1) อบกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝา ที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ100±2 องศาเซลเซียส นาน 30 นาทีทา ให้เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีชั่งน้ำหนัก (W1)

2) ชั่งตัวอย่างที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน (2-3 กรัม) ใส่ในกระป๋องอบความชื้นที่อบเรียบร้อยแล้วและชั่งน้ำหนัก (W2)

3) นำกระป๋องอบความชื้นพร้อมฝาโดยเปิดฝาออกไปอบที่ตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้าที่ อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง

4) นำกระป๋องอบความชื้นออกจากตู้อบไอร้อนแบบไฟฟ้า โดยปิดฝาทันทีและปล่อยให้ เย็นในโถดูดความชื้นนาน 30 นาทีชั่งน้ำหนักที่แน่นอน

5) นำไปอบต่ออีก 1 ชั่วโมง จนได้น้ำหนักที่คงที่ (น้ำหนักที่คงที่หมายความว่า ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งทั้งสองครั้งติดต่อกันไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) (W3)

วิธีคำนวณ

ปริมาณความชื้น ร้อยละของน้ำหนัก = [(W2– W3) x 100]/(W2-W1)

W1= น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้น เป็น กรัม

W2= น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างก่อนอบ เป็น กรัม

W3= น้ำหนักของกระป๋องอบความชื้นและตัวอย่างหลังอบ เป็น กรัม

การวิเคราะห์หาปริมาณเถ้า (AOAC, 2000)

หลักการ

เป็นการหาปริมาณสารที่เหลือจากการเผาตัวอย่าง ที่อุณหภูมิ 525-550 องศาเซลเซียส ในเตาเผาไฟฟ้า

วิธีวิเคราะห์

1) เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบในเตาเผาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 525-550 องศาเซลเซียส (เท่ากับอุณหภูมิที่ใช้เผาตัวอย่าง) นาน 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W1) และใส่ตัวอย่าง ในถ้วยกระเบื้องเคลือบ ชั่ง ให้ได้น้ำหนักแน่นอนประมาณ 2-3 กรัม (W2)

2) นำไปเผาด้วยไฟอ่อนบนเตาไฟฟ้า โดยเพิ่มความร้อนขึ้นทีละน้อย จนตัวอย่างไหม้เกรียมและเผาจนหมดควัน ในกรณีที่ตัวอย่างเป็นของเหลวหรือกึ่งแข็งกึ่งเหลวให้นำตัวอย่างไประเหยแห้งก่อนนำไปเผาบนเตาไฟฟ้า

3) นำไปเผาต่อในเตาเผาไฟฟ้า ที่อุณหภูมิ 525-550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาวปล่อย ให้เย็นในโถดูดความชื้น (ถ้าเถ้าที่ได้ไม่ขาว ให้นำเถ้าออกมาจากเตาเผา ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นแล้วหยดน้ำเล็กน้อยพอเปียกชุ่ม ระวังอย่าให้เถ้าฟุ้งหรือกระเด็น นำไประเหยให้แห้ง และทำซ้ำตามข้อ 2 จนเถ้าขาวและได้น้ำหนักคงที่ (น้ำหนักคงที่หมายถึงผลต่างของการชั่งสองครั้งติดกันมีค่าไม่เกิน 2 มิลลิกรัม) ชั่งน้ำหนักที่ได้(W3)

วิธีคำนวณ

ปริมาณเถ้าทั้งหมด ร้อยละของน้ำหนัก = [(W3-W1)x100] /W2-W1

W1= น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ เป็น กรัม

W2= น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่าง เป็น กรัม

W3= น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและเถ้า เป็น กรัม

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมันทั้งหมด

การวิเคราะห์หาปริมาณไขมัน โดยวิธีโรส-กอตต์เลียบ (Rose-Gottlieb) (AOAC, 2000)

หลักการ

เป็นการสกัดตัวอย่างที่ละลายในน้ำโดยทำการย่อย (Hydrolysis) ด้วยสารละลาย แอมโมเนีย แล้วจึงสกัดไขมันด้วยตัวทำละลายอินทรีย์

วิธีวิเคราะห์

1) ชั่งตัวอย่างด้วยน้ำหนักที่แน่นอน (0.5-1.0 กรัม) (W1) ถ่ายตัวอย่างลงในกรวยแยก

2) เติมน้ำ 10 มิลลิลิตร เขย่าให้ตัวอย่างละลาย

3) เติมสารละลายแอมโมเนีย 1.23 มิลลิลิตร (ถ้าตัวอย่างมีรสเปรี้ยวให้เพิ่มปริมาณเป็น 2 มิลลิลิตร) เขย่าให้เข้ากัน

4) เติมเอทิลแอลกอฮอล์ 10 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ

5) เติมไดเอทิล อีเทอร์ 25 มิลลิลิตร ปิดจุกให้แน่น ทำการสกัดโดยการเขย่าแรงๆ 1 นาที เปิดจุกอย่างระมัดระวัง ค่อยๆเปิด

6) เติมปิโตรเลียม อีเทอร์ 25 มิลลิลิตร ปิดจุกให้แน่น ทำการสกัดโดยการเขย่าแรงๆ 1 นาที เปิดจุกอย่างระมัดระวังเหมือนเดิม ล้างจุกด้วยสารละลายผสมจำนวนเล็กน้อย

7) ตั้งทิ้งไว้ให้สารละลายแยกชั้น (ประมาณ 30 นาที) ถ่ายสารละลายส่วนใสชั้นบนใส่ใน บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักที่แน่นอน (W2)

8) เติมเอทิลแอลกอฮอล์ อีก 1 มิลลิลิตร ทำการสกัดเหมือนข้อ (5) และ (7) แต่เปลี่ยนปริมาณไดเอทิลอีเทอร์และปิโตรเลียมอีเทอร์เป็นอย่างละ15 มิลลิลิตร

9) นำบีกเกอร์ไปอังที่เครื่องอังน้ำ ที่อยู่ในตู้ดูดควันจนปริมาณไดเอทิล อีเทอร์และ ปิโตรเลียม อีเทอร์ระเหยออกจนหมด จึงนำไปอบต่อในตู้ลมร้อนแบบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมงจากนั้นทำให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่ง น้ำหนัก (W3)

วิธีคำนวณ

ปริมาณไขมันร้อยละของน้ำหนัก = [(W3-W2)x100] /W1

W1= น้ำหนักของตัวอย่าง เป็น กรัม

W2= น้ำหนักของบีกเกอร์ เป็น กรัม

W3= น้ำหนักของบีกเกอร์ที่มีไขมัน เป็ น กรัม

การวิเคราะห์หาปริมาณคอเลสเตอรอล (cholesterol analysis) (Chaudhry, 2004)

วิธีวิเคราะห์

1) ทำการสกัดไขมัน ตามวิธีของ (AOAC, 2000)

2) นำไขมันที่สกัดได้มาละลายด้วย iso-propanol ให้มีความเข้มข้น 50 มิลลิกรัม/มิลลิลิตร

3) ดูดไขมันจากข้อ 2 ปริมาณ 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในหลอด centrifuge tube

4) เติม ferric chloride 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้อย่างน้อย 10 นาที

5) นำไปปั่นเหวี่ยงจนได้สารละลายใส

6) ดูดสารละลายส่วนใสมา 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลองอีกชุดหนึ่ง

7) เติม conc. $H_2SO_4$3 มิลลิลิตร

8) เขย่าให้เข้ากันตั้งทิ้งไว้ประมาณ 20 นาที

9) วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตร

สูตรในการคำนวณหาปริมาณคอเลสเตอรอล

Total cholesterol (mg/100 g of sample) = O.D. sample x A x B x 100 O.D. standard x C

A = ปริมาณ iso-propanol (มิลลิลิตร) ที่ใช้ละลายไขมัน

B = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน

C = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

O.D. sample= ค่าดูดกลืนแสงของตัวอย่าง

O.D. standard = ค่าดูดกลืนแสงของสารละลายมาตรฐาน

การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน/ไนโตรเจนทั้งหมด โดยวิธีเจลดาห์ (Kjeldahl method) (AOAC,2000)

วิธีวิเคราะห์

1) ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน (0.5–2.0 กรัม) (W) ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน

2) เติมสารเร่งปฏิกิริยา 55 กรัมและกรดซัลฟูริกเข้มข้น 20 มิลลิลิตร

3) นำไปย่อยบนเตาย่อยโปรตีน จนได้สารละลายสีฟ้าใส

4) ทิ้งไว้ให้เย็นและเติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตร

5) นำขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมกรดบอริก 40 มิลลิลิตร และอินดิเคเตอร์ 1 หยด แล้วนำไปรองรับของเหลวที่กลั่นได้โดยให้ส่วนปลายของอุปกรณ์ควบแน่นจุ่มอยู่ในสารละลายกรด

6) นำขวดรูปชมพู่ออกแล้วล้างปลายของอุปกรณ์ควบแน่นด้วยน้ำกลั่นลงในขวดแล้วไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดเกลือเข้มข้น 0.02 นอร์มอล ซึ่งเมื่อไตเตรทสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

7) ทำ blank ด้วยวิธีเดียวกัน ตั้งแต่ ข้อ 2 – 6

วิธีคำนวณ

ปริมาณโปรตีน (ร้อยละโดยน้ำหนัก) = [(A-B) x N x 1.4007 x Factor] / W

เมื่อ A= ปริมาณของสารละลายกรดเกลือที่ใช้ไตเตรทกับตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาณสารละลายกรดเกลือที่ใช้ไตเตรทกับ blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายกรดเกลือ (นอร์มอล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

Factor = 6.25

การวิเคราะห์หาปริมาณคาร์โบไฮเดรตโดยการคำนวณ (AOAC, 2000)

หลักการ

เป็นการหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตเป็นร้อยละ โดยการคำนวณจาก สูตร 100 ลบ ด้วยผลรวมของปริมาณร้อยละของความชื้น (หรือน้ำ) โปรตีน ไขมัน กาก และเถ้า - การหาปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดเป็นร้อยละโดยการคำนวณจาก สูตร 100 ลบด้วยผลรวมของปริมาณร้อยละของความชื้น (หรือน้ำ) โปรตีน ไขมัน และเถ้า

วิธีคำนวณ

% คาร์โบไฮเดรต = 100 – (%ความชื้น/น้ำ + %ไขมัน + %โปรตีน + %กาก + %เถ้า)

%คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด = 100 – (%ความชื้น/น้ำ + %ไขมัน + %โปรตีน + %เถ้า)

การวิเคราะห์หาปริมาณกาก โดยวิธีการย่อยด้วยกรดและด่าง (AOAC, 2000)

หลักการ

เป็นการย่อยตัวอย่างด้วยสารละลายกรดและด่าง ภายใต้ภาวะที่กำหนด นำส่วนที่เหลือจากการย่อยไปอบและเผาคำนวณหาส่วนที่หายไปหลังจากการเผา

วิธีวิเคราะห์

1) ชั่งตัวอย่างที่มีไขมันไม่เกิน 1% หรือตัวอย่างที่สกัดไขมันออกและอบเรียบร้อยแล้วให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 1 กรัม (W1) ใส่บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร

2) ตวงสารละลายกรดซัลฟิวริกความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตร ด้วยกระบอกตวง ใส่บีกเกอร์ที่มีตัวอย่างอยู่นำไปต้มบนเตาไฟฟ้าโดยปิดปากบีกเกอร์ด้วยขวดแก้วกลมขนาด 500 มิลลิลิตร บรรจุน้ำกลั่นเพื่อป้องกันการระเหยของสารละลาย เมื่อเริ่มเดือดจับ เวลา 30 นาที

3) กรองทันทีด้วยกรวยบุคเนอร์ที่มีกระดาษกรองเบอร์ 541 (W2) (ที่ผ่านการอบให้แห้ง และทราบน้ำหนักที่แน่นอน) โดยใช้แรงสุญญากาศผ่านขวดแก้วสำหรับกรองดูด

4) ฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบีกเกอร์ด้วยน้ำ ร้อนหลายๆครั้งลงในกรวยบุคเนอร์

5) ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรองด้วยน้ำ ร้อนจนหมดกรด ทดสอบด้วยสารละลายที่ กรองได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีน้ำเงินเป็นแดง

6) ตวงสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 1.25 จำนวน 200 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตร นำไปตั้งบนเตาไฟฟ้าจนร้อนแล้วนำ ไปใส่ขวดน้ำและฉีดล้างกาก บนกระดาษกรองลงในบีกเกอร์ขนาด 500 มิลลิลิตรจนหมด

7) นำไปต้มบนเตาไฟฟ้า โดยใช้ขวดก้นกลมปิดปากของบีกเกอร์ให้สนิทเพื่อป้องกันการระเหยของสารละลายเมื่อเริ่มเดือดจับเวลา 30 นาที

8) กรองทันที่ผ่านกรวยบุคเนอร์ซึ่งบุด้วยกระดาษกรองเบอร์541 ฉีดน้ำ กลั่นให้แนบสนิท กับกรวยบุคเนอร์แล้วฉีดล้างสิ่งที่เหลือบนบีกเกอร์ด้วยน้ำ ร้อนหลายๆครั้งลงในกรวยบุคเนอร์

9) ล้างสิ่งที่ตกค้างบนกระดาษกรองด้วยน้ำ ร้อนจนหมดด่าง ทดสอบด้วยสารละลายที่ กรองได้ไม่เปลี่ยนสีกระดาษลิตมัสจากสีแดงเป็นน้ำเงิน

10) นำกระดาษกรองวางบนถ้วยกระเบื้อง (W3) นำไปอบที่ตู้อบลมร้อนอุณหภูมิ 100±2 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็น ในโถดูดความชื้นชั่งน้ำหนัก (W4)

11) เผาถ้วยกระเบื้องพร้อมกระดาษกรองที่อบเรียบร้อยแล้วในเตาเผาอุณหภูมิ 550±25 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก (W5)

วิธีคำนวณ

ใช้ตัวอย่างที่กำจัดความชื้นและไขมันออกแล้ว

ปริมาณกากร้อยละของน้ำหนัก = [(W4-W3-W2)-(W5-W3)x100] /W1

W1= น้ำหนักของตัวอย่าง เป็น กรัม

W2= น้ำหนักของกระดาษกรอง เป็น กรัม

W3= น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง เป็น กรัม

W4 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง+กระดาษกรอง+กากหลังการอบแห้ง เป็น กรัม

W5= น้ำหนักของถ้วยกระเบื้อง+กากหลังจากการเผา

การวิเคราะห์ค่าความเป็นกรดด่าง

เครื่องมือ

1. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ยี่ห้อ OHAUS รุ่น ST20

วิธีการทดลอง

1. ก่อนการใช้ pH meter จะต้องมีการ calibrate เครื่องโดยใช้สารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐานที่ทราบค่า pH แน่นอน ที่ใช้กันบ่อย ๆ คือ บัฟเฟอร์ pH 4 , 7 และ 10 ไว้ ฉีดล้างด้วยน้ำกลั่น ซับให้แห้งด้วยกระดาษนุ่ม ๆ

2. จุ่มอิเล็กโทรดลงในสารละลายที่จะวัด

3. กด read เพื่ออ่านค่า pH บันทึกผล

4. ยกอิเล็กโทรดออกจากสารละลาย ฉีดล้างด้วยน้ำกลั่น ซับด้วยกระดาษให้แห้ง

การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา

การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count)

การนับจำนวนจุลินทรีย์จะนับเฉพาะจานอาหารที่มีจำนวนเซลล์ระหว่าง 25 - 250 เซลล์ เพื่อให้ จำนวนโคโลนีที่เจริญบนจานอาหารอยู่ในช่วงดังกล่าว ไม่มากหรือน้อยเกินไป การวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด

วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

ชั่ง Plate count agar 23.5 กรัม ละลายในน้ำกลั่นร้อน 1 ลิตร บรรจุใน flask ปิดปากขวด หลังจากนั้นนำไปฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

วิธีการวิเคราะห์

เตรียมสารละลายเจือจางโดยชั่งตัวอย่าง 25กรัม ใช้ช้อนสแตนเลสที่ฆ่าเชื้อแล้วตักใส่ถุงพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว สำหรับใช้ stomacher เติม diluent (0.1% peptone water) ลงไปประมาณ 100 มิลลิลิตร ตีปั่นนาน 1 นาที เติม peptone water ที่เหลืออีก 125 มิลลิลิตร ตีปั่น 30 วินาที จะได้ dilution 1 : 10 ทำการ dilution ต่อเป็น10-1 , 10-2 , 10-3 , 10-4 ปิเปตสารละลายเจือจางของผลิตภัณฑ์ ที่ dilution 10 -4 10 -5 10 -6 อย่าง 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อ dilution ละ 3 จาน เท Plate count agar (ที่ 40- 45องศาเซลเซียส) ลงในจานเลี้ยงเชื้อประมาณจานละ20-15 มิลลิลิตร pour plate แล้วตั้งทิ้งไว้ ให้เย็น นำจานเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่ 35± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 48 ชั่วโมงตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์แล้ว รายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อผลิตภัณฑ์1กรัม

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวไปรยา แก้วจันทรานนท์
วัน เดือน ปีเกิด	30 กันยายน 2536
ที่อยู่	15 ซอยรังสิต-นครนายก50 ตำบลประชาธิปัตย์ อำเภอธัญบุรี จังหวัดปทุมธานี 12130
การศึกษา	ปีการศึกษา 2557 สำเร็จการศึกษา ปริญญาตรี คณะสาธารณสุขศาสตร์ สาขาโภชนวิทยาและการกำหนดอาหาร มหาวิทยาลัยมหิดล
ประสบการณ์การทำงาน	นักโภชนาการปฏิบัติการ ทัณฑสถานโรงพยาบาลราชทัณฑ์ พ.ศ.2560 - ปัจจุบัน นักโภชนาการ โรงพยาบาลพระนครศรีอยุธยา พ.ศ. 2560 นักโภชนาการ โรงพยาบาลเปาโลเมมโมเรียล พหลโยธิน พ.ศ. 2559
เบอร์โทรศัพท์	090–969-2673